



COMUNE DI SELARGIUS

24 LUG 2015

Prot. 25009 Cat.

COMUNE DI SELARGIUS

Provincia di Cagliari

Progetto di ampliamento del Cimitero Comunale



Studio Geologico Geotecnico Idrogeologico e Caratterizzazione sismica

Cagliari, Luglio 2015



[Handwritten signature]



Servizi Geotecnici s.a.s.

Sede : Via Libeccio 32 - 09126 Cagliari ☎ 070/371705

Laboratorio Geotecnico : Via Di Vittorio Lottizzazione ex Fornaci Usai 09028 Sestu (CA)

e-mail info@servizigeotecnici.com

www.servizigeotecnici.com

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA

Associazione Italiana Consulenti Ambientali

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
SEZIONE A
N. 85 Dott. Geol. ALESSANDRO MELIS

Comune di Selargius
Provincia di Cagliari

Progetto di ampliamento del Cimitero di Selargius

Progetto definitivo esecutivo

Studio idrogeologico e geologico tecnico

Premessa

Nell'ambito del progetto di ampliamento del cimitero di Selargius è stato eseguito uno studio idrogeologico e geologico geotecnico di dettaglio, finalizzato alla verifica della situazione presente in corrispondenza dell'area dove è previsto l'ampliamento in progetto.

Il presente lavoro definisce i parametri idrogeologici e geologico-geotecnici a corredo della documentazione tecnico/progettuale per l'intervento in progetto.

Nel presente studio sono illustrate le caratteristiche idrogeologiche, geologiche, geomorfologiche e geotecniche dei terreni, con particolare attenzione alle problematiche indotte dalla realizzazione dell'intervento in oggetto.

Normativa di riferimento

Finalità dello studio è stata quella di accertare l'idoneità del sito alla realizzazione dell'intervento previsto, in osservanza alla seguente normativa di riferimento:

Comune di Selargius
Provincia di Cagliari

Progetto di ampliamento del Cimitero di Selargius

Studio geologico geotecnico idrogeologico e caratterizzazione sismica

Premessa

Nell'ambito del progetto di ampliamento del cimitero di Selargius è stato eseguito uno studio geologico, geotecnico, idrogeologico e di caratterizzazione sismica di dettaglio, finalizzato alla verifica della situazione presente in corrispondenza dell'area dove è previsto l'ampliamento in progetto.

Il presente lavoro definisce i parametri idrogeologici e geologico-geotecnici a corredo della documentazione tecnico/progettuale per l'intervento in progetto.

Nel presente studio sono illustrate le caratteristiche idrogeologiche, geologiche, geomorfologiche e geotecniche dei terreni, con particolare attenzione alle problematiche indotte dalla realizzazione dell'intervento in oggetto.

Normativa di riferimento

Finalità dello studio è stata quella di accertare l'idoneità del sito alla realizzazione dell'intervento previsto, in osservanza alla seguente normativa di riferimento:

D.P.R. n.285 del 10 settembre 1990,
Approvazione del regolamento di polizia mortuaria

D.M. LL.PP. del 11/03/1988

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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Norme Tecniche per le Costruzioni

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Ordinanza P.C.M. n. 3341 del 3.5.2005

Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

Circolare n. 617 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009

Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

P.A.I. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Regione Autonoma della Sardegna

Norme di attuazione del P.A.I.

Regione Autonoma della Sardegna

Circolare 9 Gennaio 1996, n. 218/24/3 Ministero dei Lavori Pubblici

Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica

Inquadramento geografico

Il settore studiato insiste nel territorio Comunale di Selargius e più nel dettaglio in un'area compresa nel settore settentrionale del centro abitato.

L'area risulta compresa nel Foglio N°557 110 "Selargius" della Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1 : 10000.



Delimitazione area cimiteriale esistente e ampliamento su base catastale

Inquadramento geologico e geologico strutturale

Dal punto di vista geologico l'assetto dell'area è legato all'evoluzione paleogeografica del settore, la cui origine è conseguente agli eventi sedimentari Miocenici e tettonici legati all'origine della "Fossa del Campidano".

I terreni presenti nell'area studiata hanno caratteristiche limitatamente variabili.

L'area vasta è dominata da depositi Quaternari e dalla presenza di numerosi stagni e paludi dalle quali spiccano le colline di Cagliari.

Sostanzialmente il settore si presenta pianeggiante, ricco di stagni e di lagune, su cui spiccano colline (100 - 120 m) costituite da coperture Mioceniche. Altre colline, più basse, si rinvengono nell'entroterra, spesso ricoperte da sottili depositi alluvionali antichi del Pleistocene.

I terreni e le rocce presenti hanno avuto origine da una sedimentazione marina a carattere trasgressivo di mare poco profondo, che ha colmato la "fossa sarda" Oligo-Miocenica.

L'intero settore successivamente, durante il Plio-Quaternario, è stato interessato da eventi neotettonici con andamento NW-SE, che hanno dato origine ad un horst, rappresentato dalle colline di Cagliari e causato un basculamento verso ovest della seguente successione di unità litostratigrafiche.

Il settore risulta caratterizzato dalle seguenti formazioni (dal basso verso l'alto):

- La formazione delle Marne di Gesturi (Miocene), costituite da marne argillose di colore grigio e giallo ben stratificate. I principali affioramenti, di questa formazione, sono visibili nei rilievi collinari a nord e ad est della città di Quartu S. Elena, tra gli abitati di Sestu, Monserrato, Settimo S. Pietro, Maracalagonis, costeggiando lo stagno di Simbirizzi per arrivare fino alla costa.
- Seguono le Arenarie di Pirri (Miocene), tipici sedimenti di ambiente litorale passanti localmente a termini più conglomeratici verso est. Si tratta di una serie arenaceo-sabbiosa con una scarsa presenza di microfauna, ma di età riferibile al Serravalliano per la presenza di forme bentoniche. Il contatto con le marne sottostanti è netto e visibile, in particolare nelle cave di

argilla nel territorio di Quartu S.Elena. I maggiori affioramenti li troviamo dall'entroterra di Quartu S.E., fino al Golfo di Cagliari, ed in particolar modo tra gli abitati di Pirri (da cui queste arenarie prendono il nome) e a SW di Monserrato;

- Sovrastanti le arenarie di Pirri, esclusivamente nelle colline di Cagliari, affiora un complesso prevalentemente carbonatico, costituito alla base da calcare marnoso-arenaceo tenero, denominato "Pietra Cantone" (Tortoniano). In continuità stratigrafica si rinviene un calcare granuloso detto "Tramezzario", chiude la serie un calcare organogeno chiamato "Pietra Forte" (Tortoniano- Messiniano). Le tre unità litostratigrafiche sopra descritte appartengono alla Formazione del calcare di Cagliari, MIOCENE.

A partire dal Miocene superiore si ha un'intensa fase erosiva legata ad una nuova generalizzata regressione marina del Messiniano" responsabile, nel settore di interesse, dello smantellamento dei sedimenti Serravalliano-Tortoniani ancora presenti nelle colline di Cagliari.

Durante il Plio-Pleistocene, la Sardegna viene interessata da una tettonica distensiva con manifestazioni di un sistema di faglie per lo più dirette che spesso ricalcano le vecchie fratture tardo erciniche. In quest'arco di tempo si hanno strutture a horst e graben con lo sviluppo, all'interno della fossa sarda, del graben del Campidano esteso dal golfo di Cagliari a quello di Oristano.

Parte del territorio attraversa un periodo di subsidenza attiva, in cui la fossa del Campidano di Quartu è alimentata dai settori meno stabili rappresentati dalle colline meridionali del Sarrabus e da quelle di Cagliari.

In corrispondenza delle zone più subsidenti, nel Pliocene inferiore, si ha una trasgressione localizzata, che porta alla deposizione di sedimenti marini come quelli ritrovati in alcuni sondaggi nel sottosuolo dell'area urbana di Quartu S. Elena.

Se si escludono i depositi costieri attribuibili al "Tirreniano", la serie Quaternaria affiorante in tutto il settore inizia con depositi appartenenti al Subsistema di Portoscuso. Si tratta di depositi del Pleistocene sup. di età post-Tirreniana, costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate.

A seguire i depositi Olocenici costituiti da sedimenti alluvionali e costieri che hanno contraddistinto sia le dinamiche attuali che quelle passate.

I primi sedimenti cronologicamente presenti sono costituiti dai Depositi di spiaggia e dai cordoni litorali antichi, che fanno da contorno al bacino studiato.

Tali sedimenti sono rappresentati da ghiaie sabbiose medio-grossolane affioranti con uno spessore superiore ai 10 m presso il cordone di Is Arenas.

A questi sedimenti costieri seguono i Depositi alluvionali terrazzati, costituiti da ghiaie grossolane e sabbie prevalenti.

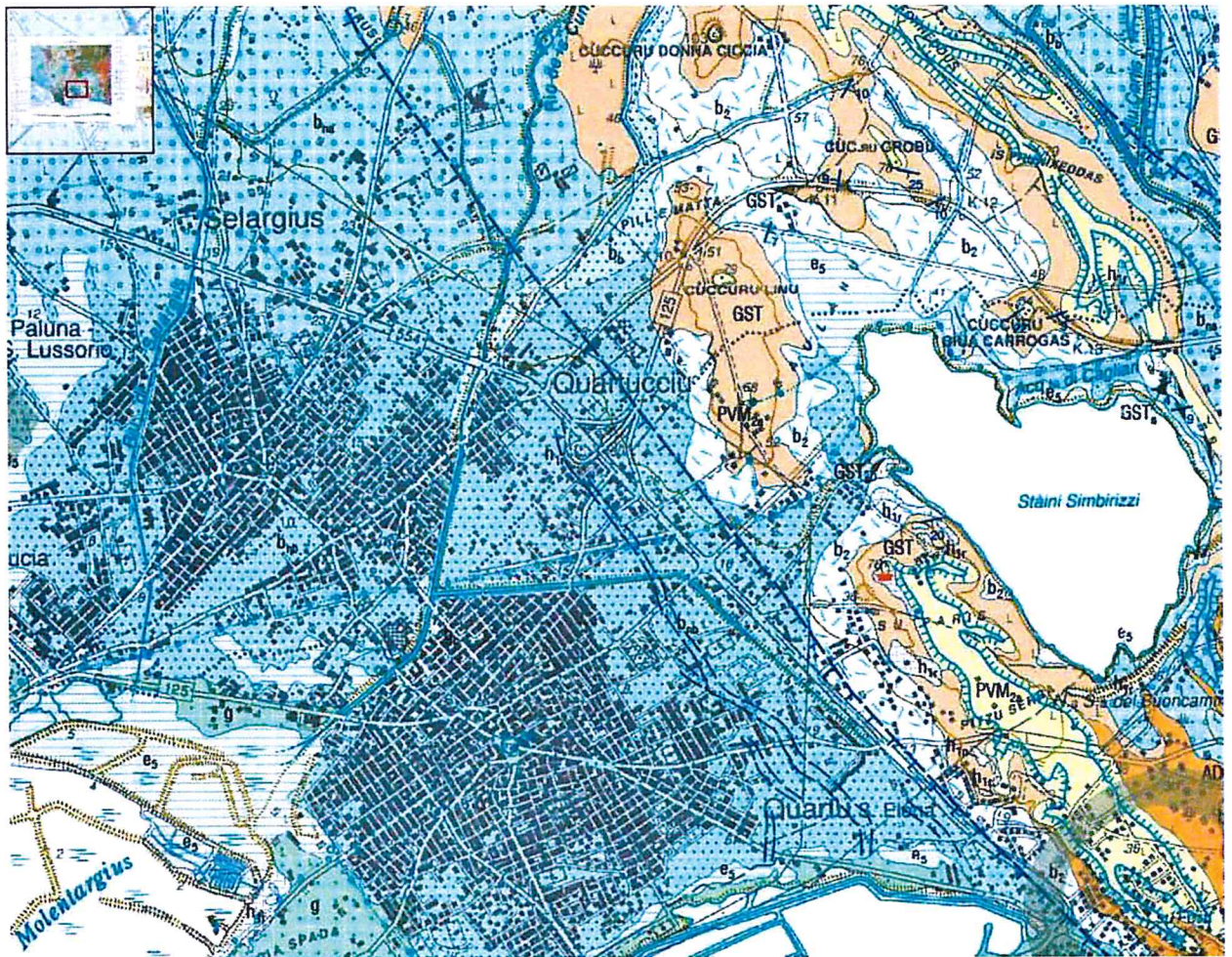
I depositi di versante e coltri eluvio-colluviali si rinvengono rispettivamente a nord dell'abitato di Sinnai, nelle valli dei Rii Sa Cracuraxius e Sa Grutta e nelle vicinanze dei depositi marnosi miocenici, oltre la SS 554, ad est di Quartu S.Elena, Quartucciu e sopra lo stagno Simbirizzi.

Sono presenti inoltre, dei depositi palustri, costituiti da argille limose grigio-verdastre con abbondante frazione organica e frammenti di molluschi marini e lagunari situati presso lo stagno di Molentargius, dei depositi alluvionali come quelli presenti presso il Riu di S.Giovanni a Selargius e depositi a causa di eventi idrometeorici eccezionali, che riattivano le possibili dinamiche alluvionali e dei depositi antropici di età chiaramente olocenica.

Inquadramento Geologico locale

Nell'area in esame affiorano, quando non obliterate da riporti di natura antropica, i depositi Olocenici principalmente costituiti da formazioni limoso argillose con subordinate sabbie, di colore da grigio a marrone, di media consistenza.

Si rinvengono inoltre altri depositi di origine continentale costituiti da alluvioni anch'esse a frazione prevalentemente limosa e limoso-sabbiosa, talora con noduli e incrostazioni carbonatiche biancastre più o meno compatti.

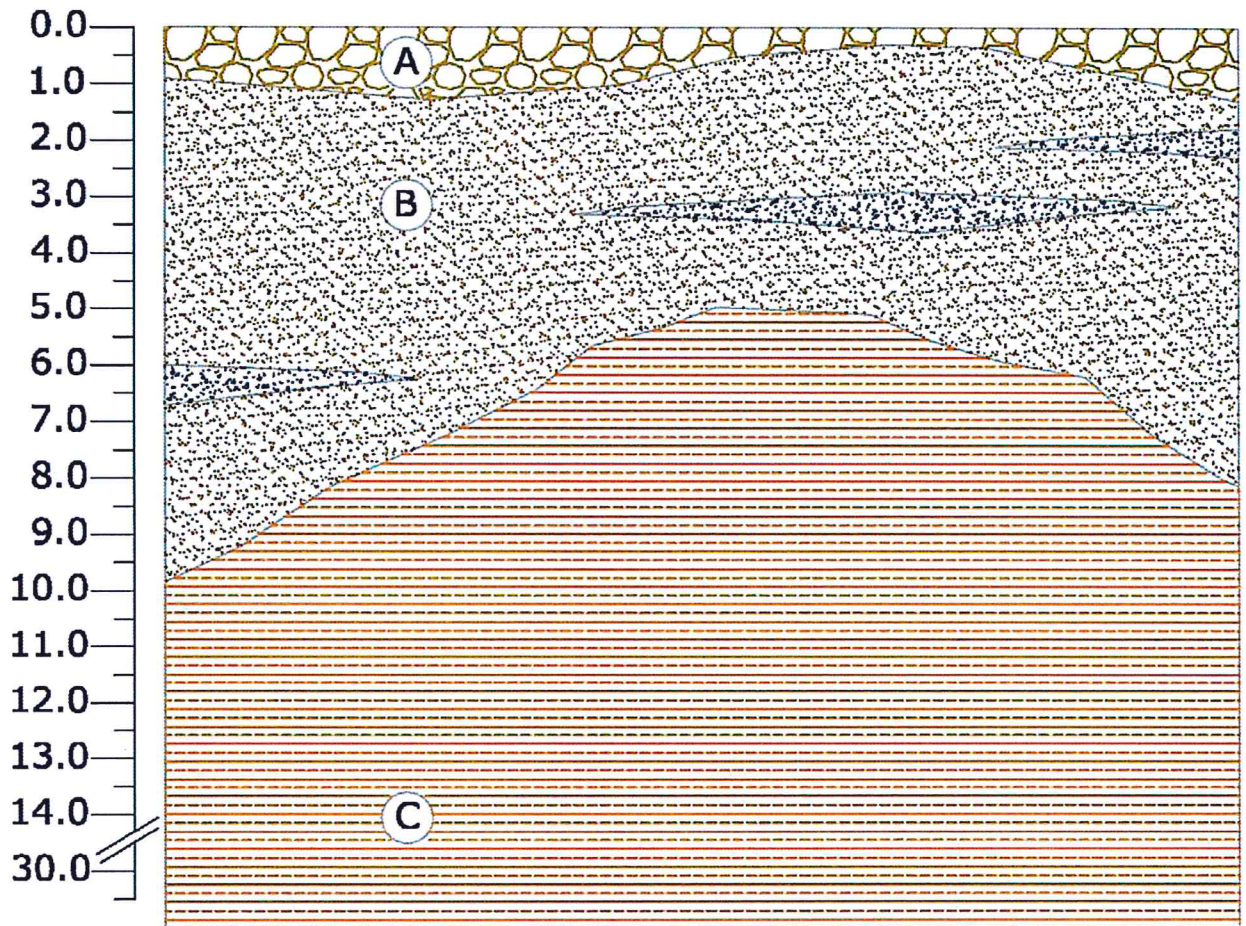


Geologia Area di Selargius - Quartu S.E.- Quartucciu
(Foglio Cagliari Carta Geologica d'Italia 1 : 50.000)

Al di sotto si rinviene la formazione marnosa in facies semilitoide anche se parzialmente alterata principalmente nei livelli superficiale.

