

GARA EUROPEA A PROCEDURA APERTA TELEMATICA, AI SENSI DELL'ARTICOLO 71 DEL D.LGS. 31 MARZO 2023 N. 36, PER L'AFFIDAMENTO DEI SERVIZI ATTINENTI ALL'ARCHITETTURA E ALL'INGEGNERIA RELATIVI ALLA VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA, DIAGNOSI ENERGETICA, RILIEVO DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM E REDAZIONE DEL DOCFAP, PER TALUNI BENI IMMOBILI DI PROPRIETÀ DELLO STATO UBICATI ALL'INTERNO DELLA CASERMA "DEL MONTE" (SCHEDA PSB0150) E CASERMA "CIALDINI" (SCHEDA PSB0021) SITE IN PESARO IN VIA DELLA LIBERAZIONE 7, E PRECISAMENTE:

Lotto 1) - "CASERMA DEL MONTE"

Lotto 2) - "CASERMA CIALDINI"

LOTTO 2 - CASERMA "CIALDINI" (SCHEDA PSB0021)

ALLEGATI AL CAPITOLATO TECNICO

- ALLEGATO G -

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI



Sommario

1. ASPETTI GEOTECNICI – GEOFISICI E INDAGINE PRELIMINARE AMBIENTALE (IPA):.....	3
2. FASE A) INDAGINE PRELIMINARE AMBIENTALE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO:.....	3
3. FASE B): RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA (indagine strumentale sui terreni)	8
4. INDAGINI FITOSTATICHE	17
ALLEGATO: Tav.b)_Ubicazione delle Indagini Caserma Cialdini – Pesaro (PU):	18

1. ASPETTI GEOTECNICI – GEOFISICI E INDAGINE PRELIMINARE AMBIENTALE (IPA):

Tutte le indagini e gli accertamenti saranno preceduti da un accurato studio della documentazione disponibile per gli immobili in esame, riguardante la storia passata e recente. Quanto rilevato dovrà essere raccolto in modo significativo, organico, coerente e cronologico in apposita relazione da produrre con illustrazioni, fonti storiche, archivistiche, bibliografiche, elaborati grafici, etc.

Alla luce di questi studi preventivi, è possibile predisporre un piano d'indagine per accertare forma, dimensioni e materiali costituenti le strutture di fondazione, nonché eseguire un'Indagine Preliminare Ambientale (IPA).

Tale Piano di Indagine grafico e documentale dovrà essere predisposto dall'AGGIUDICATARIO, scaturito dalle conoscenze di cui al capoverso precedente, per le necessarie autorizzazioni da richiedere a tutti gli enti competenti e per la programmazione temporale del presente appalto così come di seguito distinto:

- i. **Rilievo dei sottoservizi:** La prestazione riguarda il rilievo georadar (GPR) finalizzato a restituire lo stato e della consistenza dei sottoservizi e delle reti interne, al fine di valutare eventuali interferenze e/o possibilità di riutilizzo. Si prevede di realizzare il rilievo georadar, in corrispondenza del perimetro esterno dei due edifici principali, in corrispondenza delle aree di esecuzione delle trincee e dei sondaggi o in altre aree per la ricerca di eventuali sottoservizi.
- ii. **Indagini preliminari ambientali:** La prestazione ricomprende l'esecuzione di indagini per la definizione dello stato qualitativo del suolo, sottosuolo e acqua ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. come indicato nel "Piano di Indagine Ambientale Preliminare" allegato.
- iii. **Indagini geognostiche, geologiche e geofisiche:** La prestazione ricomprende l'esecuzione di indagini e prove di tipo geologico, geofisico e geognostico, con l'obiettivo di raggiungere la definizione del modello geofisico del sottosuolo per la determinazione della categoria di suolo di fondazione e di indagini e prove di laboratorio che caratterizzino l'aspetto geomeccanico del sottosuolo per il volume significativo interessato.

"(...) Debbono essere indicate anche le aree sulle quali sono stati eseguiti pregresse indagini geognostiche e/o saggi ambientali, il cui tipo e risultati vanno descritti in relazione, alle indagini sismiche e/o prove di laboratorio sui terreni per l'accertamento del tipo e consistenza delle fondazioni adeguatamente motivate (...).

2. FASE A) INDAGINE PRELIMINARE AMBIENTALE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO:

L'Affidatario deve eseguire alcune indagini per la ricerca di sostanze inquinanti eventualmente presenti nel sottosuolo, nonché l'eventuale presenza di materiali contenenti amianto, al fine di comunicare alla Stazione Appaltante, in caso di esito positivo, le eventuali ulteriori operazioni di caratterizzazione e bonifica saranno concordate con il RUP. L'Affidatario entro cinque giorni dall'avvio della fase di indagini, a seguito di un preliminare sopralluogo in sito con il RUP, dovrà redigere un opportuno cronoprogramma delle attività da eseguire, sulla base della planimetria con l'indicazione dei punti di indagine allegata al presente capitolato.

RILIEVO GEORADAR:

Prospezione geofisica con metodologia continua e non distruttiva del tipo Radar, con apparecchiatura munita di antenna avente frequenze adeguate a fornire le informazioni relative agli obiettivi delle ricerche (verifica presenza dei sottoservizi ed individuazioni

masse metalliche o discontinuità, indagini archeologiche, geologiche e stratificazioni superficiali del suolo), con ubicazione delle linee, densità della maglia tipo e la configurazione delle antenne adeguate al tipo di materiale indagato, alla profondità d'indagine e al dettaglio richiesto, memorizzati su supporto digitale per il trattamento al computer, nonché elaborazione dati con restituzione di tutti i radargrammi a colori su supporto informatico, sezioni Radar-stratigrafiche con indicazione della profondità delle anomalie dalla superficie di misura e loro tipologia: profili di misura in esterno lungo superfici piane previste ml 180.

