



DOTT. GIANLUCA MURGIA

GEOLOGO

## Relazione Tecnica

Committente: Comune di Capoterra

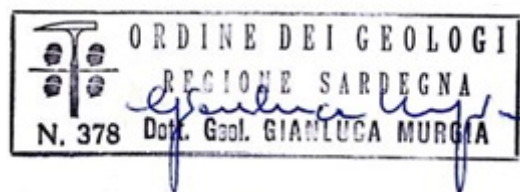
Relazione geologica a corredo del progetto relativo alla realizzazione di una scuola elementare in località Rio San Girolamo e della demolizione di una scuola in località Su Loi nel Comune di Capoterra (CA)

**Rev. 01**

### II TECNICO

DOTT. GEOL. GIANLUCA MURGIA

Ordine Dei Geologi Della Sardegna n. 378



Marzo 2022



## SOMMARIO

<b>RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>2</b>
PREMESSA .....	2
NORMATIVA.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
SISTEMA DEI VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI .....	4
MODELLAZIONE GEOLOGICA .....	6
CARATTERI GEOLOGICI .....	6
CARATTERI MORFOLOGICI.....	9
CARATTERI IDROGEOLOGICI .....	12
CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE .....	12
CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA .....	13
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA .....	15
PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	15
DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE .....	17
PARAMETRIZZAZIONE SISMICA E AZIONE SISMICA.....	19
<i>SPOSTAMENTO ORIZZONTALE MASSIMO AL SUOLO .....</i>	<i>22</i>
<i>VELOCITÀ ORIZZONTALE MASSIMA AL SUOLO.....</i>	<i>22</i>
LITOSTRATIGRAFIA .....	23
FATTIBILITÀ GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA .....	24
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>26</b>



---

## RELAZIONE GEOLOGICA

### PREMESSA

In relazione alla progettazione di una scuola elementare ricadente all'interno della Lottizzazione "Rio San Girolamo", in Via Europa nel Comune di Capoterra, è stato eseguito uno studio geologico finalizzato alla verifica della situazione stratigrafica e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche dei terreni presenti nell'area di interesse.

Il progetto prevede allo stesso tempo la demolizione di una scuola elementare, ubicata in località Su Loi, ad una distanza di circa 800 metri verso la zona costiera.

Per quanto riguarda la stratigrafia dei luoghi, oltre ad una verifica effettuata sul terreno, sono stati utilizzati i dati di letteratura. Per la caratterizzazione meccanica sono stati utilizzati i dati di una campagna di indagini eseguita in prossimità dell'area di indagine.

### NORMATIVA

Lo studio è stato condotto secondo le vigenti disposizioni di legge:

- **Legge n. 1086 del 05.11.1971** - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;*
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*, che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per i Lavori Pubblici;
- **C.N.R. n. 10024/1986** – *Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;*
- **D.M. LL. PP. 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;*

- **Circ. Min. LL. PP. N. 30483 del 24.09.1988** – *che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono;*
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** – *Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica;*
- **D.M. LL.PP. 09.01.1996** – *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precomprese per le strutture metalliche;*
- **D.M.LL.PP. 16.01.1996** – *Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";*
- **D.P.R. n.380 del 6 giugno 2001** - *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.*
- **Eurocodice 1 – Parte 1** – *Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Basi di calcolo;*
- **Eurocodice 7 – Parte 1** – *Progettazione geotecnica – regole generali;*
- **Eurocodice 8 – Parte 5** – *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;*
- **Norme CNR-UNI-ASTM-DIN;**
- **OPCM n.3274 del 20 marzo 2003** - *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche, Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici, Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni;*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003** – *Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri;*
- **OPCM n.3519 del 28 aprile 2006** - *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;*



- **D.M. 14 gennaio 2008** - Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- **D.M. Infrastrutture 06.05.2008** – Integrazioni al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni emesse ai sensi delle Leggi n. 1086 del 05.11.1971 e n. 64 del 02.02.1974, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. n. 380 del 06.06.2001 e dell'art. 5 del D.L. n. 136 del 28.05.2004, convertito in legge, con modificazioni, dell'art. 1 della Legge n. 186 del 27.07.2004 e ss.mm.ii.;
- **Circolare 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP.** - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- **D.M. 17 gennaio 2018** - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto del presente studio è situata in Comune di Capoterra, lungo la Via Europa all'interno della Lottizzazione "Rio San Girolamo". Nella cartografia ufficiale nazionale essa ricade nel Foglio I.G.M.I. n. 566 Sezione IV "La Maddalena" (ed. 1989), in scala 1:25000, mentre nella cartografia ufficiale regionale, in scala 1:10000, essa ricade nel Foglio n. 556 050 "Villa D'Orri" (ed. 1998).

## SISTEMA DEI VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI

### PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

In ordine agli scenari di rischio introdotti dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 11/12/2018, l'area di interesse non interseca alcuno scenario, pertanto non risulta sottoposta al relativo regime di tutela.

### PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il PAI, redatto ai sensi della Legge n. 183/1989 e del Decreto Legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, costituisce il documento di sintesi delle azioni promulgate dalla PA e dagli Enti competenti nell'ambito della prevenzione



del rischio idrogeologico, finalizzate alla difesa, salvaguardia e corretto sfruttamento del territorio.

Tale strumento, ha la finalità di garantire adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni. In ultima analisi è lo strumento attraverso il quale si deve evitare la creazione di nuove situazioni di rischio, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate.

Sull'area oggetto di studio non insistono le perimetrazioni delle aree di pericolosità idraulica del PAI.

La zona di interesse ricade all'interno delle aree perimetrate da pericolosità moderata da frana (Hg1).

L'area dove sorge la scuola di Su Loi ricade invece all'interno delle aree perimetrate da pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) e da pericolosità moderata da frana (Hg1).

#### PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), redatto ai sensi dell'art. 17 comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989 n. 183, ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico.

operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Esso costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Sull'area oggetto di studio non insistono le perimetrazioni delle aree di pericolosità idraulica del PSFF.



### VINCOLI NATURALISTICI ED AMBIENTALI

Non risultano interferenze in ordine ai regimi di tutela di altri vincoli naturalistici quali Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Interesse Comunitario (SIC), Oasi Permanenti di protezione faunistica, Sistema Regionale dei Parchi, zone percorse da incendi e Aree vincolate per scopi idrogeologici.

