



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.conorziovelia.com

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

ESECUZIONE DI PROVE GEOGNOSTICHE E DI LABORATORIO DIGA CARMINE

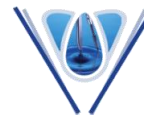
Elaborato	08	Scala	-	Data	Novembre 2021	Revisione	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
-----------	-----------	-------	---	------	---------------	-----------	---

Contenuti elaborato	Disciplinare tecnico
---------------------	-----------------------------

TIPOLOGIA ELABORATO	<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.



DISCIPLINARE TECNICO - PIANO DI INDAGINI DIGA CARMINE

GESTITA DAL CONSORZIO IRRIGUO DI VALLO DELLA LUCANIA
RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DEL CORPO DIGA E DELLE OPERE
ACCESSORIE IN TERRITORIO DEL COMUNE DI CANNALONGA – SALERNO

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 dei terreni interessati dallo sbarramento del Carmine. L'area oggetto delle indagini e la loro ubicazione di massima sono indicate nella relazione "Piano delle indagini". (elaborato da Waterways di Roma)

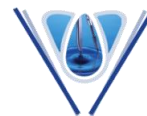
1.1.1 Indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio

I sondaggi vanno eseguiti mediante perforazioni a rotazione, a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati, campioni rimaneggiati (spezzoni di carota se in roccia), esecuzione di prove Standard Penetration Test (SPT), prove geofisiche in foro di tipo *Down-Hole*. In particolare, sono previste le seguenti tipologie di indagini:

- 1) Sondaggi a carotaggio continuo;
- 2) Prove penetrometriche dinamiche (SPT) nei fori di sondaggio;
- 3) Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati e relative prove di laboratorio;
- 4) Installazione di strumentazione per prove sismiche in foro *down-hole*;

Per quanto riguarda le prove di laboratorio, uno schema di quanto previsto è riportato nella tabella seguente:

Tipo di prova	n° prove
Analisi granulometrica completa	20
Contenuto d'acqua	20
Peso dell'unità di volume	20
Peso specifico	20
Limiti di Atterberg	20
Prove triassiali CIU	10
Prove triassiali UU	10
Prova di taglio diretto	10
Prove edometriche	5
Prove di colonna risonante	6
Prove taglio torsionale cicliche	6
Prove triassiali cicliche	6



1.2 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.

1.3 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:

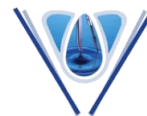
- dispositivi di protezione individuali (D.P.I.) che costituiscono la dotazione personale ordinaria del lavoratore (casco, cuffie, occhiali, maschera per le polveri, guanti, scarpe, indumenti, ecc.);
- informazioni e corsi di formazione che il datore di lavoro fornisce ai lavoratori;
- sorveglianza sanitaria;
- 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.

1.3.1 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.

1.3.2 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.

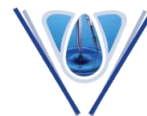
2.2 Piazzamento attrezzatura di indagine

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 da 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 da 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.

2.3 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 $d_{est}=101$ 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 delle caratteristiche del terreno attraversato 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.

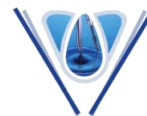
Immediatamente dopo l'estrazione del materiale dal carotiere si deve provvedere ad eliminare alle estremità della carota i residui di perforazione e la parte più disturbata della stessa; le carote estratte, ad esclusione dei campioni indisturbati, devono essere raccolte nell'ordine di estrazione in apposite 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 e, dove eseguite, le quote delle prove S.P.T.; 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).

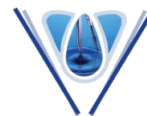
Valutazione a metro di lunghezza di profondità della perforazione effettivamente eseguita, misurata dal piano campagna lungo le aste infisse, con differenziazione di prezzo secondo la profondità, la tipologia di perforazione (a distruzione di nucleo o a carotaggio continuo), della litologia (terreni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

- ✓ la presenza, durante la perforazione e/o esecuzione di prove in foro, di un geologo 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 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 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 cassette 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 i



criteri 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 VELIA (agli indirizzi da questa indicati), in modo da consentire all'Ente di operare prime valutazioni su quanto ricevuto.

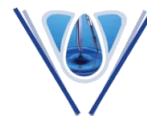
Successivamente le informazioni suddette devono essere riportate, in forma definitiva, nella Relazione Finale afferente al sito di indagine.

