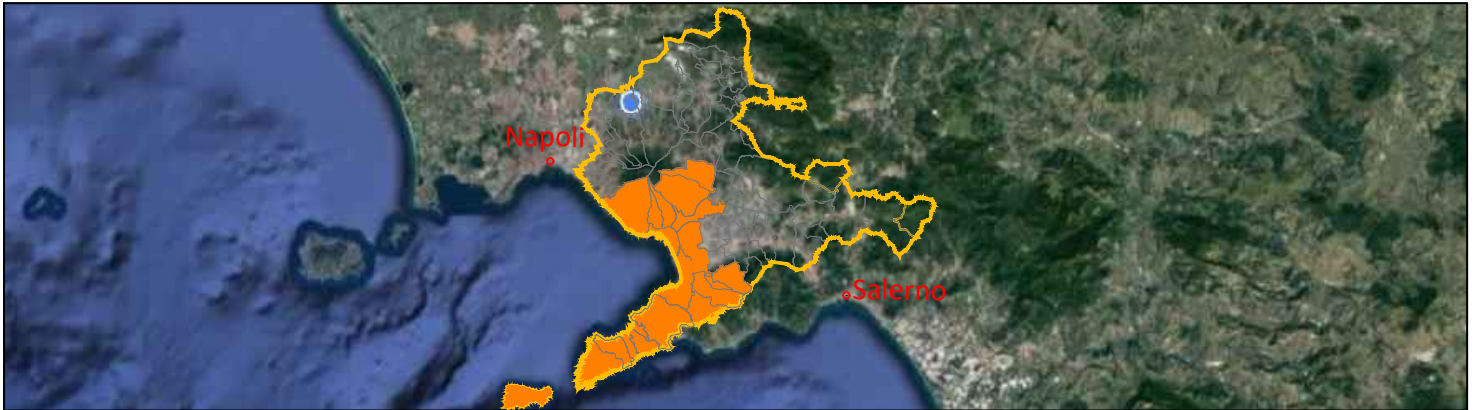


**Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano**  
*Legge 02/12/2015*



Accordo quadro per l'affidamento dei servizi di ingegneria per le infrastrutture del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) di competenza della GORI S.p.A. ricadenti nel territorio dell'Ambito Distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania - N.3 Lotti



Gruppo di progettazione  
ing. Raimondo Nugnes  
geom. Ernesto Fortunato

AQ.01

Elaborato:

EL.06

Scala:

/

Titolo:

**Disciplinare tecnico servizi  
di geologia e geotecnica**

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Gennaio 2026			

Il DEC

Il Progettista

ing. Francesca D'Alia

Il R.U.P.

ing. Andrea Carotenuto

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MODALITÀ DI ESPLETAMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE (DISTRUTTIVE E NON DISTRUTTIVE) E GEOTECNICHE .....</b>	<b>4</b>
3.1	I SONDAGGI GEOGNOSTICI .....	4
3.2	PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI E AMBIENTALI .....	5
3.3	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE E DINAMICHE.....	6
3.4	PROVE DI PERMEABILITÀ/PORTATA ED INSTALLAZIONE PIEZOMETRI .....	7
3.5	INDAGINI SISMICHE .....	8
3.6	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO E PROVE AMBIENTALI .....	10
<b>4</b>	<b>MATERIALE FORNITO DALL'ENTE APPALTANTE .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>LA RICOGNIZIONE DEI LUOGHI .....</b>	<b>14</b>

## 1 INTRODUZIONE

Il presente Disciplinare ha per oggetto il servizio d'ingegneria per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei siti oggetto di intervento.

I Servizi di indagini geognostiche (distruttive e non distruttive) e geotecniche hanno lo scopo di raccogliere tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti alla fase di gestione, esercizio, conduzione, manutenzione ed eventuale progettazione di nuove infrastrutture del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.), nell'intero suo complesso, nonché per il controllo del comportamento delle varie fasi su menzionate in rapporto al terreno di fondazione e a quello circostante. Le indagini geognostiche e le prove geotecniche di laboratorio dovranno consentire la ricostruzione litostratigrafica e la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ove sono già presenti gli impianti/reti, e ove eventualmente si riterrà opportuno realizzarne dei nuovi. Le indagini dovranno essere effettuate conformemente a quanto previsto dalla vigente normativa, in particolare si dovrà fare riferimento a:

- Decreto 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- Decreto 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle 3 Capitolato Tecnico rocce...";
- Circolare Min. LL.PP. del 9 gennaio 1996, n. 218/24/3;
- Circolare Min. LL.PP. del 24 settembre 1988, n. 30483;
- Circolare Min. LL.PP. del 6 novembre 1967, n. 3797;
- "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" pubblicate a cura della Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

## 2 MODALITÀ DI ESPLETAMENTO

Il grado di dettaglio, la tipologia ed il numero di prove sarà determinato di concerto tra la Stazione Appaltante e il Contraente, in relazione alla tipologia, dimensione e complessità delle opere gestite.

