



MINISTERO DELLE  
INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

# FSC

Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

## PIANO OPERATIVO FONDO SVILUPPO E COESIONE INFRASTRUTTURE 2014 - 2020

DELIBERE CIPE N. 54 DEL 01.12.2016 / N. 12 DEL 28.02.2018  
C.U.P. E35G18000100007

### CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

## INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELLA SICUREZZA DELLE DIGHE CARMINE E NOCELLITO NEL COMUNE DI CANNALONGA (SA)

ESECUZIONE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, DI LABORATORIO E INSTALLAZIONE DI  
TUBI INCLINOMETRICI PER IL MONITORAGGIO DEI DISSESTI MANIFESTATI IN  
DESTRA IDROGEOLOGICA DEL CORONAMENTO DELLA DIGA CARMINE

Elaborato	<b>08</b>	Scala	-	Data	Settembre 2022	Revisione	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
-----------	-----------	-------	---	------	----------------	-----------	---

Contenuti elaborato	<b>Disciplinare tecnico</b>
---------------------	-----------------------------

<b>TIPOLOGIA ELABORATO</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input checked="" type="checkbox"/> Disciplinare - Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

#### PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi Srl  
Loc. Piano Della Rocca 84060 PRIGNANO CILENTO (SA)  
Tel. 0974/837206 fax 0974/837154 - Pec: veliaingegneria@pec.it  
**Ing. Gaetano Suppa**  
Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983  
Consulente - Waterways Srl

#### R.U.P.

**Ing. Giancarlo Greco**  
Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 5168 dal 11.09.2006

Rif. archivio digitale: 43.2021/Ve.Ing.



# Esecuzione di indagini geognostiche, di laboratorio e installazione di tubi inclinometrici per il monitoraggio dei dissesti manifestati in destra idrogeologica del coronamento della diga Carmine

## DISCIPLINARE TECNICO

### 1. PRESCRIZIONI GENERALI

#### 1.1. Descrizione delle attività

Le attività consistono nell'esecuzione di indagini geognostiche-geofisiche in sito e prove di laboratorio finalizzate alla caratterizzazione dello sbarramento della diga del Nocellito. L'area oggetto delle indagini e la loro ubicazione di massima sono indicate nella relazione "Piano delle indagini".

#### 1.2. Indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio

Le indagini previste sono di seguito specificate:

- Fori di sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove di laboratorio.
- Prove di tomografia sonica/ultrasonica 2D
- Prove down-hole nei due fori di sondaggio.
- Rilevo BHTV con sonda televisiva ultrasonica e determinazione delle caratteristiche strutturali dall'ammasso roccioso di fondazione.
- Stendimenti sismici a rifrazione con misura di onde P ed S sulle due sponde dello sbarramento.
- Prelievo di campioni indisturbati dai sondaggi.
- prove di laboratorio su provini di calcestruzzo e di roccia di fondazione

#### 1.3. Procedure/Raccomandazioni di riferimento

- "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (Associazione Geotecnica Italiana, 1977), ASTM (sez. D) e ISRM;
- "Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018)";
- "D.M. 14/01/2008" per tutto quanto non ridefinito nelle nuove NTC18.



## 14. Oneri relativi alla sicurezza

Sono da intendersi “Oneri relativi alla sicurezza del lavoro a carico dell’APPALTATORE”, gli oneri di tipo “generale” ovvero gli oneri per l’impiego di tutte le misure ed i mezzi di prevenzione e protezione individuale e collettiva necessarie a garantire la sicurezza dei lavoratori durante lo svolgimento delle attività proprie dell’APPALTATORE, ovvero in aree isolate e senza alcuna interferenza anche di tipo ambientale; a titolo esemplificativo e non esaustivo si possono citare gli oneri per:

- dispositivi di protezione individuali (D.P.I.) che costituiscono la dotazione personale ordinaria del lavoratore (casco, cuffie, occhiali, maschera per le polveri, guanti, scarpe, indumenti, ecc.);
- informazioni e corsi di formazione che il datore di lavoro fornisce ai lavoratori;
- sorveglianza sanitaria;
- redazione del piano operativo di sicurezza;
- dotazioni di sicurezza di macchine e attrezzature che devono essere conformi almeno ai requisiti minimi di sicurezza previsti dalla direttiva macchine.

### 1.4.1. Primo Soccorso

L’organizzazione e la predisposizione dei presidi ed attività di primo soccorso sono competenza ed onere dell’APPALTATORE e la loro remunerazione è considerata inclusa nelle singole voci di prezzo delle attività presenti nel Computo Metrico.

### 1.4.2. Security

L’organizzazione e la predisposizione della sicurezza in sito (intesa come guardiania delle attrezzature e/o e necessità di guardie del corpo per i lavoratori) sono competenza ed onere dell’APPALTATORE e la loro remunerazione è considerata ed inclusa nelle singole voci di prezzo delle attività presenti nel Computo Metrico.

## 2. PRESCRIZIONI TECNICHE E NORME DI VALUTAZIONE

### 2.1. Impianto di cantiere

Per impianto di cantiere “standard” si intende l’insieme di tutte quelle attività (“a corpo”) necessarie per la realizzazione del cantiere di lavoro in ogni sito al fine di eseguire i sondaggi (e attività ad essi connesse come prove SPT in foro, prelievo di campioni indisturbati/rimaneggiati, prove di



permeabilità, installazione strumentazione, ecc.) nell'area di indagine; tra queste attività sono compresi, tra l'altro, il carico, trasporto, spostamento e scarico di attrezzature, materiali, macchinari, sia in andata che in ritorno dalla sede dell'APPALTATORE al sito di indagine, nonché i baraccamenti di cantiere per il deposito dei materiali e per i servizi delle maestranze, se necessari.

Per l'allestimento del cantiere in ciascuna area di indagine, e per il relativo accesso in mancanza di una viabilità esistente, l'APPALTATORE deve utilizzare mezzi da fuoristrada in modo da limitare al minimo le opere di predisposizione dell'area, eseguendo comunque le opere a sua cura e spese.

L'APPALTATORE deve attenersi, scrupolosamente e rigorosamente, a quanto prescritto, a proposito di norme antinfortunistiche, dalle vigenti norme in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene e sicurezza degli ambienti di lavoro; in particolare, in via esemplificativa e non esaustiva, da:

- D.Lgs. del 09.04.2008 n.81 (in particolare Titolo IV) così come modificato dal D.Lgs.106/09 e successivi eventuali aggiornamenti;
- D.Lgs. del 25.11.1996 n.624, nel caso che i siti di indagine ricadano in ambito minerario;
- altre norme e/o disposizioni in merito eventualmente pubblicate successivamente alla data di emissione del presente documento.

