



CAPITOLATO D'ONERI E TECNICO PRESTAZIONALE

Procedura negoziata per l'affidamento del servizio di indagini geologiche, tecniche, sismiche e sondaggi da effettuare su tutto il territorio nazionale.

R.A. 009/20/PN - CIG 82710985FD

CAPITOLATO D'ONERI

Art. 1 - PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente Capitolato contiene la disciplina regolamentare dei rapporti tra la “Stazione Appaltante” ed i soggetti affidatari di servizi pubblici. Si precisa che:

- con il termine “Stazione Appaltante” va inteso la Sport e Salute S.p.A.;
- con il termine “Affidatario” va intesa l’impresa, singola o associata, aggiudicataria dell’appalto.

Si precisa inoltre che i servizi oggetto dell’appalto dovranno essere eseguiti con l’osservanza delle norme legislative e regolamentari vigenti, e con particolare riferimento, che si intendono qui integralmente richiamate e indicate a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n° 50 e s.m.i. (Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d’appalto degli enti erogatori nei settori dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”), di seguito denominato “Codice”;
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i. (**Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163**, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”), limitatamente agli articoli che restano in vigore nel periodo transitorio non abrogati dal D.Lgs. 50/2016, se ed in quanto applicabili, di seguito denominato “Regolamento”;
- Regio Decreto 16 marzo 1942, n.262 e s.m.i. – Codice Civile;
- il D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

Legge n. 136/2010 e s.m.i. (“Piano straordinario contro le mafie e delega al Governo in materia di normativa antimafia”), tra cui in particolare le norme relative alla “Tracciabilità dei flussi finanziari” in ordine alle modalità di pagamento e relativi adempimenti riguardanti l’affidatario, il/i subappaltatore /i e il/i subcontraente/i.

Art. 2 - OGGETTO DELL’APPALTO

L’appalto ha per oggetto l’esecuzione del servizio di indagini geologiche, tecniche, sismiche e sondaggi da effettuarsi su tutto il territorio nazionale.

Il servizio comprende le seguenti prestazioni, così come meglio specificate nel Capitolato tecnico:

- Esecuzione di sondaggi geognostici, provi in situ, prelievo di campioni;
- Prove geotecniche di laboratorio;
- Determinazione delle caratteristiche chimiche e mineralogiche;
- Esecuzione di prospezioni geofisiche;

- Monitoraggio strumentale;
- Indagini, prelievo campioni ed esecuzione prove su materiali.

Lo specifico incarico si inserisce in un complesso di appalti finalizzati alla redazione dei progetti di questa Stazione Appaltante, da espletarsi tramite un Accordo Quadro con un solo operatore economico ai sensi dell'art. 54 del D.Lgs. 50/2016.

Il servizio di cui sopra dovrà essere eseguito secondo modalità, condizioni e termini stabiliti o richiamati nel presente capitolato, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal presente Capitolato posto a base di gara ed i relativi allegati, dei quali l'Affidatario dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'Affidatario si obbliga ad eseguire il servizio oggetto di appalto, per l'intero territorio nazionale, che di volta in volta gli verrà richiesto con appositi Ordini di acquisto da parte del Responsabile Unico del Procedimento (nel prosieguo indicato con l'acronimo RUP), o in alternativa dal Direttore dell'Esecuzione del Servizio (nel prosieguo indicato con l'acronimo DES), senza avviare un nuovo confronto competitivo, ai prezzi unitari posti a base di gara depurati del ribasso percentuale offerto, secondo le modalità previste dal presente Capitolato d'Appalto e dalla documentazione di gara.

Il servizio potrà variare a seconda dei diversi Regolamenti Regionali riferiti all'ambito di intervento, l'affidatario sarà tenuto a garantire la completezza del servizio in funzione delle differenti richieste.

Art. 3 - AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo complessivo dei lavori oggetto del presente appalto è di **€ 95.000,00+EVENTUALE CONTRIBUTO+IVA.**

Detto importo costituisce il limite del corrispettivo previsto per l'appalto, fermo restando che le prestazioni saranno contabilizzate "a misura" applicando i prezzi unitari posti a base di gara depurati del ribasso percentuale offerto.

Il suddetto importo si intende pertanto presunto e non impegnativo per la Stazione appaltante in quanto l'importo definitivo sarà determinato dall'effettiva quantità del servizio che verrà ordinato, ai prezzi di cui all'elenco prezzi tenendo conto delle percentuali di ribasso offerte per ciascuna tipologia di intervento, fino alla concorrenza dell'importo contrattualizzato.

Gli oneri per la sicurezza verranno valutati per ogni singolo Ordine di Acquisto.

Art. 4 – DURATA DELL'APPALTO

L'appalto avrà la durata di **24 mesi** a decorrere dalla data del verbale di consegna del primo Ordine di acquisto.

Sarà facoltà della Committente proseguire il rapporto sino al raggiungimento dell'importo massimo di spesa contrattuale o interrompere il rapporto al raggiungimento del ventiquattresimo mese.

Resta fermo che l'affidatario non potrà nulla eccepire qualora, per la durata stabilita del rapporto, non venga raggiunto l'importo massimo di spesa.

La durata del contratto potrà inoltre essere modificata per motivate esigenze, a discrezione dell'Amministrazione, e limitatamente al tempo strettamente necessario alla conclusione delle procedure necessarie per l'individuazione del nuovo contraente secondo le indicazioni di cui all'art.106, comma 11, del D.lgs. 50/2016.

Ogni singolo incarico verrà attivato mediante Ordine di acquisto redatto dal RUP o dal DES sulla base delle specifiche attività descritte all'interno del Capitolato Tecnico posto a base di gara.

Ove l'affidatario dovesse contestare uno o più indicazioni riportate nell'Ordine di Acquisto entro le 24 ore successive dal ricevimento, si procederà a fissare un incontro per definire quanto evidenziato. Se l'Affidatario non esprime proprie osservazioni entro le 24 ore dal ricevimento l'Ordine di acquisto questo verrà considerato accettato. In caso di mancato accordo, la Stazione appaltante procederà d'ufficio a definire l'Ordine di acquisto riservandosi la facoltà di risoluzione anticipata del contratto.

Salvo particolari condizioni sfavorevoli valutate dallo stesso RUP, l'affidatario avrà 10 (dieci) giorni di tempo per avviare il servizio ordinato mentre il termine di ultimazione verrà stabilito di volta in volta a seconda della tipologia e della consistenza dell'intervento.

Art. 5 - CONDIZIONI GENERALI DELL'APPALTO

Nell'accettare i servizi oggetto del contratto ed indicati dal presente Capitolato l'affidatario dichiara:

- a) di aver preso conoscenza delle condizioni tecniche del servizio;
- b) di aver valutato, nell'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo dei materiali;
- c) di aver valutato tutti gli approntamenti richiesti dalla normativa vigente in materia di appalti pubblici, di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori;
- d) di osservare tutte le norme in materia di prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro che si riferiscono in particolare al D.Lgs. 81/08 e s.m.i., assumendosi tutte le responsabilità dell'adempimento delle vigenti norme igieniche ed infortunistiche, esonerando di conseguenza Sport e Salute da ogni responsabilità in merito;
- e) di assicurare una formazione sufficiente ed adeguata in materia di salute e sicurezza per le attività previste oggetto del presente appalto a ciascun lavoratore ai sensi del D.Lgs. 81/08 e s.m.i..

L'affidatario non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal codice civile (e non escluse da altre norme del presente Capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto.

Con l'accettazione del servizio l'affidatario dichiara di avere i requisiti di idoneità previsti dalle norme vigenti, la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme e sistemi costruttivi e nella piena applicazione della specifica normativa richiamata al punto c) del presente articolo. Analoghe garanzie la stazione appaltante dovrà garantire per eventuali subappaltatori.

Art. 6 - INVARIABILITÀ DEL PREZZO - ELENCO PREZZI

I prezzi unitari e globali in base ai quali saranno pagati i lavori appaltati risultano dalle Tariffe di riferimento richiamate alla PARTE A – Capitolo 1 delle Tariffe dei Prezzi 2012 Regione Lazio approvate con Deliberazione n. 412 del 06 agosto 2012.

Nel caso gli specifici interventi richiesti non dovessero essere presenti all'interno dell'elenco prezzi sopra riportato, verranno redatte Analisi Nuovi Prezzi.

I prezzi compensano tutti i costi che dovrà sostenere l'affidatario, compresi quelli di trasferta in tutto il territorio nazionale e la produzione di tutta la documentazione richiesta, come specificato in ogni singolo Ordine di Acquisto e comprendono altresì:

- a) materiali: tutte le spese per la fornitura, trasporti, imposte, perdite, nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro;
- b) operai e mezzi d'opera: tutte le spese per fornire operai, attrezzi e macchinari idonei allo svolgimento dell'opera nel rispetto della normativa vigente in materia assicurativa, antinfortunistica e del lavoro.
- c) lavori: le spese per la completa esecuzione di tutte le categorie di lavoro, impianti ed accessori compresi nell'opera.

Il prezzo contrattualmente convenuto è fisso e invariabile e comprende ogni altro onere, anche se non specificamente previsti dal contratto e dal presente capitolato, necessari a dare compiute in tutte le loro parti sia qualitativamente che quantitativamente le opere appaltate.

Art. 7 – GARANZIA DI ESECUZIONE

L'affidatario è tenuto a costituire una cauzione definitiva nella misura e nei modi previsti dall'art. 103 del D.Lgs. n° 50/2016 e s.m.i. e richiamati al paragrafo 15.3 della lettera di invito.

Art. 8 - POLIZZA DI ASSICURAZIONE PER DANNI DA RISCHI DI ESECUZIONE E RESPONSABILITA' CIVILE CONTRO TERZI

Come indicato al paragrafo 15.3.2. della Lettera di invito, per i servizi in oggetto l'affidatario è altresì obbligato costituire e consegnare, prima della stipula del contratto una polizza di responsabilità civile professionale per i rischi derivanti dallo svolgimento delle attività di propria competenza, prestata alle condizioni e prescrizioni previste dallo schema tipo 2.2 allegato al d.m. 12 marzo 2004, n. 123, in conformità alla scheda tecnica 2.2 allegata allo stesso decreto, con specifico riferimento al servizio svolto, per un massimale assicurato pari a € **500.000,00**.

Art. 9 - SUBAPPALTO

In conformità all'art. 105 del Codice, il subappalto è ammesso secondo le disposizioni indicate nella lettera di invito e non comporta alcuna modificazione agli obblighi e agli oneri dell'Impresa aggiudicataria che rimane unica e sola responsabile nei confronti di Sport e Salute delle prestazioni subappaltate.

Nell'espletamento degli incarichi sarà prevista la redazione di una relazione geologica, ai sensi dell'art. 31 comma 8 del Codice, la quale sarà di esclusiva competenza di un geologo presente – così come prescritto dalle Linee Guida n. 1/2016 punto 3.1 lettera b) – all'interno della struttura del soggetto concorrente, quale componente di un raggruppamento temporaneo o associato di una associazione tra professionisti oppure quale

socio/amministratore/direttore tecnico di una società di professionisti o di ingegneria che detenga con queste ultime un rapporto stabile di natura autonoma, subordinata o parasubordinata. Pertanto tale relazione non potrà essere oggetto di subappalto.

Art. 10 - PAGAMENTI

Il RUP redigerà apposito Verbale di Ultimazione dell'Attività riportando il numero e la data dell'Ordine di acquisto, oltre all'importo del servizio svolto calcolato sulla base delle quantità e dei prezzi unitari posti a base di gara depurati del ribasso percentuale offerto.

Sulla base di questo l'affidatario potrà emettere fattura secondo le modalità di seguito riportate.

I pagamenti verranno effettuati mensilmente mediante bonifico bancario presso l'Istituto indicato dall'affidatario entro 60 giorni dalla data di emissione della fattura.

Il pagamento, al fine di assicurare la tracciabilità dei movimenti finanziari, ai sensi e per gli effetti dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. (*"Piano straordinario contro le mafie e delega al Governo in materia di normativa antimafia"*), sarà effettuato esclusivamente tramite lo strumento del bonifico bancario sul conto corrente bancario o postale dedicato indicato dall'Impresa aggiudicataria.

In ottemperanza al D.M. n. 55 del 3 aprile 2013, le fatture dovranno essere trasmesse esclusivamente in modalità elettronica, secondo il formato di cui all'allegato A "Formato della fattura elettronica" del citato DM n. 55/2013.

Il Codice Univoco Ufficio assegnato dall'I.P.A. (www.indicepa.gov.it) a questa Stazione Appaltante, da inserire obbligatoriamente nell'elemento del tracciato della fattura elettronica denominato "Codice Destinatario", è il seguente: **UFEEXY**.

Il Codice Univoco Ufficio è un'informazione obbligatoria della fattura elettronica e rappresenta l'identificativo univoco che consente al Sistema di Interscambio (SdI), gestito dall'Agenzia delle Entrate, di recapitare correttamente la fattura elettronica all'ufficio destinatario.

Al fine di agevolare le operazioni di contabilizzazione e di pagamento delle fatture, oltre al "Codice Univoco Ufficio", **si richiede obbligatoriamente** di indicare nella fattura elettronica, **ove previsto**, anche le seguenti informazioni:

- **Codice Identificativo Gara – <CIG>**
- **Numero Ordine di Acquisto – OdA**

Per quanto di proprio interesse sul sito www.fatturapa.gov.it sono disponibili ulteriori informazioni in merito alle modalità di predisposizione e trasmissione della fattura elettronica al Sistema di Interscambio.

Le fatture potranno essere presentate, in ogni caso, solo previo rilascio del relativo Certificato di Regolare Esecuzione e soltanto dopo l'emissione da parte della Sport e Salute, Direzione Acquisti, dell'ordine di acquisto (ODA).

La Sport e Salute si riserva di non procedere al pagamento delle fatture nei seguenti casi:

- che non siano trasmesse in modalità elettronica;

- per le quali si riscontri l'incompletezza e/o l'erroneità delle informazioni richieste (es. mancanza dell'indicazione del numero di ODA e CIG relativo; non correttezza del numero di ODA/CIG, ecc.);
- per le quali si riscontri l'incoerenza tra i dati riportati nella fattura e le informazioni contenute negli altri documenti di acquisto (es. data di emissione della fattura anteriore alla data di emissione dell'ODA; indicazione di importi differenti nella fattura rispetto all'ODA; ecc.).

Ai sensi dell'art. 6 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i., qualora tra la stipula del contratto e il primo pagamento, ovvero tra i successivi pagamenti, intercorra un periodo superiore a centottanta giorni, la Sport e Salute provvederà ad acquisire il documento unico di regolarità contributiva relativo all'esecutore ed ai subappaltatori entro i trenta giorni successivi alla scadenza dei predetti centottanta giorni.

Art. 11 – ONERI VARI DELL'AFFIDATARIO

L'Affidatario si obbliga ad espletare il servizio secondo le modalità indicate nel presente Capitolato d'oneri e nel Capitolato Tecnico, che costituisce parte integrante del presente documento, nonché secondo le condizioni, termini e prescrizioni contenuti negli atti procedurali, che saranno sottoscritti nel Contratto e si impegna a garantire che tutte le attività saranno svolte secondo la migliore diligenza professionale, le migliori tecniche, a regola d'arte, in linea con gli standard del settore di riferimento.

L'affidatario si impegna, altresì, a mantenere le condizioni di cui all'offerta per l'intera durata dell'appalto, senza alcuna possibilità di modificazione dei termini, modalità, prezzi e condizioni.