Pertanto, a seconda della complessità dell'opera la Stazione Appaltante comunicherà all'Appaltatore, mediante apposito OdL (Ordine di Lavoro), la tipologia ed il numero di indagini da effettuarsi.

Resta inteso che la Stazione Appaltante, dovendo garantire la gestione del S.I.I., ed in particolar modo la continuità del servizio agli utenti finali, potrà assegnare anche più di 1 OdL contemporaneamente, ed in comuni diversi. Salvo diversa indicazione della Stazione Appaltante le indagini dovranno avvenire in corrispondenza di punti ben individuati su planimetrie prodotte dalla stessa.

L'OdL (Ordine di lavoro) conterrà l'oggetto della prestazione, l'ubicazione della prestazione, e i tempi di restituzione degli esiti delle indagini. Resta fermo e convenuto che i tempi di restituzione degli esiti delle indagini si intendono "al netto" di eventuali rilasci di permessi/nulla osta al Contraente/Stazione Appaltante e/o condizioni meteo avverse. Qualora inoltre si verificino eventuali imprevisti che comportino un ritardo nella restituzione degli esiti delle indagini, è fatto obbligo all'Appaltatore di informare immediatamente a mezzo PEC la Stazione Appaltante. In ogni Ordine di Lavoro (OdL) il Direttore dell'Esecuzione del Contratto (D.E.C.) determinerà il tempo di esecuzione. Gli OdL potranno prevedere gruppi di strade e/o interi comuni e/o porzioni di esso. Potranno essere emessi, nello stesso arco temporale, OdL contemporaneamente su 4 comuni oggetto della procedura. Sarà onere dell'Appaltatore garantire una struttura tecnica e idonei strumenti finalizzati all'esecuzione delle prestazioni a regola d'arte e nel rispetto dei tempi indicati dalla Stazione Appaltante. La struttura tecnica dovrà essere composta da personale e mezzi idonei sia per il rispetto delle tempistiche degli OdL, sia per il rispetto della contemporaneità dei comuni indicati nell'OdL. Per ciascuno di essi l'Appaltatore dovrà redigere, secondo le specifiche di seguito indicate, un'idonea e chiara monografia descrittiva che ne permetta il riconoscimento sul terreno.

A tal fine dovranno far parte della monografia i seguenti elementi grafici e/o alfanumerici:

- le coordinate dell'area oggetto di indagine;
- una breve descrizione del punto e del suo immediato circondario;
- una specifica descrizione che consenta di individuare con chiarezza l'area oggetto di intervento (per esempio attraverso l'indicazione del numero civico e della via laddove esistente);
- una o più fotografie d'inquadramento che riprendano, oltre all'area oggetto di intervento, anche altri elementi fisici presenti nel circondario del punto stesso;
- una puntuale descrizione dell'effettiva accessibilità del punto;
- una puntuale descrizione dell'indagine e/o delle indagini eseguite;
- una planimetria riassuntiva con l'esatta ubicazione delle prove effettivamente eseguite;
- la data di realizzazione della monografia.

La restituzione degli esiti delle indagini appena descritte dovrà avvenire:

Elaborato 06	Disciplinare tecnico servizi di geologia e geotecnica	Rev 00
--------------	---	--------

- 1) su apposita cartografia 2D/3D in debita scala in formato DWG e PDF su supporto informatico;
- 2) sotto forma di elaborato tecnico – descrittivo in formato editabile, ed in formato PDF;
- 3) sotto forma di elaborato/rilievo fotografico in formato JPEG e PDF su supporto informatico;
- 4) sotto forma di elaborati in formato adottabile nella strumentazione BIM.

a firma e timbro di un tecnico abilitato e/o responsabile tecnico. In caso di adozione di strumentazione BIM il Contraente dovrà produrre una dichiarazione nella quale si impegna, per i progetti per i quali sarà richiesto dalla Stazione Appaltante, ad adottare sistemi BIM. In tale dichiarazione il Concorrente dovrà dichiarare i software che saranno eventualmente utilizzati.

In ogni caso il Contraente sarà obbligato ad utilizzare una versione del software compatibile e comunque definita dalla Stazione Appaltante.

### 3 INDAGINI GEOGNOSTICHE (DISTRUTTIVE E NON DISTRUTTIVE) E GEOTECNICHE

Al fine dell'erogazione del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) GORI definisce, nell'ambito delle attività propedeutiche alla manutenzione (ordinaria e straordinaria), alla gestione e alla progettazione, le seguenti prestazioni da eseguirsi in ambiente urbanizzato e no:

- Sondaggi geognostici (a carotaggio continuo e/o distruzione di nucleo);
- Prelievo di campioni indisturbati e ambientali;
- Prove penetrometriche in foro (SPR, BHVT);
- Prove penetrometriche statiche e dinamiche;
- Prove di permeabilità/portata ed installazione piezometri;
- Prove di laboratorio su terre, rocce ed aggregati;
- Indagini geofisiche (M.A.S.W., geoelettrica, tomografia, prospezioni geofisiche);

L'esecuzione di tutte le prestazioni su menzionate dovrà essere eseguita con tecniche, con mezzi e attrezzature certificate ed all'avanguardia.

