

COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA

**STUDIO GEOLOGICO ESECUTIVO RELATIVO AL PROGETTO PER I LAVORI DI
COMPLETAMENTO DEGLI IMPIANTI SPORTIVI IN ZONA DI ESPANSIONE
(Foglio di Mappa n.25 p.lle 641, 643 e 646)**

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE:

**Amministrazione Comunale
di Alessandria della Rocca**

IL GEOLOGO



Data: 21 giugno 2019

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

dott. geol. Gaspare Giuseppe Motisi via R. Livatino Giudice, 22 – 91014 C/mare del Golfo tel. 333 16 82 778 E-mail: geolmotisi@gmail.com

**STUDIO GEOLOGICO ESECUTIVO RELATIVO AL PROGETTO PER I LAVORI DI
COMPLETAMENTO DEGLI IMPIANTI SPORTIVI IN ZONA DI ESPANSIONE**

(Foglio di Mappa n.25 p.lle 641, 643 e 646)

Indice:

| | |
|---|-----------|
| PREMESSA | 3 |
| DICHIARAZIONE RISCHIO GEOMORFOL. ED IDROGEOLOGICO | 8 |
| LINEAMENTI DI GEOLOGIA E TETTONICA DELL'AREA | 10 |
| ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA INDAGATA | 13 |
| IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA | 14 |
| INDAGINI GEOGNOSTICHE E LITOLOGIA | 16 |
| ASPETTI LITOLOGICI IN CORRISPONDENZA DEL SITO INDAG. | 19 |
| MODELLO GEOLOGICO LOCALE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA | 20 |
| CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI | 21 |
| ZONAZIONE SISMICA | 22 |
| CONCLUSIONI | 23 |
| PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SONDAGGI | 25 |
| SEZIONI LITOTECNICHE | 26 |

PREMESSA

La presente relazione tratta lo studio geologico-tecnico esecutivo relativo al progetto per i lavori di completamento degli impianti sportivi in zona di espansione nel comune di Alessandria della Rocca. L'incarico è stato assunto per mezzo di Determinazione del Responsabile del Terzo Settore n. 119 del 28/09/2018 con la quale sono stati definitivamente aggiudicati al RTP Arch. Vito Garbo (di cui lo scrivente fa parte nella qualità di geologo) i servizi di progettazione definitiva ed esecutiva, direzione lavori, coordinamento della sicurezza e relazione geologica dei Lavori di completamento degli impianti sportivi in zona di espansione.

L'area di intervento risulta censita in catasto al Foglio di Mappa n.25 alle part.lla 641, 643 e 646.

Ad oggi sono state realizzate solo le opere di contenimento dei due livelli su cui sono previste le opere da realizzare, come da progetto preliminare, nonchè le opere di recinzione.

Il progetto prevede la realizzazione di una struttura di legno lamellare che al suo interno accoglierà, il campetto polifunzionale, la palestra, e lo spazio per il pubblico, da ubicare nel piano più basso in quota. Adiacente ad esso, sarà realizzato il corpo servizi mentre la restante parte, sempre nella zona bassa, sarà destinata al parcheggio.

Nell'ambito della progettazione preliminare fu eseguito dalla dott.ssa Eleonora Alessia Napoli uno studio geologico corredato da indagini di tipo geognostico e sismico consistite in scavi esplorativi e sondaggi sismici. Per la redazione del suddetto studio furono raccolti e compendati i dati delle varie campagne geognostiche e geotecniche eseguite in precedenza a partire dal 1988, consistite in perforazioni a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio nonché vari altri saggi e scavi esplorativi sulla presunta area di sedime. La relazione geologica suddetta, a firma della dott.ssa Napoli, completa della documentazione delle indagini e delle prove geotecniche di laboratorio è stata fornita al sottoscritto dall'Amministrazione Comunale committente.

Il presente studio geologico-tecnico esecutivo ha lo scopo di valutare, dal punto di vista geologico e morfologico, la fattibilità del progetto e l'idoneità del sito a ricevere i carichi trasmessi dalle fondazioni da realizzare, nonchè di fornire i dati litologici, idrogeologici e geotecnici necessari ad una corretta progettazione.

In ottemperanza al DM 17/01/2018 e alle relative Norme Tecniche per le Costruzioni, al fine di fornire un modello geologico per la definizione della risposta sismica locale del sottosuolo, nonché caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista sismico, è stato appositamente eseguito in loco un sondaggio sismico HVSR. Detto sondaggio va ad implementare i dati sismici precedentemente acquisiti nel corso dello studio geologico del progetto preliminare.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione sono state desunte dai dati forniti da n.7 prove penetrometriche dinamiche (DPM) appositamente eseguite in loco, comparati con i dati delle precedenti campagne geognostiche e geotecniche.

Previa consultazione della cartografia e dei dati bibliografici disponibili relativi all'area indagata, è stato effettuato un rilevamento geologico di dettaglio dell'area, avvalendosi, per la definizione delle

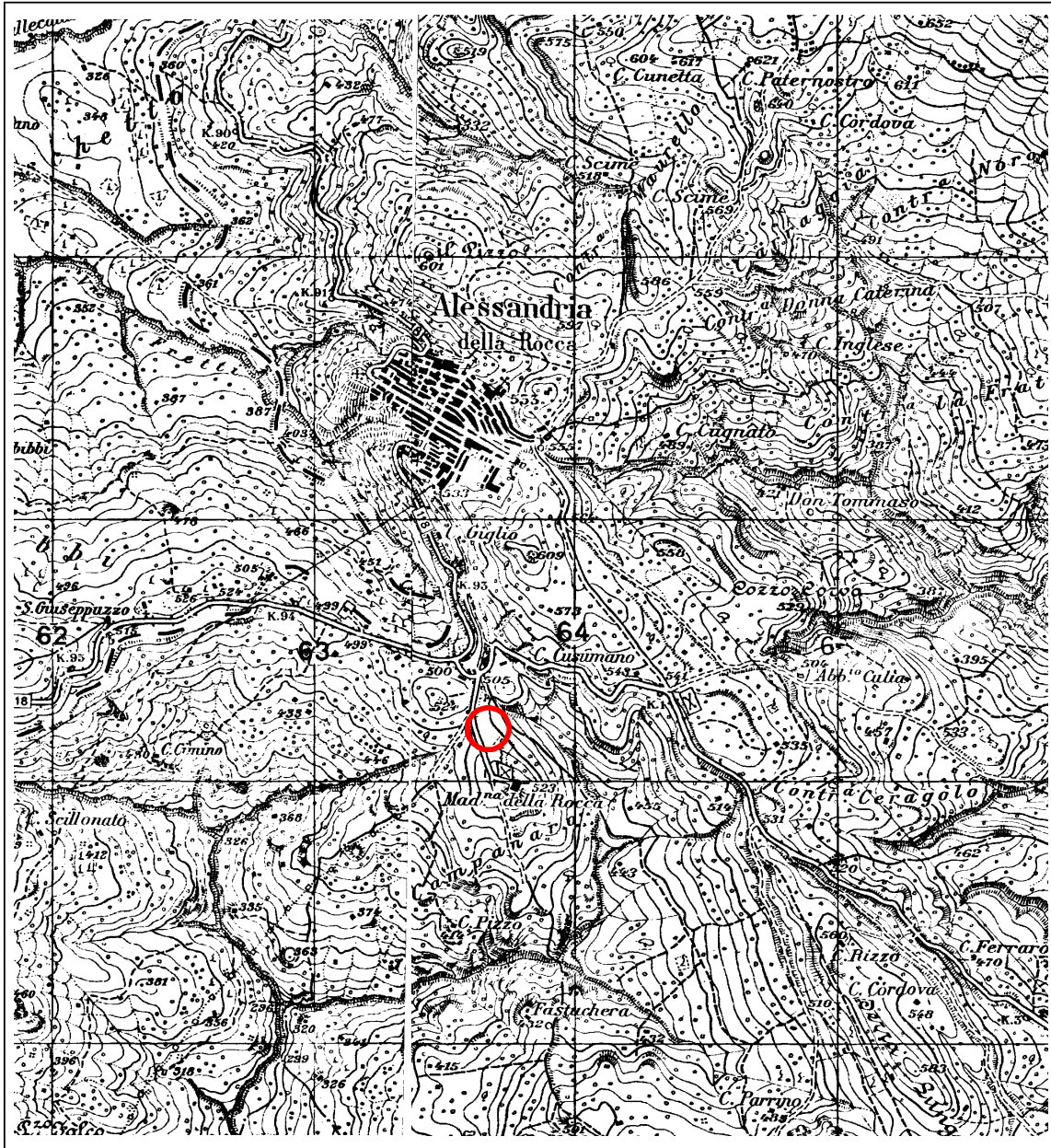
caratteristiche litologiche e della stratigrafia del sito, dei dati forniti dalle prove penetrometriche effettuate e dalle indagini geognostiche precedenti.

Il rilevamento geologico, unitamente all'analisi cartografica e geologica del territorio, ha permesso di conoscere i principali aspetti geomorfologici ed idrogeologici dell'area.

L'area in progetto è indicata nella corografia in scala 1:25.000, tratta dalle tavolette IGMI San Biagio Platani 267 IV SO e Ciacciana 266 I SE, nella planimetria in scala 1:5.000 tratta dall'ingrandimento della Carta Tecnica Regionale - Foglio 692020 Alessandria della Rocca e nello stralcio catastale in scala 1:1.000.