### VINCOLI PAESAGGISTICI

Per quanto riguarda l'Assetto Ambientale, l'area non risulta essere interessata dalla presenza di colture erbacee specializzate. Ricade all'interno della Fascia Costiera (ex art. 143 D.Lgs. 42/2004 – Bene paesaggistico d'insieme).

Per quanto riguarda l'Assetto Insediativo, l'area non risulta intersecante la componente relativa alle Espansioni recenti

Per ciò che concerne l'Assetto Storico Culturale, l'area di studio non risulta essere interessata dalla presenza di beni identitari riconosciuti dagli artt. 136, 142 e 143 del D.Lgs n. 42/2004 ricompresi nel regime di tutela di cui al succitato PPR.

## **MODELLAZIONE GEOLOGICA**

### **CARATTERI GEOLOGICI**

La geologia di questo settore della Piana di Capoterra è caratterizzata principalmente dalla presenza di terreni paleozoici e quaternari. I termini paleozoici appartengono al complesso metamorfico ed intrusivo ricollegabile al ciclo orogenico ercinico, e rappresentano, sotto il profilo formazionale, l'ossatura fondamentale di questo settore del Sulcis.

Le litologie del basamento ercinico sono molto eterogenee, comprendendo in massima parte rocce terrigene di varia età (dal Cambriano al Siluriano) interessate da un metamorfismo di basso e bassissimo grado. Si tratta in prevalenza di filladi, metarenarie, quarziti, conglomerati, etc. che, dopo le deformazioni orogenetiche, hanno subito un metamorfismo



di contatto, a tratti anche molto spinto, appartenenti alle falde esterne ed alla zona esterna (Iglesiente – Sulcis) rappresentate dalle Formazioni di Genna Muxerru (**MUX**), Pala Manna (**PMN**) e dalle Arenarie di San Vito (**SVI**).

Le rocce intrusive sono invece rappresentate da granitoidi (composizione variabile da gabbri –monzoniti – sieniti – tonaliti - granodioriti – graniti) appartenenti all'Unità intrusiva di Villacidro (**VLD**) la cui messa in posto è indicata dalle età radiometriche che indicano per le facies più diffuse una messa in posto compresa tra 307 Ma e 279 Ma, contemporanea quindi alle fasi estensionali dell'orogenesi ercinica.

I granitoidi sono stati successivamente pervasi da manifestazioni magmatiche a carattere filoniano di composizione da basico-intermedia (lamprofiri) ad acida (micrograniti e filoni di quarzo). Probabilmente meno diffuse le intrusioni di filoni aplitici e pegmatitici, tardivi rispetto alla messa in posto dei plutoni, diretti principalmente lungo le direttrici E-W e N-S.

I rilievi collinari (posti ad Ovest del punto di indagine) sono costituiti in prevalenza dai suddetti prodotti metamorfici ed intrusivi. Negli altri settori affiorano terreni riferibili esclusivamente al Quaternario, costituiti da depositi a diversa consistenza, derivati dall'erosione dei rilievi e che si sono depositati nella piana antistante.

I depositi continentali del Quaternario costituiscono i corpi sedimentari di raccordo tra i rilievi montuosi e la fascia detritica alluvionale costiera, formando coltri di spessore variabile da pochi decimetri sino a diverse decine di metri. La loro genesi, trattandosi essenzialmente di facies alluvionali di conoide e di piana è ascrivibile ai cicli morfogenetici legati alle oscillazioni climatiche avvenute in particolare dall'ultimo periodo glaciale del Pleistocene superiore (Würm) all'Olocene.

Il contatto con il sottostante substrato paleozoico è segnato da una coltre detritica di alterazione eluviale derivata dal disfacimento in sito del substrato roccioso (arenizzazione dei graniti). I terreni della copertura Quaternaria, Pleistocenici e Olocenici, caratterizzano con grande continuità la zona pedemontana e la piana costiera del Rio San Gerolamo e Masone Ollastu, nonché l'area della Maddalena spiaggia. Le formazioni litostratigrafiche affioranti sono rappresentate da:





### Depositi Quaternari Pleistocenici:

#### ➤ Subsistema di Portoscuso [**PVM2a**]

Comprende depositi di facies alluvionale e detrito di versante. I sedimenti alluvionali pleistocenici derivano dall'appiattimento morfogenetico di conoidi alluvionali deposte dai corsi d'acqua allo sbocco delle valli, che hanno inciso le propaggini orientali dei rilievi del Sulcis. Molti autori hanno riconosciuto entro questi depositi la presenza di più ordini di terrazzi, legati all'evoluzione geomorfologica conseguente le variazioni climatiche del Pleistocene-Olocene, che hanno visto l'alternarsi di fasi d'intensa erosione e fasi di accumulo dei sedimenti (O. Seuffert, 1970). Si tratta di ghiaie alluvionali, poligeniche, con subordinate sabbie e ghiaie, più raramente da blocchi a spigoli sub angolosi. Essi presentano strutture incrociate concave in genere piate e di limitata ampiezza (Az. Agricola Medda-Obino).

Questi sedimenti, debolmente cementati o incoerenti, ma ben addensati, sono stati reinciati e terrazzati, permettendo il successivo deposito di sedimenti alluvionali recenti (olocenici) ed attuali che marciano il reticolo idrografico recente ed attuale delle fasce prospicienti la zona costiera. Alle pendici dei versanti, i terreni pleistocenici sono rappresentati da falde di detrito grossolane a litologia breccioide o da sabbie di arenizzazione granitica.

Sono incoerenti, o dotati di una lieve diagenizzazione, costituiti essenzialmente dall'accumulo caotico di clasti eterometrici debolmente gradati, la cui composizione rispecchia i litotipi granitoidi dei rilievi al contorno. Si tratta di depositi che sono stati in larga parte erosi durante l'approfondimento delle valli post-glaciali e, per questo motivo, talora affiorano in aree limitate sono presenti sotto le coperture oloceniche.

