

MINISTERO DELL'INTERNO
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO
PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO DI ORISTANO



PROGETTO: Polo didattico e impianti sportivi presso la sede centrale dei Vigili del Fuoco di Oristano –

OGGETTO: Studi specialistici preliminari

Data

Note :

Gruppo di Lavoro

PD Luca MANSELLI

DVD Ernesto MONZONI

D Andrea Vittorio BARONE

Tavola: unica

INDICE

| | |
|---|----|
| 1 Premessa | 1 |
| 2 Normativa di riferimento | 2 |
| 3 Inquadramento topografico e breve descrizione dell'intervento | 2 |
| 3.1 Descrizione del progetto | 3 |
| 4 Inquadramento geologico dell'area vasta | 3 |
| 4.1 Assetto idrologico ed idrogeologico | 4 |
| 4.1.1 Assetto idrogeologico | 5 |
| 5 Lineamenti microclimatici | 6 |
| 6. Classificazione sismica dell'area | 9 |
| 7 Inquadramento territoriale | 10 |
| 8 Assetto litostratigrafico dell'area di intervento allargata | 11 |

1 PREMESSA

Il presente studio è condotto per il progetto definitivo del Polo Didattico Regionale dei Vigili del Fuoco della Sardegna da realizzare ad Oristano, nel terreno adiacente il Comando in via A.Zara e andrà integrato con analisi di dettaglio conseguenti alle indagini geognostiche in situ.

Alla base di questo studio non sono state effettuate delle indagini in situ nell'area di intervento ma si dispone di analisi e dati provenienti da contesti limitrofi:

- il primo, posto a circa 230 metri a SUD-EST dell'area di intervento, è consistito nell'effettuazione di n.3 sondaggi geognostici, n.9 prove penetrometriche dinamiche (SPT) e di campionamento parzialmente disturbato ed indisturbato dei litotipi da sottoporre a prove di laboratorio;
- il secondo, posto a circa 70 metri a SUD dell'area di intervento all'interno dell'area del Comando di Oristano, è stato realizzato propedeuticamente alla costruzione dell'autorimessa per il ricovero dei mezzi di Colonna Mobile Regionale avvenuta tra il luglio 1998 ed il maggio 1999. Le indagini geognostiche sono state realizzate sui nodi di una griglia quadrata di 25 m di lato, mediante carotaggio continuo a secco (diametro 101mm), per una profondità di 23 m. Ulteriori indagini furono compiute dall'impresa esecutrice dei lavori per accertare l'eventuale suscettibilità all'acqua delle terre di fondazione (LL, LP, IP, IG), la loro composizione granulometrica, la classificazione HRB oltre all'indice di portanza CBR.

Scopo della presente relazione è fornire l'inquadramento geologico, geomorfologico e geotecnico dell'area d'intervento a partire dai dati ricostruiti sui contesti limitrofi:

- natura e potenza dei litotipi in situ;
- parametrizzazione dei medesimi mediante prove in situ e di laboratorio volte a definirne le proprietà indice e quelle geotecniche;
- descrizione della falda superficiale;
- definizione del modello stratigrafico e geotecnico del sottosuolo.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio è stato redatto in ottemperanza alle seguenti disposizioni di legge:

- DM 17 gennaio 2018, pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018 contenente le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e la relativa Circolare attuativa approvata in data 27/07/2018 dall'Assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.
- D.M. 11/03/1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”, e relativa Circolare di applicazione LL.PP. 24-09-1988 n. 30483 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale).
- Delib.G.R. 30 marzo 2004, n. 15/31, pubblicata nel B.U. Sardegna 21 agosto 2004, n. 23 Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

3 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area oggetto del presente studio è ubicata nel Comune di Oristano (OR), in prossimità del limite orientale dell'area urbana, a ridosso del tracciato ferroviario.

Nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade a cavallo dei fogli 528080 – Oristano e 528120 – S. Giusta.

Nell'inquadramento della geologia regionale si fa riferimento ai fogli 216-217 – Capo S. Marco – Oristano della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 pubblicata dall'I.S.P.R.A.



3.1 Descrizione del progetto

La presente relazione è a corredo del progetto definitivo di un fabbricato di circa 720 mq, la cui struttura è costituita da un telaio di travi e pilastri con copertura su travi a campata unica e pannelli di c.a. Le tamponature saranno realizzate in muratura (o pannelli) su cordolo reggimuro collegato ai pilastri.

Oltre a tale struttura adibita a sede del Polo Didattico Regionale, andrà realizzata la copertura della piscina a mezzo di travi in legno lamellare.

L'intervento si concluderà con le opere di sistemazione esterna consistenti nella realizzazione delle aree di addestramento, della riqualificazione del castello di manovra, del campo di calcio a 5 e della palestra coperta.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA

Il lotto in studio è ubicato ad una quota di circa 6,00 m s.l.m.m. in corrispondenza di una frangia urbanizzata che orla la periferia occidentale di Oristano nella zona commerciale.

Il contesto litostratigrafico dell'area vasta nella quale si inserisce l'intervento (Carta Litologica in allegato) è riferibile ad una zona di transizione con un passaggio eteropico da facies fluviali e fluvio-lacustri a facies più spiccatamente deltizie, tipiche delle piane costiere.

L'area si caratterizza, quindi, per l'affioramento di litotipi pleistocenici e olocenici, cui corrispondono due distinte unità litostratigrafiche e geomorfologiche a carattere continentale:

1. la prima unità è rappresentata da alluvioni ciottolose eterometriche in matrice sabbioso-limosa, generalmente addensate e talora cementate, ascrivibili ad ambienti deposizionali fluviali di media e bassa energia, con frequenti intercalazioni limoso-sabbiose e limoso-argillose, di potenza metrica. Dati di letteratura riferiscono ampie escursioni latero-verticali delle potenze le quali, comunque, sono contenute entro alcune decine di metri;
2. la seconda unità è riferibile alle alluvioni oloceniche sabbiose e sabbioso-limose, talora più antiche e terrazzate nel settore sud-orientale. Si tratta di sedimenti in facies fluvio-lacustre, generalmente depositati in ambienti a bassa energia con limitato trasporto grossolano, con potenze modeste soprattutto ai bordi dell'area golenale.



