

COMUNE DI GERGEI



Città Metropolitana di Cagliari



LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN'AREA ATTREZZATA PER LA SOSTA

- PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA - ECONOMICA -

Febbraio 2026

Allegato:

A3

- RELAZIONE GEOLOGICA -

Progetto: RTP Ing. Fadda - Geol. Piga

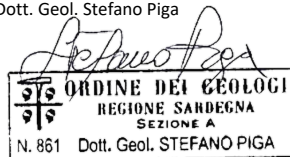
Visto: Il Responsabile Unico del Progetto

Il Capogruppo:



Relazione specialistica:

Dott. Geol. Stefano Piga



Committente:

Amministrazione Comunale di Gergei

RTP Ing. Fadda - Geol. Piga

Via Cagliari n.8 - 09056 ISILI (SU) - e-mail: archingif@tiscali.it - PEC: giovannifranc.fadda@ingpec.eu

Sommario

1. Premessa	2
2. Normativa di riferimento	3
3. Inquadramento geografico e topografico del sito	4
4. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico.....	5
4.1 Inquadramento geologico area vasta.....	5
4.1.2 Inquadramento geologico di dettaglio.....	6
4.2 Inquadramento geomorfologico	8
4.2.3 Inquadramento geomorfologico di dettaglio.....	9
4.3 Inquadramento idrologico e idrogeologico.....	13
4.3.1 Inquadramento idrologico generale	13
4.3.2 Caratteristiche idrogeologiche	15
4.4 Caratteristiche climatologiche.....	17
5. Vincolistica delle aree	19
6. Sintesi dei dati ottenuti con la campagna geognostica	22
6.1 Prove penetrometriche dinamiche (DPM)	22
6.2 Indagine geofisica.....	24
7. Rilievo della falda.....	26
8. Modello sismico.....	27
8.1 Classificazione sismica.....	27
8.2 Categorie di sottosuolo	29
9. Modello Geologico	31
10. Prescrizione e gestione delle terre	31
11. Conclusioni	32
Allegati.....	34

Allegati:

Allegato A.3.a - INQUADRAMENTO I.G.M. – Foglio 540 sez. III «Mandas», formato A3, scala 1: 25.000.

Allegato A.3.b - INQUADRAMENTO C.T.R - Sez.540-100 «Mandas», formato A3, scala 1: 10.000.

Allegato A.3.c – Stralcio carta geologica, formato A3, scala 1: 10.000.

Allegato A.3.d – PAI – Pericolo frana, formato A3, scala 1: 10.000.

Allegato A.3.e -PAI – Pericolo idraulico, formato A3, scala 1: 10.000.

1. Premessa

Su incarico conferito dal Comune di Gergei al Raggruppamento Temporaneo di Professionisti costituito dall'Ing. Giovanni Francesco Fadda e dal sottoscritto Dott. Geol. Stefano Piga, è stata redatta la presente Relazione Geologica a supporto del progetto denominato "Lavori di realizzazione di un'area attrezzata per la sosta", da realizzarsi in Via degli Artigiani, nel territorio comunale di Gergei.

La relazione è finalizzata alla definizione del quadro geologico di riferimento dell'area interessata dall'intervento, al fine di fornire un'adeguata conoscenza delle condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche del sito.

La stesura del presente elaborato è stata condotta in conformità a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, recante le *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC), con l'obiettivo di descrivere le caratteristiche dei terreni interessati dalle opere in progetto e il loro comportamento fisico-meccanico.

In tale contesto, lo studio si articola attraverso:

- l'analisi dell'assetto geologico e geomorfologico dell'area e la definizione del modello geologico del sito;
- una caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni, funzionale alle successive fasi progettuali.

Al fine di acquisire elementi conoscitivi di natura geologico-geotecnica relativi all'area di intervento, è stata inoltre eseguita una specifica campagna di indagini geognostiche, svolta in data 30 Gennaio 2026.

Le attività di indagine hanno previsto l'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche medie (DPM) e di una prospezione geofisica mediante metodo sismico MASW, finalizzate alla definizione delle principali caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni di fondazione.

L'immagine sottostante riporta una panoramica dei luoghi d'intervento (**Figura 1**).



Figura 1 – Panoramica dell'area in studio

2. Normativa di riferimento

I lavori fanno riferimento alla seguente normativa:

Normativa sui contratti pubblici

- **Decreto Legislativo 31 marzo 2023, n. 36** – Codice dei Contratti Pubblici
 - Art. 41 – Livelli e contenuti della progettazione (PFTE e Progetto Esecutivo)
 - Sezione II, Art. 6 – Indagini e studi conoscitivi in fase di PFTE
 - Allegato I.7 – Contenuti minimi del PFTE
 - Indagini geologiche, geotecniche, idrologiche, idrauliche, sismiche, ambientali e archeologiche
 - Salvaguardia dell'assetto morfologico, idrogeologico e idraulico
 - Relazione tecnica corredata da studi specialistici firmati da tecnici abilitati

Normativa tecnica per le costruzioni

- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018** – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)
 - § 6.2.1 – Contenuti della Relazione Geologica
 - Definizione del modello geologico di riferimento
 - Valutazione delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche
- **Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** – Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 – Testo Unico dell'Edilizia

- Legge 05.11.1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato
- Legge 02.02.1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni in zone sismiche
- D.L. 28.05.2004, n. 136 convertito in L. 27.07.2004, n. 186

Normativa A.N.I.S.I.G. (Associazione Nazionale delle Imprese Specializzate nelle Indagini Geognostiche);

Normativa ASTM D 5777-95 Standard Guide for using the Seismic Refractor Method for Subsurface Investigation;

Linee guida A.S.G. (Associazione Società di Geofisica).

La relazione è stata pertanto redatta nel rispetto del quadro normativo vigente, con particolare riferimento agli obblighi di indagine, caratterizzazione geologica e verifica della compatibilità geologica e geomorfologica dell'intervento previsti per il livello di **Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE)**.

