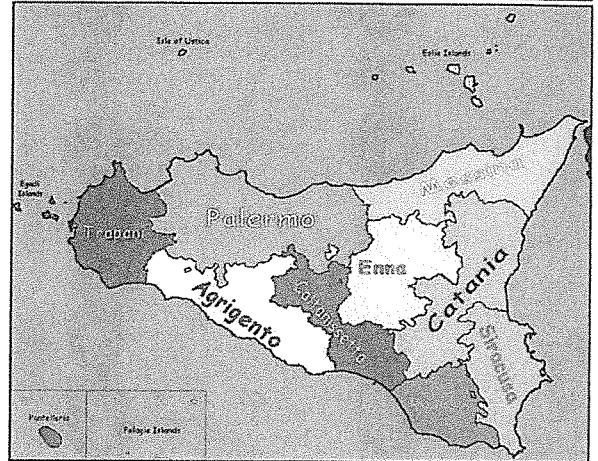
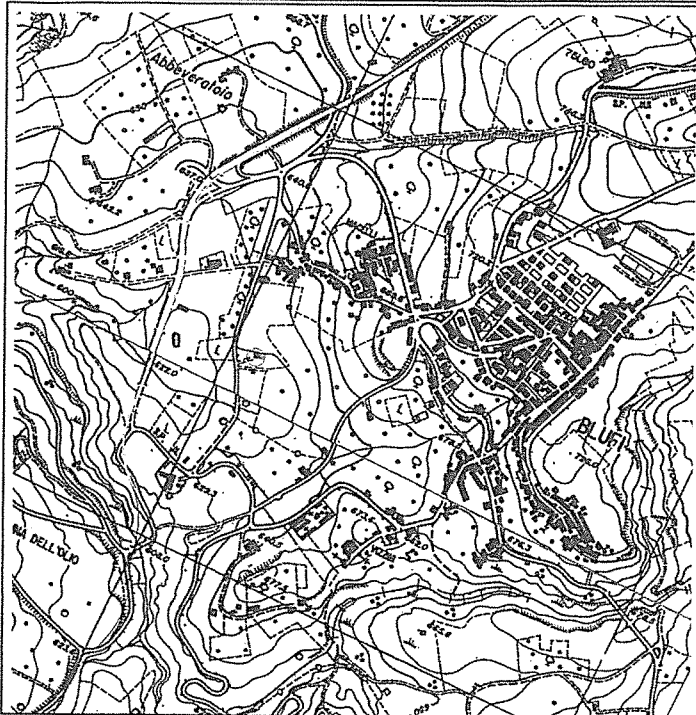




# PROVINCIA REGIONALE DI PALERMO

Oggi Libero Consorzio Comunale ai sensi della L.R. n. 8/2014

Direzione Infrastrutture, Viabilità Provinciale, Mobilità e Trasporti -  
Classificazione Strutture Ricettive Alberghiere



PROVINCIA REGIONALE DI PALERMO  
AREA VIABILITÀ E TRASPORTI

Visto, si esprime parere tecnico favorevole ai sensi  
del D. Lgs n. 163/2006 con le modifiche  
ed integrazioni di cui alla L.R. n. 12/2011

58213 / Palermo 06 AGO. 2014  
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Strada Intercomunale dello svincolo Irosa a Trinità  
verso Madonnuzza.  
II° Lotto - Stralcio funzionale dal Km 8+000 circa della  
S.R. 28 a Contrada Macelli

Servizio di esecuzione di indagini geognostiche  
geofisiche e geotecniche di laboratorio e prove sui  
manufatti esistenti.

PERIZIA DI € 107.000,00

## I PROGETTISTI

(Ing. Giacomina Maria Fasulo)

(Geol. Roberta Di Natale)

(Geom. Rita Bonni)

(Geom. Angelo Michele Curcio)

- |                                     |                                   |                          |               |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------|
| <input type="checkbox"/>            | RELAZIONE TECNICA<br>ILLUSTRATIVA | <input type="checkbox"/> | ELENCO PREZZI |
| <input type="checkbox"/>            | COMPUTO METRICO<br>ESTIMATIVO     | <input type="checkbox"/> | COROGRAFIA    |
| <input type="checkbox"/>            | CALCOLO INCIDENZA<br>MANODOPERA   | <input type="checkbox"/> |               |
| <input type="checkbox"/>            | PERIZIA DI STIMA                  | <input type="checkbox"/> |               |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CAPITOLATO SPECIALE<br>D'APPALTO  | <input type="checkbox"/> |               |
| <input type="checkbox"/>            | ANALISI PREZZI                    | <input type="checkbox"/> |               |



## PROVINCIA REGIONALE DI PALERMO

oggi Libero Consorzio Comunale ai sensi della L.R. 8/2014

DIREZIONE INFRASTRUTTURE - VIABILITÀ PROVINCIALE, MOBILITÀ E TRASPORTI - CLASSIFICAZIONE  
STRUTTURE RICETTIVE ALBERGHIERE

### CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Strada Intercomunale dello svincolo Irosa a Trinità verso Madonnuzza  
II Lotto – Stralcio funzionale dal km 8+000 circa della S.R 28 a Contrada Macelli

SERVIZIO DI ESECUZIONE DI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOFISICHE E GEOTECNICHE DI LABORATORIO E PROVE  
SUI MANUFATTI ESISTENTI