4.1 Assetto idrologico ed idrogeologico

L'idrografia dell'area è dominata dal bacino del Tirso che con 3365.78 km² di estensione e circa 185 km di lunghezza dell'asta principale, rappresenta il fiume più importante della Sardegna. La geometria a scala di bacino evidenzia un pattern evoluto, prevalentemente dendritico, con aste che superano il IV ordine (Strahler).

Il grado di evoluzione dell'asta principale si evidenzia in particolare sulla piana, con un tracciato sinuoso e meandriforme, a tratti con cenni di meandri abbandonati e anastomizzazioni, delimitato dalla fascia golenale che ospita la porzione settentrionale dell'abitato di Oristano.

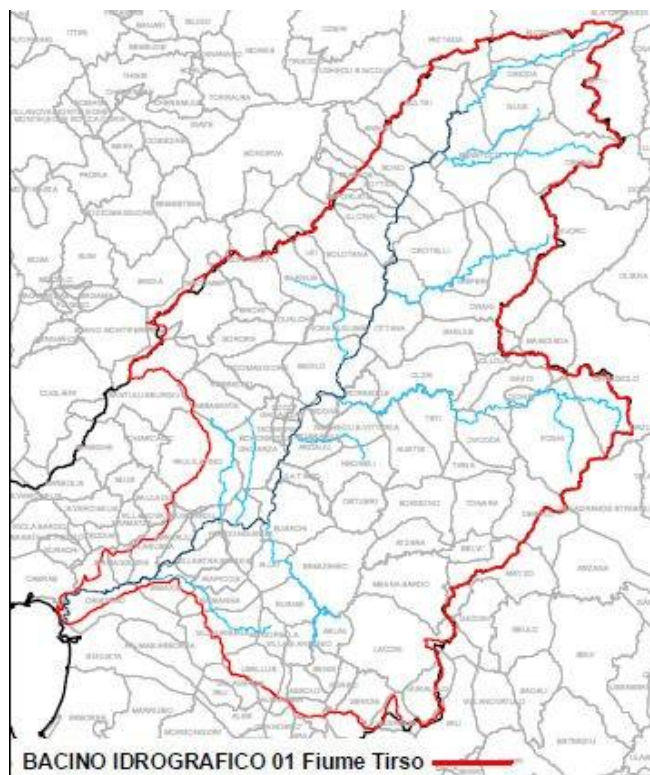
A scala d'intervento, il reticolo idrografico paga i condizionamenti tipici delle aree urbanizzate costiere, nelle quali l'azione impermeabilizzante delle infrastrutture limita considerevolmente le potenzialità di smaltimento delle acque meteoriche, demandandolo in via quasi del tutto esclusiva alla rete delle acque bianche, e viene amplificata dall'effetto "diga" esercitato dai rilevati ferroviari e stradali sia a monte che all'interno del centro urbano.

Le coperture sedimentarie, inoltre, possiedono una scarsa capacità di infiltrazione efficace e favoriscono locali e perduranti ristagni, specie nelle zone più depresse e acquitrinose, innescati da precipitazioni anche di intensità non eccezionale nelle quali il deflusso superficiale è pressoché nullo.

4.1.1 Assetto idrogeologico

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico, i limi di norma costituiscono un acquifero scarsamente permeabile sebbene, trattandosi di un ambiente di transizione, le frequenti ed ampie interdigitazioni con litotipi più sabbiosi e permeabili possono ospitare modeste falde freatiche.

Nella fattispecie, i limi si mostrano continui e sostanzialmente aridi con un probabile effetto di



blando confinamento della falda sottostante, ospitata nelle sabbie e nelle ghiaie. Data la prossimità delle acque di transizione, in particolare quelle dello stagno di Santa Giusta, non è da escludersi il richiamo di acque salmastre a seguito di prolungata ed intensa eduazione da pozzi di media ed elevata profondità.

5 LINEAMENTI MICROCLIMATICI

L'inquadramento idrogeologico e geomorfologico non può prescindere da un'attenta analisi dei parametri microclimatici relativi alla zona in studio. Tale premessa, in numerosi casi, rimane teorica e poco applicabile, sia per la difficoltà oggettiva di reperire dati statistici sia per le frequenti carenze quali- quantitative da cui essi sono affetti.

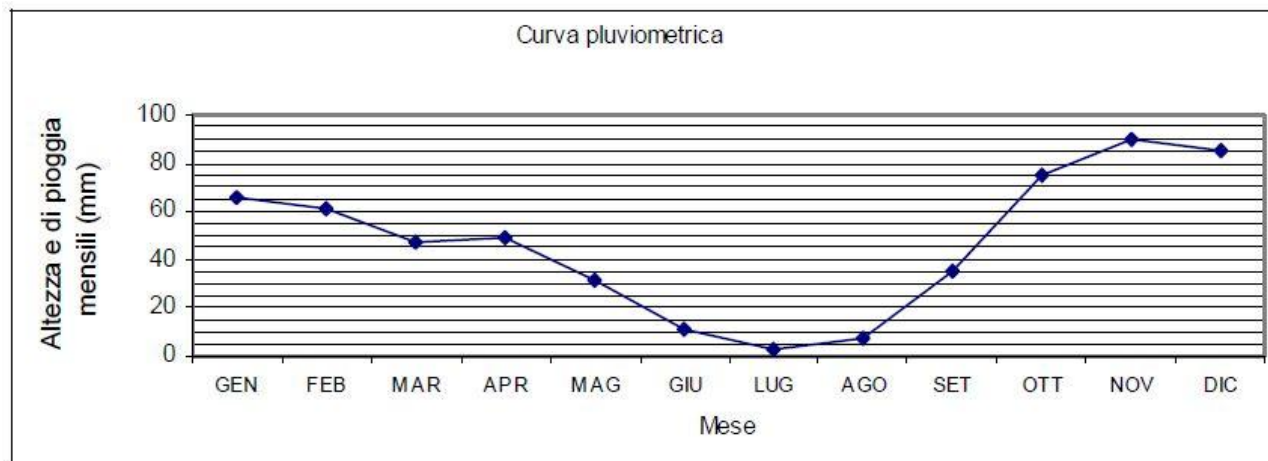
Nella fattispecie, lo scrivente ha potuto utilizzare i dati pubblicati nell'ambito del Nuovo SISS (R.A.S. – Ente Autonomo del Flumendosa, 1998), in un modulo di 69 anni per le temperature (1924-1992) e di 71 anni per le precipitazioni. Entrambe le serie storiche sono state integrate con i dati pubblicati negli annali meteorologici della R.A.S., sino al 2007 nel caso delle precipitazioni e sino al 2002 nel caso delle temperature, così da poter disporre di due moduli sufficientemente rappresentativi, con durata di 88 anni per le precipitazioni e 79 anni per le temperature.

