Indice

Articolo 1. 3
OGGETTO DELL'APPALTO 3
Articolo 2. 4
AMMONTARE DELL'APPALTO 4
Articolo 3. 5
CATEGORIE DEI SERVIZI RICHIESTI 5
Articolo 4. 5
NATURA E DURATA DELL'APPALTO 5
Articolo 5. 6
MODALITA' DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO 6
Articolo 6. 7
DOCUMENTI CONTRATTUALI 7
Articolo 7. 7
INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO 7
Articolo 8. 7
DISCIPLINA ECONOMICA 7
Articolo 9. 8
SPESE CONTRATTUALI E CAUZIONE 8
Articolo 10. 8
DISPOZIONE IN MATERIA DI SICUREZZA 8
Articolo 11. 9
CONTROVERSIE E FORO ESCLUSIVO 9
Articolo 12. 11
RIFERIMENTI NORMATIVI 11
Articolo 13. 11
BONIFICA ORDIGNI BELLICI 11
Articolo 14. 12
PROVE E SONDAGGI PREVISTI 12
Articolo 15. 14
SPECIFICHE TECNICHE PER SONDAGGI E PROVE IN SITO 14
Articolo 16. 28
SPECIFICHE TECNICHE PER PROVE DI LABORATORIO 28
Articolo 17. 38

RILIEVI TOPO-BATIMETRICI 38

Articolo 18. 41

INDAGINI PER CAMPIONAMENTO DI SOIL GAS, DI ACQUE DI FALDA E ANALISI DI LABORATORIO 41

Articolo 1.

OGGETTO DELL'APPALTO

Il presente documento riepiloga gli elementi principali e le modalità di esecuzione di indagini propedeutiche alla redazione della Progettazione esecutiva dell'intervento di completamento della messa in sicurezza e bonifica della falda in area ex Yard Belleli.

Nello specifico le attività si articolano come segue:

Indagini finalizzate alla progettazione della nuova banchina nella cosiddetta area ex "Yard Belleli": sondaggi, prove geotecniche e rilievi topo-batimetrici

Indagini finalizzate all'aggiornamento dell'Analisi di Rischio già presentata in fase di progettazione definitiva consistenti in: campionamento di soil gas con camera di flusso, campionamento di soil gas con sonda in pozzo piezometrico esistente, campionamento acque di falda, analisi di laboratorio

Con riferimento al punto 1. la campagna di indagini viene definita anche sulla scorta delle informazioni già disponibili ai progettisti, derivanti anche da indagini pregresse svolte per lavori in aree adiacenti.

La stratigrafia dei terreni al di sotto del fondale marino, con i quali sostanzialmente interagiranno le opere, è parzialmente nota così come anche alcune caratteristiche fisiche e meccaniche dei suddetti terreni.

Per una corretta e completa definizione del modello geotecnico di sottosuolo, ai fini delle analisi e delle verifiche di progetto, è necessario una specializzazione della stratigrafia nella sezione in cui si realizzerà l'opera di contenimento a mare nonché un approfondimento sulle caratteristiche meccaniche dei terreni.

A tal fine si prevede pertanto di effettuare:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- prove in sito (Prove penetrometriche statiche);
- prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati lungo le verticali di sondaggio.

L'ubicazione delle prove da effettuarsi viene riportata nell'elaborato grafico allegato, mentre nei capitoli successivi vengono riportate le quantità di provo previste e le specifiche operative.

Per una definizione di dettaglio dei fondali al piede della banchina, dello stato del paramento e degli attuali piazzali a tergo si prevede di eseguire i seguenti rilievi:

- Rilievo (batimetrico (*) della parte sommersa della banchina e dei fondali tramite l'utilizzo di un ecoscandaglio multiplo ad alta risoluzione;
- Rilievo delle aree di piazzale a partire dall'attuale ciglio di banchina tramite l'utilizzo di un laser scanner.

(*) Il rilievo batimetrico dovrà essere eseguito secondo gli standard previsti dal "*Disciplinare Tecnico dei Rilievi Idrografici - ed. 2016*" edito dall'Istituto Idrografico della Marina Militare (*IIM*).

Con riferimento al punto punto 2 la campagna di indagine viene definita sulla scorta delle informazioni già disponibili nell'Analisi di Rischio del Progetto Definitivo del Primo stralcio funzionale dell'intervento di completamento della messa in sicurezza e bonifica della falda in area ex Yard Belleli.

Nella fase di progettazione esecutiva l'analisi di Rischio dovrà valutare anche il rischio a cui saranno esposti i lavoratori che opereranno nell'ambito dello Yard dopo gli interventi di bonifica.

Il Manuale APAT (ora ISPRA) "Criteri metodologici" (APAT, 2008), il Documento MATTM "Linee Guida Analisi di Rischio" (MATTM 2014-2015) e il D.M. 31/2015 prevedono l'utilizzo dei risultati delle campagne di monitoraggio del soil gas all'interno dell'AdR per le seguenti finalità:

- esclusione del percorso di volatilizzazione all'interno del modello concettuale alla base dell'AdR,
- verifica dei risultati dei modelli di calcolo utilizzati all'interno della procedura di AdR.

E' noto a livello nazionale ed internazionale che nella maggior parte dei casi i modelli utilizzati nella procedura di Analisi di Rischio per alcuni tipi di contaminanti (ad es. BTEX) possono condurre a sovrastime dei rischi di diversi ordini di grandezza.

Partendo dai risultati riportati nell'elaborato del Progetto Definitivo a base di gara del primo stralcio funzionale, il presente piano di indagine ha lo scopo di affinare l'utilizzo del software di AdR relativo ai dati di gas del suolo che, in alcuni casi, possono determinare risultati non coerenti con il modello concettuale di sito (es. risultati contrastanti tra misure di gas interstiziali e misure di flusso/aria ambiente ovvero talvolta assenza di rischi associati anche a valori elevati di concentrazione nei gas del suolo). I dati derivanti dalle indagini di misure di gas interstiziali avranno lo scopo di essere poi valutati e utilizzati nell'ambito della Redazione dell'Analisi di Rischio di Progettazione Esecutiva.

Articolo 2.

AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo complessivo posto a base dell'affidamento per l'esecuzione delle attività in oggetto ammonta a **€ 99.705,59** (Novantanovemilasettecentocinque/59), inclusi gli oneri per la sicurezza, oltre IVA e oneri di legge se dovuti come composto nella seguente tabella.

		importi in euro
1	Importo esecuzione servizi (S)	€ 96.069,84
2	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza (OS)	€ 1.420,85
3	Addendum Covid-19 (OS-19)	€ 2.254,90
A	**Totale appalto (1 + 2 + 3)**	**€ 99.705,59**

Nel prezzo offerto, l'Impresa riconosce che si comprendono tutti gli oneri ed obblighi, tutte le spese inerenti e conseguenti all'espletamento del servizio secondo le prescrizioni del presente Capitolato e della normativa vigente in materia.

L'importo contrattuale sarà costituito dalla somma dei seguenti importi, riportati nella tabella del comma 1:

a) importo dei servizi (S) determinato al rigo 1, al netto del ribasso percentuale offerto dall'appaltatore in sede di gara sul medesimo importo;

b) importo degli Oneri di sicurezza (OS) determinato al rigo 2.

c) importo degli Oneri di sicurezza determinato al rigo 3 derivanti dall'emergenza Covid-19 (OS19) **è da corrispondere solo ed esclusivamente in caso di persistenza delle disposizioni di legge in merito.**

All'interno dell'importo dei servizi è stimato, in via presuntiva dalla Stazione appaltante, l'incidenza del costo del lavoro pari al 18,0% (inteso come costo del personale o della manodopera inclusi gli oneri previdenziali, assistenziali e ogni altro onere riflesso, con la sola eccezione dell'Utile e delle Spese generali).

Articolo 3.

CATEGORIE DEI SERVIZI RICHIESTI

Ai sensi dell'articolo 61, comma 3, del Regolamento generale e in conformità all'allegato «A» al predetto Regolamento generale, i servizi sono classificati come di seguito specificato:

MODALITA' STIPULA	DESCRIZIONE DEI SERVIZI	CPV	IMPORTO
	Prestazioni Principali		
CORPO	Sondaggi Ambientali/Geognostici, Sondaggi e prove in sito OS 20B	71351000-3	59.135,31 €
	Prestazioni Secondarie		
CORPO	Bonifica Bellica	90722300	12.351,60 €
CORPO/MISURA	Indagini/Analisi di Laboratorio	71900000-7	13.926,25 €
CORPO	Rilievi Topografici e Batimetrici	71351923	7.600,00 €
MISURA	Smaltimenti	90510000	3.056,68 €
	IMPORTO TOTALE A BASE D'ASTA		96.069,84 €
	Oneri della Sicurezza non soggetti a ribasso		3.675,75 €
TOTALE PRESTAZIONI			99.745,59 €

Non sono previsti servizi appartenenti a categorie scorporabili e le attività di Bonifica Bellica dovranno essere svolte da un Impresa regolarmente iscritta nell'apposito albo istituito presso il Ministero della Difesa, ai sensi dell'art. 104, comma 4 bis, del D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 nei modi previsti dal Decreto Ministeriale 11 maggio 2015 n. 82 (categoria bonifica subacquea (B. SUB)).

Articolo 4.

NATURA E DURATA DELL'APPALTO

L'appalto è a corpo e misura ed ha per oggetto l'esecuzione di tutti i servizi di indagine finalizzati ad approfondire la conoscenza geotecniche, dei fondali e delle acque delle aree interessate al completamento della bonifica dell'Ex Yard Belleli sito nel settore di ponente del porto mercantile di Taranto;

L'esecuzione del servizio ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale.

La durata dell'affidamento è prevista in 120 giorni naturali e consecutivi durante i quali l'Appaltatore dovrà eseguire tutte le indagini di campo, come meglio dettagliate nei successivi articoli, e aver consegnato i relativi report di prova ed elaborati grafici dei risultati ottenuti.

Nel caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei servizi, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo viene applicata una penale pari all'1 per mille (uno e centesimi zero ogni mille) dell'importo contrattuale.

L'importo complessivo delle penali determinate ai sensi del comma precedente non può superare il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; se i ritardi sono tali da comportare una penale di

importo superiore alla predetta percentuale si produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 108, comma 4, del Codice dei contratti.

Articolo 5.

MODALITA' DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

1. Il contratto è stipulato a "CORPO e MISURA" ai sensi dell'art. 59 comma 5 bis del Codice dei Contratti D. Lgs 50/2016, e dell'art 45, comma 7, del regolamento generale.

a) per la parte di lavoro a corpo, indicato nella tabella di cui all'articolo 3, come determinato in seguito all'offerta dell'appaltatore, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti, per tale parte di lavoro, alcuna successiva verificazione sulla misura o sul valore attribuito alla quantità;

b) della parte di lavori a misura, indicato nella tabella di cui all'articolo 3, come determinato in seguito all'offerta dell'appaltatore, può variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità effettivamente eseguite o definite in sede di contabilità, fermi restando i limiti di cui all'articolo 132 del Codice dei contratti e le condizioni previste dal presente Capitolato speciale.

2. Si precisa inoltre che:

a) per la parte di lavoro indicato nella tabella di cui all'articolo 3, prevista a corpo negli atti progettuali e nella Lista per l'offerta, i prezzi unitari offerti dall'appaltatore in sede di gara non hanno alcuna efficacia negoziale e l'importo complessivo dell'offerta, anche se determinato attraverso l'applicazione dei predetti prezzi unitari alle quantità, resta fisso e invariabile, ai sensi del comma 2, primo periodo; allo stesso modo non hanno alcuna efficacia negoziale le quantità indicate dalla Stazione appaltante negli atti progettuali e nella Lista per l'offerta, ancorché rettificata o integrata dall'offerente, essendo obbligo esclusivo di quest'ultimo il controllo e la verifica preventiva della completezza e della congruità delle voci e delle quantità indicate dalla stessa Stazione appaltante, e la formulazione dell'offerta sulla sola base delle proprie valutazioni qualitative e quantitative, assumendone i rischi;

b) per i lavori indicati nella tabella di cui articolo 3, previsti a misura negli atti progettuali e nella lista per l'offerta, i prezzi unitari offerti dall'appaltatore in sede di gara costituiscono i prezzi contrattuali e sono da intendersi a tutti gli effetti come «elenco dei prezzi unitari».

3. I prezzi unitari di cui al comma 2, ancorché senza valore negoziale ai fini dell'appalto e della determinazione dell'importo complessivo dei lavori, sono vincolanti per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, se ammissibili ai sensi dell'articolo 106 del Codice dei contratti, ed estranee ai lavori già previsti nonché agli eventuali lavori in economia di cui all'articolo 24.

4. I rapporti ed i vincoli negoziali si riferiscono agli importi come determinati ai sensi dell'articolo 3.

5. Il contratto dovrà essere stipulato, a pena di nullità, con atto pubblico notarile informatico, ovvero, in modalità elettronica secondo le norme vigenti per la Stazione appaltante, in forma pubblica amministrativa a cura dell'Ufficiale rogante dell'amministrazione aggiudicatrice o mediante scrittura privata.

Articolo 6.

DOCUMENTI CONTRATTUALI

Formano, a tutti gli effetti, parte integrante e sostanziale del Contratto di Appalto i documenti di seguito elencati e di cui l'Appaltatore dichiara di avere preso particolareggiata e perfetta conoscenza:

- Il presente capitolato speciale di appalto;
- Planimetria posizionamento indagini;
- Il Piano di sicurezza e coordinamento in fase di progettazione
- Stima degli oneri della sicurezza derivanti dalle interferenze
- Stima degli oneri della sicurezza derivanti dalle misure di contenimento della diffusione del Covid-19 (**da corrispondere solo ed esclusivamente in caso di persistenza delle disposizioni di legge in merito)**

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e accettazione delle norme vigenti in materia di lavori pubblici, delle norme che regolano il presente appalto nonchè del progetto e delle condizioni che attengono all'esecuzione del servizio.