I dati a disposizione sono stati integrati con le informazioni derivanti dai sopralluoghi effettuati in sito e dagli esiti della campagna di indagini geognostiche eseguite nell'area di intervento.

3. Inquadramento geografico e topografico del sito

L'area oggetto d'indagine è situata nel territorio comunale di Gergei (CA) in via degli Artigiani (**Figura 2**). I riferimenti cartografici sono rappresentati dal foglio 540 sez. III "Mandas" dell'IGM (scala 1: 25.000) (**Figura 3**) e dalla sez. 540-100 "Mandas" della Nuova Carta Tecnica Regionale (scala 1: 10.000) (**Figura 4**). Dal punto di vista catastale, il sito è identificato al Foglio di mappa: n. 20 e alle Particelle: n.1815 e 1818.

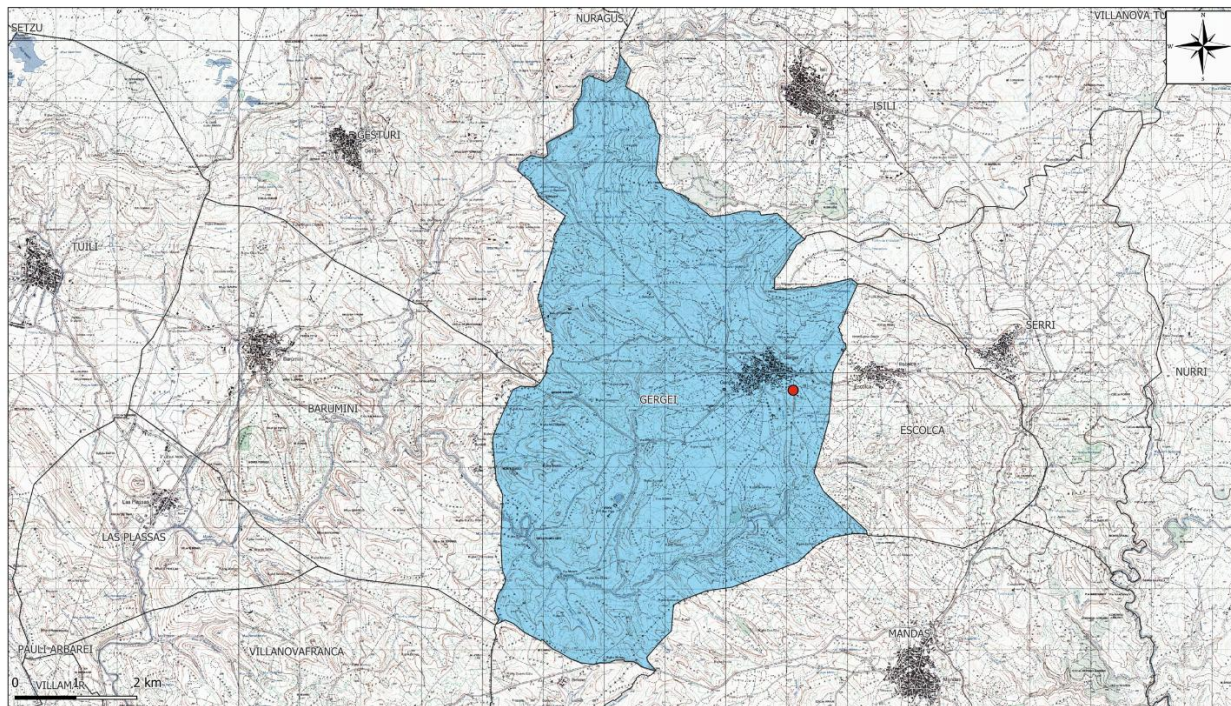


Figura 2 – Inquadramento geografico del sito, l'area di studio è evidenziata in rosso