Le aree da sottoporre a rilievo georadar sono distribuite in corrispondenza dell'area di interesse in uso della *Caserma Cialdini di Pesaro*, nonché delle aree di esecuzione delle trincee preventivamente da concordare con il RUP. Particolare attenzione è richiesta nel rilievo e nel posizionamento dei punti di ingresso e di consegna delle principali reti impiantistiche pubbliche (acqua, fognatura, rete elettrica, rete gas, reti telefoniche, etc..) ed in particolare, ove presenti, il posizionamento e le caratteristiche di/dei:

1. Punto di adduzione idrica, telefonica e del gas;
2. Punto di consegna dell'energia elettrica (con eventuale rilevazione di linee aree che attraversano la proprietà), quadri generali e sotto-quadri presenti ai vari piani, nonché delle dorsali principali dell'impianto;
3. Pozzetti (fognari, smaltimento acque bianche, nere e superficiali, etc..) dislocati sia all'esterno che all'interno del complesso, con indicazione della quota, tipologia, funzione e dimensioni di ciascuno degli stessi;
4. Cabina di trasformazione – centrali termiche – serbatoi di gasolio;
5. Eventuali impianti tecnologici rilevanti (impianto antincendio, rilevazione fumi, sorveglianza, etc...) se presenti;

Oltre ai sottoservizi dovranno essere oggetto di rilievo tutte le possibili interferenze riscontrabili nel corso dei lavori e quindi eventuali:

6. Strutture sepolte;
7. Masse ferrose;
8. Fondazioni di strutture limitrofe.

Tutte le interferenze rilevate (reti ed altro) dovranno essere rappresentate mediante disegni piano altimetrici georeferenziati (Planimetrie, Profili, Sezioni e report fotografico con la restituzione ed indicazione delle interferenze) in scala opportuna, di tronchi di rete quotati ed integrati da particolari di dettaglio. Tale campagna di indagini sarà preceduta, laddove necessario, dal taglio della vegetazione spontanea, cespugliosa ed arborea.

PIANO DELLE INDAGINI PRELIMINARI AMBIENTALI *in situ* con relativo cronoprogramma (approvato dal RUP)

La programmazione dell'indagine ambientale è stata effettuata in accordo a quanto prescritto dal D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 Testo Unico Ambientale, in considerazione delle attività pregresse svolte nell'area interessata dall'intervento, pur non avendo a disposizione molte informazioni per una corretta ricostruzione storica delle attività e delle eventuali contaminazioni ed alterazioni per lo sviluppo di un modello concettuale preliminare, e prevede la verifica della potenziale contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque attraverso una caratterizzazione (campionamento e analisi) del terreno scavato.

A causa della scarsità di informazioni storiche che non consentono una precisa localizzazione delle più probabili fonti di contaminazione, si procederà, per ogni matrice ambientale investigata (suolo, sottosuolo, acque sotterranee), con una

ubicazione ragionata dei campionamenti, effettuando la localizzazione dei punti sulla base di una valutazione sul campo delle aree più vulnerabili o di più probabile presenza di contaminazione, in modo da fornire un campione rappresentativo della reale concentrazione di una determinata sostanza nello spazio, cioè nell'area e nel volume campionati, e l'eventuale evoluzione della concentrazione nel tempo.

Il programma di indagine oggetto della presente procedura potrà subire modifiche in fase di esecuzione, previa approvazione da parte del R.U.P.

Le indagini da eseguire e le sostanze da ricercare sono indicate nel D.lgs 3 Aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" – parte IV, Titolo V. L'indagine deve essere svolta secondo le seguenti operazioni:

- **N.3 Trincee esplorative ($Tr_1 \div Tr_3$):** realizzate attraverso l'utilizzo di un escavatore con uno sviluppo lineare di 3mt, una larghezza di 3 mt ed una profondità massima di 3 mt, allo scopo sia di individuare l'eventuale presenza di rifiuti interrati nei livelli superficiali. Tutta l'attrezzatura di prelievo non monouso impiegata sarà decontaminata prima di ciascuna operazione di campionamento mediante uso di acqua potabile; le acque di lavaggio delle attrezzature saranno raccolte in contenitori opportunamente identificati, da smaltire come rifiuto a carico della Committente. Con chiusura delle stesse al termine delle osservazioni e ripristino del livello di piano campagna originario.
Nel caso specifico del sito in esame, si prevede di prelevare n.3 campioni di terreno per ogni trincea esplorativa, alle seguenti profondità:
 - n.1 nella zona superficiale (indicativamente 1,00 mt dal p.c.);
 - n.1 nella zona di transizione (indicativamente 2.00 mt. dal p.c.);
 - n.1 fondo scavo (indicativamente quota 3 mt. dal p.c.).per un totale di n.6 campioni di terreno rappresentativi della natura dei terreni investigati da sottoporre ad analisi ambientale.
- **redazione di stratigrafia per sondaggi standard** con compilazione di modulo stratigrafico contenente i dati di cantiere (Impresa, date, compilatore, metodi, attrezzature e fluido utilizzati, ecc.) e le principali caratteristiche dei materiali attraversati;
- **analisi chimiche**, secondo il profilo di cui all'allegato 4 del DM 10/08/2012 n.161 (arsenico, cadmio, cobalto, nichel, piombo, rame, zinco, mercurio, C>12, C<12, Cr totale, Cr VI, Amianto, BTEX, IPA), per i campioni di terreno estratti secondo le indicazioni sopra riportate, effettuate da laboratorio autorizzato;
- **redazione di relazione illustrativa** contenente gli elaborati grafici dell'area indagata e riportante i dati relativi alle modalità di esecuzione dei prelievi, a firma di tecnico abilitato;
- **restituzione dei dati all'interno di apposita relazione tecnica**, a timbro e firma di tecnico abilitato, contenente i dati rilevati e l'analisi critica delle risultanze.

La programmazione dell'indagine ambientale verrà effettuata in accordo a quanto prescritto dal D.lgs. 3 aprile 2006, n.152 Testo Unico Ambientale, in considerazione delle attività pregresse svolte nell'area interessata dall'intervento, si prevede la verifica della potenziale contaminazione della matrice suolo e sottosuolo attraverso una caratterizzazione (campionamento ed analisi) del terreno scavato.

Installazione di n.2 piezometro a tubo aperto nei fori di sondaggio ambientale ($S_{n1} \div S_{n2}$): per il monitoraggio dello stato qualitativo delle acque sotterranee all'interno del compendio in esame. 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. Essi rappresenteranno i punti di indagine per la verifica della eventuale presenza di una falda superficiale e per la campionatura delle acque sotterranee. Il completamento, previa verifica della profondità, è realizzato mediante tubi piezometrici in HDPE (ϕ int. min. = 110 mm) microfessurati e ciechi così disposti:

- primi 2 metri circa, tubo cieco;
- ultimo metro, tubo cieco;
- tratto intermedio, tubo filtro (microfessurato).

Nell'intercapedine foro/tubo è realizzato un manto drenante con ghiaietto lavato ($\phi = 2 \div 4$ mm), da 0,5 ÷ 1 m sopra il «top» del tratto filtrato sino a fondo foro. Nella parte superiore al dreno è realizzato un tappo di bentonite al fine di isolare il manto drenante dalla cementazione soprastante. Viene quindi effettuata la cementazione con malta cementizia (1,8 kg/l) per evitare l'eventuale infiltrazione di acque dalla superficie. La parte basale del tubo viene chiusa con un tappo avvitato e in superficie viene inoltre sistemato un chiusino metallico protettivo, carrabile o a tubo munito di coperchio con lucchetto. Lo spurgo dei piezometri potrà essere effettuato tramite sistema di "air lift" o con pompa sommersa, avendo cura di interessare tutto il tratto finestrato per favorire l'assestamento del filtro. Le acque provenienti dallo spurgo sono raccolte mediante autobotti o vasche di raccolta e smaltite secondo la normativa vigente.