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale altresì a dichiarazione della

sussistenza delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione del servizio.

Articolo 7.

INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il servizio è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

In caso di norme del presente capitolato tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari oppure all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente capitolato, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Articolo 8.

DISCIPLINA ECONOMICA

Ai sensi del primo capoverso dell'articolo 35 comma 18 del Codice dei contratti è dovuta all'appaltatore una somma, a titolo di anticipazione, pari al 20% (venti per cento) dell'importo del contratto, da erogare dopo la sottoscrizione del contratto medesimo ed entro 15 (quindici) giorni dalla data di effettivo inizio dei servizi accertato dal RUP.

L'anticipazione è compensata nel corso degli Stati di avanzamento, mediante trattenuta sull'importo

di ogni certificato di pagamento emesso. L'importo della trattenuta è determinato proporzionalmente suddividendo l'importo dell'anticipazione per l'importo dello Stato di avanzamento maturato, fino ad azzerarsi alla conclusione dei Servizi.
Le rate di acconto sono dovute ogni qualvolta l'importo dei servizi eseguiti raggiungono un importo non inferiore al 50% dell'importo contrattuale, secondo quanto risultante dal Registro di contabilità e dallo Stato di avanzamento servizi di cui rispettivamente agli articoli 188 e 194 del Regolamento generale.
La somma ammessa al pagamento è costituita dall'importo progressivo determinato nella documentazione di cui al comma precedente:
a) incrementato della quota relativa degli oneri di sicurezza previsti;
b) al netto della ritenuta dello 0,50% (zero virgola cinquanta per cento), a garanzia dell'osservanza delle norme in materia di contribuzione previdenziale e assistenziale, ai sensi dell'articolo 30, comma 5, secondo periodo, del Codice dei contratti, da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale;
c) al netto dell'importo degli stati di avanzamento precedenti;
d) al netto della quota parte di anticipazione.

Il conto finale dei servizi è redatto entro 30 (trenta) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dalla DEC e trasmesso al RUP; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di verifica di conformità.

Articolo 9.

SPESE CONTRATTUALI E CAUZIONE

Tutte le spese inerenti e conseguenti al contratto e al servizio oggetto del presente Capitolato sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

A garanzia dell'esatto adempimento degli obblighi assunti l'Impresa, prima della stipulazione del relativo contratto, dovrà costituire una cauzione. La cauzione dovrà essere presentata a norma e con le modalità di cui all'art. 103 del D.Lgs. n. 50/2016 per un importo pari al 10% dell'importo contrattuale.

Della sua regolare costituzione dovrà essere data prova all'atto della stipulazione del contratto.

Nel caso di inadempienza, recesso e/o risoluzione, la Stazione appaltante avrà diritto di ritenere la cauzione come sopra prestata e l'Impresa dovrà reintegrarla, se del caso, nel termine perentorio che le sarà intimato. Resta salvo l'esperimento di ogni altra azione qualora la cauzione risultasse insufficiente.

La cauzione resterà vincolata fino al completo soddisfacimento degli obblighi contrattuali, anche dopo la scadenza del contratto, nonché sino alla definizione di ogni eventuale controversia o pendenza.

Articolo 10.

DISPOZIONE IN MATERIA DI SICUREZZA

Il servizio oggetto del presente Capitolato deve essere svolto nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione infortuni e di igiene e salute sul lavoro. L'impresa è pertanto obbligata al rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. e da leggi specifiche inerenti

l'attività oggetto d'appalto.

È inoltre richiesta all'impresa affidataria di provvedere a:

- predisporre uno specifico Documento di Valutazione dei Rischi (DVR) relativo alle attività e alle mansioni svolte negli impianti e nelle strutture oggetto di affidamento eventualmente integrato da valutazioni specifiche e/o procedure di gestione già in possesso dell'impresa;
- garantire e mettere in atto le misure di tutela della salute e della sicurezza per i propri dipendenti emerse dal suddetto DVR in maniera coerente a quanto previsto dal D.lgs. 81/2008 e s.m.i.;

impegnare nello svolgimento del servizio personale qualificato in possesso dei necessari requisiti di informazione, formazione. addestramento ed esperienza nonché idoneità sanitaria adeguate alle attività da svolgere;

- specifica informazione e formazione, puntuale e aggiornata, dei propri dipendenti impegnati nello espletamento del servizio sia sulle prescrizioni/procedure in materia di salute e sicurezza, sia quelle di carattere ambientale;
- richiedere ai propri dipendenti l'attenta e pedissequa applicazione delle prescrizioni/procedure di prevenzione e protezione previste dal suddetto DVR e da eventuali documenti di coordinamento predisposti dal Committente;
- assicurare i propri dipendenti contro gli infortuni.

Qualora nell'espletamento del servizio si dovessero rendere necessari lavori rientranti nel TITOLO IV del D.Lgs. 81/2008 e svolti da soggetti terzi, sarà onere del Committente prodigarsi nel predisporre gli adeguati documenti di coordinamento previsti dalla normativa vigente.

Entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della stipula del contratto, l'impresa aggiudicataria si impegna a presentare:

- documentazione inerente la verifica dell'idoneità tecnico professionale (Iscrizione CCIAA, DVR, DURC, dichiarazione di non essere soggetto a provvedimento di sospensione/interdizione ai sensi dell'art. 14 del D. Lgs. 81/2008);
- documentazione utile a qualificare l'impresa per lavori in ambienti particolari (spazi confinati, cantieri stradali,….);
- elenco nominale degli addetti impegnati nel servizio e relativa documentazione attestante l'idoneità tecnica e medico-sanitaria per le attività da svolgere (ASR 2011, ASR 2012, DPR 177/2011, Decreto 04/03/2013);
- elenco delle attrezzature, macchine e dispositivi utilizzati nello svolgimento del servizio;
- elenco dei DPI (dispositivi di protezione individuale) forniti agli addetti impegnati nel servizio;

L'impresa opera in piena autonomia nel realizzare il servizio oggetto d'appalto e l'eventuale presenza di dipendenti di Sogesid Spa è prevista al solo scopo di indirizzo e controllo oppure per attività escluse dall'appalto. Restano pertanto di esclusiva competenza e responsabilità della ditta affidataria le attività inerenti alla conduzione e manutenzione dell'impianto di depurazione.

Articolo 11.

CONTROVERSIE E FORO ESCLUSIVO

In merito alle controversie che dovessero insorgere sull'esecuzione del servizio e/o sull'applicazione del presente Capitolato, Sogesid Spa e l'Impresa si impegnano ad esperire ogni

tentativo di amichevole composizione e, qualora questa non sia raggiunta, tali controversie saranno demandate all'Autorità Giudiziaria. Competente in via esclusiva è il Foro di Roma.

TITOLO II – DESCRIZIONE DEL SERVIZIO

Articolo 12.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la definizione del piano di indagini in oggetto, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.M.17/02/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 7 del 21Gennaio 2019 - "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 Febbraio 2018".
- A.G.I. (1977). "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche".
- Decreto Ministeriale LL.PP. 11/3/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare LL.PP. 24/9/1988 n.30483 - L.2.2.1974, n.64 - art.1 - Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11/3/1988.
- A.G.I. (1994). "Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio".
- UNI ENV 1997-2. "Eurocodice 7. Progettazione Geotecnica. Parte 2: Progettazione assistita da prove di Laboratorio". Giugno 2002.
- UNI ENV 1997-3. "Eurocodice 7. Progettazione Geotecnica. Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito". Settembre 2002.
- Riferimenti di Enti Formatori italiani e stranieri inerenti l'esecuzione di indagini dirette ed indirette, prove in sito ed in laboratorio (CNR, UNI, ASTM, ISRM, BS, SMRE, AASHTO ecc…)
- Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti,
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale";
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".
- Linee_guida_SNPA_17_2018: Procedura operativa per la valutazione e l'utilizzo dei dati derivanti da misure interstiziali nell'analisi di rischio dei siti contaminati

Articolo 13.

BONIFICA ORDIGNI BELLICI

In corrispondenza di tutti i punti di indagine si eseguirà una ricerca subacquea superficiale spinta sino ad 1 metro di profondità dalla quota del fondale marino per rilevare l'eventuale presenza di residuati bellici. Attorno a ciascuna verticale di indagine si eseguirà una ricerca superficiale subacquea di ordigni e residuati bellici su di una superficie circolare di raggio 5,5 m con al centro il punto di indagine.

Queste dimensioni sono state fissate con l'intento di compensare eventuali piccole incertezze di piazzamento.

In corrispondenza delle suddette aree si eseguirà una ricerca profonda estesa fino ad una profondità di 7 m dal fondale marino nel punto di indagine.

Le attività di ricerca di ordigni esplosivi, da effettuare con idonei mezzi e operatori abilitati nella categoria ex A.F.A. - 360303 "Ricognizioni di fondali marini per l'individuazione di ordigni bellici esplosivi nei porti, nelle zone costiere e d'altura e loro segnalazione alle autorità competenti con l'esclusione di qualsiasi intervento sugli stessi", sono da intendersi come propedeutiche all'operazione di "bonifica bellica". Tali attività ricerca dovranno essere effettuate in corrispondenza di tutte le n°9 verticali dove devono essere effettuati i sondaggi/prove penetrometriche.

Eventuali trovanti individuati nell'ambito delle suddette attività di ricerca che possano costituire indice di presenza di ordigni esplosivi dovranno essere opportunamente segnalati e comunicati alla Capitaneria di Porto del Porto di Taranto per l'attivazione della procedura di "bonifica bellica" a cura del nucleo SDAI della Marina Militare.

Per l'esecuzione delle attività di ricerca di eventuali ordigni esplosivi, da eseguire a mare, l'Appaltatore dovrà disporre della necessaria idonea attrezzatura ed in particolare d'apparecchi elettronici per l'individuazione di masse metalliche con sensibilità adeguata agli spessori di terreno da indagare.

Le suddette attività di ricerca di ordigni esplosivi dovranno essere condotti sotto l'esatta osservanza di tutte le condizioni e norme contenute nella Direttiva Tecnica GEN-BSS 01 edizione 2020 "Bonifica Bellica Sistematica Subacquea".

Al termine dei lavori di ricerca, anche nel caso in cui non dovessero essere rinvenuti ordigni esplosivi, dovrà essere rilasciata una dichiarazione di garanzia in bollo relativa alla zona verificata con la quale l'Appaltatore si assumerà ogni responsabilità civile tanto nei confronti del personale e delle cose, per i danni di qualsiasi natura derivanti dall'eventuale presenza nel terreno di ordigni esplosivi, limitatamente alla sola area ispezionata e per la profondità stabilita, manlevando nel modo più completo, comunque e in ogni caso da qualunque responsabilità la D.L..

Resta inteso che l'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le prescrizioni e disposizioni, che l'Autorità Marittima riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione delle attività di ricognizione di ordigni esplosivi e degli eventuali lavori di bonifica. L'Appaltatore assume ogni e qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, tanto nei riguardi del proprio personale quanto verso terzi, per i danni di qualsiasi natura comunque e dovunque derivanti dalle attività di ricognizione di ordigni esplosivi oggetto del contratto e solleva perciò la D.L. nella maniera più completa dalle suddette responsabilità, anche nel caso che detti danni si fossero manifestati agendo nel completo rispetto della buona regola d'arte e delle prescrizioni antinfortunistiche vigenti nonché d'ogni altra disposizione particolare o generale prevista nel prescritto atto.

I trovanti in materiale metallico, di qualsiasi tipo e dimensione, che saranno stati rinvenuti nel corso dei lavori di ricognizione di ordigni bellici, dovranno essere successivamente rimossi e avviati a discarica, senza che questo possa costituire riconoscimento all'Impresa di alcun tipo di indennizzo o compenso per tali lavorazioni.

Articolo 14.
PROVE E SONDAGGI PREVISTI

La società individuata per l'esecuzione delle prove e sondaggi dovrà essere riconosciuta essere in possesso delle **Autorizzazioni ministeriali per servizi geologici e di laboratorio – art. 20 legge n.**

1086/1971 - circolare ministeriale n. 7618 del 08/09/2010 – circolare ministeriale n. 7619 del 08/09/2010- legittimità del bando.

14.1 Sondaggi e prove in sito

Al fine di predisporre un Progetto Definitivo delle opere a mare a norma del NTC2018 è necessario completare il quadro conoscitivo con sufficiente attendibilità sui materiali naturali interagenti con le opere sarà necessaria l'esecuzione di:

- n.3 sondaggi a carotaggio continuo della lunghezza di 20.0 m. I sondaggi saranno denominati:
  - **S1-2020;**
  - **S2-2020;**
  - **S3-2020.**
- n.5 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) con misura delle pressioni neutre, della lunghezza di 20.0 m. Le prove saranno denominate:
  - **CPTU 1 – 2020;**
  - **CPTU 2 – 2020;**
  - **CPTU 3 – 2020;**
  - **CPTU 5 – 2020;**
  - **CPTU 6 – 2020.**
- n. 1 prova penetrometrica statica con piezocono sismico, con misura delle pressioni neutre e delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio denominata **SCPTU4-2020**, della lunghezza di 30 m.

Tutti i sondaggi e tutte le prove verranno svolte in acqua, e pertanto si provvederà ad eseguire le prove da pontone.

Lungo le verticali di sondaggio verranno prelevati campioni indisturbati di terreno da sottoporre a specifiche prove di laboratorio (dettagliate nel seguito).

I campioni indisturbati verranno prelevati alle seguenti quote:

Sondaggio S1-2020

- campione S1-CI1 — quota di prelievo -3.0 m da quota testa sondaggio;
- campione S1-CI2 — quota di prelievo -6.0 m da quota testa sondaggio;
- campione S1-CI3 — quota di prelievo -12.0 m da quota testa sondaggio.

Sondaggio S2-2020

- campione S2-CI1 — quota di prelievo -4.0 m da quota testa sondaggio;
- campione S2-CI2 — quota di prelievo -7.0 m da quota testa sondaggio;
- campione S2-CI3 — quota di prelievo -13.0 m da quota testa sondaggio.