Sono a cura ed onere dell'APPALTATORE:

- la realizzazione, manutenzione, rimozione e ripristini relativi all'impianto di cantiere e a tutte le opere provvisorie (slarghi, adattamenti, perimetrazioni, protezioni, opere di sostegno, etc.) che si rendono necessarie per eseguire i lavori, nonché l'eventuale stoccaggio di acqua per l'approvvigionamento idrico nelle fasi di perforazione;
- l'eventuale approvvigionamento idrico nelle fasi di perforazione, se necessario;
- le attenzioni e gli apprestamenti che si rendessero necessari per la conservazione degli eventuali picchetti relativi a rilievi topografici eseguiti in precedenza, come qualsiasi altro manufatto e cippo confinario esistente;
- il ricovero delle attrezzature e dei materiali impiegati e la loro sorveglianza;
- la sistemazione finale per ripristinare lo stato dei luoghi precedente l'intervento, attività a cui l'APPALTATORE deve prestare particolare cura ed attenzione.

Gli oneri suddetti e tutti gli altri oneri connessi con l'esecuzione dei lavori sono considerati ripartiti sulle singole voci di lavoro.

## **2.2. Piazzamento attrezzatura di indagine**



All'interno di ciascuna sito di indagine, la localizzazione topografica delle verticali da indagare è a cura ed onere dell'APPALTATORE, sulla base dei dati e con le tolleranze forniti preventivamente dal personale del Consorzio Velia.

Si intendono compresi nelle attività di piazzamento, oltre alle suddette localizzazioni, anche la predisposizione della piazzola per la collocazione dell'attrezzatura, nonché gli eventuali allacciamenti dell'acqua necessaria per la perforazione, in derivazione dall'impianto di cantiere e/o mediante trasporto di autobotti in sito, il carico, trasporto e scarico delle attrezzature e dei macchinari in ogni postazione.

Tutti gli altri oneri connessi con l'esecuzione dei lavori sono considerati ripartiti sulle singole voci di lavoro.

Valutazione a numero di piazzamenti effettuati (uno per ogni verticale indagata). Nel prezzo sono compresi gli oneri per lo spostamento delle attrezzature e dei macchinari in ogni postazione, l'eventuale predisposizione della piazzola di perforazione, la localizzazione topografica della verticale di indagine sulla base dei dati forniti dal personale del Consorzio Velia, lo scavo della fossa di circolazione del fango e/o raccolta dei fanghi nel caso di sondaggio e tutti gli altri oneri e prescrizioni precedentemente descritti.

### **23. Perforazione geognostica**

Le perforazioni devono essere eseguite con sonda idraulica a rotazione, con velocità di rotazione variabile e dispositivo di correzione della pressione tale da garantire un campionamento completo e privo di disturbi generati da velocità eccessiva e/o pressione non idonea al materiale attraversato; la perforazione deve essere eseguita, di norma, "a secco" o con impiego minimo di acqua, comunque adeguato al materiale attraversato in caso di terreni sciolti, mentre deve essere eseguita utilizzando acqua pulita come fluido di perforazione nel caso di perforazione in roccia.

La perforazione viene eseguita impiegando i seguenti utensili di perforazione:

- carotieri semplici dest=101 mm, di lunghezza pari a 1500-3000 mm, con corone di tipo incastonato con prismi in widia o diamantate, corredati da eventuale estrattore, se necessario;
- si prevede altresì l'uso di carotiere a doppio corpo, con le medesime caratteristiche dimensionali del precedente, in terreni particolarmente compatti e/o in presenza di roccia.



In funzione della specifica caratterizzazione è comunque da impiegarsi l'utensile più opportuno ad evitare il dilavamento del materiale attraversato così da ottenere la maggior percentuale di carotaggio.

Al termine di ogni operazione atta all'avanzamento delle tubazioni di rivestimento, si deve procedere ad una manovra di ripulitura sul fondo prima di riprendere l'avanzamento.

Immediatamente dopo l'estrazione del materiale dal carotiere si deve provvedere ad eliminare alle estremità della carota i residui di perforazione e la parte più disturbata della stessa; le carote estratte, ad esclusione dei campioni indisturbati, devono essere raccolte nell'ordine di estrazione in apposite cassette distinte per ogni sondaggio, adeguatamente robuste, ove devono essere conservate per successive osservazioni e prove; ogni cassetta deve essere dimensionata in modo da contenere 5 metri di carote in cinque scomparti da 1 metro ciascuno. Le carote devono essere posizionate in ciascuna cassetta in modo che, guardando la cassetta posta orizzontalmente (lato maggiore a terra), la parte iniziale del carotaggio sia localizzata in alto a sinistra della cassetta e la parte finale sia localizzata in basso a destra della cassetta stessa (lettura "a libro" del sondaggio).

Sulla superficie delle carote "scortecciate" si devono eseguire per i materiali coerenti (limi, argille), ogni 50 cm circa prove con il penetrometro tascabile ("Pocket Penetrometer") e con lo scissometro tascabile ("Vane Test" da laboratorio); per ogni passaggio stratigrafico significativo devono comunque essere eseguiti almeno due prove con il penetrometro tascabile, i cui risultati devono essere indicati sugli elaborati delle stratigrafie di dettaglio.

Nel caso di sondaggi in roccia, devono essere prelevati sia spezzoni di carota integri che spezzoni di carota contenenti fratturazione di tipo naturale (escludendo quindi fratture meccaniche dovute ad azioni di carotaggio); in tutti i casi la carota deve avere una lunghezza compresa tra 30 e 60 cm; nel caso venga richiesta la perforazione a distruzione di nucleo su ammassi rocciosi che abbia finalità stratigrafiche, l'operatore deve annotare qualsiasi dato inerente le caratteristiche dell'ammasso roccioso attraversato quali eventuali vuoti riscontrati, livelli fratturati, livelli di terreno attraversato, etc.

L'onere dell'approvvigionamento dell'acqua di perforazione è dell'APPALTATORE.

Nelle cassette catalogatrici, munite di scomparti di alloggiamento delle "carote" e di relativo coperchio, devono essere indicate, per ogni scomparto, le quote di inizio e termine di ciascuna manovra di campionamento, le quote di prelievo dei campioni indisturbati e/o rimaneggiati e/o in roccia; sul coperchio della cassetta, sia sul lato esterno che su quello interno, devono essere scritti in



modo indelebile, la ragione sociale dell'APPALTATORE, la denominazione del Cantiere, il numero del foro, le quote inizio e termine e la data di perforazione.

