

# **COMUNE DI PALERMO**

*Area della gestione del territorio*

*Settore Opere Pubbliche*

*Ufficio Reti e Infrastrutture*

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

**INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOFISICHE E SISMICHE  
DA ESEGUIRE NEL COMUNE DI PALERMO**

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE DELLA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI  
ALLA PISCINA COMUNALE SCOPERTA**

## PREMESSA

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto, per quanto non espressamente in esso tecnicamente specificato, farà riferimento al D.M. 11.03.1988 "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" ed alle Istruzioni applicative di cui alle Circolari Min. LL.PP. 24.09.1988 n°30483 e 9.0 1.1996 n°218/24/3, nonché ai Principi e Regole di Applicazione contenute nell'Eurocodice 7 riguardanti l'Ingegneria Geotecnica.

## CAPITOLO I

### OGGETTO E AMMONTARE DELL'APPALTO DESIGNAZIONE, FORMA E DIMENSIONI DELLE OPERE

#### Art. 1 OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di indagini geognostiche, geofisiche e sismiche e prove di laboratorio geotecnico per la "Realizzazione della tribuna e dei relativi servizi annessi alla piscina comunale scoperta" nel Comune di Palermo.

Il programma delle indagini geognostiche, sismiche e di laboratorio redatto prevede:

Campagna geognostica: n. 2 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo, spinti ad una profondità media di 10.00-15.00 m dal p. c.; analisi e prove geotecniche di laboratorio sui campioni rimaneggiati e indisturbati prelevati nel corso delle perforazioni, come da elenco prezzi; n° 1 sondaggio sismico in foro di tipo down-hole per il calcolo del  $V_{S30}$ , per la determinazione di  $V_p$ ,  $V_s$ , moduli  $K$ ,  $G$ ,  $E$ ,  $\sigma$ .

#### Art. 2 AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo complessivo dei servizi a base d'asta previsti nell'appalto in oggetto, da pagarsi a misura, ammonta a € 8.686,90, i costi della sicurezza per le interferenze, non soggetti a ribasso, sono pari ad € 807,89, per un totale complessivo di € 9.494,79, le somme a disposizione dell'Amm.ne, per imprevisti ed IVA al 21%, sono pari a ad € 2.568,34. L'importo potrà variare in più o in meno, per effetto di variazioni nelle rispettive quantità e ciò tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni, ovvero anche a causa di soppressione di alcune categorie previste e di esecuzione di altre non previste, senza che l'appaltatore possa trarre argomento per chiedere compensi non contemplati nel presente Capitolato o prezzi diversi da quelli proposti in sede di gara. Eventuali variazioni al progetto appaltato faranno riferimento ai limiti e prescrizioni di cui all'art. 10 del Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145.

#### ART. 3 CONDIZIONI DI APPALTO

Per il fatto di accettare l'esecuzione dei servizi sopra descritti l'Appaltatore ammette e riconosce pienamente:

- a) di avere preso conoscenza delle indagini da eseguire, delle condizioni tutte contenute nel presente capitolato speciale di appalto, oltre alle condizioni locali;
- b) di avere visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, e le condizioni del suolo su cui dovranno eseguirsi le indagini;
- c) di avere attentamente vagliato tutte le circostanze generali di tempo, di luogo e contrattuali relative all'appalto stesso ed ogni e qualsiasi possibilità contingente che possa influire sull'esecuzione delle indagini;
- d) di avere esaminato dettagliatamente la relazione generale delle indagini, gli obblighi circa il prelievo dei campioni e le relative condizioni di prelievo in relazione ai risultati di laboratorio, Art 22 A9 art. 3;
- e) di avere giudicato, nell'effettuare l'offerta, i prezzi equi e remunerativi anche in considerazione degli elementi che influiscono sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti e dei costi della sicurezza a carico dell'appaltatore.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei servizi, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati, a meno che tali nuovi elementi appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore contemplate dal Codice civile e non escluse da altre norme del presente capitolato o che si riferiscano a condizioni soggette a revisioni per esplicita dichiarazione del presente capitolato speciale d'appalto.

#### Art. 4 TIPOLOGIA DELLE INDAGINI

Le indagini, a misura, sono regolate dalle condizioni, norme, prescrizioni e patti contenuti nei documenti elencati:

- a) Presente Capitolato Speciale;
- b) Relazione Tecnica Generale e Allegati cartografici;
- c) Elenco Prezzi Unitari;

E' quindi prevista l'esecuzione delle seguenti indagini:

- N.ro 2 sondaggi a carotaggio continuo profondi mt. 10 – 15, finalizzati alla ricostruzione stratigrafica e al prelievo nel corso dei sondaggi di adeguati campioni indisturbati e rimaneggiati da fornire al laboratorio geotecnico per ottenere le caratteristiche fisico tecniche necessarie per i calcoli strutturali; i fori di sondaggio saranno rivestiti per prove geofisiche Down- Hole;

- N.ro 1 prova sismica Down-hole per il calcolo del  $V_{s30}$ , per la determinazione di  $V_p$ ,  $V_s$ , moduli  $K$ ,  $G$ ,  $E$ ,  $\sigma$ ;

#### **Art. 5 VARIAZIONI DELLE INDAGINI PREVISTE**

Le indicazioni di cui ai precedenti articoli, per quanto riguarda l'entità dei lavori compresi per l'esecuzione delle indagini, sono date solo per norma generale, affinché la ditta esecutrice possa prendersi ragione del complesso dei lavori da eseguire, riservandosi l'Amministrazione piena ed ampia facoltà di introdurre nel programma, sia all'atto della consegna sia in corso di esecuzione e finché i lavori non siano compiuti, tutte quelle varianti che credesse di apportarvi nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dell'indagine o per qualsiasi altro motivo, a suo giudizio insindacabile.

L'Amministrazione si riserva comunque la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori, sia in sede di esecuzione, quelle varianti che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa da ciò trarre motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel presente Capitolato.

L'Amministrazione avrà pure piena facoltà - a suo insindacabile giudizio - di sopprimere alcune indagini o aggiungerne altre, nella misura che riterrà opportuno e ciò senza che l'impresa possa rifiutarsi di eseguire i lavori ordinati, alle condizioni contrattuali.

Tali modifiche non daranno luogo a speciali compensi, oltre a quelli previsti nel presente Capitolato, quali che possano essere la specie e le difficoltà tecniche da incontrare per l'adozione delle varianti stesse.

La ditta esecutrice avrà solo diritto al pagamento dei lavori che risultassero effettivamente eseguiti per ordine della direzione lavori, valutati con i prezzi unitari offerti in sede di trattativa.