Il servizio verrà svolto dall'affidatario a propria cura, spese e rischio, rimanendo a suo esclusivo carico l'individuazione, l'organizzazione, la predisposizione e l'adempimento di tutto quanto necessario ed opportuno (ivi inclusi, a mero titolo esemplificativo, tutti i costi relativi al personale, ai materiali, al rispetto di ogni normativa applicabile etc.) in modo da garantire ed assicurare che il servizio soddisfi pienamente i requisiti richiesti.

A tal fine l'Affidatario è tenuto a presentare, entro 10 giorni prima dell'inizio dell'esecuzione del Contratto un documento organizzativo che includa pianificazione delle attività da eseguire delle quali dichiara di essere in possesso del necessario patrimonio di esperienze, professionalità e conoscenze, nonché i mezzi indispensabili per l'esecuzione del servizio stesso, del quale, con la sottoscrizione del Contratto ha assunto il rischio di impresa in relazione a tutte le fasi di esecuzione restando a suo esclusivo carico costi, materiale e/o beni utilizzati, modalità di gestione e organizzazione del personale, che sarà esclusivamente soggetto al pieno controllo e autonomia gestionale dell'Affidatario medesimo.

L'affidatario si obbliga inoltre a:

- 1) eseguire il servizio nel completo rispetto di tutte le disposizioni di legge e regolamenti applicabili, norme, anche tecniche e prescrizioni delle competenti Autorità, vigenti al momento della sua esecuzione, nonché delle procedure aziendali, eventualmente indicate e fornite dalla Committente, delle quali con la stipula del Contratto dichiara di aver preso visione e conoscenza, impegnandosi, altresì, a darne conoscenza ai propri collaboratori e/o ausiliari, ivi compresi gli eventuali subappaltatori;
- 2) eseguire il servizio senza interferire o recare intralcio o interruzioni allo svolgimento dell'attività lavorativa della Stazione appaltante e/o di terzi in atto nei locali della stessa;

- 3) curare direttamente l'ottenimento di tutti i permessi e le autorizzazioni necessari per lo svolgimento delle attività contrattuali ad eccezione di quanto previsto a carico della Stazione appaltante nella documentazione contrattuale e di quelli che la Legge richiede esplicitamente ad esclusiva cura della Committente, per i quali comunque l'affidatario deve fornire la necessaria assistenza e/o documentazione;
- 4) adottare nell'esecuzione del Contratto ogni precauzione ed ogni iniziativa necessaria per evitare danni alle persone e alle cose, restando a suo carico ogni attività necessaria a riparare i danni arrecati alla Stazione appaltante e/o a terzi ivi compresi quelli cagionati dal personale proprio o dai lavoratori a vario titolo impegnati nell'esecuzione del Contratto, nonché da eventuali subappaltatori;
- 5) comunicare tempestivamente alla Stazione appaltante eventuali variazioni in merito alla composizione della propria compagine societaria e dei propri organi societari, nonché l'insorgenza di eventuali circostanze tali da comportare modifiche alla situazione patrimoniale dichiarata in sede gara ai sensi dell'art. 80, comma 5, lett. b) del D.Lgs. n. 50 del 2016.
- 6) proseguire il servizio, pur in presenza di contestazioni e non sospendere/o ritardare la prestazione, salvo i casi di forza maggiore;
- 7) manlevare e comunque tenere indenne la Stazione appaltante da qualsiasi responsabilità, da qualsiasi onere le dovesse derivare, nonché da eventuali azioni legali promosse da terzi in qualunque modo connesse con l'esecuzione del Contratto o derivanti dallo svolgimento del servizio.

Tra gli oneri dovuti da parte dell'affidatario si richiama particolare attenzione agli obblighi previsti dall'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. ("Piano straordinario contro le mafie e delega al Governo in materia di normativa antimafia") in materia di tracciabilità dei flussi finanziari relativi all'appalto in oggetto.

Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale dedicato costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi del comma 9-bis del medesimo art. 3, fatta salva l'applicazione di sanzioni amministrative pecuniarie per le violazioni di cui all'art 6 della medesima legge.

A tal fine, l'affidatario si impegna a comunicare alla Sport e Salute S.p.A. tempestivamente, gli estremi identificativi del conto corrente dedicato nonché le generalità e il codice fiscale delle persone delegate a operare su di esso.

L'affidatario è obbligato alla predisposizione di tutti gli elaborati e documenti per l'ottenimento di pareri e nulla - osta di legge e di qualunque opera integrativa non esplicitamente prevista nel progetto allegato ma formalmente prescritta nella formulazione dei pareri stessi da parte delle competenti Autorità in relazione alle modifiche apportate al progetto dallo stesso affidatario.

L'elencazione sopra riportata degli obblighi e degli oneri a carico dell'affidatario ai fini dell'esecuzione del Contratto è da intendersi come esemplificativa e non esaustiva, restando ferma la piena responsabilità dell'affidatario per tutti gli obblighi ed oneri non indicati, ma necessari ai fini del corretto e completo adempimento delle prestazioni contrattuali.

Resta inteso che la Committente, in caso di violazione dei suddetti obblighi avrà facoltà di risolvere il Contratto ai sensi e per gli effetti dell'art. 1456 c.c., fatto salvo il diritto della medesima di agire per il risarcimento di eventuali danni patiti e patienti.

La ditta appaltatrice ha l'onere di fornire, a propria cura e spese, tutte le attrezzature, i mezzi di trasporto, i materiali di consumo ed i prodotti necessari per la corretta effettuazione del servizio oggetto dell'appalto.

Lo smaltimento dei rifiuti di imballaggio dovrà essere effettuato in conformità alla normativa vigente in materia e potrà essere eseguito anche da terzi abilitati ed autorizzati all'effettuazione di tale servizio. In tal caso il subappalto è regolato dalle disposizioni di cui all'art. 105 del D. Lgs. 50/2016.

Si intendono inoltre a totale carico dell'affidatario i seguenti oneri:

- esercitare, nelle forme opportune, il controllo e la vigilanza sul corretto svolgimento del servizio da parte del personale impiegato che dovrà mantenere un contegno corretto verso i dipendenti della Sport e Salute;
- provvedere a propria cura e spese al ripristino delle opere danneggiate durante l'espletamento del servizio.

Art. 12 - DISPOSIZIONI GENERALI NELLO SVOLGIMENTO DEL SERVIZIO

Tutti i dati forniti dall'impresa aggiudicataria saranno trattati nel rispetto del D.Lgs.196/2003 (Testo Unico sulla privacy) e dei relativi obblighi di riservatezza.

È fatto obbligo all'impresa aggiudicataria di mantenere riservati i dati e le informazioni di cui venga in possesso, di non divulgarli e di non farne oggetto di utilizzazione a qualsiasi titolo.

L'uso dell'emblema olimpico dei cinque cerchi, e logo della Sport e Salute S.p.A., sotto qualsiasi forma è tassativamente vietato.

Il servizio dovrà assicurare, presso gli spazi, le aree, i locali e le superfici interessate, un livello di alto standard qualitativo.

A tal fine la ditta appaltatrice dovrà garantire la puntuale esecuzione delle prestazioni specificate nell'allegato Tecnico che costituisce parte integrante del presente Capitolato, nonché di quant'altro si rendesse necessario per la corretta effettuazione del servizio.

La ditta appaltatrice, nel caso in cui reputi che l'esecuzione di particolari ordini di servizi possa compromettere il buon andamento del servizio, dovrà redigere apposita relazione per informare tempestivamente la Sport e Salute.

Qualora non ottemperi a quanto sopra, alla ditta stessa sarà imputata ogni e qualsivoglia responsabilità derivante, connessa o conseguente a ciascuna azione od omissione relative all'ordine di servizio in questione.

Le attrezzature utilizzate devono essere conformi alle prescrizioni vigenti in materia di protezione, prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro. Prodotti ed attrezzature usate devono riportare il marchio CE.

La Sport e Salute non sarà responsabile nel caso di eventuali danni o furti delle attrezzature.

La Sport e Salute è esonerata e manlevata da ogni e qualsivoglia responsabilità derivante, connessa o conseguente a prestazioni oggetto del servizio, restando esclusivamente la ditta appaltatrice responsabile, anche verso terzi, per i danni a persone o cose che dovessero verificarsi nel periodo di rapporto contrattuale.

Gli interventi per i servizi saranno richiesti, anche per le vie brevi, direttamente dalla Sport e Salute.

L'Aggiudicataria, a propria cura e spese, dovrà provvedere:

- al risarcimento dei danni cagionati da detto personale alla Sport e Salute e/o a terzi;
- a far rispettare ai propri dipendenti le disposizioni interne emanate dalla Sport e Salute.

Il servizio dovrà essere eseguito in modo da non danneggiare i locali interessati dalle attività, le eventuali tappezzerie, i mobili, le attrezzature e tutti gli altri oggetti presenti nei locali, nonché i beni e materiali movimentati.

L' affidatario avrà inoltre la responsabilità e l'onere di:

- provvedere alla delimitazione o, se nel caso, alla recinzione delle aree di lavoro e all'adozione dei procedimenti idonei a garantire il rispetto delle norme di sicurezza in relazione alla peculiarità del lavoro;
- ottenere tutte le autorizzazioni e i permessi necessari nel caso in cui le aree di cui al precedente punto siano pubbliche.

Art. 13 - ATTESTAZIONE DI REGOLARE ESECUZIONE

Ai sensi dell'art. 325 comma 1 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i., il certificato di regolare esecuzione emesso dal direttore dell'esecuzione e confermato dal responsabile del procedimento è emesso non oltre 45 giorni dalla ultimazione del servizio e contiene gli elementi di cui all'articolo 325 comma 2 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i

Ai sensi dell'art. 325 comma 3 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i, alla data di emissione dell'attestazione di regolare esecuzione si procede, con le cautele prescritte dalle leggi in vigore e sotto le riserve previste dall'articolo 1669 del codice civile, allo svincolo della cauzione definitiva.

Art. 14 - PENALI

L'esecutore è soggetto a penali per il ritardato adempimento degli obblighi contrattuali.

Le penali da applicare sono stabilite dal responsabile del procedimento in misura giornaliera compresa tra lo 0,3‰ (zero virgola tre per mille) e l'1‰ (uno per mille) dell'ammontare netto contrattuale e, comunque, complessivamente non superiore al 10% (dieci per cento) dello stesso, da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate all'eventuale ritardo.

Qualora il ritardo nell'esecuzione determini una penale il cui ammontare risulti superiore al limite del 10% (dieci per cento) dell'importo netto contrattuale, il responsabile del procedimento promuove la procedura di risoluzione del contratto per grave ritardo, fatta salva la facoltà per la Sport e Salute di agire per ottenere in via giudiziale il risarcimento dell'eventuale maggior danno sopportato, che, comunque, non può esorbitare l'importo del contratto, e di affidare, eventualmente, a terzi l'esecuzione dei servizi in oggetto.

Nel caso di esecuzione articolata in più parti, nel caso di ritardo rispetto ai termini di una o più di tali parti le penali si applicano ai rispettivi importi con le modalità stabilite dalla Sport e Salute.

Sulla base delle indicazioni fornite dal direttore dell'esecuzione, le penali sono applicate dal responsabile del procedimento nell'attestazione di regolare esecuzione.

Sull'istanza di disapplicazione delle penali decide la Sport e Salute su proposta del responsabile del procedimento, sentito il direttore dell'esecuzione.

L'ammontare della penale verrà dedotto dall'importo contrattualmente fissato ancora dovuto oppure sarà trattenuto sulla cauzione. Le inadempienze saranno contestate per iscritto e le penali di cui sopra saranno applicate qualora la impresa non fornisca, nel termine perentorio di 3 giorni, sufficienti e valide giustificazioni.

Per ogni inadempienza, riconducibile a singole prestazioni non effettuate o ultimate in ritardo e per le violazioni di ulteriori norme, la Sport e Salute applicherà una penale il cui importo potrà variare da € 250,00 (duecentocinquanta/00) fino a € 5.000,00 (cinquemila/00) secondo la gravità, discrezionalmente valutata.

Le inadempienze saranno contestate per iscritto e le penali di cui sopra saranno applicate qualora la ditta non fornisca, nel termine perentorio di 3 giorni, sufficienti e valide giustificazioni.

Nel caso di sciopero proclamato dalle Organizzazioni Sindacali Nazionali di categoria che comportino la mancata effettuazione delle prestazioni nei termini contrattuali, la Sport e Salute opererà le trattenute per l'importo corrispondente al servizio non prestato.

Gli scioperi del personale non proclamati dalle Organizzazioni Sindacali Nazionali o Provinciali di categoria verranno considerati a tutti gli effetti del presente Capitolato, violazioni agli obblighi contrattuali.

In tutti i casi previsti nel presente articolo, al fine di garantire il regolare svolgimento dell'attività sportiva, saranno addebitate alla ditta appaltatrice eventuali spese sostenute dalla Sport e Salute per evitare il disservizio.

La Ditta aggiudicataria è responsabile, secondo le norme del codice civile (art. 1693) per la perdita o danneggiamento dei materiali/beni movimentati ed è tenuto al risarcimento integrale dei danni derivanti alla Sport e Salute.

A tal proposito, la Ditta aggiudicataria dovrà, inoltre, prendere visione dei beni/materiali e delle dotazioni da movimentare ed esaminarli prima dell'inizio delle operazioni al fine di constatarne l'integrità al fine di segnalare ogni danno preesistente. Qualsiasi danno non segnalato sarà attribuito alla Ditta aggiudicataria.

Nel caso in cui dovessero essere proposte azioni legali con chiamata in causa per danni derivanti da disservizi connessi al presente appalto e che determinino l'inagibilità parziale o totale degli uffici e/o impianto, la Sport e Salute promuoverà azione legale a tutela dei propri diritti nei confronti dell'impresa appaltatrice.

Art. 15 - CONTROLLI

La Sport e Salute avrà la facoltà di effettuare, in ogni momento e senza obbligo di preavviso, nel corso delle varie fasi, controlli sull'andamento e sul corretto adempimento di tutti gli obblighi contrattuali.

Il Responsabile per l'esecuzione verificherà l'osservanza delle normative e disposizioni richiamate all'art. 15 del presente Capitolato, sia direttamente che attraverso l'Ispettorato del Lavoro.

Nel caso in cui siano riscontrate difformità o irregolarità, il RPE richiederà all'aggiudicatario, tramite lettera raccomandata, di fornire entro 3 giorni giustificazioni e/o controdeduzioni.

Scaduto il termine fissato senza che l'affidatario abbia presentato dette giustificazioni e/o controdeduzioni, ovvero le stesse siano state acquisite ma valutate negativamente, la Sport e Salute, su proposta del RUP, potrà disporre la risoluzione del contratto.

Art. 16 - RECESSO

In conformità all'art. 1671 del codice civile, e ai sensi dell'art. 109 del Codice, Sport e Salute ha il diritto di recedere unilateralmente, in tutto o in parte, in qualunque tempo dal contratto previo il pagamento delle prestazioni già eseguite.

L'esercizio del diritto di recesso è preceduto da formale comunicazione all'affidatario da darsi con un preavviso di almeno venti (20) giorni solari.

In caso di recesso dal contratto ai sensi del D.Lgs. 159/2011 (Legge Antimafia), Sport e Salute interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento del servizio. E l'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario affidatario in sede in offerta.

Art. 17 – RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

Sport e Salute ha facoltà di risolvere anticipatamente il contratto, mediante semplice dichiarazione di avvalersi della clausola risolutiva, ex art. 1456 codice civile, comunicata mediante raccomandata con ricevuta di ritorno (o a mezzo P.E.C.), salvo ogni ulteriore azione per il riconoscimento del maggior danno.