Campionamento acque: Tenendo presente quanto prescritto dal D.Lgs. n.152/06 s.m.i. indicazioni ISS, il prelievo dovrà prevedere un'adeguata strumentazione ed il materiale utilizzato per il campionamento dovranno consistere in:

- Guanti in PVC o lattice (senza talco o polveri varie);
- Tubazione in polietilene monouso (di lunghezza non inferiore a 13 m per punto di prelievo);
- per metalli n.3 campionatori di polietilene (tipo Falcon da 50 ml) opaco precedentemente condizionati con HNO₃ fino a PH<2 per almeno 24 ore e successivamente risciacquati con acqua ad elevato grado di purezza a pH_{neutro};
- per inquinanti organici bottiglie HDPE da 1L;
- per IPA bottiglie da 2,5L di vetro scuro;
- per idrocarburi C10-C40 n.1 bottiglia di vetro scuro da 1 L;
- per composti organici aromatici n.2 vials da 40 ml con sotto tappo in teflon Gruppo elettrogeno tipo MOSA GE 4500;
- Pompa tipo Grundfos MP1 completa di frequenzimetro o pompe low flow (a 12 V, a vescica, peristaltiche etc);
- Freatimetro elettrico tipo OTT Typ 110;
- Bailers monouso con cordicella;
- sonda multiparametrica in cella di flusso o strumentazione da campo per la determinazione di temperatura, pH, Eh, conducibilità elettrica e ossigeno disciolto. Tale strumentazione dovrà esser accompagnata da documentazione di calibrazione avvenuta;
- Tanica acqua distillata per la pulizia delle attrezzature.

Le fasi del campionamento si svolgeranno secondo tipologie di campionamento statico per campionare sostanze a densità diversa dall'acqua: nel caso si intenda determinare sostanze o liquidi a densità minore eseguire il prelievo all'interfaccia acqua/aria e nelle porzioni superficiali dell'acquifero.

Campionamento statico: Prima dell'apertura della flangia di protezione controllare lo stato del piezometro. In caso di manomissione o danneggiamento comunicarlo alla DL. Apertura della flangia di protezione e lettura mediante freatimetro; Ritirata in superficie la sonda freatimetrica introdurre il bailers monouso e prelevare

un quantitativo d'acqua per un controllo visivo e olfattivo preliminare, annotarne l'esito e la profondità di prelievo e disporre il contenuto all'interno dell'apposita bottiglietta in polietilene.

Per le acque di falda sono state eseguite analisi di laboratorio su n.1 campione di acqua, uno per ogni sondaggio attrezzato a piezometro, finalizzate alla ricerca di:

- Composti inorganici (Alluminio, Antimonio, Argento, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo VI, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Manganese, Tallio e Zinco);
- Piombo Tetraetile;
- Composti Organici Aromatici (Benzene, Etilbenzene, Toluene, para-Xilene e Stirene);
- Policiclici Aromatici (Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene,
- Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)terilene, Crisene, Dibenzo(a, e)pirene, Dibenzo(a, l)pirene, Dibenzo(a, i)pirene, Dibenzo(a, h)pirene, Dibenzo(ah)antracene, Indeno (1,2,3,cd)pirene e Pirene);
- Fenoli e clorofenoli;
- Pentaclorofenolo;
- Idrocarburi Totali;
- Parametro n-esano;
- Alifatici clorurati cancerogeni;
- Alifatici clorurati non cancerogeni;
- Clorobenzeni

I risultati saranno confrontati con i limiti di accettabilità previsti dal D.lgs. n.152/06 Parte IV, Titolo V, nell'Allegato 5, Tabella 2, per le acque sotterranee.

Esecuzione di n.2 Prove di permeabilità tipo *Lefranc* a carico idraulico variabile: Le modalità di installazione e di realizzazione delle *prove Lefranc* consentono la determinazione della conducibilità idraulica del terreno e si esegue misurando le variazioni di livello dell'acqua nel terreno, immettendo o emungendo l'acqua in un tratto di foro predeterminato. Per l'elaborazione delle prove, si dovrà far riferimento all'*Allegato B della norma UNI EN ISO 22282-2:2012*.

La prova può essere eseguita secondo tre metodologie:

Flusso costante (indicato per terreni con permeabilità stimata maggiore di 10^{-6} m/s) – Consiste nel variare il livello di falda attraverso l'immissione o l'emungimento di acqua a portata costante e nel misurare le variazioni del livello di falda rispetto al tempo;

Metodo a carico idraulico variabile (indicato per terreni con permeabilità stimata tra 10^{-6} m/s e 10^{-9} m/s) – Consiste nel generare una variazione istantanea del livello piezometrico e nel misurare le variazioni del livello di falda rispetto al tempo;

Metodo a carico idraulico costante (indicato per terreni con permeabilità stimata tra 10^{-4} e 10^{-7} m/s) – Consiste nel mantenere costante il livello di falda e nel misurare il flusso rispetto al tempo.

Fase A): documenti di output per la definizione delle matrici ambientali;

Relazione sulle Indagini Preliminari sulle matrici ambientali suolo e sottosuolo

1. Relazione tecnica ambientale sulle indagini ambientali svolte con indicazione dei valori rilevati e valori di soglia (CSC) con le seguenti restituzioni:
 - 1.1. Carte dell'ubicazione delle indagini svolte e dei punti di campionamento in scala non superiore 1:2000;

- 1.2. Realizzazione di una campagna di monitoraggio delle acque di falda, con prelievo da piezometro installato sull'area di un campione di acqua in modalità statica prima dello spurgo e di un campione in modalità dinamica dopo lo spurgo;
- 1.3. Rilevazione della quota assoluta del livello piezometrico dal piezometro installato, con elaborazione della piezometria e linee di deflusso della falda in formato cartaceo ed elettronico editabile;
- 1.4. Analisi dei campioni di acque ai sensi del D. Lgs. 152/2006 con confronto con i limiti della Tab. 2, All. 5, Tit. V, Parte IV, D.Lgs. 152/2006 con i set analitici specificati nella Tabella 1 – Colonna A;
- 1.5. Sintesi sull'analisi dei risultati delle attività di indagine svolte sul sito e in laboratorio, espressi sotto forma di tabelle, di rappresentazioni grafiche e cartografiche, con indicazione delle modalità di esecuzione dei prelievi e di allegato fotografico;
- 1.6. Carte di rappresentazione della isoconcentrazione dei possibili contaminanti (es. curve di isoconcentrazione) in scala adeguata;
- 1.7. Percorsi di migrazione dalle eventuali sorgenti di contaminazione e stima dei bersagli individuati nello scenario attuale o nello scenario futuro (in funzione della destinazione d'uso e della loro localizzazione di cui al punto 1.1) ed eventuale calcolo della potenziale portata effettiva di esposizione;
- 1.8. Georeferenziazione plano-altimetrica assoluta di tutti i punti di indagine e presentazione dei risultati in formato cartaceo (3 copie) ed elettronico editabile (2 copie).