Tale facoltà dell'Amministrazione si estende anche a tutte le modalità d'esecuzione dei lavori diversi.

Nel caso in cui per le categorie dei lavori ordinati non risultassero in elenco i relativi prezzi, si procederà secondo quanto disposto dagli artt. 161, 162 e 163 del D.P.R. 207/2010 s.m.e i.

L'Amministrazione si riserva, altresì, la libera e piena facoltà di ordinare variazioni dei lavori già eseguiti in tutto o in parte, anche se già dall'impresa fossero stati ordinati o provvisti i materiali occorrenti.

L'Impresa non potrà variare né modificare il programma dei lavori appaltati, senza averne ottenuto la preventiva autorizzazione scritta dall'Amministrazione, la quale avrà diritto di non contabilizzare quei lavori che risultassero eseguiti in contravvenzione a tale disposizione e diritto, altresì, di fare ripristinare, a spese dell'Impresa stessa, le condizioni morfologiche, di stabilità e di permeabilità del terreno preesistenti alla esecuzione di tali lavori, secondo le modalità che verranno fissate dalla Direzione dei servizi.

#### **Art. 6 PAGAMENTI**

L'Impresa avrà diritto al pagamento a saldo, che sarà effettuato dopo presentazione degli atti di contabilità finale, della relazione sul conto finale e del certificato di regolare esecuzione da parte del Direttore del servizio, nonché previa dimostrazione da parte dell'Appaltatore, dell'adempimento agli obblighi contributivi ed assicurativi da verificarsi tramite DURC.

I lavori saranno compensati "a misura" e il corrispettivo verrà liquidato, al netto delle prescritte ritenute di legge. Si precisa che non è corrisposta alcuna anticipazione del prezzo.

#### **Art. 7 INVARIABILITA' DEI PREZZI**

I prezzi unitari offerti resteranno fissi ed invariabili per tutta la durata dei lavori del presente appalto e, pertanto, resterà esclusa la revisione dei prezzi e l'applicazione del primo comma dell'art. 1664 c.c., fatto salvo quanto previsto dai commi 4 e seguenti del medesimo art. 133 del D.Lgs n. 163/06 e s.m. e i.

### **CAPITOLO II NORME GENERALI**

#### **Art. 8 RAPPRESENTANZA DELLA DITTA E RAPPRESENTANTE DELL'IMPRESA SUL SERVIZIO**

La Ditta esecutrice, prima dell'inizio dei servizi, dovrà comunicare all'Amministrazione il nominativo del Rappresentante Legale della Ditta, il nominativo del Direttore di cantiere e dell'Assistente Tecnico e quelli dei suoi sostituti, nonché il nome di tutto il personale che prenderà parte ai lavori.

Il rappresentante di cantiere dovrà essere in possesso di ampio mandato; comprendente l'autorizzazione a fare allontanare dalla zona dei lavori, dietro motivata richiesta scritta della Direzione dei servizi, assistenti ed operai che non riuscissero di gradimento della Stazione Appaltante.

#### **Art. 9 DOMICILIO DELL'APPALTATORE**

Per quanto previsto all'art. 2 del Capitolato Generale di Appalto, l'Appaltatore dovrà eleggere domicilio a tutti gli effetti, nel luogo nel quale ha sede l'Ufficio di Direzione dei servizi. A tale domicilio, oppure a mani proprie dell'appaltatore o di colui che lo rappresenta nella condotta dei lavori, vengono effettuate tutte le intimazioni, assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto di appalto.

#### **Art. 10 OSSERVANZA DI LEGGI, REGOLAMENTI E NORME IN MATERIA DI APPALTO**

L'Appalto è regolato, oltre che dalle norme del presente Capitolato Speciale, anche:

- dal Capitolato Generale approvato con D.M. n. 145 del 19/04/2000 e s.m.e i.;
- dalle Leggi antimafia, con particolare riferimento alla legge 9 marzo 1990 n. 55 e s.m. e i.;

- dal D.Lgs. n. 163 del 12/04/2006 e s.m. e i
- dal D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m. e i;
- da tutte le leggi e norme vigenti sulla prevenzione infortuni e sulla sicurezza dei lavoratori.

L'Appalto è inoltre regolato da tutte le leggi comunitarie, statali e regionali, e dai relativi regolamenti, dalle istruzioni Ministeriali vigenti, inerenti e conseguenti la materia di appalto e di esecuzione di servizi, che l'Appaltatore, con la firma del contratto, dichiara di conoscere integralmente, impegnandosi all'osservanza delle stesse.

L'impresa è obbligata all'osservanza del D.M. 11.03.1988, alle Istruzioni applicative di cui alle Circolari Min. LL.PP. 24.09.1988 n° 30483 e 9.01.1996 n° 218/24/3, ai Principi e Regole di Applicazione contenute nell'Eurocodice 7 (EN (V) 1997) riguardanti l'Ingegneria Geotecnica, nonché delle leggi e dei regolamenti in vigore riguardanti le assicurazioni e previdenza sociale.

#### **Art. 11 OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'IMPRESA**

Oltre agli obblighi stabiliti dal Capitolato Generale l'Impresa è tenuta:

- nel caso di indagini svolte durante le normali attività sportive, l'Esecutore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari a salvaguardare l'incolumità degli utenti e senza che possa far valere alcuna pretesa;
- ad utilizzare tutte le apparecchiature ritenute necessarie dalla stessa Impresa, per ottenere i risultati prefissati. Qualora le apparecchiature o le attrezzature necessarie ad ottenere campioni indisturbati utili per ricavare in laboratorio le caratteristiche geotecniche richieste nell'elenco prezzi, a insindacabile giudizio della Direzione dei servizi, non fossero giudicate idonee, l'Impresa è tenuta a fornire le attrezzature richieste dalla stessa Direzione, senza diritto a compensi di sorta;
- a presentare, prima della consegna dei lavori, il piano operativo di sicurezza (POS) ai sensi dell'art. 131 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i;
- assicurare la presenza continua in cantiere di un proprio tecnico specializzato al fine di predisporre il rilievo dei sondaggi, registrare i risultati delle prove, ecc..;
- a mantenere i macchinari e i mezzi d'opera all'interno del cantiere, senza un loro allontanamento provvisorio o sostituzione;
- a garantire un adeguato servizio di sorveglianza e a sopportare ogni altro onere che non sia esplicitamente posto a carico dell'Amministrazione nei documenti di controllo;
- a garantire un'adeguata copertura assicurativa estesa anche ai danni alle proprie attrezzature, ai lavori ed al personale, dovuti fra l'altro anche a calamità naturali e ad atti vandalici o delittuosi;
- a provvedere agli impianti e spostamenti di cantiere;
- ad adottare nel compimento di tutte le indagini, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzioni infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza delle indagini;
- a riparare i danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero nel corso dell'espletamento del servizio agli attrezzi e a tutte le opere provvisorie;
- all'accesso, ivi compreso il disbrigo delle pratiche nonché gli oneri e costi comunque connessi, mantenendo il passaggio di vie di accesso di servitù, di servizi vari, sia essi pubblici che privati, nel caso che questi interferissero con lo svolgimento delle indagini previste; rimanendo, con ciò, l'Esecutore, unico responsabile di ogni eventuale danno o conseguenza che venisse arrecata a terzi in congruenza dell'esecuzione delle indagini o dell'accesso delle attrezzature sui punti di indagine; sollevando, pertanto, da ogni responsabilità sia l'Amministrazione che i suoi rappresentanti;
- ad installare delle recinzioni e della relativa eventuale segnaletica diurna e notturna nonché la custodia degli impianti e delle attrezzature, affinché le indagini vengano eseguite in sicurezza, sollevando l'Amministrazione da ogni responsabilità derivante da eventuali incidenti e danni subiti;
- al pagamento delle spese per la produzione, inerente le indagini, di grafici, disegni, fotografie, etc... ogni qualvolta il direttore per l'esecuzione ne facesse espressamente richiesta;
- alla conservazione e custodia dei campioni fino al rilascio del certificato di avvenuta ultimazione e regolare esecuzione.