## 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" nonché alle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 ; ed alle Istruzioni applicative emanate con la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 02/02/2009 n° 617 , e 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, prove di laboratorio geotecnico, prove di carico e indagini sui materiali per le strutture esistenti, necessarie per la definizione delle scelte progettuali del II Lotto dell' Asse viario "Irosa"  
Il programma delle indagini geognostiche, geofisiche, di carico e di laboratorio, elaborato prevede la realizzazione di:

- n. 10 sondaggi geognostici a rotazione e a carotaggio continuo, per complessivi 250 m;
- analisi e prove geotecniche di laboratorio sui campioni rimaneggiati e indisturbati prelevati nel corso delle perforazioni e sui calcestruzzi;
- installazione di piezometro;
- rilievo della falda
- prospezioni geofisiche in foro del tipo Down – Hole
- prova di carico statica su una campata del viadotto
- prova di carico statica sul ponte
- n. 2 prove di carico su rilevato
- n. 8 estrazioni di carote di cls
- n.2 prove "pull-out" sui calcestruzzi
- n. 4 prove per la profondità di carbonatazione dei cls
- n.10 prove sclerometriche sui calcestruzzi
- n° 3 prove di laboratorio a compressione sui provini di cls

#### Art. 2 AMMONTARE DELL'APPALTO E DESCRIZIONE

L'importo complessivo dei servizi a base d'asta soggetti a ribasso previsti nell'appalto in oggetto, da pagarsi a misura, ammonta complessivamente a € 62.628,29 oltre € 2.128,38 per oneri della sicurezza e € 20.378,58 per il costo netto della manodopera incluso nei lavori. L'importo totale di € 85.135,25 escluso IVA, 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.

PERFORAZIONE DI SONDAGGI	€ 32.964,82
ANALISI E PROVE DI LABORATORIO SU TERRENI SCIOLTI	€ 12.639,50
PROSPEZIONI GEOFISICHE	€ 17.948,00
POSA IN OPERA DI STRUMENTAZIONE GEOTECNICA	€ 1.493,10
INDAGINI SU OPERE ESISTENTI	€ <u>20.089,93</u>
TOTALE	€ 85.135,25

### 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;
- 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 NATURA DEI SERVIZI

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. 10 sondaggi geognostici a rotazione e a carotaggio continuo, per complessivi 250 m;
- analisi e prove geotecniche di laboratorio sui campioni rimaneggiati e indisturbati prelevati nel corso delle perforazioni e sui calcestruzzi;
- installazione di piezometro;

- rilievo della falda
- prospezioni geofisiche in foro del tipo Down – Hole
- prova di carico statica su una campata del viadotto
- prova di carico statica sul ponte
- n. 2 prove di carico su rilevato
- n. 8 estrazioni di carote di cls
- n.2 prove “pull-out” sui calcestruzzi
- n. 4 prove per la profondità di carbonatazione dei cls
- n.10 prove sclerometriche sui calcestruzzi
- n° 3 prove di laboratorio a compressione sui provini di cls

#### 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 IN ACCONTO

All'Appaltatore sono corrisposti in corso d'opera pagamenti in acconto in base a stati di avanzamento, emessi ogni qualvolta l'ammontare del S.A.L. raggiunge almeno l'importo di € 30.000,00= ( euro trentamila/00).

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.

Allo svincolo della cauzione ed al pagamento della rata di saldo si provvederà dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione nei tempi e con le modalità di cui all'art. 205 del Regolamento

In qualunque caso di decadenza o di cessazione della carica di amministratore, anche se la decadenza o cessazione avvenga "ope legis" e per fatto previsto dallo Statuto Sociale o sia pubblicata nei modi di legge, la società imprenditrice deve tempestivamente darne comunicazione all'Amministrazione appaltante, in difetto della quale l'Amministrazione non assume alcuna responsabilità per i pagamenti effettuati o da effettuare.

## 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.

## 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.
  - Decreto del Presidente della Repubblica 25 Gennaio 2000, n. 34 "Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori dei lavori pubblici, ai sensi dell'art. 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni". L.R. n.7/2002
  - 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.
  - L'impresa è altresì obbligata all'osservanza della Circolare 8 settembre 2010 n° 7618/STC del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti -Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici recante "Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'art. 59 del D.P.R. N° 380/2001"
- Inoltre, visto il Comunicato della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici -Servizio Tecnico Centrale del 06/03/2014, con cui viene chiarito che le autorizzazioni previste dalla

Circolare 8 settembre 2010 n°7619/STC non sono più da considerare cogenti, gli incarichi relativi alle indagini e prove in sito possono essere affidati a soggetti privi di tali autorizzazioni.

#### 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 servizi, 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 manifestano, 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 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 successivamente alla 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.

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

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto deve considerarsi parte integrante del contratto.

### 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 90 (novanta) 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.

Eventuali sospensioni o proroghe per l'ultimazione dei lavori potranno essere ammesse solo in casi assolutamente eccezionali e cause di forza maggiore, 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 90 (novanta) 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 tecnico 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: la sistemazione finale del terreno compreso lo spostamento dei serbatoi di decantazione fanghi, lo smaltimento dei residui compresi i fluidi di perforazione.

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 prelevamento 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 del foro da eseguire.

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.

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.

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:

- 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 solo se



verrà installata strumentazione in foro.