Ai sensi dell'art. 108, comma 1 del Codice, la Sport e Salute può risolvere il contratto durante il periodo di sua efficacia, se una o più delle seguenti condizioni sono soddisfatte:

- a. il contratto ha subito una modifica sostanziale che avrebbe richiesto una nuova procedura di appalto ai sensi dell'articolo 106;
- b. con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 1, lettere b) e c) sono state superate le soglie di cui al comma 7 del predetto articolo; con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 1, lettera e), del predetto articolo, sono state superate eventuali soglie stabilite dalla Sport e Salute; con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 2, sono state superate le soglie di cui al medesimo comma 2, lettere a) e b);
- c. l'affidatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto in una delle situazioni di cui all'articolo 80, comma 1, del Codice e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di appalto
- d. l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione

europea in un procedimento ai sensi dell'articolo 258 TFUE, o di una sentenza passata in giudicato per violazione del Codice.

La Sport e Salute, ai sensi del comma 2 del predetto art.108, procederà altresì a risolvere il contratto durante il periodo di efficacia dello stesso qualora:

- a. nei confronti dell'affidatario sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'articolo 80 del Codice.

In conformità al comma 3 del predetto art 108, quando il direttore dell'esecuzione, accerta un grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'affidatario, tale da comprometterne la buona riuscita delle prestazioni, invia al responsabile del procedimento una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando il valore del servizio eseguito regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'affidatario. Egli formula, altresì, la contestazione degli addebiti all'affidatario, assegnando un termine non inferiore a quindici giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al responsabile del procedimento.

Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'affidatario abbia risposto, Sport e Salute su proposta del responsabile del procedimento dichiara risolto il contratto.

Ai sensi del comma 4, qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'affidatario rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dell'esecuzione gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'affidatario deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'affidatario, qualora l'inadempimento permanga, Sport e Salute risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.

La Sport e Salute può avvalersi della facoltà prevista dall'articolo 110, comma 1 del Codice di interpellare progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento del servizio. E l'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario affidatario in sede in offerta.

Nel caso di risoluzione del contratto l'affidatario ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

Il responsabile unico del procedimento nel comunicare all'affidatario la determinazione di risoluzione del contratto, dispone, con preavviso di venti giorni, che il direttore dell'esecuzione curi la redazione dello stato di consistenza del servizio già svolto, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.

Nei casi di risoluzione del contratto di appalto dichiarata dalla Sport e Salute, l'affidatario deve provvedere allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnato; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, Sport e Salute provvede d'ufficio addebitando all'affidatario i relativi oneri e spese.

Sport e Salute ha facoltà di risolvere il contratto ex art. 1456 cod. civ. (clausola risolutiva espressa) nelle seguenti ulteriori fattispecie che vengono indicate a solo titolo esemplificativo e non esaustivo:

- ✓ qualora la ditta appaltatrice disattenda gli obblighi contrattuali richiamati dal presente Capitolato d'appalto, nonché per inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie delle maestranze;
- ✓ qualora la ditta appaltatrice commetta violazioni di norme antinfortunistiche;
- ✓ in caso di inosservanze che, nel corso del rapporto contrattuale, abbiano comportato l'applicazione di penali per un importo complessivo superiori al 10% del corrispettivo fissato per l'appalto;
- ✓ sospensione del servizio da parte della ditta appaltatrice senza giustificato motivo;
- ✓ manifesta incapacità o inidoneità, nell'esecuzione del servizio;
- ✓ frode nell'esecuzione del servizio;
- ✓ rallentamento delle consegne senza giustificato motivo in misura tale da pregiudicare l'esecuzione del servizio nei termini previsti dal Capitolato e dal contratto;
- ✓ qualora, in caso di intimazione ad adempiere ad obblighi di natura contrattuale da parte del RUP e o della direzione del servizio, l'impresa appaltatrice non ottemperi nel termine di gg. 3 (tre);
- ✓ qualora, a seguito dei controlli di cui all'art. 15 del presente Capitolato l'affidatario non risponda alla richiesta di giustificazioni e/o controdeduzioni, ovvero nel caso le giustificazioni e/o controdeduzioni siano valutate negativamente;
- ✓ in caso di accertamento della non veridicità delle dichiarazioni rese dalla impresa al fine della partecipazione alla gara o in ottemperanza alle prescrizioni indicate dal presente Capitolato;
- ✓ subappalto non autorizzato, o violazioni di norme sostanziali regolanti il subappalto;
- ✓ inadempienza accertata, da parte dell'affidatario, alle norme di legge sulla tracciabilità dei flussi finanziari, ai sensi dell'art. 3, comma 9-bis, della Legge n. 136/2010 e ss. mm. e ii.;
- ✓ nel caso di cessione dei crediti ad altra Impresa non preventivamente autorizzata;
- ✓ nel caso di cessione del contratto anche parziale ad altra impresa;
- ✓ stato di inosservanza della ditta appaltatrice riguardo a tutti i debiti contratti per l'esercizio della propria impresa e per l'esecuzione del contratto;
- ✓ nel caso di inosservanza dell'impegno di osservare tutte le disposizioni di cui al D.Lgs. 231/2001 e s.m.i., nonché delle norme del Codice Etico della Sport e Salute accessibile sul sito istituzionale <http://sportesalute.eu>;
- ✓ nel caso di inadempimento degli obblighi retributivi, contributivi, assistenziali e fiscali dovuti dall'impresa appaltatrice e/o subappaltatrice nei confronti dei propri dipendenti impiegati nell'appalto di cui all'oggetto;
- ✓ mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al Decreto n. 81 del 2008 o ai piani di sicurezza, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal direttore dell'esecuzione, dal R.U.P. o dal coordinatore per la sicurezza;
- ✓ nel caso di contabilità non rispondente alle prescrizioni di Capitolato;
- ✓ non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
- ✓ cessazione d'azienda, cessazione dell'attività, concordato preventivo, fallimento, atti di sequestro, pignoramento a carico dell'aggiudicatario;
- ✓ in tutti gli altri casi espressamente previsti nel presente Capitolato, anche se non richiamati nel presente articolo.

Altresì, il contratto verrà anticipatamente risolto prima della naturale scadenza, in tutto o in parte, nel caso in cui vengano a decadere i titoli che legittimano la disponibilità e la gestione,

da parte della Sport e Salute, degli impianti/immobili presso cui dovranno essere effettuati i servizi oggetto dell'appalto.

Peraltro la Sport e Salute avrà sempre facoltà, in relazione a proprie esigenze, di modificare, sospendere, ridurre, annullare, gli ordinativi già emessi, nonché di modificare le aree e le cubature degli impianti interessati dai servizi in oggetto.

Nelle eventualità citate nel presente articolo, il contratto si scioglierà o se ne ridurrà o modificherà l'oggetto, decorsi 20 giorni dalla comunicazione da parte della Sport e Salute, mediante lettera raccomandata con avviso di o a mezzo PEC, senza che l'impresa possa nulla a che pretendere a qualsiasi titolo.

Inoltre, in tutte le ipotesi precedenti di scioglimento o riduzione dell'oggetto del contratto, la impresa aggiudicataria rinuncia, sin d'ora, a pretendere gli indennizzi di cui all'art. 1671 c.c., fermo restando il pagamento delle prestazioni già eseguite.

Sport e Salute ha il diritto di valersi della cauzione definitiva per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento del servizio nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore, salvo ed impregiudicato il risarcimento di eventuali ulteriori danni subiti a causa dell'inadempimento.

Ai sensi dell'art. 110 del Codice, la Sport e Salute, in caso di fallimento, di liquidazione coatta e concordato preventivo, ovvero procedura di insolvenza concorsuale o di liquidazione dell'affidatario, o di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 108 del Codice ovvero di recesso dal contratto ai sensi dell'articolo 88, comma 4-ter, del D.Lgs. 159/2011, ovvero in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento del servizio. L'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario affidatario in sede in offerta.

In caso di fallimento dell'esecutore, il curatore del fallimento, autorizzato all'esercizio provvisorio, ovvero l'impresa ammessa al concordato con continuità aziendale, su autorizzazione del giudice delegato, sentita l'ANAC, possono:

- a) partecipare a procedure di affidamento di appalti ovvero essere affidatario di subappalto;
- b) eseguire i contratti già stipulati dall'impresa fallita o ammessa al concordato con continuità aziendale.

Per quanto non espressamente previsto nel presente articolo, si applicano le disposizioni di cui all'art.110 del Codice.

Restano ferme le disposizioni previste dall'articolo 32 del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 90, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 114, in materia di misure straordinarie di gestione di imprese nell'ambito della prevenzione della corruzione.

Se l'esecutore è un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 17 e 18 dell'articolo 48 del Codice.

Art. 18 - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

È fatto assoluto divieto all'affidatario di cedere a terzi i crediti senza specifica autorizzazione da parte di Sport e Salute.

L'affidatario è obbligato a trasferire tale divieto di cessione di credito ad ognuno dei sub-appaltatori, sempre salvo autorizzazione scritta Sport e Salute.

Ai sensi dell'art 106, comma 13, del Codice, ai fini dell'opponibilità alla Stazione Appaltante, le cessioni di crediti devono essere stipulate mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata e devono essere a questa notificate.

Fatto salvo il rispetto degli obblighi di tracciabilità, le cessioni di crediti da corrispettivo di appalto sono efficaci e opponibili alla Stazione Appaltante qualora queste non le rifiutino con comunicazione da notificarsi al cedente e al cessionario entro quarantacinque giorni dalla notifica della cessione.

Le cessioni di crediti possono essere effettuate a banche o intermediari finanziari disciplinati dalle leggi in materia bancaria e creditizia, il cui oggetto sociale preveda l'esercizio dell'attività di acquisto di crediti di impresa.

La Stazione Appaltante, nel contratto stipulato o in atto separato contestuale, può preventivamente accettare la cessione da parte dell'esecutore di tutti o di parte dei crediti che devono venire a maturazione. In ogni caso, la Stazione appaltante cui è stata notificata la cessione può opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al relativo contratto con questo stipulato.

Anche gli eventuali movimenti finanziari relativi ai crediti ceduti, quindi tra stazione appaltante e cessionario, sono soggetti alla normativa sulla tracciabilità dei flussi finanziari previsti dall'art. 3 della Legge n.136/2010 e s.m.i. (*"Piano straordinario contro le mafie e delega al Governo in materia di normativa antimafia"*).

Anche i cessionari dei crediti da corrispettivo di appalto sono tenuti ad indicare il CIG e ad anticipare i pagamenti all'affidatario mediante bonifico bancario o postale su apposito conto corrente bancario o postale dedicato.

Art. 19 - ONERI FISCALI E SPESE CONTRATTUALI

L'affidamento dei lavori in oggetto avverrà mediante scambio di lettera commerciale in modalità elettronica.

CAPITOLATO TECNICO

Art.1 – DESCRIZIONE DEL SERVIZIO

Ogni singola attività oggetto di appalto verrà avviata attraverso Ordine di Acquisto da parte del Responsabile Unico del Procedimento (nel prosieguo indicato con l'acronimo RUP), o in alternativa dal Direttore dell'Esecuzione del Servizio (nel prosieguo indicato con l'acronimo DES).

L'attività sarà articolata su incarichi indipendenti tra loro, anche contemporanei, da eseguire nei tempi e modi riportati nell'Ordine di acquisto e si concluderà all'esito positivo della verifica di rispondenza degli elaborati a quanto richiesto nell'Ordine di acquisto da parte del Responsabile Unico del Procedimento (nel prosieguo indicato con l'acronimo RUP), o in alternativa dal Direttore dell'Esecuzione del Servizio (nel prosieguo indicato con l'acronimo DES).

E' comunque facoltà del Stazione appaltante richiedere modifiche e/o integrazioni senza alcun limite di tempo, qualora esse si rendano necessarie per motivi imputabili all'Affidatario anche dopo l'avvenuta consegna.

Art. 2 – SONDAGGI GEOGNOSTICI

Il tipo di attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi deve essere adeguato al raggiungimento delle posizioni e delle profondità prefissate, ovvero che si renderanno necessarie, in funzione dei risultati dell'indagine fino a quel momento svolta. Qualora le condizioni morfologiche lo richiedano dovrà essere utilizzata una sonda montata su cingoli.

Le perforazioni, siano esse a carotaggio continuo o a distruzione di nucleo, comunque inclinate, dovranno essere eseguite con diametro idoneo a garantire l'introduzione e la messa in opera di apparecchiature di misura (es.: piezometri tipo Casagrande o altri, inclinometri, estensimetri, ecc.) nei fori di sondaggio indicati dalla Direzione dei lavori.

Perforazione a carotaggio continuo

Le modalità di perforazione e il diametro dei fori saranno tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati. La perforazione dovrà consentire la massima percentuale di recupero delle carote in funzione del tipo di terreno attraversato, il recupero dovrà essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Le carote prelevate durante il corso della perforazione verranno conservate in apposite cassette catalogatrici sulle quali verranno riportati in perfetta evidenza e in modo indelebile il numero di sondaggio e la profondità del rilievo. Il compenso per la fornitura delle cassette catalogatrici verrà riconosciuto solo per quelle utilizzate per la conservazione temporanea, per il periodo richiesto dalla Direzione Lavori, delle carote.

L'impresa potrà recuperare le cassette al termine dei lavori, con l'onere del trasporto a scarica del materiale estratto.

Dopo aver completato ogni singola cassetta, l'impresa è tenuta ad eseguire a proprie cure e spese, almeno una fotografia su stampa a colori del contenuto, in cui sia visibile, oltre alle carote, l'indicazione del cantiere, il numero del sondaggio, la profondità dal piano di campagna cui corrisponde la cassetta e un comparatore colorimetrico. Le stampe dovranno essere fornite alla Direzione Lavori insieme alla relazione tecnica, al termine dei lavori.

In terreni teneri la perforazione sarà eseguita con carotiere semplice ed assolutamente a secco. In presenza di terreni consistenti, o in particolari condizioni stabilite dalla Direzione Lavori, la perforazione dovrà essere eseguita con carotiere doppio o altra attrezzatura ritenuta idonea dalla Direzione Lavori; in ogni caso si dovrà limitare l'uso dell'acqua.

Per evitare il franamento delle pareti dei fori di sondaggio saranno impiegati rivestimenti metallici il cui avanzamento seguirà quello della perforazione. Il diametro dei rivestimenti sarà tale da permettere l'uso dei campionatori previsti e di quant'altro necessario per effettuare le prove in sito. In presenza di foro poco stabile l'operatore dovrà mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari ad assicurarne la stabilità.

Eventuali deformazioni di fori non rivestiti o franamenti delle pareti comportano l'esecuzione di perforazioni sostitutive, a distanza di 2-3 m, sino alla quota precedentemente raggiunta, senza che la Ditta appaltatrice possa chiedere compensi o sovrapprezzi.

Nel corso dei sondaggi sarà rilevata la stratigrafia del terreno attraversato; in essa dovranno comparire tutti gli elementi relativi ai campioni rimaneggiati ed indisturbati.

Per ogni sondaggio eseguito in terreni sciolti e/o coesivi dovrà essere descritto:

- ubicazione e denominazione del cantiere;
- Stazione appaltante ed Impresa esecutrice;
- quota dei sondaggi;
- orientamento del sondaggio e inclinazione rispetto alla verticale;
- data di inizio e fine della perforazione;
- metodi di perforazione impiegati nei diversi tratti;
- caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e diametro di perforazione del carotiere;
- eventuali metodi di stabilizzazione del foro adottati;
- tipo e diametro degli eventuali rivestimenti;
- profilo stratigrafico rilevato durante la perforazione con denominazione e rappresentazione simbolica della natura e consistenza dei terreni attraversati, con profondità dal piano di campagna e spessore dei diversi tipi litologici.
- profondità di prelievo dei campioni disturbati e/o indisturbati;

- note relative a perdite di fluidi di circolazione, eventuali franamenti delle pareti, rifluimenti dal fondo e quant'altro possa essere rilevato in campagna;

- profondità di ogni manifestazione acquifera incontrata, da semplici perdite ai livelli freatici, di cui dovrà essere fornita la quota massima e minima rilevate nel corso del sondaggio fino a stabilizzazione o diversamente, a richiesta della Direzione Lavori. Le misurazioni inoltre andranno sempre effettuate all'inizi, alla fine di ogni turno di lavoro e alla sospensione antimeridiana, avendo cura che il foro sia libero da eventuali materiali che impediscano alla falda di raggiungere, durante la notte, il livello statico.