Le analisi ambientali verranno eseguite secondo il profilo di cui all'allegato IV del DPR 120/2017, da laboratori accreditati, nel rispetto dei requisiti della norma internazionale di riferimento UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura" e degli altri requisiti applicabili, stabiliti dall'Ente stesso o contenuti nella normativa inerente agli ambiti di attività del Laboratorio.

Il programma di indagine oggetto della presente procedura potrà subire modifiche in fase di esecuzione, previa approvazione da parte del R.U.P..

I risultati delle analisi eseguite saranno confrontati per i livelli di CSC indicati dal D.lgs. n.152/2006 nell'Allegato 5, Parte IV, Titolo V, tabella 1 per i suoli ad uso Verde/ Residenziale (Colonna A) e Tabella 2 per le acque.

Tutti i punti di indagine dovranno essere riportati su planimetria georeferenziata del sito da allegare al fascicolo. Le indagini, eseguite da ditta specializzata e certificate da laboratorio autorizzato, dovranno essere esposte ed esaurientemente illustrate e commentate ai sensi delle specifiche norme di settore.

I risultati ed i relativi certificati dovranno essere riportati in un fascicolo dedicato e trasmessi ufficialmente alla Stazione Appaltante.

3. FASE B): RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA (indagine strumentale sui terreni)

Le indagini geotecniche devono permettere la caratterizzazione fisicomeccanica dei terreni di fondazione, tramite prove in sito e di laboratorio, finalizzata all'individuazione di modelli geotecnici adatti alle analisi di risposta sismica locale e d'interazione dinamica terreno-struttura. È prevista l'esecuzione di indagini e prove di tipo geologico, geofisico e geognostico, con l'obiettivo di raggiungere la definizione del modello geofisico del sottosuolo per la determinazione della categoria di suolo di fondazione e di indagini e prove di laboratorio che caratterizzino l'aspetto geomeccanico del sottosuolo per il volume significativo interessato.

Le indagini geognostiche e le prove geotecniche di laboratorio dovranno consentire la ricostruzione litostratigrafica e la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area di sedime ove verranno realizzati i nuovi fabbricati. L'Aggiudicatario prima di procedere con le indagini geognostiche, geologiche e geofisiche,

dovrà produrre un documento denominato *“Piano delle indagini sui terreni”* da sottoporre all'accettazione preventiva della Stazione Appaltante.

Il piano di indagini deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica ed ai parametri caratteristici geotecnici e geofisici. Le indagini geologiche e geotecniche comprensive di accantieramento generale da eseguirsi sono così suddivise:

- *n.1 perforazione eseguita a rotazione a carotaggio continuo;*
- *n.3 Prove Penetrometriche Dinamiche S.P.T. (Standard Penetration Test)*
- *n.6 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH);*
- *n.2 Prospezione geosismica attiva di superficie – Multichannel Analysis of Surface Waves (M.A.S.W.)*
- *n.1 Prova Down – Hole eseguita in foro di sondaggio;*
- *n.2 Misura di sismica passiva HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio);*
- *n.2 Profili tomografia sismica a rifrazione;*
- *n.2 Profili tomografie geoelettriche (ERT);*
- *Prelievo di n.2 campioni indisturbati in foro di sondaggio;*
- *analisi di laboratorio su campioni indisturbati.*

Sondaggi Geognostici:

- N.1 sondaggio geognostico, perforazioni a rotazione con prelievo continuo della campionatura di profondità sufficiente per la definizione del volume geologico significativo. Il Sondaggio meccanico di cui sopra andrà eseguito "a rotazione, con carotaggio continuo" utilizzando un carotiere semplice o doppio, a seconda della natura del terreno, di diametro tale da consentire il prelievo di carote di diametro non inferiore a 100 mm; la lunghezza del carotiere non dovrà essere superiore a 3,00 m.

Durante l'esecuzione del sondaggio dovrà essere assicurata la stabilità delle pareti e del fondo foro. Al termine della perforazione, qualora non sia previsto il

condizionamento con tubazioni di rivestimento per l'esecuzione di prospezioni sismiche, il foro di sondaggio dovrà essere riempito con apposita miscela cementizia.

Rilievo Stratigrafico: nel corso della perforazione, che dovrà essere eseguita in modo tale da arrecare il minor disturbo possibile al materiale estratto, verrà rilevata la stratigrafia del terreno attraversato; nella scheda compariranno (oltre agli elementi relativi all'ubicazione, ai campionamenti ed alle prove in sito elencate successivamente), le seguenti notazioni:

- Data di perforazione;
- Metodo di perforazione ed attrezzatura impiegata;
- Diametro di perforazione;

Descrizione dei singoli strati attraversati, comprendente per terreni coesivi e granulari:

- 1) colore/i prevalente/i della formazione;
- 2) composizione granulometrica approssimata, nei termini correnti (trovanti, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo, argilla), indicando il diametro max della ghiaia, elencando per prima la frazione prevalente e di seguito le eventuali altre frazioni in ordine d'importanza percentuale;
- 3) caratteristiche di addensamento (terreni non coesivi) nei termini usuali (sciolto, mediamente addensato, addensato);
- 4) presenza di sostanze organiche o torbe, fossili, legno, calcinacci, ecc.;

5) grado di uniformità dei materiali non coesivi (ben gradato, uniforme).

Registrazioni particolari in corso di perforazione: oltre alla registrazione della stratigrafia, il responsabile di cantiere annoterà sinteticamente, nella documentazione provvisoria del lavoro, ogni notizia utile o interessante:

- velocità di avanzamento;
- perdite di fluido di circolazione;
- perdite di carota;
- vuoti carsici – strutture profonde;

Rilievo della falda: nel corso della perforazione sarà rilevato in forma sistematica il livello della falda nel foro. Le misure saranno eseguite in particolare prima e dopo ogni interruzione del lavoro (sera, mattina, altre pause) con annotazione di quanto segue:

- livello acqua nel foro rispetto al piano campagna (se presente)
- quota del fondo foro;
- data ed ora della misura.

Tali annotazioni devono comparire anche nella documentazione definitiva di lavoro.

Fornitura di cassette catalogatrici:

Le carote prelevate dovranno essere riposte nelle apposite cassette catalogatrici atte alla loro conservazione, munite di coperchi. Sul coperchio di ogni cassetta saranno riportati, in modo indelebile, il numero di ordine del sondaggio, la profondità di riferimento e la data di esecuzione.