## art. 6 – REIMPIANTO FINALE DEL FORO

Al termine delle operazioni, si dovrà procedere al reimpianto finale del foro con materiale proveniente dalla perforazione opportunamente additivato con malta cementizia:

## B) PROSPEZIONI GEOFISICHE

### art. 1 – INDAGINI SISMICHE IN FORO

I fori di sondaggio destinati ad essere utilizzati per prospezioni sismiche in foro con il metodo down-hole devono essere condizionati mediante tubo in PVC, necessario a garantire perfette condizioni di geometria al foro e a contenere la strumentazione per la rilevazione degli impulsi sismici.

I tubi in PVC, dello spessore compreso tra 3 e 8 mm e del diametro interno pari almeno a 80 mm, dovranno essere di ottima qualità e approvati dalla D.L. prima dell'inizio della loro posa in opera.

I tubi saranno giuntati per elementi di 3 o 6 metri mediante innesti maschio/femmina oppure avvitati.

La tenuta idraulica della colonna di tubi sarà garantita dalla sigillatura mediante resina siliconica e nastro plastico.

Il primo elemento immesso nel foro deve essere chiuso al fondo mediante un tappo semplice o dalla valvola di fondo, a seconda della modalità di riempimento dell'intercapedine.

I tubi andranno installati in fori opportunamente rivestiti in cui sarà stata immessa acqua pulita per il lavaggio.

L'eventuale spinta idrostatica dell'acqua sul tubo andrà compensata con l'immissione di acqua al suo interno al fine di ridurre il rischio di deformazioni dello stesso.

Congiuntamente alla colonna di tubi andranno immessi nel foro almeno quattro tubicini (due a fondo foro e due alla metà della colonna di tubi) necessari all'iniezione dal basso e dalla metà della miscela di cementazione.

Tale miscela dovrà riempire integralmente l'intercapedine tra tubazione e parete del foro di sondaggio e garantire la continuità elastica tra terreno e tubazione.

La rilevazione di eventuali discontinuità nel corso delle prospezioni potrà essere motivo di ordine di servizio per la riesecuzione del foro e il relativo loro condizionamento mediante nuova tubazione in PVC senza alcun onere aggiuntivo da corrispondere alla Ditta aggiudicataria.

Le proporzioni della miscela di cementazione dovranno essere tali da garantire alla stessa una consistenza fluida e, dopo essiccazione, una resistenza finale non superiore ai 3 kg/cm<sup>2</sup>.

La miscela andrà iniettata lentamente ed a bassa pressione grazie ai tubicini disposti lungo la colonna. La composizione della miscela andrà indicata nella relazione di indagine.

Gli eventuali tubi di rivestimento dovranno essere recuperati senza alcun movimento di rotazione, al fine di evitare il danneggiamento della colonna. I tubi in PVC andranno protetti a mezzo di pozzetto con lucchetto con opportuna protezione.

### art. 2 - INDAGINI DOWN-HOLE (DH)

Per questo tipo di indagine sarà utilizzato un foro da sonda in cui porre i ricevitori ed una sorgente posta sulla superficie del suolo.

#### a) Indagini per onde S (trasversali)

La sorgente degli impulsi sismici dovrà avere un lobo di radiazione verso il foro prevalente per le onde SH.

Ciò potrà ad esempio ottenersi ponendo un asse orizzontale sul terreno precedentemente livellato con orientazione ortogonale alla congiungente sorgente-foro e dando colpi, con una massa (ad es. un martello) alle estremità dell'asse, con la stessa orientazione dell'asse.

L'asse dovrà essere vincolato al terreno con un peso svincolato elasticamente dall'asse stesso.

L'asse dovrà essere posto su terreno nudo.

Si dovrà utilizzare un geofono tridirezionale con dispositivo di bloccaggio alla tubazione. Dovrà avere una risposta piatta almeno per frequenze superiori ai 10 Hz.

Si dovrà utilizzare un'apparecchiatura sismica con registrazione digitale, frequenza di campionamento almeno a 5 kHz ed amplificazione costante nell'ambito delle frequenze utilizzate e nel tempo (ampiezza reale).

E' consigliabile che l'apparecchiatura abbia la possibilità di sommare più registrazioni dopo il controllo del rapporto segnale/rumore.

La registrazione dovrà essere eseguita su supporto magnetico adeguato per permettere la successiva elaborazione.

Il ritardo del Trigger di scoppio dovrà essere conosciuto e costante nell'ambito di 0.1 ms; un controllo sulla costanza del Trigger dovrà essere effettuato prima di ogni campagna di misure oppure con un geofono superficiale fisso durante le misure.

La sorgente sarà posta ad una distanza dal foro tale da poter considerare rettilinei i raggi sismici dalla sorgente alle varie posizioni del geofono e nel contempo minimizzare la generazione delle onde di tubo o di Stonely nel foro.

Tale distanza generalmente compresa tra 3 e 4 m, dovrà essere accuratamente misurata. Sarà posto il geofono nel foro bloccandolo alla profondità voluta e si effettueranno almeno 2 registrazioni battendo sulle due estremità dell'asse.

A meno di condizioni ottimali di assenza di rumore, è consigliato di effettuare più di una registrazione con colpi dalla stessa parte sommando le relative registrazioni (i punti di ricezione dovranno essere posti ad intervalli di un metro).

Il punto di energizzazione deve essere mantenuto fisso durante tutta la prova in un foro. Ove il disturbo dovuto alle onde di tubo risultasse troppo elevato, si potrà allontanare dal foro il punto di energizzazione effettuando, con il geofono nella stessa posizione, due registrazioni e utilizzando alternativamente i due punti sorgente.

E' consigliato utilizzare tecniche o strumentazioni che permettano di riconoscere l'orientazione dei geofoni orizzontali rispetto alla posizione della sorgente.