Nell'acquisizione dei parametri meteorologici si è fatto ricorso a due distinte stazioni di rilevamento per i dati pluviometrici e per quelli termometrici: i primi sono riferiti alla stazione di Oristano (12 m s.l.m.) mentre i secondi a quella di Santa Giusta (10 m s.l.m.), data l'assenza, in quella di Oristano, di uno strumento che integri tali rilevazioni. La ridotta distanza che separa le due stazioni (circa 3,00 km) e la quota praticamente coincidente, rendono significativa l'elaborazione delle misure in un unico topoioto riferibile ad Oristano.

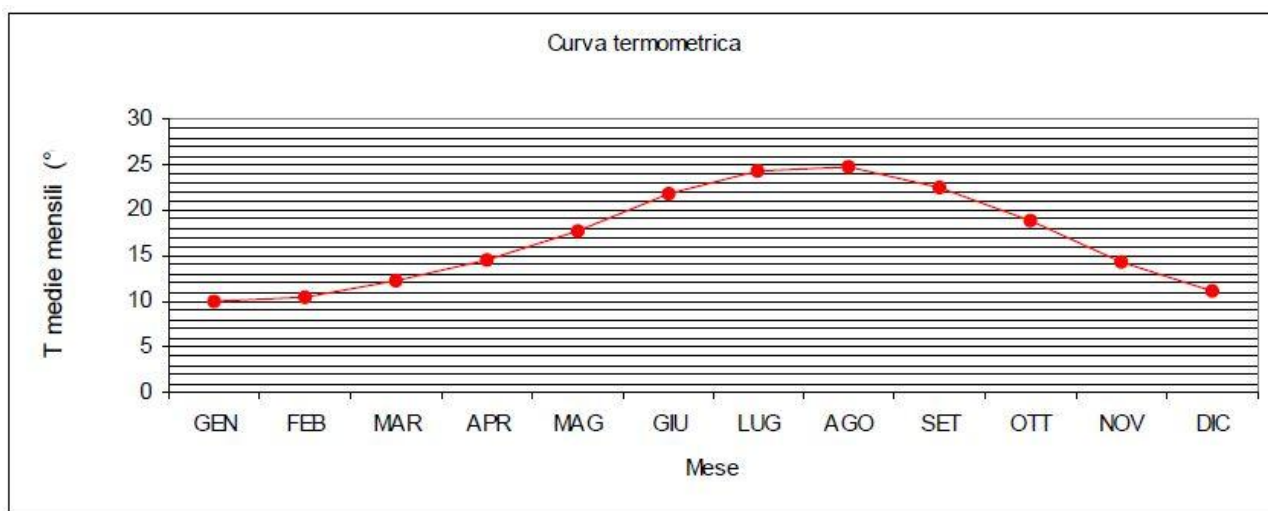
Il regime delle precipitazioni evidenzia una media annuale di circa 561 mm ed una distribuzione in accordo con il clima mediterraneo caldo che caratterizza tutta l'isola: le piogge si concentrano soprattutto nella stagione autunnale, pur se non abbondanti, con eventi più rari nei primi mesi dell'inverno che tendono a decrescere rapidamente con l'approssimarsi della primavera e a scomparire quasi completamente in estate.

Tale andamento si evince piuttosto chiaramente dal grafico delle precipitazioni in cui il minimo si colloca in luglio, con una media mensile di soli 2,6 mm di pioggia. Il massimo assoluto è ubicato

nel mese di novembre con poco più di 90 mm di pioggia che superano di poco i circa 85 mm del mese di dicembre e i 75 mm di ottobre, per un totale di oltre 250 mm, quasi la metà delle precipitazioni annuali, nel periodo autunnale.



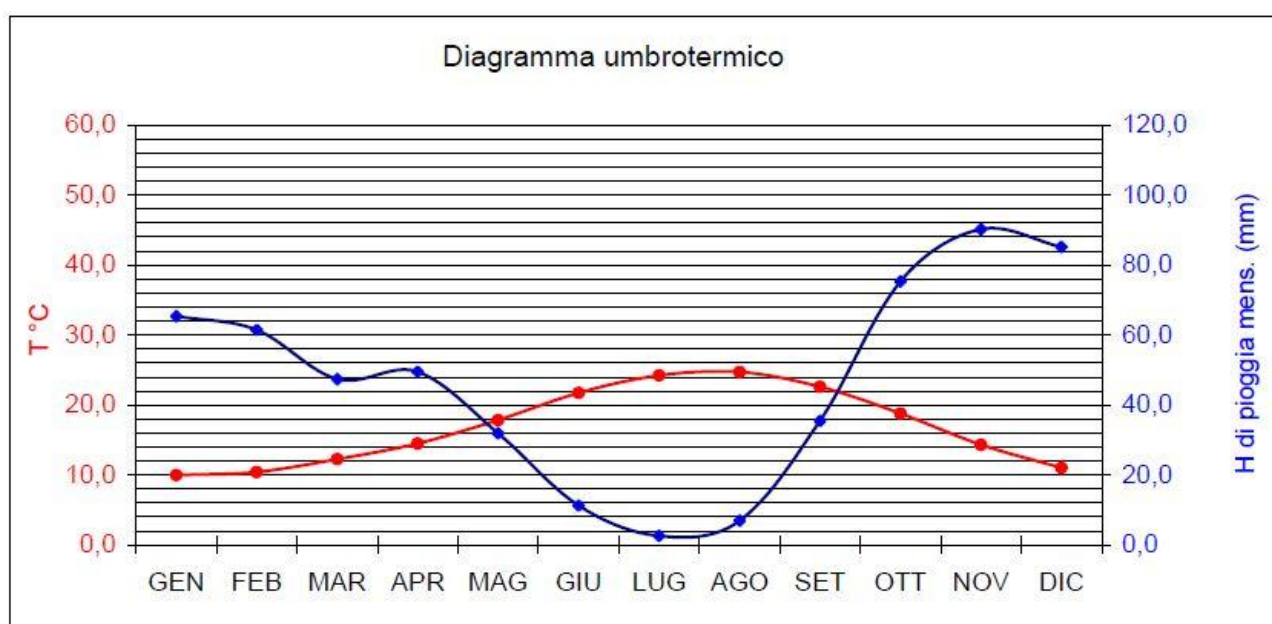
L'andamento delle temperature (riportato nel grafico successivo) manifesta, com'era lecito attendersi, un trend esattamente opposto, con valori più bassi nei mesi invernali, il cui minimo si registra a gennaio con una media diurna di 10,0 °C, e temperature più elevate nel periodo estivo con il massimo diurno assoluto ad agosto (24,7 °C).