Sondaggio S3-2020

- campione S3-CI1 — quota di prelievo -3.0 m da quota testa sondaggio;
- campione S3-CI2 — quota di prelievo -6.0 m da quota testa sondaggio;
- campione S3-CI3 — quota di prelievo -14.0 m da quota testa sondaggio.

14.2 Prove di laboratorio

Su tutti i campioni indisturbati verranno eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- definizione della curva granulometrica completa mediante:
  - analisi per vagliatura;
  - analisi per sedimentazione;
- definizione dei limiti di Atterberg;
- determinazione della massa volumica apparente;
- determinazione della massa volumica reale;
- prova di compressione triassiale consolidata non drenata(*CIU*) con misura delle "*back pressure*".

In totale pertanto si realizzeranno:

- n. 9 definizioni della curva granulometrica completa mediante:
  - analisi per vagliatura;
  - analisi per sedimentazione;
- n. 9 definizioni dei limiti di Atterberg;
- n. 9 determinazioni della massa volumica apparente;
- n. 9 determinazioni della massa volumica reale;
- n.9 prove di compressione triassiale consolidata non drenata(*CIU*) con misura delle "*back pressure*".

Articolo 15.
SPECIFICHE TECNICHE PER SONDAGGI E PROVE IN SITO

16.1 Sondaggi

Quando il programma delle indagini richiede sondaggi geotecnici si intende che essi siano caratterizzati dalle modalità di seguito elencate.

- carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato;
- prelievo di campioni di terreno;
- descrizione stratigrafica;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno;
- verifica e trascrizione delle coordinate geografiche e della quota assoluta in m s.l.m.
- eventuale attrezzatura per l'esecuzione di misure in sito.

Nel seguito si definiscono le caratteristiche delle attrezzature di perforazione da impiegarsi e le operazioni più direttamente connesse alla perforazione.

a) Attrezzature di perforazione

Il corredo della sonda deve inoltre essere completo di tutti gli accessori necessari per l'esecuzione del lavoro e norma di specifica e degli utensili per la riparazione dei guasti di ordinaria entità.

b) Utensili per la perforazione

Gli utensili elencati di seguito sono da intendersi non esaustivi e dovranno essere disponibili in sito in tutti i casi in cui siano di fatto impiegabili e comunque far parte della dotazione dell'Appaltatore, in modo da poter essere rapidamente trasferiti in cantiere se necessario o qualora richiesto dalla Committenza.

- Carotieri semplici, con valvola di testa a sfera e calice

Diametro nominale $\phi_{est} = 101 \div 146$ mm

Lunghezza utile I = 150 ÷ 300 mm

- Carotiere doppio a corona sottile (T2, T6) con estrattore.

Diametro nominale ϕ_{est} = 100 mm

- Carotiere triplo con porta campione interno estraibile ed apribile longitudinalmente (T6S), con estrattore e calice.
- Corone di perforazione widia e diamantate
- Aste di perforazione con filettatura tronco-conica.
- Diametro esterno ϕest = 60 ÷ 76 mm

Il diametro minimo del carotaggio deve essere di 101mm.

Il Contraente potrà impiegare diametri superiore in funzione del tipo di materiale presente in stratigrafia, previa autorizzazione della Committenza o dei suoi consulenti, senza che gli vengano riconosciuti oneri aggiuntivi.

c) Tubazioni di eventuale rivestimento provvisorio

La necessità d'impiego del materiale provvisorio è da verificarsi caso per caso, in relazione alle reali caratteristiche del terreno.

Nel caso di rivestimento associati alla perforazione delle aste, essi saranno in acciaio, con le seguenti caratteristiche:

- Spessore tubo s = 8 ÷ 10 mm
- Diametro interno ϕint = 107 ÷ 162 mm
- Lunghezza spezzoni I = 150 ÷ 200 mm

Il Contraente potrà impiegare rivestimenti con diverse caratteristiche, in relazione al tipo di attrezzatura di perforazione prescelta, informando preventivamente la Committenza.

d) Strumenti di controllo e prova

Dovranno fare parte del corredo permanente dell'attrezzatura da perforazione i seguenti strumenti portatili:

- Scandaglio a filo graduato, per la misura della quota di fondo foro raggiunta dalla perforazione
- Penetrometro tascabile (pocket penetrometer), con fondo scala maggiore o uguale a 5 kg/cm2
- Scissometro tascabile o Torvane

e) Modalità esecutive

Il sondaggio deve essere eseguito come di seguito indicato.

Dovrà essere effettuato il carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero ≥ 90%, da eseguire a secco, senza fluido di perforazione in circolo se con carotiere semplice.

I carotieri saranno azionati da aste; è ammesso, in alternativa, l'uso di sistemi "wire line" purché si ottenga la percentuale di carotaggio richiesta. L'utilizzo del sistema "wire line" deve comunque consentire l'utilizzo di tutte le attrezzature di campionamento e prova previste nelle presenti specifiche, anche in considerazione dei diametri di perforazione e campionamento indicati.

Il diametro minimo del carotiere semplice sarà di 101 mm.

In tutti i casi nei quali non ci sia pericolo di repentini collassi del foro nel tratto non rivestito, il prelievo di campioni in foro o l'esecuzione di prove geotecniche SPT dovrà seguire la manovra di perforazione con carotiere ed invece procedere la manovra di rivestimento fino al fondo foro. Il rivestimento sarà se necessario eseguito a campionamento/prova SPT ultimati, in modo da evitare che il prelievo o la prova interessino uno strato di terreno disturbato dal getto di fluido.

Nel caso il foro debba essere rivestito prima dell'esecuzione delle prove, il rivestimento deve essere installato a secco, per la misura minima necessaria, e deve poi essere eseguita una manovra di pulizia.

f) Lavaggio

Sarà predisposta un'area per la decontaminazione delle attrezzature; è necessario che tale area sia delimitata e resa impermeabile posta ad una distanza dal punto di campionamento sufficiente ad evitare diffusione del materiale inquinante dilavato;

prima dell'inizio della perforazione il carotiere, le aste ed i rivestimenti metallici dovranno essere accuratamente lavati con acqua potabile, utilizzando l'idropulitrice ad acqua calda ed alta pressione;

- analogo procedimento sarà da applicare ad ogni manovra di carotaggio, rimuovendo completamente, dall'esterno e dall'interno dell'utensile, qualsiasi residuo di materiale potenzialmente inquinante; l'acqua e la condensa presenti sulle pareti dell'utensile devono poi evaporare naturalmente o, quando ciò non avviene, essere asciugate con carta da filtro pulita;
- per quanto detto sopra è consigliabile ricorrere all'uso alternato di due carotieri;
- la decontaminazione può avvenire attraverso l'utilizzo di diversi tipi di soluzioni, a seconda del tipo d'inquinante e d'inquinamento

g) Descrizione stratigrafica del carotaggio

Il geologo responsabile del cantiere compilerà una scheda stratigrafica del sondaggio completa di tutte le indicazioni necessarie alla descrizione con criteri geotecnici del materiale carotato. La scheda stratigrafica deve comprendere tutte le informazioni generali necessarie per la completa comprensione di quanto seguito. In particolare si specificheranno:

- date di perforazione
- metodo di perforazione
- attrezzature impiegate
- diametri di perforazione e di rivestimento
- quota della testa foro rispetto al livello marino e coordinate planimetriche.

La descrizione stratigrafica sarà compilata in modo tale da specificare per ciascuno strato quanto relativo ai punti sopra elencati:

- tipo di terreno
- condizioni di umidità naturale
- colore
- struttura
- particolarità
- litologia ed origine

La scheda stratigrafica comprenderà inoltre delle osservazioni in merito alla falda idrica, compatibilmente con le modalità esecutive del sondaggio e con la strumentazione installata, con

l'annotazione delle letture del livello piezometrico nel foro di sondaggio rilevate ad inizio/fine di ogni giornata lavorativa.

1) Tipo di terreno

Le caratteristiche granulometriche del terreno saranno definite con riferimento alla seguente terminologia.

DEFINIZIONI		DIAMETRO DEI GRANI (mm)
Blocchi		>200
Ciottoli		200 ÷ 60
Ghiaia	grossa	60 ÷ 20
	media	20 ÷ 6
	fine	6 ÷ 2
Sabbia	grossa	2 ÷ 0,6
	media	0,6 ÷ 0,2
	fine	0,2 ÷ 0,06
Limo		0,006 ÷ 0,002
Argilla		<0,002
Terreno organico o vegetale		
Torba		

La struttura della descrizione sarà conforme alle raccomandazioni AGI (1977), elencando per primo il nome del costituente principale, seguito dal costituente secondario nella forma:

- preceduto dalla congiunzione "con" se rappresenta la percentuale compresa tra il 25 ed il 50%:
- seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa fra il 10 ed il 25%;
- preceduto da "debolmente" e seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa fra il 5 ed il 10%.

La descrizione del tipo di terreno verrà utilizzata anche per il computo metrico, utilizzando soltanto il costituente principale, intendendo:

- Terreni a granulometria fine: argille e limi;
- Terre a granulometria media: sabbie;
- Terreni a granulometria grossolana: ghiaie

Della frazione ghiaiosa e ciottolosa occorre specificare il grado di arrotondamento, con riferimento ai sottoelencati termini comparativi:

- Angolare: nessuno smussamento
- Sub-angolare: mantiene forma originale con evidenze di smussamento
- Sub-arrotondata: smussamento considerevole e riduzione dell'area di superficie del clasto
- Arrotondata: rimozione delle superfici originali, con qualche superficie piatta
- Ben arrotondata: superficie interamente compresa da curve ben arrotondate

Si deve anche specificare il diametro massimo della ghiaia e quello dei ciottoli e dei blocchi e precisare il grado di uniformità della compilazione granulometrica, nonché la natura litologica dei clasti.

2) Condizioni di umidità naturale

Le condizioni di umidità naturale del terreno saranno definite utilizzando uno dei seguenti termini:

- asciutto
- debolmente umido
- umido
- molto umido
- saturo

Si dovrà descrivere la condizione propria del terreno naturale.

3) Consistenza

Si distinguono terreni coesivi e semicoesivi, granulari e rocciosi.

- la consistenza dei terreni coesivi e semicoesivi sarà descritta come di seguito misurando la resistenza al penetrometro tascabile ed al torvane sulla carota appena estratta e scortecciata con frequenza di 1 prova ogni 20 ÷ 30 cm, purché il materiale non sia evidentemente disturbato durante la perforazione.

- Privo di consistenza: espelle acqua quando strizzato fra le dita (PP< 0,25 Kg/cm2)
- Poco consistente: si modella fra le dita con poco sforzo; si scava facilmente (PP 0,25 ÷ 0,5 Kg/cm2)
- Moderatamente consistente: si modella fra le dita con un certo sforzo; offre una certa resistenza allo scavo (PP 0,5 ÷ 1,0 Kg/cm2)
- Consistente: non si modella fra le dita; è difficile da scavare (PP 1,0 ÷ 2,0 Kg/cm2)
- Molto consistente: è molto resistente fra le dita e si scava con molta difficoltà (PP> 2,0 Kg/cm2)
- Nel caso di terreni granulari si esprimerà la consistenza in termini di addensamento, come di seguito:

Nspt	
0 ÷ 4	Sciolto
4 ÷ 10	Poco addensato
10 ÷ 30	Moderatamente addensato
30 ÷ 50	Addensato
> 50	Molto addensato

4) Colore

Il colore sarà descritto precisandone se necessario la tonalità e l'intensità. Si distinguerà il colore del terreno intatto e quello delle superfici di separazione (fratture, discontinuità), evidenziando ciò che può dare indicazioni sulla presenza di filtrazione idrica.

5) Struttura

Si definiranno gli elementi significativi della struttura di terreni rocciosi e non rocciosi, intendendo con struttura la presenza o l'assenza di discontinuità, con riferimento a quanto di seguito.

- Stratificazione

S'indicheranno i piani di strato visibili, precisandone la spaziatura media e l'intervento di variazione tipico dello spessore degli strati stessi.

S'indicheranno anche la presenza di eventuali strutture sedimentarie, quali stratificazione o laminazione incrociate.

Regolari alternanze di diversi tipi litologici (es.: sabbie ed argille, marne, calcareniti) potranno essere definite con il termine di "interstratificazione" precisando la media aritmetica dello spessore dei livelli e descrivendo il ritmo delle alternanze

- Strutture particolari

S'indicherà la presenza e le caratteristiche di strutture particolari legate a processi di alterazione e trasporto, quali la presenza di clasti in matrice soffice o isole di materiale poco alterato in matrice profondamente alterata, e simili.

6) Particolarità aggiuntive

Si dovranno indicare tutte le caratteristiche significative ai fini della schematizzazione geologico - geotecnica le quali non siano già inserite in qualcuno dei parametri descrittivi già elencati.

Si segnali a titolo d'esempio la presenza di quanto segue:

- radici
- manufatti, riporti, materiali di discarica
- fossili o residui organici vegetali
- sostanze deperibili, friabili, solubili
- cementazione più o meno regolare e relativo al grado
- concrezioni calcaree.

7) Litologia ed origine

Il tipo litologico sarà definito nel caso dei clasti di terreni granulari grossolani.

Sarà cura del responsabile di cantiere indicare, sia pure per categorie principali, la corretta definizione, indicando la tipologia litologica di appartenenza nei limiti di quanto desumibile dalla sola osservazione macroscopica di campagna del materiale.

Nel caso di terreni sedimentari, si raccomanda l'impiego di una soluzione acquosa diluita al 5% di HCL per l'orientativa definizione della presenza di $CaCo_3$, come costituente principale o secondario della roccia.

Oltre al tipo litologico, quando riconoscibile, potranno essere precisate per tutti i terreni informazioni sull'origine del terreno, distinguendo in modo particolare:

- terreni derivati da trasporto e sedimentazione dei materiali;
- terreni rimasti in sito, specificando se riconoscibili, azioni fisico-chimiche di alterazione, sostituzione, cementazione.