Si tratta di marne arenacee e siltiti di colore variabile da giallastro a grigio, con rare intercalazioni francamente arenacee.

MODELLO GEOLOGICO



LEGENDA

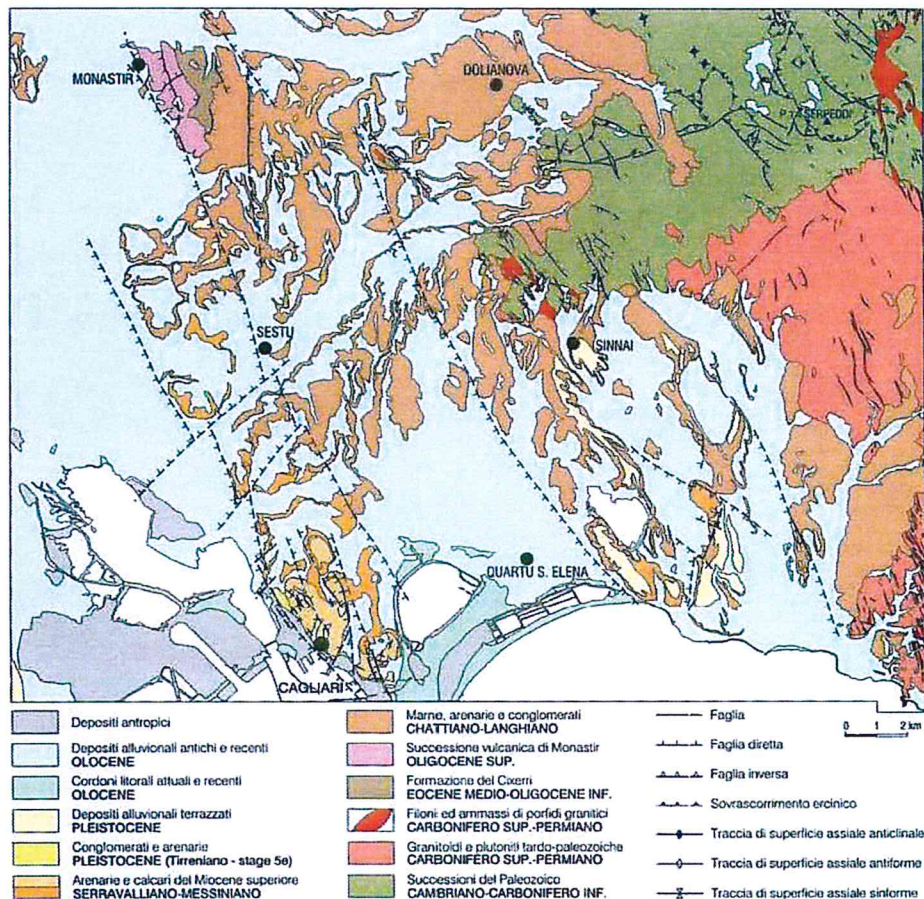
A	Terreno di riporto
B	Limi sabbiosi e sabbie limose con intercalazioni ghiaiose
C	Marne siltitiche e arenacee

Assetto strutturale

Le colline della Città di Cagliari rappresentano dei pilastri tettonici composti rimasti emersi dal Campidano di Cagliari, che rappresenta la parte più depressa della fossa tettonica, colmata nella parte settentrionale da depositi sedimentari e da potenti formazioni vulcaniche.

Tali pilastri risultano suddivisi in blocchi secondari per effetto delle diverse fratture che hanno smembrato tutta la serie del Miocene di Cagliari.

Per quanto riguarda gli scopi del lavoro e data la natura dei terreni presenti in corrispondenza dell'area di sedime delle opere in progetto, l'assetto strutturale dell'area è da considerare ininfluenza.



Schema tettonico (Foglio Cagliari Carta Geologica d'Italia 1 : 50.000)

Inquadramento Geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico i tratti salienti dell'area sono riconducibili alle formazioni presenti.

La conca orientale cagliaritano è il risultato della colmata della fossa tettonica Terziaria operata dalle alluvioni antiche e recenti dei corsi d'acqua discendenti dalle pendici dei rilievi che ne formano le quinte.

Il territorio urbano di Monserrato, posto tra il piede del sistema collinare Terziario e l'ex stagno di Pauli e lo Stagno di Molentargius, in corrispondenza di alcuni rii che discendevano da tale versante, presenta deboli pendenze e dislivelli poco significativi, è caratterizzato da forme piatte, poco articolate, talora depresse.

Nel complesso l'intero territorio comunale denota una modesta articolazione di forme e paesaggi.

I processi morfogenetici più significativi sono quelli fluviali e di dilavamento, nonché quelli relativi all'attività antropica.

Il modesto reticolo idrografico, a carattere prevalentemente stagionale, è caratterizzato da valli poco incise.

Ad est dell'area in esame si rileva il Rio Saliu che scorre in direzione N-S per sfociare nello stagno di Molentargius dopo aver attraversato i centri abitati di Monserrato e Selargius.

Inquadramento Idrogeologico

A caratterizzare l'idrogeologia del settore contribuiscono gli Stagni del Simbirizzi e di Molentargius impostati sul sistema di fosse tettoniche.

Gli stagni di cui sopra sono localizzati nel settore Orientale e Meridionale del centro abitato.

Nella piana la falda freatica ha come acquifero la porzione sommitale della successione arenaceo-marnosa miocenica e parte della sovrastante copertura alluvionale Quaternaria. Si tratta di una falda con potenzialità ridotta; lo strato saturo è potente in media 2 m e l'acqua spesso presenta tenori di salinità elevati con residuo fisso intorno a 5 g/l. Una zona di alimentazione si individua lungo gli alvei del S. Giovanni .

Nell'area più a meridione dello stesso territorio (Monserrato, Selargius) l'acquifero è costituito dalle sabbie conglomeratiche del Quaternario marino che, dotate di buona permeabilità, permettono migliori portate nei pozzi grazie anche ad una maggiore potenza della falda (5 m circa). La soggiacenza è compresa tra 5 e 10 m ed i gradienti idraulici rilevati vanno dallo 0,38 al 3%.

Le caratteristiche morfologiche e litologiche dei terreni affioranti influenzano le forme del drenaggio superficiale.

La permeabilità dei suoli è riconducibile principalmente ad una permeabilità primaria per porosità (medio bassa) , tipica dei depositi alluvionali e sabbiosi oltre che della maggior parte dei litotipi incoerenti.

Dalle indagini risulta una modesta falda contenuta entro la formazione superficiale e localizzata a circa 6.0 m dal p.c.

Si ritiene che lo specchio freatico possa subire modeste oscillazioni legate principalmente all'alternarsi tra la stagione secca e quella piovosa.

Praticamente sterile risulta la formazione marnosa di base.

Trattandosi di una area intensamente urbanizzata non si rileva la presenza di pozzi e derivazioni per uso acquedottistico.

Relativamente ai pozzi privati, non disponendo di un quadro preciso della situazione, si ritiene comunque che per numero e potenzialità siano del tutto trascurabili.

Caratteri climatici

L'area in esame ricade nella Sardegna meridionale, e mostra caratteristiche topografiche, pluviometriche e termometriche riferibili ad un'unica grande macroarea costituita dal Campidano meridionale ed in particolare dal sistema dell'hinterland cagliaritano, caratterizzato da un clima leggermente differenziato dal sistema dell'anfiteatro circostante l'intero golfo.

L'area mostra caratteri orografici omogenei comuni. Questa omogeneità determina possibili correlazioni con le informazioni provenienti da una grande serie di stazioni meteorologiche vicine.

Per poter quindi delineare i caratteri climatici dell'area vengono quindi analizzati e descritti i principali parametri meteorologici: temperatura, piovosità e ventosità.

In assenza di stazioni di rilevamento ubicate nell'area di pertinenza sono stati utilizzati i dati relativi alle principali stazioni meteo della Sardegna, con caratteri orografici e di esposizione il più possibile vicini a quelli dell'area in esame.

Il settore in esame si trova al margine della Pianura del Campidano e ricade nella fascia climatica del tipo di clima subtropicale.

I dati riguardanti le piovosità sono stati ricavati direttamente dalla stazione di Cagliari del Servizio Idrografico, relativi ad un arco temporale di 70 anni (1922-92) per i dati pluviometrici e termometrici.

La piovosità massima totale annua verificatasi, ottenuta per interpolazioni dei dati delle stazioni circostanti, dovrebbe aggirarsi sui 900 mm/anno. Le altezze medie annue di pioggia si aggirano su valori prossimi ai 460 mm.

La media annua dei giorni piovosi è compresa tra i 50 ed i 60 giorni.

Le precipitazioni sono concentrate nel periodo metà autunno-inverno, mentre il periodo fine primavera-estate è caratterizzato da un'accentuata aridità. Il bilancio idrico secondo Thorntwaite produce un deficit idrico fra i mesi di maggio ed ottobre.

Nell'area in esame non sono presenti stazioni termometriche per cui i valori

medi della temperatura sono stati estrapolati dalle stazioni di misura di tale parametro più vicine e con caratteri orografici più simili a quelli in oggetto.

La stazione termometrica più vicina con una serie storica sufficiente e con caratteri di altimetria simili è rappresentata dalla stazione del Servizio Idrografico di Cagliari.

Dall'elaborazione ed analisi dei dati acquisiti è stato desunto il regime termico dell'area. Esso è caratterizzato da valori di temperatura media diurna compresi tra i 16.5 °C ed i 17 °C.

Le temperature medie massime diurne variano tra i 22 e i 16 °C.

Le temperature minime diurne, che si registrano generalmente durante la stagione invernale, ed in particolare nel mese di gennaio e più raramente in quello di febbraio, mostrano valori compresi tra i 7 ed i 13 °C.

Le temperature più basse, dell'ordine di 6-8 °C, si registrano nel settore sommitale dei rilievi.

Le escursioni termiche diurne sono generalmente comprese tra i 10 ed i 12 °C per tutta l'area.

Mediamente nell'arco di un anno si riscontrano da 8 a 10 giorni di gelo notturno.

L'umidità relativa mostra nell'area in esame valori medi compresi tra 65% ed il 70%. L'andamento di questo parametro non è costante nel tempo ma si riscontrano variazioni stagionali. In inverno i valori raggiungono circa l'80%, in primavera diminuiscono gradualmente per raggiungere il minimo annuale, di circa 55% di umidità relativa, che si registra durante l'estate. In autunno si ha una graduale e costanza crescita dei valori che di nuovo raggiungono il massimo durante l'inverno.

I giorni sereni, con nuvolosità minore di 3/10 di cielo coperto sono 145 all'anno, i giorni nuvolosi, con nuvolosità compresa tra i 3/10 ed i 7/10 di cielo coperto sono di media 101 all'anno, i giorni coperti, con nuvolosità maggiore di 7/10 sono in media 124 giorni all'anno.

La media annua della pressione atmosferica è compresa tra 1010,1 millibar e 1015,1 millibar, corretti al livello del mare con variazioni stagionali anche elevate comprese tra 945,5 millibar nel periodo invernale e 949,1 millibar nel periodo estivo.

Per la caratterizzazione del regime anemometrico dell'area sono stati utilizzati i dati registrati nella stazione di Cagliari.

L'elaborazione ed analisi dei dati anemometrici suddetti mostrano una prevalenza dei venti provenienti da NO ed O.

I venti provenienti da NO spesso raggiungono e superano i 25 m/s di velocità al suolo. Tutti gli altri venti sono in relazione mediamente molto meno frequenti. L'area è quindi caratterizzata da una discreta ventosità ed in particolare ai venti del IV quadrante.

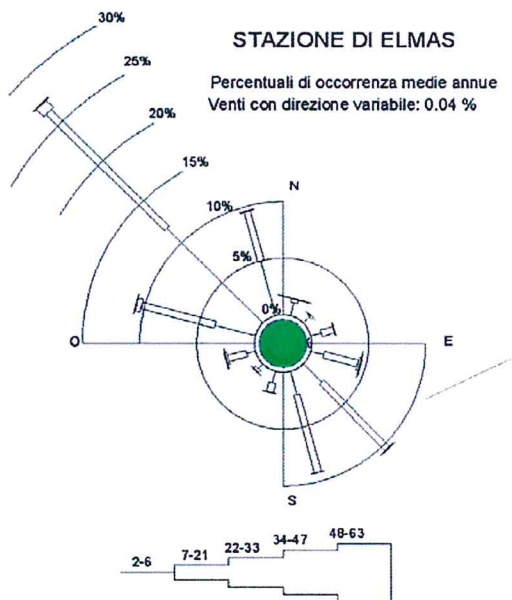


Diagramma azimutale dei venti- Stazione di Elmas

Caratterizzazione sismica

Il Decreto Ministeriale 14/01/08 "Nuove norme tecniche per la costruzione" fissa

i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e aggiorna le norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone.

L'art. 2 dell'Ordinanza OPCM 3274 del 2003 prevede che siano le Regioni, sulla base dei Criteri generali indicati dallo Stato, ad individuare, formare ed aggiornare l'elenco delle zone sismiche.

Le Zone Sismiche sono fissate in numero di quattro, in funzione di quattro valori significativi delle accelerazioni sismiche di progetto. La zona in esame, come tutta la Sardegna, appartiene alla Zona sismica 4.

Anche l'Ordinanza del 2006 (OPCM 3519) conferma per tutto il territorio Regionale Sardo, l'appartenenza alla Zona sismica 4.

Classificazione sismica (macrozonazione) dell'area interessata dalle opere

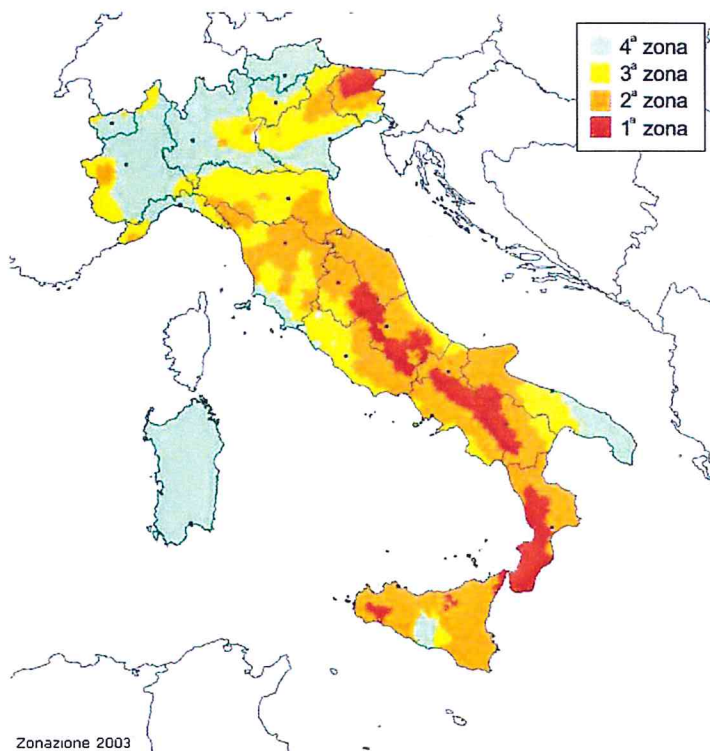
Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successivamente con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28.04.06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", sono state introdotte pertanto le classificazioni sismiche del territorio nazionale.