2.3.1.1 Criteri di descrizione delle eventuali rocce e/o terreni 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).

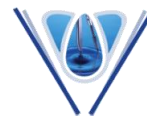
Le discontinuità possono essere descritte singolarmente oppure per gruppo; nel secondo caso, la medesima descrizione può valere per discontinuità che presentino una o più caratteristiche descrittive comuni.

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.

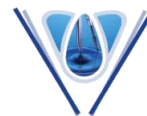
2.3.1.2.1 Rappresentazione grafica ed alfanumerica delle discontinuità (log di fratturazione)

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" ($1 \div 10$);
- [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, in corrispondenza di terreni che lo consentano, devono essere estratti, su disposizione di VELIA, campioni indisturbati con le sottoelencate attrezzature e modalità:

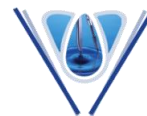
Campionatore

- ✓ 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, 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.

Modalità esecutive

I campioni indisturbati devono essere prelevati secondo le indicazioni di 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 da 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.

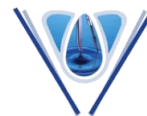
Per i campioni in roccia e la valutazione e a numero di campioni in roccia prelevati, confezionati e pervenuti al laboratorio geotecnico, comprendendo nel prezzo la fornitura della fustella di idoneo materiale (solitamente PVC), di tutto quanto occorre per l'identificazione, sigillatura e conservazione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

2.4.1 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 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 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 di VELIA e, dopo conferma di quest'ultima, deve pervenire, a cura ed onere dell'APPALTATORE, agli uffici 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 Standard Penetration Test (SPT)

Nel corso della perforazione dei sondaggi in terreni, su indicazione di VELIA, devono essere eseguite prove penetrometriche dinamiche (SPT) secondo la normativa di riferimento (AGI, 1977).

- Attrezzatura

Il campionatore standard usato per l'infissione deve avere le dimensioni standard europee, riportate dalla normativa di riferimento (AGI, 1977).

Si evidenzia che la mancanza in cantiere di tale attrezzatura e motivo di fermo delle attività da parte di VELIA senza alcun onere per essa fino a quando l'APPALTATORE procura l'attrezzatura suddetta. Le aste di infissione devono avere diametro esterno non inferiore a 50 mm (peso 7,0 +/- 0,5 Kg/m), in caso di prove a profondità oltre i 15 m si raccomanda di completare tali aste con chiavette o riporti di centramento ogni 3 m di lunghezza.

Il dispositivo di percussione deve comprendere una testa di battuta di acciaio avvitata alle aste, un maglio di acciaio di 63,5 Kg (+/- 0,5 Kg); un dispositivo di sganciamento automatico del maglio, che assicuri una corsa a caduta libera di 0,76 m (+/- 0,02 m).

- Modalità esecutive

La prova deve essere eseguita seguendo le modalità riportate nella normativa di riferimento (AGI, 1977) ed in particolare devono essere espletate le seguenti attività:

- ✓ pulizia del fondo foro dai detriti di perforazione e di avanzamento dei tubi di rivestimento;
- ✓ controllo della quota del fondo foro che deve trovarsi al di sotto della scarpa dei tubi di rivestimento;
- ✓ controllo del livello della eventuale falda freatica;
- ✓ introduzione della batteria di aste con il campionatore (tipo Raymond) e nuova misura della quota raggiunta dal campionatore (per controllo di eventuali presenze di residui di perforazione);
- ✓ infissione per battitura del maglio sulla testa delle aste per una lunghezza di 15 cm (tratto avviamento) ivi inclusa l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio: il relativo numero di colpi necessario è detto N1; se con N1=50 l'avanzamento è minore di 15 cm l'infissione deve essere sospesa; la prova è considerata conclusa (per "rifiuto") e si annota la relativa penetrazione (es. N1=50/13 cm);
- ✓ se il tratto di avviamento è superato con N1=50 la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 30 cm, contando separatamente il numero dei colpi necessario per la penetrazione dei primi e dei secondi 15 cm (N2 e N3) fino al limite di 100 colpi (N2+N3 ≤ 100);
- ✓ se con N2+N3=100 non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm, l'infissione viene sospesa e la prova è considerata conclusa (per "rifiuto"), annotando la relativa penetrazione (es.: 15, 35, R10 cm); la prova può essere considerata "a rifiuto" anche quando, dopo 10 colpi consecutivi, si rileva un abbassamento inferiore a 1 cm.