Il trend delle temperature mette in luce una ridotta escursione termica stagionale derivante, probabilmente, dalla relativa prossimità della costa della stazione termometrica.

La conoscenza delle medie pluviometriche e termometriche consente di caratterizzare quantitativamente il microclima dell'area in oggetto fornendo i parametri necessari all'impostazione dello studio idrogeologico.

A tale scopo è significativo fornire un quadro sintetico delle informazioni elaborate nelle due serie storiche, giungendo ad una sintesi che consenta di interpolare la tipologia climatica del sito relativamente ai periodi di maggiore apporto idrico ed a quelli in cui è prevalente il deficit idrometrico. Attraverso la fusione dei grafici precedenti si ottiene un ulteriore diagramma di sintesi in cui è possibile riconoscere durata e collocazione temporale del periodo di aridità.



L'area compresa tra le due curve corrisponde alla durata del periodo di aridità che, nella fattispecie, si colloca tra maggio e settembre, in linea con quanto si registra comunemente nelle zone costiere della Sardegna.

La media piuttosto bassa delle precipitazioni annuali, però, si evidenzia con un incremento dell'area di aridità, denunciando sostanzialmente un microclima decisamente poco piovoso. Nel periodo estivo si avrà, pertanto, una prevalenza dell'evapotraspirazione sul bilancio idrologico, mentre il periodo autunno- invernale si caratterizza per precipitazioni raramente intense, ma talora concentrate in rovesci che possono avere carattere eccezionale.

6.CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica l'intero” una nuova classificazione sismica del territorio nazionale.

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale è articolata in 4 zone a diverso grado di sismicità espresso dal parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di a_g sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale e sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Per ogni classe sismica si assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

| ZONA | VALORE di a_g |
|------|-----------------|
| 1 | 0.35g |
| 2 | 0.25g |
| 3 | 0.15g |
| 4 | 0.05g |

TABELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003

L'intero territorio della Sardegna, che precedentemente, non era classificato sismico, con la nuova classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. n. 3274/2003, ricade in zona sismica 4.

La Regione Sardegna con Delibera G. R. n.15/31 del 30/03/2004 ha recepito, in via transitoria, fino a nuova determinazione, conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna, così come riportato.

Il Territorio del Comune di Oristano e conseguentemente il sito in esame ricadono in zona sismica 4.

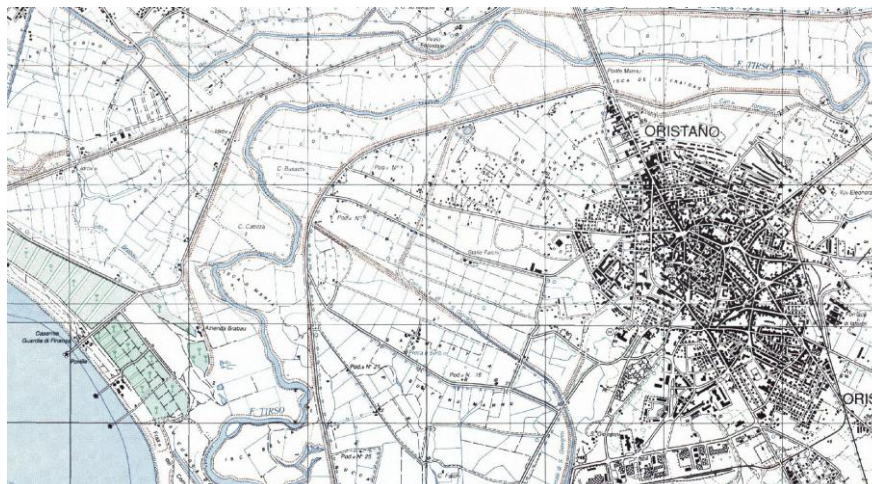
Al fine di stabilire la categoria di suolo di fondazione, definita secondo le specifiche del D.M. 18 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni” sarà necessario eseguire delle indagini geofisiche con determinazione di in un profilo sismico con metodologia MASW.

| | |
|--------------------------------------|---|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s , eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina) . |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina) . |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina) . |
| E | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s). |
| Tabella 3.2.III Categorie aggiuntive | |
| S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa) , che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

7 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto del presente studio è ubicata nel Comune di Oristano, su un lotto posto nell'agglomerato NORD del Consorzio Industriale Provinciale Oristanese facente angolo tra via A.Zara e via Libeccio.

Nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio 528120 – Oristano. Nell'inquadrimento topografico ci si è avvalsi del DTM con maglia 1 m della RAS, foglio 528120-01.



8 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO DELL'AREA DI INTERVENTO ALLARGATA

A) Campagna di sondaggi effettuata a 230-250 m a SUD - EST della zona d'intervento

La campagna di sondaggi effettuata a circa 230-250 metri a SUD-EST della zona d'intervento ha consentito di definire il contesto litostratigrafico sulla base della realizzazione di 3 sondaggi geognostici mediante sonda gommata (Cfr. Planimetria delle indagini in allegato). Nei fori di sondaggio, a diverse profondità, sono state inoltre eseguite 9 prove penetrometriche dinamiche SPT.