La 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 espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

Zona	Valore di a_g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

Tutti i comuni della Sardegna rientrano nella Zona Sismica 4 e pertanto l'opera in argomento è riferibile a tale Zona.



Definizione della categoria del suolo di fondazione (microzonazione) Stratigrafia dei terreni

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite, l'assetto litostratigrafico del sottosuolo interessato dalle opere è rappresentato da una successione sedimentaria da grossolana a medio fine, sormontata da una sottile copertura di terreni riportati artificialmente.

Categoria del suolo di fondazione

La normativa sismica vigente evidenzia, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidezza sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio V_{sh} all'interno delle coperture.

I valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito dovrebbero derivare da accurate indagini di risposta sismica locale: in mancanza di tali studi nelle Norme tecniche per le costruzioni si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidezza sismica, caratterizzate da velocità V_{s30} (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
Suolo A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} (velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio) superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m
Suolo B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
Suolo C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
Suolo D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
Suolo E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali caratterizzati da valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/sec.

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/sec
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

I terreni presenti nell'area studiata rientrano nella Categoria di sottosuolo "C".

Il parametro V_{s30} rappresenta la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità e risulta ricavabile dalla seguente espressione :

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

H_i = spessore (in m);

V_i = velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori;

N = numero di strati.

Il territorio in argomento e tutta la Sardegna, come sopra riportato, è classificato in Zona 4 come zona sismica di riferimento, caratterizzata da un valore a_g dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di superamento al 10% in 50 anni pari a $a_g = 0.05g$.

E' tuttavia importante sottolineare che le suddette valutazioni delle possibilità amplificative sono di tipo monodimensionale e non tengono conto delle

caratteristiche morfologiche dei siti, (valli strette, versanti acclivi, creste, cucuzzoli etc.) che possono invece indurre importanti effetti amplificativi, soprattutto a causa dei fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali ed una verticale

A seconda delle diverse categorie di suolo ed in ordine all'amplificazione stratigrafica sono da considerare i seguenti Coefficienti S_s e C_c

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T^*c)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T^*c)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T^*c)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T^*c)^{-0.40}$

I valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico per il calcolo delle azioni sismiche orizzontali secondo le Norme tecniche per le costruzioni sono quelli di seguito indicati :

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	S	T_B	T_C	T_D
A B C D E	1	0.05	0.15	1

dove S è il fattore amplificativo e T_B , T_C e T_D sono i tempi (durate) relativi ai vari tratti dello spettro di risposta corrispondente a ciascuna categoria di profilo stratigrafico.

Parametrizzazione sismica e Azione sismica

Sulla base delle considerazioni fin qui esposte e dalle indagini geognostiche eseguite è possibile definire i seguenti parametri sismici

PARAMETRI SISMICI DELLA STRUTTURA					
Classe d'uso	Vita Vn (anni)	Coeff. Uso (Cu)	Periodo Vr (anni) Vr = Vn x Cu	Categoria di suolo	Categoria Topografica
II	50	1.0	50	C	T1

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo (tipo C) sono stati presi in esame i risultati delle indagini geognostiche e più dettagliatamente i valori delle prove SPT.

Le NTC 2008 (§3.2) stabiliscono il principio per cui le azioni sismiche sulle costruzioni si stabiliscono in relazione alla pericolosità del sito definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag su roccia (suolo tipo A) e del corrispondente spettro di risposta elastico.

Per accelerazione massima attesa si intende il picco del segnale che ha una probabilità PVR di essere superato in un periodo di riferimento VR (ad esempio molti codici considerano la probabilità del 10% in 50 anni come riferimento per il progetto).

L'azione sismica, per il sito di edificazione e per la tipologia di costruzione definita (vita nominale, coefficiente d'uso), deve essere valutata relativamente allo Stato Limite da considerare.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate in tabella:

Stati Limite		PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Fissata la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR per ciascun Stato Limite considerato, va determinato il periodo di ritorno dell'evento sismico da considerare.

A tal fine si utilizza la seguente formula e la relativa tabella:

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -C_u V_N / \ln(1-P_{VR})$$

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	⁽²⁾ $30 \text{ anni} \leq T_R = 0.60 V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9.50 V_R$
	SLC	$T_R = 19.50 V_R \leq 2475 \text{ anni}^{(1)}$

Valori di T_R espressi in funzione di V_R

A seconda dei diversi stati limite si ottengono i seguenti tempi di ritorno T_R

Stati Limite		Tempi di ritorno T_R
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	$T_R = 60 \text{ anni}$
	SLD	$T_R = 100 \text{ anni}$
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 950 \text{ anni}$
	SLC	$T_R = 1950 \text{ anni}$

In assenza dei parametri spettrali per i diversi tempi di ritorno si assumono cautelativamente i seguenti valori :

Stati Limite		Tempi di ritorno T_R
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	$T_R = 72 \text{ anni}$
	SLD	$T_R = 101 \text{ anni}$
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 975 \text{ anni}$
	SLC	$T_R = 2475 \text{ anni}$

In corrispondenza dei diversi stati limite si riportano di seguito i valori dei parametri A_g , F_0 e T^*_C :

Stati limite		A_g	F_0	T^*_C	T_R
SLE	SLO	0.0274	2.70	0.303	72
	SLD	0.0314	2.73	0.307	101
SLU	SLV	0.0603	2.98	0.372	975
	SLC	0.0747	3.09	0.401	2475

Suscettibilità alla liquefazione

Dalle indagini geognostiche risulta che i materiali costituenti la colonna stratigrafica non rispondono a caratteristiche di suolo liquefacibile.

Il contesto stratigrafico, idrogeologico e sismico dell'area consente di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale (liquefazione) in occasione di eventi sismici.

Secondo le prescrizioni delle N.T.C., (Paragrafo 7.11.3.4.2), la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto gli eventi sismici attesi di magnitudo M risultano inferiori a 5.

I valori superiori a $0,1g$ si raggiungono per tempi di ritorno di 2475 anni corrispondenti allo stato limite ultimo SLC.

Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. Sardegna – Vincolistica

Nell'ambito della perimetrazione P.A.I., l'area in argomento non risulta insistere in aree a pericolosità e rischio idraulico e/o geomorfologico.

Il sito ricade nel Sub-Bacino n. 7 "Flumendosa Campidano Cixerri" del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna.

Indagini geognostiche

Per la caratterizzazione dei terreni di fondazione è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche che ha compreso :

- N.8 Sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo.
- N.8 Prove S.P.T. (Standard Penetration Test)

L'ubicazione è riportata nella allegata planimetria.

In corrispondenza dell'area interessata da progetto sono stati realizzati N.8 sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo per un totale di 40 m lineari. La numerazione seguita è stata dal numero S1 al numero S8, mentre l'ubicazione è riportata nella allegata planimetria.

Le stratigrafie e la documentazione fotografica allegate riassumono tutte le informazioni circa le variazioni litologiche e le quote di campionamento.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati dei campioni di terreno per le determinazioni di laboratorio.

Nella seguente tabella si riepilogano i campioni prelevati :

Sondaggio	Campione	Profondità (m da p.c.)
S1	C1	2.0-3.0
S2	C2	3.0-3.8
S3	C3	1.0-1.8
S4	C4	1.2-1.5
S4	C5	4.0-4.5
S5	C6	0.6-1.4
S6	C7	1.3-2.4
S7	C8	2.6-3.5
S8	C9	1.3-1.7
S8	C10	2.0-3.0

Prove Standard Penetration Test (S.P.T.)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite N.8 prove penetrometriche in foro (Standard Penetration Test) i cui risultati sono riportati nella tabella che segue:

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Numero dei colpi	N _{spt}
S1	1.50	8-11-13	24
S2	1.00	20-22-24	46
S3	1.30	15-18-21	39
S4	1.80	20-22-24	46
S5	1.60	15-13-12	25
S6	1.20	18-22-26	48
S7	1.30	15-19-23	42
S8	1.20	37-42-40	82

Analisi di Laboratorio e Prove in situ

Per la caratterizzazione fisico - meccanica dei terreni sono state eseguite le seguenti determinazioni di laboratorio :

N.4 Determinazioni granulometriche, Limiti di Atterberg e Proprietà indice

N.4 Prove di Taglio diretto

N.4 Prove Poctor

N.4 Prove CBR

Sono state eseguite inoltre N.4 prove di carico su piastra (diam 300 mm).

Nella seguente tabella si riepilogano i dati ottenuti, mentre negli elaborati specifici (Certificazioni e Rapporti di Prova) sono riportati tutti gli elementi di dettaglio.

Tabella riepilogativa - Prove di classificazione

Campione	Sondaggio N.	Profondità campionamento (m)	w (%)	Y (g/cm ³)	Classificazione CNR UNI	Gs (g/cm ³)	Limiti di Atterberg			Granulometria (Classificazione AGI)			
							L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
C1	S1	-2,0 ÷ -3,0	8,7	1,88	A6	2,55	35	19	16	7.3	45.4	47.5	15.1
C2	S2	-3,0 ÷ -3,8			A2-4		24	15	9	51.8	24.3	23.9	
C3	S3	-1,0 ÷ -1,8		1,68									
C6	S5	-0,6 ÷ -1,4	9,3	1,63	A6	2,57	29	15	14	1,0	49,1	52,4	15,1
C8	S7	-2,6 ÷ -3,5			A2-4		27	18	9	37,6	32,8	29,5	
C9	S8	-1,3 ÷ -1,7		1,81									

Gs = Peso specifico dei grani

γ = Peso di volume naturale

w = contenuto naturale d'acqua

L.L. = Limite liquido

L.P. = Limite plastico

I.P. = Indice di plasticità

Tabella riepilogativa - Prove Meccaniche

Campione	Sondaggio	Profondità campionamento (m)	Prova di taglio diretto		Prova di costipamento (Proctor)		Indice di Portanza C.B.R.	
			φ (°)	C (KPa)	Densità max secca (g/cm ³)	Contenuto ottimo umidità (%)	% a 2.5 mm	% a 5.0 mm
C1	S1	-2,0 ÷ -3,0	24	35				
C2	S2	-3,0 ÷ -3,8			2.175	7.0		
C3	S3	-1,0 ÷ -1,8	22	15			10	12
C4	S4	-1,2 ÷ -1,5					30	28
C5	S4	-4,0 ÷ -4,5			2.046	9.2		
C6	S5	-2,0 ÷ -3,0	23.4	15				
C7	S6	-1,3 ÷ -2,4					10	12
C8	S7	-2,6 ÷ -3,5			2.161	7.0		
C9	S8	-1,3 ÷ -1,7	25	12			8	12
C10	S8	-2,0 ÷ -2,3			2.175	6.7		

Tabella riepilogativa - Prove di carico su piastra

Prova N.	Modulo di deformazione Md (N/mm ²)
1 in prossimità S4	25.2
2 in prossimità S5	27.3
3 in prossimità S6	22.7
4 in prossimità S8	24.8

Intervento in progetto

L'ampliamento del cimitero interesserà un'area di circa 13.700 mq situata sul lato NORD ed in continuità con il cimitero esistente. L'accesso al cimitero verrà garantito dagli ingressi principali esistenti (n. 2) posti lungo la via Roma.

L'ampliamento del cimitero comunale andrà a modificare la profondità delle fasce di rispetto cimiteriale decretate con Decreto Medico Provinciale di Cagliari prot. n. 5871 del 22.12.1959, e saranno pari a 50 metri anche sui lati NORD - EST e NORD - OVEST oltre ai lati SUD-EST e SUD-OVEST già decretati.

Il progetto prevede la realizzazione in loculi fuori terra o entro terra.

- Tumulazione fuori terra (colombari): Dovranno essere realizzati a più piani sovrapposti in numero non superiore a 4 nel rispetto dello schema tipologico allegato al progetto. Ogni loculo garantirà uno spazio libero per il diretto accesso al feretro, in modo da consentirne la collocazione o laterale, o frontale, per scorrimento.
- Tumulazione interrata: Nel cimitero è prevista la tipologia di costruzione di sepoltura con il sistema di tumulazione interrata a "tombe singole" o a "tombe di famiglia" nel rispetto dello schema tipologico allegato al progetto di piano. Il numero massimo consentito di tombe a terra non dovrà essere superiore a 3 con una profondità massima dello scavo rispetto al piano di calpestio di 2,50 metri. Nei settori in cui è consentita la tumulazione interrata è prevista la realizzazione di una viabilità di servizio avente larghezza di 2,50 metri, riservata al personale per le operazioni di estumulazioni. Le caratteristiche dimensionali dei loculi per le tombe a terra e di resistenza meccanica risultano le stesse richieste per i loculi fuori terra (colombari).

Il cimitero in ampliamento prevede la realizzazione di una viabilità principale per la circolazione pedonale e dei mezzi avente una larghezza non inferiore a metri 5,00.

Oltre alla viabilità principale il cimitero in ampliamento prevede la realizzazione di viabilità secondaria, corrente lungo la nuova recinzione, avente larghezza di almeno 3,00 metri.

Ogni settore del cimitero in ampliamento verrà delimitato da viabilità principale

e/o secondaria ovvero da sola viabilità secondaria con il quale garantire l'accesso pedonale ovvero dei mezzi di servizio.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

La modellazione geologica del sito ha consentito di descrivere le caratteristiche stratigrafiche, litologiche, strutturali, idrogeologiche e geomorfologiche del territorio.

Il lavoro eseguito ha permesso la determinazione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area, al fine di poter meglio indirizzare la soluzione progettuale delle strutture.

Sino alle profondità investigate non è stata rilevata la presenza della falda idrica, ma si ha ragione di ritenere che un modesto acquifero superficiale sia localizzato intorno ai 7.0 m dal p.c.

I caratteri fisico chimici, igrometrici, granulometrici e geomeccanici dei terreni presenti risultano favorevoli alla realizzazione dei blocchi loculi (colombari e ossari) e risultano altresì idonei al livello di inumazione (nel caso di inumazione a terra).

In relazione a quanto esposto si esprime parere favorevole alla realizzazione degli interventi di ampliamento del Cimitero in esame.

I sondaggi geognostici hanno evidenziato la presenza, al di sotto di una esigua copertura di terreno vegetale e terreno di riporto prevalentemente limoso (sino a circa 0.2-0.4 m dal p.c.), la presenza di terreni limoso sabbiosi e sabbioso limosi di consistenza variabile da consistente a molto consistente, come testimoniato dagli alti valori delle prove S.P.T. (Standard Penetration Test)

Si rileva la presenza di intercalazioni ghiaiose di spessore variabile, ma generalmente compresa entro 1.0 m.

In alcuni sondaggi (S6, S7 e S8) la formazione ghiaiosa si presenta in veri e

propri livelli di potenza superiore.

Le determinazioni granulometriche eseguite sui campioni prelevati durante i sondaggi geognostici evidenziano la granulometria media e medio fine dei terreni presenti, con percentuale sabbia compresa tra 23.9% e 52.4% (Classificazione AGI).

I valori dei Limiti di Atterberg hanno registrato parametri discreti, con Indice di Plasticità compreso tra 9 e 16, mentre le proprietà indice evidenziano un peso di volume compreso pari a 1.75 g/cm^3 .

Le prove di taglio diretto hanno evidenziato un valore medio di angolo di resistenza al taglio pari a 23.6° ed una coesione efficace pari a 19.25 KPa.

Anche le prove di costipamento (Proctor) evidenziano una certa uniformità di risultati con valore medio di densità massima secca pari 2.139 g/cm^3 e contenuto ottimo di umidità pari a 7.5%.

In relazione all'acquisizione dei parametri utili ai fini della realizzazione della viabilità sono state eseguite delle prove C.B.R. (California Bearing Ratio) e delle prove di carico su piastra per la determinazione del Modulo di deformazione M_d .

Le prove C.B.R, che permettono di valutare l'idoneità di un terreno alla realizzazione di sottofondi e rilevati stradali misurando lo sforzo di penetrazione mediante cella di carico ad infissioni prestabilite e standardizzate, hanno evidenziato valori modesti, con indice di portanza medio a 2.5 mm compreso tra 8 e 30.

Il valore del Modulo di deformazione M_d , ricavato dalle prove di carico su piastra e realizzate a seguito di scotico superficiale (0.15 cm), hanno registrato, nell'intervallo tra 0.15 e 0.25 N/mm^2 , valori medi pari a 25 N/mm^2 .

Progettazione geotecnica e carichi di esercizio

Il progetto prevede la realizzazione di loculi monoblocco autoportanti, che dalle indicazioni progettuali prevedono limitati carichi indotti sul terreno.