Il ritmo della percussione nel corso della prova deve essere compreso fra 10 e 25 colpi/minuto; i valori di N1, N2 e N3 devono essere riportati sulle stratigrafie del sondaggio su cui sono state eseguite, alle rispettive quote.

Al termine della prova, dopo aver estratto la batteria di aste e il campionatore, il materiale rimasto all'interno del campionatore stesso deve essere opportunamente conservato e catalogato, come campione rimaneggiato, per le successive prove di laboratorio; nel caso che il campionatore risulti vuoto o contenga materiale in quantità insufficiente, si deve procedere al prelievo manuale (possibilmente dalla carota estratta con la successiva manovra di perforazione) di un campione rimaneggiato, rappresentativo del terreno nel quale è stata eseguita la prova.

Se la prova viene eseguita in terreni molto compatti o ghiaiosi, la scarpa del campionatore SPT può essere sostituita con punta conica (diametro esterno 51 mm, apertura 60°) registrando numero di colpi/avanzamento; anche in questo caso si deve procedere al prelievo di un campione rimaneggiato come precedentemente descritto.

Valutazione a numero di prove SPT eseguite, comprendendo nel prezzo il confezionamento in sacchetto di plastica del relativo campione rimaneggiato (da Raymond o da cassetta) ed il suo invio al laboratorio geotecnico, oltre tutti gli oneri, prescrizioni e forniture descritte.

2.6 Prove geofisiche

2.6.1 Attrezzature di sondaggi per prove down-hole

È un metodo per la misura in sito della velocità di propagazione V_p delle onde sismiche longitudinali e V_s delle onde trasversali per la determinazione dei parametri di deformabilità in condizioni dinamiche dei terreni. Le misure si eseguono mediante la misurazione dei tempi

di tragitto di impulsi sismici da un emettitore ad un doppio ricevitore, quest'ultimo posto all'interno di un foro di sondaggio adeguatamente rivestito con tubazione apposita. Si devono poter eseguire le prove in fori comunque inclinati (anche orizzontali).

2.9.1.1 Attrezzatura

L'attrezzatura per l'esecuzione delle prove D.H. deve essere costituita da:

- sorgente di energia, rappresentata da una mazza battente manovrata a mano, agente a percussione in diverse direzioni su una base in legno, calcestruzzo o acciaio; può essere utilizzato anche un percussore oleodinamico agente all'interno di una piccola cassaforma interrata, un percussore a scoppio, oppure altri dispositivi accettati da VELIA. È onere e responsabilità dell'APPALTATORE scegliere e dimensionare correttamente la sorgente, in funzione della profondità delle misure e della natura e caratteristiche dei terreni interessati, che sono da considerarsi noti in quanto le misure sono successive alla perforazione dei sondaggi entro i quali si eseguono le stesse;
- due ricevitori da sondaggio o pozzo, sensibili alle 3 componenti fra loro ortogonali nelle quali gli impulsi sono scomponibili, distanti fra loro ~ 1 m; devono avere un diametro ≤ 70 mm e frequenza propria a circa 10÷14 Hz; i ricevitori devono poter essere resi solidali con la tubazione di rivestimento del foro tramite dispositivo di bloccaggio pneumatico; in alternativa può essere utilizzato un ricevitore unico ed elaborazione con "metodo delle dromocrone";
- unità di registrazione costituita da un sismografo registratore a 12 canali, con amplificatore per ciascun canale, filtri regolabili, addizionatore di impulsi, stampante;
- tubi per prove "down-hole" con sezione circolare, aventi uno spessore > 3 mm e un diametro interno $\Phi_{int} = 75\div 100$ mm, comunque tale da poter essere cementato in foro, tenendo conto del tubicino di iniezione da collegare esternamente al tubo stesso per tutta la sua lunghezza; i tubi devono essere realizzati in PVC, in spezzoni da circa 3 m di lunghezza.