Di seguito il consuntivo dei sondaggi:

| SONDAGGI O | PROFONDITA' (m) | QUOTA (m s.l.m.) | SPT (n) | CAMPIONI | PROFONDITA' PRELIEVO (m) |
|---------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|-----------------------------|
| S1 | 10.00 | 6.13 | 3 | S1-C4 | 4.50-5.00 |
| S2 | 10.00 | 6.00 | 3 | S2-C2 – S3-C3 | 2.10-2.60 – 3.50-3.95 |
| S5 | 10.00 | 6.90 | 3 | S5-C5 | 1.50-1.80 |

La campagna di indagini ha rivelato un contesto litostratigrafico tipicamente associabile ad ambienti di transizione, caratterizzati da ampie variazioni di energia, con alternanze frequenti tra litotipi a granulometria differenti. Nella fattispecie, a meno di un modesto strato di suolo, talora coperto da spessori decimetrici di riporto eterogeneo, prevalgono inizialmente i litotipi più fini e coerenti, quali limi e argille, misti a quantità variabili, ma comunque subordinate, di sabbia fine e media.

Lo spessore di tale strato non supera i 3 metri in corrispondenza dei sondaggi S1 e S5, mentre si assottiglia riducendosi a circa 1,80 metri procedendo verso il sondaggio S2 1,80 (S2), evidenziando una probabile morfologia lenticolare, che infatti non di rado si associa a tali litotipi nelle tipiche interdigitazioni in eteropia di facies che caratterizzano l'ambiente di sedimentazione.

Alla base di tale strato, segnate da un contatto con giacitura pressoché orizzontale, si ritrovano ghiaie e sabbie grossolane, da sciolte (S1 e S2) a compatte e quasi cementate e lapidee (S5), talora precedute da un livello sabbioso-limoso finissimo (S2), assai compatto ed addensato. La matrice è scarsa e prevalentemente limosa, con rari livelli argillosi moderatamente plastici: si tratta, comunque, di un litotipo assai eterometrico e nettamente incoerente, sciolto sotto falda, con clasti eterometrici e poligenici, prevalentemente paleozoici, da sub-angolari a sub-arrotondati, talvolta assai appiattiti ad evidenziare un ambiente deposizionale ad elevata energia (fluvio-deltizio).

Lo strato ghiaioso mostra potenze nettamente prevalenti, variabili da 6,10 metri (S5) a 3,00 metri (S2) ed è seguito, in tutti e tre i sondaggi, da uno strato di sabbie finissime in matrice limosa, compatte ed addensate, ricche di feldspati e scaglie micacee, che tendono a passare alla base a limi argilloso-sabbiosi, evidenti solo nel sondaggio S2. Anche in questo caso il contatto è in giacitura sub-planare.

La falda è stata individuata sia nei fori di sondaggio S1 e S2, con soggiacenze comprese tra 4,20 e 4,10 metri, pari ad una quota piezometrica assoluta di circa 1,95 metri s.l.m.m. corrispondente agli strati ghiaiosi che, nell'area, costituiscono l'unico acquifero freatico poggianti limitato alla base dalle argille più profonde e, localmente, confinato dagli strati coerenti a tetto.

Prove e determinazione dei parametri geotecnici

La campagna di indagini ha consentito, oltre l'individuazione dei litotipi, anche la definizione dei principali parametri geotecnici che li caratterizzano mediante prove su campioni semidisturbati.

Le informazioni stratigrafiche acquisite tramite i sondaggi sono state coadiuvate dall'esecuzione di 8 prove S.P.T.

La procedura, standardizzata secondo le "Raccomandazioni" A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977), prevede l'infissione nel terreno di un campionatore standard o di una punta conica tramite un maglio del peso di 63,5 kg lasciato cadere da un'altezza di 750 mm sopra una testa di battuta fissata alla sommità della batteria di aste. In particolare, come previsto anche dalla normativa ASTM (1998a) e dalle raccomandazioni ISSMGE, in corrispondenza dei terreni fini e/o coesivi è stato utilizzato il campionatore tipo Raymond, mentre la punta conica del diametro di 51mm e angolo al vertice di 60°, accettata esclusivamente dall'A.G.I., è stata utilizzata su terreni ad elevata frazione grossolana.

La prova consiste nel rilevare il numero di colpi N1, N2 e N3 necessario per compiere un'infissione di 45 cm (15 cm nella fase preparatoria e 30 cm nella prova vera e propria); se $N1 > 50$ la prova si considera conclusa in quanto il terreno oppone rifiuto alla penetrazione, diversamente si prosegue per i successivi 30 cm interrompendo anticipatamente la prova solo nel caso in cui $N2 + N3 > 100$.

Ai fini dell'elaborazione si assume il numero di colpi $NSPT = N2 + N3$ relativo alla somma del secondo e del terzo tratto di avanzamento, dal quale, attraverso relazioni prevalentemente

empiriche, si ricavano i parametri geotecnici caratteristici, tra i quali la misura della resistenza del terreno in condizioni non drenate e del suo grado di addensamento.

Il dato ottenuto in situ è stato preliminarmente corretto al fine di contenere gli errori indotti dalla stessa metodica di prova la quale è fortemente condizionata, innanzitutto, dal dispositivo di battitura e dunque dal suo rendimento energetico, dalla lunghezza delle aste, dal diametro del foro di perforazione ed infine dalla pressione litostatica agente alla profondità di infissione.

L'insieme delle suddette correzioni è sintetizzato nella relazione riportata di seguito:

$$N_{60} = \frac{NSPT \times ERR}{60} \times cr \times cd \times cn$$

dove:

cr = coefficiente dipendente dalla lunghezza della batteria delle aste

cd = coefficiente dipendente dal diametro del foro di sondaggio

cn = coefficiente dipendente dalla pressione litostatica (Jamiolkowski, 1985).