Tutte le cassette contenenti le carote devono essere fotografate singolarmente; la ripresa fotografica deve essere effettuata, con fotocamera digitale avente risoluzione minima 1280 x 1024 pixel, ponendo la cassetta orizzontalmente (lato maggiore a terra - lettura "a libro" del sondaggio) e da posizione ortogonale alla cassetta; sulla parte superiore della cassetta deve essere posta la scala cromatica di riferimento congiuntamente ad un cartello indicante i dati del sondaggio (Committente: ..... – Impresa:..... – Cantiere:..... – Sondaggio:..... – Cassetta: n..... – Prof.: da mt.....a mt..... – Data ).

Valutazione a metro di lunghezza di profondità della perforazione effettivamente eseguita, misurata dal piano campagna lungo le aste infisse, con differenziazione di prezzo secondo la profondità, la tipologia di perforazione (a distruzione di nucleo o a carotaggio continuo), della litologia (terreni o roccia e/o terreni cementati), comprendendo nel prezzo:

- la presenza, durante la perforazione e/o esecuzione di prove in foro, di un geologo messo a disposizione dall'APPALTATORE e a suo totale carico, preposto alla redazione delle stratigrafie e documentazione tecnica di cantiere;
- il prelievo dei campioni rimaneggiati in terreno, il loro confezionamento ed invio al laboratorio geotecnico;
- l'approvvigionamento e consumo dell'acqua necessaria alla perforazione;
- l'eventuale impiego di tubazione di rivestimento del foro;
- la fornitura e utilizzo delle cassette catalogatrici;
- il riempimento del foro secondo le indicazioni fornite dal personale del Consorzio Velia e la materializzazione della verticale indagata a fine perforazione, e tutti gli altri oneri e le prescrizioni discusse in precedenza.

### 2.3.1. Restituzione dei dati

Durante la perforazione di ciascun sondaggio deve essere redatta, da un geologo messo a disposizione dall'APPALTATORE e a suo totale carico e presente giornalmente in cantiere, un'accurata stratigrafia dei terreni o materiali attraversati; nella stratigrafia suddetta deve essere pure effettuata una dettagliata registrazione di tutte le particolarità ed accidentalità incontrate quali: vuoti, alterazioni, perdite di circolazione, venute d'acqua, variazioni di resistenza all'avanzamento, etc. Devono essere inoltre annotati a margine della colonna stratigrafica sia il livello della o delle



falde freatiche incontrate, sia i risultati delle prove Pocket Penetrometer e Vane Test eseguiti sulla carota (se in presenza di terreni limoso-argillosi). In particolare, i profili stratigrafici di campagna devono essere restituiti su appositi moduli dove sono registrati, per ogni verticale di indagine, i seguenti dati (in relazione alla natura del materiale attraversato):

- dati di identificazione della verticale indagata, tra i quali anche le coordinate topografiche nonché la quota del boccaforo;
- tipo di attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione;
- sistema, diametri e fluido di perforazione;
- diametro del rivestimento laddove utilizzato;
- tipo litologico e relativa rappresentazione grafica utilizzando la simbologia AGI (AGI, 1977);
- descrizione dei terreni: l'esame dei materiali contenuti nelle casse catalogatrici relative a ciascun sondaggio, deve essere tale da identificare intervalli della successione stratigrafica macroscopicamente omogenei (strati) e loro descrizione, distinguendo i materiali predominanti e quelli subordinati, secondo la normativa di riferimento (A.G.I., 1977);
- descrizione delle rocce o terreni cementati e relativi logs di discontinuità, secondo icriteri riportati nel successivo Art. "Criteri di descrizione delle rocce o terreni cementati";
- percentuale di carotaggio: (RQD modificato) definita come il rapporto percentuale tra la lunghezza del campione recuperato e la lunghezza della manovra corrispondente (recupero percentuale). Viene rappresentata da una linea spezzata, che per ogni manovra di perforazione risulta parallela al valore percentuale indicato;
- manovra di carotaggio: descrive un singolo tratto di avanzamento nella perforazione ed individua la profondità raggiunta;
- prove con il penetrometro tascabile (Pocket Penetrometro) e con lo scissometro tascabile (Torvane);
- RQD (Rock Quality Designation): descrive il rapporto percentuale tra la sommatoria dei soli singoli spezzoni di carota, aventi lunghezza maggiore o uguale a 10 cm, e la lunghezza del tratto perforato; l'RQD viene rappresentato mediante una linea spezzata, analogamente alla percentuale di carotaggio;
- dimensioni degli spezzoni (numero degli spezzoni di roccia rispettivamente inferiore a 5 cm, compresi tra 5-10 cm e superiore a 10 cm);



- numero di discontinuità per metro lineare: viene indicato il numero ed il tipo di discontinuità per 1 m di lunghezza, registrato nel tratto di perforazione in roccia considerato;
- prelievo campioni indisturbati e/o rimaneggiati (lapidei e non): numero progressivo, profondità di inizio e fine prelievo;
- prove SPT: valore di NSPT, numero dei colpi, profondità di inizio e fine prova, tipo di punta;
- prove Lugeon: profondità della prova e valore dell'Unita Lugeon e/o della permeabilità k;
- eventuali prove pressiometriche: modulo pressiometrico;
- casse catalogatrici: numero progressivo, profondità di inizio e fine cassa;
- schemi di installazione di eventuali piezometri in foro;
- note sulla perforazione: eventuali dati sulla perdita del fango di circolazione, materiali assenti, velocità di avanzamento variabili o lontane dalla media, passaggi vuoti, rifluimenti in colonna ed ogni altra notizia che appaia interessante o utile.

Tutte le informazioni tecniche contenute nei sopra citati documenti di cantiere, unitamente alle riprese fotografiche delle cassette catalogatrici, devono preliminarmente pervenire in forma di bozza, preferibilmente mediante sistemi informatici a cura ed onere dell'APPALTATORE, agli uffici del consorzio Velia (agli indirizzi da questa indicati), in modo da consentire all'Ente di operare prime valutazioni su quanto ricevuto.

Successivamente le informazioni suddette devono essere riportate, in forma definitiva, nella Relazione Finale afferente al sito di indagine.

#### **2.3.1.1. Criteri di descrizione delle eventuali rocce e/o materiali cementati**

In analogia con le modalità descrittive dei terreni coesivi, devono essere individuati i litotipi predominanti ed i materiali subordinati con caratteristiche litologiche, di fratturazione e/o alterazione differenti rispetto a quelle del materiale predominante.