COROGRAFIA

Scala 1:25.000

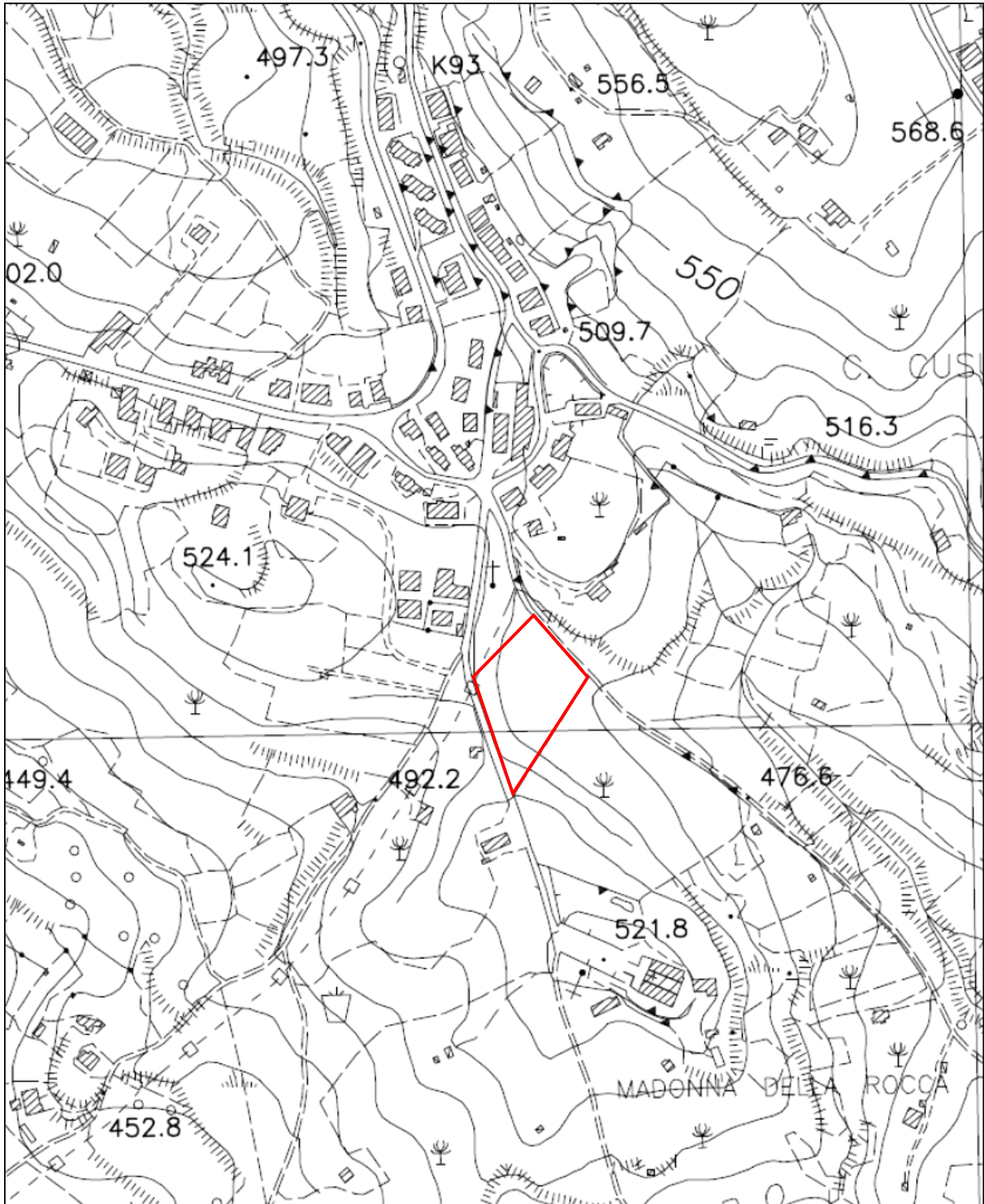


Stralcio tav.tte I.G.M.I. 267 IV SO S. Biagio Platani e 266 I SE Cianciana

PLANIMETRIA

— Limite del lotto

Scala 1:5.000



Stralcio Carta Tecnica Regionale foglio *Alessandria della Rocca 629020*

PLANIMETRIA CATASTALE

Scala 1:1.000



Stralcio Foglio di Mappa n.25

DICHIARAZIONE RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il sottoscritto dott. Gaspare Giuseppe Motisi, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 1037, con la presente dichiara:

- il sito ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Platani (063)
- a seguito della presa visione del Decreto Presidenziale del 25/01/2006 (GURS n° 14 del 17/03/2006), riguardante "Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico relativo al fiume Platani" e del successivo aggiornamento (D.P. del 18/02/2016), risulta che il lotto interessato dal progetto PER I LAVORI DI COMPLETAMENTO DEGLI IMPIANTI SPORTIVI IN ZONA DI ESPANSIONE, ubicato nel comune di Alessandria della Rocca, censito in catasto al Foglio di Mappa n.25, alle p.lle 641, 643 e 646, non rientra tra le aree a rischio geomorfologica ed idrogeologica in quanto non risulta inserito tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico né tra i "Siti di Attenzione" della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico.

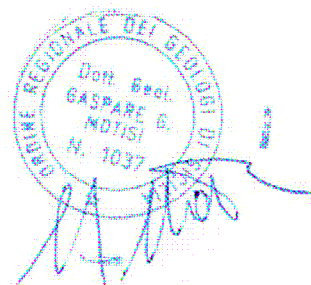
Il sito di progetto non ricade inoltre nelle zone di Pericolosità e di Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione (R3 ed R4).

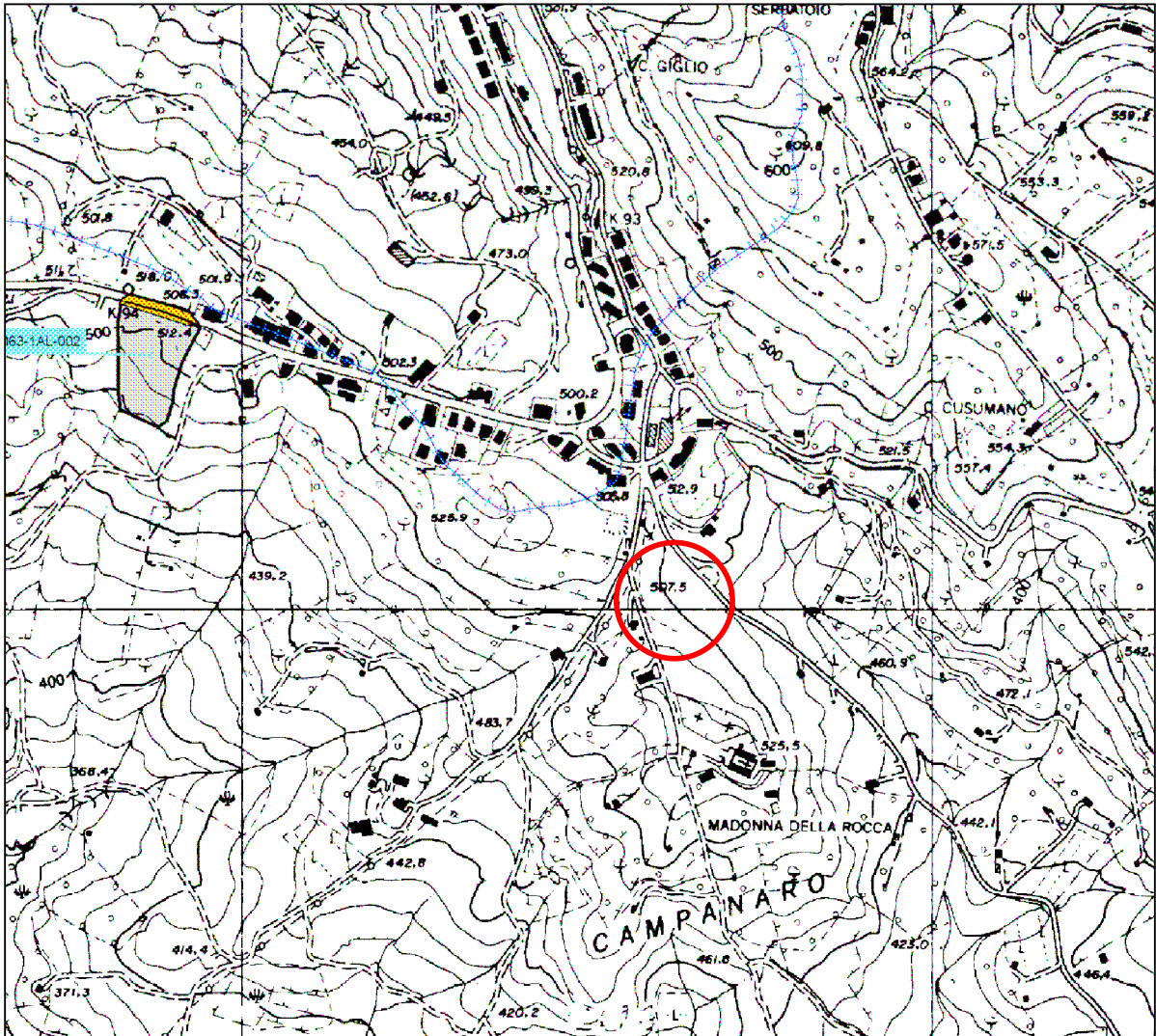
Si allega:

Stralcio della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico in scala 1:10.000.

Castellammare del Golfo 21/06/2019

Il geologo





CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N°28

Scala 1:10.000

 Ubicazione del lotto

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
SERVIZIO 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"





Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
(ART.1 D.L. 100/90 convertito con modifiche con la L.207/90 e ss. mm. i.)



Bacino Idrografico del Fiume Platani (063)

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

-  P0 basso
-  P1 moderato
-  P2 medio
-  P3 elevato
-  P4 molto elevato
-  Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato

-  Limite bacino idrografico
-  Limite comunale

LINEAMENTI DI GEOLOGIA E TETTONICA DELL'AREA

Caratteristiche geologiche e tettoniche generali

La zona centro meridionale della Sicilia è interessata prevalentemente da successioni di margine attivo rappresentate dai depositi terrigeni oligo-miocenici a prevalente sedimentazione torbiditica prodotti dallo smantellamento della catena in via di corrugamento e, in discordanza le sovrastanti rocce miopleistoceniche costituite da depositi terrigeni, evaporitici e clastico carbonatici; queste ultime si sono depositate durante e dopo la deformazione del margine continentale africano e sono messe in relazione al progressivo sviluppo di bacini legati alla fase compressiva a partire dal Miocene. Subito dopo il sollevamento delle aree settentrionali della Sicilia e successiva formazione della Catena Appenninica Siciliana si ebbe il colmamento del bacino con i prodotti derivanti dallo smantellamento delle aree emerse con sedimenti che generarono argille e argille sabbiose, sabbie, conglomerati e calcareniti. La successiva chiusura del bacino del Mediterraneo generò un isolamento delle acque del bacino da quelle del resto dei mari. Lo con conseguente elevata evaporazione, e deposizione dei sali in esse contenuti. I primi sali a depositarsi furono i carbonati di calcio che portarono alla formazione del "Calcare di Base" (così chiamato proprio perché sta alla base della serie evaporitica). Successivamente si depositarono i solfati di calcio che portarono alla formazione dei gessi. Durante la fase di massima evaporazione si ebbe la deposizione dei sali più solubili. Si formarono quindi i sali potassici, oggi abbondantemente presenti nel sottosuolo della Sicilia centrale. Durante la deposizione dei gessi si ebbe un'ulteriore fase diastrofica (uno stress tettonico) che portò alla separazione dei gessi depositatisi prima (gessi del I ciclo o gessi di Cattolica Eraclea) con quelli depositatisi dopo (gessi del II ciclo o gessi di Pasquasia). Quando si ristabilirono le comunicazioni tra il Mar Mediterraneo e l'Oceano Atlantico si ebbe un veloce colmamento del bacino. In esso si instaurarono condizioni di deposizione pelagica il cui risultato è la formazione dei "Trubi".