Sono, altresì, a carico dell'Esecutore e compensati con i prezzi di elenco gli oneri seguenti:

- l'accertamento che nei punti interessati dalle indagini non siano presenti impianti tecnologici. Del loro eventuale danneggiamento l'appaltatore sarà l'unico responsabile e ne dovrà curare il ripristino a proprie spese;
- l'apertura di tracce, le demolizioni, i ripristini e quant'altro occorre per la corretta e completa esecuzione delle indagini;
- lo sgombero e la pulizia dei luoghi di indagine entro una settimana dall'ultimazione delle stesse, con la rimozione di tutti i materiali residuali, i mezzi d'opera e le attrezzature;
- a non rimuovere la trivella o la sonda dal foro prima che la Direzione dei servizi ne abbia effettuata la misura della profondità, che dovrà avvenire contestualmente non appena ultimato il foro, previo preavviso da parte dell'impresa di almeno 2 ore (due ore);

- a sospendere tempestivamente la posa di strumentazione o l'esecuzione delle prove quando, nel corso della lavorazione o delle prove, si verificano o si manifestino, oggettivamente, condizioni impreviste o anomale. In tali circostanze, l'Esecutore, è tenuto ad interrompere l'attività di indagine anche senza ordine specifico, avvisando nel più breve tempo possibile il direttore per l'esecuzione e mantenendo sospese le attività almeno per un giorno dalla data di comunicazione, in attesa delle correlate disposizioni. In caso di inadempimento, ove ciò comportasse l'impossibilità di utilizzare i risultati di indagine, quelle a ciò relative non saranno pagate.
  - a non approfondire il foro oltre la profondità prevista in progetto senza precisa autorizzazione scritta della Direzione dei servizi;
  - a comunicare alla Direzione dei servizi, o al termine delle operazioni, lo stato d'avanzamento del sondaggio mediante appositi bollettini, i quali dovranno indicare:
    - 1- la denominazione del pozzo o foro e le coordinate di riferimento a due o più capisaldi piano altimetrici indicati dalla Direzione dei servizi, posti a distanza non superiore a ml. 50 dalla trivellazione da eseguire;
    - 2- la data di inizio della perforazione;
    - 3- i diametri del foro;
    - 4- la natura dei successivi strati attraversati, precisando tutte le variazioni di litologia, granulometria o consistenza;
    - 5- le eventuali perdite di circolazione dei fluidi di perforazione, le quote delle falde acquifere rilevate al mattino prima dell'inizio lavori e alla sera ultimati gli stessi.
    - 6- la profondità raggiunta giornalmente ed a fine foro;
    - 7- ogni altra indicazione necessaria, affinché si abbia una chiara visione degli strati, della loro natura e della loro reciproca successione e giacenza;
  - a fornire alla Direzione dei servizi, dopo il completamento degli stessi, in quattro copie tutti i profili rappresentanti in scala la stratigrafia rilevata nel sondaggio.
- Il profilo del foro di sondaggio dovrà essere disegnato su appositi moduli divisi in colonne nelle quali dovranno essere riportati i seguenti dati:
- 1- spessore degli strati incontrati nel sondaggio;
  - 2- profondità progressiva;
  - 3- scala grafica;
  - 4- rappresentazione simbolica della natura dei terreni incontrati;
  - 5- descrizione della natura dei terreni incontrati;
  - 6- diametro del foro, specificando se l'avanzamento è a percussione o a rotazione;
  - 7- la quota di prelievo dei campioni indisturbati e rimaneggiati e delle eventuali prove eseguite durante il corso della perforazione;
  - 8- le eventuali indicazioni relative a strumentazioni geotecniche installate nel foro;
  - 9- indicazioni sulle falde d'acqua eventualmente rilevate;
- a fornire per le operazioni di consegna, di controllo e per le misure finali, gli strumenti ed il personale adatti allo scopo;
  - a provvedere :
    - a) alla fornitura di sacchetti di plastica per la conservazione dei campioni rimaneggiati.
    - b) alla fornitura dei contenitori per i campioni indisturbati.
    - c) alla spedizione dei campioni al Laboratorio Geotecnico abilitato, fornito di concessione e certificazione per l'esecuzione di prove geotecniche sui terreni, secondo le istruzioni che verranno impartite dalla Direzione dei servizi. L'esecuzione delle prove geotecniche sui campioni prelevati, infatti, devono essere eseguite da laboratori di geotecnica per i terreni, iscritti nell'elenco dei Laboratori Autorizzati dal competente organo ministeriale, in possesso di concessione e certificazione, secondo le disposizioni di cui all'art.8 del D.P.R. 246/93, e delle indicazioni riportate nella Circolare 349/STC del 16 dicembre 1999.
  - a non effettuare l'esecuzione delle operazioni di: cementazione del foro, dei profili sismici e della prova Down-Hole, senza la presenza della Direzione dei servizi;
  - a fornire, durante le operazioni di esecuzione delle prove geofisiche, copia dei dati acquisiti secondo indicazioni fornite al momento dalla Direzione dei servizi.

### **CAPITOLO III CONTRATTO**

#### **Art. 12 STIPULAZIONE DEL CONTRATTO – CONSEGNA DEI SERVIZI**

La stipulazione del contratto avverrà entro 15 giorni dalla data di comunicazione all'impresa aggiudicataria, mediante comunicazione, dell'avvenuta predisposizione dell'avvenuto affidamento e con l'indicazione del termine ultimo, avente carattere perentorio, fissato per la stipula.