Per la descrizione dei litotipi rocciosi e dei materiali cementati devono essere forniti, nell'ordine, le informazioni seguenti:

- definizione petrografica (sulla base delle conoscenze geologiche disponibili);
- colore prevalente;
- definizione della durezza, mediante metodi speditivi di cantiere;
- definizione dei caratteri tessiturali (\*) relativi allo stato di aggregazione, alle dimensioni, alla forma ed alla natura dei grani costituenti;



- definizione del carattere strutturale (\*) della roccia: struttura caotica, per indicare uno stato completamente disorganizzato; struttura scagliosa, per indicare lo stato della roccia che si frantuma in lenti (scaglie) centimetriche e/o decimetriche, aventi superfici ondulate o piane e segnate da striature di frizione (lucide); struttura omogenea, per indicare l'assenza di organizzazioni evidenti a scala macroscopica;
- definizione del grado di continuità o di fratturazione (distanza e tipo delle discontinuità o delle superfici di minore resistenza) sulla base della normativa di riferimento (AGI, 1977); per intervalli di roccia caratterizzati da elevata frantumazione, devono essere utilizzati i termini: roccia cataclasata ("materiale a granulometria grossolana prodotto durante la formazione di una zona cataclastica" - M. Manzoni, Dizionario di Geologia, 1978); roccia milonitizzata ("se i processi di dislocazione e di taglio che causano cataclasi sono intensi e prolungati nel tempo, i singoli cristalli componenti la roccia si fratturano e l'intera roccia presenta una grana sempre più fine, sviluppando talvolta anche una fogliazione" - M. Manzoni, Dizionario di Geologia, 1978);
- definizione della qualità della roccia sulla base dei risultati RQD, come indicato dalla normativa di riferimento (AGI, 1977);
- definizione del grado di alterazione endogena (alteration);
- definizione del grado di ossidazione (ox).

(\*) La tessitura, in una roccia, definisce l'insieme della forma, delle dimensioni e della disposizione dei granuli minerali che la compongono. La struttura definisce l'insieme dei caratteri osservabili su grande scala (A. Mottana, R. Crispi, G. Liborio, 1977).

### 2.3.1.2. Logs di fratturazione

La descrizione stratigrafica (log stratigrafico) deve essere integrata dalla descrizione delle superfici di discontinuità (log di fratturazione).

Il risultato dell'esame delle superfici di discontinuità deve essere restituito in appositi moduli (log di fratturazione).

Le discontinuità possono essere descritte singolarmente oppure per gruppo; nel secondo caso, la medesima descrizione può valere per discontinuità che presentino una o più caratteristiche descrittive comuni.

La descrizione delle discontinuità prevede l'indicazione delle seguenti caratteristiche nell'ordine di elencazione:



- tipo di discontinuità: FR discontinuità per frattura della roccia prodotta da stress meccanico naturale; S discontinuità per stratificazione, dipendente dall'organizzazione deposizionale e dalla stratificazione della roccia; FL discontinuità per foliazione e/o scistosità, dipendente dall'organizzazione scagliosa (scistosità) della roccia, per deformazioni frizionali e tettoniche; M discontinuità per rottura meccanica, attribuibile a cause artificiali in fase di carotaggio o, più spesso, in fase di estrazione della carota dal carotiere;
- inclinazione: misura, in senso orario, dell'angolo compreso tra il piano perpendicolare alla direzione di perforazione (orizzontale alla carota) e la superficie di discontinuità;
- forma, il cui tipo è definito dagli aggettivi:
  - ✓ irregolare;
  - ✓ ondulata;
  - ✓ piana;
  - ✓ concava;

con l'aggiunta degli aggettivi (I) rugosa, (II) liscia, (III) laminata o striata;

- scabrezza (coefficiente "JRC");
- apertura (\*), il cui tipo è definita come:
  - ✓ serrata;
  - ✓ debolmente aperta (1-2 mm);
  - ✓ aperta (2-10 mm);
  - ✓ molto aperta (>10 mm);

(\*) per apertura non si intende un giunto necessariamente beante e vuoto (nei casi molto rari rappresentati da fratture carsiche) quanto piuttosto, per la quasi totalità dei casi, un giunto le cui superfici non sono a contatto, essendo presente del materiale di riempimento;

- ossidazione (ox);
- riempimento: deve essere indicata l'assenza o la presenza;
- tipo di riempimento (\*), la cui natura è definita come:
  - ✓ roccia cataclasata (roccia minutamente frantumata);
  - ✓ materiale sabbioso;
  - ✓ materiale limoso e/o argilloso, minerali secondari (calcite, pirite, etc. in prevalenza);

(\*) per riempimento si intende indicare la presenza di materiale sia portato nel giunto da acque circolanti, sia materiale prodotto per frizione all'interno del giunto stesso; nel caso del materiale prodotto per frizione, che risulta il più importante, il materiale di riempimento si presenta



estremamente consistente o addirittura risulta evidenziato da una pellicola sulla superficie di frattura con una colorazione diversa rispetto alla matrice, oppure da fogliazioni o scaglie fortemente addensate. Nei casi più evidenti e in corrispondenza di giunti aperti o molto aperti, il riempimento è rappresentato da cataclasiti di dimensioni da millimetriche a centimetriche o addirittura decimetriche;

- alterazione esogena (weathering): viene definita utilizzando gli aggettivi riferiti alla superficie di discontinuità;
- durezza della superficie di discontinuità: per le superfici di discontinuità prive di riempimento, si definisce la cosiddetta “resistenza di parete”; la stima viene effettuata in riferimento ad una appropriata scala sclerometrica, per esempio in funzione dell’entità della scalfitura provocata da una punta di acciaio:
  - ✓ superficie soffice: scalfibile con l'unghia;
  - ✓ superficie mediamente dura: scalfibile con punta d'acciaio;
  - ✓ superficie dura: scalfibile debolmente con punta d'acciaio.

### 2.3.1.2.1 Rappresentazione grafica ed alfanumerica delle discontinuità (log di fratturazione)

I log di fratturazione devono essere forniti su appositi moduli, a corredo della relativa stratigrafia. Ciascun modulo propone, per ogni cassa catalogatrice, unitamente alla:

- identificazione del committente;
- identificazione del cantiere;
- sigla identificativa del sondaggio;
- numero della cassa catalogatrice e della profondità del materiale in essa contenuto;
- uno schema rappresentativo alla scala 1:10 delle principali discontinuità delle carote di roccia prelevate nel sondaggio.