Il territorio indagato, laddove si inserisce l'area di progetto, si caratterizza quindi in sottosuolo per la prevalente presenza di terreni argillosi e dai termini della Serie Evaporitica; si tratta nel complesso di sedimenti accumulati all'interno del bacino della "Fossa di Caltanissetta", caratterizzati da un comportamento prevalentemente duttile che ha permesso la formazione di un complesso sistema di pieghe ad ampiezza variabile con assi orientati prevalentemente in direzione SW-NE.

Assetto stratigrafico e tettonico dell'area indagata

La consultazione delle fonti bibliografiche e cartografiche disponibili riguardanti l'area in studio e il rilevamento geologico effettuato in loco hanno permesso di definire le caratteristiche geologiche e strutturali generali dell'area e di ricostruire la locale stratigrafia del sottosuolo.

L'area in esame è ubicata nella zona meridionale del centro abitato di Alessandria della Rocca, a circa un chilometro dal centro, in località Madonna della Rocca. Dal punto di vista geologico l'area si caratterizza per la presenza in affioramento di depositi prevalentemente argillosi e argilloso marnosi alternati a banconi di gesso alabastrino e selenitico. I depositi suddetti sono ascrivibili ai cosiddetti Gessi del I Ciclo o Gessi di Cattolica Eraclea (Messiniano superiore), gessi selenitici

stratificati in grossi banchi di 1 - 3 m di spessore separati da sottili partimenti argillosi. In alcuni casi sono alternati a gessi microcristallini laminati (gessi balatini). I cristalli di selenite, pur trasparenti, hanno colore giallastro. Sono regolarmente geminati e formano palizzate. La loro altezza è in genere di 10-20 cm. I singoli banchi gessosi sono a luoghi separati da giunti marnosi e mostrano di essere organizzati in cicli ripetutosi nel corso del messiniano.

In corrispondenza del sito in esame prevalgono argille gessose e marne a struttura scagliettata fortemente tettonizzate con intercalazioni a vari livelli di gessi alabastrini e selenitici.

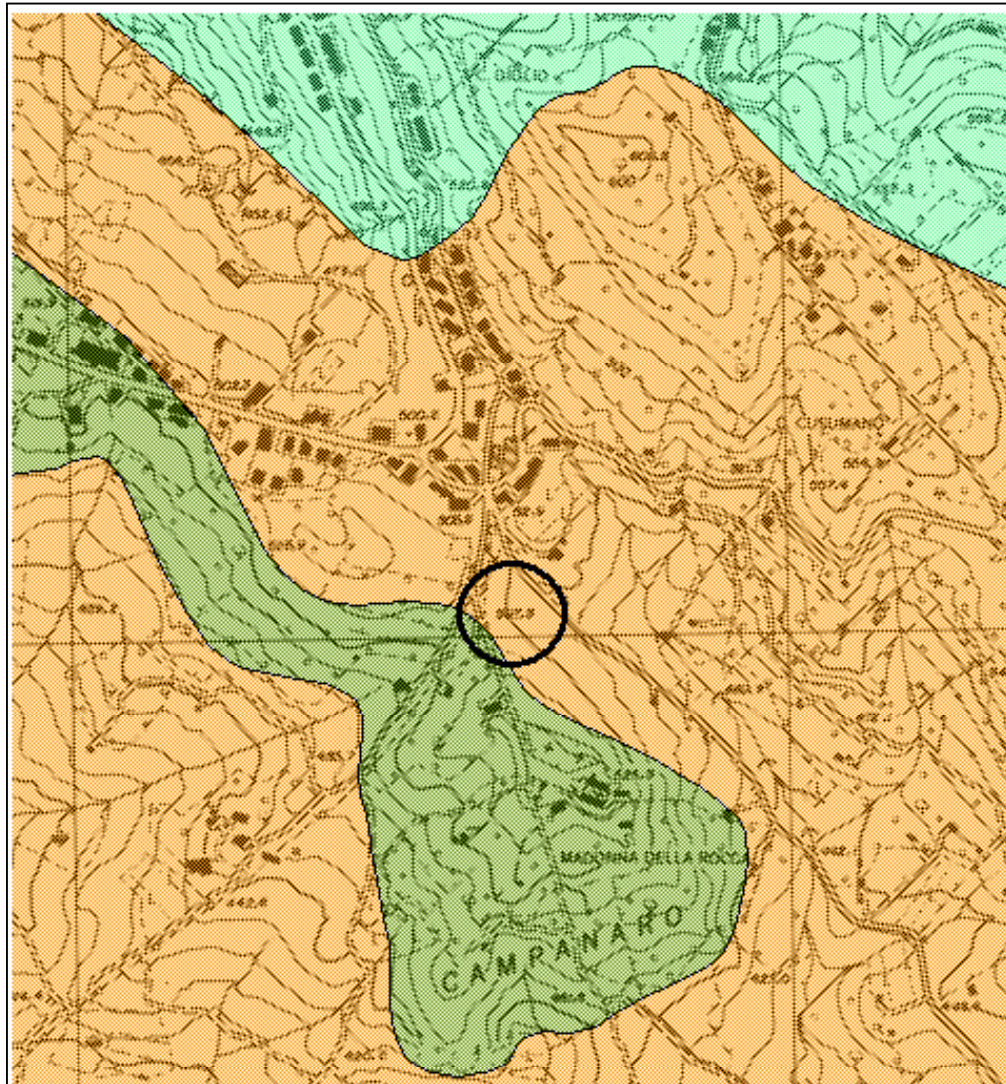
I banchi gessosi poggiano su brusche superfici erosive impostate sulle peliti della formazione Terravecchia, in probabile discordanza angolare.

Detta formazione, di età compresa fra il *Tortoniano* e il *Messiniano inferiore*, rappresenta una successione di origine fluvio-deltizia, comprendente nel suo insieme conglomerati rossastri con livelli sabbiosi e pelitici, sabbie e arenarie a stratificazione incrociata e argille ed argille sabbiose con fossili di foraminiferi, lamellibranchi e gasteropodi; essa viene interpretata geologicamente come prodotto di smantellamento della catena in sollevamento, durante la fase tettogenetica Serravalliano-Tortoniana.

In corrispondenza dell'area indagata sono prevalentemente rappresentati i termini argillosi ed argilloso sabbiosi.




CARTA GEOLOGICA




Scala 1:10.000



Legenda

SERIE GESSOSO SOLFIFERA

-  Gessi del I ciclo - Gessi di cattolica Eraclea. Alternanze di gessi selenitici, balatini e alabastrini con intervalli di argille gessose (*Messiniano sup*)
-  Argille gessose e marne con inclusioni di gessi macrocristallini e microcristallini disposti in grossi banchi. (*Messiniano*)
-  Argille, sabbie e conglomerati. Form. Terravecchia (*Tortoniano*)

-  Limiti stratigrafici
-  Direzione di immersione degli strati
-  Strati orizzontali
-  Ubicazione dell'area

ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA INDAGATA

Il territorio, nel suo insieme, mostra un paesaggio tipicamente collinare con forme generalmente dolci e ondulate, in corrispondenza delle litologie argillose, e pendii dai fianchi più ripidi laddove affiorano termini prettamente marnosi o depositi pelitici inglobanti livelli e trovanti gessosi; l'affioramento di banconi rocciosi di gesso alabastrino o selenitico determina in alcune zone la presenza di scarpate subverticali e porzioni di versante molto pendenti.

La variabilità delle pendenze che si riscontrano è da mettere quindi in relazione al contenuto marnoso o alla presenza dei livelli gessosi nelle argille affioranti, così come la distribuzione del drenaggio superficiale; un maggior contenuto in argilla riduce generalmente la pendenza dei versanti mentre aumenta la diffusione delle linee di impluvio essendo tali terreni meno permeabili.

I terreni in oggetto, interessati dal progetto, sono ubicati in c/da Campanaro, a circa un chilometro di distanza dal centro di Alessandria della Rocca, in direzione sud, nei pressi del santuario della Madonna della Rocca.

Il lotto è posto su un versante digradante mediamente verso est e nord est, che si raccorda verso valle con un impluvio naturale, leggermente inciso nei termini prevalentemente argillosi che costituiscono il substrato dell'area, che va a confluire verso il fiume Platani in direzione sud; verso monte si riconosce una zona di sella morfologica che separa il bacino idrografico dell'impluvio suddetto dal bacino del fiume Magazzolo e da ulteriori impluvi.

Il sito indagato, sede del progetto, nel suo stato naturale, presentava una leggera pendenza in direzione nord est con valori mediamente compresi fra il 15% e il 20%; allo stato attuale il lotto si presenta gradonato e terrazzato poiché già stato interessato in passato dai lavori di sbancamento e sistemazione per la realizzazione dell'impianto sportivo. Le scarpate sono protette da muri di sostegno speronati di tipo prefabbricato realizzati in cemento armato, taluni poggianti su pali.

In accordo con la conformazione geologica del sottosuolo, il versante in cui è inserito il lotto presenta quindi complessivamente un aspetto regolare e uniforme con pendenze che tendono a diminuire procedendo verso valle; pendenze più elevate si riscontrano nelle aree più prossime al santuario della Madonna della Rocca poco a sud del sito di intervento assumendo valori medi per lo più superiori al 25%.

Il versante non risulta interessato da movimenti gravitativi o frane in atto. Nei manufatti già realizzati nei lotti limitrofi e nelle zone immediatamente circostanti il sito non sono state riscontrate lesioni o segni di cedimenti del sottosuolo.

La zona non è interessata da movimenti gravitativi profondi.

La locale situazione morfologica, le basse pendenze riscontrate e la natura dei terreni in affioramento sono sufficienti a garantire la stabilità morfologica dell'area.