2.9.1.2 Restituzione delle prove

Le prove devono essere restituite in appositi moduli; nella documentazione prodotta, oltre alle indicazioni generali relative al cantiere, Committente, coordinate della verticale e sigla della prova, devono essere riportati:

- data di esecuzione della prova;
- schema geometrico del tubo installato;
- quota assoluta della testa del tubo;
- caratteristiche del tubo installato;
- modalità, quantità e composizione della miscela iniettata nell'intercapedine con date di esecuzione del getto;
- ubicazione e caratteristiche descrittive del dispositivo di energizzazione;
- diagrammi di V_p e V_s rispetto alla profondità;
- interpretazione delle misure con calcolo del modulo di elasticità in condizioni dinamiche, del modulo di incomprimibilità e del modulo di rigidità, per ogni punto di misura, nonché del parametro V_{s30} così come definito dal D.M. 14 gennaio 2008 e relative istruzioni per l'applicazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Circolare 02/02/2009 n.617).

2.7 Prova colonna risonante

La sorprendente evoluzione delle apparecchiature di laboratorio e delle tecniche di misura verificatesi negli ultimi anni nell'ambito della Dinamica dei Terreni è sostanzialmente legata allo sviluppo ed alla diffusione di computer in grado di controllare l'esecuzione delle varie fasi sperimentali e di acquisire ed elaborare grandi quantità di dati; all'utilizzo di nuove tecniche per la misurazione locale delle deformazioni e delle tensioni all'interno dei provini nonché di apparecchiature in grado di imporre deformazioni e percorsi tensionali più simili a

quelli che si verificano in sito; infine, all'evoluzione di dispositivi in grado di effettuare misure sismiche di precisione in laboratorio, quali, per esempio, le piezo ceramiche (bender element), gli accelerometri o i velocimetri miniaturizzati. In relazione al livello deformativo investigato le prove dinamiche e cicliche di laboratorio possono essere raggruppate in due gruppi principali: prove a livelli deformativi bassi e medi, e prove a livelli deformativi elevati. Nel primo gruppo rientrano le prove di colonna risonante (RC); di taglio torsionale ciclico (TTC); ad impulsi ultrasonici e le prove che prevedono l'impiego di bender element (BE). Il secondo gruppo è principalmente rappresentato dalle prove triassiali cicliche (TXC) di taglio semplice ciclico (TC) e le prove di torsione ciclica (TS). Elementi caratterizzanti i due gruppi di prove dinamiche e cicliche di laboratorio sono legate alle modalità di applicazione dei carichi. A livelli deformativi bassi e medi i carichi sono generalmente applicati con frequenze comprese fra 1 e 100Hz e implicano forze d'inerzia non trascurabili. A livelli deformativi elevati i carichi hanno invece frequenze generalmente comprese fra 0.01 e 1Hz e generano forze d'inerzia trascurabili.

Un problema largamente riconosciuto dalla comunità scientifica quando vengono utilizzate apparecchiature che sottopongono i provini a elevati livelli deformativi è quello legato alla misura delle pressioni neutre e/o delle deformazioni volumetriche. Come noto, i terreni tendono generalmente a cambiare volume se sottoposti ad elevate deformazioni di taglio. In condizioni drenate tale comportamento è manifestato da variazioni di volume vere e proprie mentre, in condizioni di drenaggio impedito, si verificano variazioni delle pressioni del fluido interstiziale e conseguentemente delle pressioni efficaci. Poiché quest'ultime regolano il comportamento meccanico dei terreni si comprende che le apparecchiature utilizzate a grandi deformazioni devono essere in grado di misurare con accuratezza le variazioni delle pressioni neutre e/o i cambiamenti di volume del provino. Quando vengono effettuate prove spinte a grandi livelli deformativi vi è inoltre il problema legato agli effetti della penetrazione della membrana. Tale fenomeno comporta variazioni locali della sovrappressione del fluido interstiziale e conseguentemente variazioni di volume. I principali fattori che concorrono alla penetrazione della membrana tra i grani del provino sono la pressione efficace di confinamento, la dimensione dei grani e la composizione. Prove di Laboratorio – Colonna Risonante e taglio torsionale ciclico 3 granulometrica; di secondaria importanza sono invece lo stato di addensamento, la forma dei grani e la rigidità della membrana.

Prove triassiali cicliche (TXC): Le prove triassiali cicliche sono le prove dinamiche più diffuse per la misura delle proprietà dinamiche dei terreni ad alti livelli deformativi. Devono la loro diffusione ai vantaggi, sia di tipo tecnico che di natura economica, dati dal fatto che l'apparecchiatura è fondamentalmente quella utilizzata in prove statiche, opportunamente modificata per consentire l'inversione dei carichi assiali e la loro acquisizione. Tuttavia tali prove presentano una inadeguata affidabilità delle misure dinamiche a livelli deformativi medi e bassi. Tale limite è principalmente legato a due ordini di problemi: i) l'accuratezza nelle misure di deformazione da parte dei sensori comunemente impiegati e ii) gli errori nelle misure dovuti sia agli attriti che si sviluppano tra le parti in movimento sia alle irregolarità nei contatti fra le superfici estreme del provino con il top cap e con il piedistallo di base.