#### 3.1 I SONDAGGI GEOGNOSTICI

Devono avvenire con l'ausilio di attrezzatura con sonda idraulica a rotazione per sondaggi geognostici con velocità di rotazione e avanzamento variabile secondo necessità, compreso l'eventuale impiego di tubazione di rivestimento e incluso l'uso di corone in metallo duro *tipo Widia* con carotieri semplici, doppi e doppi speciali e maglio per prove SPT in foro; installazione e disinstallazione dell'attrezzatura di sondaggio sui punti d'indagine. L'approvvigionamento dell'acqua per l'esecuzione del sondaggio è a carico del Contraente. La perforazione a carotaggio continuo va eseguita secondo le raccomandazioni AGI (1977), compreso l'eventuale impiego di tubazione di rivestimento e incluso l'uso di corone in metallo duro tipo Widia con carotieri semplici, doppi e doppi speciali; riparazioni, ricambi, consumi di carburanti e lubrificanti, compresa la necessaria assistenza per il funzionamento e per il corretto procedere dell'indagine; fornitura di cassette catalogatrici in materiale plastico a 5 scomparti di lunghezza 1 m con coperchi sagomati per una loro maggiore facilità di sovrapposizione; report stratigrafico dei terreni attraversati dalla perforazione di sondaggio, compreso la loro descrizione litologica, l'eventuale condizionamento dei fori con tubazione di rivestimento provvisorio e piezometro, l'indicazione della presenza di falda e sua soggiacenza, le eventuali prove eseguite nei fori di sondaggio (permeabilità, SPT ecc.) e le valutazioni speditive di caratterizzazione geotecnica del terreno attraversato (Pocket Penetrometer, Vane Test tascabile ecc.) eseguite sul terreno coerente appena estratto. Inoltre, va considerato tutto ciò che risulti necessario a documentare l'attività eseguita in corso di sondaggio e sui reperti di perforazione, compreso la loro documentazione fotografica. Il foro del sondaggio effettuati va riempito con miscela impermeabilizzante cemento/bentonite. Lo smaltimento dei rifiuti derivanti dall'esecuzione dei carotaggi sarà a carico dell'esecutore degli stessi. Come risultato finale il Contraente dovrà predisporre un elaborato tecnico/descrittivo riassuntivo, timbrato e firmato da tecnico abilitato e/o dal responsabile tecnico, contenente la caratterizzazione lito-stratigrafica del terreno, l'indicazione eventuale del livello di falda, report fotografico delle cassette catalogatrici, eventuali

prove eseguite nel foro del sondaggio, valutazione geotecnica sintetica del terreno attraversato, e tutto ciò che risulti ulteriormente necessario a documentare l'attività eseguita in corso di sondaggio e sui reperti di perforazione.

### 3.2 PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI E AMBIENTALI

Laddove richiesto dalla Stazione Appaltante, nei punti coincidenti con le perforazioni di sondaggio geognostico-geotecnico, potranno essere prelevati dei campioni indisturbati e/o ambientali per la caratterizzazione geotecnica dei terreni e/o per la verifica e l'estensione della contaminazione dello spessore del terreno e/o della falda acquifera. La profondità di prelievo degli stessi è determinata di volta in volta dalla Stazione Appaltante in relazione alla tipologia e complessità dell'opera, oltretutto in considerazione delle condizioni locali ed ambientali in cui viene eseguito il sondaggio. Per ogni punto d'indagine, sono prelevati un minimo di tre campioni di terreno fino alla profondità massima prevista nel caso in esame. Il numero dei campioni da prelevare può comunque essere soggetto a variazioni legate, di volta in volta, alla tipologia dell'intervento. Le tecniche di prelievo consentite per il campionamento indisturbato sono:

- campionatore ad infissione (*SHELBY*);
- campionatore a pistone (*OSTEMBERG*);
- campionatore continuo (*BEGEMANN/KJELMANN*);
- campionatore a doppio carotiere (*MAZIER*).