Nel contratto sarà dato atto che l'Impresa dichiara di aver preso conoscenza di tutte le norme previste nel presente Capitolato Speciale.

Le obbligazioni negoziali saranno vincolate con la stipula di un contratto di cottimo stipulato in forma di scrittura privata.

La consegna dei servizi, effettuata nel rispetto degli artt.153-154-155 del D.P.R. n.207/2010; alla consegna sarà redatto l'apposito verbale sottoscritto dalle parti.

### **Art. 13 DOCUMENTI DEL CONTRATTO**

Fanno parte integrante del contratto, in ordine di prevalenza:

- il Capitolato Speciale d'Appalto;
- la Relazione Generale ed Elaborati Grafici;
- l'Elenco Prezzi Unitari;
- DUVRI.

## **CAPITOLO IV ESECUZIONE DEL CONTRATTO**

### **Art. 14 INIZIO DEI SERVIZI E PENALE PER IL RITARDO**

L'impresa è tenuta ad iniziare i servizi entro giorni 20 (venti) dalla data di stipula del contratto e consegna; in caso di ritardo gli sarà applicata una penale dell'uno per mille dell'importo netto contrattuale per ogni giorno di ritardo.

Qualora il ritardo superi il termine di ulteriori 15 (quindici) giorni, la Stazione appaltante potrà procedere alla risoluzione del contratto e all'incameramento della cauzione, salvo i maggiori danni; la Stazione appaltante si riserva la facoltà di applicare le disposizioni di cui all'art. 140 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.

L'impresa potrà sviluppare i servizi nell'ordine di esecuzione che verrà dettato dal committente dei lavori, tramite relativo programma redatto dalla Direzione dei servizi; peraltro, la Direzione dei servizi ha facoltà di modificare il programma suddetto in base ai propri criteri di priorità.

### **Art. 15 NORME PER L'ESECUZIONE DEI SERVIZI E ALTRI ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE**

Oltre a tutte le spese obbligatorie previste per legge ed a quanto specificato nel presente capitolato, sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri qui appresso indicati che si intendono compensati nei prezzi dei servizi a misura di cui al precedente art. 2 e ad elenco prezzi:

- tutte le spese di contratto come le spese di registrazione del contratto, diritti e spese contrattuali, ed ogni altra imposta inerente i servizi;
- le spese per l'adozione di tutti i provvedimenti e di tutte le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità agli operai, alle persone addette ai lavori ed ai terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni responsabilità ricadrà, pertanto, sull'Appaltatore con pieno sollievo dell'Appaltante quanto del personale da essa preposto alla direzione e sorveglianza;
- le spese occorrenti per mantenere e rendere il transito ed effettuare le segnalazioni di Legge, sia diurne che notturne, sulle strade in qualsiasi modo interessate dai servizi;
- il risarcimento dei danni di ogni genere o il pagamento di indennità a quei proprietari i cui immobili fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori;
- la formazione di cantieri, baracche per alloggio operai ed in genere per tutti gli usi occorrenti all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori appaltati;
- fornitura, dal giorno della consegna dei lavori, sino a lavoro ultimato, di strumenti topografici, personale e mezzi d'opera per tracciamenti, rilievi, misurazioni e verifiche di ogni genere;
- l'Appaltatore si obbliga, prima dell'inizio dei servizi, a verificare l'assenza di sottoservizi (acquedotto, gas, cavi elettrici, linee telefoniche, tubature fognarie, ecc.);
- ad assumere la responsabilità dei danni derivanti dalla esecuzione dei lavori stessi salvo quanto dovuto ad incuria e/o negligenza dell'impresa;
- in particolare l'Appaltatore si obbliga a procedere, prima dell'inizio dei lavori e a mezzo di Ditta specializzata ed all'uopo autorizzata, alla eventuale bonifica della zona di lavoro, per rintracciare e rimuovere ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi specie in modo che sia assicurata l'incolumità degli operai addetti al lavoro medesimo. Pertanto di qualsiasi incidente del genere che potesse verificarsi per inosservanza della predetta obbligazione, ovvero per incompleta e poco diligente bonifica, è sempre responsabile l'Appaltatore, rimanendone in tutti i casi sollevato l'Appaltante;
- è d'obbligo e a carico dell'impresa aggiudicataria la redazione e la presentazione prima dell'inizio dei lavori del Piano Operativo della Sicurezza relativo all'esecuzione dei servizi oggetto del presente appalto, di cui al D. Lgs. 81/2008 (nuovo testo unico sulla sicurezza), detto Piano dovrà essere redatto in conformità delle vigenti disposizioni di legge e di quelle che eventualmente fossero emanate nel corso dei lavori.

### **Art. 16 TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI SERVIZI SOSPENSIONI – PROROGHE – PENALITA'**

I lavori dovranno essere eseguiti **entro giorni 45 (quarantacinque)** naturali e consecutivi dalla data di consegna, o in caso di consegna frazionata, dell'ultimo verbale di consegna parziale.

Per ogni giorno di ritardo sul termine di ultimazione dei lavori verrà applicata la penale dell'uno per mille dell'ammontare del prezzo contrattuale.

Qualora il ritardo superi il termine di ulteriori 15 giorni, la Stazione appaltante potrà procedere alla risoluzione del contratto, salvo i maggiori danni; la Stazione appaltante si riserva, altresì, la facoltà di applicare le disposizioni di cui all'art. 140 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i..

Non danno diritto a proroghe o compensi quelle sospensioni parziali di ordine cautelativo che la direzione lavori riterrà utile ordinare al fine del buon esito dei lavori.

Non saranno ammesse sospensioni o proroghe per l'ultimazione dei lavori se non in casi assolutamente eccezionali, valutati tali dall'Ente appaltante.

#### **Art. 17 RISOLUZIONE DEL CONTRATTO**

L'Amministrazione ha facoltà di risolvere il contratto in tutti i casi individuati dagli artt. 1453 e segg. del codice civile, nonché nei casi previsti dall'art. 134 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i..

#### **Art. 18 TRATTAMENTO E TUTELA DEI LAVORATORI**

L'Appaltatore è obbligato ad applicare ai lavoratori dipendenti occupati nei lavori costituenti oggetto del presente intervento e, se cooperativa, anche nei confronti dei soci, condizioni normative e retributive non inferiori a quelle risultanti dai contratti collettivi di lavoro vigenti nel settore, per la zona e nei tempi in cui si svolgono i lavori ed a continuare ad applicare i suddetti contratti collettivi anche dopo la loro scadenza e fino alla loro sostituzione.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se lo stesso non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse ed indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalle dimensioni dell'impresa di cui è titolare e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica e sindacale.