Ogni discontinuità viene identificata da una sigla alfanumerica che prevede, nello stesso ordine di elencazione, le seguenti informazioni:

- [69, 103] numero progressivo relativo al tipo di discontinuità (es.: 69esimo discontinuità del tipo "FR"; 103esimo discontinuità del tipo "M");
- [S] - [FR] - [FL] - [M] tipo di discontinuità, con riferimento alle definizioni precedentemente commentate;
- [65] angolo di inclinazione della superficie di discontinuità (es.: 65°);



- [A] forma: seguito da un numero che ne indica il tipo (es.: 2 = ondulata);
- [B] scabrezza (profilo di rugosità): seguito dal numero che indica il coefficiente “JRC” (1÷10);
- [C] apertura: seguito da un numero che ne indica il tipo (es.: 3 = apertura da 2 a 10 mm);
- [D] ossidazione (ox): seguito da un numero che ne indica il tipo (es.: 4 = profondamente ossidato);
- [E] riempimento: seguito da un numero che ne indica la presenza o l’assenza (es.: 4 = assente);
- [F] presenza e tipo di riempimento: seguito da un numero che ne indica la natura (es.: 3 = materiale limoso e/o argilloso).
- Per la rappresentazione di tratti di roccia particolarmente fratturati e per i quali non risulta fattibile la descrizione delle singole fratture, può essere utilizzata una simbologia in legenda, con riferimento a:
  - roccia completamente fratturata (composta da clasti, sabbia, limo e argilla) e con stratificazione non riconoscibile;
  - roccia completamente fratturata (composta da clasti) e con stratificazione non riconoscibile;
  - roccia completamente fratturata e con stratificazione riconoscibile.

Lo schema, infine, deve essere completato dalle note, dove possono essere evidenziate eventuali osservazioni ritenute di interesse.

## 2.4. Prelievo campioni indisturbati

Nel corso della perforazione di ciascun foro, devono essere estratti, su disposizione del personale del Consorzio Velia, campioni indisturbati con le sottoelencate attrezzature e modalità:

### 2.4.1. Campionatore

- Per il prelievo deve essere impiegato un campionatore idraulico a pareti sottili, munito di pistone bloccabile, tipo Osterberg o, in alternativa, tipo Shelby (diametro 100 mm; lunghezza 600 mm; spessore 2-3 mm) azionato a pressione;
- in caso di siti di indagine caratterizzato da terreni difficilmente campionabili, ovvero in terreni coesivi di elevata consistenza o con presenza di clasti, nei quali non sia possibile l’infissione di campionatori a pistone/pressione precedentemente descritti, il Consorzio Velia può richiedere il prelievo di campioni mediante l’utilizzo di appositi campionatori a rotazione a doppia parete con scarpa tagliente avanzata (tipo Denison o Mazier) o altri campionatori a doppia parete appositamente modificati (tipo NT6S modificato);



- le fustelle di campionamento, quando non costruite in acciaio inox, devono avere superficie interna lucida (cadmiata, zincata, etc.) liscia e perfettamente cilindrica, nonché bordo affilato onde eliminare al massimo gli attriti durante il prelievo e le reazioni chimiche fra terreno ed acciaio dopo il prelievo.

### **2.4.2. Modalità esecutive**

I campioni indisturbati devono essere prelevati secondo le indicazioni del personale del Consorzio Velia.

Il prelievo deve essere eseguito dopo aver raggiunto con la base dell'eventuale rivestimento la quota fine perforazione ed inizio prelievo e dopo aver pulito accuratamente il fondo foro. L'elenco dei campioni prelevati e le singole quote di prelievo devono essere riportati sulla stratigrafia del sondaggio relativo.

Nel caso che un prelievo di campione indisturbato, espressamente richiesto dal Consorzio Velia, non vada a buon fine per cause imputabili esclusivamente alle caratteristiche del materiale incontrato (presenza di clasti e/o terreni molto consistenti, etc.), l'APPALTATORE deve redigere una breve nota sulla motivazione che hanno impedito il prelievo riportando la suddetta nota anche sui moduli stratigrafici.

Valutazione a numero di campioni indisturbati effettivamente prelevati, inviati e accettati dal laboratorio geotecnico, comprendendo nel prezzo la fornitura della fustella di idoneo materiale, di tutto quanto occorre per l'identificazione, sigillatura e conservazione del campione, gli oneri per l'invio dei campioni, anche in più fasi, al laboratorio geotecnico nonché tutti gli oneri, prestazioni e forniture descritte in precedenza.

Per i campioni in roccia e la valutazione e a numero di campioni in roccia prelevati, confezionati e pervenuti al laboratorio geotecnico, comprendendo nel prezzo la fornitura della fustella di idoneo materiale (solitamente PVC), di tutto quanto occorre per l'identificazione, sigillatura e conservazione del campione, gli oneri per l'invio dei campioni, anche in più fasi, al laboratorio geotecnico, nonché tutti gli oneri, prestazioni e forniture descritte.

### **2.4.3. Confezionamento ed invio campioni al laboratorio geotecnico**

È cura ed onere dell'APPALTATORE confezionare, custodire in idoneo ambiente e far pervenire al laboratorio geotecnico prescelto dall'Appaltatore, previa comunicazione e acquisizione di nulla-osta del Consorzio Velia sull'utilizzo del laboratorio, i campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici. Il confezionamento dei campioni deve essere eseguito come di seguito descritto:



- nel caso di campioni indisturbati di terreno, le estremità del campione contenuto nella fustella devono essere accuratamente pulite da eventuali residui di terreno rimaneggiato e, successivamente, sempre all'estremità, devono essere eseguite misure di Pocket Penetrometer e/o Vane Test; infine le fustelle contenenti i campioni devono essere opportunamente sigillate con paraffina fusa, tappate con tappi di plastica e custodite in ambiente idoneo a proteggerle dai raggi del sole, dal gelo e da fonti di calore, prima del loro invio al laboratorio geotecnico. Sulle fustelle devono essere indicati il numero del foro da cui sono stati estratti, il numero del campione, le quote di prelievo, la lunghezza, nonché la posizione di alto e basso del campione;
- i campioni prelevati in roccia devono essere inseriti dentro una fustella in PVC, ponendo particolare cura ad inserire in essa la corretta sequenza degli spezzoni nel caso il Consorzio Velia richieda un campione per eseguire prove di taglio diretto sui giunti; la fustella deve essere poi sigillata alle estremità (al fine di non permettere il movimento del campione all'interno della stessa) e su di essa devono essere riportate (con pennarello indelebile o con apposita targhetta adesiva) le indicazioni del campione (cantiere, sondaggio, profondità di prelievo, tipo di campione, data di prelievo) nonché la posizione di alto e basso del campione;
- i campioni rimaneggiati su terreno, sia essi prelevati con campionatore Raymond in corrispondenza di prove SPT o direttamente da cassetta, devono essere inseriti in un primo sacchetto di plastica, sufficientemente robusto, che deve essere chiuso e sul quale deve essere applicata una targhetta adesiva con le indicazioni del campione (cantiere, sondaggio, profondità di prelievo, tipo di campione, data di prelievo); il sacchetto così confezionato deve essere inserito in un secondo sacchetto di plastica protettivo, anch'esso chiuso.