### Depositi Quaternari Olocenici:

#### ➤ Deposito alluvionali terrazzati [**bn**]

Le alluvioni recenti costituiscono lembi di piccole piane alluvionali intersecate dai corsi d'acqua attuali; si rinvencono ai lati degli alvei attivi o dei tratti d'alveo regimati e non interessati dalle dinamiche fluviali in atto nel letto ordinario, fatta eccezione



per fenomeni alluvionali durante eventi idrometrici eccezionali (es. alluvione di Capoterra dell'ottobre 2008). Si tratta di depositi alluvionali grossolani, a ciottoli poligenici, con limitate lenti e livelli di sabbie e ghiaie fini a stratificazione incrociata, sciolti o poco cementati ed in genere clasto-sostenuti con matrice sabbiosa. Queste alluvioni, più o meno terrazzate, sono ubicate poco al di sopra dei fondovalle attuali. Nel tratto di foce del rio San Gerolamo - Masone Ollastu, oltre ai depositi alluvionali terrazzati (bna), affiorano sedimenti olocenici attuali, costituiti da alluvioni attuali, depositi antropici e depositi marino litorali.

#### **Olocene e attuale:**

- Depositi dei letti fluviali attuali [ba]: sono in genere grossolani (ghiaie prevalenti), con rare intercalazioni di lenti sabbiose, e caratterizzati da stratificazione a livelli piano-paralleli o incrociata concava molto piatta; sono legati ai corsi d'acqua attuali caratterizzati da regime torrentizio, con forti alternanze stagionali. In prossimità dei versanti montuosi, i sedimenti all'interno degli alvei possono essere anche molto grossolani e localmente sono presenti affioramenti di substrato roccioso;
- Depositi antropici [h1r]: si tratta di materiali di riporto e di aree bonificate.

#### **CARATTERI MORFOLOGICI**

L'assetto geomorfologico del territorio in esame è stato studiato sia da terreno che dall'analisi delle carte topografiche. In linea generale è possibile suddividere la zona in due settori con caratteristiche morfologiche nettamente distinte. I rilievi collinari (ad ossatura metamorfica e granitoide) affioranti estesamente nel settore occidentale e, nei restanti quadranti, i terreni subpianeggianti di natura detritico-alluvionale (pendenza calcolata 5%) con una leggera vergenza verso Est.

I versanti in prossimità dei rilievi mostrano valori delle pendenze valutabili intorno al 50-60%, lontani quindi dalle condizioni di maturità e dunque soggetti ad ulteriori fasi evolutive, tipiche dei rilievi morfologicamente giovani che danno origine a coltri detritiche superficiali. Questi rilievi, posti a Ovest dell'abitato di Capoterra, sono incisi da numerosi corsi d'acqua a



carattere torrentizio che mostrano una tendenza all'erosione favorita dalla pendenza accentuata mentre più ad Est, in prossimità del centro abitato, essi tendono a depositare, facilitati dalla netta diminuzione della pendenza (valore calcolato intorno al 5%).

Dal punto di vista morfodinamico gli effetti che si possono verificare nella zona collinosa sono connessi principalmente a due tipi di fenomeni, tra loro collegati, rappresentati dai movimenti gravitativi e dal trasporto sui fondivalle operato dai corsi d'acqua. Lungo i versanti, caratterizzati da un'elevata energia di rilievo e con profonde incisioni, si verifica la mobilitazione di materiale (principalmente colate di detriti e terra), sia incanalati che non incanalati; in generale questi movimenti coinvolgono, fino al basamento roccioso, le coperture detritiche dei versanti. Tali coperture sono particolarmente diffuse e, soprattutto alle quote medio-basse, ricoprono gran parte di questi rilievi, costituiti, come detto, da rocce granitoidi e metamorfiche, facilmente erodibili.

Le forme del rilievo, oggi osservabili, sono la risultante del differente grado di erodibilità delle litologie affioranti, sulle quali hanno agito in maniera selettiva i processi esogeni, modificando il profilo dei versanti, creando depositi detritici e formazioni vallive. In generale, il territorio racchiuso entro il bacino idrografico del Rio San Girolamo-Rio Masone Ollastu, sulla base dell'assetto morfologico-ambientale può essere suddiviso in due aree ben distinte: la prima è costituita dal paesaggio montuoso/collinare e pedemontano a Ovest del territorio, la seconda, a est del medesimo, dai depositi alluvionali della pianura costiera, che degrada dolcemente dalla fascia pedemontana ai depositi marini litorali.

Le rocce scistose paleozoiche, affioranti limitatamente nell'area collinare/montuosa a N-NW del bacino idrografico del rio San Gerolamo e a Sud del Masone Ollastu, hanno subito prolungate fasi di erosione, favorite sia dai movimenti tettonici sia dalle variazioni paleoclimatiche. Questo ha determinato forme arrotondate, pendii moderatamente acclivi e, talvolta la asportazione della copertura arenaceo-scistosa, permettendo l'affioramento del plutone granitico, mentre metarenarie, micascisti formano versanti talora scoscesi e pietrosi, nonché cime a rocciosità accentuata. Quarziti e graniti hanno un notevole risalto morfologico e rivelano sovente forme aspre e articolate, determinano costantemente notevoli asperità apparendo in forte risalto, con dirupi, propaggini e creste rocciose.



Il paesaggio granitico, costituenti la quasi totalità della zona montana e collinare del settore in esame si presenta differente: le forme più aspre e articolate, caratterizzate da creste rocciose e pendii scoscesi si hanno in corrispondenza di litotipi con sensibili riduzioni di grana o di corpi filoniani a quarzo prevalente, maggiormente resistenti all'erosione; la pendenza elevata causa una maggiore capacità erosiva dei corsi d'acqua, per cui le valli sono più strette e profonde nelle aree montuose e più aperte in prossimità dello sbocco nelle aree pianeggianti. Gli alvei dell'area montana sono prevalentemente impostati in roccia, entro strette valli spesso caratterizzate da un andamento meandriforme, anche se non mancano tratti dove le valli si allargano e assumono un profilo a fondo piatto. In questi casi la velocità dell'acqua, e di conseguenza l'energia di trasporto, si riduce, e il corso del torrente può assumere un andamento a canali anastomizzati sul letto alluvionale. Alle pendici dei versanti granitici collinari, a moderata pendenza (P. ta Sa Menta, M. Pauliara, P. Mustaddini), è presente una coltre detritica (glacis) eluvio-colluviale di composizione arenacea, interessata dallo sviluppo di vegetazione, che degrada con continuità verso la piana costiera.