Le carote all'interno delle cassette dovranno essere fotografate (almeno due foto per ogni cassetta con angolazioni diverse) entro breve tempo dalla loro estrazione per evitare modificazioni del materiale a seguito di fenomeni di essiccamento.

Le cassette catalogatrici contenenti i materiali prelevati verranno tenute in cantiere, a disposizione della Stazione Appaltante, in un luogo asciutto e riparato, fino al termine delle indagini.

Prove di Resistenza meccanica dei Terreni:

PROVE IN FORO DI SONDAGGIO: La prova sarà eseguita secondo le specifiche tecniche ASTM D-1586 e le specifiche AGI-1977 ed avverrà esclusivamente dopo aver attuato la pulizia del foro, avendo cura di evitare rifluenti e franamenti delle pareti.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT (*continue standard cone penetretion test*):

La prova viene prescritta mediante infissione del campionatore Raymond operata per percussione, con dispositivo di sganciamento automatico a cadenza regolare. Nel corso della prova verranno misurati i colpi necessari per infiggere tre tratti della lungh. di 15 cm ciascuno, sono previste misurazioni ogni circa 2mt/ 3 mt. di profondità del foro di sondaggio.

Impiegando una punta conica, di dimensioni standard, da infiggere nel terreno per battitura mediante dispositivi di percussione. Poiché con tale prova si ottengono informazioni di tipo continuo, dovranno essere eseguite misurazioni di resistenza alla penetrazione durante tutta l'infissione.

L'attrezzatura si dovrà comporre di una prima batteria d'aste, di peso pari a 4.6 kg/m (f 0.5 kg/m), alla cui estremità inferiore sarà collegata una punta conica di diametro di 50.8 mm ed angolo d'apertura di 60°, e di una seconda batteria d'aste concentriche alla prima, di diametro 48 mm e di peso 5.3 kg/m circa, alla cui estremità inferiore dovrà essere avvitata una scarpa tagliente. Il maglio di 73 kg dovrà avere un'altezza libera di caduta di 75 centimetri.

La prova dovrà procedere alternativamente e consecutivamente ora battendo sulle aste interne per infiggere la punta e contando il numero dei colpi (Np) necessari per avanzare nel terreno di 30 cm, ora sulle aste

esterne per rilevare il numero di colpi (Nr) necessari per un eguale avanzamento nel sottosuolo. La prova si eseguirà infiggendo nel terreno alla base del sondaggio il campionatore per tre tratti consecutivi, di 15 cm ciascuno, annotando il numero di colpi necessario per conseguire la penetrazione di ciascun tratto. I secondi due tratti avverranno con continuità e senza alcuna interruzione nella cadenza della battuta dei colpi.

La prova verrà sospesa soltanto al superamento di un numero di colpi superiore a 50 per una lunghezza di infissione inferiore ai 15 cm nel primo tratto o di 100 colpi per una lunghezza di infissione inferiore ai 30 cm nella seconda parte della prova. In questo caso verrà misurata la profondità di infissione raggiunta con questo numero di colpi e trascritta nelle note della stratigrafia.

A completamento della prova l'Appaltatore è tenuto a fornire alla DLL la documentazione comprendente:

- diagramma di Np in relazione alla profondità;
- diagramma di Nr in relazione alla profondità;

- altezza media di caduta del maglio per l'infissione del rivestimento;
- schema eventuale del preforo.

Lo sviluppo della prova sarà computato a partire dal piano di campagna o dal fondo del preforo, a seconda del suo inizio.

Prelievo di n. 2 campioni indisturbati in foro di sondaggio: potrà essere effettuato negli strati coesivi e semicoesivi (limo sabbiosi - limi - argille) durante l'esecuzione dei sondaggi secondo le indicazioni del Direttore dell'esecuzione. In via orientativa si prevede l'impiego di campionatori tipo Denison o Mazier per terreni di elevata consistenza, di campionatori a pareti sottili (Shelby) per terreni a media consistenza, di campionatori a pistone tipo *Ostemberg* per terreni a debole consistenza, ad altri particolari campionatori. Per il mancato o inadeguato uso del campionatore necessario al prelievo dei campioni indisturbati utili per determinare, in laboratorio geotecnico, i parametri fisico tecnici per la redazione dei calcoli strutturali, non si darà luogo al pagamento dell'intera attività geognostica commissionata all'Impresa, poiché i dati di laboratorio geotecnico sono prevalenti rispetto agli altri già noti.

I contenitori o fustelle potranno essere di plastica o di acciaio (inox, plastificato o zincato) a seconda del tipo di campionatore usato, e dovranno risultare in ottimo stato di conservazione prima di poter essere usate per il prelievo; essi dovranno avere le seguenti dimensioni:

- $\Phi_{int.}$ = 75 - 95 mm.
- spessore: 2 - 3 mm.
- lunghezza utile: 60 - 90 cm.

Dette fustelle potranno essere restituite integre all'Impresa dopo l'esecuzione delle prove di laboratorio. In linea di massima, il diametro dei campioni indisturbati sarà fra 70 e 95 mm. I prelievi saranno eseguiti dopo aver pulito il fondo del foro da eventuali detriti ed i campioni verranno sigillati subito dopo il prelievo con paraffina fusa o tappi particolari e contraddistinti con opportuna etichetta indelebile riportante il numero del sondaggio e la profondità iniziale e finale del prelievo e l'orientamento (alto/basso).

I prelievi di campioni indisturbati saranno valutati per ogni operazione di prelievo eseguita con idoneo campionatore. Indicazioni sui campioni prelevati. I campioni prelevati devono essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indichino:

1. cantiere;
2. numero del sondaggio;
3. numero del campione;
4. profondità di prelievo;

5. tipo di campionatore impiegato;
6. data di prelievo;
7. parte alta.

Il numero del campione, il tipo di campionatore usato ed il metodo di prelievo devono essere riportati sulla stratigrafia alla relativa quota.

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

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO:

Sui campioni indisturbati prelevati in fase di sondaggi diretti, saranno effettuate le analisi e le prove previste in progetto o diversamente disposte dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore, se non dispone di laboratorio geotecnico e di personale specializzato, dovrà inviare, con la massima cautela, i campioni al laboratorio prescelto, di gradimento della Stazione Appaltante.

Le risultanze delle analisi e delle prove geotecniche a firma di un Geologo e di un Ingegnere, dovranno comprendere:

- descrizione dei campioni esaminati;
- certificazione delle prove a mezzo di appositi stampati, dai quali si evincano le curve caratteristiche ed i parametri determinati;
- un quadro riepilogativo di tutte le indagini, dal quale sinteticamente si possano rilevare le caratteristiche fisico – meccaniche dei campioni esaminati;
- una relazione esplicativa delle modalità seguite durante le analisi e le prove, ed illustrativa dei risultati ottenuti.