L'Impresa è responsabile in rapporto all'Ente appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti.

L'Appaltatore dovrà osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, previdenza, sicurezza, condizioni di lavoro, assicurazione e assistenza dei lavoratori e comunicare, non oltre 15 giorni dalla data della consegna, e comunque prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli Istituti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi e antinfortunistici.

L'Appaltatore dovrà altresì ottemperare a quanto previsto in materia di Documento Unico di Regolarità Contributiva (DURC).

#### **Art. 19 CONTO FINALE E CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE**

Il conto finale verrà compilato entro giorni 30 (trenta) dalla data di ultimazione dei servizi, della consegna dei risultati delle prove di laboratorio geotecnico e delle prove sismiche, e deve risultare da apposito certificato del Direttore dei servizi.

L'Impresa avrà diritto al pagamento a saldo che sarà effettuato dopo presentazione degli atti di contabilità finale, della relazione sul conto finale e del certificato di regolare esecuzione da parte della Direzione servizi.

#### **Art. 20 CONTROVERSIE**

Per tutte le controversie che dovessero insorgere tra l'Ente Appaltante e l'Appaltatore sull'interpretazione e la esecuzione del contratto e delle norme applicabili al rapporto, sia durante il corso dei lavori che al termine del contratto, che non si siano potute definire in via amministrativa, si farà ricorso all'Autorità Giudiziaria, foro di Palermo, con esclusione della competenza arbitraria.

### **CAPITOLO V DISPOSIZIONI GENERALI E NORME PER L'ESECUZIONE DEI SERVIZI**

#### **Art. 21 DISPOSIZIONI GENERALI**

L'Appaltatore dovrà eseguire i sondaggi e le prove geofisiche con l'impiego di attrezzature adeguate alla natura del lavoro garantendo la presenza continua di un assistente geologo iscritto all'Albo e con personale specializzato ed in numero sufficiente per completare i lavori entro il termine contrattuale.

Il posizionamento planimetrico del sondaggio e delle prove geofisiche da eseguire sarà effettuato dall'Amministrazione. Sarà cura dell'Appaltatore individuare i punti sul terreno e mantenere i segnali predisposti ed i capisaldi topografici di appoggio.

Le piste di accesso alle singole postazioni e le piazzole sono a carico dell'Appaltatore così come: gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua e della energia elettrica per ogni uso di cantiere; la sistemazione finale del terreno compreso lo spostamento dei serbatoi di decantazione fanghi, lo smaltimento dei residui compresi i fluidi di perforazione, lo smantellamento della trave gettata di energizzazione per la prova Down-Hole.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire i lavori senza arrecare danni dovuti a conduzione impropria del lavoro.

E' a carico dell'Appaltatore il trasporto, la conservazione e successiva rimozione delle cassette catalogatrici contenenti le carote estratte nel corso della perforazione che dovranno essere, al termine della stessa, trasportate e conservate per tutta il periodo dei lavori in un apposito riparo, in un sito prossimale all'area dei lavori, non accessibile da esterni, protette dal sole e dalle intemperie, e disposte in maniera tale da renderle facilmente ispezionabili dalla Direzione dei servizi.

L'Appaltatore dovrà redigere giornalmente un rapporto dei servizi eseguiti che comprenda le dettagliate colonne stratigrafiche, i dati e le misure relative alle prove in situ ed al prelievamento dei campioni e la

descrizione di elementi di particolare interesse quali: perdita di acque di perforazione, presenza di cavità ecc. e consegnarlo firmato alla Direzione dei servizi ogni settimana.

Qualora le percentuali di recupero del carotaggio continuo fossero inferiori a quelle indicate nella relazione tecnica l'Amministrazione a suo insindacabile giudizio può richiedere la ripetizione del sondaggio fino alla quota raggiunta senza che per questo l'Appaltatore possa pretendere nessun compenso.

## **Art. 22 MODALITA' E TECNOLOGIE D'ESECUZIONE DELLE INDAGINI**

Si farà riferimento, oltre a quanto sotto riportato, al D. M. 11/03/1988 ed alle indicazioni contenute nell'Elenco Prezzi ed alle prescrizioni impartite dalla Direzione dei servizi.

### **A) PROSPEZIONI MECCANICHE**

#### **art. 1 - INSTALLAZIONE DELL'ATTREZZATURA SU CIASCUN PUNTO DI PERFORAZIONE**

Nel compenso per l'installazione dell'attrezzatura verrà compresa anche la formazione di una piazzola di dimensioni adeguate a quelle della macchina che si intende utilizzare, all'eventuale scavo per la formazione delle vasche per il recupero dei fanghi bentonici, alla stesura di opportune tubazioni e manichette per l'approvvigionamento diretto da acquedotto od altra sorgente d'acqua in un raggio massimo di mt. 50 e con un dislivello di mt. 10,00, al suo piazzamento sulla verticale dei foro da eseguire, alla realizzazione della trave per l'esecuzione della prova Down-Hole come di seguito descritta.

Stabilizzazione del foro durante l'esecuzione della perforazione necessaria ad assicurare la stabilità delle pareti e del fondo del foro, arrecando il minimo disturbo al terreno.

#### **art. 2 - PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO**

Le modalità di perforazione ed il diametro del foro sarà tale da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati e da consentire il prelievo di campioni rappresentativi di terreno rimaneggiato ed indisturbato.

Il diametro del foro di sondaggio sarà non minore di 100 mm. e non maggiore di 120 mm. al fine di evitare una cementazione troppo rigida dell'intercapedine.

Le pareti del foro saranno sostenute, secondo le esigenze, da normali fluidi di circolazione o rivestimenti provvisori e le perforazioni saranno eseguite mediante l'uso di carotieri semplici o doppi provvisti di corone al Widia e comunque adeguati al prelievo di carote utili da conferire al laboratorio geotecnico.

L'uso di corone al diamante, quando necessarie, sarà compensato secondo la relativa voce d'elenco.

Le carote prelevate durante il corso della perforazione saranno conservate in apposite cassette catalogatrici, sulle quali verranno riportati il numero del sondaggio e le profondità di prelievo.