La morfologia della zona pedemontana tra le propaggini orientali del massiccio del Sulcis e la pianura del rio San Gerolamo-Masone Ollastu è caratterizzata da conoidi alluvionali incise, depositi detritici colluviali e torrentizi, che talora ricoprono superfici d'erosione in roccia, e da terrazzamenti, a testimonianza di un regime idrografico a deflusso torrentizio, che ha caratterizzato il Pleistocene-Olocene. Il fattore di modellamento predominante è stato lo scorrimento delle acque superficiali per ruscellamento diffuso e incanalato, con relativi fenomeni di erosione e di deposizione accentuati o mitigati dalle variazioni climatiche quaternarie.

La discontinuità delle portate dei corsi d'acqua principali è stata causata soprattutto dall'alternanza di climi umidi e aridi che ha dato origine ai differenti tipi di deposito riconosciuti in base ad alcuni caratteri peculiari, come ad esempio la maturità del profilo pedologico, il grado di costipamento, di alterazione degli elementi costituenti e il colore della matrice. In particolare, nei periodi glaciali, caratterizzati da una ridotta copertura vegetale, hanno predominato i processi di denudamento dei versanti e vi è stato la massima mobilitazione e apporto di materiale detritico dai versanti ai fondovalle; viceversa nei periodi



interglaciali, con climi di tipo caldo-umido, sono stati favoriti i processi pedogenetici a discapito della produzione di nuovi detriti. L'evoluzione dei principali corsi d'acqua è stata quindi condizionata da oscillazioni eustatiche e climatiche alle quali si devono le numerose variazioni del livello di base degli alvei, i quali hanno subito generalmente una serie d'innalzamenti e approfondimenti successivi.

I depositi alluvionali terrazzati, coperti da suolo vegetale di tipo eluviale pressoché continuo, occupano le aree pianeggianti e di fondovalle, sede delle divagazioni degli alvei dei principali corsi d'acqua e le aree poste in prossimità delle aste torrentizie. Sono costituiti prevalentemente da depositi ciottolosi, a clasti sub-arrotondati ed eterometrici in prevalenza granitici (nelle sue diverse facies cristalline) immersi in una matrice granulare sabbioso-limosa, più o meno cementati e addensati. Procedendo verso il settore pianeggiante del bacino idrografico del Rio San Gerolamo-Masone Ollastu, al diminuire della pendenza, aumentano le testimonianze di sedimentazione e di successive re-incisioni delle coltri alluvionali deposte a più riprese, come i bordi dei terrazzi fluviali che orlano in maniera discontinua i sedimenti alluvionali olocenici e sub-attuali ai lati degli alvei del Rio San Gerolamo e del Rio Masone Ollastu.

## **CARATTERI IDROGEOLOGICI**

### **CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE**

L'idrografia superficiale della zona è rappresentata da incisioni fluviali e da diversi corsi d'acqua che, dai rilievi occidentali, con andamento predominante Ovest – Est, convergono verso i settori orientali e meridionale fino al mare.

La rete idrografica rispecchia l'antica impostazione stratigrafico-strutturale del territorio, riconducibile principalmente ai movimenti tettonici dell'Orogenesi Ercinica, poiché all'Orogenesi Alpina e alla neotettonica si attribuiscono la riattivazione delle antiche lineazioni tettoniche e il ringiovanimento delle forme caratterizzanti l'attuale conformazione della regione.



I corsi d'acqua principali sono il Rio San Girolamo e il Rio Masone Ollastu, con foce a mare fra le località di "Torre degli Ulivi" e "Frutti d'Oro". Le portate di entrambi i corsi d'acqua sono modeste e legate al regime di flusso a carattere torrentizio, discontinuo e irregolare, poiché strettamente correlato alle variabili precipitazioni stagionali, tipiche di un clima classificato come subtropicale-semiarido.

Il sistema orografico che racchiude il bacino idrografico del rio San Gerolamo e Masone Ollastu, procedendo da est della foce verso ovest, è costituito dai seguenti rilievi: Su Sinzurru, M.te Arrubiu, S'Arcu de is Sennoras, P. ta su Aingiu Mannu, P. ta Is Postas, S'Arcu e Mumoiada, M.te Conchioru, S'Argiu Varzia, P. ta Ti Riaxiu Mannu, M.te Is Laccuneddas, P. ta Ambrosu. Lo spartiacque di separazione tra i due sub-bacini passa, invece, lungo l'allineamento formato dal M. Turrineri, M. S. Barbara, P. ta Mustaddini, P. ta Sa Menta e M. Pauliara e l'azienda agricola Medda Obino. La diversità tra i due torrenti si riflette nel reticolo di drenaggio e nell'estensione del bacino idrografico pari a 14.06 km<sup>2</sup> per il rio San Gerolamo e a 12.04 km<sup>2</sup> per il Masone Ollastu.

### **CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA**

Dal punto di vista idrogeologico, la zona di interesse, appartenente al territorio alla U.I.O del Flumini Mannu - Cixerri è caratterizzata dall'Acquifero Detritico-Alluvionale Quaternario di Capoterra-Pula e dal complesso impermeabile dell'unità intrusiva e metamorfica del Paleozoico.

Nei leucomonzograniti, nelle tonaliti, micro e granodioriti (appartenenti alle formazioni intrusive **VLD**b****; **SBBa**; **SBBb**), così come nelle metarenarie, metasiltiti e quarziti (appartenenti alle formazioni metamorfiche SVI e PMN), avendo una struttura massiva e compatta, la possibilità di circolazione idrica è legata essenzialmente al reticolo di macro e microfratture o discontinuità (giunti di strato) secondarie, a causa dell'insignificante porosità primaria, determinando in generale scarsa permeabilità, localmente bassa, essenzialmente per fessurazione.

Fanno eccezione gli ammassi granitici che per la presenza di una coltre di arenizzazione o di una o più fasce cataclastiche (spesso associate a differenziati magmatici acidi in giacitura



filoniana subverticale), presentano un certo flusso idrico per porosità. Tuttavia, le rocce scistose e granitiche, per l'alto grado di fratturazione e/o disgregazione possono essere sede di acquiferi di modesta rilevanza.