Colonna risonante e taglio torsionale ciclico: Le apparecchiature impiegate per le prove di TXC possono essere a percorso di carico e/o a deformazione controllata e permettono di applicare al provino sollecitazioni assiali e di cella variabili nel tempo. Nella versione più comune l'apparecchio triassiale ciclico consiste in una cella triassiale, più robusta di quella utilizzata nelle prove statiche, posta sotto uno speciale sistema di contrasto in modo tale che, attraverso un sistema elettropneumatico, è possibile applicare ad un provino cilindrico, precedentemente saturato e consolidato, un carico verticale dinamico e ciclico. Il sistema elettropneumatico è costituito da un generatore di funzioni elettrico, che produce un segnale che viene poi convertito in un segnale pneumatico per l'azionamento di un cilindro (attuatore) che produce sforzi assiali ciclici. I carichi dinamici prodotti possono essere monotonicamente crescenti o ciclici ad andamento sinusoidale, triangolare, rettangolare, di

cui può esserne modificata l'ampiezza e la frequenza. La strumentazione comprende in genere, oltre agli usuali dispositivi della strumentazione impiegata per prove triassiali statiche, un registratore oscillografico e un registratore digitale a 4 canali ad alta velocità di acquisizione collegato a un computer, che permettono, durante la prova, di registrare in funzione del tempo: 1) i carichi assiali; 2) le deformazioni assiali; 3) le pressioni di cella e 4) le pressioni interstiziali.

3 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 a 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.

DISCIPLINARE TECNICO DELLE LAVORAZIONI

N°	Descrizione	Quantità
1	Rilievi con il pacometro, sulle strutture il calcestruzzo	12
2	Test SonReb e sclerometria abbinata, per struttura.	12
3	Prove durometriche su elementi in acciaio, per struttura	12
4	Estrazione di barre d'acciaio	4
5	Prove di trazione su barre d'acciaio	4
6	Carotaggi calcestruzzo in punti selezionati	4
7	Prove di schiacciamento calcestruzzo complete di determinazioni	4

1) Rilievi con il pacometro

Analisi magnetometrica preventiva per rilevare la presenza e la direzione dei ferri d'armatura con spessori del getto di ricoprimento non superiore a 8-10 cm. Analisi mediante pachometro CoverMaster® CM9 che sfrutta il principio operativo delle correnti parassite (Eddy Current), impiegando campi magnetici continuamente variabili a media frequenza. Riferimenti: DIN 1045 - BS 1881:204 - UNI EN ISO 15548-3:2009 - UNI ENV 1992-1-1:2015 (EC 2) - DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Analisi magnetometrica per rilevare la presenza e la direzione dei ferri d'armatura, stimarne la profondità e il diametro, essendo lo spessore del getto di ricoprimento non superiore a 6-8 cm. Analisi mediante pachometro CoverMaster® CM9 che sfrutta il principio operativo delle correnti parassite (Eddy Current), impiegando campi magnetici continuamente variabili a media frequenza. Riferimenti: DIN 1045 - BS 1881:204 - UNI EN ISO 15548-3:2009 - UNI ENV 1992-1-1:2015 (EC 2) - DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n°617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).

2) Test Sonreb e sclerometria abbinata

Test Sonreb del valore approssimato di resistenza del calcestruzzo in opera, definito anche come valore attuale. La stima viene eseguita mediante grafici sperimentali di correlazione, costituiti da famiglie di curve di iso-resistenza, noti il valore medio dell'impulso ultrasonico e il valore medio dell'indice di rimbalzo sclerometrico. Si prevede l'utilizzo delle principali formulazioni empiriche proposte in letteratura (es. Gasparik, Di Leo-Pascale e Giacchetti-Lacquaniti), ovvero calibrazione mediante prove distruttive, in correlazione tramite analisi statistica multiregressiva. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18), Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Prova schelometrica per valutarne l'uniformità, delineare le zone di degrado o di scarsa qualità e stimare la resistenza del calcestruzzo indurito in base alla durezza superficiale. Come indicato nella Norma UNI EN 12504-2:2012, il metodo di prova non è inteso come una alternativa per la determinazione della resistenza alla compressione del calcestruzzo (UNI EN