Il contesto geologico stratigrafico presente, consente l'impiego di fondazioni dirette superficiali ad una profondità di posa tale, da interessare terreni riferibili alla formazione limoso-sabbiosa e sabbioso limosa mediamente addensata e costipata.

Esaminata la successione stratigrafica locale, le determinazioni in situ ed in laboratorio e le caratteristiche costruttive dei manufatti, l'area è edificabile mediante fondazioni superficiali (trave rovescia-platea) poste a quote minime di 1.2-1.5 m dal p.c. attuale.

Sulla base della normativa vigente (D.M.14/0/2008) si sono definiti i criteri per le verifiche di sicurezza agli stati limite ultimi (SLU) e le condizioni di esercizio (SLE).

Si è valutato l'effetto delle azioni (A), delle resistenze (R) e dei parametri geotecnici del terreno (M), utilizzando i coefficienti parziali definiti nella legge.

La combinazione dei coefficienti parziali dà luogo a 2 approcci progettuali (Approccio 1 e Approccio 2).

L'Approccio2 scelto in questa fase tiene conto di un dimensionamento sia strutturale che geotecnico : Approccio 2 (A1+M1+R3)

dove

A1 = coeff. parziali per le azioni

M1= coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

R3 = coeff. parziali per le verifiche agli stati limite ultimi

Per il calcolo dei carichi di esercizio si è adottata la classica formula di Terzaghi modificata da Meyerhof :

$$Q_{lim} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = c \times N_c \times s_c + \gamma_1 \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma_2 \times N_y \times s_y$$

dove N_c , N_q , N_y sono fattori adimensionali di portanza legati rispettivamente al contributo di terreni con coesione, al terreno posto sopra il piano di posa della fondazione ed alla forma della fondazione

c = coesione media del terreno 0.1 kg/cm^2 (cautelativo)

γ_1 = peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa = 1.8 kg/cm^3

γ_2 = peso di volume medio del terreno sotto il piano di posa = 1.8 kg/cm^3

B= larghezza ipotetica fondazione
D= profondità di posa della fondazione
sc, sy= fattori di forma

Sulla base delle considerazioni su esposte e adottando il coefficiente di sicurezza pari a 2,3 il carico ammissibile nei terreni in esame risulta pari a 1.6 Kg/cm².

In ordine alla viabilità prevista in progetto si consiglia oltre allo scotico superficiale (0.2 cm) un ulteriore approfondimento degli scavi e la sostituzione del terreno in posto (sino a 0.5 m da p.c.) con materiale idoneo (misto granulare).

Conclusioni

Il lavoro eseguito ha permesso la determinazione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area, al fine di poter meglio indirizzare la soluzione progettuale delle strutture.

Dalle considerazioni fin qui esposte si può affermare che geologicamente il sito in studio si presenta sicuro e privo di alcun fenomeno di instabilità in atto, o potenzialmente derivabile dalla realizzazione delle opere in progetto.

Il progetto in esame non evidenzia allo stato attuale controindicazioni specifiche in merito agli aspetti geologici in generale ed altrettanto in rapporto alla stratigrafia, all'assetto strutturale, alla geomorfologia e all'idrogeologia.

Non esiste una copertura pedologica che possa essere compromessa dall'insediamento delle opere previste.

Non sono presenti affioramenti di interesse geologico tale da poter essere inquadrati nella categoria "monumenti geologici" e come tali da sottoporre a salvaguardia.

Dal punto di vista idrogeologico e idraulico non si rilevano interferenze ed il tipo di intervento previsto non interessa falde acquifere.

Non appaiono essere possibili interferenze dirette con l'idrografia superficiale locale e i possibili fenomeni di tipo alluvionale, sono quelli relativi all'accumulo

localizzato ed allo scorrimento laminare delle acque meteoriche, durante periodi di precipitazione più intensa e prolungata, soprattutto in virtù dell'assenza o della scarsa diffusione delle opere di raccolta ed evacuazione.

La presenza di una modesta falda, localizzata a profondità tale da non interferire durante le fasi di scavo ed al di fuori del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato dalle opere in progetto.

Come prevedono i dettami del DPR 285/90 la falda è localizzata a conveniente distanza dal piano campagna e la sua altezza o comunque il più alto livello della zona di assorbimento capillare, distanza più di metri 0,50 dal fondo delle fosse per inumazione.

I terreni presenti entro l'area di interesse, già a limitate profondità, sono dotati di una caratterizzazione geotecnica discreta, che tuttavia può essere considerata più che sufficiente, sia per quanto attiene alla capacità portante, sia per quanto riguarda i cedimenti.

Questi ultimi saranno in assoluto immediati e limitati se non assenti, comunque compatibili con la tipologia di opere in progetto, soprattutto se si considera che la sostanziale omogeneità litostratigrafica evita la possibilità che si sviluppino cedimenti differenziali strutturalmente pericolosi.

Dal rilievo geologico di superficie, dalle indagini geognostiche e dalle determinazioni di laboratorio è stato possibile ricavare il quadro geologico geotecnico dell'area studiata.

La modellazione geologica del sito ha consentito di descrivere le caratteristiche stratigrafiche, litologiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

La modellazione geotecnica ha consentito l'individuazione, con opportune indagini, delle caratteristiche fisiche e geomeccaniche del terreno.

In ordine alla scavabilità dei terreni in argomento si ritiene che si possano prevedere scavi che comportano una buona "rippability" cioè una buona

propensione ad essere scavati con mezzi meccanici semplici, sino ed oltre alla profondità di metri 2.50 e si presenta asciutto e dotato di un adatto grado di porosità e di capacità per l'acqua, per favorire il processo di mineralizzazione delle salme.

In ordine alla tenuta degli scavi, si ritiene che possa essere considerata buona.

In osservanza alla normativa vigente è stata condotta una caratterizzazione di tipo sismico dei terreni a cui si rimanda per una esatta definizione.

La caratterizzazione del sito, la definizione dell'assetto litostratigrafico e la modellazione geotecnica derivano direttamente dalle risultanze delle indagini geognostiche in sito ed in laboratorio.

I caratteri fisico chimici, igrometrici, granulometrici e geomeccanici dei terreni presenti al livello di inumazione sono idonei a consentire agevoli operazioni di scavo ed il regolare andamento del processo di mineralizzazione delle salme.

Per i campi di inumazione di progetto la presenza di terreni prevalentemente sabbioso limosi e limoso sabbiosi, garantisce una buona areazione, necessaria ai processi di ossidazione e mineralizzazione delle salme.

In relazione a quanto esposto si esprime parere favorevole alla realizzazione degli interventi di ampliamento dei campi di inumazione cimiteriali.

Cagliari, Luglio 2015

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Sondaggio 1 da m 0.0 a m 5.0



Sondaggio 2 da m 0.0 a m 5.0



Sondaggio 3 da m 0.0 a m 5.0



Sondaggio 4 da m 0.0 a m 5.0



Sondaggio 5 da m 0.0 a m 5.0



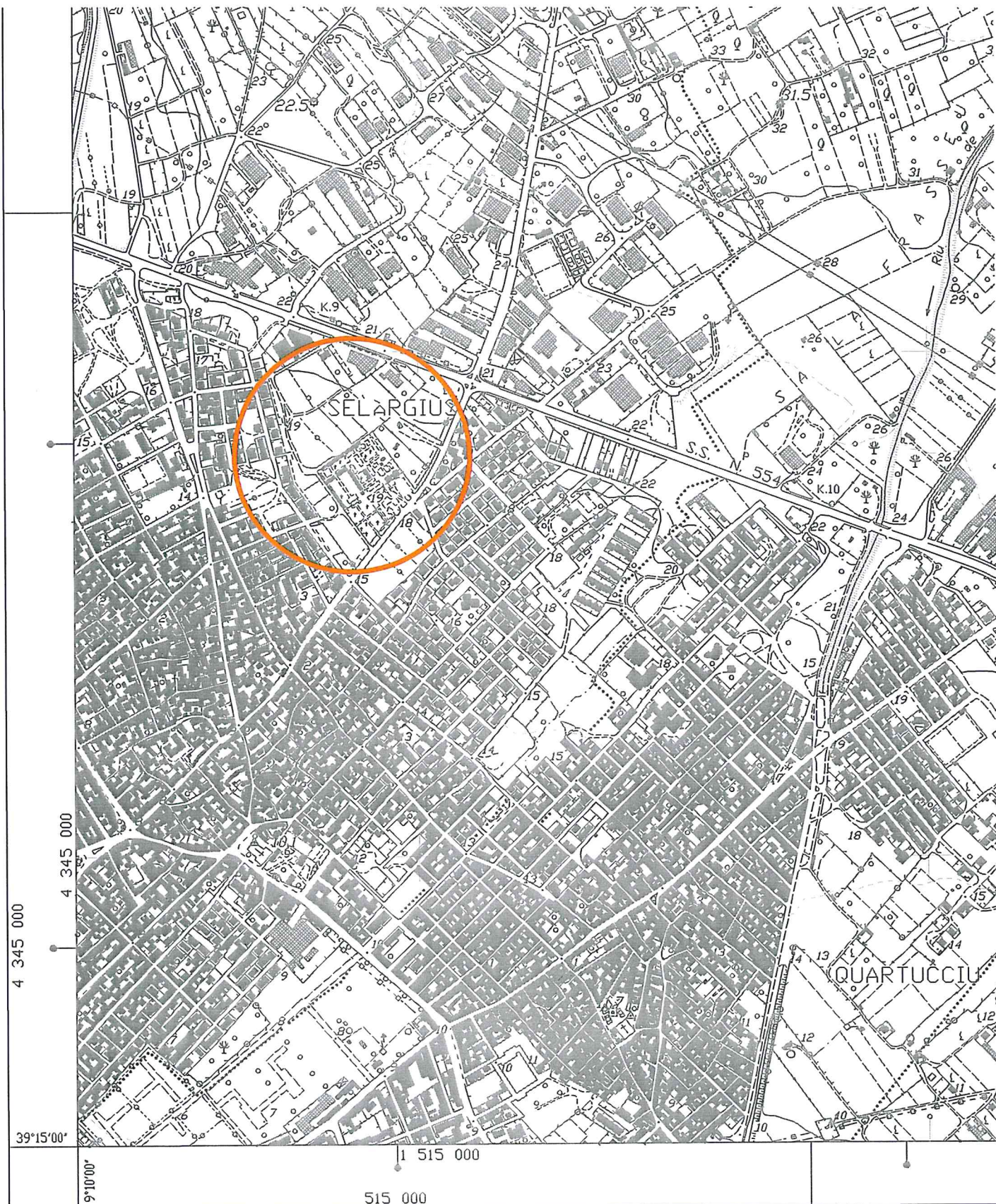
Sondaggio 6 da m 0.0 a m 5.0



Sondaggio 7 da m 0.0 a m 5.0



Sondaggio 8 da m 0.0 a m 5.0



557110 SELARGIUS

Stralcio Carta Tecnica Regionale Numerica

SEZIONE N. 557110 "Selargius"

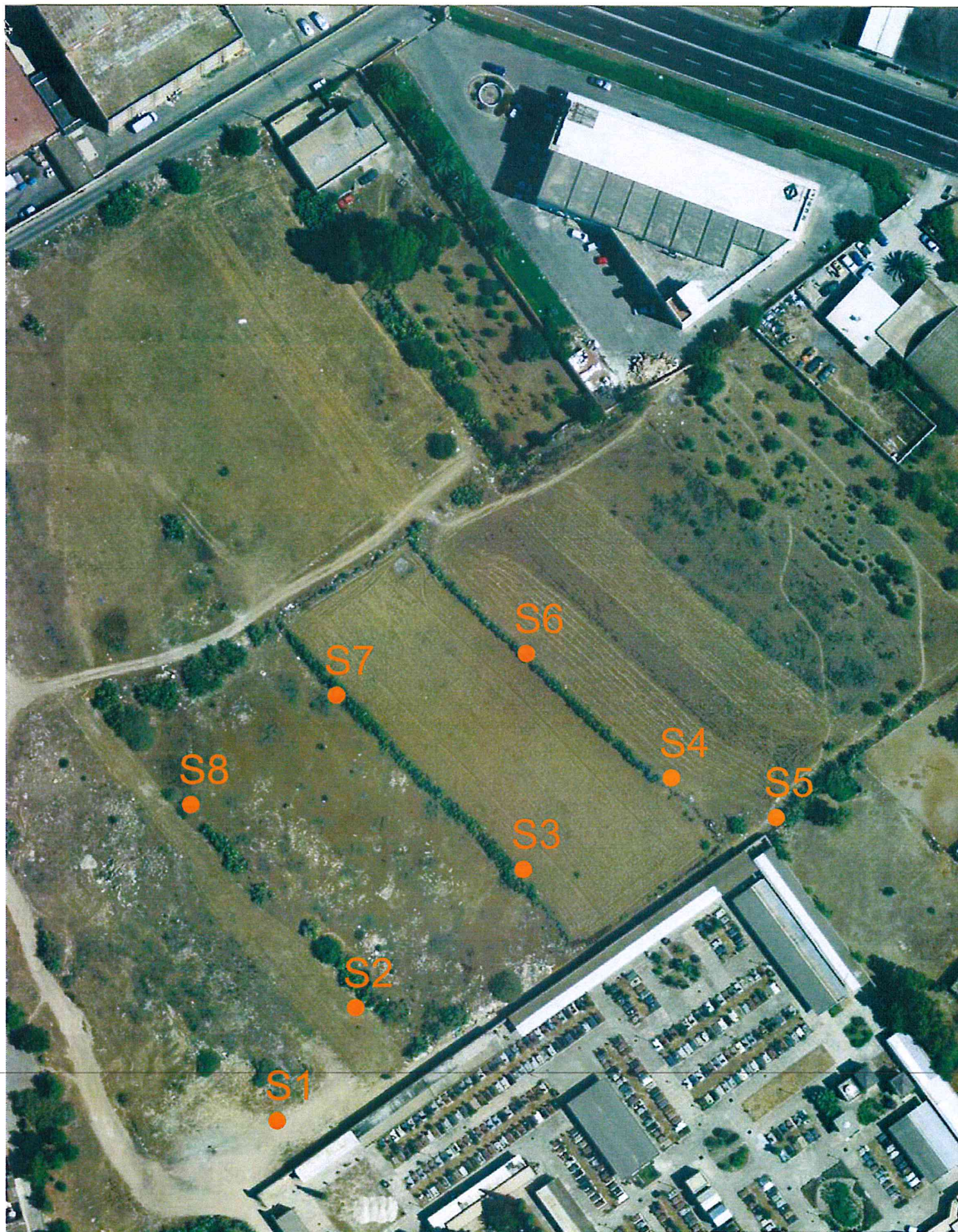
Scala 1:10000





VISTA AEREA UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI

Scala 1:1000



Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705

e-mail: alexmel@tiscali.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius

Località Selargius

Data Inizio 17 Luglio 2015 Data Fine 17 Luglio 2015

SONDAGGIO

FOGLIO

S1

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
1	0.40		Terreno vegetale limoso sabbioso misto a riporto e terreno rimaneggiato					
			Limo sabbioso di colore marrone con rara ghiaia, debolmente consistente					
2	1.20		Limo marrone debolmente sabbioso, moderatamente compatto, con noduli e incrostazioni carbonatiche biancastre	1.5				
				1.95				
3	1.90		Sabbia limosa di colore marrone chiaro debolmente addensata					2.00
	2.10		Idem ma ricca di incrostazioni carbonatiche biancastre					
4	2.20		Limo sabbioso di colore marrone, con elevata componente carbonatica di consistenza farinosa e nodulare di colore biancastra, moderatamente consistente					C1
								3.00
5	4.10		Ghiaia eterometrica e poligenica in abbondante matrice sabbioso limosa di colore marrone, campionata sciolta. Bene addensata tra -4.1 e -4.3 m da p.c.					
	5.00							

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705

e-mail alessmel@tiscali.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius

Località Selargius

Data Inizio 17 Luglio 2015 Data Fine 17 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S2

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
	0.20		Terreno vegetale misto a terreno rimaneggiato					
	1		Limo sabbioso marrone, in genere campionato sciolto, a tratti consistente e compatto e campionato in spezzoni ci carota	1				
	1.70		Limo sabbioso di colore marrone, consistente, con abbondante frazione carbonatica biancastra farinosa e in noduli da -2.5 a -3.0 m da p.c., talora sono presenti diffusi litoidi eterometrici e poligenici	1.45				
	3.00		Ghiaia in matrice sabbioso limosa di colore marrone campionata sciolta					3.00
	4		Limo debolmente sabbioso con elevata componente carbonatica talora con incrostazioni nodulari notevoli, consistente					3.80
5	5.00		Argilla limosa di colore marrone e venature grigie, consistente					