Figura 3 - Stralcio Cartografia I.G.M. – Foglio 540 Sez. III

RELAZIONE GEOLOGICA

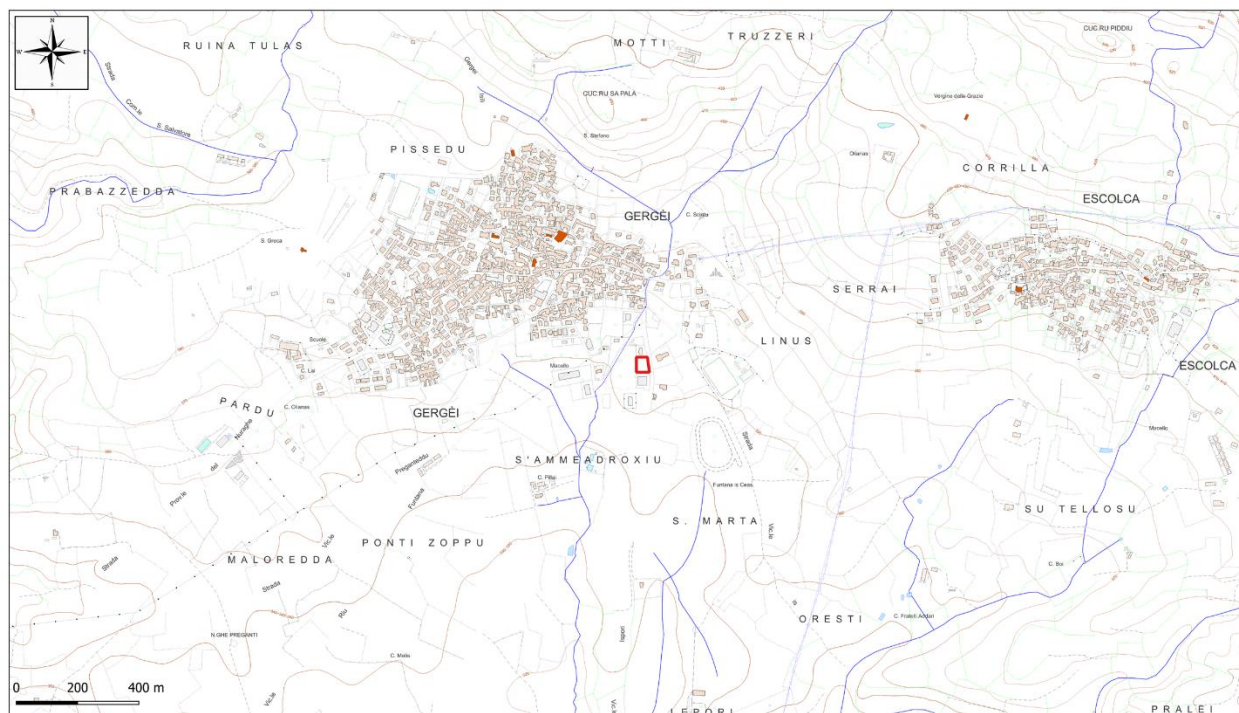


Figura 4 - Stralcio Carta C.T.R.– Sez. 540-100

4. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

4.1 Inquadramento geologico area vasta

Il territorio comunale di Gergei ricade nel settore centro-meridionale della Sardegna ed è caratterizzato da una successione geologica costituita da unità paleozoiche, sedimentarie terziarie, prodotti vulcanici pliocenici e depositi quaternari, che affiorano con differente estensione areale.

Il basamento cristallino paleozoico, costituito da litologie metamorfiche riferibili all'orogenesi ercinica, rappresenta l'unità geologica più antica affiorante nel territorio comunale, con maggiore diffusione nel settore settentrionale, in particolare in corrispondenza dell'area del Monte Trepù. Su tale basamento si impostano le successioni sedimentarie più recenti.

Gran parte del territorio di Gergei è occupata da depositi sedimentari di età terziaria, in particolare miocenica, riferibili a due principali cicli deposizionali.

Il primo ciclo miocenico, di età compresa tra l'Oligocene superiore e il Burdigaliano inferiore, è rappresentato dalla Formazione di Nurallao. Essa è costituita da un membro basale conglomeratico, noto come *Conglomerato di Duidduru*, caratterizzato da depositi conglomeratici eterometrici con clasti poligenici, alternati a livelli arenacei, e da un membro superiore rappresentato dalle *Arenarie di Serra Longa*, costituite da arenarie e conglomerati minuti con stratificazione parallela e incrociata, localmente organizzate in banchi di notevole spessore. Alla stessa fase deposizionale è riferibile anche la Formazione della Marmilla, costituita da marne siltose alternate a livelli arenacei a granulometria variabile.

Il secondo ciclo miocenico è rappresentato dalla Formazione delle Marne di Gesturi, di età Burdigaliano superiore – Langhiano, costituita da una successione prevalentemente marnoso-arenacea, al cui interno si

RELAZIONE GEOLOGICA

distinguono livelli conglomeratici basali, banchi di calcareniti e, nella parte superiore, livelli piroclastici e tuftici. Tale formazione poggia in discordanza sulle unità del primo ciclo miocenico o direttamente sul basamento paleozoico ed è ampiamente diffusa nel settore centrale del territorio comunale.

Sovrapposti alle successioni sedimentarie terziarie affiorano localmente i prodotti vulcanici pliocenici riferibili ai Basalti delle Giare, costituiti da colate laviche sovrapposte, talora associate a depositi piroclastici scoriacei. Questi affioramenti sono limitati principalmente ai margini del territorio comunale, in prossimità del confine con i territori di Serri ed Escolca.

La successione stratigrafica è completata dai depositi quaternari che comprendono depositi alluvionali terrazzati e attuali, costituiti prevalentemente da sabbie grossolane e ghiaie, depositi di versante costituiti da materiali eterometrici a clasti spigolosi, nonché coltri eluvio-colluviali derivate dal disfacimento e dalla rielaborazione delle litologie affioranti. Tali depositi presentano generalmente spessori limitati, ma risultano significativi ai fini della caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni superficiali.

L'area oggetto di intervento, come visibile in figura 5, ricade cartograficamente all'interno della Formazione delle Marne di Gesturi.

4.1.2 Inquadramento geologico di dettaglio

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica dell'area (**Figura 5**). La cartografia è stata elaborata a partire dai dati del Geoportale della Regione Autonoma della Sardegna (RAS), opportunamente rielaborati e adattati alla scala di studio; l'area oggetto di intervento è evidenziata in colore rosso.