Definizione del modello concettuale

Come riportato precedentemente, durante la realizzazione dei sondaggi geognostici in situ sono state eseguite diverse prove S.P.T. volte ad accertare la resistenza alla penetrazione dei terreni attraversati.

I valori NSPT evidenziano un comportamento dello strato sabbioso profondo piuttosto disomogeneo, con variazioni considerevoli che denotano sostanziali differenze di addensamento della matrice sabbiosa fino alla presenza di intervalli più grossolani e localmente cementati. A ciò deve aggiungersi, talora, la tendenza alla riduzione dei valori di Nspt col progredire della profondità che amplia il volume significativo cui circoscrivere la distribuzione delle tensioni indotte dalle strutture.

Al fine di ricavare una stima di densità relativa (Gibbs e Holtz) e angolo di attrito efficace ϕ' (De Mello) per i litotipi incoerenti, e della coesione non drenata C_u (Terzaghi-Peck) per quelli coerenti, il valore di N_{60} è stato implementato nelle relazioni empiriche, rispettivamente, di Gibbs e Holtz, De Mello e Terzaghi Peck, illustrate di seguito:

$$\text{GIBBS E HOLTZ: } Dr = 21 \left[\frac{NSPT}{(\sigma + 0,7)} \right]$$

DE MELLO (1971): $19 - 0,38\sigma + 8,73 \log NSPT$

TERZAGHI PECK (1968): $C_u = NSPT * 0,067$

L'estrema dispersione dei valori è un limite congenito al carattere prettamente empirico delle teorie di calcolo a cui si è parzialmente ovviato mediando i valori per litotipi omogenei e comparandoli successivamente con i risultati delle prove di laboratorio.

DEFINIZIONE E PARAMETRI NOMINALI DEI PRINCIPALI LITOTIPI

La determinazione dei parametri sui campioni conferiti in laboratorio ha posto le basi per la definizione dei parametri caratteristici dei litotipi ricompresi nel volume significativo. L'approccio rigoroso, basato sui parametri di laboratorio ricavati secondo le procedure descritte in precedenza, è stato rimandato all'acquisizione dei certificati di prova sui campioni, uno dei quali indisturbato, prelevati in fase di esecuzione dei sondaggi.

SUOLO

Si tratta di litotipo limoso sabbioso debolmente coerente ed evidentemente rimaneggiato durante la passata attività agricola, misto a rari clasti e ciottoli eterometrici; presenta bassa resistenza al taglio. A luoghi si arricchisce in matrice limoso-argillosa, con presenza di frustoli vegetali e apparati radicali. La permeabilità è elevata. Alla data d'indagine si presentava completamente asciutto o debolmente umido e anossico in profondità. Data la necessità di bypassare tale strato (il terreno al di sopra dell'incastro non viene sollecitato al taglio) si forniscono parametri di letteratura

$$\gamma_{nat} = 1.600 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi' = 22^\circ$$

$$c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

LITOTIPO 1

Argilla limosa a tratti passante a limo argilloso, talora debolmente sabbiosa. E' un litotipo coerente, con buona consistenza della matrice argillosa, solo a tratti plastica. La frazione sabbiosa aumenta in profondità. Umida, di colore da bruno a verdastro. Di seguito si riportano i parametri stimati o derivati dalle prove penetrometriche.

$$\gamma_{nat} = 2000 \text{ kg/m}^3 \text{ Stimato}$$



$$\gamma_{\text{sat}} = 2050 \text{ kg/m}^3 \text{ Stimato}$$

$$\phi' = 22^\circ \text{ Stimato}$$

$$c' = 36 \text{ kPa Stimato}$$

$$C_u = 90 \text{ kPa Stimato}$$

$$E_d = 5000 \text{ kPa } (\sigma_v = 98 \text{ kPa}) \text{ Stimato}$$

LITOTIPO 2

Sabbia fine limosa, addensata e compatta, talora semicoerente, con resistenza al taglio prevalentemente attritiva. Scarsamente compressibile ad eccezione di livelli più ricchi di matrice argilloso-limosa, comunque consistente. Da mediamente a scarsamente permeabile. Colore bruno-nocciola con presenza di scaglie micacee dorate.

$$\gamma_{\text{nat}} = 1.720 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.959 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 8.06 \text{ kPa}$$

$$E = 15 \text{ MPa STIMATO}$$

LITOTIPO 3

Ghiaia sabbiosa eterometrica, poligenica, con prevalenza di clasti subangolari di granitoidi e metamorfiti paleozoiche, da fortemente addensate, cementate e sub-lapidee a sciolte sotto falda. La matrice limo-argillosa, talora abbondante, è poco consistente e tendenzialmente plastica. Scarsamente compressibile, con buona resistenza al taglio nella componente attritiva. I parametri, in attesa delle certificazioni di laboratorio, sono stimati sulla base di dati di letteratura e analisi su litotipi omologhi.

$$\gamma_{\text{nat}} = 1.720 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.959 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 0.00 \text{ kPa}$$

$$E = 10 \text{ MPa STIMATO}$$

B) Campagna di sondaggi effettuata a 60-70 m a SUD - EST della zona d'intervento all'interno della sede Centrale del Comando di Oristano

Le indagini geognostiche sono state realizzate sui nodi di una griglia quadrata di 25 m di lato, mediante carotaggio continuo a secco ($\phi 101\text{mm}$), per una profondità di 23 m.

I risultati di queste indagini mostrano che l'attuale morfologia è il risultato di una recentissima colmata con materiali di risulta di un'area originariamente depressa occupata da acque stagnanti. Lo strato di materiale di riporto ha uno spessore variabile tra 0 e 2.00m; esso si presenta compatto, in superficie, per essiccamento con crepe di ritiro, mentre al di sotto della crosta sottile il terreno risulta umido, plastico e poco consistente.