Il complesso alluvionale quaternario, caratterizzante l'assetto stratigrafico del settore, è una diretta conseguenza dei movimenti neotettonici distensivi plio-pleistocenici, che hanno condizionato, unitamente alle oscillazioni eustatiche e climatiche, l'evoluzione paleogeografica del graben campidanese, e soprattutto del sistema idrografico. Le numerose variazioni quaternarie del livello di base degli alvei dei corsi d'acqua principali, con una serie di innalzamenti e sprofondamenti, hanno determinato l'alternarsi di successive fasi morfogenetiche di accumulo, incisione e terrazzamento, rielaborando i sedimenti fluviali antichi dei glacis e delle conoidi alluvionali del rio San Gerolamo e del rio Masone Ollastu, sino a definire una successione alluvionale distinta in alluvioni antiche pleistoceniche e in alluvioni recenti oloceniche.

L'alternanza di sedimenti a differente composizione granulometrica, grado d'addensamento e di consistenza, tipica dei sedimenti di bacino alluvionale, determina, localmente, variazioni di permeabilità.

Nel settore in esame sono presenti due complessi idrogeologici distinti, a ciascuno dei quali è associato un acquifero con caratteristiche peculiari in termini di permeabilità:

- ✓ *complesso metamorfico – intrusivo paleozoico*, permeabile per fessurazione;
- ✓ *complesso detritico – alluvionale quaternario*, permeabile per porosità;

Il complesso detritico – alluvionale è sede di un sistema acquifero molto produttivo. Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea questa è diversa in funzione del differente grado di permeabilità dei depositi alluvionali. Infatti, la permeabilità di tali depositi presenta valori elevati nelle alluvioni non terrazzate (Quaternario recente), da bassi a medio-bassi nelle alluvioni terrazzate (Quaternario antico) dove prevale la componente argillosa.

Si può ipotizzare che l'acquifero presente sia di tipo multifalda, costituito quindi da più livelli (in prevalenza sabbioso-conglomeratici) sede di una notevole circolazione idrica, separati da livelli argillosi che possono risultare importanti, dal punto di vista idrogeologico, in virtù della



loro notevole estensione areale e verticale; questi livelli argillosi conferiscono un comportamento artesianesimo alle falde sottostanti, anche se non isolano completamente i livelli acquiferi.

L'acquifero fratturato contenuto nel complesso metamorfico – intrusivo paleozoico garantirebbe la ricarica laterale delle falde ospitate nell'acquifero alluvionale; tale ricarica sarebbe assicurata anche dai corsi d'acqua a carattere torrentizio che drenano le zone circostanti e, in misura minore, avverrebbe per infiltrazione diretta dalle precipitazioni. In mancanza di misure dirette si può ipotizzare che la falda superficiale si trovi ad una profondità valutabile intorno ai 15 metri dal piano campagna.

## **CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA**

### **PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) già con il D.M. 14/01/2008, recentemente sostituito dal DM del 17/01/2018, si introduceva il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La “pericolosità sismica di base”, nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture connesse con il funzionamento di opere come i metanodotti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Il reticolo di riferimento delle NTC 2018 suddivide l'intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno ( $T_r$ ) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto:





- $a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in  $g/10$ );
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock ( $a_g$ ) non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza del comune in cui realizzare l'opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell'effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l'opera.

In particolare, 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. La Sardegna è classificata come categoria 4.

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	0.35 g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

**Tabella 1 – accelerazioni massime per le 4 zone NTC**



## DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Le NTC 2018 definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno ( $T_r$ ) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale ( $P_{Vr}$ ) nel periodo di riferimento dell'opera ( $V_r$ ).

Il periodo di riferimento dell'opera ( $V_r$ ) si ottiene dal prodotto tra la Vita Nominale ( $V_n$ ), intesa come il numero di anni nel quale l'opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata, e il Coefficiente d'uso ( $C_u$ ), funzione della Classe d'uso della costruzione.

Pertanto, per l'opera in oggetto in questo studio sono stati assunti i seguenti parametri:

- Vita Nominale (VN) di 50 anni;
- Classe d'uso IV;
- Categoria topografica: T1 pianeggiante;

Le probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale ( $P_{Vr}$ ) nel periodo di riferimento dell'opera ( $V_r$ ) sono funzione dell'importanza dell'opera e dello stato limite considerato.

La sismicità della regione Sardegna risulta molto bassa, sia i dati storici che quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base, pertanto, nelle NTC 2018 (cfr. Allegato B, Tabella 2) si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore uniforme di accelerazione orizzontale massima al bedrock ( $a_g$ ).

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  $S_c$ .

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$S_c$
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T^* c)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T^* c)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T^* c)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T^* c)^{-0.40}$

**Tabella 2 – Coefficienti  $S_s$  e  $S_c$  per le varie categorie di sottosuolo**

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	1.00	0.05	0.15	1.00

**Tabella 3 – Coefficienti dello spettro di risposta elastico**

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.

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  $V_s$  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 indicate con le lettere A, B, C, D, E (non sono più contemplate le S1 ed S2), categorie di suolo di fondazione a diversa rigidità 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.

**Il substrato nell'area studiata si ritiene ragionevole che possa rientrare nella Categoria di sottosuolo "C", definita mediante l'esecuzione di indagini geofisiche con metodologia MASW in condizioni stratigrafiche e morfologiche analoghe.**

## PARAMETRIZZAZIONE SISMICA E AZIONE SISMICA

Le NTC 2018 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 (SLE)	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	10%
	SLC	5%

**Tabella 4 – Probabilità di superamento nel periodo di riferimento Vr ai vari tempi di ritorno**

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:

$$TR = -VR / \ln(1-PVR) = -C, VR / \ln(1-PVR)$$

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

Stati limite	Tempi di ritorno TR (anni)	
SLE	SLO	60
	SLD	100
SLU	SLV	950
	SLC	1950

**Tabella 5 –tempi di ritorno per i vari stati limite**



In corrispondenza dei diversi stati limite si riportano di seguito i valori dei parametri:

		<b>a<sub>g</sub> (g)</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>TC* (sec)</b>
<b>SLE</b>	SLO	0.2541	2.694	0.302
	SLD	0.3135	2.729	0.307
<b>SLU</b>	SLV	0.5988	2.976	0.371
	SLC	0.7071	3.061	0.393

**Tabella 6 –parametri su sito di riferimento rigido orizzontale**

Per quanto attiene all'amplificazione determinata dalle condizioni morfologiche del sito considerato che:

- Il manufatto si trova in un settore poco acclive, limitrofo ad un pendio con pendenza crescente verso nord;
- Le fondazioni in progetto non presentano una importante incidenza sul terreno;
- L'andamento delle Vs misurate indica che la rigidità del substrato cresce costantemente al crescere della profondità;
- Le condizioni stratigrafiche e morfologiche consentono l'utilizzo del metodo semplificato.