In particolare, in corrispondenza del lotto sede del progetto, gli interventi di gradonatura effettuati e i muri di contenimento determinano condizioni di complessiva stabilità, nelle more delle verifiche da effettuare sulle condizioni strutturali dei muri.

L'erosione dovuta all'azione delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale non determina allo stato attuale effetti di modellamento o fenomeni erosivi che potrebbero essere causa, in futuro, di eventuali dissesti. Il progetto dovrà in ogni caso prevedere un adeguato drenaggio delle acque.

IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

L'idrografia superficiale dell'area, essendo prevalentemente impostata su terreni argillosi poco permeabili, presenta un fitto reticolo, caratterizzato, per lo più, da impluvi a carattere torrentizio e da canali generalmente caratterizzati da leggere incisioni di fondo.

Il sito in esame fa parte del bacino del fiume Platani anche se il centro abitato di Alessandria della Rocca ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Magazzolo. Il displuvio che separa i due bacini passa poco a nord del lotto sede degli interventi. Il limite meridionale del territorio comunale è costituito dal Fiume Turvoli, uno degli affluenti principali del Platani.

In corrispondenza dell'area indagata la principale linea di impluvio è rappresentata da un'incisione a carattere torrentizio che scorre poco a valle della strada comunale che delimita il lotto sul lato nord est e che convoglia le acque meteoriche in direzione sud andando poi a confluire in sinistra idrografica nel vallone di Cinie, a sua volta affluente del fiume Platani.

Il versante su cui è inserito il lotto è interessato da leggere concavità naturali che favoriscono il drenaggio delle acque meteoriche verso l'impluvio suddetto in destra idrografica; durante i periodi caratterizzati da intensa piovosità, le acque tendono a saturare i terreni e a ruscellare diffusamente fino ad intercettare le incisioni più prossime, per poi confluire nell'impluvio principale.

In corrispondenza del lotto di progetto, in epoca antecedente i lavori di terrazzamento, era presente una piccola incisione naturale che raccoglieva le acque provenienti da monte e che andava a confluire nel suddetto impluvio a valle della strada comunale. Allo stato attuale nella parte bassa del lotto, laddove si prevede la posa dell'impianto sportivo, si instaura una sorgente abbastanza continua che determina la presenza di zone sature e impaludamenti.

Le fuoriuscite di acqua, dovute al contrasto di permeabilità fra i depositi affioranti a monte, caratterizzati dalla presenza di trovanti e livelli gessosi e i termini impermeabili argillosi di base, sono principalmente concentrate nel lato nord ovest del terreno, nella parte bassa del lotto, laddove si rinviene un grosso bancone affiorante di gesso alabastrino, presumibilmente continuo in direzione monte.

In detta zona durante i rilievi sono state notate varie pozze di acqua e impaludamenti, indice della presenza di terreni a prevalente matrice argilloso limosa caratterizzati complessivamente da scarsi valori di permeabilità, come anche confermato dalle indagini eseguite.

In corrispondenza della zona monte del lotto la presenza di porzioni prettamente gessose, nonché di un livello sabbioso, determinano valori di permeabilità medio-alti per porosità e fessurazione.

Sulla base della natura poco permeabile dei litotipi presenti in sottosuolo e dell'elevato spessore della formazione, si esclude la presenza di falde freatiche in sottosuolo di entità significativa.

Le acque che fuoriescono si mantengono nelle porzioni più superficiali dei terreni determinando porzioni sature e impaludamenti particolarmente concentrati sul lato nord ovest del terreno previsto per la posa dell'impianto.

Sulla base di quanto affermato è consigliabile scegliere come area di sedime della struttura da realizzare la zona sud est del terreno più lontana dalla sorgente e caratterizzata in sottosuolo da terreni complessivamente più asciutti, come anche confermato dalle indagini eseguite che non hanno evidenziato in questa zona livelli di acqua in sottosuolo. Le aree prossime alla sorgente che in passato erano interessate da un'incisione e da un conseguente maggiore carico idrico sono risultate in sottosuolo mediamente meno consistenti e con porzioni mollificate per cui si prestano meno all'edificazione.

Il progetto dovrà in ogni caso prevedere un adeguato sistema drenante che permetta la canalizzazione e l'allontanamento delle acque verso l'impluvio naturale a valle della strada e consenta il consolidamento dell'area di sedime. Le opere in progetto in ogni caso non andranno ad alterare l'equilibrio idrogeologico dell'area in cui sono inserite.

INDAGINI GEOGNOSTICHE E LITOLOGIA

Indagini precedenti

In fase di sottoscrizione del contratto di incarico l'Amministrazione comunale di Alessandria della Rocca ha fornito alla RTP copia degli studi geologici redatti a firma della dott.ssa Napoli per il progetto preliminare per i lavori di completamento degli impianti sportivi in zona di espansione completi di tutti gli elaborati e fascicoli tecnici allegati.

La relazione geologica redatta dalla dott.ssa Napoli è stata corredata dall'esecuzione di n. 2 Sondaggi sismici a rifrazione, n. 2 sondaggi Masw e n.5 pozzetti esplorativi posti nell'area prevista per la realizzazione del palazzetto sportivo. In detta relazione sono stati altresì utilizzati i dati di precedenti campagne geognostiche che comprendono n. 9 scavi geognostici e n.6 perforazioni a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e relative prove ed analisi di laboratorio.

Tutte le indagini suddette sono state consultate ai fini del presente studio, in aggiunta alle indagini penetrometriche e sismiche appositamente eseguite, per l'esatta caratterizzazione litologica, geotecnica e sismica dei terreni.

Nel fascicolo delle indagini si riportano:

- la planimetria con l'ubicazione delle indagini pregresse
- il riepilogo delle risultanze delle prove geotecniche di laboratorio allora eseguite ed ora utilizzate ai fini del presente studio esecutivo
- i risultati dei sondaggi sismici a rifrazione e masw

Per i dettagli circa gli studi e le indagini precedenti si rimanda agli elaborati completi in possesso dell'Amministrazione comunale.

Campagna delle indagini

Al fine di avere un quadro esauriente delle caratteristiche dei terreni presenti in sottosuolo, sia dal punto di vista litotecnico che dal punto di vista della risposta sismica locale, è stata eseguita una ulteriore campagna di indagini in sito consistiti in prove penetrometriche dinamiche e sondaggi sismici. Le prove penetrometriche dinamiche hanno lo scopo di definire nel dettaglio la stratigrafia di superficie, individuando le variazioni litologiche, in termini di grado di addensamento o consistenza, nonché di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni, nelle porzioni più superficiali direttamente interessate dalle strutture da realizzare.

Le indagini sismiche hanno lo scopo di individuare, con misure dirette, il profilo delle velocità delle onde sismiche, in modo da potere determinare i principali moduli sismoelastici caratteristici dei vari strati, il periodo proprio di vibrazione dei terreni di fondazione e la risposta sismica locale in ottemperanza al DM 17/01/2018 e alle relative Norme Tecniche per le Costruzioni.

Le indagini eseguite sono quindi consistite in:

n.7 sondaggi penetrometrici dinamici DPM

n.1 sondaggio sismico passivo a stazione singola tipo HVSR

Le schede dei sondaggi e le relative interpretazioni sono contenute nel Fascicolo delle Indagini allegato.

Risultati dei sondaggi penetrometrici

I sondaggi penetrometrici (DPM,) variamente distribuiti sull'area di sedime del palazzetto, ubicata nella parte più bassa in quota del lotto, sono stati eseguiti con penetrometro dinamico medio tipo Penny 30 prodotto dalla Compac s.r.l, provvisto di maglio di 30 Kg, le cui specifiche vengono inserite nelle apposite schede contenute nel *Fascicolo delle indagini* allegato alla presente relazione unitamente alla planimetria che ne riporta l'ubicazione.

Le prove P4 e P7 sono state arrestate per rifiuto all'infissione, rispettivamente alla profondità di 4.20 m e 1.70 m dal p.c., per il rinvenimento di un trovante litico (gessoso). Le altre prove sono state arrestate volontariamente a varie profondità dal p.c. avendo mostrato un repentino incremento del numero di colpi e raggiunto alti valori sempre crescenti.

I dati ottenuti risultano correlabili fra loro mostrando un generale incremento del numero di colpi con la profondità e la presenza del substrato consistente alla profondità dal p.c. intorno ai 5 metri nella zona di valle lato est e intorno ai metri 3 metri nella zona sud ovest. La prova P2 eseguita sul lato nord ha mostrato valori più scadenti. All'estrazione delle aste è stato possibile esaminare le tracce dei terreni attraversati. Le aste sono altresì risultate asciutte tranne che nella prova P5 (quota piezometrica – 2.60 m) e nella prova P2 (quota piezometrica – 2.00 m).

La prova P1, eseguita nella parte bassa del lotto, in direzione del cancello di ingresso, ha mostrato uno strato aerato limo sabbioso di circa 0.70 m di spessore sovrastante uno strato di argille limose alterate di colore giallastro spesso 4.30 m caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=13.66 \text{ Kg/cm}^2$; lo strato di base costituito da argille consistenti è caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=41 \text{ Kg/cm}^2$.

La prova P2, eseguita nella parte nord del lotto, ha mostrato uno strato aerato limo sabbioso di circa 0.50 m di spessore sovrastante uno strato di argille limose alterate, a tratti mollificate di colore giallastro spesso 4.90 m caratterizzato da una minore resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=10.13 \text{ Kg/cm}^2$; lo strato di base costituito da argille consistenti è caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=25.47 \text{ Kg/cm}^2$. All'estrazione il materiale sulle aste risulta piuttosto umido mentre le stesse risultano decisamente bagnate alla profondità di circa 2 m.

La prova P3, eseguita nella zona a monte del lotto lato sud ovest, mostra uno strato aerato di 0.30 m di spessore poggiante su uno strato costituito da argille limose plastiche alterate giallastre, spesso 1.70 m. e caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=11.80 \text{ Kg/cm}^2$, poggiante sul substrato argilloso con $R_{dp} = 45.80 \text{ Kg/cm}^2$.

La prova P4, eseguita sul lato ovest, mostra un primo strato di circa 0.4 m costituito da limi organici sabbiosi poggiante su uno strato di 1.20 m argille limose alterate giallastre, fino alla profondità di indagine, arrestate per la presenza di un trovante litico.