L'APPALTATORE deve curare l'imballaggio dei campioni in modo che questi non subiscano danni ed in particolare deve curare che i campioni indisturbati mantengano la verticalità naturale del materiale durante le fasi di trasporto; in generale è opportuno che le casse per il trasporto e la spedizione di campioni indisturbati abbiano un peso lordo non superiore a 25 Kg e siano contrassegnate con i segnali "alto-basso", "maneggiare con cura" (o simboli equivalenti), etc.

L'invio dei suddetti campioni deve essere effettuato in più fasi in relazione al numero dei sondaggi previsti per ciascun sito di indagine e quindi dei campioni prelevati.

Per ciascun invio, ai campioni deve essere allegata apposita lista di accompagnamento riportante, per ciascun campione, le seguenti indicazioni:



- identificativo del campione, utilizzando le seguenti sigle seguite dal rispettivo numero progressivo:
  - CI per campioni indisturbati;
  - CR per campioni rimaneggiati prelevati a mano;
  - SPT per campioni prelevati direttamente da prova SPT.
- data di prelievo;
- tipo di campionatore utilizzato: Osterberg, Shelby, a rotazione con scarpa avanzata, etc. per i campioni indisturbati e/o semi-disturbati; Raymond per campioni da prove SPT;
- contenitore: fustella in acciaio o PVC, sacchetto di plastica, altro;
- breve descrizione stratigrafica ed eventuali valori di Pocket Penetrometer o Vane Test eseguiti alle estremità del campione;
- lunghezza del campione;
- data di invio al laboratorio geotecnico.

La suddetta lista deve preliminarmente essere confermata e/o integrata su indicazioni del Consorzio Velia e, dopo conferma di quest'ultima, deve pervenire, a cura ed onere dell'APPALTATORE, agli uffici del Consorzio Velia (agli indirizzi da questa indicati) entro lo stesso giorno dell'invio dei campioni al laboratorio geotecnico.

Valutazione a numero di campioni indisturbati effettivamente prelevati, inviati e accettati dal laboratorio geotecnico, comprendendo nel prezzo la fornitura della fustella di idoneo materiale, di tutto quanto occorre per l'identificazione, sigillatura e conservazione del campione, gli oneri per l'invio dei campioni, anche in più fasi, al laboratorio geotecnico nonché tutti gli oneri, prestazioni e forniture descritte in precedenza.

Per i campioni in roccia e la valutazione e a numero di campioni in roccia prelevati, confezionati e pervenuti al laboratorio geotecnico, comprendendo nel prezzo la fornitura della fustella di idoneo materiale (solitamente PVC), di tutto quanto occorre per l'identificazione, sigillatura e conservazione del campione, gli oneri per l'invio dei campioni, anche in più fasi, al laboratorio geotecnico, nonché tutti gli oneri, prestazioni e forniture descritte.



## 2.5. Prove SPT

La prova penetrometrica standard o prova penetrometrica dinamica (SPT -Standard Penetration Test) è un tipo di indagine geotecnica per ricavare e studiare le caratteristiche di un terreno, tramite la determinazione della sua resistenza alla penetrazione.

La prova si eseguirà infiggendo nel terreno alla base del sondaggio un campionatore per tre tratti consecutivi, il primo di 150 mm, annotando il numero di colpi necessario per la penetrazione. Si dovrà annotare l'eventuale affondamento del campionatore per peso proprio delle aste.

Il campionatore dovrà essere in acciaio indurito, con superfici lisce apribili longitudinalmente, avente le seguenti caratteristiche generali:

Diametro esterno -  $\Phi_{est} = 51 \pm 1$  mm;

Diametro interno -  $\Phi_{int} = 35 \pm 1$  mm;

Lunghezza minima escluso tagliente principale -  $L_{min} > 457$  mm;

Lunghezza scarpa tagliente terminale con rastremazione negli ultimi 19 mm -  $I = 76 \pm 1$  mm.

Il campionatore sarà dotato di valvola a sfera e aperture di scarico a sfiato.

Non è prevista la dotazione di punta conica per la sostituzione del tagliente terminale.

Salvo nel caso di terreni molto compatti o ricchi di ciottoli, l'Impresa potrà utilizzare la punta conica, dandone preventiva comunicazione alfa DL.

Le aste di collegamento tra il campionatore e la sonda in superficie dovranno essere corrispondenti alle tipologie elencate nella seguente tabella.

Diametro (mm)	Peso per metro lineare (kg)
40,5	4,23
50	7,23
60	10,03
70	10,0

Le aste dovranno essere diritte, ben avvitate in corrispondenza dei giunti e con flessione totale della batteria pronta per la prova  $< 0.1\%$ .



Il dispositivo di sollevamento automatico del maglio dovrà essere del peso totale  $< 115$  kg, e tale da garantire la caduta della massa battente senza rilevanti attriti.

La massa battente e l'altezza di caduta dovranno essere pari a:

Peso massa battente -  $P = 63,5 \pm 0,5$  kg

Altezza caduta -  $h = 760 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$

L'esecuzione della prova comporterà l'infissione del campionatore per tre tratti da 150 mm, il primo detto di avviamento, è comprensivo dell'eventuale penetrazione per peso proprio della batteria di aste, il relativo numero di colpi è individuato con N1.

Se con  $N1 = 50$  colpi l'avanzamento dell'infissione è inferiore ai 150 mm, l'infissione dovrà essere sospesa .

Se invece il tratto di avviamento è superato con  $N1 = 50$  colpi, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 300 mm, contando separatamente il numero di colpi necessari all'avanzamento per la penetrazione dei primi e dei secondi 150 mm ( $N2$  e  $N3$ ), sino al limite di 100 colpi ( $N2 + N3 = 100$  colpi).