12390-3:2009) ma, con una opportuna correlazione, può fornire una stima della resistenza in sito. Preparazione della superficie mediante rettifica con pietra abrasiva. Rilevazione con sclerometro tipo N del rimbalzo del corpo di battuta con energia di percussione pari a 2,207 Nm. Lettura dell'indice sclerometrico con registrazione di n. 12 valori. Determinazione del valore medio, escludendo il massimo e il minimo, e stima dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Riferimenti: ASTM C 805 - BS 1881:202 - DIN 1048 - prEN 12398:1996 - UNI EN 12504-2:2012 - DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).

3) Prove durometriche su elementi in acciaio

Prova di durezza dell'acciaio per valutare la resistenza del metallo alla penetrazione. Preparazione della superficie di prova mediante levigatura. Posizionamento del durometro portatile ad ultrasuoni con sonda UCI sulla superficie, applicazione del carico contro la superficie e lettura della durezza su scala Rockwell (HRC) o Brinell (HB) o Vickers (HV), con registrazione di n. 12 valori. Determinazione del valore medio, escludendo il massimo e il minimo, e stima dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Restituzione in tabella con determinazione del valore medio. Riferimento: ASTM A1038 – DIN 50150 – EN ISO 18265. ANALISI CON LIQUIDI PENETRANTI per individuare cricche e lesioni superficiali su elementi di carpenteria metallica non verniciata. Preparazione della superficie di prova, previa asportazione di vernice e/o zincatura, applicazione del liquido ad elevata capacità di penetrazione, pulitura e successiva applicazione di liquido rilevatore per evidenziare le discontinuità superficiali. Sono compresi gli oneri per la campionatura (un'area di 10cm x 10cm o di un cordone di saldatura di 10 cm di lunghezza), per l'esame visivo e per la documentazione fotografica. Riferimenti: EN ISO 3452-2:2000 – EN ISO 12706:2000 – UNI EN 571-1:1997 – UNI EN ISO 3452-3: 2000 – UNI EN ISO 3452-4:2000 – UNI EN 1289:2000.

4, 5) Estrazione e prove a trazione di barre d'acciaio

Prelievo di ferro d'armatura già in opera da analizzare in laboratorio. Taglio di una porzione di armatura mediante smerigliatrice con disco diamantato. Sono compresi gli oneri per la campionatura, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.

Preparazione del campione in acciaio per l'ancoraggio alla macchina di prova dello spezzone di barra liscia o ad aderenza migliorata, previo rilievo del marchio di laminazione (se possibile), ovvero previo trattamento termico con successivo raffreddamento in aria calma a temperatura ambiente. Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - UNI EN ISO 15630-1:2010.

Prova a trazione di barra d'armatura per la stima della tensione di rottura, della tensione di snervamento, ovvero del valore corrispondente allo 0,2% e dell'allungamento, secondo la norma UNI EN ISO 15630-1:2010. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica. Riferimenti: DM 17.01.2008 (NTC18). Emissione del rapporto di prova da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.

6, 7) Carotaggi e prove di schiacciamento calcestruzzo

Carotaggio nel calcestruzzo per il prelievo di un campione da analizzare in laboratorio. Esecuzione del carotaggio, di diametro nominale 50/100 mm, mediante carotatrice elettrica con corona diamantata raffreddata ad acqua. Sono compresi gli oneri per la campionatura ai sensi della Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.

Preparazione del campione in calcestruzzo mediante rettificatrice per ottenere facce sufficientemente piane, parallele e ortogonali all'asse del taglio, secondo la Norma UNI EN

12504-1:2012. Esame visivo e conservazione nell'atmosfera del laboratorio per almeno 3 giorni, secondo la Norma UNI EN 12390-3:2009.

Prova a compressione di campione a forma cilindrica per la stima della resistenza locale a compressione di elementi strutturali in calcestruzzo, mediante prova a compressione su provino ricavato da carota di diametro nominale 50/100 mm, secondo la Norma UNI EN 12504-1:2012. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica.

Emissione del rapporto di prova da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71. Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008) - UNI 10766:1999 - UNI EN 12504-1:2012 - UNI EN 12390-3:2009.