Le prove dovranno essere effettuate facendo riferimento alle più importanti normative nazionali ed internazionali esistenti (C.N.R., U.N.I., A.S.T.M., A.A.S.H.T.O., B.S.) e saranno compensate con i prezzi di elenco. Per ogni campione, di qualsiasi natura, dovrà essere compilata una scheda sulla quale dovranno essere riportate le più importanti caratteristiche fisiche:

- il contenuto naturale in acqua;
- il peso di volume;
- il peso unitario secco (o densità secca);
- il peso specifico del solido;

e le immediate determinazioni da queste:

- l'indice dei vuoti;
- la porosità;
- il grado di saturazione;
- il peso di volume saturo.

La scheda dovrà riportare, inoltre, tutte le indicazioni riguardanti il sondaggio, il numero del campione, la profondità ed il cantiere di provenienza.

PROVA EDOMETRICA:

Per la determinazione della coesione non drenata in terreni limo-argillosi può essere richiesta, dietro approvazione del Direttore dell'esecuzione, la prova di compressione semplice del tipo a dilatazione laterale libera (ELL o prova U).

Per tale prova dovrà essere confezionato un provino cilindrico di diametro 1"1/2 o 2" ed altezza non inferiore ad una volta e mezza il suo diametro, da sottoporre a compressione monoassiale crescente. A tale scopo il

provino dovrà essere interposto tra due piattelli in una presetta idonea a comprimerlo con velocità di avanzamento tale da provocare una deformazione compresa tra lo 0.5 e l'1% dell'altezza del provino per ogni minuto primo.

Durante la prova, ad intervalli prefissati, su comparatori dovranno essere lette le deformazioni assiali ed i carichi corrispondenti. Nelle rocce lapidee la prova di compressione semplice (DL) deve essere condotta per la determinazione dei carichi unitari di rottura e può essere effettuata o su campioni cilindrici o cubici (di lato 10 cm) con presse in grado di potere sviluppare una pressione adeguata.

PROVE DI TAGLIO DIRETTO:

Per la valutazione della resistenza al taglio di terreni coerenti o incoerenti, l'Esecutore, su disposizione del Direttore dell'esecuzione, può effettuare la prova di taglio diretto con la scatola di Casagrande di forma quadrata.

Tale prova, che dovrà essere eseguita obbligatoriamente in condizione drenate, sarà valida se sviluppata su almeno tre provini consolidati.

Ciascun provino, consolidato sotto un diverso carico verticale per il tempo necessario affinché i comparatori raggiungano la stabilizzazione, dovrà essere sottoposto a sforzo di taglio sino al punto di rottura, lungo un piano orizzontale mediano definito tra i due telai sovrapposti alla scatola.

La velocità della prova dovrà essere ricavata in relazione all'altezza del provino, al coefficiente di consolidazione e ad un coefficiente adimensionale, funzione delle condizioni di drenaggio del provino. In pratica dovrà essere realizzata preliminarmente una prova di rilassamento, applicando un carico verticale al quale corrisponderà una pressione neutra ed attendendo l'esaurimento della fase di consolidazione. Diagrammando le deformazioni di volume sul logaritmo del tempo e possibile stimare la velocità di rottura da applicare.

I risultati delle prove dovranno essere trasferiti in un elaborato comprendente, oltre a tutti i dati fisici e d'individuazione del campione, i seguenti diagrammi:

Diagramma sforzo di taglio – pressione verticale;

Diagramma sforzo di taglio – spostamento;

Diagramma deformazione verticale – deformazione orizzontale.

L'entità della resistenza "residua" dovrà essere determinata da almeno cinque cicli di rottura, in modo da pervenire ad una stabilizzazione della curva carico-spostamento.

Modalità di presentazione dei risultati:

Relazione esplicativa timbrata e firmata dal Responsabile tecnico del laboratorio, in forma cartacea e digitale contenente:

- Tipologia e modalità delle indagini e prove eseguite: qualora l'indagine non abbia raggiunto la profondità di 30 mt. o la quota ritenuta significativa dalle norme come area di influenza del terreno sulle fondazioni, l'Aggiudicatario ne dovrà dare adeguata motivazione e dovrà comunque caratterizzare il sottosuolo fino a quella quota di riferimento;
- Descrizione dei campioni esaminati;
- Certificazione delle prove a mezzo di appositi stampati, dai quali si evincano le curve caratteristiche ed i parametri determinati;
- Quadro riepilogativo dei risultati ottenuti, dal quale sinteticamente si possano rilevare natura e caratteristiche fisicomeccaniche dei campioni esaminati.

Installazione di n1 Piezometro a tubo aperto in foro di sondaggio geognostico:

per il monitoraggio dello stato qualitativo delle acque sotterranee all'interno del compendio in esame, nonché dell'individuazione del livello statico dell'acqua a fine perforazione e dopo aver fatto trascorrere un opportuno intervallo di tempo. In corrispondenza di un foro di sondaggio eseguito si dovrà prevedere la messa in opera di 1 piezometri di tipo aperto a tubo in PVC con relativo pozzetto di chiusura.

Esecuzione di n.6 Prove penetrometriche dinamiche continua superpesante (DPSH):

Le Prove DPSH consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante; i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata vengono annotati e costituiscono la resistenza del terreno alla penetrazione della punta conica. Le modalità di rifiuto saranno associate ad un valore $N_{spt} \geq 50$.

Normative e specifiche di riferimento - A.G.I. (1977) - Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche - ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) - Dynamic Probing (DP): International Reference Test Procedure.

Indagini Geofisiche:

compresa l'esecuzione del rilievo topografico per la restituzione dei profili sismostratigrafici (sezioni interpretative basate sui profili rilevati) e dovrà tra l'altro, mettere in evidenza l'assetto idrogeologico dei terreni attraversati, le loro variazioni, nonché elementi possibili fattori di instabilità di carattere idrogeologiche. *Dette indagini si andranno ad articolare:*

- a) **Esecuzione di n.2 Prospezione geosismica attiva di superficie – Multichannel Analysis of Surface Waves (M.A.S.W.).** La prospezione geosismica attiva MASW sarà eseguita con uno stendimento costituito da 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz interspaziati di 5 m; compreso piazzamento attrezzature, loro spostamento nell'area di studio, restituzione cartografica almeno in scala 1:500, con indicate le superfici di discontinuità e il valore velocità delle onde di taglio ($V_{s_{eq}}$) e del parametro V_{s30} (velocità media delle onde di taglio nei primi 30 mt..).