8) Altre registrazioni in corso di perforazione

Oltre alla registrazione della stratigrafia, il geologo responsabile di cantiere annoterà sinteticamente, nella documentazione di lavoro, ogni notizia utile o interessante:

- percentuale di recupero;
- velocità di avanzamento;

- refluimenti in colonna;
- manovre di campionamento;
- altre.

10) Cassette catalogatrici

Le carote estratte nel corso della perforazione verranno sistemate in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo, plastica o similari), munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera. Le carote coesive verranno scortecciate, le lapidee lavate. Dei setti separatori suddivideranno i recuperi delle singole manovre, recando indicate le quote rispetto al p.c. Negli scomparti saranno inseriti blocchetti di legno o simili a testimoniare gli spezzoni di carota prelevati ed asportati per il laboratorio con le quote di inizio e fine di tali prelievi. I tratti di perforazione senza recupero della carota o in corrispondenza dei campioni devono essere lasciati vuoti e deve essere indicato il motivo dell'assenza della carota stessa.

11) Fotografie a colori

Le singole cassette verranno fotografate a colori o entro 24 ore dal loro completamento. Si richiede la completa leggibilità di tutte le indicazioni esistenti sulla cassetta ed una visione chiara delle carote contenute. Una copia delle fotografie (formato standard) verrà allegata alla documentazione di lavoro.

h) Registro di giornata

Tutte le operazioni effettuate in cantiere dovranno essere riportate nel verbale di giornata; è tassativo riportare qualsiasi informazione riguardante condizioni operative o eventi accidentali accaduti nell'ambito delle operazioni di sondaggio che possono avere causato omissioni o difformità rispetto ai punti sopra elencati.

Tutte le suddette operazioni dovranno essere seguite da un tecnico esperto , iscritto all'ordine professionale, che firmi i relativi elaborati.

In generale per i sondaggi meccanici sono previsti:

- prove SPT nei terreni granulari, ogni 1,50 m fino a 15 m da p.c., ogni 3,0 m oltre i 15 m
- prove di permeabilità Lefranc
- prelievo di campioni indisturbati come indicato dal piano di indagini
- prelievo di campioni rimaneggiati nei terreni sciolti come indicato dal piano di indagini
- in determinate zone del tracciato, in corrispondenza di opere sotterranee previste in progetto, occorre prevedere il prelievo di campioni da carotaggio per il piano di utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/12
- attrezzaggio con piezometri a tubo aperto o casagrande
- attrezzaggio per prova Cross-Hole

16.2 Prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU)

Normativa di riferimento

- A.G.I. – Associazione geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini geotecniche.

- UNI EN ISO 22476-1:2012 Prova penetrometrica con cono elettrico e piezocono

Definizione

La prova con piezocono (CPTU) viene eseguita con un'attrezzatura per prove penetrometriche statiche nella quale la punta elettrica è strumentata per la misura in forma continua di quanto sotto elencato:

- resistenza alla penetrazione statica q,; della punta conica e resistenza per attrito laterale fs;
- pressione idrostatica del terreno, inclusa la sovrappressione indotta dall'avanzamento della punta;
- dissipazione nel tempo della sovrappressione idrostatica indotta nel terreno, a quote predeterminate.

a) Attrezzatura

La prova si eseguirà infiggendo a velocità costante nel terreno una punta conica tramite un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave, alla cui estremità inferiore è connessa la punta.

Le attrezzature richieste sono le seguenti:

b.1) Dispositivo di spinta

Martinetto idraulico in grado di esercitare sulla batteria di aste cave la spinta precisata nel programma delle indagini. La corsa deve essere pari a 1 m. La velocità di infissione della batteria di aste sarà di 2 cm, (± 0,5 cm/s), costante nel corso della prova, indipendentemente dalla resistenza offerta dal terreno. Il dispositivo di spinta deve essere ancorato e/o zavorrato in forma tale da poter usufruire per intero della propria capacità di spinta totale.

b.2) Piezocono

Punta conica fissa, interamente solidale con il movimento delle aste cave, con le seguenti dimensioni:

- diametro di base del cono: $\phi bc = 34,8 \div 36,0$ mm;
- angolo di apertura del cono:60°.

La punta permetterà la misura di:

- resistenza alla punta qc
- resistenza per attrito laterale fs
- pressione interstiziale $u + \Delta u$

II parametro f_s sarà relativo ad un manicotto di attrito liscio con le seguenti dimensioni:

- diametro $\phi ma = \phi bc + 0,35$ mm;
- superficie laterale Ama = 147 ÷ 153 cm2.

Il manicotto sarà posizionato subito sopra il cono.

Il parametro $u+\Delta u$ (pressione neutra + sovrappressione interstiziale indotta) sarà misurato con filtro poroso intercambiabile, posto preferibilmente alla base del cono.

La punta di tipo elettrico sarà strumentata con celle di carico estensimetriche con i seguenti fondo scala:

- 5000 kg per qc;
- 750 kg per fs.

Qualora necessario, la Committenza si riserva di richiedere l'uso di punte con sensibilità massima diversa. La punta sarà dotata di sensore inclinometrico per la misura della deviazione dalla verticale.

Il trasduttore di pressione dovrà essere a piccola variazione di volume, con fondo scala proporzionale alla pressione idrostatica prevedibile alla quota di fine prova prevista in programma; la misurazione della pressione dovrà avvenire in forma continua.

La sostituzione del filtro deve essere eseguita ad ogni estrazione della punta dal terreno.

b.3) Aste

Aste di tipo cavo del diametro esterno di 36 mm.

Eventuali anelli allargatori dovranno essere posizionati ad almeno 100 cm dalla base del cono.

b.4) Dispositivo di misura

Oltre alle celle di carico estensimetriche della punta saranno previsti:

- centralina elettronica per la ricezione e la trasmissione dei dati;
- registratore grafico di qc, fs, u+Δu;
- registratore grafico o stampante numerica su carta per la registrazione della variazione della pressione interstiziale nel tempo nel corso delle prove di dissipazione; la scelta della sequenza temporale di misura, o la velocità di scorrimento della carta devono poter essere adattabili alle più disparate velocità di dissipazione;
- visore per la lettura istantanea dei valori delle grandezze misurate, in forma digitale
- sincronizzatore velocità di avanzamento punta/registratore grafico.

b.5) Attrezzature di disaerazione

Filtro poroso e cono dovranno essere perfettamente disaerati con l'uso di una delle sottoelencate metodologie:

- cella di disaerazione sottovuoto con acqua distillata; disaerazione per bollitura, con immersione di filtro e cono per un periodo di tempo di sufficiente lunghezza, in funzione del tipo di filtro;
- contenitore sottovuoto con glicerina calda, con vibratore ad ultrasuoni per la disaerazione del filtro; il cono verrà disaerato tramite iniezione con siringa di glicerina.

Altre attrezzature, tipi di fluido e tecniche potranno essere proposti dal Contraente dandone preventiva comunicazione alla Committenza.

b.6) Tarature e controlli

Oltre ai sistematici controlli circa lo stato della punta e del manicotto

(geometria, rugosità) e delle aste cave (rettilineità della batteria specie per quanto riguarda le 5 aste più vicine alla punta), dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- Le guarnizioni fra i diversi elementi di un piezocono dovranno essere ispezionate con regolarità per accettarne le perfette condizioni e l'assenza di particene di terreno.
- Il piezocono dovrà essere compensato rispetto alle variazioni di temperatura.
- La precisione di misura, tenendo conto di tutte le possibili fonti di errore (attriti parassiti, errori nel dispositivo di registrazione eccentricità del carico sul cono e sul manicotto, differenze di temperatura, ecc.) dovrà essere comunque inferiore ai seguenti limiti:
- 5% del valore misurato;
- 1% del valore di fondo scala.

Tale precisione dovrà essere verificata in laboratorio e verificabile in cantiere.

Nel primo caso i dati di taratura relativi ad ogni piezocono dovranno essere sempre disponibili in cantiere.

b) Operazioni preliminari, tarature, controlli

c.1) Montaggio del piezocono

Terminata la disaerazione del filtro e del cono, questi saranno inseriti in un guanto di gomma pieno di acqua disaerata, operando rigorosamente in immersione; il guanto di gomma non sarà rimosso all'inizio della prova, in quanto sarà l'attrito con il terreno a provvedere alla sua rottura ed asportazione.

c.2) Preforo

L'intervallo di profondità compreso fra il piano campagna e la superficie freatica dovrà essere preforato con puntazza od eventuale sonda a rotazione, inserendo se necessario nel foro un tubo in PVC (o simili) del diametro interno ≥ 50 mm.

c.3) Stabilizzazione termica

Prima di iniziare la prova, la punta dovrà essere inserita nel preforo, in acqua di falda, e lasciata ferma per 10 minuti primi per ottenere la stabilizzazione termica, ripetendo alla fine dei 10' gli azzeramenti dei dispositivi di misura e registrazione.

Al termine della prova dovranno essere misurate e registrate eventuali derive di zero dei dispositivi; tali annotazioni finali dovranno fare parte integrante della documentazione provvisoria e definitiva della prova.

c.4) Saturazione della punta

Prima di iniziare la prova dovrà essere saturata la punta con modalità che dovranno essere concordate con Committenza e che saranno poi riportate nella documentazione finale della prova.

c) Metodologia di prova

Il penetrometro dovrà essere posizionato opportunamente in modo da garantire la verticalità dell'applicazione del carico.

La prova s'inizierà alla base del tratto preforato, inserendo nel terreno il piezocono protetto dal guanto di gomma.

La prova sarà quindi eseguita fino alla profondità definita dal programma delle indagini, o interrotta per rifiuto in uno dei seguenti casi:

- raggiungimento del fondo scala per uno dei sensori relativi a resistenza qc, fs o pressione interstiziale;
- raggiungimento della massima capacità di spinta del penetrometro;
- deviazione della punta della verticale di 10°, se repentina, o di 15° se progressiva.

Nel caso di rifiuto potrà essere richiesta la ripresa della prova dopo preforo a quota maggiore di 1 m rispetto a quella della interruzione della prova.

Alle quote indicate dal programma si eseguiranno le prove di dissipazione operando come di seguito:

- arresto della penetrazione della punta;
- scatto contemporaneo dei contasecondi e inizio della registrazione della variazione di pressione interstiziale;
- lettura al visore digitale dell'andamento della pressione interstiziale ai tempi 0,1 - 0,25 - 0,5 - 1 - 2 – 4 - 8 - 15 - 30 minuti primi; la lettura sarà registrata manualmente sul grafico.

La prova sarà considerata conclusa al 60% della dissipazione della sovrappressione indotta dalla punta.

e) Documentazione

La documentazione preliminare comprenderà:

- informazioni generali;
- data di esecuzione;
- ora di inizio e fine prova;
- caratteristiche dell'attrezzatura;
- caratteristiche del piezocono, tra cui il fattore di area del piezocono;
- fotocopia dei grafici di cantiere con indicazione delle scale;
- file di output (accompagnato da relativa conversione in formato Excel)

La documentazione definitiva comprenderà:

- informazioni generali, con ubicazione in coordinate geografiche e quota assoluta in m s.l.m.;
- data di esecuzione;
- grafici di qc, fs, u+Δu in funzione della profondità corretta in base ai dati inclinometrici ed alle eventuali derive; i grafici relativi alle prove di dissipazione avranno i tempi in ascissa, in scala logaritmica;
- deviazione dalla verticale (tilt);
- grafico di Rf
- la profondità alla quale sono stati installati eventuali anelli allargatori;
- caratteristiche dell'attrezzatura;
- caratteristiche del piezocono;
- certificati di taratura dei piezoconi impiegati;
- modalità di saturazione della punta;
- note e osservazioni registrate durante lo svolgimento della prova

16.3 Prova con piezocono sismico (SCPTU)

Introduzione

La prova con piezocono sismico, ***SeismicCone Penetration Test*** (**SCPT-SCPTU**), è una prova che associale caratteristiche della prova down-hole (prova DH) a quelle della prova penetrometrica statica (CPT o CPTU): la prima ha lo scopo di determinare i profili di velocità delle onde sismiche S e P, la seconda quello di determinare i profili della resistenza alla punta (***qc***), dell'attrito laterale (***fs***) e della pressione interstiziale (***u***) nei depositi di terreno.

Una volta che il cono raggiunge la profondità desiderata, un impulso meccanico viene applicato sulla superficie libera del terreno utilizzando una sorgente simile a quella usata nella prova DH. L'impulso così generato si propaga attraverso il terreno fino a raggiungere ed essere raccolto dai due ricevitori del cono sismico posti lungo il fusto del penetrometro statico.

Rispetto ad una prova CPT o CPTU richiede l'impiego di un cono sismico ovvero di un elemento posto sopra il manicotto per l'attrito laterale, dotato di due ricevitori (geofoni o accelerometri) posti alla distanza di 1 m tra di loro. La presenza di due inclinometri monoassiali perla determinazione della verticalità, già richiesta per le prove CPT, è necessaria per la precisa determinazione della distanza percorsa dalle onde sismiche.

La prova SCPT soffre delle stesse limitazioni della prova CPT: per esempio non può essere eseguita in depositi ghiaiosi e in terreni duri o molto consistenti o può richiedere l'uso di prefori laddove questi terreni sono presenti e debbano essere attraversati.

Standard e Raccomandazioni di Riferimento

Allo stato attuale, la prova col cono sismico non ha una normativa o standardizzazione nazionale o internazionale di riferimento; tuttavia per quel che concerne gli aspetti riguardanti l'infissione del penetrometro, la SCPT presenta caratteristiche del tutto analoghe a quelle della CPTu che segue le raccomandazioni contenute nel documento ASTM D 3441-86 e ASTM D 5778-95, nonché le specifiche tecniche dell'Associazione Geotecnica Italiana (AGI).

Attrezzature di prova

L'esecuzione della prova col cono sismico occorre un penetrometro, una sorgente di energia meccanica, un accelerometro posto in corrispondenza della sorgente atto alla misurazione dell'istante di energizzazione (trigger), due ricevitori posti ad una distanza relati va di circa 1 m allungo il fusto del penetrometro statico al di sopra del trasduttore per la misura dell'attrito laterale infine di un sistema di acquisizione dati per la raccolta ed elaborazione dei segnali elettrici misurati dall'accelerometro e dai ricevitori.