La prova P5, eseguita nel punto baricentrico del lotto, ha mostrato uno strato aerato limo sabbioso di circa 0.40 m di spessore sovrastante uno strato di argille limose alterate di colore giallastro spesso 4.10 m caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=10.83 \text{ Kg/cm}^2$; lo strato di base costituito da argille consistenti è caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=40.39 \text{ Kg/cm}^2$. All'estrazione le aste risultavano umide alla profondità di circa 2.60 m.

La prova P6, eseguita nella parte mediana del lotto, sul lato strada, ha mostrato un primo strato molto mollificato di limo sabbioso di circa 1.00 m di spessore sovrastante uno strato di argille

limose alterate di colore giallastro fino alla profondità di 3.00 dal p.c. m caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=23.80 \text{ Kg/cm}^2$; segue lo strato di base costituito da argille più consistenti è caratterizzato da una resistenza dinamica alla punta media $R_{dp}=43 \text{ Kg/cm}^2$.

La prova P7, eseguita nella parte mediana del lotto lato sud, mostra uno primo strato di circa 0.9 m sovrastante uno strato costituito limi organici sabbiosi poggiante sullo strato di argille limose alterate, fino alla profondità di 2.90 m e contraddistinto da una $R_{dp}=10.62 \text{ Kg/cm}^2$. Segue uno strato di argille più consistenti contraddistinto da una $R_{dp}=43.84 \text{ Kg/cm}^2$ fino alla profondità di indagine, arrestata per la presenza di un trovante litico.

Nell'allegato si riportano gli standards utilizzati, i risultati di ogni singolo sondaggio e la relativa interpretazione geotecnica.

Risultati delle indagini sismiche

E stato eseguito un sondaggio sismico passivo a stazione singola HVSR che unitamente alle indagini sismiche a rifrazione e Masw precedentemente eseguite hanno permesso di caratterizzare sismicamente l'area in studio, permettendo di verificare la continuità in sottosuolo dei termini superficiali riscontrati dalle indagini geognostiche dirette e rilevare la presenza di superfici di discontinuità o contrasti di impedenza.

In particolare i sondaggi a rifrazione evidenziano la stratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di circa 10-12 metri dal p.c. e le velocità sismiche longitudinali (V_p) dei vari strati. I sondaggi masw e i sondaggi HVSR hanno lo scopo di mettere in evidenza contrasti di impedenza anche profondi e di fornire il valore di frequenza di risonanza dei terreni e il profilo delle velocità sismiche trasversali (V_s) in sottosuolo. I risultati ottenuti dalle due differenti tipologie di indagini sismiche, confrontati fra loro, hanno mostrato una generale omogeneità del sottosuolo in corrispondenza dell'intero lotto indagato e quindi di definire un modello sismico unico. Si è altresì osservato che le velocità delle onde sismiche si incrementano con la profondità.

La curva ottenuta nel sondaggio HVSR1 risponde ai criteri di qualità stabiliti dal progetto SESAME per cui i dati acquisiti possono essere ritenuti, sulla base di tali criteri, affidabili. Le schede di valutazione vengono allegate nella relazione apposita.

Al fine di ricavare il profilo verticale delle V_s , l'analisi delle curve H/V è stata effettuata attraverso il confronto con curve sintetiche relative ad un modello del sottosuolo ottenuto attraverso i dati ottenuti dai sondaggi penetrometrici e dai sondaggi geognostici pregressi. Un ulteriore vincolo è stato impostato considerando il range di variabilità per le V_s ricavato dai sondaggi sismici Masw eseguiti nell'area in occasione del progetto preliminare. Considerando che i valori di V_s aumentano gradatamente con la profondità, al fine di fittare al meglio le curve sintetiche con quelle di campagna è stato necessario utilizzare un modello del sottosuolo discretizzato in più strati come viene esposto nella relazione sull'indagine sismica HVSR. Nel range di frequenze di interesse ingegneristico (generalmente per frequenze minori di 15 Hz), la curva H/V relativa al sondaggio HVSR1, eseguito nel lato valle del lotto, ha evidenziato un picco molto evidente, alla frequenza di 7.5 Hz, associabile ad un forte contrasto di impedenza alla profondità di circa 5 metri. Ulteriori picchi a frequenze maggiori sono correlabili a contrasti di impedenza molto superficiali.

ASPETTI LITOLOGICI IN CORRISPONDENZA DEL SITO INDAGATO

I rilievi geologici di dettaglio effettuati nell'area, i dati ricavati dalle indagini eseguite in precedenza unitamente ai dati forniti dai sondaggi penetrometrici, hanno permesso di caratterizzare litologicamente i terreni che costituiscono gli strati di copertura e il sottosuolo dell'area in oggetto e di definire la locale successione stratigrafica.

Essendo l'area stata oggetto di scavi di sbancamento, in parte ricolmati con materiali provenienti dagli scavi di monte, e di vari scavi effettuati per l'esecuzione dei saggi a scopo geognostico, lo strato superficiale risulta a luoghi scompaginato e rimaneggiato.

Un primo strato, il cui spessore non supera il metro, è costituito da limi sabbiosi di colore grigiastro con sostanza organica e con rari elementi litici di piccole dimensioni per lo più gessosi.

In accordo con le caratteristiche geologiche generali dell'area, gli strati superficiali, immediatamente sottostanti il primo strato, sono rappresentati da argille limose e gessose alterate di colore grigio-giallastro che costituiscono uno strato di copertura di spessore variabile tra i cinque metri lato via Catrini e i tre metri lato monte, poggiante sui termini argillosi e marnosi della formazione di base.

Sul lato monte del lotto, oltre l'area di sedime, sulla parte gradonata si rinvencono termini a granulometria limo-sabbiosa intercalate nelle argille. Questi non si rinvencono in affioramento ma risultano da un sondaggio eseguito in precedenza.

Sul lato nord ovest alla base del muro di sostegno si osserva un grosso bancone di gesso alabastrino messo in luce dagli scavi di sbancamento.

I risultati ottenuti dalle indagini hanno evidenziato alcune criticità legate alla presenza di terreni poco consistenti e talora umidi nella zona nord del lotto che in passato era interessata dalla presenza di una piccola incisione e che allo stato attuale risulta interessata da apporti abbastanza continui di acqua che determinano la presenza di zone sature e impaludamenti particolarmente concentrati sul lato nord ovest del terreno previsto per la posa della struttura sportiva.

In corrispondenza della sagoma edilizia del palazzetto dello sport in progetto la successione stratigrafica in sottosuolo può essere quindi così schematizzata:

da m 0.00 a m 0.80 : limi sabbiosi organici

da m 0.80 a m 5.60 : argille limose grigio-giallastre alterate con inclusioni gessose di medio-bassa consistenza. Nella zona nord del lotto si presentano talora mollificate e mediamente meno consistenti

da m 5.60 a 20.0: argille gessose e marnose

da m 20.0 in poi: argille marnose grigie dure.

MODELLO GEOLOGICO LOCALE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Caratterizzazione sismica del sottosuolo

Per la definizione del modello geologico di progetto, come richiesto dalla normativa vigente, sono stati utilizzati i valori di V_s ottenuti dal modello di interpretazione mentre i valori di V_p , utili alla definizione dei moduli elastici dinamici indicativi dei vari strati, sono stati ricavati dall'indagine sismica a rifrazione effettuata in precedenza. La seguente tabella riassuntiva mostra il modello sismico del sottosuolo:

| | argille limose alterate (copertura) 0.80 ÷ 5.60 m | Argille gessose e marnose 5.60 ÷ 20.0 m | Substrato argilloso marnoso duro 20.0 m in poi |
|-----------------------|---|---|--|
| Velocità onde P V_p | 400 m/s | 1400 m/s | 1800 m/s |
| Velocità onde S V_s | 180 m/s | 750 m/s | 990 m/s |

In ottemperanza a quanto indicato alle NTC di cui al D.M. 17/01/2018 e da quanto riportato nei paragrafi precedenti, il valore medio della velocità delle Onde di taglio è stato riferito ai primi 20 metri a partire dal piano di fondazione, poiché il substrato (bed rock) risulta posto a tale profondità (inferiore ai 30 metri). Il parametro V_{seq} si definisce come media pesata delle velocità dei vari strati rispetto agli spessori riscontrati; nel caso in esame assume un valore di $V_{seq} = V_{S20} = 430$ m/s (NTC 2018 paragrafo 3.2.2).

Modello geologico e stratigrafia dell'area di progetto

Sulla scorta dei dati acquisiti è stato possibile definire il modello geologico di progetto in corrispondenza dell'area di intervento. Detto modello consta di tre strati omogenei a differente comportamento meccanico a cui è stata associata una rigidità sismica media.

Dal piano di campagna, verso il basso, si rinvencono i seguenti termini:

da m 0.00 a m 0.80 : limi sabbiosi organici

STRATO 1 da m 0.80 a max m 5.60 : argille limose grigio-giallastre alterate con inclusioni gessose

STRATO 2 da m 5.60 a 20.0: argille gessose e marnose

STRATO 3 da m 20.0 in poi: argille marnose grigie dure.

Il deposito argilloso sulla base dei dati ricavati dal rilevamento geologico di dettaglio dell'area nonché dei dati forniti dalla letteratura geologica dell'area presenta un notevole spessore.

Moduli elastici dinamici

La seguente tabella mostra i principali moduli elastici dinamici riferiti ad ogni singolo strato determinati attraverso i valori delle velocità delle onde sismiche longitudinali e trasversali.

| | argille limose alterate (copertura) 0.80 ÷ 5.60 m | Argille gessose e marnose 5.60 ÷ 20.0 m | Substrato argilloso marnoso duro 20.0 m in poi |
|-------------------------------|---|---|--|
| Coefficiente di Poisson ν | 0.37 | 0.30 | 0.28 |
| Modulo di Compressibilità K | 210 MPa | 2299 Mpa | 1069 MPa |
| Modulo di taglio G | 58 MPa | 1069 Mpa | 2058 MPa |
| Modulo di Young E | 160 MPa | 2776 Mpa | 5282 MPa |
| Peso di volume γ | 1.80 t/m ³ | 1.90 t/m ³ | 2.10 t/m ³ |

CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Per la definizione dell'azione sismica di progetto viene individuato il tipo di suolo di fondazione maggiormente rispondente al modello geologico e sismico riscontrato in sito. La profondità del substrato, caratterizzato da $V_s > 800$ m/s, risulta intorno ai 20 m dal p.c.