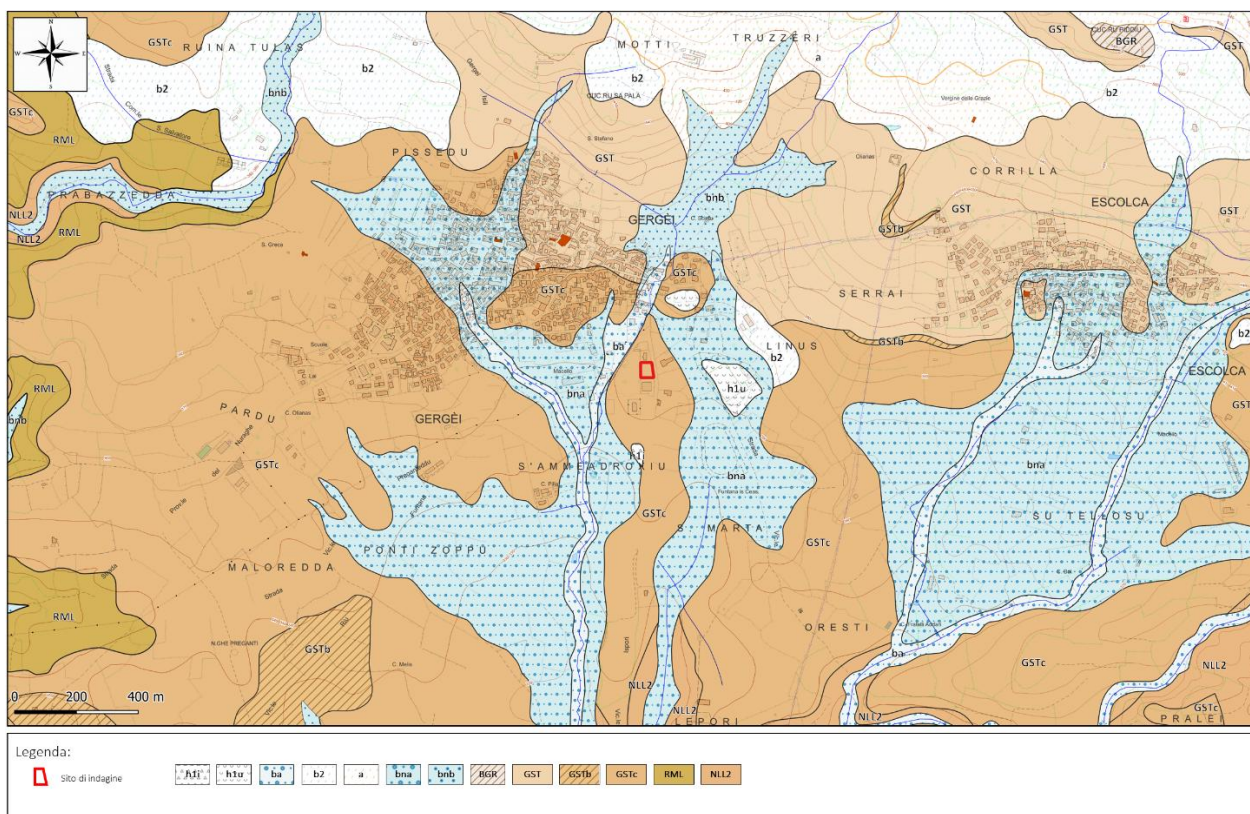


Figura 5 - Stralcio della carta geologica (Geoportale RAS, rielaborata)

Nell'**Allegato A.3.c** è riportato lo stralcio della Carta Geologica dell'area in studio, in formato A3 e alla scala 1:10.000.

RELAZIONE GEOLOGICA

Nel dettaglio, le formazioni affioranti nell'area e nei suoi immediati dintorni possono essere descritte, a partire dalle più recenti, come segue:

- **Depositi antropici:** depositi artificiali costituiti da materiali di riporto e accumuli derivanti da attività antropiche, comprendenti discariche industriali (h1i) e discariche per rifiuti solidi urbani (h1u). *Olocene.*
- **Depositi alluvionali:** sedimenti costituiti prevalentemente da ghiaie da grossolane a medie, localmente associate a frazioni sabbiose (ba). *Olocene.*
- **Coltri eluvio-colluviali:** depositi costituiti da detriti immersi in una matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti e arricchiti in frazione organica (b2). *Olocene.*
- **Depositi di versante:** accumuli detritici eterometrici con clasti generalmente angolosi, talora parzialmente cementati (a). *Olocene.*
- **Depositi alluvionali terrazzati:** sedimenti costituiti da ghiaie con subordinate sabbie (bna) oppure da sabbie con subordinati limi ed argille (bnb). *Olocene.*
- **Basalti delle Giare (BGR):** prodotti vulcanici di composizione basaltica, da alcalina a sub-alcalina, affioranti in espandimenti tabulari e colate sovrapposte, localmente associati a livelli piroclastici. *Pliocene medio–superiore.*
- **Marne di Gesturi (GST):** successione prevalentemente marnoso-arenacea costituita da marne arenacee e siltitiche di colore giallastro, con intercalazioni di arenarie e calcareniti fossilifere. All'interno della formazione si distinguono litofacies caratterizzate da livelli di arenarie bioclastiche e calcareniti a litotamni (GSTb), nonché livelli basali costituiti da arenarie grossolane e conglomerati (GSTc). *Burdigaliano superiore – Langhiano medio.*
- **Formazione della Marmilla (RML):** unità costituita da marne siltose alternate a livelli arenacei a granulometria variabile, localmente contenenti materiale vulcanico rimaneggiato. *Aquitano – Burdigaliano inferiore.*
- **Formazione di Nurallao – Arenarie di Serra Longa (NLL2):** arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose, organizzate in banchi di spessore variabile. *Oligocene superiore – Burdigaliano?*

Dall'analisi della Carta Geologica regionale (Geoportale RAS) l'area oggetto di intervento ricade nel dominio delle **Marne di Gesturi (GST)**.

I depositi alluvionali recenti (ba) risultano cartografati lungo le principali aste drenanti in posizione morfologicamente più depressa rispetto al lotto, ad ovest, senza interessare direttamente il sito.

I depositi alluvionali terrazzati (bna, bnb) sono presenti nei settori di fondo valle limitrofi, sempre in posizione topograficamente inferiore rispetto all'area di intervento.

Le coltri eluvio-colluviali (b2) sono cartografate in lembi discontinui nei settori circostanti, e soprattutto a nord del sito, senza evidenza di una copertura estesa e continua in corrispondenza del lotto.

I basalti delle Giare (BGR) e le formazioni più antiche (RML, NLL2) affiorano nei rilievi più distanti dal sito e non presentano relazioni dirette con l'area oggetto di studio.

Pertanto, sotto il profilo cartografico regionale, il sito risulta impostato nell'ambito delle litologie marnose del GST.

4.2 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico, l'area di studio si inserisce in un contesto collinare a morfologia dolce, tipico dei settori impostati su litologie marnoso-arenacee, caratterizzati da superfici sub-pianeggianti o debolmente ondulate e da pendenze generalmente contenute. L'assetto morfologico risulta fortemente controllato dalla natura litologica del substrato e dalla presenza di coperture superficiali quaternarie a prevalente composizione argillosa, che favoriscono lo sviluppo di forme regolari e arrotondate.