Queste prove sono largamente utilizzate nella pratica professionale per la definizione della categoria sismica del suolo secondo le NTC 2018 attraverso i profili di $V_{s_{eq}}$, per la definizione dell'analisi di Microzonazione Sismica (MS) e/o in quelli di Risposta Sismica Locale (RSL), laddove necessario. Le prove sismiche a onde di superficie sono prove non invasive, che tramite principi fisici differenti, consentono la ricostruzione del profilo verticale della velocità di propagazione delle V_s , a riguardo questa SA prevede la realizzazione di prospezioni **per complessivi ml 300.**

- b) **Esecuzione di n.1 Prove Down-Hole** eseguita in foro di sondaggio, la profondità del ricevitore sarà posta a circa 1,0÷1,5 m e relativa restituzione grafica per la determinazione della $V_{s30_{eq}}$ al fine di identificare la categoria del suolo di fondazione così come prescritto dal D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni". Attraverso la correzione dei tempi di tragitto (t_{corr}) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore, si costruisce il grafico dei tempi di tragitto in funzione della profondità z , sia per le onde P, che per le onde S. La velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Determinati i sismo-strati, si ottengono la densità media, il coefficiente di Poisson, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica, la velocità media di propagazione delle onde $V_{s30_{eq}}$.

- c) **Esecuzione di n.2 Misura di sismica passiva HVS** (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) tecnica di indagine di sismica passiva a stazione singola, non invasiva analisi con metodo di Nakamura utilizzando una stazione a tre componenti, per la valutazione della frequenza caratteristica di sito mediante l'acquisizione di rumore sismico. È consigliabile l'esecuzione di almeno tre stazioni di misura per ogni singolo sito, curando un adeguato orientamento e accoppiamento tra la stazione e la superficie, attraverso il campionamento simultaneo su tre canali mediante geofono 3D con frequenza propria non superiore a 2 Hz, e durata di registrazione non inferiore a 15 minuti, acquisizione dei dati tramite convertitore analogico / digitale con risoluzione di almeno 24 bit. Il metodo consente di definire la frequenza fondamentale di risonanza di sito, generata in corrispondenza della discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale di riferimento.
- d) **Esecuzione di n.2 stendimenti di Prospezione con metodo sismico a rifrazione:** Il metodo di prospezione sismica a rifrazione misura la velocità di propagazione delle onde sismiche mediante allineamenti isolati o consecutivi di geofoni e registrazioni multiple delle onde di compressione e di taglio per ciascun stendimento. L'elaborazione dei dati, attraverso l'esame dei valori registrati in corrispondenza di ciascuna stazione geofonica, dovrà consentire la definizione dei singoli rifrattori o strati sismici individuati in termini sia di spessore che di velocità delle onde sismiche (longitudinali e/o trasversali). Il rilievo sismico dovrà essere eseguito lungo profili rettilinei con geofoni posti ad interdistanza fissa in relazione alla profondità di indagine ed al dettaglio di rilievo, con spaziature delle stazioni geofoniche di 5 mt. ed una lunghezza di circa 40 mt.

Dallo stendimento eseguito si provvederà ad estrarre le sezioni sismostratigrafiche in termini di velocità delle onde e del fattore qualità adeguate a rappresentare tutti i dettagli emersi dall'elaborazione. Dette sezioni dovranno riportare tutte le indicazioni parametriche dei singoli rifrattori individuati e, in proiezione, la posizione di eventuali sondaggi meccanici e/o misure geofisiche in

foro eseguiti per taratura e/o controllo definendo il modello sismostratigrafico dell'area in esame.

Modalità di presentazione dei risultati:

Relazione esplicativa delle prospezioni eseguite con indicate le principali informazioni sopra richiamate tra cui:

- Documentazione topografica, con indicazione dell'ubicazione dell'indagine;
- Colonne stratigrafiche e modello sismostratigrafico dell'area in studio;
- Informazioni sulla posizione della falda e sulle eventuali anomalie riscontrate nel corso della prospezione.

- e) **Esecuzione di n.2 Tomografia geoelettrica ad alta risoluzione (ERT)** per caratterizzazione resistiva e dimensionale di elevato dettaglio delle strutture presenti lungo sezioni bidimensionali. Le misure sono effettuate con strumentazioni specifiche a controllo automatico dei cicli di misura, secondo le diverse configurazioni elettrodiche tradizionali (Schlumberger, Wenner, Dipolo-dipolo, ecc.). L'elaborazione dei dati deve essere effettuata con programmi di inversione bidimensionale. La Tomografia elettrica deve essere eseguita lungo profili di elettrodi in superficie, compresa l'elaborazione dei dati su tutti gli elettrodi: prospezione elettrica tomografica con almeno 32 elettrodi, con intervallo elettrodico di 5 m, per una lunghezza minima a stendimento di 40m, compreso rilievo del profilo topografico in campagna. **Questa S.A. chiede rilievi geoelettrici come sopra menzionati per una lunghezza complessiva pari a ml 3000.**

Fase B): documenti di output – Relazione geologica in prospettiva sismica con report dei dati come di seguito articolata:

1. Inquadramento geologico generale con sezione geologico – stratigrafica rappresentativa della successione litostratigrafica locale;
- 1.1 Cartografia geomorfologica con rappresentazione dei lineamenti geomorfologici della zona, processi morfogenetici e loro tendenza evolutiva, in scala adeguata;
 - 1.1.1 Restituzione di sezioni idrogeologiche con evidenza dei complessi idrogeologici del terreno, indicazione degli elementi di possibile deflusso sotterraneo (es. contatti tettonici, limiti tra formazioni a diverso grado di permeabilità ecc.) e delle caratteristiche di conducibilità idraulica dei terreni, in scala adeguata;

Per quanto concerne gli aspetti geologico-geotecnici la relazione sarà redatta secondo il paragrafo §6.2 delle N.T.C. 2018 e delle indicazioni della Circolare Esplicativa al punto §C6, e dovrà contenere le seguenti informazioni minime (un utile riferimento potrà essere il D.M. 11 marzo 1988):

- 1.1.2 Descrizione e planimetria con ubicazione delle indagini;
- 1.1.3 Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni, della costante di sottofondo determinazione di reazione del terreno o K_r coefficiente di Winkler per il dimensionamento delle opere di fondazione;
- 1.1.4 Assetto litostratigrafico, definizione delle unità litotecniche con informazioni sulla distribuzione spaziale, stato di alterazione, fessurazione e degradabilità dei litotipi;
- 1.1.5 Certificati di laboratorio e documentazioni tecniche di indagine;
- 1.1.6 Stralcio della cartografia del P.A.I. del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale;
- 1.2. Per quanto concerne gli aspetti sismici la relazione avrà lo scopo di descrivere compiutamente la caratterizzazione della categoria del sottosuolo utile alla definizione dell'azione sismica ed alle modalità della sua propagazione.