#### **Rilievo Stratigrafico**

Nel corso della perforazione, che dovrà essere eseguita in modo tale da arrecare il minor disturbo possibile al materiale estratto, verrà rilevata la stratigrafia del terreno attraversato; nella scheda compariranno (oltre agli elementi relativi ai campionamenti ed alle prove in sito elencate successivamente), le seguenti notazioni:

- Data di perforazione;
- Metodo di perforazione
- Attrezzatura impiegata;
- Diametro di perforazione;
- Descrizione dei singoli strati attraversati, comprendente per terreni coesivi e granulari:
  - 1) colore/i prevalente/i della formazione;
  - 2) composizione granulometrica approssimata, nei termini correnti ( trovanti, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo, argilla), indicando il diametro max della ghiaia, elencando per prima la frazione prevalente e di seguito le eventuali altre frazioni in ordine d'importanza percentuale;
  - 3) caratteristiche di consistenza (terreni coesivi) nei termini (molle, plastico, compatto, molto compatto) correnti relativi a valori di "pocket penetrometer" e "vane", misurati sulla carota appena estratta previa scortecciatura;
  - 4) Caratteristiche di addensamento (terreni non coesivi) nei termini usuali (sciolto, mediamente addensato, addensato);
  - 5) Presenza di sostanze organiche o torbe, fossili, legno, calcinacci, ecc.;
  - 6) grado di arrotondamento e/o di appiattimento e natura di ghiaie e ciottoli;
  - 7) grado di uniformità dei materiali non coesivi ( ben gradato, uniforme ).

#### **Registrazioni particolari in corso di perforazione**

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

- velocità di avanzamento;
- perdite di fluido di circolazione;
- rifluimenti in colonna;
- perdite di carota;
- vuoti;

### Rilievo della falda

Nel corso della perforazione sarà rilevato in forma sistematica il livello della falda nel foro.

Le misure saranno eseguite in particolare prima e dopo ogni interruzione del lavoro (sera, mattina, altre pause) con annotazione di quanto segue:

- livello acqua nel foro rispetto al piano campagna;
- quota del fondo foro;
- quota della scarpa del rivestimento; - data ed ora della misura.

**Tali annotazioni devono comparire anche nella documentazione definitiva di lavoro.**

I sondaggi saranno valutati a metro lineare di foro, eseguito nel tipo di terreno o roccia descritto nella corrispondente voce di prezzo presente nell'elenco regionale dei prezzi per lavori edili, impianti tecnologici, infrastrutture a rete, lavori stradali ed impianti sportivi vigente – Edizione 2009.

### Cassette catalogatrici

Le carote estratte nel corso della perforazione saranno sistemate in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo o plastica), munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera.

Sul fondo di ogni scomparto sarà posto un foglio di plastica trasparente di dimensioni tali da poter essere rivoltato a proteggere la carota, una volta sistemata.

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. Per ogni cassetta dovranno essere eseguite due fotografie ad alta definizione e a colori con angolazioni diverse, una perpendicolare e l'altra obliqua, in modo da individuare in maniera ottimale le variazioni litologiche. Nelle foto dovrà essere ben visibile l'etichetta dove sono apposte le indicazioni riguardanti il cantiere, il sondaggio e le quote di riferimento ed un metro per i riferimenti di scala. Le fotografie effettuate saranno consegnate in originale oppure, se realizzate con macchina fotografica digitale, su supporto magnetico e dovranno essere allegate nella relazione illustrativa finale. I carotaggi contenuti nelle cassette catalogatrici dovranno essere tempestivamente trasportati e conservati in ambienti riparati dalle intemperie secondo le direttive della D.L.

### **art. 3 - PRELIEVO DI CAMPIONI DI TIPO INDISTURBATO**

Il prelievo di campioni di terreno indisturbato potrà essere effettuato negli strati coesivi e semicoesivi (limo sabbiosi - limi - argille) durante l'esecuzione dei sondaggi secondo le indicazioni della D.L. In via orientativa si prevede l'impiego di campionatori tipo Denison o Mazier per terreni di elevata consistenza, di campionatori a pareti sottili (Shelby) per terreni a media consistenza, di campionatori a pistone tipo Ostemberg per terreni a debole consistenza, ad altri particolari campionatori. **Per il mancato o inadeguato uso del campionatore necessario al prelievo dei campioni indisturbati utili per determinare, in laboratorio geotecnico, i parametri fisico tecnici per la redazione dei calcoli strutturali, non si darà luogo al pagamento dell'intera attività geognostica commissionata all'Impresa, poiché i dati di laboratorio geotecnico sono prevalenti rispetto agli altri già noti.**

I contenitori o fustelle potranno essere di plastica o di acciaio (inox, plastificato o zincato) a seconda del tipo di campionatore usato, e dovranno risultare in ottimo stato di conservazione prima di poter essere usate per il prelievo; esse dovranno avere le seguenti dimensioni:

- $\Phi$  int. = 75 - 95 mm.
- spessore: 2 - 3 mm.
- lunghezza utile: 60 - 90 cm.

Dette fustelle potranno essere restituite integre all'impresa dopo l'esecuzione delle prove di laboratorio.

In linea di massima il diametro dei campioni indisturbati sarà compreso fra 70 e 95 mm.

I prelievi saranno eseguiti dopo aver pulito il fondo del foro da eventuali detriti ed i campioni verranno sigillati subito dopo il prelievo con paraffina fusa o tappi particolari e contraddistinti con opportuna etichetta indelebile riportante il numero del sondaggio e la profondità iniziale e finale del prelievo e l'orientamento (alto/basso).

I prelievi di campioni indisturbati saranno valutati per ogni operazione di prelievo eseguita con idoneo campionatore.

Indicazioni sui campioni prelevati I campioni prelevati devono essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indichino:

- 1) cantiere;
- 2) numero del sondaggio;
- 3) numero del campione;
- 4) profondità di prelievo;
- 5) tipo di campionatore impiegato;
- 6) data di prelievo;
- 7) parte alta.

Il numero del campione, il tipo di campionatore usato ed il metodo di prelievo devono essere riportati sulla stratigrafia alla relativa quota, questi dati devono essere riportati anche nel caso di prelievi non riusciti.

### Imballaggio e trasporto dei campioni

I campioni destinati al laboratorio saranno sistemati verticalmente e nel senso naturale in cassette appositamente costruite, con adeguati separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le vibrazioni del trasporto.

Le cassette andranno collocate in un locale idoneo a proteggerle dal sole e dalle intemperie, fino al momento della spedizione.

Le cassette dovranno contenere un massimo di 8 fustelle, onde facilitarne il maneggio; saranno dotate di coperchio e maniglie. Sul coperchio s'indicherà la parte alta.

Il trasporto, a carico della Ditta, verrà effettuato con tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento dei campioni sotto la diretta responsabilità della Ditta secondo le indicazioni della D.L.

Il numero dei campioni prelevati potrà essere suscettibile di variazioni, rispetto a quanto previsto, in conseguenza della natura dei terreni oggetto dell'indagine. In particolare si sottolinea che le prove di taglio diretto e le prove dinamiche verranno realizzate solo ed esclusivamente su campioni indisturbati.