L'analisi delle pendenze (**Figura 6**) evidenzia come l'area oggetto di intervento ricada prevalentemente in classi di pendenza medio-basse, inferiori al 10%, con locali incrementi fino al 10–20% nelle aree marginali. Non si rilevano rotture di pendio significative né discontinuità morfologiche all'interno del lotto, mentre le pendenze più elevate si concentrano nei settori esterni, in corrispondenza delle incisioni del reticolo idrografico minore e dei margini dei rilievi circostanti. La carta delle pendenze è stata rielaborata a partire dai dati contenuti nella Variante al PAI – componente frane – relativa al Sub-bacino 7 (Flumendosa–Campidano–Cixerri), adottata definitivamente dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 20 del 10/12/2025.

I processi geomorfologici attualmente agenti sono riconducibili principalmente all'azione delle acque meteoriche superficiali, attraverso fenomeni di ruscellamento diffuso e, localmente, incanalato nelle aree limitrofe. Tali processi non interessano direttamente l'area di sedime dell'intervento, che si presenta morfologicamente stabile e priva di evidenze di dissesto geomorfologico in atto. L'assetto morfologico osservato risulta inoltre coerente con un'evoluzione geomorfologica lenta, dominata da processi di degradazione superficiale e di modellamento dolce dei versanti.

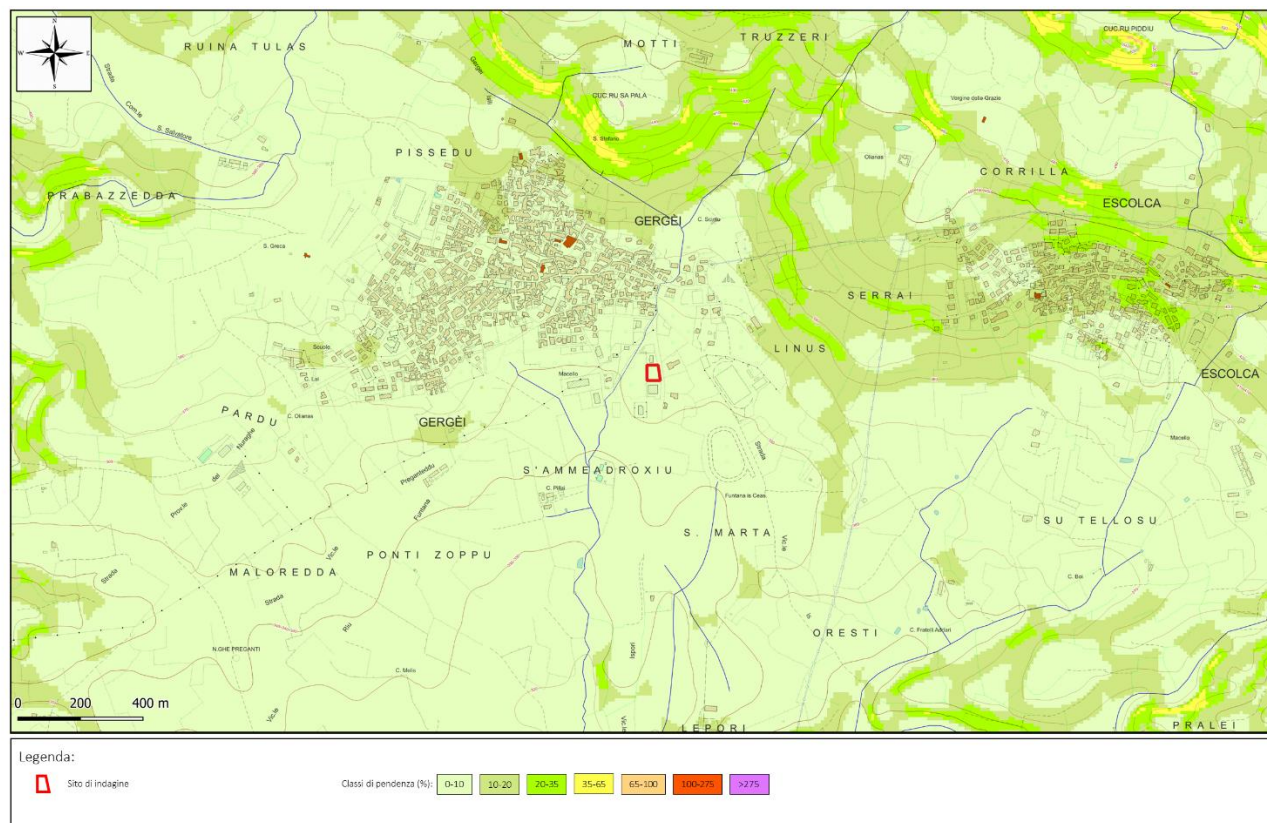


Figura 6 - Carta delle pendenze dell'area di studio.

4.2.3 Inquadramento geomorfologico di dettaglio

Al fine di approfondire l'assetto morfologico locale e ricostruire l'evoluzione del settore in esame, è stata condotta un'analisi di dettaglio basata sul confronto delle ortofoto storiche e sull'elaborazione di un profilo altimetrico rappresentativo del lotto.

Il confronto tra le ortofoto disponibili (1968, 1977–79, 1998–99, 2003, 2010, 2013 e stato attuale) (**Figura 7**) consente di evidenziare le trasformazioni intervenute nell'area.

Le ortofoto più risalenti (1968 e 1977–79) evidenziano un contesto a prevalente uso agricolo, caratterizzato da morfologia regolare e assenza di discontinuità superficiali significative in corrispondenza dell'area oggetto di intervento.

Il corso d'acqua ubicato nel settore occidentale mantiene nel tempo un tracciato planimetrico sostanzialmente stabile. Il confronto tra le diverse epoche analizzate non evidenzia divagazioni laterali né arretramenti di sponda tali da coinvolgere il lotto. Nelle immagini più recenti si osservano interventi di regimazione e successivo tombamento in corrispondenza della viabilità, senza variazioni significative del tracciato originario.

Nell'ortofoto del 2010 l'area appare morfologicamente omogenea, con copertura vegetale continua e assenza di evidenti discontinuità superficiali.