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax: 070 371705

e-mail: alessmel@tiscali.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius

Località Selargius

Data Inizio 17 Luglio 2015 Data Fine 17 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S3

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
	0.20		Terreno vegetale misto a materiale di riporto					
	1		Limo sabbioso di colore marrone, talora con ghiaia minuta poligenica, compatto e consistente tra -1.0 m e -1.8 m da p.c.					
	2		Limo sabbioso con rara ghiaia, colore marrone, da -2.1 m da p.c. elevata componente carbonatica biancastra	1.3				1.00 C3
	3		Ghiaia eterometrica e poligenica in matrice limoso sabbiosa di colore marrone, ben addensata tra -2.7 m e -3.0 m da p.c.	1.75				1.80
	4		Limo sabbioso con argilla, colore marrone, diffusi litoidi poligenici e incrostazioni nodulari carbonatiche biancastre, consistente					
5	5.00							

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705

e-mail alesmel@mscal.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius

Località Selargius

Data Inizio 20 Luglio 2015 Data Fine 20 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S4

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
1	0.20		Terreno vegetale limoso					
	0.80		Limo sabbioso marrone campionato sciolto e in frammenti di carota					
2	1.20		Limo di colore marrone, debolmente sabbioso, consistente					
	1.50		Ghiaia poligenica in matrice limoso sabbiosa addensata, colore marrone					1.20
	1.80		Ghiaia eterometrica e poligenica in abbondante matrice sabbioso limosa, colore marrone, in genere sciolta, a tratti moderatamente addensata	1.8				C4 1.50
3	2.40		Limo di colore marrone con elevata componente carbonatica biancastra					
	2.60		Ghiaia di colore marrone in matrice sabbioso limosa con rari ciottoli, campionata sciolta					
4	2.90		Limo sabbioso di colore marrone, consistente e compatto con frequente frazione carbonatica di colore biancastro					
	4.00							4.00
5	5.00							C5 4.50

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705

e-mail alessmel@tiscali.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius


Località Selargius

Data Inizio 20 Luglio 2015 Data Fine 20 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S5

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
1 2 3 4 5	0.10		Terreno vegetale limoso di colore marrone					
	0.60		Limo sabbioso di colore marrone poco o nulla consistente					
	1.70		Limo sabbioso di colore marrone, campionato in piccoli pezzi di carota, consistente tra -1.5 m e -1.7 m da p.c.					0.60
	2.50		Ghiaia minuta in abbondante frazione limoso sabbiosa di colore marrone, generalmente campionata sciolta. Addensata tra -2.0 m e -2.2 m da p.c.	1.6				1.40
	3.40		Limo abbioso di colore marrone, con modesta componente carbonatica di colore biancastro, consistente	2.05				
	4.10	Limo argilloso debolmente sabbioso, colore marrone, con scarsa componente carbonatica farinosa di colore biancastro, consistente						
	5.00	Idem, ma con intercalazione ghiaiosa ad elementi minuti tra -4.1 m e -4.2 m da p.c.						

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705

e-mail alessmel@tiscali.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius







Località Selargius

Data Inizio 20 Luglio 2015 Data Fine 20 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S6

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
	0.10		Terreno vegetale sabbioso con ghiaia, colore marrone Limo sabbioso di colore marrone, campionato disgregato, in genere di scarsa consistenza					
	1.30		Limo sabbioso marrone, con rara ghiaia minuta, campionato disgregato	1.2				1.30
	2.40		Limo sabbioso di colore marrone, compatto, con rari litoidi diffusi	1.65				2.40
	2.80		Ghiaia in abbondante frazione limoso sabbiosa, colore marrone, in genere campionata sciolta, a tratti parzialmente addensata					
	5.00							

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705

e-mail: a.melis@tiscali.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius

Località Selargius

Data Inizio 17 Luglio 2015 Data Fine 17 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S7

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
1	0.20		Terreno vegetale sabbioso limoso marrone					
	0.60		Limo marrone poco consistente, campionato disgregato					
2	1.40		Limo sabbioso di colore marrone, a tratti con elevata componente carbonatica di colore biancastro e rara ghiaia, consistente	1.3				
	1.80		Idem, ma campionato disgregato	1.75				
3	2.10		Ghiaia in abbondante matrice limoso sabbiosa, a tratti argillosa, debolmente addensata					
	2.60		Limo sabbioso di colore marrone, consistente e con frazione biancastra diffusa					2.60
4			Ghiaia in matrice sabbioso limosa di colore marrone, campionata sciolta, a tratti ciottolosa					
	5.00							3.50

C8

Dott. Geol. Alessandro Melis

09126 Cagliari
Via Libeccio 32
Tel Fax: 070 371705

e-mail: alessand@uscab.it

Committente Comune di Selargius (CA)

Cantiere Ampliamento Cimitero di Selargius

Località Selargius

Data Inizio 17 Luglio 2015 Data Fine 17 Luglio 2015

SONDAGGIO FOGLIO

S8

Il geologo

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Campioni
				10	20	30	40	
1	0.20		Terreno vegetale sabbioso limoso marrone					
			Limo sabbioso di colore marrone campionato disgregato					
2	1.00		Ghiaia eterometrica poligenica in matrice sabbioso limosa, compatta	1.2				
	1.30		Limo sabbioso marrone, talora con intercalazioni francamente sabbiose anche grossolane	1.65				C9
3	1.70		Ghiaia eterometrica e poligenica in matrice sabbioso limosa, colore marrone, campionata sciolta, a tratti debolmente addensata					C10
4								
5	4.40		Limo debolmente argilloso, consistente, con rara ghiaia minuta					
	5.00							

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno V N.9 del 14 Dicembre 1971 - ASTM D422-63

Certificato N° 2140
Data 27/02/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

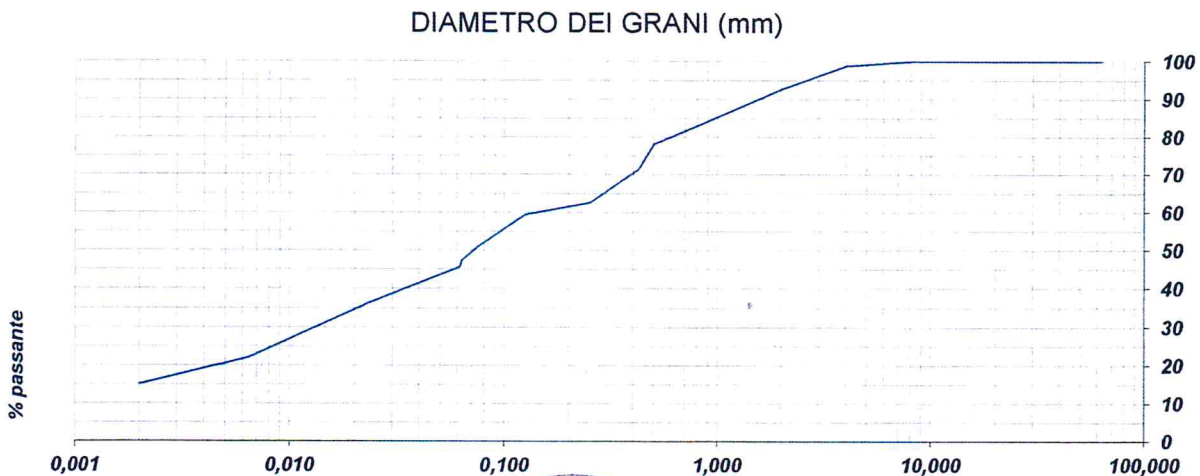
Data di prelievo: 17/07/2015
Sondaggio: S1
Campione: C1
Profondità prelievo: -2,0 ÷ - 3,0 m, da p.c.

Setacciatura e sedimentazione	
Setacci (mm)	Passante (%)
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	98,86
2	92,71
1	85,41
0,5	78,12
0,425	71,51
0,25	62,62
0,125	59,43
0,075	50,99
0,0630	47,34
0,0614	45,68
0,0200	36,21
0,0060	22,16
0,0020	15,11

LIMITI DI ATTERBERG	
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	35
Limite Plastico	19
Indice Plastico	16
CLASSIFICAZIONE	A6
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10006	

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ($\phi > 2$ mm)	%	7,3
Sabbia ($2 > \phi > 0,063$ mm)	%	45,4
Limo ($0,063 > \phi > 0,002$ mm)	%	47,5
Argilla ($\phi < 0,002$ mm)	%	15,1
Descrizione: Limo sabbioso debolmente argilloso		

Peso specifico dei grani	g/cmc	2,55
Determinazione contenuto naturale d'acqua	%	8,7
Determinazione peso di volume naturale	g/cmc	1,88



IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert.N.S.GGQ022/09

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1-2:1997

Certificato N. **X 21 41**
Data: 23/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

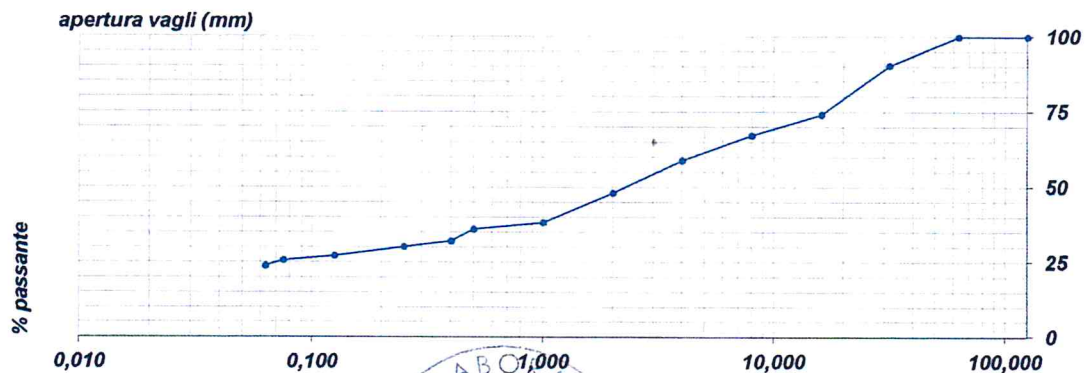
Data prelievo: 17/07/2015
Sondaggio: S2
Campione: C2
Profondità prelievo: -3,0 ÷ - 3,8 m, da p.c.

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,0
63	100,0
31,5	90,4
16	74,0
8	67,2
4	59,0
2	48,2
1	38,4
0,5	36,1
0,4	32,2
0,25	30,3
0,125	27,2
0,075	25,8
0,063	23,9

LIMITI DI ATTERBERG	
Boll.Uff.C.N.R. – UNI 10014	
Limite Liquido	24
Limite Plastico	15
Indice Plastico	9
Indice di gruppo	
CLASSIFICAZIONE	A2-4
Boll.Uff.C.N.R. – UNI 10006	

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ($\phi > 2$ mm)	%	51,8
Sabbia ($2 > \phi > 0,063$ mm)	%	24,3
Limo ($0,063 > \phi > 0,002$ mm)	%	23,9
Descrizione: Ghiaia sabbioso limosa		

NOTE :



IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno V N.9 del 14 Dicembre 1971 - ASTM D422-63

X2142

Certificato N.

Data 27/02/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

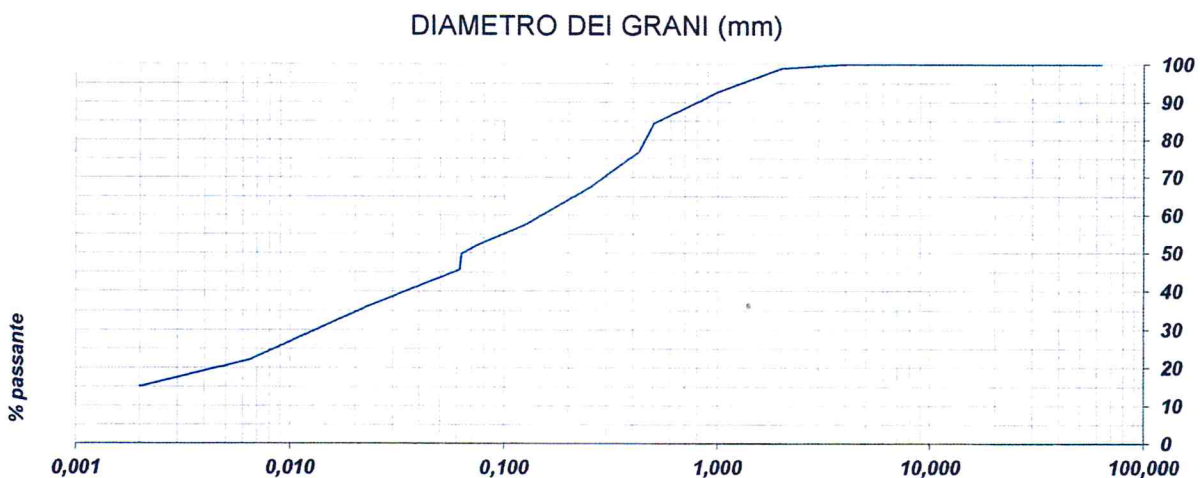
Data di prelievo: 20/07/2015
Sondaggio: S5
Campione: C6
Profondità prelievo: -0,6 ÷ - 1,4 m, da p.c.

Setacciatura e sedimentazione	
Setacci (mm)	Passante (%)
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	98,96
1	92,73
0,5	84,43
0,425	76,82
0,25	67,47
0,125	57,44
0,075	52,25
0,0630	49,83
0,0614	48,71
0,0200	45,23
0,0060	43,65
0,0020	39,87

LIMITI DI ATTERBERG Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	29
Limite Plastico	15
Indice Plastico	14
CLASSIFICAZIONE	A6
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10006	

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ($\phi > 2$ mm)	%	1,0
Sabbia ($2 > \phi > 0,063$ mm)	%	49,1
Limo ($0,063 > \phi > 0,002$ mm)	%	52,4
Argilla ($\phi < 0,002$ mm)	%	15,1
Descrizione: Limo sabbioso con argilla		

Peso specifico dei grani	g/cmc	2,57
Determinazione contenuto naturale d'acqua	%	9,3
Determinazione peso di volume naturale	g/cmc	1,63



Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert.N.SGQ022/09

IL TECNICO
Dott. Carlo Giorgio Madigala



IL COORDINATORE
Dott. Riccardo Maffei

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1-2:1997

Certificato N. **x 2143**

Data: 23/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

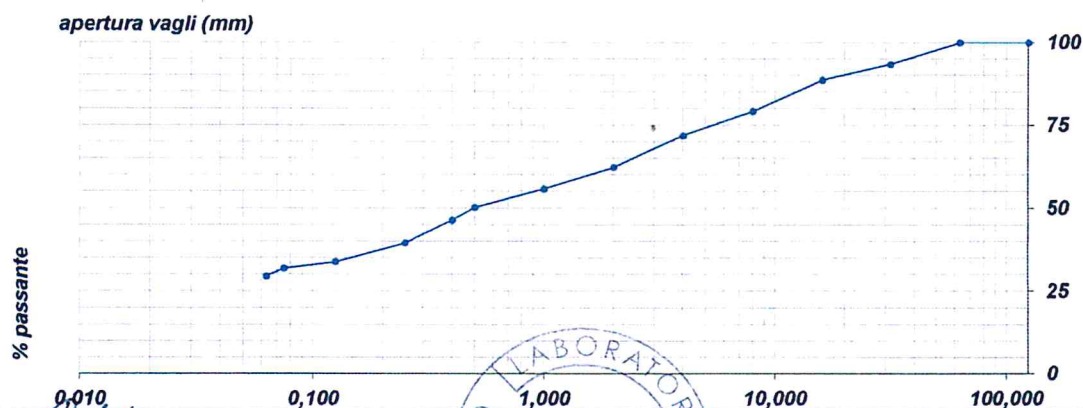
Data prelievo: 17/07/2015
Sondaggio: S7
Campione: C8
Profondità prelievo: -2,6 ÷ -3,5 m, da p.c.