Il sondaggio, se non utilizzato per la posa in opera di strumentazione geotecnica, dovrà essere riempito con idoneo materiale, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, con onere dell'Impresa.

Per sondaggi in roccia o in strati cementati, il diametro di perforazione sarà tale da ottenere carote del diametro di almeno 85 mm.

Non è consentito l'uso di attrezzi quali triconi, scalpelli o altri che operino "a distruzione", a meno che ciò non sia, per fini particolari, esplicitamente richiesto. Il loro uso è consentito per alesare un foro in cui siano già state prelevate le carote con le modalità sopra indicate.

Perforazione a distruzione di nucleo

Tale perforazione dovrà essere eseguita per l'installazione dei tubi inclinometrici.

Per ogni sondaggio eseguito in terreni sciolti e/o coesivi dovrà essere descritto:

- ubicazione e denominazione del cantiere;
- Stazione appaltante ed Impresa esecutrice;
- quota dei sondaggi;
- orientamento del sondaggio, inclinazione rispetto alla verticale e suo orientamento;
- data di inizio e fine della perforazione;
- metodi di perforazione impiegati nei diversi tratti;
- caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e diametro di perforazione del carotiere;
- tipo e diametro degli eventuali rivestimenti.

Durante la perforazione potranno essere prelevati campioni di detrito uscente dal foro (cutting) mediante i quali dovrà essere ricostruita una approssimata descrizione dei terreni attraversati, fornendo inoltre notizie riguardanti:

- perdite di fluidi di circolazione, eventuali franamenti delle pareti, rifluimenti dal fondo e quant'altro possa essere rilevato in campagna;

- misurazioni del livello della falda sia a fine prova che a livello stabilizzato o diversamente, a richiesta della Direzione Lavori. Le misurazioni inoltre andranno sempre effettuate all'inizio e alla fine di ogni turno di lavoro, avendo cura che il foro sia libero da eventuali materiali che impediscano alla falda di raggiungere, durante la notte, il livello statico.

La perforazione sarà condotta mediante utensili del tipo triconi o scalpelli di vario tipo oppure con altro metodo ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. Le pareti del foro saranno sostenute a seconda delle esigenze da normali fluidi di perforazione o da rivestimenti.

Eventuali deformazioni di fori non rivestiti o franamenti delle pareti comportano l'esecuzione di perforazioni sostitutive, a distanza di 2-3 m, sino alla quota precedentemente raggiunta, senza che la Ditta appaltatrice possa chiedere compensi o sovrapprezzi.

Il sondaggio, se non utilizzato per la posa in opera di strumentazione geotecnica, dovrà essere riempito con idoneo materiale, secondo le indicazioni della D.L. con onere dell'impresa.

Fornitura di cassette per campioni indisturbati

I campioni di terreno o carote prelevati nel corso dei sondaggi saranno custoditi in apposite cassette catalogatrici, munite di setti divisori e coperchio, recanti l'indicazione del cantiere, il numero del sondaggio e profondità dal piano di campagna dei prelievi conservati.

Le cassette catalogatrici contenenti i materiali prelevati verranno tenute in cantiere, a disposizione della Direzione Lavori, fino al termine delle indagini, in un luogo asciutto e riparato. Al termine dei lavori le cassette potranno essere recuperate dalla Ditta appaltatrice che avrà l'onere del trasporto a discarica delle carote in esse contenute.

Prelievo di campioni indisturbati

Nei terreni coesivi e semi coesivi (limo, argilla, limo sabbioso, ecc.) incontrati durante la perforazione del sondaggio, verranno prelevati campioni indisturbati secondo le indicazioni della Direzione Lavori impiegando, secondo la consistenza del terreno, i seguenti tipi di campionatore:

- 1) campionatore a pareti sottili (tipo Osterberg) munito di pistone, avente un diametro interno non inferiore ad 80 mm, spessore da 1,5 a 2 mm e lunghezza maggiore di 600 mm;
- 2) campionatore rotativo a doppia parete con inserito contenitore del tipo Mazier oppure Denison con lunghezza interna maggiore di 600 mm. e diametro interno maggiore di 67 mm.

L'impresa potrà proporre alla Direzione Lavori anche altri tipi di campionatori il cui utilizzo sarà subordinato all'approvazione della Direzione Lavori stessa.

I contenitori a fustelle potranno essere di plastica o di acciaio (inox, plastificato o zincato) a seconda del tipo di campionatura usato, e dovranno risultare in ottimo stato di conservazione prima di essere usati per il prelievo.

La fornitura dei campionatori è a totale carico della Ditta aggiudicataria e, dopo che saranno state eseguite le analisi di laboratorio richieste, questi resteranno di proprietà della Ditta stessa.

I prelievi di campioni indisturbati devono essere effettuati subito dopo una preventiva e accurata pulizia, con metodi adeguati, del fondo del foro. I campioni così prelevati devono essere immediatamente sigillati con paraffina fusa, repertoriati e sistemati in idonei contenitori con accurato imballo che li preservi da ogni danneggiamento.

Sia sul campione che sul contenitore verrà applicata una etichetta in cui saranno indicati in modo indelebile:

- designazione del cantiere
- designazione del foro di sondaggio
- eventuale numero di ordine del campione
- profondità del prelievo (da/a)
- orientamento (alto/basso)
- data di prelievo.

Nel rapporto da consegnare alla Direzione Lavori devono essere riportati i dati relativi al campionamento eseguito con le seguenti annotazioni:

- tipo di campionatore e sue dimensioni;
- metodo di infissione del campionatore;
- condizioni di prelievo;
- lunghezza del campione.

Tutti i campioni di cui ai commi precedenti devono essere indicati, con le rispettive quote di prelievo, nel profilo stratigrafico di ogni sondaggio da consegnare alla Direzione Lavori.

I campioni devono risultare della lunghezza utile necessaria per l'esecuzione delle analisi di laboratorio. L'impresa dovrà quindi scegliere il tipo di campionatore in relazione alla consistenza e durezza del terreno da campionare.

Non potranno essere contabilizzati campioni che non presentano una lunghezza utile pari ad almeno 40 cm (con particolare riferimento ai terreni coesivi).

Piezometri

Le pressioni interstiziali saranno misurate mediante piezometri da installare lungo tutte le verticali di sondaggio.

Dovranno almeno essere installati piezometri del tipo Casagrande a capsula porosa e a doppio condotto.

Per la sistemazione esterna del piezometro si dovrà prevedere un pozzetto di protezione di profondità e caratteristiche tali da non consentire infiltrazione di acque superficiali e manomissioni; nel pozzetto sarà installato un tubo esterno munito di lucchetto.

Le misure piezometriche dovranno eseguirsi almeno a intervalli di circa 3 ore al giorno per tutta la durata dei lavori.

L'installazione di questo tipo di strumentazione consiste nel porre in opera entro un foro le cui pareti sono rivestite con una tubazione di manovra, una o più colonne in P.V.C. o metallo, opportunamente fessurate per la parte in falda e cieche per quella restante, rivestite con calza in tessuto non tessuto.

Una volta eseguita la pulizia del foro, vengono immessi i tubi piezometrici della lunghezza stabilita dalla Direzione Lavori, quindi si provvede ad immettere materiale granulare fino a formare, nell'intercapedine tra piezometro e colonna di manovra, un filtro poroso. Tale operazione va eseguita ritirando la colonna di manovra mano a mano che si procede con l'immissione dall'alto del materiale filtrante, curando di controllarne la quota con idonei sistemi di misura (cordelle metriche, etc.).

Al termine della formazione del filtro si procederà all'esecuzione di un tappo impermeabile formato generalmente da palle d'argilla e bentonite o cemento opportunamente pestellate, onde isolare la zona filtrante dal resto del foro che verrà poi cementato, oppure riempito con materiale di risulta, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora il filtro sia posto ad una quota indicata dalla Direzione Lavori, il tampone impermeabile dovrà essere eseguito sia nella parte inferiore che in quella superiore al filtro stesso.

Lo spessore della zona filtrante verrà stabilito dalla Direzione Lavori, quello del tampone dovrà avere uno spessore non inferiore a 60 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

In superficie si provvederà quindi ad eseguire un idoneo pozzetto con chiusino, per il contenimento della testa del piezometro.

Tubi inclinometrici

La colonna inclinometrica sarà costituita da elementi di tubo in alluminio a quattro scanalature, giuntati tra di loro con manicotti speciali e rivettati.

Prima dell'installazione del tubo inclinometrico, l'Impresa deve verificare che la colonna di rivestimento provvisorio del foro sia libera e possa essere recuperata senza rotazione con semplice sollevamento, ad evitare spiratura e deformazioni del tubo stesso.

Una volta pulito il foro, si procederà all'installazione della colonna inclinometrica, formata da spezzoni di tubo man mano collegati tra loro.

I rivetti saranno disposti a 120 gradi e le giunzioni dovranno anche essere sigillate con mastice.

In caso si renda necessario tagliare un modulo di tubo inclinometrico, gli spezzoni dovranno essere di lunghezza pari a multipli di 0,5 metri.

Qualora la spinta idrostatica contrastasse l'infissione della colonna, questa potrà essere appesantita con liquido di idoneo peso specifico, tale da non richiedere l'esercizio di pressioni di qualsiasi tipo sulla colonna stessa.

Estrema attenzione va posta durante tutte le fasi di posa in opera della colonna inclinometrica onde non tranciare i sistemi di collegamento dei vari spezzoni di tubo ed evitare piegamenti e torsioni dei tubi stessi.

La cementazione dell'intercapedine tra il foro di sondaggio e la colonna inclinometrica verrà effettuata attraverso aste innestate nella valvola applicata al tappo di fondo della tubazione inclinometrica.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, la cementazione potrà essere eseguita mediante iniezione della miscela direttamente nell'intercapedine foro-colonna inclinometrica o attraverso un tubicino non metallico a perdere legato all'esterno della colonna stessa, oppure attraverso aste mobili da recuperare man mano che l'intasamento progredisce dal fondo verso l'alto.

Dovrà essere evitato in modo assoluto lo scuotimento dell'asta inclinometrica allo scopo di favorire la discesa della boiaccia.

Le giunzioni tra le singole aste inclinometriche e le valvole di fondo devono essere eseguite con la massima cura allo scopo di evitare il refluisce delle boiacche all'interno del tubo inclinometrico.

Durante l'estrazione del rivestimento, la eventuale diminuzione di livello della miscela deve essere compensata con ulteriori aggiunte della stessa. Controlli del livello della miscela e successivi rabbocchi, se necessari, verranno eseguiti anche a 12, 24 e 48 ore dalla fine della estrazione del rivestimento.

Il rabbocco di boiaccia dall'alto dovrà essere fatto utilizzando gli stessi tubicini utilizzati per l'iniezione sul fondo che andranno collocati tra la parete del foro e l'asta inclinometrica. Nel caso si renda necessario, per il rabbocco potrà essere utilizzata boiaccia più densa. Terminato il rabbocco, l'inclinometro dovrà essere ripetutamente lavato all'interno con circolazione d'acqua.

In presenza di rocce altamente fratturate o altamente porose l'asta inclinometrica potrà essere fissata anche mediante l'utilizzo di sabbia pulita da veicolare dall'alto con acqua fino ad intasare completamente lo spazio tra rivestimento e tubo inclinometrico. Il rivestimento andrà estratto con le stesse modalità sopra descritte.

Nel caso la fratturazione sia particolarmente beante, prima dell'introduzione di sabbia o di boiaccia dovranno essere immessi nel foro miscele intasanti.

Un pozzetto di ispezione e un dispositivo di protezione provvisto di idonea chiusura, vanno posti in opera alla sommità del tubo. La distanza tra la sommità del tubo inclinometrico e la sommità della colonna protettiva dovrà essere minore o uguale a 10 cm.

L'inclinometro messo in opera dovrà risultare facilmente percorribile per tutta la sua lunghezza dalla sonda testimone utilizzata dalla Amministrazione o dalla Impresa esecutrice, senza che quest'ultima incontri ostacoli o sia soggetta a rimbalzi.

Nel caso che la sonda testimone risalga bagnata di boiaccia, l'Impresa dovrà procedere all'ulteriore lavaggio dell'inclinometro.

I tubi inclinometrici non dovranno presentare fuori piombo superiore al 3% della lunghezza anche su tratti parziali. Per inclinometri di lunghezza superiore ai 33 metri il fuori piombo non dovrà superare comunque complessivamente il metro.

L'inclinometro dovrà risultare di lunghezza utile pari a quella del relativo sondaggio fissata dalla D.L.; è tollerata una minore lunghezza del tubo inclinometrico pari al 4% massimo della lunghezza prevista per il relativo sondaggio.

Non saranno contabilizzati e liquidati i lavori relativi alle forniture e messa in opera di aste inclinometriche che risulteranno completamente o parzialmente inutilizzabili, qualora la compromissione fosse tale da rendere non significative le letture di esercizio, ovvero che risultino di lunghezza inferiore più del 4% rispetto alla lunghezza del sondaggio o eccessivamente fuori piombo; in tal caso, tra i lavori non contabilizzabili e liquidabili, devono intendersi ricompresi, oltre la fornitura e posa in opera delle aste inclinometriche, anche il compenso per la relativa perforazione a carotaggio continuo o a distruzione nonché il compenso per la installazione della sonda.

La prova di verticalità sul tubo inclinometrico, per determinare l'entità del fuori piombo e la direzione di vergenza, verrà seguita dalla stazione appaltante con propria sonda, ovvero da ditta specializzata scelta dalla stazione appaltante, con oneri a carico della ditta appaltatrice, prima della contabilizzazione del tubo stesso.

Standard Penetration Test (S.P.T.)

Sul provvisorio fondo foro opportunamente pulito, dovrà essere infisso a percussione, attraverso l'utilizzo di un maglio di peso di 63,5 kg e da un'altezza di 76 cm, un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno.

La resistenza alla penetrazione del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè $N=N_2+N_3$. La prova viene eseguita al fondo di un foro di sondaggio (possibilmente alterando il meno possibile il terreno), scavato in precedenza alla profondità desiderata.

La prova va a rifiuto se il numero di colpi del primo avanzamento (N_1) è maggiore di 50 prima dei 15 cm o se N_2+N_3 è maggiore di 100 colpi prima dei 30 cm di avanzamento. Il valore di N_{spt} va corretto nei seguenti casi:

- per presenza della falda: $N_{spt\ corretto}=15+0.5(N_{spt}-15)$;
- per efficienza. Indicando con N_{60} il numero di colpi necessari per un avanzamento di 30 cm nel terreno si ipotizza che l'energia trasferita alle aste sia il 60 % di quella teorica; $N_{60}=N_{spt}(\%eff/60\%)$;
- per profondità (pressione litostatica): $N'_{60}=c_n N_{60}$, in cui $c_n=(p_{atm}/\sigma'_{v0})^{1/2}$.

La percussione dovrà essere effettuata secondo le modalità contenute nella norma ASTM n° D1586/67.