Penetrometro

L'attrezzatura di prova è costituita da un penetrometro autocarrato da 20 tonnellate, azionato idraulicamente e fornito di una batteria di aste ø 36 mm aventi lunghezza unitaria di 1000 mm e filettatura conica di giunzione.

Il sistema di spinta del penetrometro è costituito da una coppia di pistoni solidali alla struttura portante del penetrometro e collegati superiormente da una traversa dotata di morsa idraulica.

L'attrezzatura di misura è composta da un piezocono alle cui spalle è montato il modulo sismico che è costituito da un'asta che contiene due geofoni posti alla distanza di 1.0 m tra di loro in grado di misurare le onde sismiche generate da un dispositivo di energizzazione posto in superficie.

Il piezocono è costituito da un corpo cilindrico in acciaio ad alto limite di snervamento, dove l'elemento di misura si deforma proporzionalmente allo sforzo applicato; al suo interno sono alloggiate delle celle di carico estensimetriche per la misura della resistenza alla punta (*qc*) e dell'attrito laterale (*fs*).

È inoltre dotata di due inclinometri monoassiali per la determinazione della verticalità. È anche presente nell'estensione cilindrica del cono, un filtro poroso in acciaio sinterizzato collegato ad un trasduttore di pressione per la misura della pressione interstiziale (u).

La punta viene strumentata impiegando estensimetri particolarmente sensibili che consentono un dimensionamento meccanico a favore della robustezza e viene particolarmente curata per quanto concerne la stabilizzazione in temperatura.

Un encoder provvede alla sincronizzazione tra avanzamento punta del sistema di acquisizione. Il piezocono ed il modulo sismico sono collegati tramite un cavo elettrico multipolare al sistema di acquisizione e registrazione dei segnali provenienti dal piezocono che è costituito da un personal computer corredato da una scheda di misura e conversione analogica-digitale dei segnali ed una scheda di conteggio della profondità di avanzamento.

Sorgente

Il sistema di energizzazione è costituito da un maglio idraulico a doppio effetto con potenza regolabile, posto sotto ad uno stabilizzatore del penetrometro.

La generazione delle onde di taglio (onde S) avviene mediante percussione della piastra energizzatrice in direzione orizzontale oppure mediante l'uso di un percussore idraulico. Per facilitare

l'identificazione dell'istante di arrivo delle onde S si raccomanda di utilizzare la tecnica di inversione della polarità della sorgente.

La generazione di impulsi ricchi in onde di compressione (onde P) può essere ottenuta mediante percussione della piastra di energizzazione in direzione verticale.

Ricevitori

L'istante di energizzazione può essere monitorato da un accelerometro posto in corrispondenza della sorgente e reso a lei solidale. I tempi di arrivo delle onde P ed S vengono invece raccolti da due ricevitori posti lungo il fusto del penetrometro statico al di sopra del sensore per la misura dell'attrito laterale ad una distanza relativa di circa 1 m.

La risposta in frequenza dei ricevitori non dovrà variare più del 5% nel campo di variazione compreso tra 0.5 e 2 volte la frequenza predominante del treno d'onda caratteristico del sito in esame (ASTM D 4428/D4428 M – 84, AGI, 1999).

Sistema di Acquisizione Dati

L'accelerometro posto in prossimità della sorgente e i ricevitori posizionati lungo il penetrometro statico saranno collegati in superficie da un sistema di acquisizione dati costituito da:

sistema di misurazione dell'istante di energizzazione (o di "*trigger*"). L'errore massimo consentito nella definizione dell'istante di generazione del segnale non deve essere superiore allo 0.5 % del tempo di percorrenza delle onde sismiche (AGI, 1999).

- amplificatori del segnale per ciascuno dei ricevitori impiegati avente identiche caratteristiche di fase e di controllo del guadagno ("*gain control*") (ASTM D 4428/D4428 M – 84). Si raccomanda l'adozione di strumenti aventi una capacità di guadagno di almeno 70 dB e un rapporto segnale/rumore superiore a 100 dB (AGI, 1999).
- sistema di visualizzazione dei segnali raccolti che consenta una lettura dei tempi di arrivo delle onde sismiche con un errore massimo ammissibile non superiore allo 0.5 % del tempo di percorrenza delle onde sismiche (AGI, 1999).
- analizzatore digitale che consenta di effettuare una registrazione indipendente dei segnali raccolti da ciascun canale. Esso inoltre deve consentire l'esecuzione in tempo reale delle operazioni di analisi dei segnali raccolti sia nel dominio del tempo sia in quello delle frequenze, consentendo anche una valutazione della qualità dei dati raccolti. La frequenza di campionamento dell'analizzatore digitale non deve essere inferiore a 100 kHz per segnale e il range dinamico deve essere superiore a 80 dB (AGI, 1999). Le caratteristiche dinamiche e di campionamento dell'analizzatore devono essere adeguate al tipo di segnali raccolti. Esse non dovranno introdurre differenze tra i dati ingresso e quelli registrati maggiori di ± 0.25 % nel dominio delle frequenze (AGI, 1999). L'analizzatore dovrà consentire operazioni di trattamento dei segnali (*Digital Signal Processing*) come il *signal averaging* finalizzate ad aumentare il rapporto segnale/rumore. L'errore massimo introdotto dall'applicazione del sistema di *averaging* non dovrà superare il ± 0.25 % 0.
- dispositivo per la memorizzazione permanente dei dati raccolti e di quelli elaborati. Per rendere tali operazioni più agevoli ed efficienti è raccomandabile l'uso di un personal computer. A causa degli inevitabili ritardi di fase introdotti, non è ammesso l'uso di filtri analogici ma solo di quelli digitali (ASTM D 4428/D4428 M – 84).

Modalità Esecutive Prova SCPT

La prova con il cono sismico si svolge secondo modalità analoghe alla prova penetrometrica statica CPTE (ASTM D3441 – 86). La punta penetrometrica viene posizionata nel punto di infissione e spinta alla velocità costante di 2 cm/s (± 0.5 cm/s) fino alla profondità desiderata mentre il sistema di acquisizione dati esegue le registrazioni dei parametri convenzionali della prova CPTU-CPTE.

Quindi l'avanzamento della punta penetrometrica viene arrestato dando inizio alle misure di velocità secondo le stesse modalità della prova DH. In particolare, dopo aver verificato il regolare funzionamento di tutti i componenti della strumentazione, si procede ad attivare la sorgente di energia sismica provvedendo a visualizzare i segnali raccolti dai ricevitori sullo schermo del sistema di acquisizione dati.

Quando le operazioni di misura e registrazione dei segnali sismici sono state completate, la punta penetrometrica viene fatta avanzare con continuità fino alla profondità successiva dove la sonda viene di nuovo arrestata per eseguire nuovamente le misure di velocità appena descritte.

Il passo che occorrerà adottare per le misure dei tempi di percorrenza delle onde sismiche è costante lungo la verticale di infissione della punta e pari a 1.0 m.

Se durante la fase di penetrazione della sonda s'incontrano strati ghiaiosi o comunque di materiale consistente tali da impedire l'avanzamento del penetrometro, sarà necessario interrompere la prova e provvedere alla realizzazione di un preforo per l'attraversamento dello strato o degli strati duri. In questo caso le misure di velocità con il cono sismico saranno interrotte e riprese a partire da una distanza dalla base del preforo non inferiore ad 1 m.

Documentazione

Ciascuna prova eseguita con il cono sismico dovrà essere univocamente identificata mediante l'adozione di sigle che ne facilitino l'ubicazione sugli elaborati grafici. Per ogni prova dovranno inoltre essere rese disponibili le informazioni di seguito riportate:

Dati di identificazione della prova:

- nome del Committente;
- nome del cantiere o sigla di identificazione del progetto;
- sigla di identificazione della prova;
- ubicazione planimetrica della posizione dell'asse di avanzamento del cono (coordinate planimetriche);
- data di inizio e fine esecuzione della prova;
- nome del tecnico responsabile dell'esecuzione della prova e di quello responsabile
- dell'elaborazione dei risultati.

Informazioni sulle attrezzature impiegate:

- modello e caratteristiche della strumentazione (accelerometri, geofoni, sistema di acquisizione e registrazione dati, sistema di analisi dei segnali);
- tipo e versione dei programmi di elaborazione e di restituzione utilizzati;
- certificati delle misurazioni, tarature e verifiche eseguite sull'attrezzatura e sui codici utilizzati;

Informazioni sulle modalità esecutive:

- procedura di riferimento adottata e descrizione dettagliata delle modalità di esecuzione della prova;

- passo adottato per le misure di velocità;
- parametri strumentali usati in fase di acquisizione;
- dettagli sul metodo impiegato per la definizione dei tempi e dei tragitti di percorrenza delle onde P e S;
- formule usate per l'elaborazione dei dati sperimentali.

Risultati della prova:

- segnali registrati di tutti i tempi di percorrenza delle onde sismiche in funzione della profondità, riprodotti in forma oscillografica;
- tabelle delle distanze e dei relativi tempi di percorrenza delle onde P ed S in funzione della profondità di esecuzione della prova;
- tabelle e rappresentazioni grafiche delle velocità di propagazione delle onde P ed S, con indicazione dei valori considerati non rappresentativi a causa di fenomeni di rifrazione e/o riflessione dei raggi sismici in corrispondenza degli orizzonti stratigrafici.

Articolo 16.
SPECIFICHE TECNICHE PER PROVE DI LABORATORIO

16.1 Requisiti generali del laboratorio

L'attività del laboratorio di prova dovrà essere condotta in accordo alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 – Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura.

In particolare il laboratorio di prova dovrà essere competente per l'esecuzione delle prove in programma, dovrà disporre di personale tecnico in numero sufficiente con adeguata formazione e aggiornamento facente capo a un responsabile iscritto all'ordine professionale dei geologi o degli ingegneri geotecnici.

16.2 Locali di prova

L'ambiente in cui le prove saranno eseguite non deve in alcun modo invalidarne i risultati né influenzare le misure: i locali di prova dovranno essere opportunamente protetti da condizioni anomale quali temperatura, polveri, umidità, vapori, vibrazioni, disturbi o interferenze elettromagnetiche, dovranno essere sufficientemente spaziosi e dotati di apparecchiature e sorgenti di alimentazione adeguate.

In alcune situazioni (camera umida di conservazione - zona di preparazione provini e assemblaggio delle prove) i locali dovranno essere dotati di strumentazione di controllo e condizionamento ambientale. L'accesso alle zone di prova dovrà essere adeguatamente controllato e regolato.

16.3 Apparecchiature di prova

Il laboratorio di prova dovrà essere fornito di tutte le apparecchiature necessarie per la corretta esecuzione delle prove in programma. Tutte le apparecchiature dovranno essere conservate con cura e dovranno essere disponibili idonee procedure di manutenzione.

Per le apparecchiature di prova principali dovrà essere disponibile un sistema di registrazione in cui sia riportato:

- il nome dell'apparecchiatura;

- il nome del fabbricante, l'identificazione del tipo e il numero di serie;
- la data di acquisizione e la data di messa in servizio;
- le operazioni di manutenzione eseguite;
- i danni subiti e le riparazioni eseguite;
- copia del certificato di taratura in data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Copia delle schede di registrazione delle apparecchiature da utilizzare nell'ambito della Commessa dovrà essere sottoposta alla Committenza prima dell'inizio dell'attività di prova. Gli strumenti di misura e le apparecchiature di prova dovranno essere sottoposte a taratura secondo un programma temporale adeguato al carico di lavoro del laboratorio, e comunque ad intervalli non superiori ai sei mesi. La taratura degli strumenti di misura e di prova dovrà essere effettuata in modo da garantire la riferibilità delle misure effettuate alla catena metrologica internazionale. Copia dei certificati di taratura delle apparecchiature e degli strumenti di misura utilizzati per l'esecuzione delle prove, di data non anteriore di sei mesi la data di prova, dovrà accompagnare il rapporto di prova emesso dal laboratorio a conclusione dell'incarico.

16.4 Identificazione dei campioni

Il laboratorio presso di cui saranno effettuate le prove e le analisi geotecniche dovrà essere dotato di un sistema per l'identificazione dei campioni e delle parti di campioni da sottoporre a prova. Al momento del recupero dei campioni si dovrà controllare la corrispondenza con le distinte o le stratigrafie di accompagnamento, segnalando immediatamente qualsiasi difformità alla Committenza.

Tutti i campioni e le relative porzioni da sottoporre a prova (provini) dovranno essere chiaramente identificati da una sigla o un codice che accompagnerà il campione o il provino in tutte le fasi dell'attività di laboratorio (conservazione, preparazione dei provini da sottoporre a prova, esecuzione delle prove, preparazione della documentazione di prova e del rapporto finale di prova); dovrà inoltre essere stabilita una corrispondenza tra il codice adottato dal laboratorio per l'identificazione dei campioni e dei provini e il sistema d'identificazione utilizzato durante il prelievo in sito, in modo che i risultati delle prove di laboratorio siano sempre chiaramente attribuibili.

Prima dell'inizio delle attività di laboratorio dovrà essere redatta una scheda sinottica comprendente la località di prelievo, il numero del sondaggio o del pozzetto esplorativo, la profondità di prelievo, il codice adottato nel corso del campionamento, il codice identificativo del campione o del provino adottato in laboratorio, il programma di prove indicato dalla Società e il programma temporale di attuazione.

16.5 Conservazione dei campioni

I campioni dovranno essere conservati in modo da non alterarne le caratteristiche originarie.

All'atto del recupero presso i siti temporanei di stoccaggio si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni e si segnaleranno tempestivamente eventuali danni alle fustelle che potrebbero aver alterato le condizioni originarie dei campioni (ovalizzazioni, deformazioni anomale, etc.).