Inoltre la relativa porosità, per mancanza di costipamento e l'attendibile modificabilità delle caratteristiche geotecniche in condizioni di imbibizione fanno ritenere tale strato non idoneo a costituire un supporto di fondazione. La tabella riassume le caratteristiche degli strati sottostanti:

| | Profondità [m] | Umidità [%] | Peso specifico [t/m ³] | Coesione [t/m ³] | N ₃₀ [Colpi/30cm] | Attrito interno [°] | E [kg/cm ²] |
|---------------------------------------|-------------------|----------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Argille superiori | 2,20-4,50 | 24-35 | 1,74-1,98 | 3,5-10 | 8 | 0 | 20-75 |
| Sabbie superiori | 4,50-9,80 | / | 1,80 | 0 | 20-40 | 32 | / |
| Argille inferiori | 9,80-12,00 | 22-35 | 1,83-1,95 | 2,7-8,5 | / | 0 | 20-80 |
| Sabbie e ghiaie basali | 12,00-25,00 | / | / | / | 25-40 | / | / |

Il quadro litostratigrafico consiglia che le fondazioni siano impostate sul primo banco di sabbia e ghiaie inferiori con una profondità media 12,00m.

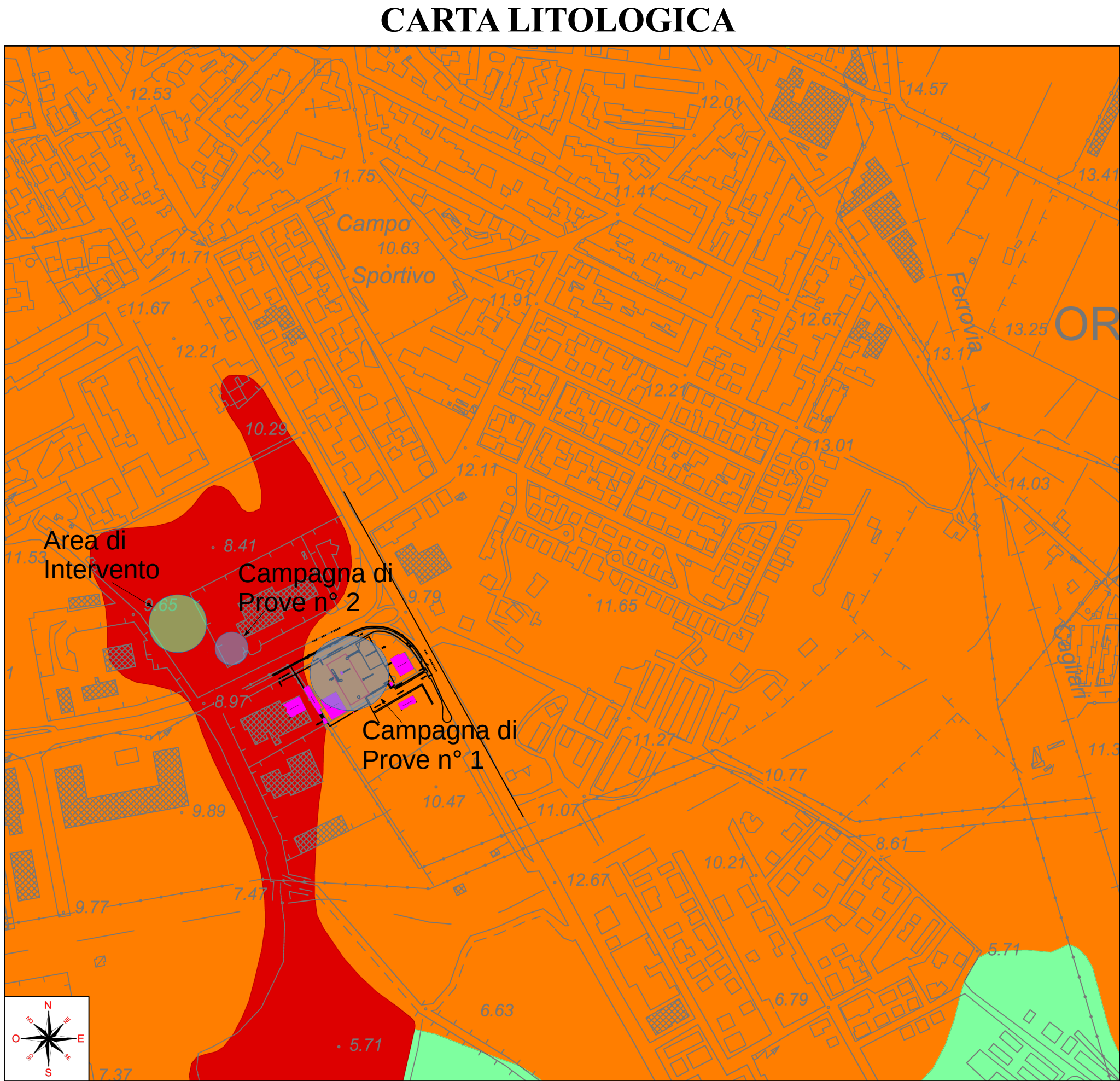
Le ulteriori indagini geotecniche di laboratorio confermano la natura mediocre dei terreni di sottofondo classificati quali A2-4, ed in particolare caratterizzati da una capacità portante estremamente ridotta pari al 2%.

I PROGETTISTI:

P.D. Luca MANSELLI

D.V.D. Ernesto MONZONI

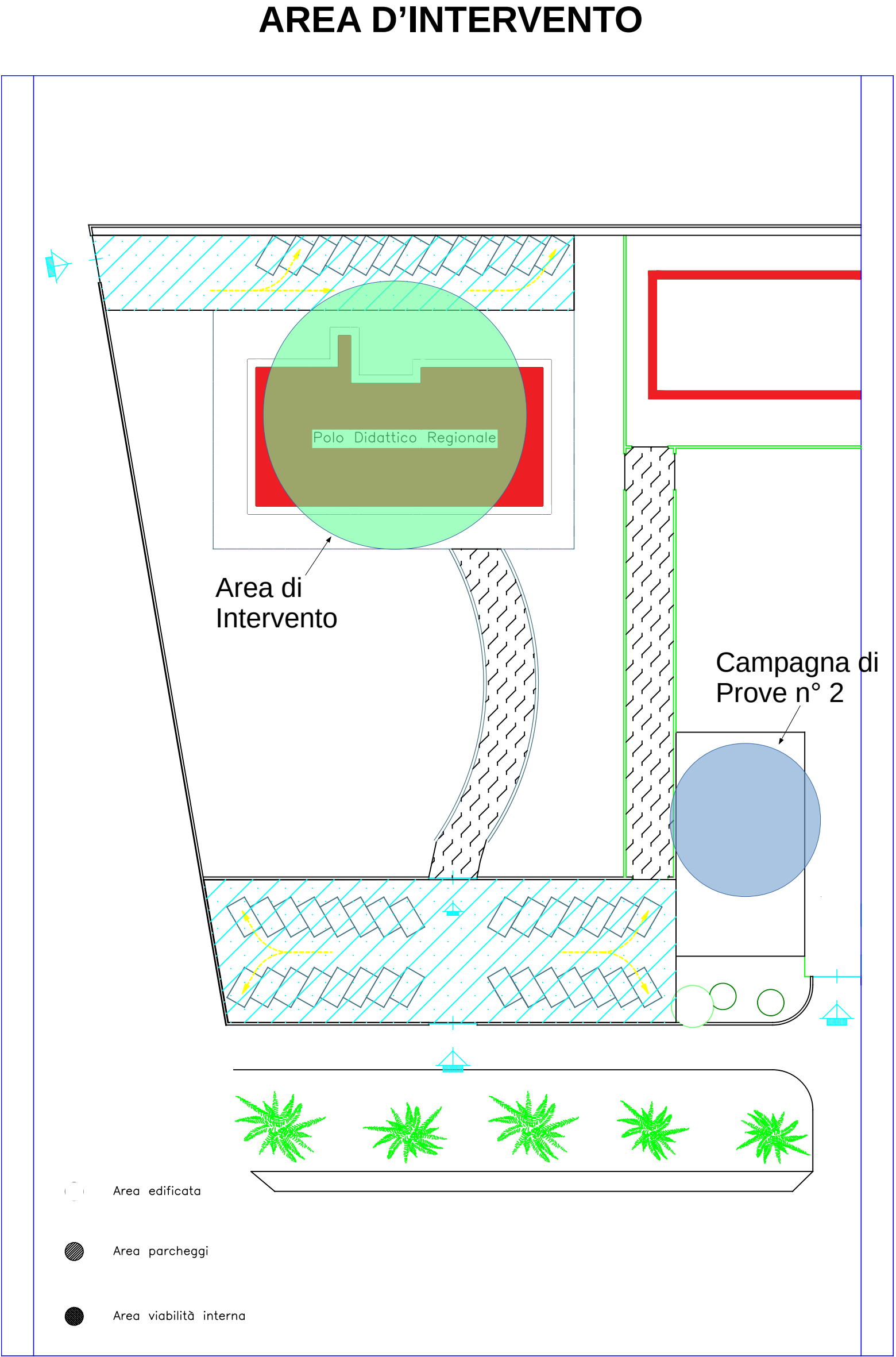
D.Andrea Vittorio BARONE



| LEGENDA | |
|---------|---|
| rb | Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE |
| da | Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE |
| AAG | Alluvioni antiche. Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie; limi sabbiosi e limi argillosi, compatti e consistenti, a luoghi sabbie limose (AAI). PLEISTOCENE SUP. |

1° Campagna di prove: posta a circa 230 metri a SUD-EST dell'area di intervento, è consistito nell'effettuazione di n.3 sondaggi geognostici, n.9 prove penetrometriche dinamiche (SPT) e di campionamento parzialmente disturbato ed indisturbato dei litotipi da sottoporre a prove di laboratorio;

2° Campagna di prove: posta a circa 70 metri a SUD dell'area di intervento all'interno dell'area del Comando di Oristano, è stato realizzato propedeuticamente alla costruzione dell'autorimessa per il ricovero dei mezzi di Colonna Mobile Regionale avvenuta tra il luglio 1998 ed il maggio 1999. Le indagini geognostiche sono state realizzate sui nodi di una griglia quadrata di 25 m di lato, mediante carotaggio continuo a secco (diametro 101mm), per una profondità di 23 m. Ulteriori indagini furono compiute dall'impresa esecutrice dei lavori per accertare l'eventuale suscettibilità all'acqua delle terre di fondazione (LL, LP, IP, IG), la loro composizione granulometrica, la classificazione HRB oltre all'indice di portanza CBR.



Esecuzione di n. **3 sondaggi geognostici**, di profondità pari ad almeno **30 m** ciascuno, in punti idonei, da realizzarsi in punti giudicati maggiormente idonei per la caratterizzazione dell'area in esame. I sondaggi meccanici hanno come finalità la ricostruzione lito-stratigrafica dei terreni di fondazione. 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 **un piezometro di tipo "Casagrande"** a doppio tubo con relativo pozzetto di chiusura. In funzione del tipo di terreni che si prevede attraversare durante il sondaggio, dovranno essere programmate opportune prove *in situ* in foro alle diverse profondità, **in ciascuno dei tre fori di sondaggio; in particolare prove penetrometriche S.P.T.** (Standard Penetration Test), nei terreni sciolti (sabbie, ghiaie, ecc.). **Una prova penetrometrica di tipo statico** (CPT, CPTE, CPTU) o dinamico (DPH, DPSH) per una profondità pari al volume significativo. Indagine Geofisica con metodo sismico, con almeno **2 prove geofisiche indirette (MASW)** e relativa restituzione grafica per la determinazione della **Vs-eq** al fine di identificare la categoria del suolo di fondazione, e nelle modalità previste dal NTC 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”. **Due misure di rumore** (tipo HVSR). **Una prova geofisica diretta** in foro di sondaggio (tipo Down Hole, Cross Hole) spinta alla profondità di 30 m.

| | | |
|--|--------|---|
| <div>MINISTERO DELL'INTERNO</div> <div>DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE</div> <div>COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO DI ORISTANO</div> <div></div> | | |
| PROGETTO: Polo didattico e impianti sportivi presso la sede centrale dei Vigili del Fuoco di Oristano – PROGETTO DEFINITIVO | | |
| OGGETTO: Studi specialistici preliminari | | |
| Data | Note : | Gruppo di Lavoro |
| Tavola grafica | | PD Luca MANSELLI DVD Ernesto MONZONI D Andrea Vittorio BARONE |