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,0
63	100,0
31,5	93,4
16	88,6
8	79,2
4	71,9
2	62,4
1	55,8
0,5	50,2
0,4	46,4
0,25	39,6
0,125	33,8
0,075	31,9
0,063	29,5

LIMITI DI ATTERBERG	
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	27
Limite Plastico	18
Indice Plastico	9
Indice di gruppo	
CLASSIFICAZIONE	A2-4
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10006	

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ($\phi > 2$ mm)	%	37,6
Sabbia ($2 > \phi > 0,063$ mm)	%	32,8
Limo ($0,063 > \phi > 0,002$ mm)	%	29,5
Descrizione: Ghiaia sabbioso limosa		

NOTE :



IL TECNICO
Dott. Carlo Zingales Auditigale



IL COORDINATORE

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert.N.SGQ022/09

PROVA DI COSTIPAMENTO

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XII N. 69 - 30 novembre 1978
Proctor AASHO Modificato

X2144

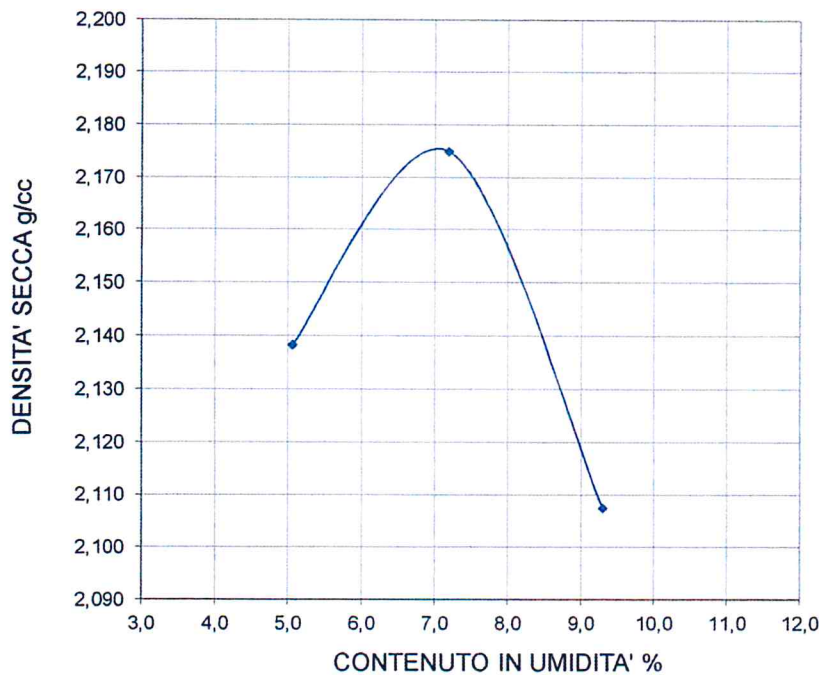
Prova n. 1

Certificato N.

Data: 23/06/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data prelievo: 20/07/2015
Sondaggio: S2
Campione: C2
Profondità prelievo: -3,0 ÷ - 3,8 m, da p.c.



Note:

DENSITA' MASSIMA SECCA g/cc **2,175**

CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' % **7,0**

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Modigiate



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert. SGQ022/09

PROVA DI COSTIPAMENTO

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XII N. 69 - 30 novembre 1978
Proctor AASHO Modificato

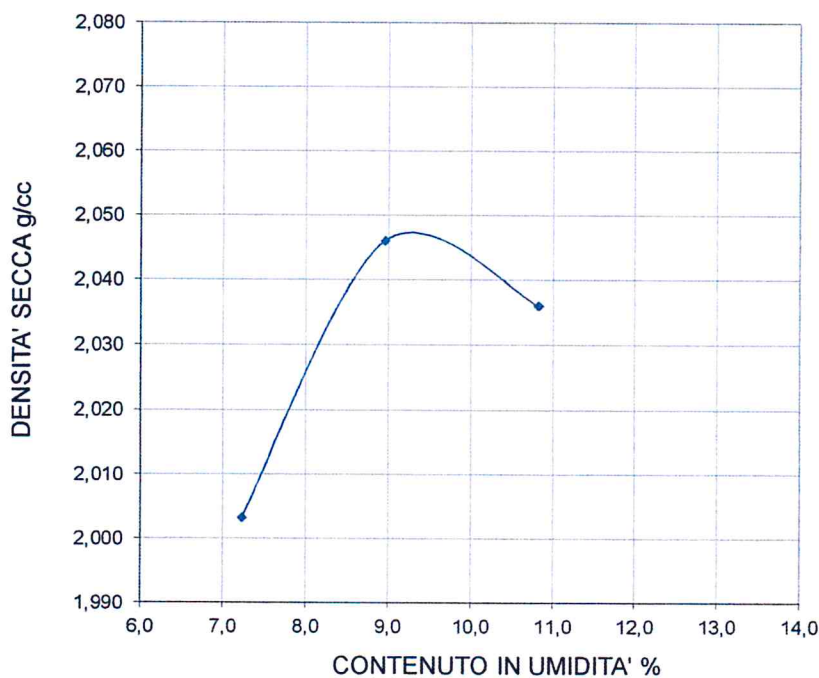
Prova n. 3

Certificato N° 2145

Data: 23/06/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data prelievo: 20/07/2015
Sondaggio: S4
Campione: C5
Profondità prelievo: -4,0 ÷ -4,5 m da p.c.



Note:

DENSITA' MASSIMA SECCA g/cc **2,046**

CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' % **9,2**

IL TECNICO
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Massimo Criciellis

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert. SGQ022/09

PROVA DI COSTIPAMENTO

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XII N. 69 - 30 novembre 1978
Proctor AASHO Modificato

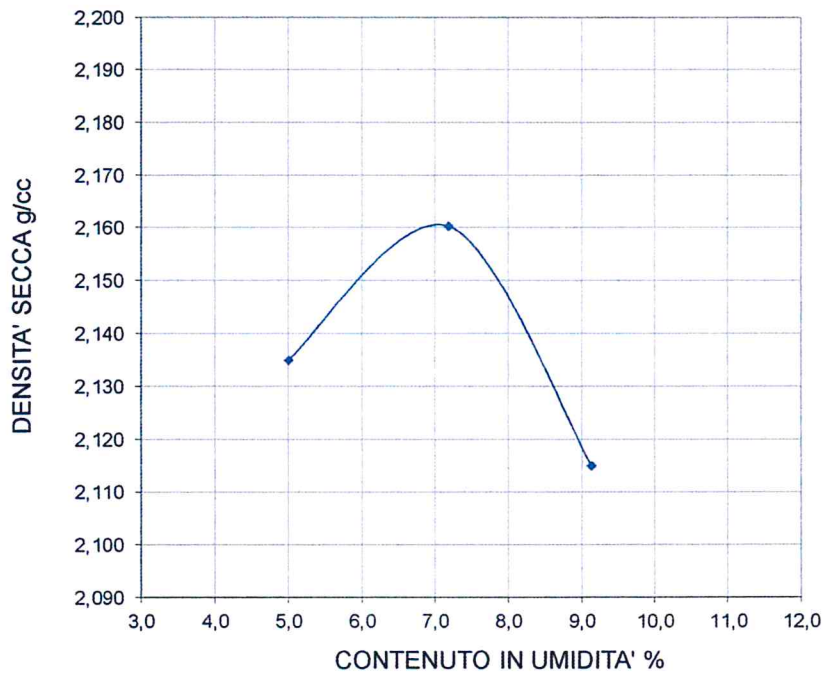
Prova n. 2

Certificato N. **X 21 46 5**

Data: 23/06/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data prelievo: 17/07/2015
Sondaggio: S7
Campione: C8
Profondità prelievo: -2,6 ÷ -3,5 m, da p.c.



Note:

DENSITA' MASSIMA SECCA g/cc **2,161**

CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' % **7,0**

IL TECNICO
Ufficiale Carlo Ludigale



IL COORDINATORE
Ufficiale

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert. SGQ022/09

PROVA DI COSTIPAMENTO

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XII N. 69 - 30 novembre 1978
Proctor AASHO Modificato

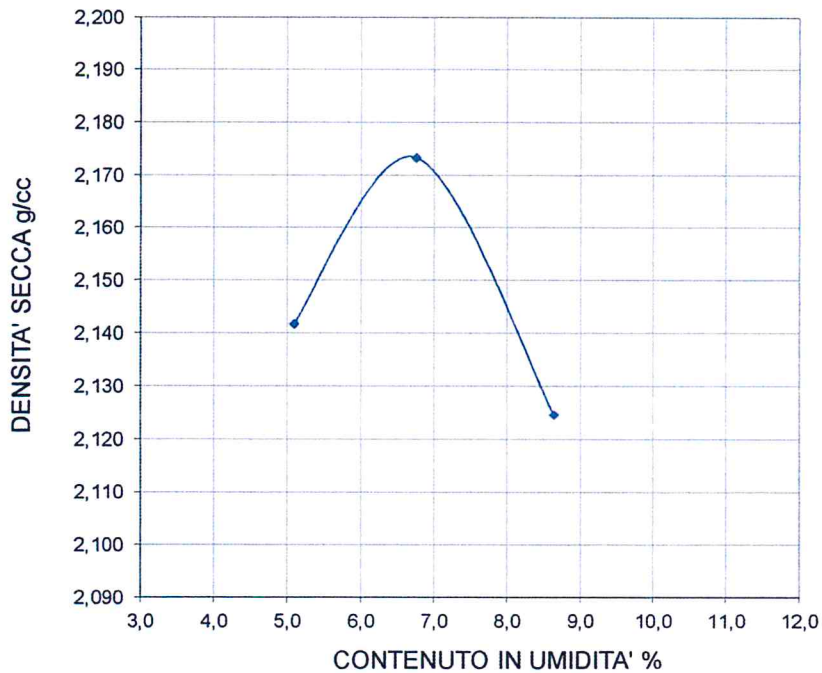
Prova n. 4

Certificato N. **X 21 47**

Data: 23/06/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data prelievo: 17/07/2015
Sondaggio: S8
Campione: C10
Profondità prelievo: -2,0 ÷ - 3,0 m da p.c.



Note:

DENSITA' MASSIMA SECCA g/cc **2,173**

CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' % **6,7**

IL TECNICO
Dott. *[Signature]*



IL COORDINATORE
D. *[Signature]*

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2008 - Cert. SGQ022/09

INDICE DI PORTANZA C.B.R.

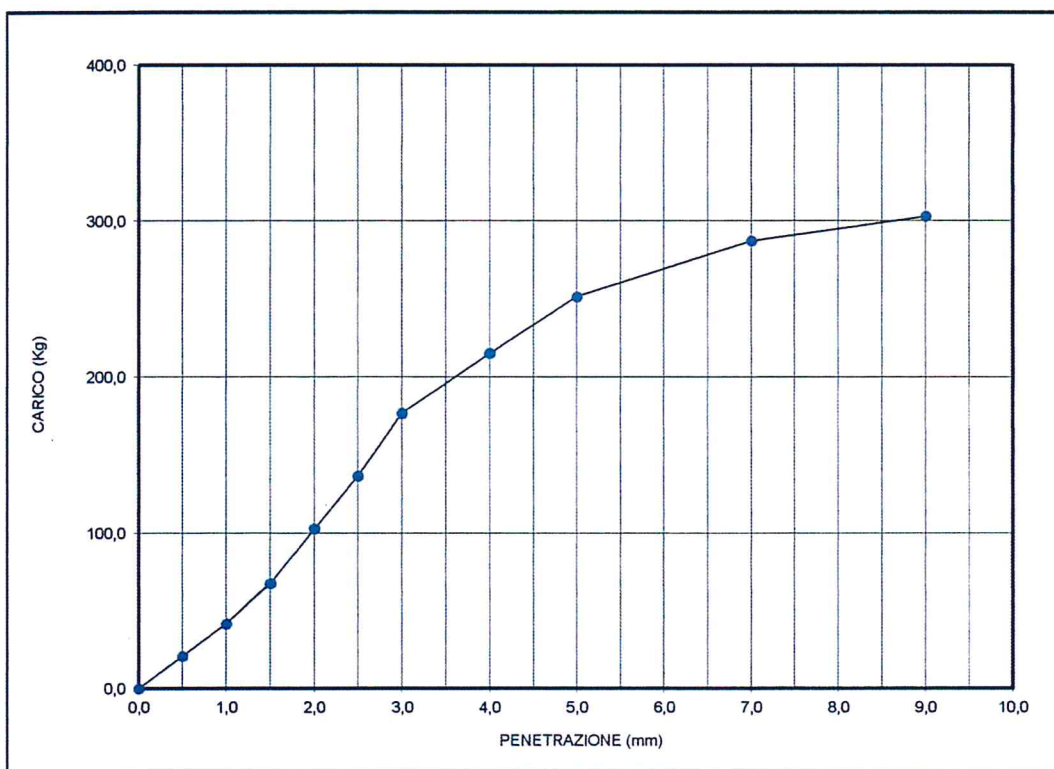
CNR UNI 10009

Certificato N. **X 21 4 8**
Data: 24/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di prelievo: 17/07/2015
Sondaggio: S3
Campione: C3
Profondità prelievo: -1,0 ÷ -1,8 m da p.c.



Note: Prova eseguita dopo immersione in acqua per 96 ore

DENSITA' MASSIMA SECCA (g/cm ³)	2,054
CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' %	8,4
Metodo di costipamento Proctor Modificato	
Materiale trattenuto al crivello 25 UNI 2334 (%)	

UMIDITA' SOTTO IL PISTONE (%)	10,7
-------------------------------	------

Acqua assorbita durante l'immersione	
g	198,0

INDICE DI PORTANZA C.B.R.	
a 2,5 mm (%)	10
a 5,0 mm (%)	12

MISURA DEL RIGONFIAMENTO	
%	1,83

Dr. *[Signature]*
Dott. *[Signature]* Modigliani



IL COORDINATORE
[Signature]

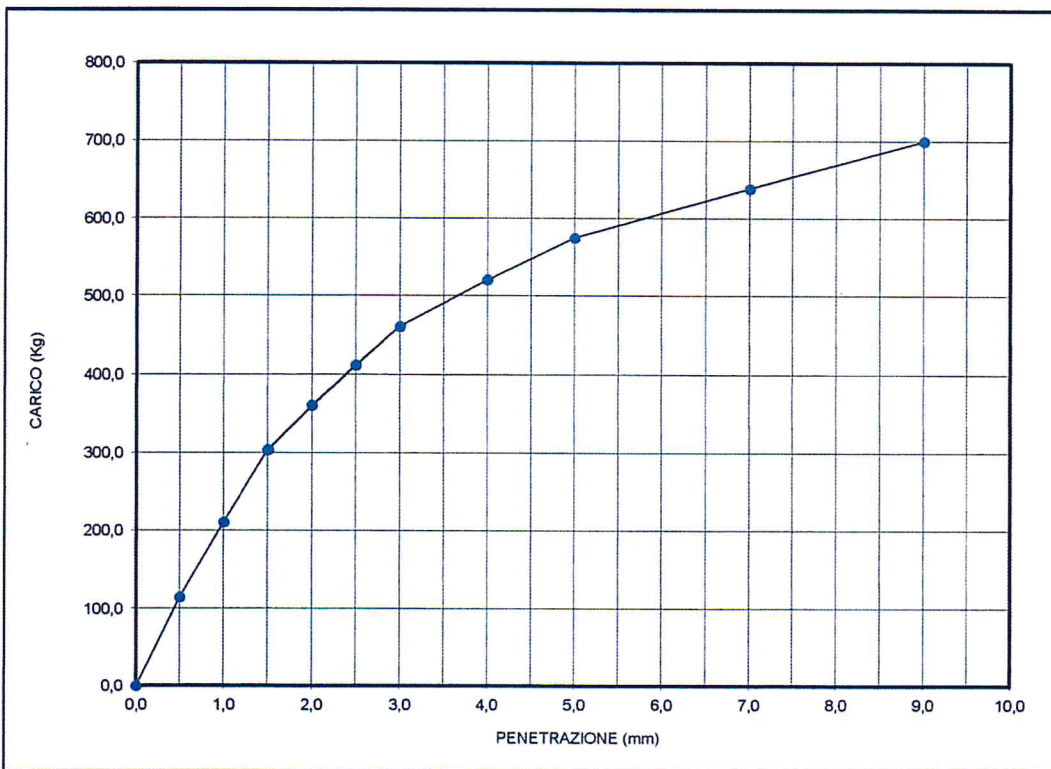
INDICE DI PORTANZA C.B.R.

CNR UNI 10009

Certificato N. **X 21 49**
Data: 24/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di prelievo: 20/07/2015
Sondaggio: S4
Campione: C4
Profondità prelievo: -1,2 ÷ -1,5 m da p.c.