Le NTC 2018 stabiliscono, al paragrafo 3.2.2, che per depositi con profondità del substrato inferiori ai 30 m, la velocità media delle onde di taglio è definita dal parametro $V_{s_{eq}}$ ossia $V_{s_{20}}$ considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La velocità media delle onde trasversali risulta quindi pari a 430 m/s. In base al modello geologico definito e al valore suddetto si attribuisce al suolo di fondazione, secondo quanto indicato nella tabella 3.2.II delle NTC 2018, la **categoria B** ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s."

Per quanto riguarda il parametro relativo all'influenza topografica il sito rientra nella **cat. T1**.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Le indagini geotecniche in sito e di laboratorio hanno permesso di ricavare un modello geotecnico e stratigrafico del sottosuolo composto da una copertura costituita da argille limose alterate grigio-giallastre a cui seguono, alla profondità variabile tra 3.00 e 5,60 m argille gessose e marnose grigie (vedi sezioni litotecniche).

Le caratteristiche geotecniche degli strati suddetti vengono di seguito indicate:

| stratigrafia | Spess. Med. <i>m.</i> | peso di vol γ | non drenati | | DRENATI | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|---------|
| | | | C_u | ϕ_u | C' | ϕ' |
| 0.00 – 0.80 | 0.80 | 1.75 t/m ³ | -- | -- | -- | -- |
| 0.80 – 3.0÷5.6 | 2.20÷4.20 | 1.80 t/m ³ | 4.0 t/m ² | -- | 0.50 t/m ² | 20° |
| Da 5.6 in poi | -- | 1.90 t/m ³ | 12.0 t/m ² | -- | 2.5 t/m ² | 20° |

Lungo il confine dal lotto sul lato ovest, adiacente alla via Santuario, il progetto prevede la realizzazione di una paratia di pali per la messa in sicurezza della parte alta del lotto e della strada; sulla base delle prove geotecniche e delle indagini si evince che in questa area i terreni presentano mediamente caratteristiche litologiche e geotecniche simili alle aree di valle.

ZONAZIONE SISMICA

La Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 individuano sul territorio italiano una maglia di punti ai cui nodi sono associati i parametri sismici T_r , A_g , F_o , T_c^* .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri ad esso corrispondenti possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

PARAMETRI SISMICI - MADONNA DELLA ROCCA -ALESSANDRIA DELLA ROCCA

Sito in esame *Coordinate ED50*

latitudine: 37,56044
longitudine: 13,457046
Classe: 2
Vita nominale: 50

Coordinate WGS84

latitudine: 37.559371
longitudine: 13.456196

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 47618 | Lat: 37,5849 | Lon: 13,4280 | Distanza: 3739,457 |
| Sito 2 | ID: 47619 | Lat: 37,5850 | Lon: 13,4908 | Distanza: 4038,578 |
| Sito 3 | ID: 47841 | Lat: 37,5350 | Lon: 13,4909 | Distanza: 4113,175 |
| Sito 4 | ID: 47840 | Lat: 37,5349 | Lon: 13,4280 | Distanza: 3818,256 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente c_u : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 T_r : 30 [anni]
 a_g : 0,026 g
 F_o : 2,443
 T_c^* : 0,200 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 T_r : 50 [anni]
 a_g : 0,033 g
 F_o : 2,450
 T_c^* : 0,238 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 T_r : 475 [anni]
 a_g : 0,072 g
 F_o : 2,608
 T_c^* : 0,362 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 T_r : 975 [anni]
 a_g : 0,089 g
 F_o : 2,650
 T_c^* : 0,398 [s]

Coefficienti Sismici

| | |
|------|-------------|
| SLO: | Ss: 1,200 |
| | Cc: 1,520 |
| | St: 1,000 |
| | Kh: 0,006 |
| | Kv: 0,003 |
| | Amax: 0,302 |
| | Beta: 0,200 |
| SLD: | Ss: 1,200 |
| | Cc: 1,470 |
| | St: 1,000 |
| | Kh: 0,008 |
| | Kv: 0,004 |
| | Amax: 0,384 |
| | Beta: 0,200 |
| SLV: | Ss: 1,200 |
| | Cc: 1,350 |
| | St: 1,000 |
| | Kh: 0,017 |
| | Kv: 0,009 |
| | Amax: 0,850 |
| | Beta: 0,200 |
| SLC: | Ss: 1,200 |
| | Cc: 1,320 |
| | St: 1,000 |
| | Kh: 0,021 |
| | Kv: 0,011 |
| | Amax: 1,050 |
| | Beta: 0,200 |

CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni riportate nei paragrafi precedenti riguardanti, in particolar modo, le caratteristiche litologiche e geotecniche del terreno di fondazione e le condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area di intervento, si ritiene il progetto fattibile dal punto di vista geologico.

Le indagini geognostiche appositamente eseguite in loco nonché i rilievi geologici di superficie sono stati particolarmente concentrati nella parte più bassa in quota del lotto, adiacente la via Catrini, laddove si prevede la realizzazione del palazzetto dello sport e l'area a parcheggio. Le suddette indagini unitamente alle altre indagini eseguite in precedenza ed utilizzate per lo studio geologico preliminare coprono nel complesso l'intero lotto e sono quindi risultate sufficienti a caratterizzare i terreni in sottosuolo dal punto di vista litologico, idrogeologico e geotecnico nonché a caratterizzare il sito dal punto di vista sismico.

In corrispondenza del sito in esame, i depositi costituenti il sottosuolo sono costituiti da terreni a prevalente granulometria argilloso limosa, alterati nelle porzioni più superficiali, inglobanti trovanti e intercalazioni di gessi alabastrini e selenitici.

I rilievi di superficie hanno altresì mostrato una generale stabilità morfologica dell'area di indagine. Non sono stati rilevati in loco segni di cedimenti del sottosuolo o di fenomeni franosi in atto che possano interessare i terreni in esame. La zona non è interessata da movimenti gravitativi profondi.

L'erosione dovuta all'azione delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale non determina allo stato attuale effetti di modellamento o fenomeni erosivi che potrebbero essere causa, in futuro, di eventuali dissesti.

I risultati ottenuti dalle indagini hanno evidenziato alcune criticità legate alla presenza di terreni poco consistenti e talora umidi nella zona nord del lotto che in passato era interessata dalla presenza di una piccola incisione e che allo stato attuale risulta interessata da apporti abbastanza continui di acqua provenienti da una sorgente venutasi a instaurare a seguito dei lavori di sistemazione e gradonatura dell'intero lotto e che determina la presenza di zone sature e impaludamenti particolarmente concentrati sul lato nord ovest del piazzale previsto per la realizzazione del palazzetto.

Sulla base della natura poco permeabile dei litotipi presenti in sottosuolo e dell'elevato spessore della formazione, si esclude la presenza di falde freatiche di entità significativa in profondità.

Sulla base di quanto affermato è consigliabile scegliere come area di sedime della struttura da realizzare la zona sud est del terreno più lontana dalla sorgente e caratterizzata in sottosuolo da terreni complessivamente più asciutti, come anche confermato dalle indagini eseguite che non hanno evidenziato in questa zona livelli di acqua in sottosuolo.

Le aree prossime alla sorgente che in passato erano interessate da un'incisione e da un conseguente maggiore carico idrico sono risultate in sottosuolo mediamente meno consistenti e con porzioni mollificate per cui si prestano meno all'edificazione.

Il progetto dovrà in ogni caso prevedere un adeguato sistema drenante che permetta la canalizzazione e l'allontanamento delle acque verso l'impiuvio naturale a valle della via Catrini.

Le opere in progetto in ogni caso non andranno ad alterare l'equilibrio idrogeologico dell'area in cui sono inserite. Allo stato attuale il lotto non è interessato, al suo interno, da incisioni o linee di impluvio naturali.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione e per la definizione del modello litotecnico di riferimento ai fini progettuali sono stati utilizzati tutti i dati progressi ed attuali derivanti dalle prove geotecniche in sito e di laboratorio che sono risultati nel complesso ben correlabili.

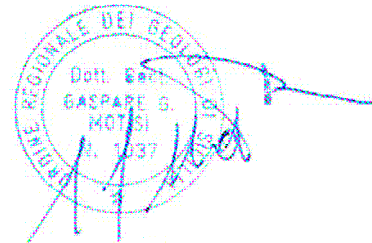
I terreni di fondazione, ovvero l'area sud est del piazzale individuato per la realizzazione del palazzetto, presentano valori di consistenza che aumentano generalmente con la profondità; si riconosce comunque uno strato superficiale di alterazione che raggiunge mediamente profondità comprese fra i 3 e i 5 metri caratterizzato da valori geotecnici scadenti seguito in profondità da un substrato maggiormente consistente.

Il sito indagato ed i terreni costituenti il sottosuolo, per le loro caratteristiche litostratigrafiche e idrauliche, sono esenti da rischi di instabilità e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di evento sismico.