I campioni dovranno essere conservati in locali a temperatura ed umidità controllata in modo da garantire il mantenimento dei seguenti parametri ambientali:

- temperatura: 20°± 2°
- umidità relativa > 95%

Al termine delle attività di prova i campioni residui non sottoposti a prova dovranno essere conservati in ambiente ad atmosfera controllata e potranno essere avviati a discarica solo previa autorizzazione della Committenza.

16.6 Condizioni di trattamento dei campioni

In tutte le fasi dell'attività di laboratorio i campioni e le relative porzioni da sottoporre a prova dovranno essere trattati e manipolati in modo di minimizzare il disturbo a essi arrecato e di alterarne il meno possibile le caratteristiche e le proprietà naturali che devono essere determinate o investigate.

In particolare si dovrà avere la massima cura per evitare di:

- alterare significativamente il contenuto d'acqua;
- modificare la struttura del terreno;
- applicare sollecitazioni tali da alterare lo stato tensionale residuo;
- modificare la composizione granulometrica del terreno.

Risulta di conseguenza necessario che le operazioni di apertura, descrizione, selezione dei materiali e preparazione dei provini siano effettuate in ambienti con temperatura intorno ai 20° e umidità non inferiore al 55%; in ogni caso le condizioni ambientali della zona di preparazione dei provini devono essere tali da assicurare variazioni del contenuto d'acqua non superiori all'1 %.

In linea di principio l'inizio delle analisi o prove programmate dovrà immediatamente seguire l'apertura dei campioni; nel caso in cui l'inizio delle attività di prova debba essere necessariamente procrastinato, i provini già confezionati, opportunamente siglati e sigillati, dovranno essere conservati nel locale ad atmosfera controllata utilizzato per la conservazione dei campioni.

Durante le fasi di montaggio e di avvio delle prove dovrà essere garantito il mantenimento delle condizioni originarie dei campioni, segnalando le eventuali variazioni connesse alle procedure di prova ed evitando ogni tipo di modificazione incontrollata.

16.7 Normative di riferimento

Le prove saranno eseguite, salvo diversa indicazione, in accordo agli standard di prova indicati nelle presenti Specifiche Tecniche.

Di seguito, per ciascuna prova elencata, viene riportata la normativa di riferimento cui il laboratorio dovrà di regola attenersi nell'esecuzione delle prove, unitamente ad alcune indicazioni sulle modalità di prova; l'eventuale esecuzione delle prove secondo standard o normative alternative a quelle indicate nelle presenti norme tecniche dovrà in ogni caso essere preventivamente autorizzato dalla Committenza.

Nei capitoli relativi alle modalità di prova delle presenti norme tecniche non si forniscono istruzioni operative dettagliate, per le quali si rimanda agli standard di riferimento, ma si sottolineano aspetti dei procedimenti di prova ritenuti particolarmente significativi per la corretta conduzione delle stesse.

In ogni caso la normativa di riferimento seguita per l'esecuzione delle prove dovrà essere indicata nel rapporto di prova.

16.8 Documentazione da fornire

Tra la documentazione da produrre in fase di aggiudicazione finale ai fini della stipula del contratto, l'impresa aggiudicataria dovrà inoltre presentare la certificazione dell'autorizzazione ministeriale ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/01. Ciò in ottemperanza al punto 6.2.2. delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) che riporta *"Le indagini e le prove devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art 59 del DPR 6.6.2001 n.380. I laboratori suindicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture"*.

Alla consegna dei certificati di prova dovrà essere fornita anche una sintesi che riporterà i risultati principali ottenuti dalle singole prove. Tale sintesi, espressa in un quadro riepilogativo generale, dovrà contenere la sigla identificativa del campione e la profondità di prelievo, le percentuali delle diverse frazioni granulometriche, i valori dei limiti di consistenza e dell'indice di plasticità, le classificazioni AGI, USCS o CNR-UNI 10006, il contenuto d'acqua e il peso di volume naturale, i valori di c e f ottenuti dalle prove di taglio diretto e dalle prove triassiali, i valori di modulo edometrico, permeabilità, coefficiente di consolidazione verticale ed eventualmente il coefficiente di consolidazione secondaria per una determinata pressione di riferimento.

Nei capitoli seguenti delle presenti Specifiche Tecniche viene indicata la documentazione minima da fornire per ciascuna prova o analisi eseguita.

In ogni caso il rapporto finale di prova dovrà comprendere almeno le seguenti informazioni:

- il nome e l'indirizzo del laboratorio di prova;
- l'identificazione univoca del rapporto di prova;
- il nome e indirizzo del Committente;
- l'identificazione dei campioni;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di prova;
- lo standard di riferimento seguito per l'esecuzione delle prove;
- tutte le misure, gli esami e i loro risultati, corredati di tabelle, grafici, disegni e fotografie e tutte le anomalie individuate;
- la firma del responsabile del rapporto di prova e la data di emissione.

I risultati di tutti i calcoli e le determinazioni eseguite dovranno essere espressi in opportune unità SI, con relativi multipli o sottomultipli.

16.9 Determinazione delle caratteristiche fisiche (prove d'identificazione)

Campioni indisturbati alloggiati in fustelle cilindriche

L'estrusione dalle fustelle di alloggiamento dovrà avvenire in modo da minimizzare il disturbo arrecato al campione: a tale proposito è consigliato l'utilizzo di un estrusore idraulico. In ogni caso l'estrusione dovrà avvenire con lentezza e continuità, evitando l'applicazione di sforzi eccessivi o l'esecuzione di brusche manovre.

Dopo l'estrusione, il campione sarà sottoposto a scoticatura e ripulitura delle estremità e si procederà alla descrizione geotecnica visivo-manuale del materiale campionato indicando natura, colore, strutture, inclusioni, frammenti di conchiglie, resti organici, eventuale odore e ogni altro elemento ritenuto significativo. La descrizione geotecnica visivo-manuale dovrà essere condotta in accordo allo standard ASTM D2488-09a (Standard Practice for Description and Identification of Soils - Visual-Manual Procedure).

Si effettuerà quindi una ripresa fotografica a colori del campione avendo cura che l'immagine risulti nitida e chiaramente leggibile; la foto comprenderà anche una scala colorimetrica e una scala metrica di riferimento e riporterà la completa identificazione del campione e del suo alto.

Successivamente si procederà ove possibile all'esecuzione di prove con penetrometro e scissometro tascabile a intervalli regolari per la determinazione dello stato di consistenza del materiale campionato.

Da ultimo si procederà alla selezione delle porzioni del campione da sottoporre a prova, avendo particolare cura di escludere dal confezionamento dei provini da sottoporre a prova le porzioni disturbate per rammollimento o deformazione eccessiva, e di scegliere porzioni omogenee del campione per l'esecuzione di prove che richiedano la preparazione di una serie di provini.

Nella scelta delle porzioni di campione da sottoporre a prova assume particolare rilevanza la valutazione dello stato di qualità del campione che dovrà in ogni caso essere indicata.

Al termine dell'esame sarà redatto un apposito modulo contenente tutte le osservazioni e misure condotte, l'indicazione delle prove da eseguire e dei relativi provini, indicazioni sullo stato di qualità del campione e della fustella, le dimensioni del campione estruso. Il modulo sarà corredato dalla documentazione fotografica del campione.

16.10 Determinazione della massa volumica apparente (peso dell'unità di volume naturale)

Generalità

La prova consiste nella determinazione della massa volumica apparente di un terreno, ottenuto come rapporto tra la massa di un provino di terreno allo stato naturale e il suo volume.

Normative e specifiche di riferimento

- BS 1377 (1990) - Methods of test for soils for civil engineering purposes - Part 2: Classification tests

Modalità di prova (descrizione relativa ai soli campioni indisturbati)

La prova dovrà essere effettuata unicamente su provini indisturbati, avendo cura di non alterare in alcun modo le caratteristiche del campione durante il confezionamento del provino.

Per il confezionamento dei provini dovrà di norma essere impiegato un apposito tornietto da laboratorio, al fine di minimizzare il disturbo al campione; l'uso del tornietto potrà essere evitato per terreni a bassa consistenza, per i quali è possibile l'infissione a pressione di una fustella tarata mediante l'impiego di un idoneo campionatore. In nessun caso la fustella sarà infissa manualmente nel terreno da campionare.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- risultato della determinazione espresso in unità SI [Mg/m3] con definizione della seconda cifra decimale;
- note sull'eventuale disomogeneità del campione e indicazione della porzione cui si riferisce la determinazione;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

16.11 Determinazione dei limiti di consistenza

Generalità

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua per il quale avviene il passaggio dallo stato semiliquido allo stato plastico (limite di liquidità) e dallo stato plastico allo stato semisolido (limite di plasticità).

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 4318 - 10e1 - Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- UNI CEN ISO/TS 17892-12: 2005 – Indagini e prove geotecniche – prove di laboratorio sui terreni – Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg

Modalità di prova

Prima dell'inizio della determinazione del limite liquido si procederà alla regolazione dell'altezza di caduta del Cucchiaio di Casagrande, si controllerà lo stato di usura del Cucchiaio e dell'utensile solcatore e la regolarità della base, procedendo all'eventuale sostituzione delle parti usurate.

Le tolleranze dimensionali da rispettare sono le seguenti:

- altezza di caduta: 10 ± 0.2 mm;
- profondità del solco di usura sul Cucchiaio: < 0.1 mm;
- larghezza della punta del solcatore: 2 ± 0.1 mm;
- profondità della punta del solcatore: 8 ± 0.1 mm;
- diametro dell'impronta d'impatto sulla base < 10 mm.

Per la determinazione del limite di liquidità s'impiegherà di norma il metodo multipunto, con almeno tre punti di prova. E' consentito adottare il metodo a punto singolo, con esecuzione di almeno due determinazioni.

Per quanto concerne il limite di plasticità, qualora il materiale non risultasse lavorabile, si riporterà come risultato l'indicazione "Non Plastico".

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- risultato delle determinazioni espresse come valori percentuali;
- documentazione delle pesate eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

16.12 Analisi granulometrica per vagliatura

Generalità

La prova consiste nella determinazione della distribuzione granulometrica dei grani di un campione di terreno trattenuti al setaccio ASTM n° 200.

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 422 - 63 (1998) – Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- ASTM D 421 - 85 (2007) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soils Constants

- A.G.I. (1994) - Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio – Analisi granulometrica di una terra.
- CNR B.U. n. 23 – Analisi granulometrica di una terra mediante crivelli e setacci.

Modalità di prova

L'analisi granulometrica per vagliatura si eseguirà in ogni caso per via umida, impiegando setacci e vagli della serie ASTM di diametro non inferiore ai 200 mm, scelti tra i seguenti termini in funzione della dimensione massima dei granuli: n° 200, n° 120, n° 60, n° 40, n° 20, n° 10, n° 4, 3/8", 3/4", 1", 1.5", 2" e 3". E' ammesso l'uso di serie di setacci equivalenti a quella sopra indicata.

Il quantitativo minimo da sottoporre a prova sarà stabilito sulla base delle dimensioni massime dei granuli presenti in quantità significativa (non inferiore al 10%) secondo il seguente schema:

Massa minima da analizzare

Dimensione massima granuli [mm]	*Massa minima campione [g]*
2	200
10	1000
15	2000
40	10000
60	15000
70	25000
100	35000

Prima dell'esecuzione dell'analisi granulometrica si dovrà procedere a un controllo dell'integrità dei setacci, sostituendo immediatamente i setacci lesionati.

Il campione da sottoporre ad analisi, una volta essiccato e pesato, verrà immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disgregazione dei grumi, favorendo l'operazione mediante agitazione meccanica.

Successivamente, evitando qualsiasi perdita di materiale, si procederà alle operazioni di setacciatura favorendo il passaggio del materiale con getti d'acqua e con l'azione meccanica di un pennello molto morbido, avendo cura di non forzare il materiale tra le maglie dei setacci; l'operazione di lavaggio potrà essere conclusa solo quando l'acqua che fuoriesce dall'ultimo setaccio sia perfettamente limpida.

Si procederà quindi all'essiccazione in forno termostatato a 105° e alla determinazione delle masse trattenute a ciascun setaccio.

Il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alle Raccomandazioni A.G.I. (1977) e, qualora sia stata eseguita anche la determinazione dei limiti di consistenza, anche in accordo allo Standard ASTM D 2487-11 – Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) e alla classificazione delle terre secondo UNI 11531-1:2014, UNI EN ISO 14688:2013 e UNI CNR 10006 per quanto applicabile

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- tabella con indicazione della percentuale di materiale trattenuto a ciascun setaccio (se espressamente richiesto dalla D.L.);

- diagramma semilogaritmico % passante - diametro;
- classificazione granulometrica del materiale analizzato secondo UNI 11531-1:2014, UNI EN ISO 14688:2013 e UNI CNR 10006 per quanto applicabile;
- documentazione delle pesate eseguite (se espressamente richiesto dalla D.L.);
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

16.13 Determinazione del passante o trattenuto a un singolo vaglio.

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 1140 - 00(2006) - Standard Test Method for Amount of Material in Soils Finer Than No. 200 (75-mm) Sieve
- ASTM D 421 - 85 (2007) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle- Size Analysis and Determination of Soils Constants
- A.G.I. (1994) - Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio – Analisi granulometrica di una terra

Modalità di prova

Il quantitativo minimo di materiale da sottoporre ad analisi dovrà essere stabilito in funzione delle dimensioni massime dei granuli costituenti il campione in esame.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- percentuale di materiale trattenuto o passante al setaccio riferita alla massa complessiva del materiale analizzato;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

16.14 Analisi granulometrica per sedimentazione

Generalità

La prova consiste nella determinazione della distribuzione granulometrica della frazione passante al setaccio ASTM n° 200 di un terreno.