Nella prima ortofoto del 2013 si osserva la comparsa di accumuli di materiale a tessitura chiara e morfologia irregolare, associati a tracce di movimentazione meccanica.

Nella successiva immagine del medesimo anno tali accumuli risultano distribuiti in modo più uniforme, con formazione di una superficie sub-pianeggiante cromaticamente distinta rispetto al contesto naturale circostante.

Lo stato attuale conferma la presenza di locali accumuli superficiali.

La sequenza temporale documenta quindi una fase di modificazione morfologica dell'area, caratterizzata da movimentazioni e redistribuzione di materiali, con conseguente regolarizzazione superficiale del lotto.

L'interpretazione fotogrammetrica è stata integrata mediante l'analisi di due profili altimetrici del lotto (**Figura 8**), ai quali emerge la presenza di superfici prevalentemente sub-pianeggianti con graduale acclività verso il settore più depresso dell'area. L'andamento topografico risulta regolare e privo di discontinuità morfologiche evidenti. Tale configurazione appare coerente con una superficie morfologicamente regolarizzata rispetto all'andamento più continuo del versante circostante.

I profili altimetrici ricavati da Google Earth (Fig. 8a e 8b) evidenziano che lungo la sezione W–E, considerando l'intero tracciato analizzato, si registra un dislivello complessivo di circa 4 m su una distanza di circa 119 m, corrispondente a una pendenza media dell'ordine del 3–4%.

Limitando l'analisi al solo tratto effettivamente ricadente all'interno del lotto, il dislivello lungo la medesima sezione si riduce a circa 1 m, con una pendenza media dell'ordine del 2%.

Lungo la sezione N–S, il dislivello risulta parimenti pari a circa 1 m su una lunghezza di circa 49 m, con pendenza media prossima al 2%.

In conclusione la pendenza del lotto può pertanto essere definita debole o modesta, con valori generalmente intorno al 2% e con tratti localmente sub-orizzontali nelle porzioni centrali dell'area.

L'interpretazione derivante dal confronto delle ortofoto storiche trova conferma nelle evidenze di sopralluogo, che hanno messo in luce una morfologia localmente regolarizzata e la presenza di materiali sciolti eterometrici affioranti, riconducibili a riporti e rimaneggiamenti superficiali di origine antropica.

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN'AREA ATTREZZATA PER LA SOSTA

RELAZIONE GEOLOGICA



RELAZIONE GEOLOGICA



Figura 7 – Sequenza storica dell'area di studio (2010–2013–stato attuale).

RELAZIONE GEOLOGICA

L'integrazione tra analisi storica e osservazioni di campo risulta compatibile con una modificazione morfologica di origine antropica, verosimilmente associata a movimentazione e redistribuzione di materiali inerti superficiali.



Figura 8 – a. Profilo altimetrico N-S; b. Profilo altimetrico W-E.

4.3 Inquadramento idrologico e idrogeologico

4.3.1 Inquadramento idrologico generale

Secondo la classificazione dei bacini idrografici della Sardegna riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), il territorio comunale di Gergei ricade all'interno del Sub-bacino n. 7 – Flumendosa–Campidano–Cixerri. Il sistema idrografico dell'area è caratterizzato da una rete di drenaggio impostata lungo le principali linee di compluvio, che convogliano le acque meteoriche verso aste fluviali di ordine superiore afferenti al sistema del Flumini Mannu.

Il reticolo idrografico locale presenta uno sviluppo tipico dei contesti collinari a litologie marnoso-arenacee, con corsi d'acqua a carattere prevalentemente torrentizio, attivi in occasione degli eventi di pioggia più significativi e con portate ridotte o nulle durante i periodi siccitosi. I deflussi superficiali risultano fortemente condizionati dall'andamento delle precipitazioni e dalla morfologia dolce del territorio.

L'analisi del reticolo idrografico di dettaglio (Figura 9), integrata con la ricostruzione storica del tracciato mediante ortofoto, evidenzia che l'area oggetto di intervento non è interessata direttamente da corsi d'acqua, alvei o impluvi principali.

Nel settore occidentale del lotto è presente il Rio S'Arrolarxiu, il cui tracciato storico risulta sostanzialmente stabile nelle diverse epoche analizzate. In corrispondenza della viabilità esistente, l'asta è stata oggetto di interventi di regimazione e successivo tombamento, mantenendo tuttavia il medesimo asse planimetrico originario.