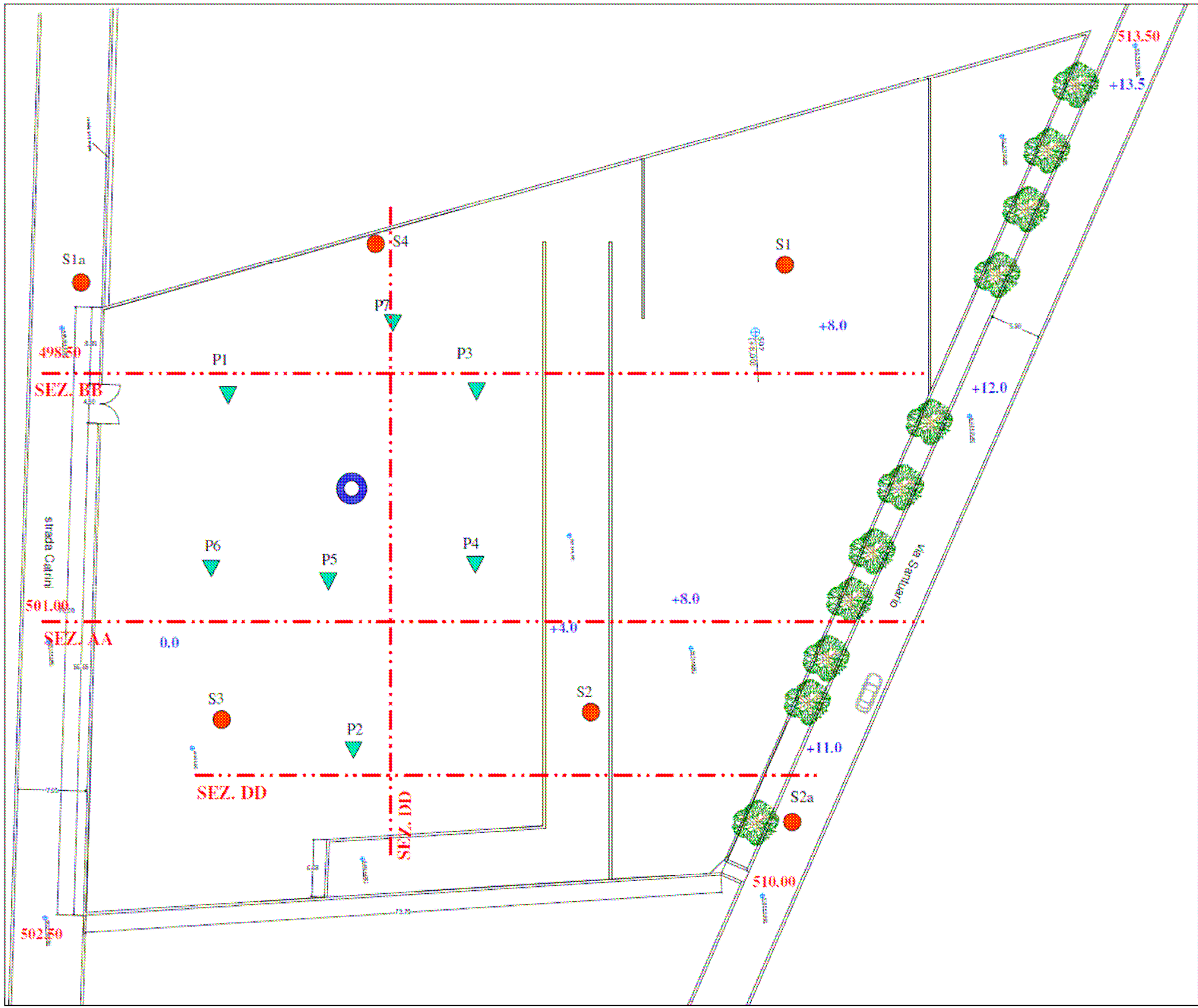
Con riferimento al D.M. 17/01/2018 il sottosuolo è classificabile come suolo di **tipo B** ovvero *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s."* mentre, per quanto riguarda il parametro relativo all'influenza topografica, il sito rientra nella categoria **T1**.

Castellammare del Golfo 21/06/2019

IL GEOLOGO

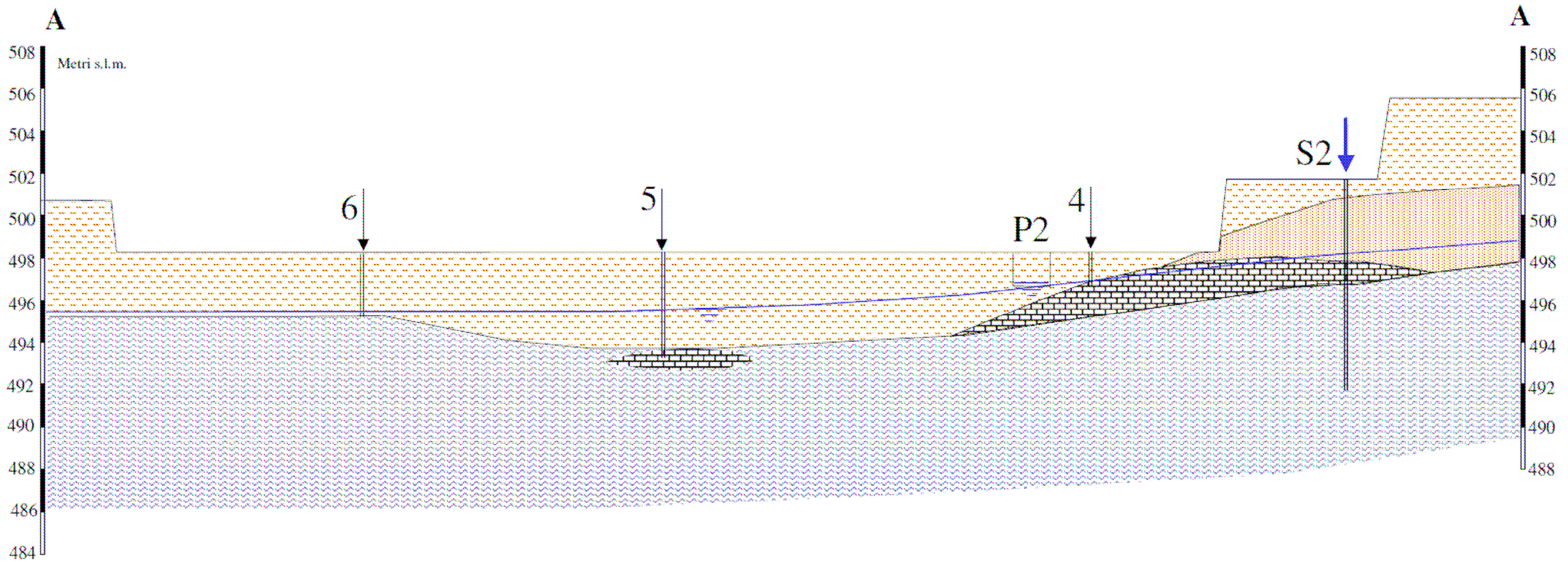


PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEI SONDAGGI



LEGENDA:





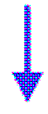

- ▼ PROVA PENETROMETRICA DPM
- SONDAGGIO A C.C. ESEGUITO IN PRECEDENZA
- SONDAGGIO SISMICO PASSIVO HVSR
- +11.0 QUOTE RELATIVE
- 501.00 QUOTE ASSOLUTE
- - - TRACCE SEZIONI LITOTECNICHE

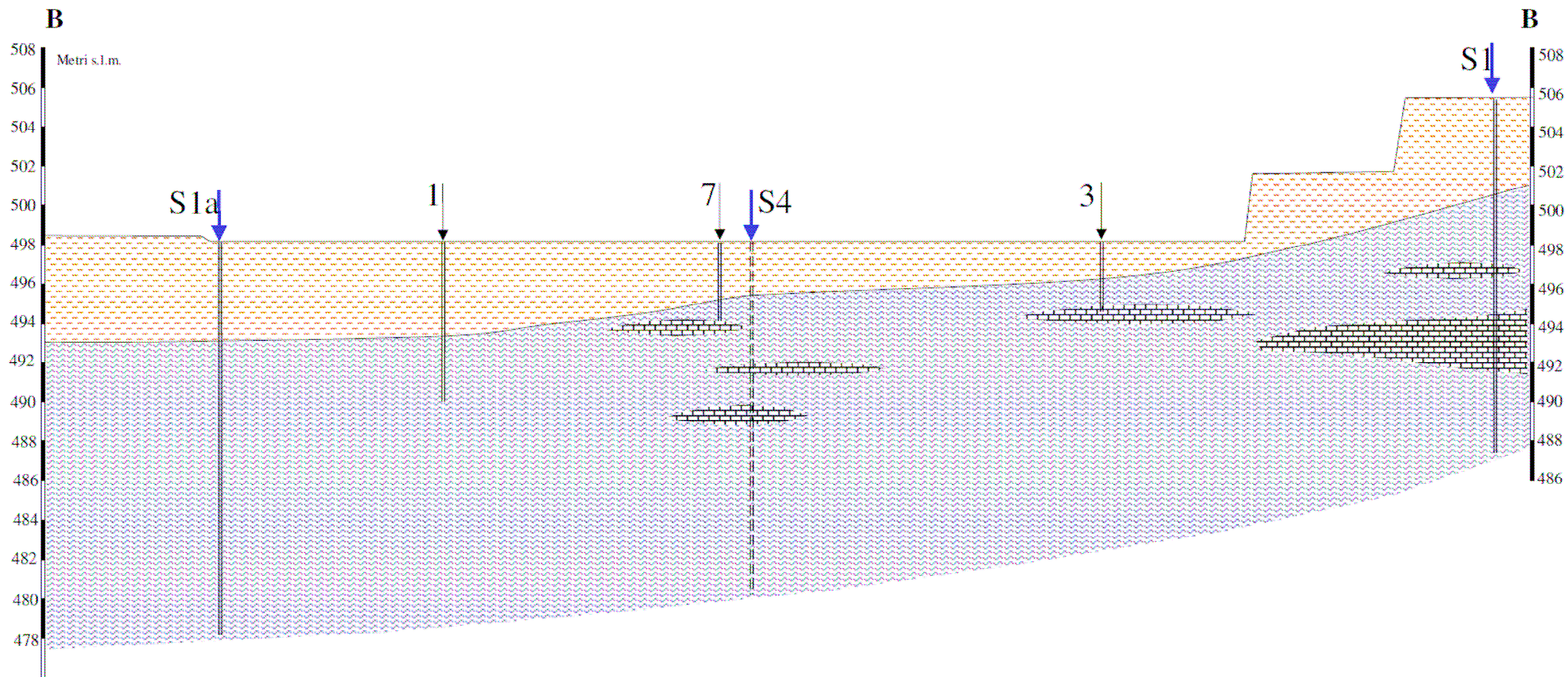


SEZIONE LITOTECNICA

Scala 1: 200

Legenda


| | | | |
|--|---|---|---|
| <p> Argille limose alterate di colore giallastro, gessose e leggermente marnose, di media plasticità e di bassa consistenza. Contengono grossi trovanti calcarei</p> <p>$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$</p> <p>$\varphi' = 20^\circ$</p> <p>$c' = 0,5 \text{ t/m}^2$</p> <p>$c_u = 4,0 \text{ t/m}^2$</p> | <p> Argille gessose e marnose di colore grigio bluastro, limose e leggermente sabbiose, a struttura scagliettata, di media plasticità e consistenza, con trovanti gessosi e banconi di gesso alabastrino e selenitico</p> <p>$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$</p> <p>$\varphi' = 20^\circ$</p> <p>$c' = 2,5 \text{ t/m}^2$</p> <p>$c_u = 12,0 \text{ t/m}^2$</p> | <p> Sabbia con limo giallastra medio densa</p> <p>$\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$</p> <p>$\varphi' = 28^\circ$</p> <p>$c' = 0,0 \text{ t/m}^2$</p> | <p> 1 ↓ Prova penetrometrica dinamica DPM</p> <p> ↓ Perforazione a carotaggio continuo</p> <p> Scavo geognostico</p> |
|--|---|---|---|