Art. 3 – PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Requisiti generali del laboratorio

Il laboratorio di prova dovrà essere competente per l'esecuzione delle prove in programma, dovrà disporre di personale tecnico in numero sufficiente con adeguata formazione e aggiornamento facente capo ad un responsabile al quale dovrà fare riferimento la Direzione Lavori.

Locali di prova

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

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

Apparecchiature di prova

Il laboratorio di prova deve essere fornito di tutte le apparecchiature necessarie per la corretta esecuzione delle prove in programma.

Tutte le apparecchiature devono essere conservate con cura e devono essere disponibili idonee procedure di manutenzione.

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

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

Copia delle schede di registrazione delle apparecchiature da utilizzare nell'ambito della Commessa dovrà essere fornita su richiesta alla Direzione Lavori.

Gli strumenti di misura e le apparecchiature di prova dovranno essere sottoposte a taratura secondo un programma temporale adeguato al carico di lavoro del laboratorio, e comunque ad intervalli non superiori ai sei mesi. La taratura degli strumenti di misura e di prova dovrà essere effettuata in modo da garantire la riferibilità delle misure effettuate alla catena metrologica internazionale.

Identificazione dei campioni

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

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

Conservazione dei campioni

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

All'atto della consegna si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni e si segnaleranno tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali danni alle fustelle che potrebbero aver alterato le condizioni originarie dei campioni (ovalizzazioni, deformazioni anomale, etc.).

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

- temperatura: $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$
- umidità relativa > 95%

Al termine delle attività di prova i campioni residui non sottoposti a prova dovranno essere conservati in ambiente ad atmosfera controllata e potranno essere avviati a scarica unitamente ai campioni ed ai provini sottoposti a prova, idoneamente conservati, solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Condizioni di trattamento dei campioni

In tutte le fasi dell'attività di laboratorio i campioni e le relative porzioni da sottoporre a prova dovranno essere trattati e manipolati in modo di minimizzare il disturbo ad essi arrecato e di

alterarne il meno possibile le caratteristiche e le proprietà naturali che devono essere determinate o investigate.

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

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

Risulta di conseguenza necessario che le operazioni di apertura, descrizione, selezione dei materiali e preparazione dei provini siano effettuati in ambienti con temperatura intorno ai 20° ed umidità non inferiore al 75%, meglio se ad atmosfera controllata; in ogni caso le condizioni ambientali della zona di preparazione dei provini devono essere tali da assicurare variazioni del contenuto d'acqua non superiori all'1 %.

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

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

Modifiche al programma di prove

Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite secondo il programma di prove di laboratorio contenuto nel presente capitolato d'Appalto. Se tuttavia in fase di apertura dei campioni si dovessero riscontrare incongruenze tra il tipo di materiale campionato e le prove indicate in programma o qualora la qualità del campione rendesse poco attendibili i risultati delle prove previste (eccessivo rammollimento, essiccazione, deformazione evidente) il laboratorio interromperà il programma di prova e comunicherà immediatamente alla Direzione Lavori gli inconvenienti riscontrati in modo da adeguare il programma di prove alla effettiva qualità e tipologia dei campioni disponibili.

A tale proposito il laboratorio dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma temporale delle attività in modo che sia possibile presenziare all'apertura dei campioni al fine di concordare eventuali modifiche al programma di prove.

In nessun caso il laboratorio potrà proseguire nel programma di prove o modificare il programma di prove senza la preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.

Rapporti con la Direzione Lavori

Oltre quanto già riportato in precedenza il responsabile del laboratorio dovrà comunicare alla Direzione Lavori qualsiasi problema o inconveniente che dovesse insorgere durante l'effettuazione delle prove in programma.

Normative di riferimento

Le prove saranno eseguite, salvo diversa indicazione, in accordo agli standard di prova indicati nelle norme tecniche.

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

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

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

Documentazione da consegnare

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

Nei capitoli seguenti delle presenti norme tecniche viene indicata la documentazione minima da fornire per ciascuna prova o analisi eseguita. In ogni caso il rapporto finale di prova dovrà comprendere almeno le seguenti informazioni:

- il nome e l'indirizzo del laboratorio di prova;
- l'identificazione univoca del rapporto di prova, di ciascuna sua pagina e del numero totale delle pagine;
- il nome ed indirizzo del Committente;
- l'identificazione dei campioni;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di prova;
- lo standard di riferimento seguito per l'esecuzione delle prove;

- tutte le misure, gli esami e i loro risultati, corredati di tabelle, grafici, disegni e fotografie e tutte le anomalie individuate;
- la firma del responsabile del rapporto di prova e la data di emissione.

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

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE (PROVE DI IDENTIFICAZIONE)

Apertura e descrizione Geotecnica di campioni indisturbati alloggiati in fustelle cilindriche.

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

Dopo l'estrusione il campione sarà sottoposto a scoticatura e ripulitura delle estremità e si procederà alla descrizione geotecnica visivo-manuale del materiale campionato indicando natura, colore, strutture, inclusioni, frammenti di conchiglie, resti organici, eventuale odore ed ogni altro elemento ritenuto significativo. La descrizione geotecnica visivo-manuale dovrà essere condotta in accordo allo standard ASTM D2488-93 (Standard Practice for Description and Identification of Soils -Visual-Manual Procedure).

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

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

Da ultimo si procederà alla selezione delle porzioni del campione da sottoporre a prova, avendo particolare cura di escludere dal confezionamento dei provini da sottoporre a prova le porzioni disturbate per rammollimento o deformazione eccessiva, e di scegliere porzioni omogenee del campione per l'esecuzione di prove che richiedano la preparazione di una serie di provini. Nella scelta delle porzioni di campione da sottoporre a prova assume particolare rilevanza la valutazione dello stato di qualità del campione che dovrà in ogni caso essere indicata. Al termine dell'esame sarà redatto un apposito modulo contenente tutte le osservazioni e misure condotte, l'indicazione delle prove da eseguire e dei relativi provini, indicazioni sullo stato di qualità del campione e della fustella, le dimensioni della fustella e del campione estruso. Il modulo sarà corredato dalla documentazione fotografica del campione.

Determinazione del contenuto naturale d'acqua

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua di terreni, rocce e materiali similari.

- ASTM D 2216 - 92 - Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

La determinazione del contenuto naturale d'acqua, ottenuto per differenza tra peso del campione umido e peso del campione essiccato in forno termostato a 105° ed espresso in percentuale rispetto al peso del campione essiccato, dovrà essere effettuata su campioni o porzioni di campioni che non abbiano subito significative variazioni di umidità (rammolliti o essiccati) rispetto alle condizioni naturali.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- valore percentuale del contenuto d'acqua espresso alla prima cifra decimale;
- documentazione delle pesate eseguite;
- note sulla eventuale disomogeneità del campione ed indicazione della porzione a cui si riferisce la determinazione;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Determinazione della massa volumica apparente (peso di volume naturale)

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

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

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

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

In nessun caso la fustella sarà infissa manualmente nel terreno da campionare.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- risultato della determinazione espresso in unità SI [Mg/m³] con definizione della seconda cifra decimale;
- documentazione delle pesate eseguite e delle dimensioni dei provini;
- note sulla eventuale disomogeneità del campione ed indicazione della porzione a cui si riferisce la determinazione;

- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Determinazione dei limiti di consistenza

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

- ASTM D 4318 - 84 - Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

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

Le tolleranze dimensionali da rispettare sono le seguenti:

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

Per la determinazione del limite di liquidità si impiegherà di norma il metodo multipunto, con almeno tre punti di prova. Solo nel caso di quantità insufficienti di materiale si potrà adottare il metodo a punto singolo, con esecuzione di almeno due determinazioni, e previo preventivo assenso della Direzione Lavori. Per quanto concerne il limite di plasticità, qualora il materiale non risultasse lavorabile, si riporterà come risultato l'indicazione "Non Plastico".

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

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

Analisi granulometrica per vagliatura

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

- ASTM D 422 - 63 (90) - Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- ASTM D 421 - 85 (93) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle Size

Analysis and Determination of Soils Constants

L'analisi granulometrica per vagliatura si eseguirà in ogni caso per via umida, impiegando setacci e vagli della serie ASTM di diametro non inferiore ai 300 mm, scelti tra i seguenti termini in funzione della dimensione massima dei granuli: n° 200, n° 100, n° 60, n° 40, n° 20, n° 10, n° 4, 3/8", 3/4", 1", 1.5", 2" e 3". E' ammesso l'uso di serie di setacci equivalenti a quella sopra indicata.

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

MASSA MINIMA DA ANALIZZARE

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

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

Il campione da sottoporre ad analisi, una volta essiccato e pesato, verrà immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disgregazione dei grumi, favorendo l'operazione mediante agitazione meccanica. Successivamente, evitando qualsiasi perdita di materiale, si procederà alle operazioni di setacciatura favorendo il passaggio del materiale con getti d'acqua e con l'azione meccanica di un pennello molto morbido, avendo cura di non forzare

il materiale tra le maglie dei setacci; l'operazione di lavaggio potrà essere conclusa solo quando l'acqua che fuoriesce dall'ultimo setaccio sia perfettamente limpida.

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

Il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alle Raccomandazioni A.G.I. (1977) e, qualora sia stata eseguita anche la determinazione dei limiti di consistenza, anche in accordo allo Standard ASTM D 2487-93 - Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) e alla Classificazione delle terre CNR-UNI 10006.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- diametro massimo del campione analizzato;
- quantità di materiale analizzato;
- tabella con indicazione della percentuale di materiale trattenuto a ciascun setaccio;
- diagramma semilogaritmico % di trattenuto - diametro;
- classificazione granulometrica del materiale analizzato;
- documentazione delle pesate eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

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

- ASTM D 422 - 63 (90) - Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils

- ASTM D 421 - 85 (93) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle Size Analysis

And Determination of Soils Constants

L'analisi granulometrica per sedimentazione dovrà essere condotta effettuando letture della densità e della temperatura di una sospensione, preparata con 50 gr di materiale passante al setaccio ASTM n° 200, 125 ml di soluzione disperdente (esametafosfato di sodio in soluzione pari a 40g/L, confezionata non più di 30 gg prima della data di impiego) e acqua distillata fino ad ottenere un volume pari a 1000 ml, dopo 1', 2', 4', 8', 15', 30', 60', 120', 240', 480' e 1440' dal termine dell'agitazione preliminare; si precisa che l'analisi potrà considerarsi conclusa solo quando la densità della sospensione risulta prossima a quella dell'acqua pura (circa 48 ore per i terreni francamente argillosi) Le letture di densità dovranno essere effettuate con densimetro calibrato di tipo ASTM 151H o 152H.

Per tutta la durata dell'analisi si avrà cura di evitare qualsiasi vibrazione ai cilindri di prova ed eccessive variazioni di temperatura; a tale scopo potrà convenientemente impiegarsi una vasca termostata a 20°.

Il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alle Raccomandazioni A.G.I. (1977) e, qualora sia stata eseguita anche la determinazione dei limiti di consistenza, anche in accordo allo Standard ASTM D 2487-93 - Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) e alla Classificazione delle terre CNR-UNI 10006.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- quantità di materiale analizzato;
- data di preparazione della soluzione disperdente;
- tabella con indicazione della percentuale di materiale trattenuto in corrispondenza di ciascun diametro;
- diagramma semilogaritmico % - diametro;
- classificazione granulometrica del materiale analizzato;
- documentazione delle letture di densità e temperature eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato, termometro) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

Prova di compressione edometrica (IL)

La prova edometrica consiste nella determinazione dell'entità e della velocità della consolidazione di terreni coesivi soggetti ad incrementi tensionali. Nel corso della prova edometrica, oltre ai parametri normalmente calcolati, è possibile eseguire determinazioni dirette di permeabilità.

ASTM D 2435 - 90 - Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils

A.G.I. (1994) - Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio – Prove edometriche

La prova di compressione edometrica ad incrementi di carico controllati dovrà essere condotta su provini cilindrici di diametro non inferiore a 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2.5 e 6 preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere l'anello portacampione a pressione direttamente nel campione da analizzare; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano l'anello portacampione.

L'altezza dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 10 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

Una volta inserito il terreno nell'anello portacampione si procederà al montaggio della cella edometrica inserendo le pietre porose inferiore e superiore e della carta da filtro tipo Whatman's n. 54 tra il terreno e le pietre porose.

Successivamente si posizionerà la cella edometrica sul telaio di carico applicando una pressione di serraggio pari a 5 kPa controllando le variazioni di altezza del provino e regolando la pressione iniziale per evitare rigonfiamenti o eccessive consolidazioni del provino. Al fine di evitare rigonfiamenti del terreno in prova si procederà all'inserimento dell'acqua nella cella edometrica solo dopo aver raggiunto un carico verticale pari alla tensione geostatica esistente in sito.

La prova sarà condotta applicando la seguente successione di carico: 12 kPa, 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, 1600 kPa, 3200 kPa. Per ciascun gradino di carico si procederà alla registrazione delle deformazioni secondo uno schema temporale in successione geometrica, mantenendo il carico almeno per un tempo sufficiente all'individuazione del tempo di fine consolidazione (t_{100}); qualora il diagramma non consentisse una chiara individuazione del t_{100} il gradino di carico dovrà essere mantenuto per almeno 24 h.

Si procederà poi alla costruzione del diagramma deformazione verticale - logaritmo del carico verticale ($ev - \log s'$), costruito impiegando i valori di cedimento corrispondenti ai t_{100} , in modo da valutare l'andamento del processo di consolidazione. Qualora tale diagramma evidenziasse una pressione massima applicata insufficiente (assenza di tre punti allineati dopo la massima curvatura) si procederà all'applicazione di ulteriori incrementi di carico sino ad ottenere chiaramente la retta di compressione.

In seguito si eseguirà lo fase di scarico finale con esecuzione di almeno 3 gradini di scarico.

Durante l'esecuzione del ciclo di carico, se richiesto, si eseguirà inoltre un ciclo di scarico ricarico a partire dalla tensione geostatica s'vo esistente in sito comprendente tre gradini di scarico e tre di ricarico.

Ove richiesto si procederà anche alla determinazione dei valori del coefficiente di consolidazione verticale c_v , del coefficiente di permeabilità k e del coefficiente di consolidazione secondaria c_a in corrispondenza di livelli di carico indicati dalla Direzione Lavori

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- dimensioni iniziali e finali del provino;
- contenuto d'acqua iniziale e finale del provino;
- indice dei vuoti iniziale e finale del provino;

- tabella riassuntiva riportante i valori di deformazione verticale percentuale e di indice dei vuoti per ciascun livello di carico ed i valori del modulo edometrico nei tratti di carico;
- tabella con i valori di c_v , k e c_a ove richiesto;
- diagramma indice dei vuoti - logaritmo del carico verticale efficace ($e - \log s'v$) costruito sulla base dei cedimenti corrispondenti ai t_{100} di fine consolidazione;
- diagramma logaritmo del carico - logaritmo del modulo edometrico;
- diagramma cedimento - logaritmo del tempo per i gradini di carico richiesti;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, comparatori o trasduttori di spostamento lineari, eventuali trasduttori di carico) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Prova di taglio diretto consolidata - drenata ciclica

La prova consiste nella determinazione dell'angolo di attrito residuo con restituzione delle curve sforzo di taglio/deformazione e sforzo di taglio/spostamento orizzontale dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate di campioni di terreno sottoposti a sollecitazioni di taglio.

ASTM D 3080 - Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

La prova sarà eseguita su tre provini cilindrici o a sezione quadrata di diametro o lato non inferiore a 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2 e 2.5 preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione direttamente nel campione da analizzare apposita fustella calibrata; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano la fustella. L'altezza dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. Particolare importanza assume la preparazione delle facce terminali dei provini che dovranno essere perfettamente piane e perpendicolari all'asse dei provini. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

La prova si articola nelle due distinte fasi di consolidazione e di taglio.