Nella preparazione del provino parte fondamentale riveste l'estrusione del campione dalla fustella di campionamento la cui attuazione deve avvenire secondo criteri di massima accuratezza giungendo altresì alla descrizione preliminare dettagliata del campione fornito. Tale fase di lavoro permette di evidenziare attraverso un semplice esame visivo macroscopico alcuni elementi di fondamentale importanza, la cui analisi preliminare può permettere di valutare anche il grado di validità e significatività del campione a disposizione. L'apertura della fustella va quindi condotta secondo procedure di rilevazione standardizzate con compilazione di apposito certificato descrittivo. Durante le perforazioni non è ammesso l'uso di sostanze in grado di compromettere la rappresentatività dei campioni di terreno prelevati in modo da non comportare nessuna contaminazione o variazione delle caratteristiche fisiche delle matrici ambientali indagate. Tutte le perforazioni non attrezzate con tubi piezometrici dovranno essere interamente riempite e sigillate con bentonite granulare e/o con iniezione di miscela di bentonite/cemento tramite aste da fondo foro. Eventuali altre indicazioni, verranno di volta in volta fornite in funzione delle specifiche necessità. Le tecniche di prelievo consentite per il campionamento ambientale devono consentire di verificare l'estensione della contaminazione, e di verificare quanto questa si sia avvicinata ad una falda acquifera superficiale. Il sottosuolo viene suddiviso in zone sovrapposte a partire dalla superficie: Suolo superficiale, zona insatura, frangia capillare e zona satura. Le prime tre zone vengono analizzate tramite campioni di terreno. Per la quarta è utile prelevare campioni di acqua, essendo questa la matrice che conferisce maggiore mobilità alle sostanze contaminanti. I contenitori per il campionamento di terreni e rifiuti vengono predisposti in base a tipologie e volumi opportuni a seconda del tipo e del numero di determinazioni previste per il campione da sottoporre a prova. I contenitori ammessi sono: vaso di vetro da almeno 1 Kg, 1 busta di plastica richiudibile, 1 vial con metanolo. Quest'ultimo tipo di contenitore va utilizzato nel caso sia prevista la determinazione

analitica di sostanze volatili su terreni, al fine di evitare la volatilizzazione delle componenti ricercate. Se operativamente fattibile, l'utilizzo delle vials è previsto anche se la matrice è un rifiuto.

### 3.3 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE E DINAMICHE

Le Prove Penetrometriche Dinamiche dovranno essere eseguite con l'ausilio di attrezzatura dinamica a punta conica. L'esecuzione della Prova Penetrometrica Dinamica Continua (DP) dovrà essere realizzata con penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) secondo le raccomandazioni AGI (1977) o comunque, con resistenza all'avanzamento della punta o del rivestimento non superiore a  $N = 100$  (numero e profondità massime delle prove sono indicati nella scheda d'offerta). La registrazione e rappresentazione dei risultati dovrà avvenire con diagrammi di resistenza alla penetrazione della punta conica espressi come numero di colpi necessari per l'affondamento prestabilito, le correzioni e correlazioni con i valori di  $N_{spt}$ , la stima di massima della capacità portante del terreno di sottosuolo con le formulazioni disponibili (preferibilmente con la formula degli olandesi) e le derivazioni dei parametri geotecnici secondo le possibili correlazioni geotecniche. Le Prove Penetrometriche Statiche dovranno essere eseguite secondo le raccomandazioni AGI (1977) con penetrometro statico da 20 ton. dotato di punta conica tipo Begemann con manicotto laterale (angolo di apertura punta  $60^\circ$ , diametro 35,7 mm e superficie di base  $10 \text{ cm}^2$ , superficie laterale del manicotto  $150 \text{ cm}^2$ ). L'avanzamento della punta nel terreno deve avvenire a velocità costante pari a  $2 \text{ cm/s}$  indipendentemente dalla resistenza offerta dal terreno e vanno rilevate la resistenza all'avanzamento della sola punta ( $R_p$ ) per i primi 4 cm, la resistenza all'avanzamento della punta ( $R_p$ ) e del manicotto ( $R_l$ ) per gli ulteriori 4 cm e la resistenza totale ( $R_t$ ) all'avanzamento della punta, del manicotto e della batteria di aste per gli ulteriori 12 cm necessari per tornare alla configurazione iniziale. Come risultato finale il Contraente dovrà predisporre un elaborato tecnico/descrittivo riassuntivo, timbrato e firmato da tecnico abilitato e/o dal responsabile tecnico, contenente la registrazione e la rappresentazione con diagrammi di resistenza unitaria alla penetrazione della punta ( $q_c$ ) e dell'attrito laterale ( $f_s$ ), la stima del profilo litologico secondo i metodi disponibili - preferibilmente il metodo di Schmertmann (1978) e Robertson (1990) - e le derivazioni dei parametri geotecnici secondo le possibili correlazioni geotecniche e statistiche.

In ogni caso dovranno essere forniti almeno i seguenti parametri geotecnici:

- DR % = densità relativa;
- $\phi'$  ( $^\circ$ ) = angolo di attrito;
- $E_d$  ( $\text{kg/cm}^2$ ) = modulo edometrico;
- W% = contenuto d'acqua;
- e = indice dei vuoti;
- $C'$  ( $\text{kg/cm}^2$ ) = coesione;
- $\gamma_{sat}, \gamma_d$  ( $\text{t/m}^3$ ) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno;
- $V_s$  (m/sec) = Velocità onde di taglio;
- $G$  ( $\text{kg/cm}^2$ ) = Modulo di taglio dinamico;
- $Q$  ( $\text{kg/cm}^2$ ) =  $[R_{pd}/\text{Chi}] [15 \geq \text{Chi} \geq 20]$  capacità portante Sanglerat 1972.