Ciò potrà ad esempio essere eseguito o con geofoni muniti di sensore di orientamento o utilizzando le componenti orizzontali del primo impulso di un'onda longitudinale generata da apposita sorgente nelle immediate vicinanze della sorgente ad onde S.

I dati di campagna saranno restituiti su supporto informatico (CD), mentre dromocroni e schemi interpretativi saranno restituiti su carta o in formato .pdf. Dovranno essere indicati nel rapporto lo schema e le modalità di elaborazione dei dati di campagna.

La determinazione del tempo di arrivo al geofono del primo impulso dell'onda S è il punto più delicato dell'intera prova.

Pertanto le tracce sismiche registrate dovranno essere filtrate ove si riconosca la presenza di rumore al di fuori della banda di frequenza del segnale.

L'arrivo dell'onda S potrà essere individuato sulla base delle seguenti osservazioni:

- variazione di frequenza del treno d'onda;
- presenza di impulsi speculari nelle componenti orizzontali delle registrazioni effettuate con colpi da bande opposte dell'asse. Tale osservazione potrà essere fatta con maggiore accuratezza se sia stata determinata l'orientazione del geofono, ruotando il riferimento degli assi dei geofoni orizzontali in modo da ottenere la vibrazione sui due assi, radiale e trasversale, rispetto alla congiungente foro-sorgente. In tal modo potrà essere controllata anche la polarità del primo impulso rispetto alla direzione del colpo di energizzazione.
- costruzione dell'odogramma della vibrazione ed individuazione della prima rotazione di

90°rispetto all'arrivo dell'onda longitudinale. I tempi di primo arrivo dell'onda S letti sui sismogrammi, corretti per l'eventuale ritardo del Trigger, dovranno essere ridotti alla verticale e riportati su un diagramma profondità–tempi sul quale saranno individuati i tratti a pendenza quasi costante, tenuto conto sia della stratigrafia sia dell'accuratezza delle singole misure dei tempi. Dalla pendenza dei tratti si determineranno le velocità intervallari delle onde S nel terreno. Per le profondità inferiori alla distanza foro–punto di energizzazione, si controlleranno le velocità calcolate come sopra con le velocità medie calcolate considerando percorsi rettilinei

tra scoppio e geofono.

Dovranno essere presentate ai sensi delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 :

- Relazione contenente le modalità delle prove, una scheda tecnica della strumentazione utilizzata, le difficoltà incontrate, le elaborazioni fatte con esempi.
- Piante schematiche scala 1:200 con l'ubicazione dei punti di energizzazione e dei fori.
- Diagrammi profondità–tempi ridotti alla verticale.
- Tabella delle velocità intervallari, moduli G di taglio, tipo di terreno presente.
- Copia su carta delle registrazioni.

Per le densità da inserire nel calcolo dei Moduli ci si riferirà a densità ricavate dalle prove geotecniche o, in assenza, a densità tabulate e riferite al tipo litologico.

b) Indagini per onde P (longitudinali)

La sorgente degli impulsi sismici dovrà avere un'energia sufficiente per ottenere impulsi di primo arrivo facilmente individuabili sui sismogrammi. Preferibilmente sarà un martello oppure una massa battente o un fucile.

Si potrà utilizzare o un geofono tridirezionale con dispositivo di bloccaggio alla tubazione o, con foro pieno d'acqua, anche una catena di idrofoni o geofoni verticali. Dovranno avere una risposta piatta almeno per frequenze superiori ai 30 Hz.

Si dovrà utilizzare una apparecchiatura sismica multicanale con registrazione digitale, con frequenza di campionamento di almeno 5kHz ed amplificazione costante nell'ambito delle frequenze utilizzate.

E' consigliabile che l'apparecchiatura abbia la possibilità di sommare più registrazioni, dopo controllo del rapporto segnale/rumore.

La registrazione dovrà essere eseguita su supporto magnetico adeguato, per permettere la successiva elaborazione.

Il ritardo del trigger di scoppio dovrà essere conosciuto e costante nell'ambito di 0.1  $\mu$ s; un controllo sulla costanza del Trigger dovrà essere effettuata prima di ogni campagna di misure oppure con un geofono superficiale fisso durante le misure.

La sorgente sarà posta ad una distanza dal foro tale da poter considerare rettilinei i raggi sismici dalla sorgente alle varie posizioni del geofono e nel contempo minimizzare la generazione delle onde di disturbo nel foro. Tale distanza generalmente compresa tra 3 e 4 m, dovrà essere accuratamente misurata.

Il geofono o i geofoni saranno posti nel foro bloccandoli alle profondità volute e si effettuerà almeno una registrazione.

A meno di condizioni ottimali di assenza di rumore, è consigliato di ripetere la prova sommando le relative registrazioni. I punti di ricezione dovranno essere posti ad intervalli di un metro. Il punto di energizzazione deve essere mantenuto fisso durante tutta la prova in un foro.

Ove il disturbo dovuto alle onde nel rivestimento risultasse troppo elevato, si potrà allontanare dal foro il punto di energizzazione effettuando, con il geofono nella stessa posizione, due registrazioni utilizzando alternativamente i due punti sorgente.

I dati di campagna saranno restituiti su supporto informatico (CD) informato mentre dromocroni e schemi interpretativi saranno restituiti su carta o in formato pdf.

Dovranno essere indicati nel rapporto lo schema e le modalità di elaborazione dei dati di

campagna.