Fase di consolidazione: nella fase di consolidazione viene gradualmente incrementato il carico assiale applicato al provino fino al raggiungimento della pressione di consolidazione indicata dalla Direzione Lavori per ciascun provino. Durante la fase di consolidazione si monitoreranno le deformazioni assiali in funzione del tempo, in modo da poter stabilire la fine della fase di consolidazione primaria prima di ciascun incremento di carico, in analogia a quanto indicato per le prove edometriche ad incrementi di carico controllati. I valori delle deformazioni assiali in funzione del tempo relativi all'ultimo gradino di carico saranno registrati e diagrammati in funzione

del logaritmo o della radice quadrata del tempo per la determinazione del t di fine consolidazione assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.

Fase di rottura: nella fase di rottura verrà gradualmente incrementato il carico orizzontale fino ad ottenere deformazioni orizzontali non inferiori al 20% del diametro iniziale del provino.

Al fine di evitare l'insorgere di sovrappressioni idrauliche conseguenti l'incremento tensionale, la velocità di deformazione v_r sarà stabilita sulla base del t di fine consolidazione e dello scorrimento orizzontale atteso a rottura d secondo la seguente equazione:

$$v_r = \frac{d_r}{(10 \cdot t_{100})} \cdot r_{100}$$

Durante la fase di rottura si monitoreranno e si registreranno ad opportuni intervalli temporali i valori di spostamento orizzontale, deformazione verticale e resistenza al taglio.

Al termine della fase di rottura si procederà alla determinazione della resistenza residua effettuando almeno cinque cicli completi di andata e ritorno della scatola di taglio fino a fondo corsa alla medesima velocità di scorrimento adottata per la determinazione della resistenza di picco (procedura completa), controllando in ogni caso che si sia raggiunta la completa stabilizzazione della curva resistenza al taglio - scorrimento orizzontale.

La resistenza residua può essere determinata anche attraverso l'esecuzione di 5 cicli di taglio veloci, condotti a velocità di scorrimento compresa tra 1 e 2 mm/min fino a deformazioni del 20% per ciascun ciclo, e di un ciclo di taglio finale con misura della resistenza al taglio in funzione dello scorrimento orizzontale, condotto alla medesima velocità di scorrimento adottata per la determinazione della resistenza di picco (procedura semplificata).

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione e dei provini sottoposti a prova;
- dimensioni iniziali dei provini;
- peso di volume naturale, contenuto d'acqua e grado di saturazione iniziale e finale dei provini;
- tabella con la progressione di carico adottata in fase di consolidazione per ciascun provino;
- tabella con i valori della variazione di altezza e dei relativi tempi di acquisizione durante la fase di consolidazione per ciascun provino;
- diagramma deformazione verticale - logaritmo del tempo, o in alternativa deformazione verticale - radice quadrata del tempo per ciascun provino;
- valore del tempo di fine consolidazione t di ciascun provino;
- altezza dei provini al termine della fase di consolidazione;
- velocità di deformazione adottata nella fase di rottura;

- tabella di sintesi con i valori di resistenza al taglio, scorrimento orizzontale e deformazione verticale registrati per ciascun provino in fase di rottura;
- diagramma resistenza al taglio - scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- diagramma deformazione verticale - scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- eventuale diagramma cumulato resistenza al taglio - scorrimento orizzontale per la determinazione della resistenza residua;
- valori della resistenza al taglio e dello scorrimento orizzontale a rottura per ciascun provino;
- eventuali valori della resistenza al taglio residua e del relativo scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- rappresentazione dello stato di sollecitazione a rottura ed eventualmente allo stato residuo di tutti i provini sottoposti a prova espresso in termini di sforzi efficaci nel piano s/t con indicazione dell'involuppo di rottura;
- indicazione del valore di resistenza al taglio di picco ed eventualmente residua del campione esaminato espresso in termini di tensioni efficaci dai parametri c' e ϕ' ;
- documentazione delle misure effettuate.

ART. 04 – ESECUZIONE DI PROSPEZIONI GEOFISICHE

Tomografia geoelettrica

Questo tipo di indagine, eseguita con diverse configurazioni (Wenner, dipolo-dipolo o Schlumberger), può essere utilizzata con successo nella definizione della geometria e dello spessore di strutture sepolte a piccola profondità come ad es. plinti di fondazione; volta per volta verrà definita la profondità dell'indagine e quindi le caratteristiche delle geometrie impiegate.

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- strumentazione di acquisizione multicanale (fino a 96) e che dovrà eseguire in automatico le seguenti operazioni:
- cancellazione automatica dei potenziali spontanei;
- sommatoria automatica del segnale ("stacking") programmabile;
- possibilità di impostare "finestre" di misura;
- risoluzione di misura fino a 30 nV.
- elettrodi definiti "intelligenti", dotati, cioè, di elettronica interna (smart electrodes), montati permanentemente sul cavo elettrico;

- cavi di collegamento vari ed accessori.

Le esatte modalità di configurazione in fase di prova saranno preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

In ogni caso la tomografia elettrica dovrà essere eseguita con una configurazione Wenner, dipolo-dipolo e Schlumberger, dovranno comunque essere utilizzati stendimenti base composti da 48/72/96 elettrodi ubicati ad intervallo regolare lungo il profilo con passo di 5 metri, per uno sviluppo massimo di 475 metri lineari.

In relazione al dettaglio richiesto ed alla profondità di indagine potranno variare sia la spaziatura degli elettrodi che la dimensione finale dello stendimento di base.

La suddetta strumentazione di acquisizione dovrà essere in grado di gestire, acquisire e memorizzare automaticamente le misure, tramite opportuno software e sarà costituita da tre elementi principali: unità di controllo, sistema automatico di commutazione degli elettrodi, set di cavi multicanale con elettrodi dotati di elettronica interna (smart electrodes). Il ricoprimento tra due basi contigue verrà acquisito secondo la modalità del "roll along", ripetute secondo passo regolare con spostamenti successivi dello stendimento principale e sarà definito dalla profondità d'indagine richiesta, secondo il rapporto $AB / Pf = 6$.

La posizione degli elettrodi dovrà essere oggetto di adeguato rilievo planoaltimetrico.

L'elaborazione dei dati seguirà due fasi successive:

- ricostruzione di "pseudosezioni" di resistività tramite l'utilizzo di software di definizione delle linee di contorno ("countouring") tipo Surfer;
- inversione mono e bidimensionale per lo sviluppo di un adeguato modello di distribuzione della resistività del sottosuolo; il software d'inversione dovrà essere in grado di applicare l'eventuale correzione topografica (tipo RES2D inv).

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- planimetrie con ubicazione di tutte le stazioni e stese elettriche;
- listati di: voltaggio, corrente, deviazione standard e resistività apparente, per ogni singola misura;
- pseudosezioni di resistività per ogni base unitaria;
- copia dei rapporti giornalieri delle operazioni di campagna;
- risultati dell'inversione e modellizzazione dei dati unitamente al completo data base utilizzato per la valutazione geoelettrica e il calcolo della distribuzione della resistività;
- copia di tutti i dati di campagna e di elaborazione su CD per PC Windows.

- relazione riassuntiva con descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità operative e dei metodi di interpretazione.

Prospezione sismica in foro di sondaggio (Down-hole)

La prova consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di un foro di sondaggio verticale, adeguatamente rivestito con apposita tubazione.

La prova consente la misura diretta delle velocità di propagazione VP delle onde di compressione (onde P) e VS delle onde di taglio (onde S) e la determinazione dei parametri elastici dei terreni in condizioni dinamiche.

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- tubazione con sezione circolare in PVC o ABS, con spessore > 3 mm e diametro interno compreso fra 75 e 100 mm, in spezzoni di 3 metri da assemblare mediante filettatura M/F oppure mediante manicotti di giunzione;

- sistema di energizzazione costituito da una massa battente manovrata a mano (mazza da 10kg), agente a percussione in diverse direzioni su un massello di legno o calcestruzzo, ben saldato al terreno e posto nelle adiacenze della testa foro; potranno essere utilizzati anche un percussore oleodinamico agente all'interno di una piccola cassaforma interrata, oppure altri dispositivi concordati con la Direzione Lavori; è onere e responsabilità dell'Impresa dimensionare correttamente il sistema di energizzazione, in funzione della natura e delle caratteristiche dei terreni, che sono da considerarsi noti, in quanto le misure sono successive alla perforazione dei sondaggi entro i quali si eseguono le stesse; la sorgente di energia superficiale dovrà essere collocata ad una distanza adeguata dalla bocca del foro in funzione della migliore risoluzione dell'indagine stessa;

- se richiesto dalla Direzione Lavori, nelle adiacenze della testa del foro, si dovrà realizzare un cubo in calcestruzzo di lato 50 cm, inserito nel terreno per 20 cm e reso ben solidale con il medesimo; il cubo deve, a presa ed indurimento avvenuti, essere resistente alla percussione manuale con mazza da 10 kg e deve essere privo di lesioni, fratture, fessure da ritiro; in alternativa al cubo, sempre se richiesto, dovrà essere realizzato un alloggiamento interrato in cls per l'uso di un percussore idraulico;

- geofono da foro tridimensionale, a frequenza compresa fra 8 e 14 Hz, e di diametro minore o uguale a 70 mm, da calare nel foro a profondità prefissate, in grado di registrare i tempi di arrivo delle onde di compressione e di taglio; il ricevitore deve potere essere reso solidale con la tubazione di rivestimento del foro tramite un dispositivo di bloccaggio meccanico o pneumatico;

- sismografo registratore a 12 canali, in grado di realizzare campionature di segnali tra 0.025 e 2 millisecondi e dotato di filtri high pass, band pass e band reject, di "Automatic Gain Control" e di convertitori A/D del segnale campionato ad almeno 16 bit;

- apposito software per l'elaborazione dei dati, in grado di fornire i valori di velocità delle onde di compressione e di taglio per ogni stazione di misura impiegando interattivamente algoritmi di

calcolo adeguati (es. ART, SIRT, e ILSP) previo controllo dei tragitti dei raggi sismici (Ray Tracing Curvilineo).

In cantiere, prima dell'installazione, dovrà essere controllato quanto segue:

- i tubi e i manicotti non devono avere lesioni o schiacciature dovute al trasporto, soprattutto nelle parti terminali;
- le estremità dei tubi e dei manicotti non dovranno avere sbavature che possano compromettere il buon accoppiamento dei tubi;
- l'efficienza dell'eventuale tubo per l'iniezione della miscela di cementazione da applicare all'esterno della tubazione;
- la composizione della miscela di cementazione che dovrà essere costituita da acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso;
- gli utensili per l'installazione ed in particolare l'efficienza della morsa di sostegno.

La perforazione deve essere condotta con circolazione di fanghi e con modalità esecutive tali da evitare scavernamenti e refluenti.

In generale il foro deve essere rivestito con rivestimento metallico provvisorio. Tale rivestimento dovrà avere un unico diametro in modo che il foro abbia diametro costante per tutta l'altezza. Ove ciò fosse impossibile a causa della profondità del foro un secondo rivestimento telescopico al primo potrà essere utilizzato. Il rivestimento metallico provvisorio deve essere installato in modo da consentire la sua estrazione senza l'aiuto della rotazione.

La posa in opera della tubazione di prova dovrà avvenire in accordo con le seguenti modalità:

- lavaggio accurato con acqua pulita del foro di sondaggio;
- preassemblaggio dei tubi in spezzoni di 6 m. La realizzazione dei giunti dovrà avvenire nel modo seguente:
 - montaggio del tappo di fondo sul primo spezzone di tubo e fissaggio dell'estremità inferiore del tubo per l'iniezione della miscela cementizia; nel caso in cui il tappo di fondo sia provvisto di apposita valvola unidirezionale per l'iniezione della miscela tale operazione non sarà necessaria;
 - inserimento del primo spezzone di tubo nel foro (in terreni sotto falda riempire il tubo di acqua per contrastare la spinta di Archimede e favorirne l'affondamento);
 - bloccaggio del tubo mediante apposita morsa, in modo che dal foro fuoriescano circa 40 ÷ 50cm di tubo;
 - inserimento dello spezzone successivo; incollaggio e sigillatura del giunto con mastice e nastro adesivo;

- allentamento della morsa per permettere di calare il tubo nel foro (riempiendolo d'acqua se necessario) fissando nel contempo il tubo di iniezione;
- bloccaggio del tubo con la morsa, in modo che dal foro fuoriescano circa $40 \div 50$ cm di tubo;
- prosecuzione delle operazioni descritte fino al completamento della colonna, annotando la lunghezza dei tratti di tubo;
- cementazione del tubo, da eseguire a bassa pressione (200 kPa) attraverso il tubo di iniezione o attraverso la valvola di fondo, osservando la risalita della miscela cementizia all'esterno del tubo; il rivestimento di perforazione dovrà essere estratto, operando solo a trazione e senza rotazione, non appena la miscela appare in superficie; nella fase di estrazione del rivestimento il rabbocco della miscela potrà essere eseguito da testa foro, per mantenere il livello costante a p.c.; qualora si noti l'abbassamento del livello della miscela il rabbocco dovrà continuare nei giorni successivi; nella fase finale della cementazione, ove siano presenti al piano di campagna pavimentazioni o fondazioni rigide, si provvederà a sostituire la miscela cementizia con sabbia sciolta attorno alla tubazione.
- accurato lavaggio con acqua pulita dell'interno del tubo mediante attrezzo a fori radiali;
- dopo il lavaggio ed a presa avviata, verifica della continuità e dell'integrità della tubazione calando sul fondo e ritirando un attrezzo di dimensioni analoghe al geofono;
- installazione a testa foro di un chiusino di protezione in acciaio verniciato; il chiusino di protezione, di diametro interno minimo di 120 mm, dovrà sporgere di almeno 15 cm dalla sommità del tubo e dovrà aver una lunghezza di almeno 1 m; il chiusino dovrà essere provvisto di un coperchio con chiusura antigelo, di lucchetto e chiavi che dovranno essere consegnate alla Direzione Lavori.

Le modalità di esecuzione della prova dovranno essere le seguenti:

- posizionamento e bloccaggio del ricevitore in corrispondenza del primo punto di prova, in accordo con il progetto delle indagini;
- generazione dell'impulso (è ammessa anche la somma di più impulsi) e registrazione dei tempi di arrivo delle onde di compressione e delle onde di taglio;
- ripetizione delle medesime operazioni lungo tutta la verticale d'indagine.

Le misure saranno relative all'intervallo di profondità e avranno frequenza non inferiore a 1 misura ogni metro di sondaggio.

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- le modalità esecutive del foro;
- lo schema geometrico di ogni tubazione installata;

- la quota assoluta o relativa della testa della tubazione di misura;
- le caratteristiche della tubazione installata;
- modalità di iniezione, quantità e composizione della miscela iniettata nell'intercapedine;
- sismogrammi in originale delle registrazioni di campagna su supporto magnetico;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicati:
- gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento analisi;
- diagrafie riportanti:
 - stratigrafia del sondaggio;
 - tempi di arrivo delle onde di compressione e di taglio;
 - velocità delle onde di compressione e di taglio per ogni stazione;
 - velocità intervallari delle onde di compressione e di taglio;
 - attenuazione e fattore qualità;
 - coefficiente di Poisson dinamico;
 - modulo di elasticità dinamico;
 - modulo di taglio dinamico;
 - modulo di compressibilità dinamico;
- tracce sismografiche onde di compressione;
- tracce sismografiche onde di taglio;
- risultanze finali ed interpretative.