La normativa in queste condizioni prevede che debba essere considerato un possibile effetto d'amplificazione dell'onda sismica, anche se contenuto, ma visto l'assetto topografico si ritiene che la morfologia, pur leggermente acclive, in attesa di avere riscontri diretti anche sulla stratigrafia locale effettiva, si è posto  $S_T=1,0$ .



		S	TB	TC	TD	Fv	Cc	Ss
SLE	SLO	1.500	0.157	0.470	1.702	0.580	1.559	1.500
	SLD	1.500	0.159	0.476	1.725	0.652	1.550	1.500
SLU	SLV	1.500	0.180	0.540	1.840	0.983	1.457	1.500
	SLC	1.500	0.187	0.562	1.883	1.099	1.429	1.500

**Tabella 7 –parametri spettro di risposta elastico**

L'azione sismica di progetto tenuto conto dell'effetto morfologico presenterà un'amplificazione limitata rispetto al valore massimo atteso agli stati limite sarebbe quindi:

$$\text{SLO} \quad a_{gT} = S * a_g * S_T = 1,500 * 0,254 * 1,0 = 0,381 \text{ g} = 3,8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{SLD} \quad a_{gT} = S * a_g * S_T = 1,500 * 0,313 * 1,0 = 0,470 \text{ g} = 4,7 \text{ m/s}^2$$

$$\text{SLV} a_{gT} = S * a_g * S_T = 1,500 * 0,599 * 1,0 = 0,899 \text{ g} = 9,0 \text{ m/s}^2$$

$$\text{SLC} a_{gT} = S * a_g * S_T = 1,500 * 0,707 * 1,0 = 1,061 \text{ g} = 10,6 \text{ m/s}^2$$

Ai sensi della normativa (articolo 3.2.3.3 "Spostamento orizzontale e velocità orizzontale del terreno") si ottengono i valori massimi dello spostamento ( $d_g$ ) e della velocità orizzontali ( $v_g$ ) del suolo, previsti a livello del piano di fondazione attraverso le espressioni:

*Spostamento orizzontale massimo al suolo*

$$\text{SLO} \quad d_g = 0,025 * S * T_C * T_D * a_{gT} = 0,025 * 1,500 * 0,470 * 1,702 * 3,8 = 0,11 \text{ cm}$$

$$\text{SLD} \quad d_g = 0,025 * S * T_C * T_D * a_{gT} = 0,025 * 1,500 * 0,476 * 1,725 * 4,7 = 0,14 \text{ cm}$$

$$\text{SLV} \quad d_g = 0,025 * S * T_C * T_D * a_{gT} = 0,025 * 1,500 * 0,540 * 1,840 * 9,0 = 0,33 \text{ cm}$$

$$\text{SLC} \quad d_g = 0,025 * S * T_C * T_D * a_{gT} = 0,025 * 1,500 * 0,562 * 1,883 * 10,6 = 0,42 \text{ cm}$$

*Velocità orizzontale massima al suolo*

$$\text{SLC} \quad v_g = 0,16 * S * T_C * a_{gT} = 0,16 * 1,500 * 0,470 * 3,8 = 0,43 \text{ cm/s}$$

$$\text{SLC} \quad v_g = 0,16 * S * T_C * a_{gT} = 0,16 * 1,500 * 0,476 * 4,7 = 0,54 \text{ cm/s}$$

$$\text{SLC} \quad v_g = 0,16 * S * T_C * a_{gT} = 0,16 * 1,500 * 0,540 * 9,0 = 1,16 \text{ cm/s}$$

$$\text{SLC} \quad v_g = 0,16 * S * T_C * a_{gT} = 0,16 * 1,500 * 0,562 * 10,6 = 1,43 \text{ cm/s}$$

In prospettiva sismica, l'area a livello di superficie è da ritenersi in osservanza dell'Ordinanza P.C.M. N.3274 e del DM 14/09/05, ad incremento sismico molto basso, e dovrà essere posto



il terreno di fondazione nella Categoria di Suolo B, con coefficiente d'amplificazione topografica  $S_T = 1,0$ .

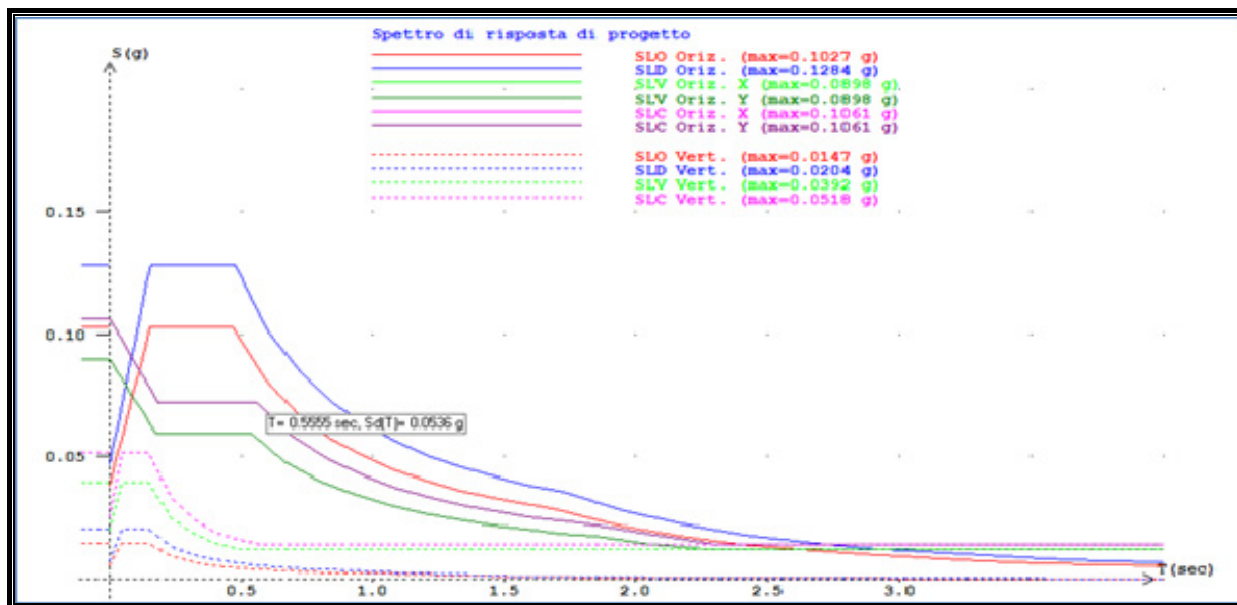


Figura 1 – Spettro di risposta di progetto

## LITOSTRATIGRAFIA

Per una più corretta ricostruzione della locale stratigrafia sono stati utilizzati i dati di una campagna di indagini geognostiche eseguita in prossimità dell'area di interesse mediante la realizzazione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti ad una profondità di 10 metri dal piano di campagna.