Note: Prova eseguita dopo immersione in acqua per 96 ore

DENSITA' MASSIMA SECCA (g/cm ³)	2,166
CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' %	6,7
Metodo di costipamento Proctor Modificato	
Materiale trattenuto al crivello 25 UNI 2334 (%)	

UMIDITA' SOTTO IL PISTONE (%)	7,8
-------------------------------	-----

Acqua assorbita durante l'immersione	
g	95,0

INDICE DI PORTANZA C.B.R.	
a 2,5 mm (%)	30
a 5,0 mm (%)	28

MISURA DEL RIGONFIAMENTO	
%	0,84

IL TECNICO
Dott. *[Signature]* Giorgio Modigiale



IL COORDINATORE
Dott. *[Signature]* Alessandro Melfi

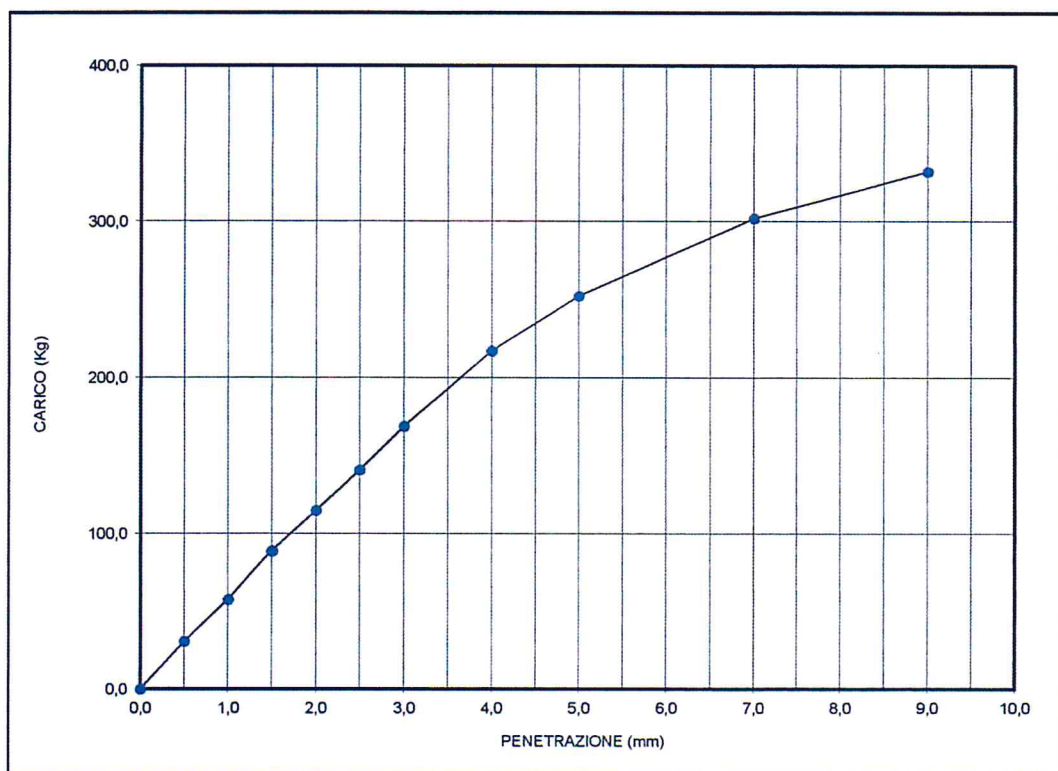
INDICE DI PORTANZA C.B.R.

CNR UNI 10009

Certificato N. **X 2150**
Data: 24/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di prelievo: 20/07/2015
Sondaggio: S6
Campione: C7
Profondità prelievo: -1,3 ÷ -2,4 m da p.c.



Note: Prova eseguita dopo immersione in acqua per 96 ore

DENSITA' MASSIMA SECCA (g/cm ³)	2,067
CONTENUTO OTTIMO IN UMIDITA' %	10,4
Metodo di costipamento Proctor Modificato	
Materiale trattenuto al crivello 25 UNI 2334 (%)	

UMIDITA' SOTTO IL PISTONE (%)	12,3
-------------------------------	------

Acqua assorbita durante l'immersione	
g	281,0

INDICE DI PORTANZA C.B.R.	
a 2,5 mm (%)	10
a 5,0 mm (%)	12

MISURA DEL RIGONFIAMENTO	
%	2,35

[Signature]
Geotecnico
Dott. Geol. Alessandru Medigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

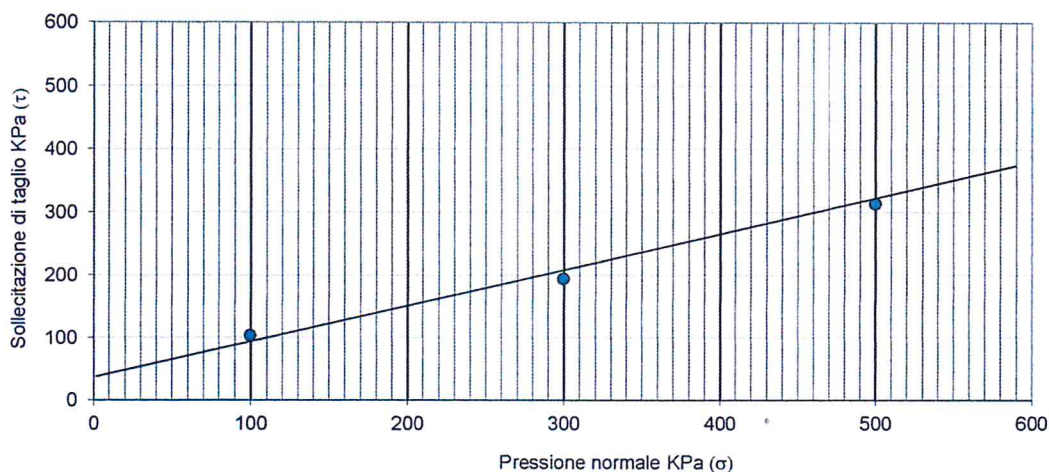
Certificato N. **x 2152**
Data 23.07.2015

Sondaggio S1
Campione: C1
Profondità campione: -2,0 ÷ -3,0 m, da p.c.
Data prelievo: 17.07.2015

CONSOLIDAZIONE		1	3	5
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,250	0,361	0,195

ROTTURA		1	3	5
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	102,0	193,2	312,1

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostituito in laboratorio	
Descrizione: Limo sabbioso debolmente argilloso	
Peso di volume (g/cm ³)	1,88



Angolo di resistenza al taglio 24 °
Coesione efficace 35 KPa

Note:

[Signature]
Dot. Geol. Zilio Madigala



IL COORDINATORE
Dot. Geol. Alessandro Melis
[Signature]

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

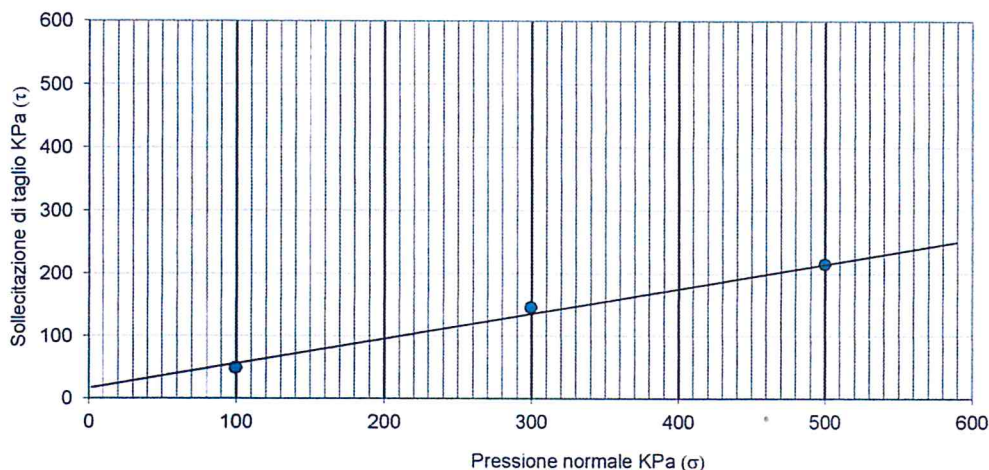
Certificato N. **X2153**
Data 23.07.2015

Sondaggio S3
Campione: C3
Profondità campione: -1,0 ÷ -1,8 m da p.c.
Data prelievo: 17.07.2015

CONSOLIDAZIONE		1	3	5	
PRESSIONE VERTICALE	σ	KPa	100	300	500
CEDIMENTO		mm	0,121	0,157	0,124

ROTTURA		1	3	5	
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ	KPa	47,4	145,0	214,2

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostituito in laboratorio	
Descrizione: Limo sabbioso debolmente argilloso	
Peso di volume (g/cm ³)	1,68



Angolo di resistenza al taglio 22 °
Coesione efficace 15 KPa

Note:

[Signature]
TECNICO
Dott. *[Signature]* Madigale



IL COORDINATORE
E IL COORDINATORE
Dati: *[Signature]* Alessandro Meli

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

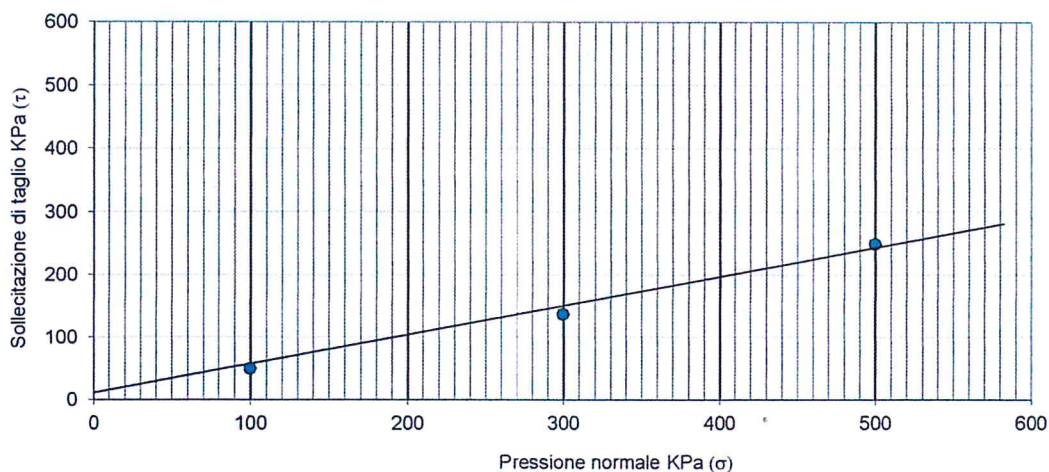
Certificato N. **x2154**
Data 23.07.2015

Sondaggio S5
Campione: C6
Profondità campione: -2,0 ÷ -3,0 m, da p.c.
Data prelievo: 20.07.2015

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,151	0,193	0,142

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	48,3	135,7	248,0

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostituito in laboratorio	
Descrizione: Limo sabbioso con argilla	
Peso di volume (g/cm ³)	1,63



Angolo di resistenza al taglio 23,4 °
Coesione efficace 15 KPa

Note:

[Signature]
Dott. *[Name]*

M41/0705 Prova di taglio/C
Rev.0 25/10/12



Pagina 1 di 1

IL COORDINATORE
Dott. *[Signature]* Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Committente: Comune di Selargius (CA)
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Certificato N. **X 2155**

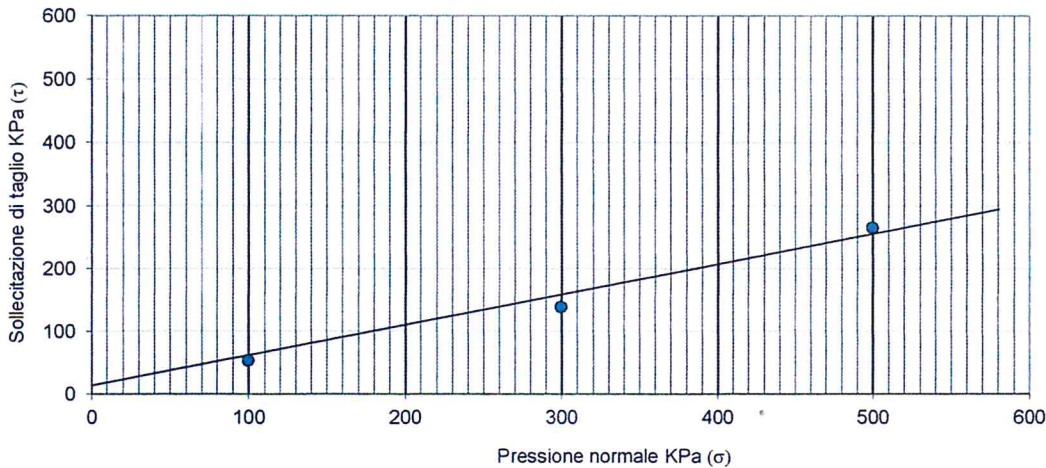
Data 23.07.2015

Sondaggio S8
Campione: C9
Profondità campione: -1,0 + - 1,7 m, da p.c.
Data prelievo: 17.07.2015

CONSOLIDAZIONE			1	3	5
PRESSIONE VERTICALE	σ	KPa	100	300	500
CEDIMENTO		mm	0,180	0,253	0,163

ROTTURA					
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ	KPa	52,0	137,5	264,6

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostituito in laboratorio	
Descrizione: Limo sabbioso	
Peso di volume (g/cm ³)	1,81



Angolo di resistenza al taglio 25 °
Coesione efficace 12 KPa

Note:

[Signature]
LABORANTE
Dott. Sergio Giorgio Modigiale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Benigno Alessandro Melis

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XXVI N.146/1992

X 2156

Certificato N.

Data: 23/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

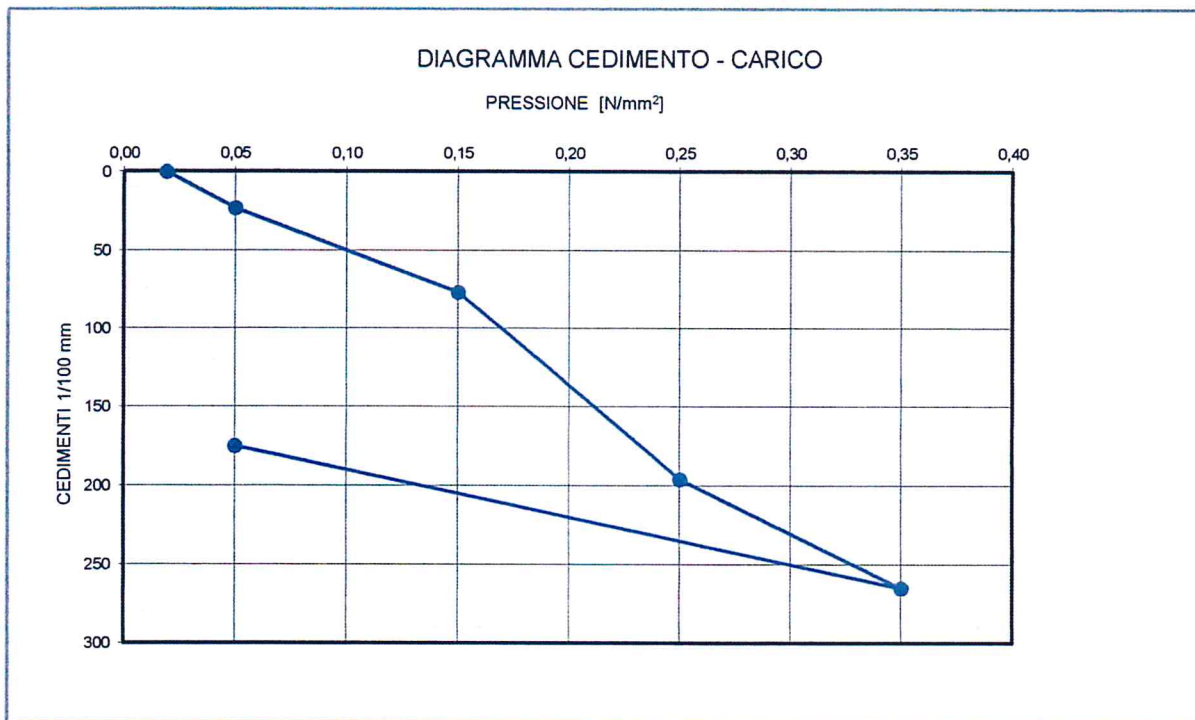
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di esecuzione: 20/07/2015