Le tracce sismiche registrate dovranno essere filtrate ove si riconosca la presenza di rumore al di fuori della banda di frequenza del segnale.

I tempi di primo arrivo dell'onda P letti sui sismogrammi, corretti per l'eventuale ritardo del Trigger, dovranno essere ridotti alla verticale e riportati su un digramma profondità-tempi sul quale saranno individuati i tratti a pendenza quasi costante, tenuto conto sia della stratigrafia sia dell'accuratezza delle singole misure dei tempi.

Dalla pendenza dei tratti si determineranno le velocità intervallari delle onde S nel terreno. Per le profondità inferiori alla distanza foro-punto di energizzazione, si controlleranno le velocità calcolate come sopra con le velocità medie calcolate considerando percorsi rettilinei tra scoppio e geofono.

Dovranno essere presentate ai sensi delle "Nuove norme tecniche per la costruzioni" di cui al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 :

- Relazione contenente le modalità delle prove, una scheda tecnica della strumentazione utilizzata, le difficoltà incontrate, le elaborazioni fatte con esempi.

- Piante schematiche scala 1:200 con l'ubicazione dei punti di energizzazione e dei fori.

- Diagrammi profondità-tempi.

- Tabella delle velocità intervallari, moduli G, di Young e coefficienti di Poisson (ove siano state determinate anche le velocità delle onde S), tipo di terreno presente.

- Copia delle registrazioni su carta.

Per le densità da inserire nel calcolo dei Moduli ci si riferirà a densità ricavate dalle prove geotecniche o, in assenza, a densità tabulate e riferite al tipo litologico.

## B) PROVE SUI MANUFATTI

### art. 1 – PROVA DI CARICO DA EFFETTUARSI SU PONTI STRADALI

Le prove previste dovranno essere effettuate nel rispetto delle prescrizioni del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 e della circolare 2 febbraio 2009 n.617/C.S.LL.PP.

Il carico dovrà essere tale da far raggiungere alla struttura le sollecitazioni flessionali massime stabilite dalla Direzione Servizi e sarà ottenuto con autocarri del tipo a 3 o 4 assi, a pieno carico, del peso totale fino a 450 KN disposti nel numero e posizione indicati dalla Direzione dei Servizi.

Il sistema di misura degli abbassamenti potrà essere a discrezione dell'esecutore costituito da:

- flessimetri, per la misurazione della freccia in mezzeria nella direzione trasversale della soletta: precisione strumentale 0,01 mm.
- Strumentazione topografica di precisione (livello e/o stazione totale)

Il numero e la disposizione dei punti di misura sarà quello indicato dalla direzione dei servizi

Saranno altresì predisposti termometri per la misurazione della temperatura all'intradosso e all'estradosso dell'impalcato.

Il report finale redatto a cura del laboratorio incaricato dovrà almeno riportare:

- La procedura di prova da adottare
- Lo schema e la tipologia dei carichi utilizzati
- Strumentazione utilizzata e tarature
- Verbali di pesatura dei carichi
- Tabelle dei dati misurati e grafici carichi-deformazioni
- Report fotografico

## art 2 - PROVA DI CARICO SU PIASTRA PER RILEVATO

Lo scopo della presente istruzione operativa è quello di descrivere e definire le modalità di esecuzione della prova di carico con piastra circolare.

Il modulo di deformazione  $M_d$  è una misura convenzionale della capacità portante dei terreni di sottofondo, degli strati di rilevato nonché degli strati legati di fondazione e di base delle pavimentazioni stradali.

Esso è determinato mediante prova di carico con piastra circolare ed è definito dalla relazione:

$$M_d = \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot D \text{ in N/mm}^2$$

in cui:

- $\Delta p$  = incremento della pressione trasmessa da una piastra circolare rigida di diametro  $D = 300\text{mm}$ , espresso in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $\Delta s$  = corrispondente incremento di cedimento della superficie caricata, espresso in mm.

La prova va eseguita con doppio ciclo di carico, secondo le modalità espresse della norma di riferimento, al fine di determinare:

- con il primo ciclo di carico il modulo  $M_d = \frac{\Delta p}{\Delta s}$  convenzionalmente indicativo della portanza (tale modulo, salvo le variazioni dell'unità di misura, è identico a quello determinabile con riferimento alla precedente norma C.N.R. B.U. n. 9 del 1967, essendo rimasta invariata la procedura di esecuzione della prova)
- con il secondo ciclo il modulo  $M_d = \frac{\Delta p}{\Delta s}$ , che consente di valutare, mediante il rapporto  $\frac{M_d}{M_d'}$ , il grado di costipamento dello strato in esame.

Le norme di riferimento per la prova sono le seguenti:

C.N.R. B.U. n° 146 del 14/12/1992 "Determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$  mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare"

C.N.R. B.U. n° 9 del 11/12/1967 "Determinazione del modulo di deformazione di un sottofondo, di uno strato di fondazione o di uno strato di base"

L'attrezzatura per l'esecuzione della prova è la seguente:

Piastra circolare in acciaio di spessore non minore di 20mm e del diametro di  $300 \pm 1$ mm.

Tale piastra deve essere irrigidita mediante apposite nervature oppure mediante altra piastra in acciaio, di spessore non minore di 20mm e del diametro di 160mm, sovrapposta coassialmente ad essa.

Scatola cilindrica metallica, all'interno della quale, in corrispondenza del centro della cerniera sferica descritta in seguito, è ricavata una superficie piana su cui appoggiare la punta del comparatore posto al centro della piastra (procedura di prova a).