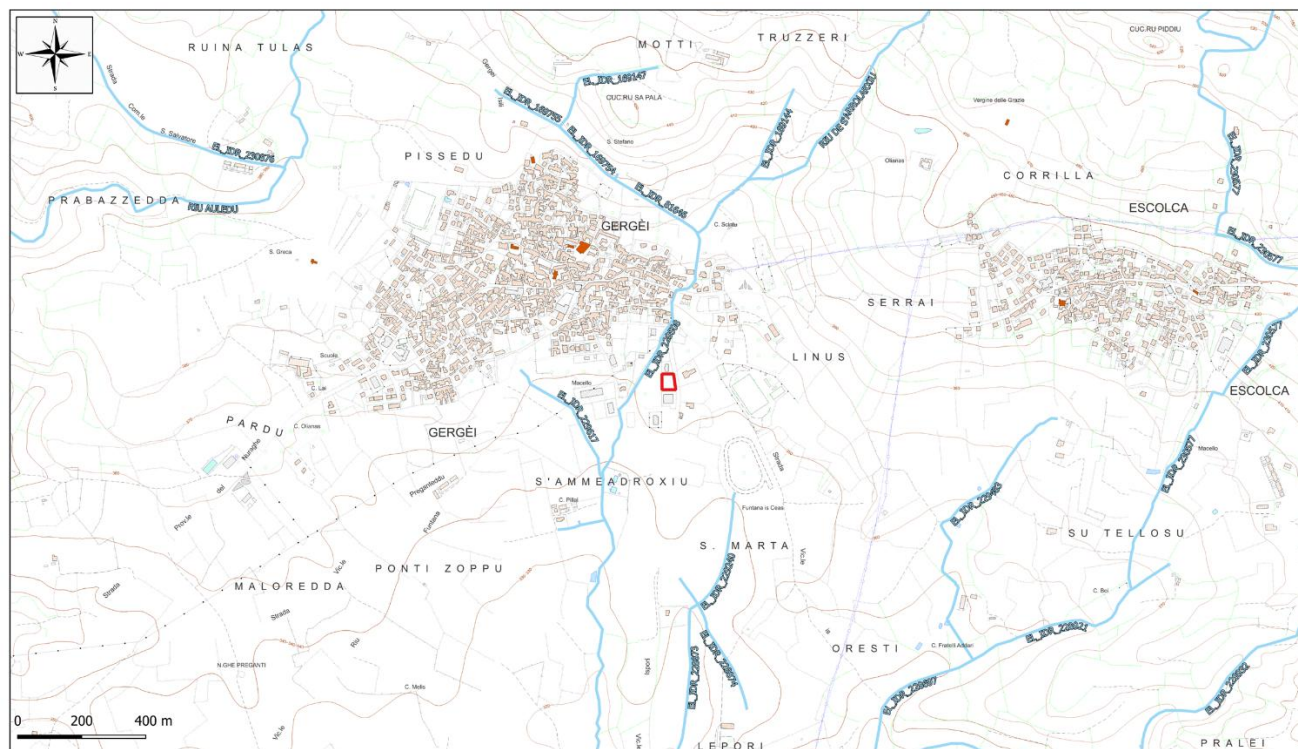


Figura 9 – Idrografia superficiale dell'area

Il bacino di alimentazione del Rio S'Arrolarxiu è costituito dai versanti collinari ubicati a monte del centro abitato, con drenaggio impostato lungo linee di compluvio ben definite. Le acque meteoriche confluiscono progressivamente verso l'asta principale seguendo la naturale pendenza del terreno, senza intercettare direttamente l'area di progetto.

RELAZIONE GEOLOGICA

Il lotto risulta ubicato lateralmente rispetto alla fascia morfologicamente incisa dall'asta fluviale e in posizione altimetricamente più elevata rispetto al fondo alveo; non si rilevano linee di drenaggio diretto che convogliano le acque superficiali dal sito verso il corso tombato, né evidenze di interferenza morfologica tra l'area di progetto e il canale.



Figura 10 - Inquadramento del lotto rispetto al tracciato del Rio S'Arrolarxiu

In corrispondenza della viabilità posta ad ovest del lotto, il Rio S'Arrolarxiu attraversa la sede stradale mediante tratto regimato e tombato, mantenendo il proprio asse planimetrico originario, come evidenziato nella documentazione cartografica e fotografica allegata. Tale configurazione conferma che l'asta fluviale si sviluppa esternamente al comparto oggetto di intervento, senza interessarne direttamente le superfici.

Le acque drenate dal settore confluiscono verso valle lungo l'asta del Rio S'Arrolarxiu, che recapita nel sistema idrografico afferente al Flumini Mannu, secondo uno schema tipico dei bacini torrentizi collinari.

Alla luce di quanto sopra, il sito risulta esterno alle fasce di pertinenza idraulica dell'asta fluviale e non si configurano interferenze dirette tra l'intervento in progetto e il reticolo idrografico naturale.

Si evidenzia inoltre che lungo la viabilità adiacente al lotto è presente la rete comunale di raccolta delle acque meteoriche (come mostrato in figura 11), costituita da caditoie stradali poste in posizione ribassata rispetto al piano del marciapiede e del lotto. La configurazione plano-altimetrica dell'area determina infatti un naturale deflusso delle acque superficiali verso la sede stradale, dove vengono intercettate e convogliate nella rete di smaltimento urbano.

Tale sistema di regimazione contribuisce ulteriormente a separare funzionalmente il comparto urbanizzato dal reticolo idrografico naturale, riducendo ogni possibile interazione diretta tra le acque di ruscellamento superficiale del lotto e l'asta fluviale.

RELAZIONE GEOLOGICA

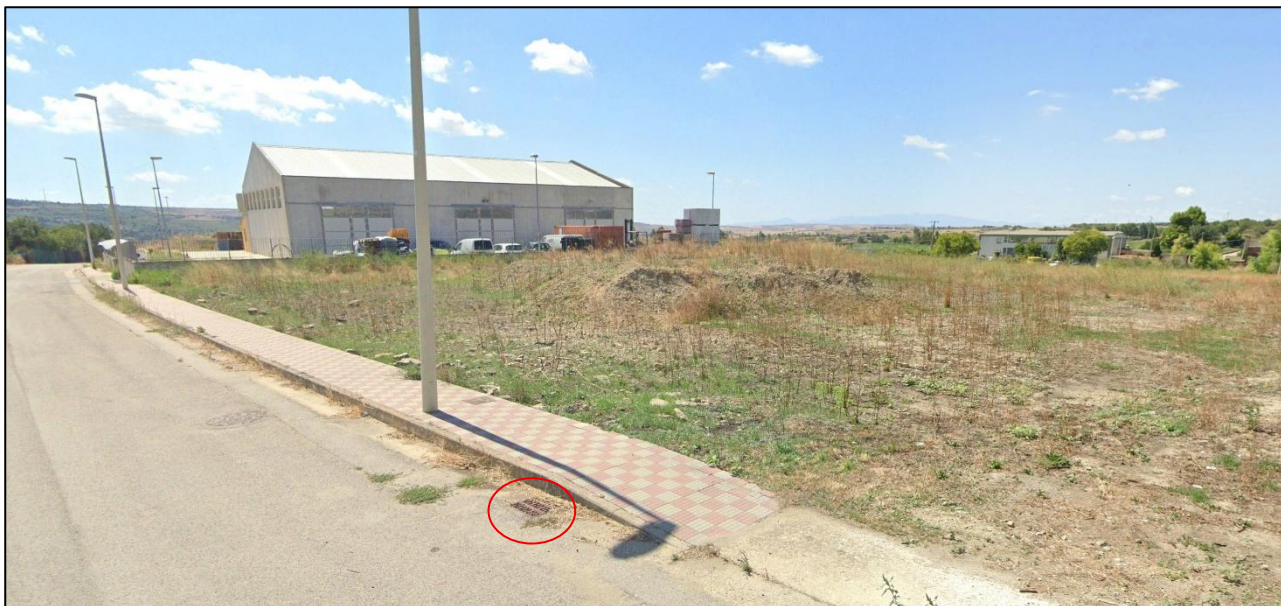


Figura 11 - Sistema di raccolta delle acque bianche lungo la viabilità est del lotto