Il prezzo per il numero dei campioni prelevati è stato calcolato sulla base della voce di prezzo presente nell'elenco regionale dei prezzi per lavori edili in vigore.

#### art. 4 – PRELIEVO DI CAMPIONI DI TIPO RIMANEGGIATO

Il prelievo di campioni di terreno rimaneggiato potrà essere effettuato negli strati di terreno incoerenti durante l'esecuzione dei sondaggi.

Una prova di laboratorio da compiere su questo tipo di campione sarà il contenuto di acqua; per questo si renderà necessario isolare opportunamente il campione prelevato con della paraffina per evitare così fuoriuscite di acqua.

Il numero dei campioni prelevati potrà essere suscettibile di variazioni, rispetto a quanto previsto, in conseguenza della natura dei terreni oggetto dell'indagine.

Il prezzo per il numero dei campioni prelevati è stato calcolato sulla base della voce di prezzo presente nell'elenco regionale dei prezzi per lavori edili, in vigore.

#### art. 5 – POZZETTI DI PROTEZIONE STRUMENTAZIONE

Al bocca foro verrà applicato un pozzetto di protezione, dotato di lucchetto di chiusura.

#### art. 6 - RIVESTIMENTO E CEMENTAZIONE

Il foro verrà rivestito preferibilmente con tubazione in PVC, od altro materiale ad alta impedenza alle vibrazioni, provvisto internamente di due o quattro guide inclinometriche, nonché possibilmente provvisto esternamente di rigature longitudinali; il diametro interno di tale tubo deve essere compreso tra 70 e 85 mm. e lo spessore min. 5mm, comunque sufficiente a garantire la corretta cementazione dello stesso senza deformazioni, e corredato di valvola di fondo per la cementazione dell'intercapedine con il perforo in cui essa va installata. La giunzione degli elementi dovrà essere fatta in modo da assicurare la linearità della colonna: eventuali rivetti usati per la giunzione degli elementi dovranno avere il minimo ingombro possibile all'interno, per non pregiudicare l'esecuzione della prova Down-Hole. Poiché la finalità principale del sondaggio è l'esecuzione di questa prova, **La mancata possibilità, anche parziale, di esecuzione della prova Down - Hole come stabilito dalla Direzione dei servizi, per non accessibilità del foro, costituisce motivo di esclusione di pagamento del sondaggio all'impresa.**

Una volta eseguito e pulito il foro si procederà all'installazione della colonna formata da spezzoni di tubo man mano collegati fra loro. Qualora la spinta idrostatica contrastasse l'infissione della colonna, questa potrà essere appesantita con spezzoni di tondino di ferro applicato all'esterno, o riempita con acqua e fango.

Estrema attenzione va posta nell'effettuare le manovre onde non tranciare i sistemi di collegamento dei vari spezzoni di tubo ed evitare piegamenti e torsioni dei tubi stessi.

Il foro verrà cementato in corrispondenza dello spazio anulare compreso tra le pareti del foro e il tubo di rivestimento, utilizzando valvola di fondo foro: qualora ciò non sia possibile, andrà utilizzato un tubo calato nell'intercapedine fino a fondo foro e l'iniezione della miscela fino a rifluimento in superficie.

In nessun caso potrà essere condotta tutta o parte della cementazione gettando dall'alto, senza l'accordo della direzione dei servizi.

Andrà utilizzata una miscela di cemento, bentonite ed acqua. La composizione della miscela cementizia deve essere tale che dopo indurimento la densità risulti pari a 2.2 Mg/m<sup>3</sup> in caso parte della perforazione sia in roccia, pari a 1.8 - 1.9 Mg/m<sup>3</sup> per la parte in contatto con terreni, sabbie e ghiaie.

Qualora siano presenti colonne di rivestimento la loro estrazione andrà fatta evitandone la rotazione per non tranciare la colonna inclinometrica.

Se si è impiegato del fango per l'appesantimento del tubo inclinometrico durante il suo inserimento nel foro, si dovrà eseguire al termine dell'installazione un accurato lavaggio interno dal fondo sostituendo il fango con acqua pulita.

Al termine delle operazioni, verrà estratta l'acqua dal foro per quanto possibile.

Andrà realizzata una trave adatta alle energizzazioni orizzontali per la prova Down-hole, centrata a distanza di 2.5 m dal foro di sondaggio, il modo da realizzare la miglior continuità meccanica possibile con il terreno sottostante. Dimensioni orientative: Lun.150 cm, Alt.15 cm, Lar. 30 cm.

Verrà provvista una protezione degli estremi di battuta con basette di metallo, opportunamente fissate alla trave.

## **B) PROSPEZIONI GEOFISICHE**

### **art. 7 – PROVA SISMICA DOWN-HOLE NEL FORO GIA' PREDISPOSTO**

La prova ha la finalità di ricostruire l'andamento delle velocità sismiche P ed SH fino alla profondità di indagine, con particolare riguardo per le onde SH, finalizzato alla valutazione degli effetti di amplificazione di sito.

#### **Modalità di esecuzione della prova**

Le energizzazioni per le onde P dovranno essere eseguite su piastra posizionata alla stessa distanza dalla testa foro del centro della trave gettata. Le energizzazioni per le onde SH dovranno essere eseguite utilizzando la trave appositamente gettata in modo da creare onde di taglio polarizzate orizzontalmente e, energizzando in direzioni opposte, invertite in fase. L'energia deve essere sufficiente a produrre un rapporto segnale-rumore, corrispondentemente all'individuazione dei primi arrivi P ed SH su ogni misura fornita, superiore a 3.

Il sistema di acquisizione dev'essere costituito al minimo da una coppia di sensori velocimetrici a tre componenti ortogonali, ciascuno di lunghezza non superiore ai 45 cm, collegati rigidamente fra loro a distanza compresa tra 2,5 m. e 3 m., forniti di un sistema che assicuri la possibilità di orientazione assoluta costante degli stessi. Orientazione di uno dei trasduttori orizzontali di ciascun sensore in direzione parallela alla sorgente. Risposta in frequenza dei trasduttori lineare entro il 5% su un campo di frequenze compreso tra metà e due volte la frequenza predominante del treno d'onde che viene utilizzato per la prova.

Sismografo digitale minimo 6 canali con registrazione dati su supporto magnetico, dinamica del convertitore analogico - digitale minimo 16 bit.