Se con  $N1 + N3 = 100$  colpi non si raggiunge l'avanzamento di 300 mm, l'infissione viene sospesa e la prova si dovrà considerare conclusa, arrestando la relativa penetrazione.

Per ciascuna prova eseguita, si dovrà riportare quanto segue:

- diametro e profondità della eventuale tubazione provvisoria di rivestimento del foro; profondità raggiunta con la manovra di perforazione o pulizia;
- profondità inizio prova;
- penetrazione, per peso proprio e delle aste, del campionatore;
- numero di colpi per l'infissione dei tratti preliminare e di prova (suddiviso in due parti da 150 mm);
- diametro e peso per metro lineare delle aste impiegate; lunghezza e descrizione geotecnica del campione estratto;
- tipo di campionatore (aperto o chiuso) impiegato.



## 2.6. Installazione di colonne inclinometriche

Lo strumento è costituito da una catena con nodi differenti, che contengono i sensori richiesti per raccogliere dati differenti. La scelta della distanza tra i nodi ed il loro numero è funzione della precisione richiesta, della durata del monitoraggio e della velocità e posizione del corpo franoso.

I sensori di spostamento sono principalmente due: Tilt Link e Tilt Link HR.

Sul primo sono installati un sensore dotato di accelerometro tridimensionale, un magnetometro che misura il campo gravitazionale nelle tre direzioni ortogonali ed un sensore di temperatura. Questo nodo ha un grande range di misura (decine di centimetri) con una sensibilità dell'ordine di 10-1 mm al metro. Il Tilt Link HR ha, come il precedente, un sensore di temperatura ma, al posto dell'accelerometro ha una cella elettrolitica che misura l'inclinazione del nodo rispetto al piano orizzontale. La sensibilità che si può raggiungere è dell'ordine di 10-2 mm, con un'accuratezza finale di 0.02 mm/m. Nel caso in cui sia necessario misurare deformazioni molto piccole, per grandi spostamenti in tempi molto lunghi, si può ricorrere ad un nodo che unisce la versatilità del primo con l'accuratezza del secondo (Tilt Link HR 3D).

Tale strumentazione si presenta come un sistema modulare al quale possono essere collegati, sulla stessa catena, altri strumenti di misura integrati quali piezometri, estensimetri, barometri, ecc..

Prima di procedere con l'installazione della catena è necessario controllare il suo effettivo funzionamento, mediante alcune letture di test. Successivamente, completato il foro, avente un diametro interno minimo superiore ai 120 mm, si cementa l'ancora al fondo. Il cavo deve essere sempre mantenuto in tensione. Quando la catena è completamente inserita nel foro, si riempie lo stesso con ghiaietto avente diametro massimo di 4 mm. Non occorre porre particolare attenzione alla direzione con cui vengono calati i nodi, dal momento che i magnetometri autonomamente colgono l'orientamento degli stessi.

Nel caso in cui venga inserito un nodo piezometrico, per un suo corretto funzionamento, è opportuno rivestirlo con un filtro; a tal fine è sufficiente utilizzare un sacchetto di tessuto non tessuto fissato al nodo tramite fascette e riempito nella porzione al contorno della pietra porosa con della sabbia che funge da materiale filtrante. Prima di inserire la catena nel foro è importante immergere separatamente per qualche minuto il nodo piezometrico all'interno di un recipiente impermeabile colmo d'acqua; per eliminare l'aria residua nel filtro potrebbe essere utile una deaerazione del filtro o una sua bollitura. L'operazione di collegamento del piezometro al nodo deve essere eseguita sott'acqua.



Dopo l'installazione l'operatore deve connettere la catena alla centralina contenuta in apposito box. Essa è dotata di SD card per acquisire e raccogliere i dati, un router UMTS per spedire i dati da remoto, una batteria per alimentare tutto il sistema ed un piccolo pannello solare per ricaricare la batteria.

La catena può essere collocata nel sottosuolo secondo due configurazioni principali: verticale ed orizzontale, a seconda dello scopo dello studio (catena verticale per movimento su piano orizzontale; catena orizzontale per movimenti su piano verticale). In entrambi i casi la catena può essere composta al massimo da 225 nodi.

### 3. PROVE DI LABORATORIO

#### 3.1. PRESCRIZIONI GENERALI

Le analisi di laboratorio geotecnica dovranno seguire il seguente iter:

- a. Ricevimento ed immagazzinamento campioni: identificazione dei campioni, facendo riscontro alle distinte o alle stratigrafie di accompagnamento;
- b. Apertura e descrizione campioni;
- c. Esecuzione dell'attività di laboratorio: l'identificazione derivante dalle fasi a) e b) dovrà seguire il materiale durante l'esecuzione dell'attività di laboratorio;
- d. Elaborazione e documentazione: l'identificazione del campione dovrà essere riportata nel corso dei procedimenti di elaborazione e dovrà comparire nei Certificati Ufficiali dei risultati dell'attività svolta.

Normativa di riferimento:

- prEN 1997-2
- ASTM D 2488 Description and Identification of soils (Visual Manual Procedure)
- Altre normative correlate e utili sono:
- D 653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- D 1452 Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings
- D 7586 Test method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils D 7587 Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils
- D 2773 Practice for Diamond Core Drilling for Site Investigation
- D 2487 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)



- D 3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and rock as Used in Engineering Design and Construction
- D 4083 Practice for Description of Frozen Soils (Visual-fv1annual Procedure)

In generale un campione potrà essere identificato dai seguenti dati:

- denominazione del Committente;
- denominazione della località;
- denominazione del prelievo;
- denominazione del campione; profondità di prelievo.

All'atto dell'apertura e della descrizione preliminare del campione sarà cura dei responsabili di laboratorio formulare anche una valutazione delle condizioni del materiale nella prospettiva di poter intraprendere delle prove meccaniche; tale valutazione verrà effettuata sulla base delle modalità di prelievo, di una stima della consistenza del materiale (effettuata, nel caso di materiali coesivi o con sensibile componente coesiva, con l'ausilio anche di strumenti quali il pocket penetrometer o il torvane), di una definizione dell'omogeneità del materiale (espressa, ove opportuno, asportando le parti più superficiali del campione, notoriamente più danneggiate dalle procedure di prelievo), e di ogni ulteriore considerazione utile per confrontare lo stato del campione con quello del terreno nelle sue condizioni in sito.

I campioni, e specificamente quelli indisturbati o a limitato disturbo, verranno conservati in modo da preservarne le caratteristiche originarie .