Ubicazione: Prova eseguita in prossimità del Sondaggio S4

Strato: Materiale naturale previo scotico medio di 0,15 m

Diametro piastra (mm) 300



Note:

DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFORMAZIONE (Md)

Md (N/mm ²)	$(0,15 \div 0,25 \text{ N/mm}^2) =$	25,2
Deformazione (mm)	$(0,15 \div 0,25 \text{ N/mm}^2) =$	1,19

Ing. *[Signature]*
Dott. *[Signature]* Mario Madigara



IL COORDINATORE
Dott. Geol. *[Signature]* Alessandro Meis

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XXVI N.146/1992

Certificato N. **X 2157**

Data: 23/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

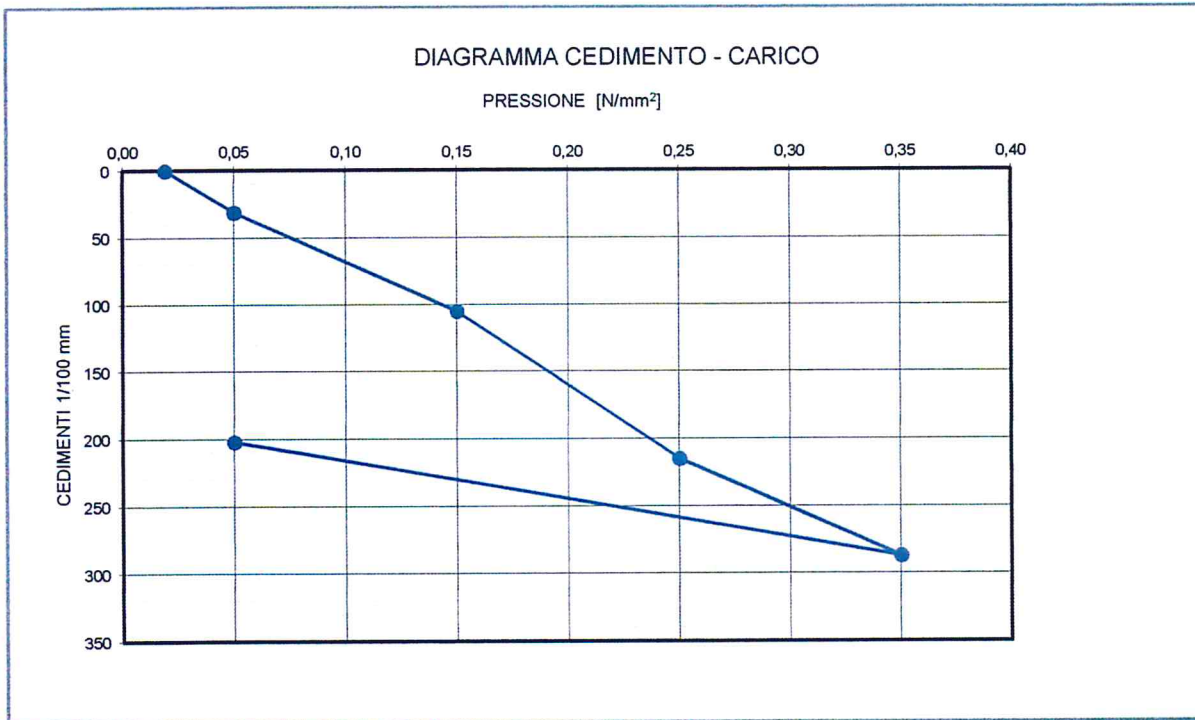
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di esecuzione: 20/07/2015

Ubicazione: Prova eseguita in prossimità del Sondaggio S5

Strato: Materiale naturale previo scotico medio di 0,15 m

Diametro piastra (mm) 300



Note:

DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFORMAZIONE (Md)

Md (N/mm²) (0,15 ÷ 0,25 N/mm²) = 27,3

Deformazione (mm) (0,15 ÷ 0,25 N/mm²) = 1,10

[Signature]
LABORANTE
Dott. Geol. Giorgio Murdiguale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XXVI N.146/1992

Certificato N. **X2158**

Data: 23/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

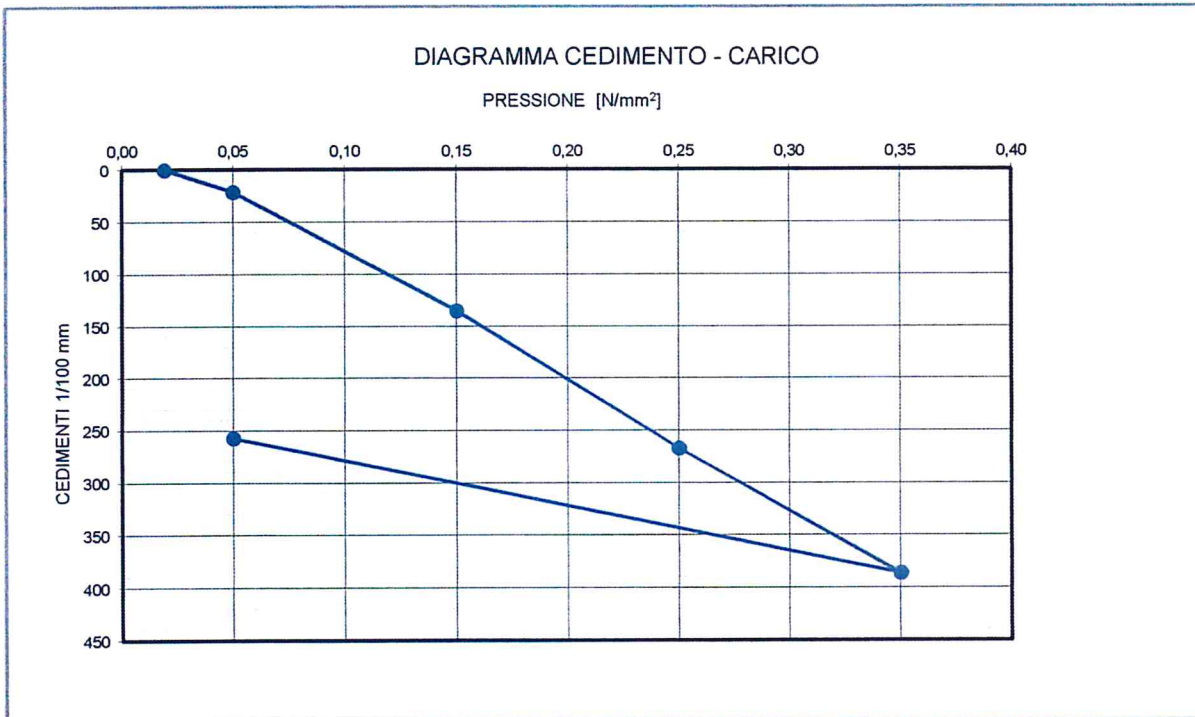
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di esecuzione: 20/07/2015

Ubicazione: Prova eseguita in prossimità del Sondaggio S6

Strato: Materiale naturale previo scotico medio di 0,15 m

Diametro piastra (mm) 300



Note:

DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFORMAZIONE (Md)

Md (N/mm ²)	$(0,15 \div 0,25 \text{ N/mm}^2)$	=	22,7
-------------------------	-----------------------------------	---	------

Deformazione (mm)	$(0,15 \div 0,25 \text{ N/mm}^2)$	=	1,32
-------------------	-----------------------------------	---	------

IL TECNICO
Dot. Geol. Giorgio Muddigale



IL COORDINATORE
Dot. Geol. Sandro Melis

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Bollettino Ufficiale CNR UNI - Anno XXVI N.146/1992

Certificato N° 2159

Data: 23/07/2015

Committente: Comune di Selargius (CA)

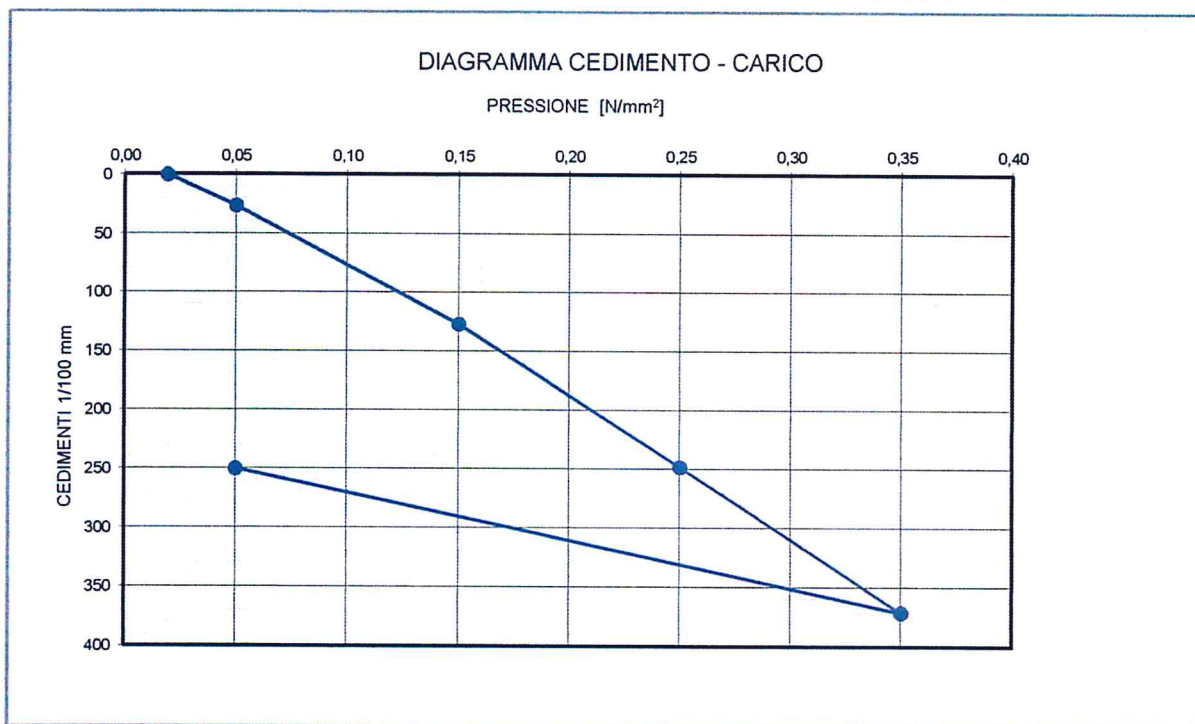
Cantiere: Ampliamento del Cimitero di Selargius (CA)

Data di esecuzione: 20/07/2015

Ubicazione: Prova eseguita in prossimità del Sondaggio S8

Strato: Materiale naturale previo scotico medio di 0,15 m

Diametro piastra (mm) 300



Note:

DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFORMAZIONE (Md)

Md (N/mm ²)	(0,15 ÷ 0,25 N/mm ²)	=	24,8
-------------------------	----------------------------------	---	------

Deformazione (mm)	(0,15 ÷ 0,25 N/mm ²)	=	1,21
-------------------	----------------------------------	---	------

IL TECNICO
Dott. Giulio Muddigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Meli

PLANIMETRIA GEOLOGICA

LEGENDA



Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi talora con livelli limoso sabbiosi. OLOCENE



Depositi alluvionali talora terrazzati prevalentemente sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi, compatti. OLOCENE



Depositi alluvionali terrazzati con prevalenti ghiaie in matrice sabbiosa, compatti. OLOCENE



Area di intervento



Scala 1:5.000



PLANIMETRIA IDROGEOLOGICA

LEGENDA



Depositi alluvionali sabbiosi e sabbioso-limosi talora terrazzati. OLOCENE
Permeabilità primaria per porosità da bassa a medio bassa -
ACQUIFERO A FALDA FREATICA



Depositi alluvionali terrazzati con prevalenti ghiaie. OLOCENE
Permeabilità primaria per porosità media.
ACQUIFERO A FALDA FREATICA



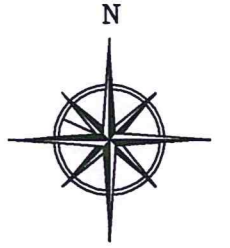
Reticolo idrografico



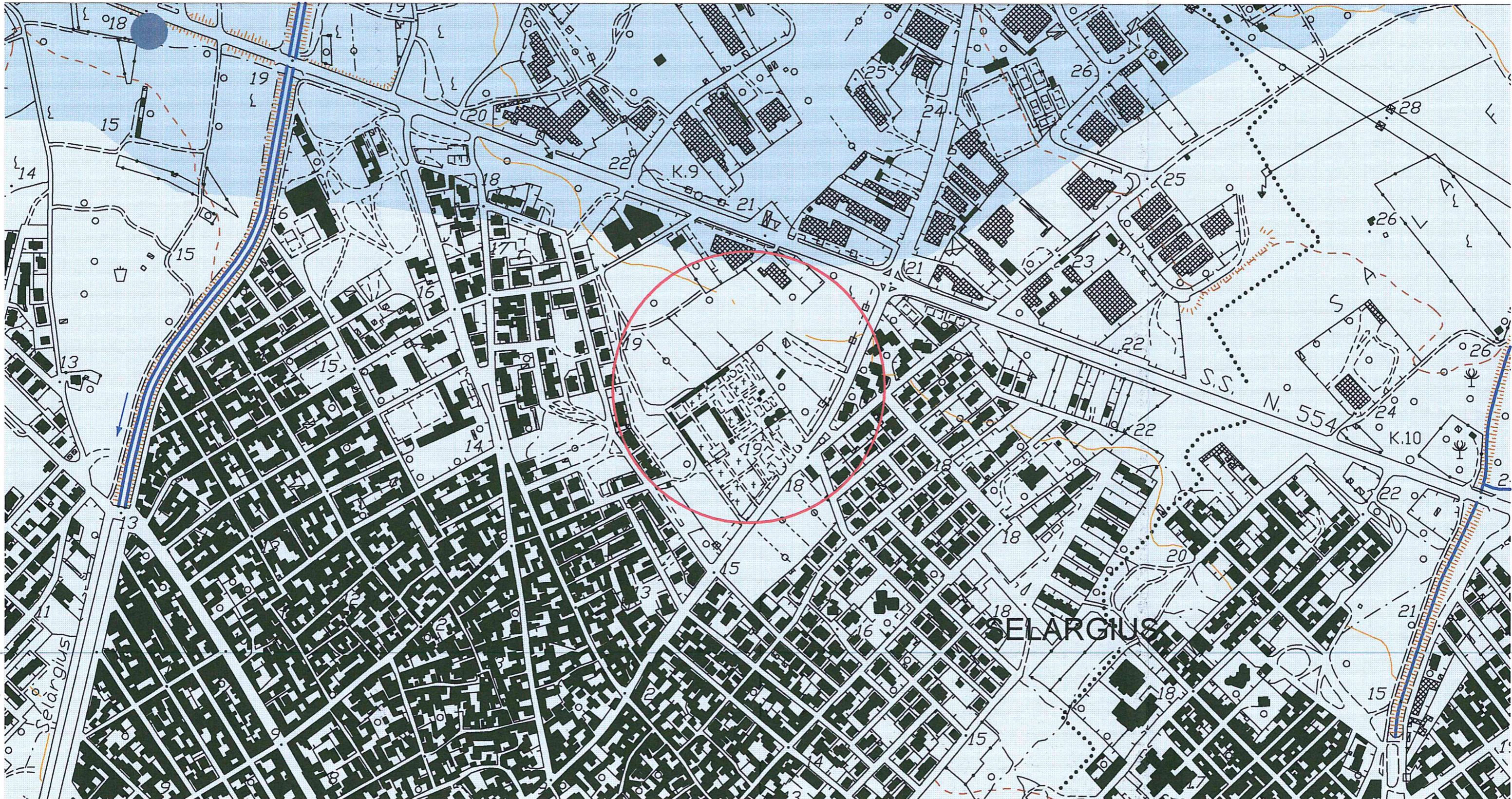
Pozzo freatico



Area di intervento



Scala 1:5.000

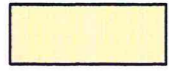


PLANIMETRIA GEOMORFOLOGICA

LEGENDA



Depositi alluvionali talora terrazzati, da sabbioso-limosi a ghiaiosi in matrice sabbiosa. OLOCENE
Morfologia da sub-pianeggiante a collinare con acclività da molto bassa a bassa



Depositi alluvionali talora terrazzati, ghiaiosi e subordinatamente sabbioso-limosi. OLOCENE
Morfologia collinare con acclività bassa



Area ad elevata attività antropica



Reticolo idrografico principale



Ruscellamento diffuso



Area di intervento



Scala 1:5.000