Durante l'esecuzione dei sondaggi non è stata rilevata la presenza di livelli acquiferi, che sono ospitati nelle formazioni alluvionali, ad una profondità valutabile intorno ai 15-20 metri dal piano di campagna, sulla base dei rilievi effettuati sui numerosi pozzi ubicati nelle vicinanze del settore di interesse.

Nell'area in parola, la stratigrafia può essere così schematicamente rappresentata:

m 0.00 ÷ 0.40

terreno vegetale;





---

m 0.40 ÷ 10.00

depositi alluvionali costituiti da sabbie medie, a tratti ghiaiose e ciottolose, immerse in matrice limo-argillosa (Alluvioni antiche terrazzate Auct.)

**Terreno vegetale**

Si tratta sostanzialmente di terreni poco compatti. Il grado di addensamento appare decisamente scarso e se ne consiglia l'asportazione.

**Depositi alluvionali costituiti da sabbie medie microciottolose, a tratti ghiaiose e ciottolose, immerse in matrice limo-argillosa**

Sabbie medie microciottolose, a tratti ghiaiose, immerse in matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa.

Si tratta sostanzialmente di terreni a scheletro clastico, con grado di compattezza variabile e sovraconsolidati per essiccazione.

Il grado di addensamento di questi terreni appare elevato sin dalle basse profondità, come si evince dalla resistenza penetrometrica costantemente elevata e caratterizzata da valori di NSPT maggiore di 50 colpi/30 cm. Si tratta quindi di terreni che presentano caratteristiche geomeccaniche che vengono ritenute da buone fino ad ottime per materiali in condizioni indisturbate. Data la loro natura clastica ed il modesto contenuto in argille, lo scadimento delle peculiarità geomeccaniche a seguito di rimaneggiamento dei medesimi è da considerarsi modesto.

**FATTIBILITÀ GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

Dalle indagini svolte non si evidenziano caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche tali da impedire la realizzazione delle opere previste in progetto.

Il presente lavoro ha accertato quanto segue:

- ✓ non si osservano nel settore in oggetto evidenze di dissesti attivi né a carico del substrato costituito dalle alluvioni terrazzate che della copertura più superficiale;



- ✓ non sono state osservate faglie che possano costituire piani preferenziali di scorrimento;
- ✓ la modesta pendenza dei terreni oggetto di studio e l'assenza di zone di compluvio in prossimità dell'area in parola escludono l'instaurarsi di processi geomorfologici, potenziali e/o in atto;
- ✓ dati i modesti carichi trasmessi al terreno di sedime dalle opere previste in progetto, non si ritiene che possano sussistere le condizioni perché la loro realizzazione possa aumentare il livello di pericolosità o rischio di dissesto.

**Dal contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico evidenziatosi, non emergono quindi particolari situazioni che possano pregiudicare l'idoneità del lotto su cui verranno impostate le opere previste in progetto.**