Tale scatola può essere omessa nel caso in cui si adotti la procedura di prova tipo b.

Cerniera sferica per il centramento del carico (bloccabile durante le operazioni di insediamento dell'attrezzatura), da disporre immediatamente al di sopra della piastra di carico

Martinetto idraulico o meccanico della portata di circa 50KN, avente una sensibilità di 0,5 KN.

Prolunga costituita da più aste cilindriche avvitare tra loro, in modo da consentire diverse lunghezze.

Comparatori centesimali avente capacità di misura di 10mm, sensibilità di 1/100 di mm, ovvero n°3 comparatori dello stesso tipo nel caso di procedura di prova di tipo b.

Braccio metallico snodabile portacomparatori, munito di dispositivo a vite micrometrica per l'azzeramento del comparatore (procedura a), ovvero n°3 bracci per procedura di prova di tipo b.

Sostegno dei bracci portacomparatori costituito da una trave sufficientemente rigida, della lunghezza di circa 2,50m, munita all'estremità di due supporti per l'appoggio al terreno oppure, in alternativa, un sostegno costituito da due travi di uguale lunghezza di almeno 1,20m ciascuna, incernierati tra loro in modo da disporsi su tre supporti.

Un contasecondi.

Un filo a piombo

Un termometro con scala da  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$  circa e sensibilità  $1^{\circ}\text{C}$

#### Modalità esecutive

Per l'esecuzione della prova è necessario disporre di un contrasto fisso, che può essere costituito dalla parte posteriore del telaio di un autocarro sul cui asse posteriore gravi un carico almeno doppio di quello massimo da esercitare sulla piastra.

Si dispone la piastra sulla superficie dello strato di cui si vuol determinare il modulo di deformazione, curando che il contatto sia il più completo possibile; all'uopo le eventuali

irregolarità superficiali verranno livellate a mezzo di un sottile strato di sabbia o altro materiale incoerente, tutto passante al setaccio da 2mm. Allorché si rende necessario effettuare la prova su una superficie già ricoperta da altro strato, occorre praticare uno scavo le cui pareti distino almeno 30cm (diametro piastra) dal bordo della piastra.

Misura del cedimento:

Procedura a):

con un solo comparatore: dopo aver sistemato e bloccato la cerniera sferica, si pone sulla piastra la scatola cilindrica e si introduce all'interno di essa il comparatore (sorretto dall'apposito braccio) in modo che la sua punta poggi sulla sede appositamente ricavata nella parte inferiore della scatola. Il braccio comparatore viene a sua volta fissato alla trave di sostegno i cui appoggi devono distare dai bordi delle aree caricate (piastra e ruote o altro supporto del contrasto) non meno di 1m per la piastra e di 0,50m per le ruote. Il complesso di misura dei cedimenti (trave, braccio, comparatore) deve essere riparato dai raggi diretti del sole, da scosse e da vibrazioni. Occorre evitare, inoltre, qualsiasi circolazione in prossimità del posto di misura. Si dispongono sopra la scatola il martinetto e il dinamometro facendo in modo che l'asta di prolunga contrasti con il telaio dell'autocarro zavorrato ovvero si fa retrocedere sopra la scatola l'autocarro con il martinetto, in dinamometro e la prolunga già montati. Si avrà cura, servendosi del filo di piombo, di far sì che il punto d'appoggio del martinetto e la cerniera sferica di base si trovino sulla stessa verticale.

Procedura b):

con tre comparatori: le modalità di prova sono identiche a quelle descritte per la procedura a, salvo che:

Non viene impiegata la scatola cilindrica;

Si dispone la cerniera sferica tra la struttura e la prolunga;

Si dispongono a 120° sul perimetro della piastra, a circa 5mm dal bordo, tre comparatori avvalendosi dei tre bracci comparatori.

Indipendentemente dalla procedura adottata, si libera la cerniera sferica e si applica, agendo sul martinetto, un carico di assetto di 0,02 N/mm<sup>2</sup> complessivamente, ossia compreso il carico dell'apparecchiatura gravante sulla superficie da provare e non misurata dal dinamometro.

Si attende che i cedimenti si siano esauriti (ossia quando la differenza di due letture consecutive del comparatore effettuate con intervallo di 1 minuto, in relazione alle deformazioni sotto carico o allo scarico, sia di  $\pm 0,02$ mm) e si azzerano i comparatori.

Si porta il carico al valore di 0,05 N/mm<sup>2</sup> e si effettua una prima lettura del comparatore (in caso di procedura a) o dei tre comparatori (in caso di procedura b), determinando in quest'ultimo caso la media dei tre cedimenti letti.