Le informazioni minime che essa dovrà contenere sono:

- 1.2.1. Programma ed ubicazione dei punti di indagine documentata attraverso opportuni elaborati grafici e fotografici;
- 1.2.2. Descrizione della metodologia e della strumentazione utilizzata per l'elaborazione, grafici e tabelle relativi alla fase di calcolo dello spessore e profondità degli orizzonti rifratti rappresentati sulle sezioni;
- 1.2.3. Pericolosità sismica di base, risultato della V_{s30eq} e della categoria di amplificazione stratigrafica, al fine di identificare la categoria del suolo di fondazione così come prescritto dal D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- 1.2.4. Eventuale spettro amplificato scaturito dalla RSL;
- 1.2.5. Verifica di suscettibilità di eventuale liquefazione dei depositi sabbiosi;

Tutti i punti di indagine dovranno essere riportati su planimetria georeferenziata del sito da allegare al fascicolo. Le metodologie d'indagine e la caratterizzazione geotecnica devono essere coerenti con i principi generali della progettazione geotecnica indicati nel Cap. 6 e nel punto 7.11 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, a cui si rimanda. Nel caso di terreni non rientranti nelle categorie di sottosuolo di cui alla Tab. 3.2.11 delle N.T.C. 2018 sarà necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni.

Tutte le indagini, prelievi e prove dovranno essere eseguite e certificate da soggetti qualificati ed accreditati ai sensi del vigente quadro normativo ed in particolare secondo quanto previsto dall'art. 59 del

D.P.R. 380/2001, dalle NTC 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU S.G.n.42 del 20.02.2018 - Suppl. Ordinario n. 8 – e della Circolare 21/01/2019 n. 7, pubblicata sulla G.U. 11/02/2019 n.35), dalla norma UNI EN ISO 9712, dalla Nota n. 3187 del 21/03/2018 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale e dalla Circolare 03 dicembre 2019, n.633/STC. Resta a carico dell’Appaltatore il ripristino dello stato dei luoghi successivo all’esecuzione di indagini e prove.

L’AGGIUDICATARIO qualora nell’espletamento di detta attività dovesse ritrovare emergenze/substrati archeologici, gli stessi verranno implementati nel piano di indagine che dovrà essere aggiornato e oggetto conseguentemente di apposita relazione con le risultanze storiche e con la descrizione puntuale ed analitica della loro influenza nell’alterare la risposta sismica della struttura.

Il tutto sarà raccolto in modo ordinato, organico e consequenziale nell’apposita relazione geologica-geotecnica e sismica, supportata e corredata *as build* di tutti i risultati della diagnostica distruttiva e non, come esposto nel presente paragrafo.

4. INDAGINI FITOSTATICHE

Indagini in situ:

Le indagini fitostatiche dovranno esser suddivise tra visive (V.T.A.) e strumentali e raccolte in una relazione fitostatica nella quale vengano identificate le alberature, i risultati delle indagini eseguite, descritti gli interventi da eseguire per ciascuna alberatura e venga stabilito l’ordine di priorità degli interventi.

La campagna di indagine vegetazionale rappresenta il completamento del quadro conoscitivo dell’area sotto il profilo ambientale, da esperirsi attraverso una approfondita analisi del contesto vegetazionale preesistente.

Nello specifico l’attività dovrà svolgersi attraverso una serie di rilievi in situ, finalizzati all’identificazione ed al censimento delle specie arboree esistenti ed analisi della vegetazione e del suo stato di conservazione, in modo da evidenziare l’eventuale presenza di specie arboree o arbustive di particolare pregio ambientale e le relative modalità di conservazione / valorizzazione nell’ottica dell’intervento generale di recupero del Bene.

Il servizio richiesto dalla Stazione Appaltante, per ogni singolo compendio demaniale, consiste:

- **Indagini fitostatiche, suddivise tra visive (V.T.A.) e strumentali:**
Il censimento dovrà fornire le caratteristiche salienti delle alberature e si svilupperà mediante il riconoscimento botanico di ogni singolo albero (genere, specie, gravi difetti ecc.), le sue misurazioni essenziali (circonferenza del fusto, altezza, larghezza della chioma ecc.) e ogni altro dato ritenuto necessario alla sua classificazione.
- **Verifica statica** visiva dovrà esser condotta secondo l’applicazione del metodo VTA (Visual Tree Assessment) ed il protocollo ISA. Nel contrassegnare univocamente le alberature indagate così da poterle identificare anche successivamente alla conclusione del servizio;
- **Gli esiti del censimento e della verifica dovranno essere raccolti in una relazione fitostatica** sottoscritta da professionista abilitato. È richiesto che vengano allegate alla perizia delle schede (una per ogni albero). In ciascuna scheda dovranno essere sinteticamente indicati i risultati del censimento e della verifica per ciascun albero esaminato nonché gli interventi necessari alla sua messa in sicurezza (unitamente ad una fotografia). Nell’eventuale redazione e presentazione di documentazione necessaria per l’esecuzione di interventi in urgenza.
- **Produzione delle Schede essenze arboree e Vegetali** e che dovranno essere numerate e classificate per tipologia. Il numero che individua ciascuna scheda dovrà essere riportato sul rilievo plano-altimetrico

del compendio in modo da permettere di individuarne agevolmente la posizione (in coordinate WGS84) e documentazione fotografica.

- **Aggiornamento ex-post** successivamente all'esecuzione dei lavori, in modo da avere un censimento completo ex-post che fotografi la situazione finale dello stato delle alberature censite.

Gli esiti dell'indagine vegetazionale condurranno ad una valutazione della qualità ambientale ed ecosistemica con particolare riferimento ad habitat e specie di flora e fauna di pregio conservazionistico, con relativo censimento di eventuali emergenze arboree e di specie faunistiche e floristiche da tutelare (assetto vegetazionale).

Sintesi dei risultati e relazione degli output:

Nel corpo della relazione dovranno essere prodotte tutte le elaborazioni di supporto per una corretta identificazione dell'assetto vegetazionale del compendio militare (planimetrie, report fotografico, schede delle essenze vegetali) in particolare devono essere identificate le alberature, riportati i risultati delle indagini eseguite, descritti gli interventi da eseguire per ciascuna alberatura e venga stabilito l'ordine di priorità degli interventi.

Rispetto ai servizi oggetto del contratto è compresa inoltre la redazione di ogni elaborato necessario per il rilascio dei pareri e autorizzazioni da parte degli Enti competenti compresi eventuali documenti integrativi richiesti dagli stessi Enti. Il professionista dovrà fornire tutta la documentazione necessaria, firmata dallo stesso, in numero adeguato di copie, ivi compresa quella per l'Amministrazione Appaltante, oltre che su supporto informatico come meglio specificato nel seguito.

ALLEGATO: Tav.b)_Ubicazione delle Indagini Caserma Cialdini – Pesaro (PU):