L'Ente appaltatore è tenuto ad effettuare una prova in campagna in presenza della Direzione del servizio, subito prima dell'acquisizione dati. Qualora questa non fosse ritenuta adeguata dalla Direzione del servizio, l'Ente appaltatore è tenuto a sostituire l'attrezzatura con una idonea. Qualora venga usato un geofono, per le energizzazioni SH verrà usato uno o due geofoni orizzontali. Le misure fornite non devono essere saturate. Esecuzione delle misure con passo di due metri. Frequenza di campionamento utilizzata minimo 20.000 Hz.

#### **Modalità di presentazione dei risultati**

Relazione esplicativa del sistema utilizzato comprendente:

- la strumentazione adottata;
- le profondità cui sono state effettuate le prove, le dimensioni della sorgente e la distanza tra sorgente e centro del foro;
- il diametro
- le modalità di esecuzione, di rivestimento e di cementazione adottate;
- il criterio di elaborazione adottato per il calcolo delle velocità, comprendente la correzione degli eventuali percorsi in fase rifratta nelle misure più superficiali.
- **i segnali registrati dai trasduttori dei ricevitori**, specificando per ciascuno di essi la profondità di prova, la direzione del trasduttore (verticale o orizzontale) e il sensore di appartenenza; i segnali dovranno essere disponibili sia in forma cartacea, come grafici in cui sull'asse dell'ascisse sia riportato il tempo (in ms) e sull'asse delle ordinate tutti i segnali (in mV) montati per profondità crescenti (un grafico per le fasi P, uno per le fasi SH-battuta destra, uno per le fasi SH-battuta sinistra), **sia obbligatoriamente in forma numerica su cd-rom;**

Ed inoltre la tabella riassuntiva riportante le interpretazioni con indicate:

- il numero del geofono, l'interasse, la profondità del geofono in cui viene effettuata la prova;
- le velocità intervallari  $V_{pi}$   $V_{si}$  e del pacco di strati  $V_{pm}$  e  $V_{sm}$  rispettivamente per le onde P ed S;
- le densità  $\gamma$ , il modulo di Poisson  $\sigma$ , il modulo di taglio G, di Young E, di compressibilità volumetrica K, relativi alle velocità intervallari stimate;
- il diagramma dei valori di velocità  **$V_{pm}$ ,  $V_{sm}$ ,  $V_{pint}$  e  $V_{sint}$**  ricavati alle varie profondità nel corso della prova, con associata la litologia prevalente;
- il grafico delle dromocrone con le velocità calcolate (in m/s) in funzione della profondità (in m), e del tabulato dei valori dei parametri elastici dinamici:  $V_p$ - $V_s$ - $\gamma$ - $\sigma$ -G-E-K, calcolati per interpolazione dei livelli a comportamento omogeneo;

### **Sismica a rifrazione con onde P.**

*L'indagine ha la finalità di ricostruire l'andamento delle velocità sismiche P lungo la direttrice del profilo per una profondità di almeno 100 m: va quindi utilizzata una sorgente di adeguata energia, utile all'esecuzione di tiri esterni di sufficiente offset.*

- sismografo multicanale di almeno 12 canali;
- risposta in frequenza dei trasduttori lineare entro il 5% su un campo di frequenze compreso tra metà e due volte la frequenza predominante del treno d'onde che viene utilizzato per la prova;
- distanza intergeofonica 2 m o inferiore;
- numero energizzazioni pari a 9 o superiore, di cui 2 esterni alla base a distanza utile alla penetrazione del segnale fino a 10 m per almeno metà del profilo. L'energia deve essere sufficiente a produrre un rapporto segnale-rumore, corrispondentemente all'individuazione dei primi arrivi P su ogni misura fornita, superiore a 3.

Dinamica del convertitore analogico-digitale almeno 16 bit.

Interpretazione dati con inversione tomografica: determinazione con apposita sezione della penetrazione del segnale in profondità.

### **Modalità di presentazione dei risultati**

Relazione esplicativa del sistema utilizzato con indicate:

- documentazione topografica, con indicazione della posizione del profilo, posizione ed elevazione geofoni ed energizzazioni;
- le modalità di esecuzione;
- la strumentazione adottata ed il tipo di energizzazione;
- i segnali registrati: in forma cartacea, come grafici distanza (in m) forme d'onda (ms), **e obbligatoriamente in forma numerica su cd-rom**;
- il criterio di elaborazione adottato per il calcolo delle velocità e geometrie del sottosuolo;
- modello bidimensionale del sottosuolo e sezione geologica interpretativa; sezione relativa alla copertura del segnale.
- qualora disponibili, dovranno essere fornite le informazioni sulla posizione della falda;
- il numero del geofono, l'interasse, la distanza intergeofonica in cui viene effettuata la prova;
- i profili sismici distanze/tempo in m/s, e distanze/quote dei valori di velocità in m/s ricavati;

### **Sismica a rifrazione con onde P ed SH.**

- sismografo multicanale di almeno 12 canali, precisione del sistema di trigger almeno 0,5 ms.
- risposta in frequenza dei trasduttori lineare entro il 5% su un campo di frequenze compreso tra metà e due volte la frequenza predominante del treno d'onde che viene utilizzato per la prova.
- distanza intergeofonica 2 m.
- numero energizzazioni pari a 9 o superiore, di cui 2 esterni alla base a distanza pari a circa la metà dello stendimento. Le energizzazioni per le onde SH dovranno essere eseguite utilizzando una trave ben accoppiata al terreno, in modo da creare onde di taglio polarizzate orizzontalmente e, energizzando in direzioni opposte, invertite in fase. L'energia deve essere sufficiente a produrre un rapporto segnale-rumore, corrispondentemente all'individuazione dei primi arrivi P ed SH su ogni misura fornita, superiore a 3.

Dinamica del convertitore analogico-digitale almeno 16 bit.

Interpretazione dati con inversione tomografica: determinazione con apposita sezione della penetrazione del segnale in profondità.

### **Modalità di presentazione dei risultati**

Relazione esplicativa del sistema utilizzato con indicate:

- documentazione topografica, con indicazione della posizione del profilo, posizione ed elevazione geofoni ed energizzazioni;
- le modalità di esecuzione;
- la strumentazione adottata ed il tipo di energizzazione;
- i segnali registrati: in forma cartacea, come grafici distanza (in m)-forme d'onda (ms), **e obbligatoriamente in forma numerica su cd-rom**;
- qualora disponibili, dovranno essere fornite le informazioni sulla posizione della falda;
- il criterio di elaborazione adottato per il calcolo delle velocità e geometrie del sottosuolo;
- modello bidimensionale del sottosuolo e sezione geologica interpretativa; sezione relativa alla copertura del segnale.
- il numero del geofono, l'interasse, la distanza intergeofonica in cui viene effettuata la prova;
- i profili sismici distanze/tempo in m/s, e distanze/quote dei valori di velocità in m/s ricavati.