### 3.4 PROVE DI PERMEABILITÀ/PORTATA ED INSTALLAZIONE PIEZOMETRI

Le prove di permeabilità di *tipo Lefranc*, a carico sia costante che variabile da eseguire nel corso di sondaggi a rotazione secondo le raccomandazioni AGI, per determinare le caratteristiche di permeabilità ai fini di emungimento (per esempio pozzi di aggettamento acque/*well-point*) oppure per scopo disperdente, nonché l'elaborazione e l'analisi dei risultati da 0 a 20 m. Laddove necessario, le prove possono essere anche effettuate in superficie con infiltrometro a doppio anello, secondo le procedure standard di letteratura, allo scopo di determinare la conducibilità idraulica verticale del terreno. La prova di *tipo Lugeon* può essere effettuata in fase di avanzamento della perforazione secondo le raccomandazioni AGI, utilizzando un solo packer, oppure a foro completato, per mezzo di una coppia di packer. Il foro deve essere privo di rivestimento. Nella prova di *tipo Lugeon in avanzamento* si utilizza un otturatore singolo, calato nel foro dopo aver misurato il livello di falda. Vengono immessi nel tratto in esame 3 o più gradini crescenti di pressione, seguiti dagli stessi gradini in ordine decrescente: per ogni gradino vengono misurate le portate assorbite una volta raggiunta la stabilizzazione. Il carico a regime è mantenuto costante per circa 10-20 minuti. In rocce altamente alterate e poco resistenti, in cui è difficile garantire la tenuta dell'otturatore, è necessaria una cementazione delle pareti del foro. La prova di *tipo Lugeon in risalita* viene eseguita con le stesse modalità della precedente con l'aggiunta del secondo otturatore in luogo della parete di fondo foro. Poiché risulta estremamente difficile garantire la tenuta del packer inferiore, quest'ultimo sarà soggetto a particolari accorgimenti in fase di installazione.

L'approvvigionamento d'acqua necessario all'esecuzione delle prove di permeabilità è sempre a carico del Contraente. La realizzazione di piezometri e l'installazione entro fori di sondaggio di tubi piezometrici dovrà essere del tipo "a tubo aperto in PVC", microfessurati 2/10 mm rivestiti in "tessuto non tessuto" in filamenti polimerici di grammatura non inferiore a 200 g/m<sup>2</sup> compresi la formazione del filtro poroso e del tappo impermeabile, di spurgo e quant'altro occorra per dare quanto richiesto a regola d'arte fino a 63 mm di diametro esterno. I piezometri saranno protetti tramite un pozzetto di chiusura, in base alla localizzazione: con fornitura e posa in opera di tubo in acciaio zincato a protezione del tubo piezometrico con adeguato blocco in cls e sovrastante coperchio apribile corredato di lucchetto, posto in opera secondo le indicazioni del committente; con la fornitura e posa in opera di pozzetto di ispezione costituito da manufatto prefabbricato in CAV. 30x30x30 cm, completo di chiusino carrabile in ghisa sferoidale e dispositivo di protezione dello strumento costituito da tubo in acciaio zincato, munito di dispositivo di chiusura, corredato di lucchetto, posto in opera secondo le indicazioni del committente. All'occorrenza i piezometri saranno equipaggiati con Data Logger per la misura in continuo del livello della falda e salvataggio e trasmissione dei dati raccolti.

Le prove di portata (o di emungimento, o di pompaggio) permettono di valutare le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, e l'effetto di alcune condizioni al contorno mediante pompe sommerse nel foro che emungono una portata costante provocando l'abbassamento del livello di falda, fino al raggiungimento delle condizioni stazionarie (falda alimentata) o pseudo-stazionarie (falda non alimentata). Da eseguirsi in fori di sondaggio eseguiti in terreni permeabili sotto falda, o su pozzi esistenti, secondo la tipologia *SDT (a gradini di portata)* o *CRT (a portata costante)*, e mediante l'utilizzo di una pompa sommersa preinstallata o da installarsi al momento dell'esecuzione della stessa. La prova permette di conoscere

l'efficienza del pozzo, ovvero la sua buona realizzazione e funzionamento, e di ricavare alcuni parametri idrodinamici dell'acquifero. La prova deve essere realizzata programmando le misure degli abbassamenti del livello idrico per differenti valori di portata applicati ciascuno per 60-120 minuti, tempo generalmente ritenuto sufficiente per il raggiungimento delle condizioni di equilibrio, considerando le caratteristiche di permeabilità dell'acquifero. Per gli acquiferi in falda confinata in genere sono sufficienti tre gradini di portata, mentre per gli acquiferi in falda libera i gradini di portata devono essere almeno quattro. I differenti livelli dinamici all'interno del pozzo (ovvero gli abbassamenti del livello idrico a partire dal livello statico della falda misurato nel pozzo), vengono normalmente registrati con osservazioni molto ravvicinate, per esempio ogni minuto per i primi 10 minuti di ciascun gradino di portata, e poi con misurazioni meno frequenti, ad esempio ogni 5 minuti/10 minuti per tutta la successiva durata di ogni gradino di portata.