Vengono quindi applicati i seguenti incrementi di carico, effettuando ogni minuto le corrispondenti letture al/ai comparatore/i fino alla stabilizzazione dei cedimenti.

a. Primo ciclo:

per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato: incrementi di carico di 0,05N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere la pressione di 0,2 N/mm<sup>2</sup>

per strati di fondazione e per strati di base: incrementi di carico di 0,1 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere rispettivamente la pressione di 0,35 e 0,45 N/mm<sup>2</sup>

Si effettuano le letture dei cedimenti ad ogni incremento di carico; letto il cedimento relativo al carico massimo si effettua lo scarico completo se interessa determinare solo il modulo  $M_d$ , mentre qualora occorra determinare anche il modulo  $M'd$ , al fine di giudicare la qualità del costipamento, al termine del primo ciclo di carico, si effettua lo scarico fino alla pressione di 0,050 N/mm<sup>2</sup> e si rileva, dopo la stabilizzazione della deformazione il cedimento residuo. Partendo da queste condizioni, si inizia il secondo ciclo di carico, applicando gli incrementi di carico indicati in seguito.

b. Secondo ciclo:

per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato: incrementi di carico di 0,05 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere la pressione di 0,15 N/mm<sup>2</sup>

per strati di fondazione e per strati di base: incrementi di carico di 0,1 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere rispettivamente la pressione di 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>

Si misura la temperatura dell'aria più volte nel corso della prova per accertare che essa non abbia subito variazioni sensibili

Eseguita la prova, si rimuove l'apparecchiatura e si effettua un prelievo di materiale in prossimità del punto di misura per stabilire l'umidità (CNR-UNI 10008) dello strato. Il prelievo deve interessare uno spessore di almeno 15cm.

Qualora si eseguano prove su un sottofondo la cui struttura non è nota, si dovrà eseguire uno scavo nel terreno fino alla profondità di circa 50cm, onde rilevare la stratigrafia del terreno e controllare che sotto la piastra non vi siano ciottoli o blocchi di dimensioni maggiori a 10cm. In tale eventualità la prova non è da considerarsi significativa e deve essere ripetuta in un altro posto opportunamente scelto.

Nel caso di prove eseguite su strati di fondazione o di base si dovrà aver cura che la dimensione massima dell'aggregato in corrispondenza della zona provata non superi i 10 cm.

La documentazione relativa ai risultati ottenuti con la prova dovrà essere riportata sottoforma di diagrammi aventi in ascisse le pressioni ed in ordinate i cedimenti.



I moduli di deformazione  $M_d$  ed  $M'_d$  corrispondenti al primo ed al secondo ciclo di carico rispettivamente, vengono determinati applicando le formule indicata al §2, e nelle quali  $\Delta p$  e  $\Delta p'$  si fissano pari a  $0,1 \text{ N/mm}^2$  e si scelgono normalmente i seguenti intervalli, al fine della determinazione dei corrispettivi  $\Delta s$  e  $\Delta s'$  :

- Per terreni di sottofondo e strati di rilevato:  $\Delta p = \Delta p'$  compreso tra  $0,05$  e  $0,15 \text{ N/mm}^2$ ;
- Per strati di fondazione:  $\Delta p = \Delta p'$  compreso tra  $0,15$  e  $0,25 \text{ N/mm}^2$ ;
- Per strati di base:  $\Delta p = \Delta p'$  compreso tra  $0,25$  e  $0,35 \text{ N/mm}^2$ ;

La valutazione della qualità del costipamento si effettua in base al rapporto  $\frac{M_d}{M'_d} (\leq 1)$  che risulterà tanto più prossimo all'unità quanto migliore è la qualità del costipamento.

### art 3 - PROVA PULL-OUT

L'indagine pull-out è una prova semidistruttiva (arrecata un danno limitato all'elemento di calcestruzzo: diametro 55 mm, profondità 25mm) per la determinazione della forza di estrazione di un inserto metallico preinglobato o post inserito nell'elemento in calcestruzzo da sottoporre a prova.

Tale prova è normata dalla UNI EN 12504-3:2005 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione".

La prova si basa sulla corrispondenza esistente tra il carico unitario di rottura a compressione del calcestruzzo e la forza necessaria ad estrarre un inserto metallico standardizzato preinglobato nel calcestruzzo fresco o post inserito nel calcestruzzo indurito.

Tale prova può essere utilizzata per stimare la resistenza in sito, per stabilire quando procedere al post tensionamento, quando rimuovere forme e puntelli, quando interrompere la protezione invernale e la manutenzione, oppure per effettuare prove comparative.

Il principio su cui si basa la prova, infatti, è il seguente: "un piccolo disco metallico (ovvero la parte terminale ad espansione di un opportuno tassello), dotato di uno stelo centrale su un lato, è inserito nel calcestruzzo in modo che lo stelo rimanga sporgente dalla superficie del calcestruzzo. Si misura la forza necessaria per estrarre il disco dal calcestruzzo."

L'apparecchiatura con cui viene effettuata la prova è la seguente:

- disco e stelo (di dimensioni normalizzate) per calcestruzzo fresco;
- tassello con testa espandente (di dimensioni normalizzate) per calcestruzzo indurito;
- sistema di carico costituito da un martinetto idraulico con all'estremità a contatto con il calcestruzzo un anello di contrasto (di dimensioni normalizzate);
- unità di pressurizzazione con manometro di precisioni indicante il valore massimo di pressione raggiunto durante la prova.

La forza di estrazione è rappresentativa di uno stato di sollecitazione complesso, ma il suo valore è correlabile con la resistenza a compressione. La correlazione tra forza d'estrazione e resistenza a compressione varia al variare della resistenza del calcestruzzo, ma è migliore delle correlazioni esistenti tra resistenza a compressione e indice di rimbalzo o velocità di propagazione delle onde elastiche.