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 422 - 63 (1998) – Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- ASTM D 421 - 85 (2007) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle- Size Analysis and Determination of Soils Constants
- A.G.I. (1994) - Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio – Analisi granulometrica di una terra

Modalità di prova

L’analisi granulometrica per sedimentazione dovrà essere condotta effettuando letture della densità e della temperatura di una sospensione, preparata con 50 gr di materiale passante al setaccio ASTM n° 200, 125 ml di soluzione disperdente (esametafosfato di sodio in soluzione pari a 40g/l, confezionata non più di 30 gg prima della data d’impiego) e acqua distillata fino a ottenere un volume

pari a 1000 ml, dopo 1', 2', 4', 8', 15', 30', 60', 120', 240', 480' e 1440' dal termine dell'agitazione preliminare; si precisa che l'analisi potrà considerarsi conclusa solo quando le densità della sospensione risulta prossima a quella dell'acqua pura (circa 48 ore per i terreni fortemente argillosi)

Le letture di densità dovranno essere effettuate con densimetro calibrato di tipo ASTM 151H o 152H. Per tutta la durata dell'analisi si avrà cura di evitare qualsiasi vibrazione ai cilindri di prova ed eccessive variazioni di temperatura; a tale scopo potrà convenientemente impiegarsi una vasca termostatata a 20°.

Il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alle Raccomandazioni A.G.I. (1977) e, qualora sia stata eseguita anche la determinazione dei limiti di consistenza, anche in accordo allo Standard ASTM D 2487-11 - Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (UnifiedSoil Classifica-tion System) e alla classificazione delle terre secondo UNI 11531-1:2014, UNI EN ISO 14688:2013 e UNI CNR 10006 per quanto applicabile.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- diagramma semilogaritmico % passante - diametro;
- classificazione granulometrica del materiale analizzato secondo UNI 11531-1:2014, UNI EN ISO 14688:2013 e UNI CNR 10006 per quanto applicabile;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato, termometro) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

16.15 Determinazione della massa volumica reale (peso specifico assoluto dei grani)

Generalità

La prova consiste nella determinazione del rapporto tra la massa della frazione solida di un terreno e il suo volume.

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 854 - 14 - Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

Modalità di prova

Il peso specifico dei grani dovrà essere ottenuto come valore medio di due determinazioni eseguite col metodo del picnometro calibrato su materiale omogeneo. Per l'eliminazione dell'aria intrappolata si dovrà impiegare una pompa per vuoto con pressione non superiore a 100 mm Hg.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- valore medio del peso specifico dei grani espresso in Mg/m3
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, manometro, termometro) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

16.16 Prova di compressione triassiale consolidata isotropicamente - non drenata (CIU)

Generalità

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza in termini di tensioni totali ed efficaci di un campione di terreno sottoposto a condizioni di sollecitazione triassiale; la prova può inoltre essere utilizzata per la determinazione dei parametri di deformabilità non drenati.

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 4767 - 11 - Standard Test Method for Consolidated-Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils
- A.G.I. (1994) - Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio - Prove di compressione triassiale su terre coesive

Modalità di prova

La prova sarà eseguita su tre provini cilindrici, di diametro non inferiore a 35 mm e rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 2.5, preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione direttamente nel campione da analizzare apposita fustella calibrata; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano la fustella. Il diametro dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova.

Particolare importanza assume la preparazione delle facce terminali dei provini che dovranno essere perfettamente piane e perpendicolari all'asse dei provini. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente a umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

La prova verrà condotta attraverso tre distinte fasi: saturazione, consolidazione e rottura.

Fase di saturazione: la saturazione preliminare sarà condotta attraverso l'applicazione di back pressure in diversi gradini di pressione di entità variabile in funzione delle caratteristiche di consistenza dei terreni in prova e comunque mai superiori a 50 kPa; durante tutta la fase di saturazione si dovrà mantenere una differenza di pressione tra pressione di cella e back pressure compresa tra 5 e 10 kPa al fine di evitare premature consolidazioni dei provini.

Dopo ogni gradino di saturazione, una volta raggiunta la completa stabilizzazione delle pressioni, si provvederà alla misura del grado di saturazione raggiunto attraverso la determinazione del parametro B; la fase di saturazione potrà essere conclusa solo quando il parametro B assumerà valori superiori a 0.95.

Fase di consolidazione: la fase di consolidazione sarà condotta incrementando la pressione di cella fino a raggiungere il prefissato valore della pressione di consolidazione da adottare per ciascun provino stabilito dalla Committenza. Dopo la stabilizzazione della pressione interstiziale conseguente l'incremento tensionale applicato si avvierà la fase di consolidazione consentendo il drenaggio e registrando le variazioni di volume ed eventualmente le variazioni di pressione interstiziale in funzione del tempo.

Dal diagramma variazione di volume - logaritmo del tempo, o in alternativa variazione di volume - radice quadrata del tempo, si determinerà il tempo di fine consolidazione t_{100} che sarà assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.

Fase di rottura: durante la fase di rottura, che avverrà in condizioni di drenaggio impedito si incrementerà progressivamente lo sforzo deviatorico, mantenendo fissa la pressione di cella, fino ad ottenere deformazioni assiali non inferiori al 20%. Al fine di assicurare un'uniforme distribuzione ed equalizzazione della sovrappressione idraulica conseguente l'incremento tensionale, la velocità di

deformazione vr sarà stabilita sulla base del t_{100} di fine consolidazione e della deformazione attesa a rottura er secondo la seguente equazione:

$$vr = (Hc*er)/(15*t100)$$

con Hc = altezza del provino al termine della fase di consolidazione

I valori di er, funzione del tipo di materiale, risultano generalmente compresi tra un valore minimo del 2%, valido per terreni molto consistenti, sovra-consolidati, a un valore massimo del 10,12% valido per terreni coesivi teneri.

Durante tutta la fase di rottura saranno monitorati e registrati a intervalli di tempo opportuni, i valori di sforzo deviatorico, deformazione assiale e pressione interstiziale.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione e dei provini sottoposti a prova;
- dimensioni iniziali dei provini;
- contenuto d'acqua dei provini;
- velocità di deformazione adottata nella fase di rottura;
- diagramma sforzo deviatorico - deformazione assiale per ciascun provino;
- diagramma pressione interstiziale - deformazione assiale per ciascun provino;
- diagramma rapporto degli sforzi principali efficaci - deformazione assiale per ciascun provino;
- tabella dei valori misurati durante tutto il corso della prova per tutti i provini;
- valori dello sforzo deviatorico e della deformazione assiale a rottura per ciascun provino;
- rappresentazione dello sforzo a rottura in termini di sforzi efficaci nel piano s/t a mezzo di cerchi di Mohr con indicazione dell'inviluppo di rottura;
- indicazione del valore di resistenza al taglio del campione esaminato espresso in termini di tensioni efficaci dai parametri c' e □';
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo (bilancia, comparatori millesimali o trasduttori lineari di spostamento, anelli dinamometrici o trasduttori di carico; manometri o trasduttori di pressione) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Articolo 17.
RILIEVI TOPO-BATIMETRICI

Per una definizione di dettaglio dei fondali al piede della banchina, dello stato del paramento e degli attuali piazzali a tergo si prevede di eseguire i seguenti rilievi:

- Rilievo (batimetrico (*) della parte sommersa della banchina e dei fondali tramite l'utilizzo di un ecoscandaglio multiplo ad alta risoluzione;
- Rilievo delle aree di piazzale a partire dall'attuale ciglio di banchina tramite l'utilizzo di un laser scanner.

(*) Il rilievo batimetrico dovrà essere eseguito secondo gli standard previsti dal "*Disciplinare Tecnico dei Rilievi Idrografici - ed. 2016*" edito dall'Istituto Idrografico della Marina Militare (*IIM*).

17.1 Rilievo batimetrico multibeam

Questo tipo di attività viene eseguita dalla superficie del mare con l'ausilio di imbarcazioni dedicate a questo tipo di attività sulle quali vengono installati, o dalle quali trainati, sensori necessari per rilevazione di dettaglio della porzione di fondo da indagare.

Per prima cosa, si procederà ad una pianificazione di dettaglio delle attività, alla mobilitazione del mezzo (installazione, verifica e calibrazione dei sensori) e quindi alle attività di rilievo vere e proprie che comprenderà la superficie di banchina immersa per uno sviluppo di almeno 280 m e la superficie di fondale prospiciente per una fascia d'estensione di almeno 50 m.

Mezzo nautico

Il mezzo avrà le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- Dotato di sbracci e/o pali per la mezza a mare ed il recupero dei sensori che si intendono utilizzare per il servizio
- Dotato di spazi sufficienti interni o in coperta per gli strumenti ed i tecnici

Sistema di assetto, direzione e posizionamento

Tutti i dati acquisiti durante le attività di rilievo geofisico verranno georeferenziati e corretti mediante l'utilizzo sistema di posizionamento, direzione ed assetto costituito da un doppio ricevitore GPS RTK per il posizionamento in tempo reale, da un sensore di assetto per la correzione di rollio, beccheggio e onda (Roll, Pitch e Heave) e da un sensore di direzione costituito dal doppio ricevitore GPS, o sistema equivalente. La correzione differenziale necessaria per il corretto funzionamento del sistema RTK sarà ottenuta dal servizio GPS SIT Puglia che distribuisce via internet con protocollo NTRIP il formato standard di correzione RTCM.

Questo sistema assicurerà una precisione centimetrica nel posizionamento dell'imbarcazione.

Prima dell'inizio del rilievo e riportato nel Relazione di pianificazione delle attività di rilievo sarà discusso con il Committente il sistema di riferimento ed il tipo di proiezione nel quale dovranno essere restituiti i dati (nuvola di punti xvz; dtm; piano quotato 3d; curve di livello .dwg; ecc.)

Ecoscandaglio multiplo

Il rilievo sarà eseguito mediante Ecoscandaglio di tipo "multi beam" che opera ad una frequenza di 400 kHz ed utilizza 256 beams con una "swath coverage" massima di circa 150°, o di caratteristiche equivalenti adatte allo scopo.

L'ecoscandaglio sarà integrato con il sistema di posizionamento, direzione ed assetto. La tecnologia utilizzata da questo tipo di ecoscandaglio dovrà consentire di ottenere una elevatissima precisione nella determinazione delle profondità ed una copertura totale dell'area oggetto del rilievo con una densità di campionamento superiore ai 50 punti/m2 per profondità inferiori ai 10 metri.

Per tutta la durata delle misure, il sistema dovrà essere interfacciato con una sonda per la misura della velocità del suono nell'acqua necessaria per la correzione e la accuratezza finale delle misure del tipo VALEPORT MiniSV. Prima dell'inizio delle attività vere e proprie di rilievo ed ogni qualvolta le condizioni ambientali lo richiederanno si eseguirà un profilo verticale di velocità del suono in acqua necessario per la opportuna correzione dei dati, mediante una sonda tipo NAVITRONIC SVP-15.

Modalita' di esecuzione del rilievo

Il rilievo con ecoscandaglio multibeam consisterà nell'esecuzione di numerosi transetti circa paralleli tra loro ed all'allungamento della banchina, che saranno opportunamente distanziati in modo tale da ottenere sempre una sovrapposizione tra i dati acquisiti da due transetti adiacenti e la copertura totale di tutta l'area di lavoro. Durante le misure il fascio dell'ecoscandaglio multiplo verrà

direzionato in modo da 'illuminare' acusticamente tutta la banchina dal piede sino alla superficie del mare al momento delle misure.

La qualità e la copertura sarà verificata in tempo reale per mezzo del sistema di acquisizione equipaggiato con un opportuno software idrografico tipo TELEDYNE PDS2000, il quale provvederà inoltre a determinare ed a visualizzare in tempo reale la posizione dell'imbarcazione ed a registrare e georeferenziare tutti i dati acquisiti.

Prima dell'inizio delle attività di acquisizione dati vere e proprie (o almeno prime della fine di esse) verranno eseguite delle acquisizioni di dati lungo linee particolari per il calcolo degli angoli di disallineamento tra i vari sensori necessari per la corretta calibrazione del sistema.

Livelli di marea

Verranno utilizzati i dati di marea del mareografo presente nel Porto di Taranto facente parte della Rete Mareografica Nazionale dell'ISPRA.

17.2 Rilievo topografico tramite Laserscanner

Il rilievo delle parte emersa banchine per uno sviluppo di almeno 280 m e dei piazzali retrostanti per un fascia di almeno 50 m, verrà eseguito utilizzando il Laser Scanner Terrestre statico tipo RIEGL VZ400 o equivalente, attraverso scansioni ad altissima risoluzione. Prima di ogni scansione verranno collocati diversi target (posizioni registrate mediante GPS tipo Leica 1200 o equivalente con correzione RTK da rete GPS PUGLIA) nelle aree da rilevare sia per migliorare la qualità dei modelli digitali sia per la georeferenziazione nel sistema di coordinate prestabilito (preferibilmente WGS84-UTM33).

Il rilievo verrà eseguito eseguendo una serie di riprese lungo la banchina ed il retrostante piazzale sino alla copertura totale dell'area da indagare con particolare riferimento alla definizione dell'attuale ciglio banchina.

17.3 Restituzione dei dati

Tutti i dati dovranno essere elaborati con software idrografici e topografici professionali

L' elaborazione ed interpretazione finale dei dati dovrà essere eseguita in ambiente GIS (ESRI ARCGis).