Al termine di ciascun gradino di portata il pompaggio viene interrotto per tempo di pari durata (ovvero 60-120 minuti), permettendo così la risalita dell'acqua nel pozzo e la misura dell'abbassamento residuale, per poi riprendere con il gradino successivo di portata crescente. Normalmente come primo gradino di portata si assegna una portata pari a quella minima fornita della pompa per poi aumentare, fino a superare il valore della *portata critica*. Alla fine della prova, i risultati vengono diagrammati nella forma *Portata – Abbassamento*, ottenendo la cosiddetta *Curva Caratteristica* del pozzo che espressa nella forma di *Jacop* (caso particolare dell'equazione di *Rorabough*). L'eventuale approvvigionamento e installazione della pompa sommersa, ove necessario e ove non disponibile, utile all'esecuzione delle prove di permeabilità/portata è sempre a carico del Contraente.

Come risultato finale il Contraente dovrà predisporre un elaborato tecnico/descrittivo riassuntivo, timbrato e firmato da tecnico abilitato e/o dal responsabile tecnico, contenente la descrizione riassuntiva dell'acquifero con particolare attenzione alle sue caratteristiche di permeabilità, con annessa interpretazione e rappresentazione grafica dei dati (come ad esempio: coefficiente di permeabilità dell'acquifero; conducibilità idrica del terreno; permeabilità orizzontale, verticale e media; la trasmissività dell'acquifero; il coefficiente di conducibilità idraulica; il coefficiente di immagazzinamento; la portata specifica relativa; il raggio di influenza del pozzo; efficienza del pozzo).

### 3.5 INDAGINI SISMICHE

Laddove necessario, deve essere condotta un'indagine di sismica attiva con metodo M.A.S.W. o equivalente. L'indagine è svolta in riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (*D.M. 17 gennaio 2018*), con l'obiettivo di determinare il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , (in m/s) nel sottosuolo per profondità misurata dal piano delle fondazioni fino al substrato sismico ( $V_s$  non inferiore a 800 m/s) e, qualora la profondità del substrato sia superiore a 30 m, considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità, verificando preliminarmente se ricorrono le condizioni per applicare l'approccio semplificato in relazione alle condizioni stratigrafiche e alle proprietà dei terreni che devono essere chiaramente riconducibili alle categorie definite nella *Tab. 3.2.II delle NTC 18* su cui si basa tale approccio.

Le velocità  $V_s$  di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo, possono essere anche derivate, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, tramite relazioni empiriche di

comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche e le prove penetrometriche statiche, sempre che si raggiunga con tali prove, la profondità utile alla definizione della categoria di sottosuolo.

Se la verifica di secondo livello di cui al punto relativo alla relazione idrogeologica generale e relazione geologica, geotecnica e sismica, conduce alla necessità di effettuare l'analisi della risposta sismica locale mediante codici di calcolo matematico (verifica di livello 3), è necessario compiere almeno una registrazione di sismica passiva a stazione singola in campo libero per la misura di microtremori, effettuata con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) secondo la tecnica di Nakamura per la determinazione delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo. La durata minima della registrazione è di 30 min. Tale indagine può essere eseguita su richiesta della Stazione Appaltante che ne valuta la necessità, anche in modo disgiunto dalla verifica di terzo livello.

Laddove necessario, deve essere condotta un'indagine tomografica elettrica (2D e 3D). Questa tecnica di indagine non distruttiva (NDT - Non Destructive Test), si basa sull'acquisizione di immagini attraverso il rilevamento delle radiazioni termiche emesse da un corpo. L'obiettivo dell'indagine tomografica è creare una sezione del sottosuolo e quindi la restituzione delle superfici stratigrafiche orizzontali; l'individuazione di eventuali discontinuità come cavità, presenza di sostanze inquinanti o di falde acquifere. Il tutto secondo la norma *ASTM D6431 – 99*. L'esecuzione della tomografia elettrica di superficie 2D deve prevedere: il posizionamento di una serie di elettrodi equidistanti lungo una linea ed il loro cablaggio all'apparecchiatura di controllo, nonché l'esecuzione delle misure secondo un gran numero di combinazioni elettrodiche; l'elaborazione al computer dei dati raccolti e di eventuali dati di supporto (SEV, stratigrafie...); la rappresentazione grafica del modello di inversione; l'interpretazione del modello di inversione.