SEZIONE LITOTECNICA

Scala 1: 200

Legenda


 Argille limose alterate di colore giallastro, gessose e leggermente marnose, di media plasticità e di bassa consistenza. Contengono grossi trovanti calcarei

$$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\varphi' = 20^\circ$$

$$c' = 0,5 \text{ t/m}^2$$

$$c_u = 4,0 \text{ t/m}^2$$


 Argille gessose e marnose di colore grigio bluastro, limose e leggermente sabbiose, a struttura scagliettata, di media plasticità e consistenza, con trovanti gessosi e banconi di gesso alabastrino e selenitico


$$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$$

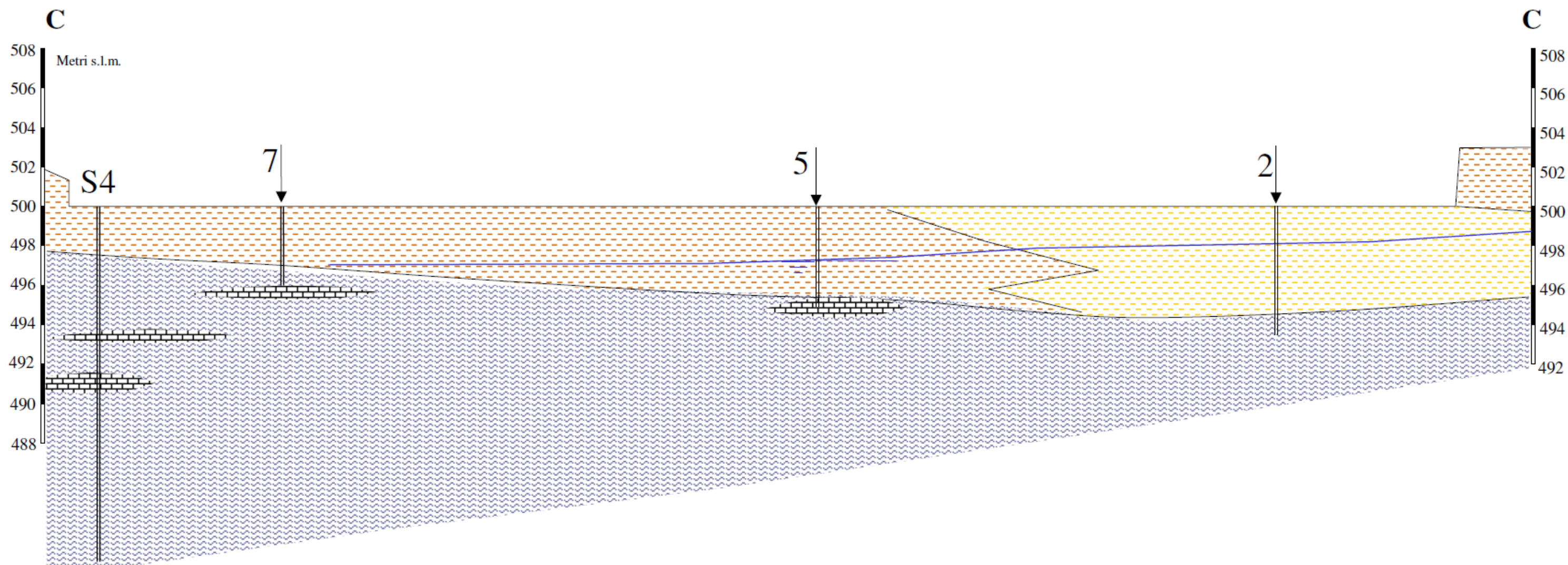
$$\varphi' = 20^\circ$$

$$c' = 2,5 \text{ t/m}^2$$

$$c_u = 12,0 \text{ t/m}^2$$

 Prova penetrometrica dinamica DPM


 Perforazione a carotaggio continuo



SEZIONE LITOTECNICA

Scala 1: 200

Legenda


 Argille limose alterate di colore giallastro, gessose e leggermente marnose, di media plasticità e di bassa consistenza. Contengono grossi trovanti calcarei

$$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\varphi' = 20^\circ$$

$$c' = 0,5 \text{ t/m}^2$$

$$c_u = 4,0 \text{ t/m}^2$$


 Argille gessose e marnose di colore grigio bluastro, limose e leggermente sabbiose, a struttura scagliettata, di media plasticità e consistenza, con trovanti gessosi e banconi di gesso alabastrino e selenitico

$$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$$

$$\varphi' = 20^\circ$$

$$c' = 2,5 \text{ t/m}^2$$

$$c_u = 12,0 \text{ t/m}^2$$

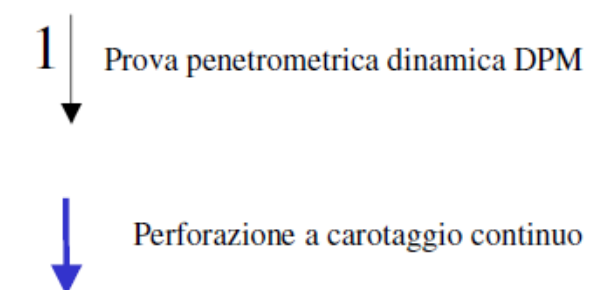
 Limo con argilla sabbiosa di bassa consistenza

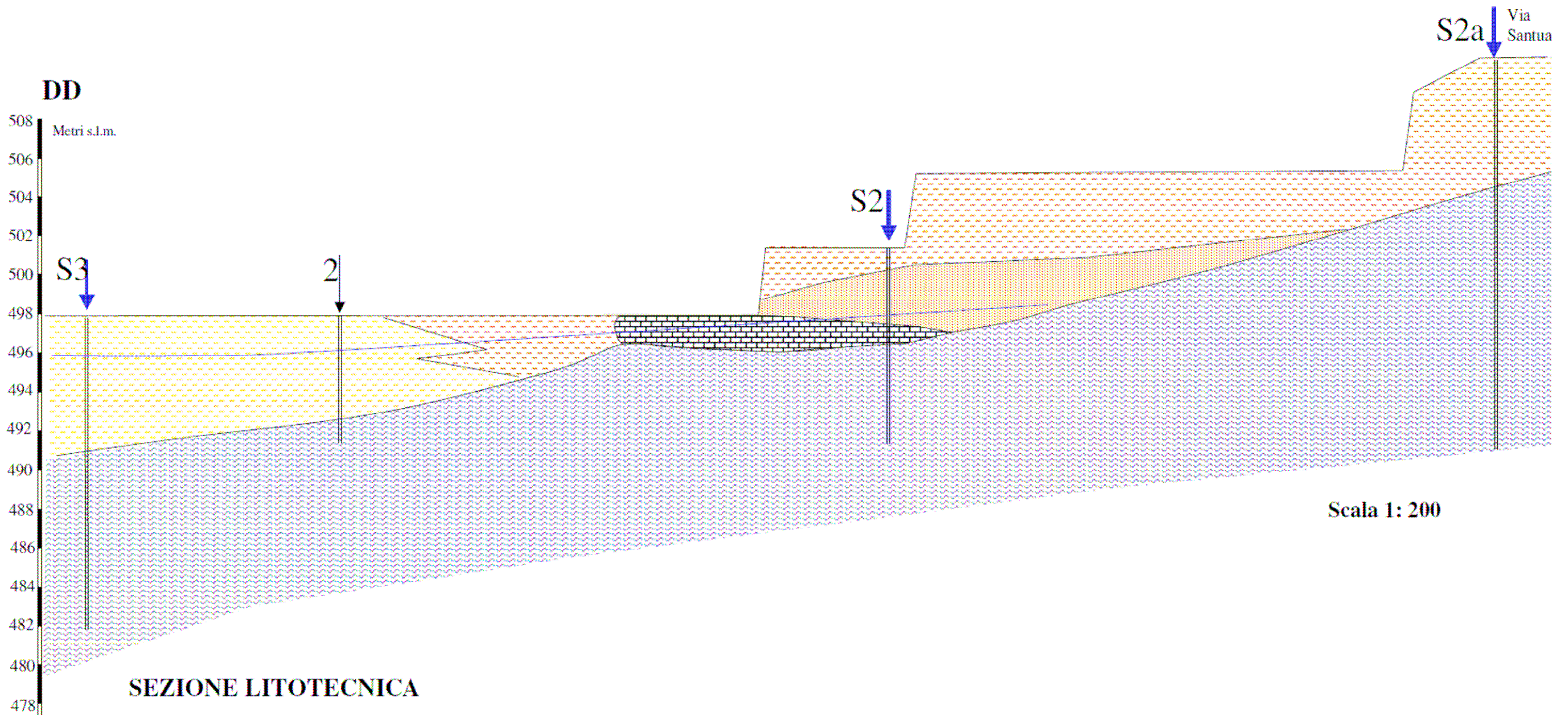
$$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\varphi' = 20^\circ$$

$$c' = 0 \text{ t/m}^2$$

$$c_u = 8,3 \text{ t/m}^2$$









Scala 1: 200

SEZIONE LITOTECNICA

Legenda

- | | |
|---|---|
| <p> Argille limose alterate di colore giallastro, gessose e leggermente marnose, di media plasticità e di bassa consistenza. Contengono grossi trovanti calcarei</p> <p>$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 20^\circ$ $c' = 0,5 \text{ t/m}^2$ $c_u = 4,0 \text{ t/m}^2$</p> | <p> Argille gessose e marnose di colore grigio bluastro, limose e leggermente sabbiose, a struttura scagliettata, di media plasticità e consistenza, con trovanti gessosi e banconi di gesso alabastrino e selenitico</p> <p>$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 20^\circ$ $c' = 2,5 \text{ t/m}^2$ $c_u = 12,0 \text{ t/m}^2$</p> |
| <p> Limo con argilla sabbiosa di bassa consistenza</p> <p>$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 20^\circ$ $c' = 0 \text{ t/m}^2$ $c_u = 8,3 \text{ t/m}^2$</p> | <p> Sabbia con limo giallastro medio densa</p> <p>$\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 28^\circ$ $c' = 0,0 \text{ t/m}^2$</p> |

- 1 ↓ Prova penetrometrica dinamica DPM
- ↓ Perforazione a carotaggio continuo