Tutti i dati indiretti dovranno essere verificati e tarati mediante le risultanze delle analisi al fine di produrre una corretta interpretazione. Si dovrà procedere alla produzione di un database in ambiente GIS dove tutte le informazioni delle varie sorgenti dovranno essere inserite ed incrociate per la produzione finale di una cartografia di grande affidabilità e altissimo dettaglio. La restituzione cartografica finale avrà una scala concordata con la committenza. In dettaglio si dovrà produrre almeno la seguente cartografia:

- Carta planimetrica della banchina (batimetrica e topografica)
- Carta planimetrica delle anomalie individuate

A compendio e a supporto della cartografia dovrà essere prodotta e restituita una relazione descrittiva del rilievo, in cui saranno presenti:

- Descrizione delle attività eseguite
- Immagini significative

- Descrizione dei risultati ottenuti
- Descrizione delle procedure di lavoro adottate
- Specifiche Tecniche della strumentazione utilizzata

Articolo 18.
INDAGINI PER CAMPIONAMENTO DI SOIL GAS, DI ACQUE DI FALDA E ANALISI DI LABORATORIO

In considerazione della presenza del marginamento fisico costituito dal palancolato metallico realizzato nello stralcio funzionale e della conseguente oscillazione del livello di falda dovuto al confinamento del flusso delle acque sotterranee rispetto alla precedente configurazione è necessario aggiornare la valutazione del rischio, la valutazione è associata al percorso di inalazione di vapori emessi dal suolo superficiale e dalla falda. Per tali valutazioni si è previsto un piano di indagine che dovrà misurare la presenza di composti organici volatili e semivolatili nei gas interstiziali e nelle acque di falda. A tal scopo si è previsto:

- Una campagna di monitoraggio delle acque di falda e saranno effettuate nuove analisi sulle acque prelevate dai n° 15 piezometri esistenti, denominati PZ1, PZ2, PZ3……..PZ15 (profondità variabile 15-20 metri);
- Una campagna di campionamento dei gas interstiziali con n° 8 Flux chamber (S1, S2, S3, S4, S5, S6,S7 e S8) in prossimità delle due zone più depresse denominate "area piccola" (n° 3 Camere di Flusso lungo un perimetro di circa 250 metri) e "area grande" (n° 5 Camere di Flusso lungo un perimetro 500 metri) che derivano dal non completo rinterro dell'area fanghi dello Yard Belleli, ricadenti all'interno del cosiddetto "nuovo canale di scarico", dove la falda emerge in superficie.
- Una campagna di campionamento di sostanze volatili con n° 3 Sonde semipermanenti, da installare a circa 2.5 metri di profondità dal p.c. e comunque sopra il livello piezometrico di falda, all'interno di fori piezometrici esistenti (PZ5, PZ7, PZ9) a ridosso del palancolato di confinamento della falda esistente realizzato nell'ambito del primo stralcio funzionale: questo sistema di campionamento permetterà di ottenere maggiori informazioni relative al possibile percorso di inalazione di vapori emessi dal suolo superficiale e dalla falda in presenza del palancolato;
- Analisi di laboratorio: Aromatici policiclici: Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(b+k+j)fluorantene, Crisena, Fluorantene, Indenopirene, Pirene, Fenoli, Idrocarburi (C≤12 E C≥12), Composti Organici Volatili di cui Tabella 2 (Allegato 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/06) Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, p-Xilene, Composti inorganici: Mercurio

Attività di indagine	Metodo	Punti di campiona	Parametri
Campionamento e analisi su acque di falda	Da piezometro	15	Aromatici policiclici: Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(b+k+j)fluorantene,
Campionamento e analisi su gas interstiziali	Camera di flusso	8	
Campionamento e analisi su gas interstiziali	Sonda	3	

			Crisena, Fluorantene, Indenopirene, Pirene, Fenoli Idrocarburi Composti Organici Volatili di cui Tabella 2 (Allegato 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/06) Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, p-Xilene Composti inorganici: Mercurio

18.1 Specifiche tecniche per campionamento acque di falda

Il campionamento delle acque di falda sarà effettuato in piezometri esistenti, mediante l'utilizzo di campionatore pneumatico o di elettropompa sommersa a bassa portata, che impediscano alterazioni di natura fisica o chimica delle acque durante il campionamento stesso, compreso l'eventuale spurgo dell'acqua per la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici (T, pH, O2, coppia Redox).

Le attività previste sono:

- Individuazione del punto di campionamento
- Censimento e ispezione del punto di campionamento
- Misura del livello piezometrico del piezometro
- Spurgo del piezometro al fine di verificare la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici con apposita strumentazione da campo (sonda multiparametrica in cella di flusso) In generale, l'ordine di stabilizzazione è pH, conducibilità elettrica e temperatura seguiti da ossigeno disciolto e potenziale di ossido-riduzione.
- Caratterizzazione del rifiuto liquido delle acque di spurgo e identificazione del Codice CER ai sensi del D Lgs 152/2006 e s.m.i.
- Smaltimento del rifiuto liquido delle acque di spurgo. L'attestazione dello smaltimento dovrà necessariamente essere attestata a mezzo dell'apposito formulario di identificazione rifiuti (ex D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) debitamente compilato e firmato in ogni sua parte. La consegna del modulo da formulario alla Stazione appaltante risulterà evidenza oggettiva dello smaltimento avvenuto autorizzando la corresponsione degli oneri a seguire.
- Raccolta del campione mediante l'uso di una pompa low-flow (0.1-0.5 L/min) per il prelievo. I contenitori utilizzati per il prelievo e la conservazione del campione devono essere robusti e inerti al fine di non cedere e/o adsorbire sostanze che possano alterare la composizione del campione; essere resistenti ai vari costituenti presenti nel campione; garantire la perfetta tenuta dei gas disciolti e dei composti volatili (ISS, 2007).
- Una volta prelevato il campione, sul contenitore devono essere riportati, con un'etichetta e/o con pennarello indelebile, l'identificativo del punto di campionamento, la data di campionamento, la sigla del campione, il tipo di trattamento effettuato e la destinazione analitica.

- Trasporto e conservazione del campione: Il trasporto viene effettuato in contenitori refrigerati ed i campioni vengono poi conservati in frigorifero a T < 4°C. Il laboratorio dovrà essere avvertito dell'arrivo dei campioni, al fine di evitare che i campioni restino stoccati per periodi di tempo molto lunghi prima di essere analizzati.
- Analisi di laboratorio ed emissione di certificato di analisi firmato da tecnico abilitato

18.2 Specifiche tecniche per campionamento Monitoraggio gas interstiziali (Campionamento, trasporto e analisi) con Camera di Flusso

Campionamento di gas interstiziali, mediante utilizzo di Camera di Flusso aperta dinamica, compreso l'eventuale spurgo dell'aria per la perfetta miscelazione del soil gas all'interno della camera.

Al fine di evitare che gli eventi meteorici aumentino l'umidità del suolo, causando una riduzione della permeabilità dei gas nel terreno ed inficiando le misure di CV, il campionamento dovrà avvenire almeno 2 giorni dopo un evento meteorico.

Le attività previste sono:

- Individuazione del punto di campionamento
- Censimento e ispezione del punto di campionamento
- Raccolta del campione mediante Camera di flusso aperta dinamica. Il funzionamento della camera di flusso aperta dinamica consiste nell'iniettare all'interno della flux chamber un flusso di gas carrier, a concentrazione nota (azoto puro, aria ambiente depurata, aria ambiente secca e depurata), ed a portata costante, pari a 5 l/minuto. L'emissione dei CV dal suolo sarà inizialmente bassa, per la naturale resistenza alla diffusione del terreno, è quindi necessario procedere ad uno "spurgo" prima del campionamento al fine di vincere la resistenza del terreno e raggiungere le condizioni di perfetta miscelazione del soil gas all'interno della camera.

Sigillatura: La camera dovrà essere posizionata sul suolo, infissa per qualche cm, generalmente 2-3 cm e disponendo uno strato di sabbia umida compattata o bentonite asciutta intorno alla base della camera.

Caratteristiche geometriche e costruttive delle flux chamber:

Le camere di flusso a sezione piana, circolare o rettangolare, presentano una superficie di base variabile nel range: 0.01 - 1 m2 ed un volume variabile tra 2 e 100 litri.

Le flux chamber di riferimento hanno un volume di ca. 30 litri, devono essere realizzate in materiali non porosi e inerti rispetto alle sostanze da campionare, inoltre devono essere dotate di:

porta di campionamento;

valvola di sfiato (Vent) per garantire il flusso costante tra ingresso e uscita e per equilibrare la pressione interna alla pressione atmosferica;

sensori interni per la misura della temperatura e della pressione.

• Spurgo: Lo spurgo dovrà essere effettuato con una portata pari alla portata di immissione del gas carrier, pertanto Qspurgo=5l/minuto e per un tempo pari a 4 volte il tempo di residenza t , dove: t = volume della camera di flusso/portata del gas carrier

Al fine di acquisire dati significativi è necessario registrare le informazioni di seguito riportate, sia al momento dell'installazione della flux chamber (t=0) sia trascorso ogni tempo di residenza

- orario;
- portata del gas carrier;
- temperatura interna alla camera di flusso;
- temperatura aria ambiente;
- concentrazione dei CV nel gas in uscita dalla camera di flusso (ad esempio mediante utilizzo di PID).
- Il campionamento

Il campionamento verrà effettuato utilizzando un'asta forata che si estende lungo tutta l'altezza della camera di flusso, in modo da campionare tutto il volume e collegandola, attraverso la porta di uscita, ad una linea di campionamento.

La portata di campionamento è funzione della portata in ingresso e del mezzo di campionamento, ovviamente non deve eccedere la portata in ingresso Qin, altrimenti verrebbe richiamata nella camera aria dall'esterno.

- Trasporto, conservazione e analisi del soil gas: La concentrazione delle sostanze ricercate nel soil gas potrà essere rilevata sia in continuo mediante strumentazione analitica da campo (PID - FID - GC/MS) sia attraverso un campionamento con fiale a carboni attivi, fiale a desorbimento termico, sacche, canister, etc
- Analisi di laboratorio ed emissione di certificato di analisi firmato da tecnico abilitato

18.3 Specifiche tecniche per Campionamento gas interstiziali (Campionamento, trasporto e analisi) con sonda

Il monitoraggio prevede l'installazione di sonde in pozzo piezometrico esistente a circa 2.5 metri di profondità dal p.c. e comunque sopra il livello piezometrico, in prossimità dell'interfaccia tra superficie freatica e l'aria.

Le attività previste sono:

- Individuazione del punto di campionamento
- Censimento e ispezione del punto di campionamento
- Spurgo del sistema di campionamento: Prima di procedere al campionamento bisognerà effettuare lo spurgo dell'aria stagnante presente nel sistema di campionamento costituito dalla sonda e dalla linea di campionamento.

Il volume di spurgo (VLC – volume della sonda e linea di campionamento) è calcolato come il volume morto del sistema, definito come la somma:

- del volume della sonda di campionamento;
- il volume interno dei tubi della linea di campionamento;
- il volume dei pori dello strato drenante posto nell'intercapedine foro-sonda;
- il volume dei pori della bentonite asciutta.

E' consigliato lo spurgo di 3 volumi di aria pari a 3 VLC. Nella fase di spurgo (prima e dopo) si dovranno registrare le misure di O2 e CO2 ed è consigliabile registrare le misure di metano e dei Composti Volatili fino alla stabilizzazione dei parametri CO2 e O2, o al raggiungimento del picco dei Composti Volatili.

Il tempo entro cui occorrano le condizioni anzidette determinerà il tempo di spurgo e, nota la portata di aspirazione, sarà noto anche il volume di aria aspirato.

Lo spurgo dovrà essere eseguito preferibilmente con pompe a basso flusso, con portata variabile nel range 0,1-0,2 l/min ed applicando al sistema una depressione di 25 mbar; nel caso in cui lo spurgo venga effettuato con strumentazione da campo, tipo Gas Analyzer/PID, la portata di aspirazione risulterà maggiore e pari a 0,5÷0,6 l/s.

Poiché lo spurgo determina un disequilibrio del sistema, prima del campionamento è consigliabile attendere un tempo di riequilibrio che, in analogia a quanto riportato nel "Protocollo di Porto Marghera", è calcolato in 2 minuti per ogni litro di soil gas aspirato.

Prima del campionamento, è sempre opportuno effettuare uno test di campo del soil gas mediante PID (o altra strumentazione) al fine di misurare la concentrazione totale dei Composti Volatili e stimare i tempi ed i volumi di campionamento

Il campionamento del soil gas dovrà essere eseguito con pompe a basso flusso, con portata variabile preferibilmente nel range 0,1-0,2 l/min e fino ad un massimo di 0,5 l/min, sempre che sia garantito l'equilibrio del sistema, applicando una depressione di 25 mbar. La portata di campionamento andrà monitorata in continuo inserendo nella linea di campionamento un flussimetro calibrato.

Le sonde devono essere realizzate con materiali inerti e non porosi, nella tabella che segue sono riportati i materiali utilizzabili e le relative incompatibilità con alcune sostanze.

Diametro sonda: per minimizzare i volumi di spurgo si consigliano diametri nel range 3÷25 mm (da 1/8" a 1").

Tratto filtrante sonda: lo spessore del tratto filtrante deve risultare di alcune decine di cm e, per sonde poste alla profondità di 1,5 m dal p.c., il tratto filtrante è di regola pari a 30 cm, ossia pari ad 1/5 della lunghezza del sondaggio.

Prima e dopo il campionamento di soil gas, al fine di valutare assenza di corto circuitazioni di aria ambiente e perdite, si dovrà procedere alla verifica della tenuta dell'intero sistema di campionamento costituito dalla sonda e dalle linee di campionamento.

I metodi di campionamento possono essere mezzi di campionamento indiretti attivi (fiale a desorbimento), Mezzi di campionamento diretti attivi: caratteristiche ed indicazioni del volume minimo di soil gas Il campionamento diretto attivo prevede l'immagazzinamento del gas interstiziale all'interno di contenitori senza che subisca alcun trattamento prima delle analisi di laboratorio.

Analisi di laboratorio ed emissione di certificato di analisi firmato da tecnico abilitato

18.4 Analisi di laboratorio

Le analisi chimiche da condurre sui campioni dovranno essere effettuate da laboratori accreditati e per esse dovranno essere adottate le metodiche analitiche riconosciute a livello nazionale, europeo e/o internazionale. I limiti di rilevabilità dei metodi utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla normativa.

Gli oneri per la validazione dei dati analitici, sono a carico del soggetto appaltatore.

Gli analiti da ricercare per entrambe le tipologie di campioni soil gas e acque di falda, sono di seguiti specificati :

- IPA: Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo (g,h,i)perilene, Benzo(b+k+j)fluorantene, Crisena, Fluorantene, Indenopirene, Pirene
- Fenoli
- Idrocarburi
- Composti Organici Volatili di cui Tabella 2 (Allegato 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/06) Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, p-Xilene,
- Composti inorganici: Mercurio