Misura di microtremori

Il comportamento dei siti conseguentemente ad un input sorgente è inteso in termini di differente energia e/o diversa distribuzione in frequenza della stessa a causa degli effetti di amplificazione o attenuazione selettiva di determinate frequenze, in funzione delle caratteristiche fisico - geometriche dei mezzi attraversati (litologici e strutturali), da un'onda meccanica (es. sismica).

Questo parametro è fondamentale per la scelta, in fase di progettazione, dei periodi propri di oscillazione dei manufatti, onde evitare fenomeni di risonanza suolo - struttura (casi in cui sono sufficienti basse energie per provocare danni).

Il fenomeno della risonanza avviene quando un sistema oscillante riceve una perturbazione esterna con frequenza simile a quella propria; in queste condizioni l'ampiezza dell'oscillazione diventa molto grande; pertanto, anche terremoti di bassa magnitudo possono dar luogo a notevoli danni se il periodo proprio di oscillazione della struttura è confrontabile con quello del suolo.

La caratterizzazione della risposta in frequenza di un'area, quando sottoposta ad una sollecitazione sismica, può essere affrontata valutando le modificazioni che l'onda sismica subisce nel raggiungere la superficie libera del terreno, in funzione delle caratteristiche (litologia, spessore degli strati, morfologia, presenza di falde acquifere, et.) delle formazioni giacenti sul basamento, attraverso il campionamento di "microtrempi", al fine di quantizzare, tramite analisi dei rapporti spettrali tra la componente orizzontale e verticale, gli effetti di amplificazione sismica locale.

L'efficacia dei microtrempi nella determinazione degli effetti di sito è stata comprovata da diversi studi indirizzati al confronto delle risposte spettrali ottenute dall'analisi di eventi sismici e di microtrempo. Recentemente è stato dimostrato, sia sperimentalmente che matematicamente, che la risposta in frequenze del sito, ottenuta con il metodo dei rapporti spettrali delle componenti orizzontali del moto del suolo sulla componente verticale, è confrontabile con quella ricavata da eventi sismici.

Per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è necessario campionare i microtrempi sulle tre componenti del moto del suolo: Z, NS, EW.

A tal fine la strumentazione idonea deve essere costituita da:

a) trasduttore (Velocimetro) del moto del suolo 3D (tre componenti), avente periodo fondamentale di 1s.;

b) stazione sismometrica digitale avente:

_ "sample rate" non inferiore a 100 c/sec,

_ converter A/D min. 24 bit \pm 10 V bipolare

_ registrazione in continuo per almeno 1800 secondi,

_ controllo dei "gain" di amplificazione,

_ possibilità di visualizzare i segnali in sito e verificarne la qualità (mediante video & software dedicato).

Per la corretta registrazione dei microtrempi bisogna seguire le seguenti raccomandazioni:

- Posizionare il sensore direttamente sul terreno evitando parti morbide o terreni saturi per la pioggia;
- Evitare di posizionare il sensore sull'asfalto reso morbido dalla temperatura;
- Evitare terreni erbosi

- Evitare di posizionare il sensore vicino edifici e/o alberi;
- Evitare giornate ventose e/o piovose;
- Assicurarsi di eventuali sorgenti monocromatiche;
- Campionare finestre temporali della durata min. di 20' per rimuovere eventuali fenomeni transitori;
- Fissare il massimo livello di amplificazione evitando la saturazione del segnale.

La procedura analitica di elaborazione deve essere eseguita secondo come segue:

Il segnale ricavato nel dominio del tempo deve essere processato nel seguente modo:

- 1) suddivisione della serie temporale acquisita in finestre di 40 sec;
- 2) ogni serie temporale deve essere corretta mediante una funzione "base - line" al fine di eliminare off - set e trend anomali;
- 3) filtro band - pass tra 0.1 e 20 Hz;
- 4) applicare alle serie temporale funzioni del tipo "hamming" per evitare l'insorgenza di effetti di "bordo";
- 4) il segnale dovrà essere analizzato nel dominio delle frequenze tramite funzione F.F.T. (Fast Fourier Transform), per tutte le finestre temporali campionate ($t=40$ sec);
- 5) applicare funzioni di smoothing;
- 6) media aritmetica e s.d. degli spettri ottenuti per tutte le componenti;
- 7) rapporto spettrale tra la componente risultante delle due orizzontali (NS – EW) e quella verticale (Z);
- 8) calcolo della s. d. dello spettro finale;
- 9) calcolo della eventuale polarizzazione nell' arco 180° del rapporto H/V.
- 10) confronto tra il dato sperimentale ottenuto e modelli teorici.

Art. 6 – MONITORAGGIO STRUMENTALE, INDAGINI ED ESECUZIONE PROVE SU MATERIALI

Prove pacometriche

L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalla norme BS 1881:204.

Il pacometro consente la misura delle variazioni del campo elettromagnetico determinato dalla presenza di armature di acciaio in vicinanza della superficie del calcestruzzo degli elementi strutturali (travi, pilastri, pareti).

Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo è individuabile la posizione delle barre di armatura. Ripetendo l'operazione su più sezioni dell'elemento, e disegnando sulla superficie dello stesso, mediante una matita o altro, una retta che passi per i punti individuati, sarà possibile tracciare il reticolo delle armature presenti in vicinanza della superficie indagata.

Devono essere determinati la posizione, il copriferro, l'interferro ed il diametro delle barre di armatura.

Prove sclerometriche

L'utilizzo dello sclerometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalla norma UNI EN12504-2:2012. Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo indagate vanno eseguite almeno n°9 misurazioni (o battute) non sovrapposte (generalmente se ne eseguono 10) e distanti non meno di 25 mm tra loro o dal bordo di eventuali difetti superficiali presenti e da ferri d'armatura, preventivamente localizzati. Le aree su cui si eseguono le battute sclerometriche devono risultare interne alle zone di solo calcestruzzo circoscritte dal reticolo delle armature individuate mediante misure pacometriche.

Si dovrà evitare di eseguire misurazioni in corrispondenza di calcestruzzo distaccato o palesemente deteriorato. La valutazione della resistenza di porzioni di calcestruzzo deteriorato è ottenibile, quando possibile, solo mediante prelievo e successiva prova di compressione dei campioni. Il risultato della prova è fornito in termini di indice di rimbalzo medio I_r ed è riportato per ogni punto di indagine. Se, per ciascun punto, oltre il 20% di tutte le misure si discosta dalla media per più di 6 unità, deve essere scartata l'intera serie di misure.

L'indice di rimbalzo dovrà essere valutato eseguendo la misura con lo sclerometro in posizione orizzontale.

Qualora ciò non sia possibile, al fine di determinare l'equivalente indice di rimbalzo misurato in orizzontale, si deve far ricorso alle curve di ragguglio indicate dalla casa costruttrice dello strumento.

Si evidenzia, inoltre, che in presenza di calcestruzzi molto carbonatati la durezza superficiale può risultare più alta di quella comunemente misurata e, pertanto, è opportuno ridurre il valore di riferimento medio dell'indice di rimbalzo I_r , tramite un opportuno coefficiente. Un' indicazione dei valori entro cui è compreso il coefficiente può essere:

0.95 (per profondità di carbonatazione comprese tra i 50 e 60mm)

0.90 (per profondità maggiori o uguali ai 60 mm), salvo casi particolari in cui l'indice di rimbalzo perde addirittura di significatività.

Si ricorda, infine, che la funzionalità dello sclerometro va periodicamente verificata e calibrata (quando lo strumento non consente la calibrazione e risulta starato va sostituito) eseguendo le misure su un'apposita massa detta incudine di taratura o massa di riscontro.

Prove ultrasoniche

L'utilizzo degli ultrasuoni, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalla norma UNI EN 125044:2005.

La frequenza del segnale trasmesso dai trasduttori dovrà essere compresa tra i 10 ed i 200 kHz.

Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo indagate la lettura va eseguita in aree interne alle zone di solo calcestruzzo, prive dell'eventuale intonaco soprastante, circoscritte dal reticolo delle armature individuate mediante le misure pacometriche.

Si dovrà evitare di eseguire misurazioni in corrispondenza di calcestruzzo distaccato o palesemente deteriorato.

È preferibile utilizzare frequenze comprese tra i 60 ed i 200kHz per piccoli percorsi del segnale (distanze inferiori ai 50 mm) e frequenze più basse comprese tra i 10 ed i 40 kHz per dimensioni particolarmente grandi con un massimo di 15 m.

Prima di iniziare la campagna di misure si dovrà, innanzitutto, verificare il corretto funzionamento dello strumento mediante gli appositi cilindri calibrati. Nell'eseguire le misure per trasparenza, il disallineamento non "voluto", e quindi non considerato della valutazione della distanza tra il trasmettitore ed il ricevente, modifica significativamente la reale lunghezza del percorso dell'onda, e di conseguenza la velocità, così come la stessa è fortemente influenzata dalla corretta disposizione sui sensori del materiale idoneo a ricreare la corretta "continuità" con il calcestruzzo.

In particolare la misura può essere influenzata dalla presenza di:

- lesioni e/o microfessurazione nel calcestruzzo;
- presenza di armature in acciaio;
- livello di imbibizione del calcestruzzo.

Nel primo caso si ha un aumento della lunghezza del percorso e, quindi, una riduzione della velocità apparente. Questa situazione può manifestarsi più frequentemente là dove si eseguano letture per propagazione superficiale e per semitrasparenza, e/o in calcestruzzi la cui stagionatura ha indotto una diffusa microfessurazione da ritiro. Per quanto detto, quindi, devono essere adottati coefficienti maggiorativi della velocità per equiparare le letture superficiali e per semitrasparenza, generalmente più sensibili ai disturbi detti, a quelle per trasparenza. Per evitare l'uso di correlazioni empiriche, quindi, è sempre preferibile, ovviamente quando possibile, eseguire misure per trasparenza.

Metodo combinato SONREB

Il metodo SONREB è una combinazione tra l'indagine ultrasonica e quella sclerometrica, in cui si correlano i valori del tempo di propagazione delle onde elastiche rilevati dagli ultrasuoni (si considera una media tra 3 valori) con i risultati della resistenza meccanica superficiale ottenuti con lo sclerometro (si considera una media di 10 valori). Infatti le due tecniche, singolarmente, forniscono risultati parziali, e a volte poco attendibili, dal momento che sono facilmente disturbati

da molteplici fattori. La combinazione tra i due metodi consente di superare le incertezze e gli errori derivanti dal loro singolo utilizzo, fornendo un valore della resistenza meccanica del calcestruzzo tramite formule sperimentali.

Tali prove sono regolate dalle seguenti norme: UNI EN 583:2004 Prove non distruttive - Esame ad ultrasuoni, UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 e relativa Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" (Gazzetta Ufficiale 11/2/2019, n. 35 - Suppl. ord. n. 5).

Endoscopie

L'indagine endoscopica consente l'ispezione visiva diretta di cavità, o parti altrimenti inaccessibili della muratura, all'interno dello spessore murario. Mediante l'inserimento di una piccola sonda endoscopica in fori di almeno 20 mm di diametro si può studiare la superficie del foro per cercare di ricostruire la sezione muraria, inclusa la tipologia di materiali presenti e la presenza di larghi vuoti. I risultati del controllo visivo devono essere registrati mediante un sistema di ripresa video, su file immagine o video.

L'esecuzione prevede l'utilizzo di apparecchiature flessibili o rigide, articolate o non, con illuminazione a luce calda o a fibre ottiche.

Durante l'esecuzione delle indagini endoscopiche, è utile adottare dei riferimenti metrici che indichino la posizione lungo la profondità del foro, sia per le annotazioni effettuate in corso di esecuzione della prova, sia per eventuali osservazioni che avvengano in un secondo momento, in seguito a visione delle immagini salvate durante l'indagine.

Prove di compressione su carote di calcestruzzo

L'esecuzione dei carotaggi è regolata dalla norma UNI 12504-1:2009. La prova di compressione, invece, è regolata dalla norma UNI EN 12390 nelle parti da 1 a 4.

Individuato il reticolo delle armature mediante il pacometro, il prelievo dovrà avvenire nei campi privi di armatura.

Quando la maglia delle armature è tale da non consentire il prelievo di carote prive di inclusioni è preferibile prelevare carote con diametro minore.

Il diametro delle carote, come indicato dalle norme UNI, deve essere almeno pari a tre volte il diametro massimo dell'aggregato presente nel calcestruzzo. L'altezza della carota prelevata deve essere di circa 3 volte il diametro, affinché possa ottenersi un campione lungo 2 volte il diametro.

Prove di trazione su barre di armatura d'acciaio estratte dalla struttura

Il prelievo di barre di armatura da strutture in c.a. è una tecnica di indagine semi-distruttiva per l'esecuzione di prove di laboratorio. Il prelievo viene eseguito previa la demolizione del calcestruzzo e del copriferro. Al termine dell'estrazione si sostituisce la porzione di barra prelevata e si ripristina il copriferro. In laboratorio è possibile eseguire la prova di trazione e taglio in

conformità alla norma UNI EN 10002-1:1992 Materiali metallici, prova di trazione, metodo di prova (a temperatura ambiente) e la prova di piegamento in conformità alla norma UNI ISO 10065:1994 Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo, prova di piegamento e raddrizzamento.

Lo spezzone di barra da prelevare deve avere una lunghezza pari a circa 450 mm, per poter essere sottoposto alla prova di rottura per trazione.

È importante che il prelievo venga effettuato su elementi poco sollecitati ed è inoltre preferibile che la barra, se prelevata da un pilastro, non sia una barra d'angolo; Analogamente, se si opera su una trave, sarà opportuno prelevare da barre non sollecitate a trazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel ripristino della capacità resistente originaria dell'elemento strutturale, verificando la saldabilità delle barre in opera, adottando l'opportuno tipo di elettrodo ed effettuando la saldatura tra il nuovo spezzone e la barra esistente con cordoni d'angolo di adeguata lunghezza, in ogni caso non mediante saldatura di testa.

Controlli radiografici di saldatura di strutture in acciaio

Mediante le tecniche radiografiche, radioscopiche e gammagrafiche risulta possibile evidenziare un gran numero di discontinuità presenti in manufatti industriali, getti o saldature, quali ad esempio porosità, inclusioni, soffiature, cricche, tarli, inclusioni di scoria, mancanza di penetrazione.

Il principio di funzionamento di tali tecniche si basa sulle alterazioni che radiazioni elettromagnetiche subiscono quando incontrano un difetto nel loro percorso all'interno del materiale. Quando un fascio di onde elettromagnetiche di elevatissima energia fotonica (elevata frequenza) e fortemente ionizzanti (raggi X o raggi gamma), passa attraverso l'oggetto da esaminare, viene assorbito con legge esponenziale in funzione dello spessore e della densità della materia attraversata. I raggi X o "gamma" passanti e variamente attenuati impressionano una lastra fotografica posta dietro l'oggetto da esaminare.

Lo sviluppo della pellicola produce un'immagine bidimensionale dell'oggetto radiografato. In questa immagine le variazioni di spessore, densità, composizione, del pezzo vengono visualizzate come variazioni di densità dell'immagine (in pratica variazioni in una scala di grigio). La valutazione viene eseguita per confronto della densità radiografica con le caratteristiche conosciute dell'oggetto stesso o con standard radiografici prodotti dallo stesso oggetto di qualità accettabile. Quindi gli elementi essenziali del controllo radiografico sono tre: la sorgente di radiazione, il pezzo da controllare e la lastra radiografica. L'immagine illustra tali elementi.

I controlli radiografici delle saldature sono regolate dalle norme: UNI EN 1435:2004 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati.

Prove di pull-out

Le prove di pull-out sono regolate dalle norme: UNI 10157:1992 Calcestruzzo indurito – Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata, UNI EN 125043:2005

Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Parte 3: Determinazione della forza di estrazione.