L'esecuzione della tomografia elettrica di superficie 3D deve prevedere: il posizionamento di una serie di elettrodi disposti tramite geometrie variabili (maglia, loop, ad L, custom, ecc.) ed il loro cablaggio all'apparecchiatura di controllo, nonché l'esecuzione delle misure secondo un gran numero di combinazioni elettrodiche; l'elaborazione al computer dei dati raccolti e di eventuali dati di supporto tramite programmi agli elementi finiti; la rappresentazione grafica del modello di inversione; l'interpretazione del modello di inversione. Come risultato finale della M.A.S.W. il Contraente dovrà predisporre un elaborato tecnico/descrittivo riassuntivo, timbrato e firmato da tecnico abilitato e/o dal responsabile tecnico, utile alla definizione delle caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e alla classificazione sismica del sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018); all'analisi della risposta sismica del sottosuolo con particolare attenzione al calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018); alla definizione delle caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera; all'analisi, all'elaborazione ed all'interpretazione dei dati; alla definizione della categoria del sottosuolo di fondazione e categoria della superficie topografica (D.M. 17 gennaio 2018); alla risposta sismica locale con annesso calcolo degli spettri di risposta elastici ed indicazione dei vari sismostrati individuati; alla determinazione dei valori di VS, VP e dei moduli dinamici principali per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Come risultato finale della Tomografia Elettrica 2D/3D il Contraente dovrà predisporre un elaborato tecnico/descrittivo riassuntivo, timbrato e firmato da tecnico abilitato e/o dal responsabile tecnico,

Elaborato 06	Disciplinare tecnico servizi di geologia e geotecnica	Rev 00
--------------	---	--------

contenente una sezione del sottosuolo e quindi la restituzione delle superfici stratigrafiche orizzontali; l'individuazione di eventuali discontinuità come cavità, presenza di falde acquifere; l'elaborazione dei dati raccolti e di eventuali dati di supporto (SEV, stratigrafie...); la rappresentazione grafica del modello di inversione; l'interpretazione del modello di inversione.

### 3.6 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO E PROVE AMBIENTALI

Le prove geotecniche di laboratorio dovranno essere eseguite in Laboratori Geotecnici autorizzati dal Ministero competente e secondo le normative vigenti in materia.

Il campione indisturbato opportunamente prelevato secondo il paragrafo 4.2 dovrà essere sottoposto ad opportune analisi che ne consentano di restituire i parametri geotecnici fondamentali indicanti: caratteristiche fisiche e granulometriche, contenuto d'acqua e peso di volume allo stato naturale, permeabilità, compressione, compressione triassiale, taglio diretto, prova edometrica.

Come risultato finale il Contraente dovrà predisporre un certificato riassuntivo, timbrato e firmato da tecnico abilitato e/o dal responsabile del laboratorio, contenente: il nominativo del laboratorio, il numero di autorizzazione ministeriale, il committente, l'oggetto dell'OdL, l'identificativo del sondaggio e del campione con annessa profondità di campionamento della fustella, descrizione riassuntiva, di dettaglio e rappresentazione grafica.

Le prove di laboratorio ambientali dovranno essere eseguite in Laboratori che consentano la classificazione dei parametri rispetto ai valori soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo di cui *all'Allegato 5 tab. 1 col. A e B al Titolo V del D.L. 152/06*, secondo il metodo *MU196-2:2004 accreditato di acque sotterranee*, mediante tecnici specializzati/adeguatamente formati con idonea strumentazione, nonché alle attuali normative vigenti in materia.

#### 4 MATERIALE FORNITO DALL'ENTE APPALTANTE

Per lo svolgimento dell'attività, la Stazione Appaltante su richiesta, se disponibili e se necessario, metterà a disposizione il seguente materiale:

- Planimetria generale delle infrastrutture gestite su opportuno formato;
- Tipologia delle reti idriche e delle reti fognarie (bianca, nera o mista).
- Eventuali altri dati in possesso utili allo svolgimento delle operazioni.

Il reperimento di eventuali planimetrie e tracciati di ulteriori sottoservizi, diversi da quelli gestiti dalla Stazione Appaltante, restano a carico dell'Appaltatore.

Fermo restando gli "obblighi" e gli "oneri economici" dell'Appaltatore sarà cura della Stazione Appaltante, ove e se espressamente richiesto, curare direttamente l'ottenimento di tutti i permessi, le autorizzazioni, i nulla osta con gli Enti Proprietari/Gestori delle aree oggetto di intervento (*ANAS S.p.A., Città Metropolitana di Napoli, Provincia di Salerno, Regione Campania, RFI S.p.A., Autostrade per l'Italia S.p.A., EAV Srl, Consorzi di Bonifica vari, ed altri Enti non specificatamente menzionati*) necessari per lo svolgimento delle attività contrattuali, ad eccezione dei casi in cui è lo stesso Appaltatore a dover chiedere e a ottenere direttamente tali permessi, autorizzazioni, nulla osta, ecc. in ragione delle previsioni del Contratto e/o degli Elaborati a base dell'affidamento ovvero delle previsioni della normativa pro tempore vigente, fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di prestare alla Stazione Appaltante comunque tutta la necessaria assistenza e/o documentazione utile. Tutto il materiale fornito dalla GORI S.p.A. rimane di proprietà esclusiva della stessa, assieme al risultato delle elaborazioni e al materiale prodotto. Il suo utilizzo da parte dell'Appaltatore è limitato alla realizzazione del lavoro descritto nelle presenti specifiche. Inoltre, per nessuna ragione e sotto nessuna forma potrà essere consegnato a terzi.