Nel caso di impiego di inserti post-inseriti nel calcestruzzo, la prova si svolge secondo le seguenti modalità:

a) individuazione di una zona di misura idonea;

b) i punti di misura devono risultare non coincidenti con aggregati affioranti e

sufficientemente distanti dalle barre di armatura, dagli altri punti di misura e dagli

spigoli dell'elemento;

c) in ogni area di misura si devono effettuare almeno 3 estrazioni. Ogni estrazione deve essere eseguita con la seguente procedura:

- esecuzione del foro ortogonalmente alla superficie del calcestruzzo;
- evacuazione della polvere dal foro, inserimento del tassello per tutta la sua lunghezza e sua forzatura per espansione contro le pareti del foro;
- posizionamento del martinetto sul calcestruzzo ed inserimento del tirante nel foro del martinetto avvitandolo con forza nel tassello;
- centratura del martinetto rispetto al tassello ed esecuzione della prova di estrazione;
- incremento della pressione (o del carico) nel martinetto in modo graduale e costante (circa  $0.5 \pm 0.2$  kN/s) ;
- rilievo della forza F di estrazione, in kN e registrazione del risultato.

Effettuate le estrazioni, verrà calcolata la media tra valori di F. Qualora uno di essi si discosti di più del 20% dal valore medio, tale valore dovrà essere sostituito dal risultato di un'ulteriore estrazione eseguita in prossimità delle altre; se anche in questo caso il criterio di accettazione non risulta verificato si dovranno ripetere le 3 estrazioni in una nuova zona adiacente.

La correlazione tra la forza d'estrazione F, ricavata dalla pressione misurata al martinetto, e la resistenza cubica Rc è del tipo:

$$R_c = A + B F$$

in cui i coefficienti A e B sono opportunamente calibrati mediante prove distruttive a compressione su carote.

#### art 4 – DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE DEL CLS

La prova di carbonatazione è una tecnica di indagine semi-distruttiva allo scopo di misurare la profondità di carbonatazione dello strato superficiale di una struttura in calcestruzzo. La carbonatazione è un fenomeno chimico per cui l'idrossido di calcio, presente nel calcestruzzo, reagisce con l'anidride carbonica, formando così carbonato di calcio. La riduzione dell'idrossido di calcio determina un abbassamento del pH, creando in questo modo le condizioni favorevoli per l'innescò della corrosione dei ferri d'armatura: infatti, quando lo strato carbonato intacca il calcestruzzo che ricopre le armature, viene meno la protezione passivante creata dalla pasta cementizia, permettendo all'ossigeno e all'umidità di attaccare il ferro. Il fenomeno dell'ossidazione produce la diminuzione del copriferro o, più gravemente, la riduzione della sezione resistente del tondino. La prova deve essere effettuata subito dopo l'estrazione del campione di calcestruzzo tramite carotaggio, dal momento che, con il passare del tempo, l'anidride carbonica tende a "carbonatare" lo strato superficiale del conglomerato. Operativamente si procede immergendo il campione in una soluzione di fenolfaleina che contiene alcool etilico all'1%, provocando una colorazione viola nella zona non intaccata dalla carbonatazione. Il tratto "incolore", invece, indica la profondità di carbonatazione.

## Art 5 – PROVA SCLEROMETRICA

L'esecuzione della prova e l'elaborazione delle misure deve essere effettuata nel rispetto del p.to 12.4 delle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. – febbraio 2008.

La prova va effettuata quando la struttura è al rustico cioè senza la presenza di finiture quali intonaci, pavimenti, ecc.

Il primo passo è individuare le membrature (pilastri, travi, ecc.) oggetto della misure sclerometriche.

Si può ricorrere preventivamente ad una prova pacometrica al fine di individuare le aree non interessate da armature in prossimità della superficie.

Inoltre l'area di prova deve essere priva di difetti superficiali quali nidi di ghiaia, forti porosità e rilevanti irregolarità.

Individuata l'area di misura si procede alla misurazione.

Ogni serie di misurazioni è composta da non meno di 10 battute non sovrapposte (è sbagliato effettuare più battute sullo stesso identico punto fisico). Di norma una misurazione è composta da 12 battute.

Sulla membratura oggetto di verifica, prima di ogni misurazione si effettua la pulizia della superficie di indagine utilizzando ad esempio una spazzola abrasiva a grana media in carburo di silicio o una mola e si verifica il grado di carbonatazione della stessa mediante nebulizzazione di una soluzione di fenolftaleina all'1% di alcool etilico.

Successivamente si disegna sulla superficie da saggiare, con una matita, una griglia regolare costituita da non meno di 10 punti, di regola se ne individuano 12, distanti 20 ÷ 50 mm (di norma 30 mm) tra loro (e dal bordo di eventuali difetti superficiali presenti o da ferri d'armatura preventivamente rilevati), utilizzando un'apposita griglia in plastica normalmente in dotazione con lo strumento.

In corrispondenza di questi punti si effettuano le battute e si segnano i singoli indici di rimbalzo I.

Per ogni serie di misurazioni normalmente si scartano i due valori maggiori e si mediano i rimanenti ottenendo così l'indice di rimbalzo medio  $I_m$ .

I risultati delle prove possono considerarsi accettabili quando almeno l'80% degli indici di rimbalzo I si discosta da Im per meno di 6 unità, altrimenti deve essere scartata l'intera serie di misure e la prova va ripetuta in una zona adiacente.

Palermo, li 00 AGO. 2014

#### I PROGETTISTI

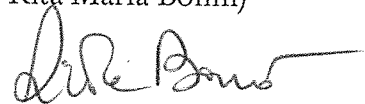
(Ing. Giacomina Maria Fasulo)



(Dott. geol. Roberta Di Natale)



(Geom. Rita Maria Bonni)



(Geom. Angelo Michele Curcio)