Quartu Sant'Elena, lì 20.03.2022

DOTT. GEOL. GIANLUCA MURGIA

Ordine Dei Geologi Della Sardegna n. 378





DOTT. GIANLUCA MURGIA

GEOLOGO

---

## **Allegati**

**CARTA GEOLOGICA**

**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA**



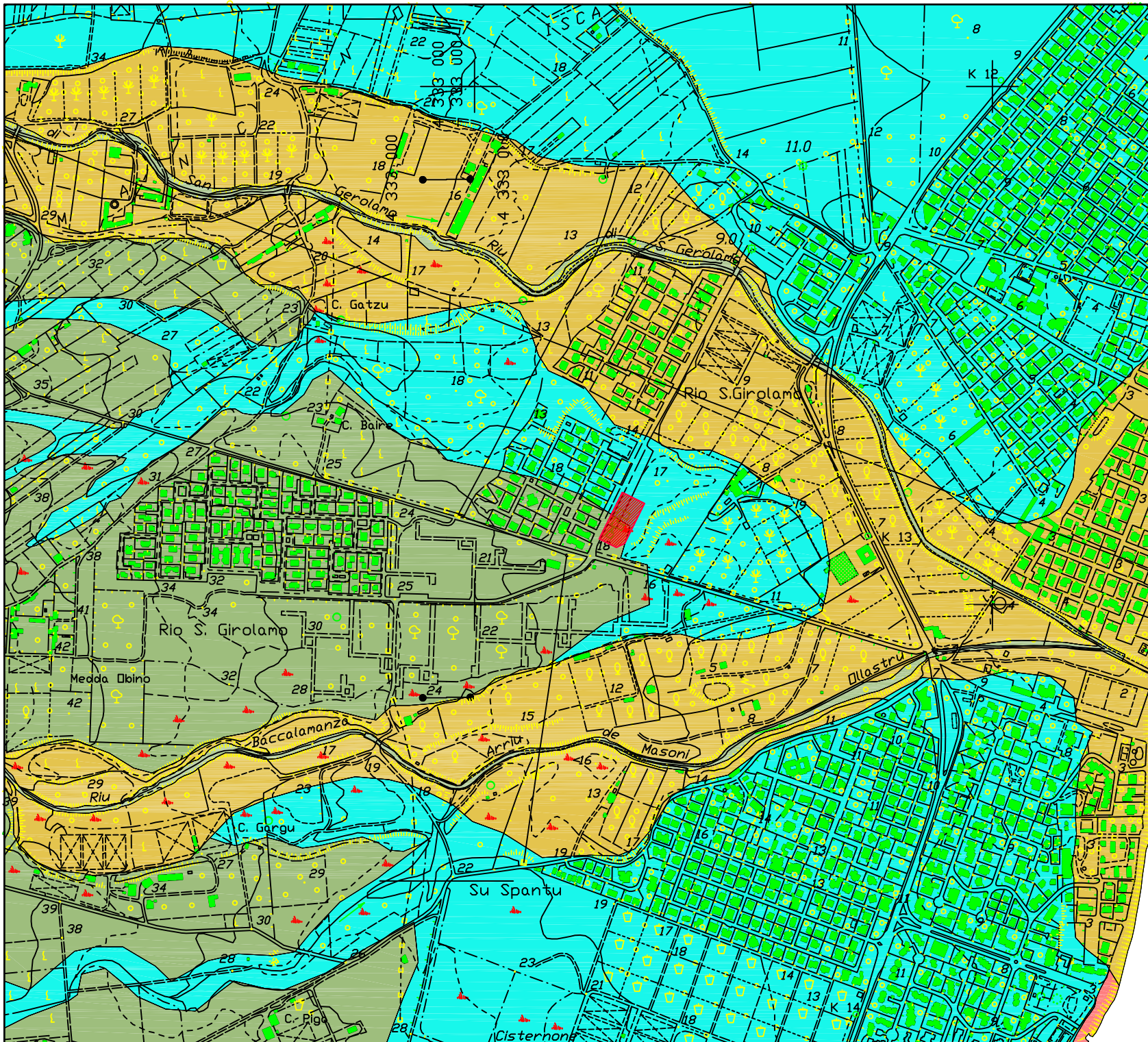
DOTT. GIANLUCA MURGIA

GEOLOGO

---







## CARTA GEOLOGICA





# CARTA GEOLOGICA

## Legenda

-  Sabbie e depositi di spiaggia
-  Depositi alluvionali attuali dei principali corsi d'acqua (Olocene)
-  Depositi alluvionali recenti ed attuali (Olocene)
-  Depositi alluvionali terrazzati (Olocene)
-  Formazione di Portovesme (Pleistocene superiore)
-  Area d'intervento

Relazione geologica e geotecnica a  
corredo del progetto per la  
realizzazione di una scuola  
elementare in Loc. Rio San Girolamo  
nel Comune di CAPOTERRA (CA)

Dott. Geol. Gianluca Murgia

TAV.  
**01**

SCALA  
**1:10000**  
DATA  
**01/2022**



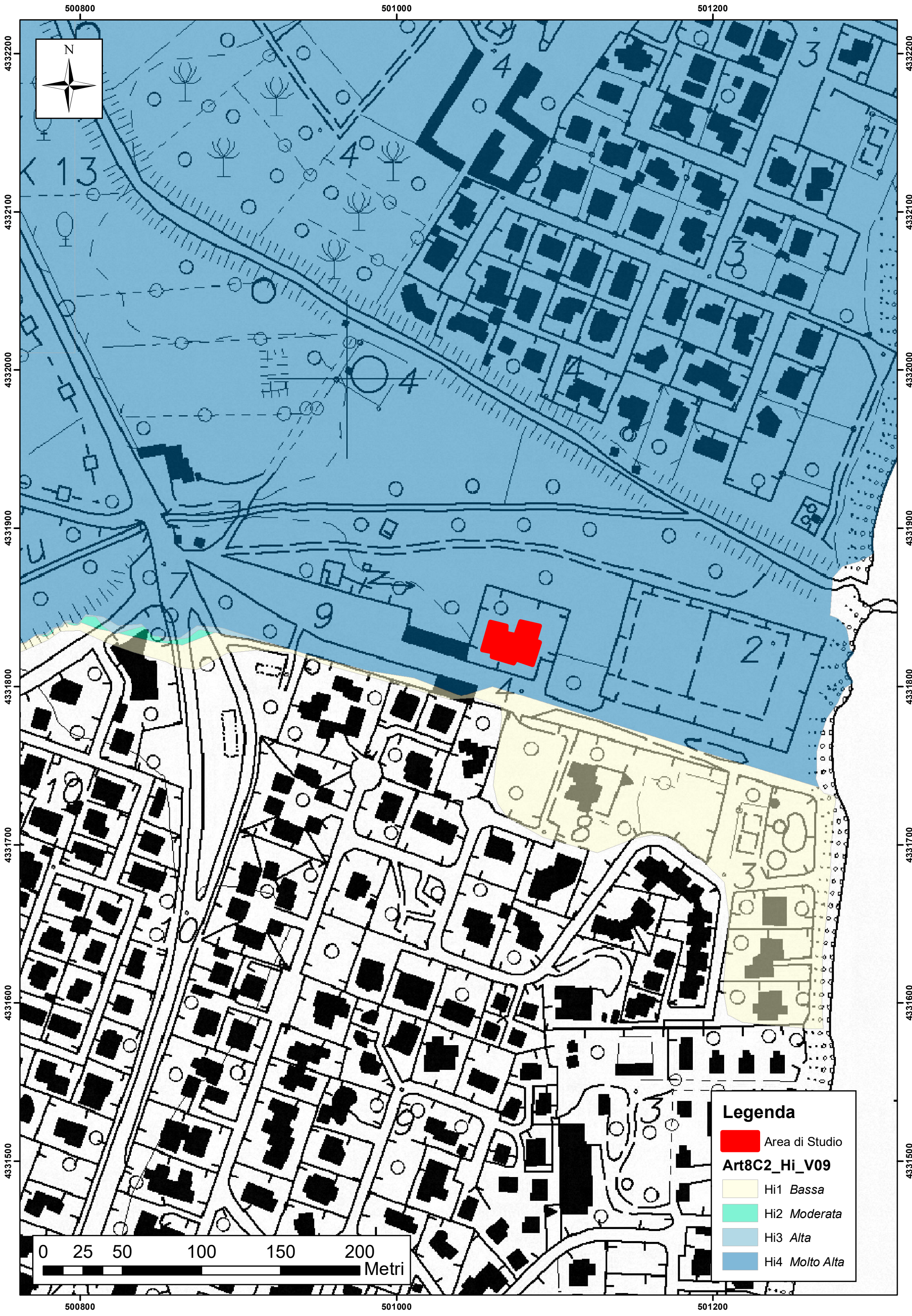
DOTT. GIANLUCA MURGIA

GEOLOGO

---

## **CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**









DOTT. GIANLUCA MURGIA

GEOLOGO

---

## **CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA**