All'atto della consegna si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni stessi e, se necessario, si prenderanno eventualmente gli opportuni provvedimenti per ripristinarle (nel caso si prenderà nota delle operazioni effettuate).

In generale i campioni verranno alloggiati in ambienti a temperatura moderata e ad umidità elevata, con l'eventuale eccezione per quelli rimaneggiati.

E' raccomandato che i campioni siano depositati in un locale con temperatura media dell'ordine di 17-23°C e con umidità possibilmente non inferiore all'80% o, meglio ancora, in un locale attrezzato a "camera umida" .

Lo scopo della climatizzazione è quello di prevenire variazioni di umidità o destrutturazioni del campione dovuti a variazioni di temperatura cruciali ad es. in caso di congelamento (o scongelamento) accidentale .



L'umidità e la temperatura da applicarsi per la conservazione dovrebbero, appunto, mantenere inalterate le condizioni al prelievo. La raccomandazione, in generale corretta, di conservazione in ambiente con umidità > dell'80% può essere deleteria in presenza di campioni (se non perfettamente sigillati) di terreni rigonfianti.

Gli inconvenienti che si dovranno prevenire sono principalmente quelli qui di seguito sintetizzati:

- significative variazioni del contenuto d'acqua (umidità) che macroscopicamente possono essere denunciate da essiccamento o rammollimento del terreno;
- modificazioni della struttura del terreno; il più frequente è il detensionamento di terreni sovra- consolidati ("firm" or "stiff" clays).
- alterazione della composizione granulometrica del terreno o delle parti di terreno distinguibili.

Di conseguenza è opportuno che l'ambiente in cui vengono effettuate le operazioni di apertura, descrizione, selezione dei materiali e confezione dei provini sia a temperatura moderata, protetto da una forte insolazione e non eccessivamente secco.

Fra l'estrazione del campione e l'inizio delle determinazioni o delle prove programmate, l'intervallo di tempo dovrà essere ridotto al minimo; nel caso in cui il materiale debba necessariamente attendere per essere sottoposto a prova, dovrà essere protetto, o sigillato, ed eventualmente riposto ancora in camera umida.

La selezione delle porzioni di campione e la confezione dei provini dovranno essere eseguite con la massima cautela, in modo da minimizzare il disturbo del terreno.

Infine, anche e specialmente nelle fasi di montaggio delle prove e di avviamento delle prove stesse, si raccomanda di mantenere il terreno nel suo stato originario, segnalando o evidenziando le eventuali variazioni di condizioni dovute alle procedure o alle metodologie adottate, ed evitando ogni tipo di modificazioni incontrollate.

Il laboratorio dovrà rispettare rigorosamente il programma di prove comunicato al Consorzio Velia, segnalando l'eventuale impossibilità di esecuzione di alcune prove determinata dallo stato o dalla quantità del campione disponibile.

Tutte le informazioni ricavate dalle prove di laboratorio (descrizione campione e sue caratteristiche, prove di laboratorio effettuate, elaborazione dei risultati, conclusioni) dovranno essere riportate su appositi certificati ufficiali di laboratorio, corredati da eventuale relazione interpretativa.



Oltre ai singoli certificati, relativi alle determinazioni effettuate sullo specifico campione, ogni rapporto tecnico dovrà essere corredato da una tabella riassuntiva del totale delle determinazioni effettuate.

L'Apertura e la descrizione di campioni indisturbati o a limitato disturbo, alloggiati in fustelle cilindriche dovrà avvenire con minimizzazione del disturbo (è raccomandato l'impiego di un estrusore idraulico, se necessaria una notevole spinta) di un campione di terreno alloggiato in fustella cilindrica; scotatura e ripulitura delle estremità del campione (se opportuna); descrizione geotecnica visiva/manuale del campione; eventuale valutazione della consistenza del materiale mediante pocket penetrometer e/o torvane; stima delle condizioni del campione; indicazione delle prove previste per il singolo campione (o per le parti di campione eventualmente distinte).

Tutte le analisi, le determinazioni, le prove e le elaborazione dovranno essere eseguito secondo le relative norme UNI CEN ISO richiamate nell'elenco prezzi unitari.

#### **4. RELAZIONI FINALI**

Tutti i dati tecnici rilevati durante le indagini geognostiche e/o prove precedentemente descritte, devono essere riportati in appositi moduli, certificati e/o note, così come descritto precedentemente (in particolare negli articoli "Restituzione dati" ) e quindi raccolti in una Relazione Finale contenente la descrizione delle attività svolte e le date relative, la descrizione delle attrezzature utilizzate, le modalità esecutive dei sondaggi e dei campionamenti, le modalità esecutive delle prove in foro (SPT, permeabilità, eventuali prospezioni geofisiche), la descrizione di eventuali saggi eseguiti con escavatore e le modalità di installazione in foro dell'eventuale strumentazione geotecnica.

Nella Relazione Finale devono inoltre essere contenuti la planimetria con l'ubicazione dei sondaggi contenente anche una tabella delle coordinate (WGS84 UTM33N) dell'effettiva ubicazione di ciascuna verticale, la descrizione dettagliata dei terreni e/o delle rocce attraversati da ciascun sondaggio con localizzazione di prove e campionamenti, la ricostruzione stratigrafica del terreno secondo più sezioni passanti per i sondaggi, le foto a colori delle cassette con le carote, i diagrammi delle prove SPT, delle prove di permeabilità e delle eventuali prospezioni geofisiche in foro, gli schemi di installazione dell'eventuale strumentazione geotecnica, le elaborazioni delle prove penetrometriche statiche nonché i certificati di taratura e controllo della strumentazione relativa.

Nel caso di esecuzione di indagini geofisiche e/o prove penetrometriche e/o controlli non distruttivi, la Relazione Finale deve contenere anche tutte le informazioni relative alle suddette indagini/prove nonché le elaborazioni finali e i risultati ottenuti riguardanti tali attività.



La Relazione Finale deve essere consegnata al Consorzio Velia in una copia preliminare per approvazione e successivamente in n°5 copie definitive timbrate e firmate da Tecnico abilitato iscritto all'Ordine Professionale. Il documento suddetto deve essere integralmente riportato in formato PDF, sia in alta risoluzione (almeno 600 dpi) adatta alla riproduzione, sia in bassa risoluzione in modo da essere inviata per e-mail (grandezza file < 5 Mb); deve essere inoltre consegnato un CD/DVD contenente il file PDF, in alta risoluzione, la relazione e qualsiasi altra documentazione (foto, tabulati, etc.) origine.