## 5 DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE

Per ogni operazione eseguita è necessario che l'Appaltatore metta a disposizione di GORI S.p.A. tutto il materiale da questi richiesto.

I risultati delle indagini geognostiche, delle prove in situ e in laboratorio dovranno essere riportati integralmente:

- 1) su apposita cartografia 2D/3D in debita scala in formato DWG e PDF su supporto informatico;
- 2) sotto forma di elaborato tecnico – descrittivo in formato editabile, ed in formato PDF;
- 3) sotto forma di elaborato/rilievo fotografico in formato JPEG e PDF su supporto informatico;
- 4) sotto forma di elaborati in formato adottabile nella strumentazione BIM.

timbrati e firmati da un tecnico abilitato e/o responsabile tecnico. In caso di adozione di strumentazione BIM l'Appaltatore dovrà produrre una dichiarazione nella quale si impegna, per i progetti per i quali sarà richiesto dalla Stazione Appaltante, ad adottare sistemi BIM. In tale dichiarazione l'Appaltatore dovrà dichiarare i software che saranno eventualmente utilizzati. La firma degli elaborati potrà avvenire anche in formato digitale. La Relazione Geologica deve comprendere, sulla base delle indagini geognostiche, geognostiche, geotecniche e geofisiche effettuate, nonché sulla base di specifici rilevamenti geologico-strutturali e geomorfologici di dettaglio, la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, geomorfologici ed idrogeologici di un ampio settore di territorio, interferente direttamente o indirettamente con le opere di progetto e con le operazioni propedeutiche alla loro realizzazione. La redazione della Relazione Geologica prevista dall'art. 26 del D.P.R. 207/2010 (che deve essere acquisita contestualmente alla progettazione, quale elaborato specialistico che costituisce una sua parte coesistente) è, ai sensi degli artt. 3 della Legge 112/1963 e 41 del DPR 328/2001, di competenza professionale esclusiva di un Geologo iscritto all'albo e non può essere, in alcun modo, subappaltata a quest'ultimo dall'operatore economico che esegue le indagini inerenti ai servizi assegnati, nel rispetto dell'art. 31, comma 8, del D. Lgs. 50/2016. Metodi e risultati delle indagini dovranno essere esaurientemente esposti e commentati nella Relazione Geologica alla quale saranno allegati almeno i seguenti elaborati grafici e descrittivi:

- a) RAPPORTO TECNICO sulle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche;
- b) SEZIONI GEOLITOLOGICHE nella stessa scala della carta geolitologica;
- c) MODELLO GEOLOGICO-TECNICO di sintesi del sottosuolo con inserimento dell'opera o intervento in scala non inferiore a 1:500.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di poter richiedere, eventualmente, anche la redazione dei seguenti elaborati:

- CARTA DEI VINCOLI ORDINATI E SOVRAORDINATI in scala adeguata ma comunque non inferiore a 1:10.000 e con indicazione dell'opera (stralcio della cartografia del PSAI, stralcio del livello 1 di microzonazione sismica validato, ecc....);
- COROGRAFIA in scala non inferiore a 1:10.000 con indicazione dell'area di intervento;
- CARTA GEOLITOLOGICA di dettaglio in scala non inferiore a 1:2.000 con ubicazione delle indagini e le tracce delle sezioni;
- CARTA GEOMORFOLOGICA in scala non inferiore a 1:2.000;

Elaborato 06	Disciplinare tecnico servizi di geologia e geotecnica	Rev 00
--------------	---	--------

Tutto il materiale dovrà essere fornito in triplice copia cartacea e triplice copia su supporto ottico (CD o DVD) collezionato per singolo impianto, sito o centrale ed impaginato con mascherina del formato fornito dalla GORI S.p.A.

## 6 LA RICOGNIZIONE DEI LUOGHI

L'Appaltatore dovrà eseguire obbligatoriamente una ricognizione preliminare sull'area oggetto di intervento, necessariamente in collaborazione con il personale della Stazione Appaltante, che consenta la corretta ed inequivocabile individuazione e localizzazione dell'area interessata per la quale sono affidati i lavori oggetto del presente Disciplinare (sotto forma di uno o più OdL), la corretta compilazione della Monografia, e il corretto/adeguato accesso dei mezzi d'opera, nonché area di manovra degli stessi. La ricognizione dovrà individuare eventuali criticità e/o difficoltà inerenti allo svolgimento delle attività da parte dell'Appaltatore. I tempi per la ricognizione preliminare e l'analisi da parte della GORI S.p.A. del materiale fornito fanno parte del tempo complessivo dell'appalto. L'Appaltatore ha l'obbligo di segnalare alla Stazione Appaltante tutte le eventuali criticità e/o difficoltà inerenti allo svolgimento delle attività.