La prova di pull-out è una tecnica di indagine semidistruttiva che permette di valutare la resistenza a trazione del calcestruzzo mediante l'estrazione di una barra o di un tassello di espansione pre-inglobato o post-inserito nel conglomerato in appositi fori. Tali fori vengono realizzati ad una distanza dai ferri di armatura prevista dalla normativa e devono essere svasati internamente; il tassello o la barra vengono inseriti tramite battitura, sviluppando così una notevole forza d'attrito. Lo strappo avviene mediante un sistema idraulico composto da una pompa manuale dotata di un manometro di precisione e da un martinetto, per il quale è necessario prevedere un opportuno sistema di contrasto. La forza che provoca la rottura del calcestruzzo, solitamente a forma di cono, viene poi correlata, mediante curve sperimentali di taratura, con la resistenza caratteristica del calcestruzzo. Si sottolinea come il valore misurato interessi lo strato superficiale della struttura indagata. In presenza di superfici intonacate è necessario provvedere preventivamente alla rimozione dell'intonaco ed alla regolarizzazione della superficie da indagare. La prova di pull-out va eseguita nelle zone prive di barre d'armatura, opportunamente individuate tramite pacometro.

In genere si eseguono tre prove di estrazione per ogni zona oggetto di indagine.

Prove di Carbonatazione del calcestruzzo

Le prove di carbonatazione del calcestruzzo sono regolate dalle seguenti norme: UNI EN 14630:2007 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della profondità di carbonatazione di un calcestruzzo indurito con il metodo della fenoltaleina, UNI 9944:1992 Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo. Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo.

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

Indagini termografiche

Le indagini termografiche sono regolate dalle seguenti norme: UNI 10824-1:2000; UNI 9252:1988; Raccomandazioni NorMaL 42/93.

La tecnica termografica opera nella banda delle radiazioni infrarosse servendosi di una speciale camera che trasforma le radiazioni termiche (IR) emesse dall'oggetto investigato, in segnali elettrici che vengono riportati su un monoscopio e convertiti in immagini sotto forma di

termogrammi. Ogni corpo emette energia sotto forma di radiazioni elettromagnetiche, la cui intensità è funzione della temperatura, che è determinata a sua volta dai valori di conducibilità specifica e calore specifico del materiale. Gli impieghi in edilizia della tecnica termografica possono essere ricondotti alla ricerca di anomalie termiche che possono mettere in evidenza fenomeni fessurativi al di sotto di rivestimenti ed intonaci di murature, localizzazione del distacco di rivestimenti murari ed intonaci, analisi di omogeneità di paramenti murari, ricerca di cavità in parametri murari.

Prove con martinetti piatti

I due tipi di prova con martinetto sono normati mediante ASTM C 1196-09 e 1197-09 e RILEM LUM D3 (1994).

A) Martinetto piatto singolo

Nel caso della prova di martinetto piatto singolo, scelta una compagine muraria sufficientemente rappresentativa della tipologia da analizzare, si collocano le basi di misura al di sopra e al di sotto della posizione scelta per l'esecuzione del taglio, il più possibile equidistanti da esso. Si raccomandano al minimo 4 punti di misura. Si prende poi la misura iniziale di riferimento delle distanze con l'estensimetro removibile o mediante trasduttori elettronici.

Si esegue quindi il taglio cercando di non disturbare la muratura circostante. Dopo il taglio e la pulitura si prende la seconda misura nei quattro punti di riferimento e si calcola così per differenza il valore della chiusura del taglio.

Si applica una prima pressione pari a circa il $(20 \div 25)$ % della pressione stimata per raggiungere il presunto valore di sforzo locale e poi si scarica. La pressione si applica da zero ad incrementi di circa $1/8$ della pressione attesa, oppure ad incrementi regolari pari a $(0.5 \div 1.0)$ bar, e si memorizza lo spostamento misurato.

La prova si considera ultimata quando – in seguito ad incremento di pressione nel martinetto - si ottiene il ripristino delle misurazioni iniziali.

Alla fine delle prove si scarica e si rimuove delicatamente il martinetto, chiudendo il taglio con una malta appropriata che non ritiri.

B) - martinetto piatto doppio

Nel caso della prova di martinetto piatto doppio, vengono eseguiti nella muratura due tagli allineati verticalmente e distanti non più di 1.5 volte la lunghezza dei martinetti. Scelta una compagine muraria sufficientemente rappresentativa della tipologia da analizzare, si collocano le basi di misura e si posizionano i trasduttori di spostamento nella muratura compresa tra i due tagli. La localizzazione e il tipo di strumentazione devono essere scelti per misurare le deformazioni su una lunghezza pari al $(75 - 90)$ % della distanza compresa tra i martinetti. Le misure devono essere prese in più punti ed eventualmente mediate.

Si raccomandano almeno 4 punti di misura verticali ed uno orizzontale.

I tagli devono essere paralleli, allineati in verticale e separati almeno da 5 corsi di elementi componenti la muratura nel caso le altezze degli stessi siano minori di 100 mm (murature in laterizi) o 3 corsi per altezze maggiori (murature in pietra).

Dopo aver preso le misure di partenza, la pressione è incrementata nei martinetti a intervalli pari a circa il 10% della pressione massima attesa e le deformazioni sono misurate dopo una breve pausa di assestamento ad ogni passo. Ad ogni incremento, si devono registrare sia la pressione dei martinetti che le deformazioni. Il rapporto tra l'incremento di pressione (dp) e l'incremento della deformazione (dem), deve essere accuratamente controllato in modo da interrompere la prova quando improvvisamente diminuisce, per non danneggiare la muratura. Un ulteriore controllo riguarda la deformazione orizzontale, il cui repentino incremento potrebbe indicare la propagazione di una fessurazione. La tensione locale nella muratura si calcola come nel caso della prova di martinetto piatto singolo.

A conclusione della prova si scarica la pressione e si rimuovono delicatamente i martinetti, chiudendo i tagli con una malta appropriata che non ritiri.

Prove di carico

Le prove di carico sono eseguite su solai, solette, impalcati di ponti e rampe di scala; esse sono previste dalle vigenti NTC (Cap. 9.2 Prove di carico) e devono consentire di valutare il comportamento del solaio sotto le azioni di esercizio.

Il carico di prova viene generalmente applicato in modo uniformemente distribuito, tipicamente tramite l'utilizzo di serbatoi flessibili. Tali attrezzature devono essere corredate di una pompa (per il carico e/o lo scarico), di un sistema di manichette e raccordi dal punto di alimentazione (o dal serbatoio) alla zona di carico, della valvola a sfera, di un conta-litri, identificato da un numero di matricola e da un certificato di taratura.

Il carico di prova deve essere applicato gradualmente, a intervalli regolari, acquisendo le letture degli spostamenti dai relativi strumenti di misura, preventivamente disposti in punti significativi (mezzeria, quarti della luce e in corrispondenza degli appoggi), sia in asse alla striscia di carico, sia (per la corretta stima degli effetti della collaborazione laterale) in direzione a essa trasversale.

Gli intervalli tra le diverse fasi, i tempi di attesa e i cicli di carico, sono necessari per una stima globale della risposta della struttura e delle sue caratteristiche di deformabilità.

Preventivamente si devono posizionare gli strumenti di misura delle deformazioni, comparatori analogici, centesimali o trasduttori di spostamento. I comparatori analogici, centesimali sono resi solidali al solaio, oggetto della prova, mediante chiodi asolati e fili in "invar" zavorrati all'estremità con un peso che garantisce la trasmissione rigida degli spostamenti. I trasduttori di spostamento, quando non vengono impiegati come sopra illustrato i comparatori, possono essere alloggiati all'estremità di aste telescopiche poste, con un sistema a molla, a contrasto rigido del solaio, oggetto della prova. Tutti gli strumenti di misura devono essere identificati da un numero di matricola e da un certificato di taratura.

Qualora non fosse accessibile l'intradosso del solaio, oggetto della prova, p.e. per presenza di controsoffitti di pregio o non smontabili, per ridotta altezza del vano inferiore, ecc., si può fare ricorso alla tecnica della "livellazione di precisione" che consiste nel rilevare gli abbassamenti

dall'estradosso del solaio mediante un autolivello e l'impiego di stadiе in "invar" disposte nei punti caratteristici (mezzeria, quarti della luce e in corrispondenza degli appoggi).

La lettura degli abbassamenti viene eseguita ad ogni incremento di carico, il carico viene mantenuto costante per almeno 20 min. e comunque sempre fino alla stabilizzazione degli abbassamenti, ovvero sino a quando la differenza fra due letture consecutive, eseguite ad intervallo temporale significativo per il fenomeno, è trascurabile, tenendo anche conto della precisione dello strumento utilizzato. Qualora si impieghino trasduttori di spostamento è opportuno che si provveda ad acquisire con la frequenza di una lettura al minuto, altrimenti, utilizzando strumentazione analogica è opportuno effettuare una lettura ogni 5 min, e comunque ad ogni step di carico e di scarico.

Lo scarico può seguire la stessa sequenza impiegata nella fase di carico ovvero può adottare decrementi doppi, o maggiori, rispetto a quelli usati nella fase di carico. La freccia residua al termine delle operazioni di scarico deve essere ritenuta stabile (valutazione da eseguirsi con una modalità analoga a quella illustrata per la fase di carico).

Ad ogni incremento di carico, gli abbassamenti devono essersi stabilizzati e che non siano comparse lesioni, fratture o eventuali altri segnali di dissesto.

Ultimato lo scarico, stabilizzata la deformazione residua, verificare che questa sia compatibile con quella attesa ed eventualmente, qualora fosse maggiore del valore atteso, procedere ad un ulteriore ciclo di carico.

Misure inclinometriche

Al fine di tenere sotto costante controllo i componenti strutturali interessati da rotazioni di qualsiasi natura (o che possano esserne soggette a seguito di azioni indotte durante le lavorazioni) vengono impiegati trasduttori inclinometrici fissi da parete, che per precisione e natura possono essere del tipo a servoaccelerometro, a pendolo o elettrolitico.

Detti trasduttori rilevano le rotazioni angolari delle strutture fornendo utili indicazioni riguardanti i movimenti rotazionali delle stesse.

Per quelli a pendolo ed elettrolitici il principio di funzionamento è pressoché analogo, infatti la variazione di inclinazione comporta una variazione negli elementi resistivi del sensore, riscontrabile in una variazione della tensione in uscita.

Diverso è il caso dei servoaccelerometri che si basano sull'impiego di veri e propri accelerometri.

Quest'ultimi sono molto più precisi: nella loro configurazione base (non a bagno d'olio) possono fornire dati con la precisione di qualche millesimo di grado su campi di misura sufficientemente grandi.

Le strumentazioni utilizzate e le metodologie di misura verranno concordate a seconda del caso specifico con la Committenza e dovranno essere eseguite a regola d'arte rispettando le specifiche normative di settore.

Misure estensimetriche

Gli elementi tesati in acciaio (catene, tiranti, ecc.) possono essere soggetti al controllo del loro stato tensionale attraverso l'opportuna installazione di estensimetri elettrici a resistenza. Gli estensimetri elettrici a resistenza sono trasduttori che rilevano in ingresso una deformazione e forniscono in uscita una variazione di resistenza.

Tale sistema è sostitutivo di quello che comporterebbe l'introduzione in serie di una cella di carico. La misura avviene in maniera indiretta a mezzo della misura di una deformazione e presuppone la conoscenza delle caratteristiche meccaniche e geometriche dell'elemento strumentato, ma consente una installazione rapida e speditiva.

Le strumentazioni utilizzate e le metodologie di misura verranno concordate a seconda del caso specifico con la Committenza e dovranno essere eseguite a regola d'arte rispettando le specifiche normative di settore.

Analisi modale operativa

Con analisi modale operativa si indica il processo, comprensivo di acquisizione dati e successiva analisi, rivolto a provare componenti o strutture con l'obiettivo di ottenerne una descrizione del loro comportamento dinamico o vibrazionale. Si arriva quindi alla definizione di un modello matematico che può avere i più disparati impieghi.

Trova applicazione non solo nei casi in cui risulti impegnativo ed economicamente oneroso eccitare dinamicamente strutture massive, quali ponti ed edifici, con i mezzi tradizionali dell'analisi modale sperimentale classica, ma praticamente in tutti i casi tipici dell'ingegneria civile. Si basa sulla misura della sola risposta strutturale eccitata da sorgenti ambientali, quali il traffico veicolare ed il vento, assumendo che l'ente generatore delle vibrazioni sia un processo stocastico.

Tale analisi è particolarmente indicata per le seguenti applicazioni:

- vulnerabilità sismica intesa come caratterizzazione sperimentale finalizzata alla determinazione dei periodi propri da confrontare con quelli desumibili dal grigliato nazionale di zonazione sismica;
- collaudo dinamico volto essenzialmente al confronto tra parametri modali sperimentali con quelli di progetto;
- identificazione modale atta alla calibrazione di un modello fem di una struttura esistente con scarse informazioni riguardanti gli aspetti progettuali;
- monitoraggio, ossia verifiche periodiche a cadenza programmata per individuare variazioni nei parametri modali, forieri di modificazioni strutturali;
- analisi del danno a mezzo del mero controllo visivo delle forme modali.

Art. 7 - RESPONSABILITA' ED ONERI A CARICO DELL'AFFIDATARIO

Le attività devono essere eseguite secondo le direttive impartite dalla Committenza, nel rispetto dei patti contrattuali, dei documenti e delle norme dagli stessi richiamate e delle possibili variazioni apportate.

In particolare sono a carico dell'Aggiudicatario:

1. Il trattamento economico, assicurativo, previdenziale e antinfortunistico del personale direttamente impegnato dall'Affidatario incaricato. Nonché tutti gli oneri per eseguire il servizio nel rispetto delle norme legislative e regolamentari vigenti, della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori;
2. Tutte le spese per gli eventuali noli per eseguire il lavoro a regola d'arte e le spese per indennità di trasferta,
3. Tutte le spese per le elaborazioni cartografiche, l'editing finale su supporto informatico, la produzione del materiale fotografico e cartaceo;
4. L'ottenimento di tutti i permessi e le licenze necessarie, nonché le autorizzazioni da parte di Enti pubblici o privati diversi dalla Stazione Appaltante per l'occupazione delle aree di loro proprietà;
5. Il rifacimento delle misure e delle indagini che a giudizio della Stazione Appaltante siano ritenute insoddisfacenti o che non rispettino i requisiti tecnici specifici definiti per ciascun Ordine di Acquisto .

L'Affidatario rimane l'unico responsabile per eventuali danni prodotti nell'espletamento del servizio ed è tenuto all'eventuale ripristino dei luoghi e a eventuali risarcimenti per i danni prodotti.

Art. 8 - CONSEGNA DEGLI ELABORATI

Le tempistiche di esecuzione dei rilievi verranno di volta in volta concordate e riportate all'interno dei singoli Ordini di Acquisto.

Al termine del servizio dovrà essere consegnata la seguente documentazione:

n.1 copia degli elaborati prodotti in formato cartaceo, su adeguato formato;

n.1 copia digitale contenente i file di cui sopra in formato editabile e PDF.

La restituzione dovrà rispettare scrupolosamente le entità grafiche con l'Ordine di Acquisto. In caso contrario la restituzione non potrà essere accettata.

Art. 9 - DIRITTI SUL MATERIALE PRODOTTO

Il materiale prodotto in esito alla attuazione di questo servizio sarà di proprietà esclusiva della Committenza.

La Stessa, comunque, si riserva ogni diritto sul materiale oggetto del presente documento, restando precluso all'Affidatario ogni uso o divulgazione del materiale stesso, estendendo tale preclusione alle copie di scarto e in genere su tutto ciò che potrà residuare dall'esecuzione della prestazione di servizi oggetto del contratto.