4.3.2 Caratteristiche idrogeologiche

Dal punto di vista idrogeologico, il comportamento delle acque sotterranee risulta strettamente correlato alla natura litologica del substrato e alle caratteristiche delle coperture superficiali. In base alla carta della permeabilità (Figura 12) l'area di intervento ricade in **classe MBF – permeabilità medio-bassa per fratturazione**.

Tale classe di permeabilità è tipica dei litotipi marnosi e marnoso-arenacei, nei quali la circolazione idrica sotterranea avviene prevalentemente lungo sistemi di fratture e discontinuità, risultando discontinua e limitata. La permeabilità primaria per porosità risulta generalmente bassa, mentre la permeabilità secondaria è subordinata allo stato di fratturazione e al grado di alterazione dei materiali.

RELAZIONE GEOLOGICA

Le coperture superficiali a matrice prevalentemente argillosa, evidenziate anche dalle indagini geotecniche eseguite (DPM), contribuiscono ulteriormente a ridurre l'infiltrazione profonda, favorendo condizioni di ruscellamento superficiale diffuso e la possibile formazione di circolazioni idriche sub-superficiali temporanee. Tali circolazioni risultano strettamente dipendenti dagli eventi meteorici e non configurano la presenza di falde acquifere continue o di rilevanza idrogeologica significativa.

In generale, il modello idrogeologico di riferimento può essere schematizzato come un sistema caratterizzato da:

- infiltrazione limitata e discontinua;
- circolazioni idriche prevalentemente superficiali o sub-superficiali, di tipo stagionale;
- assenza di acquiferi strutturati nel settore di intervento;
- ruolo di livello di base impermeabile o a bassa permeabilità svolto dalle marne della Formazione di Gesturi.

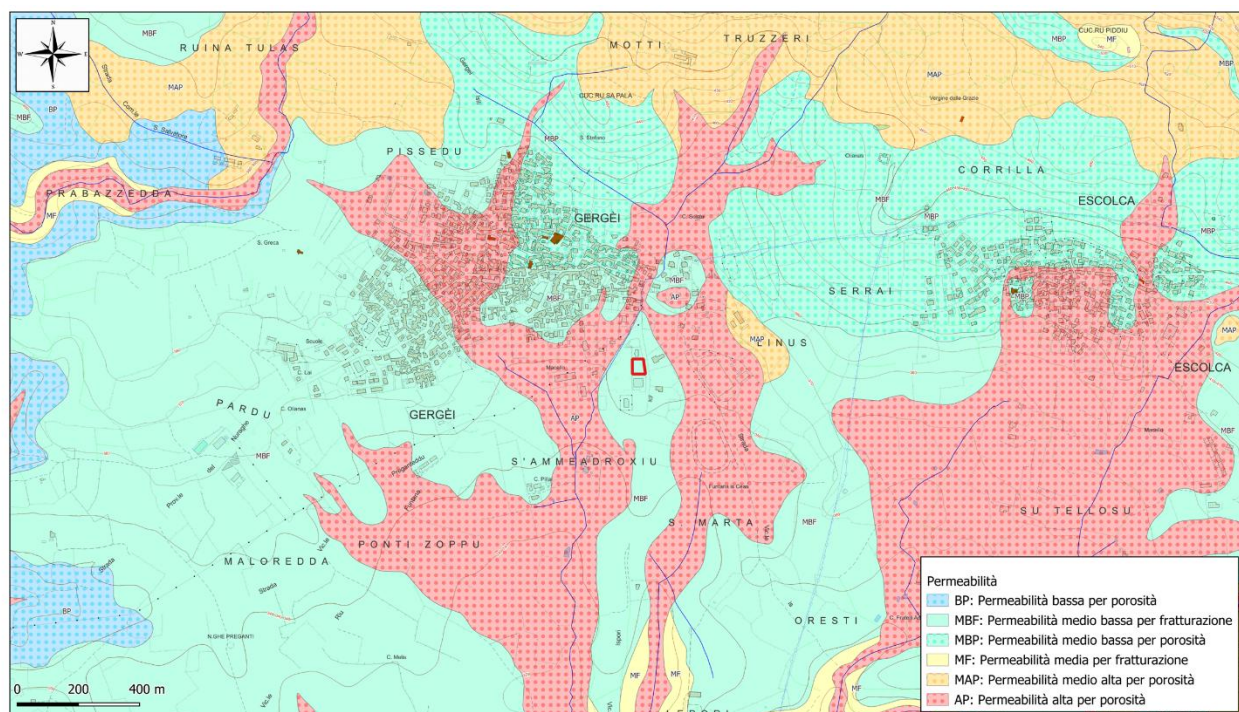


Figura 12 – Carta delle permeabilità dell'area in studio

Sulla base del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Autonoma della Sardegna, l'area ricadrebbe nell'acquifero Detritico-Carbonatico oligo-miocenico della Marmilla-Sarcidano (**Figura 13**).

La classificazione del PTA individua un acquifero di scala regionale (“Detritico-Carbonatico oligo-miocenico della Marmilla-Sarcidano”), tuttavia tale inquadramento ha valenza generale e non implica automaticamente la presenza di una falda libera affiorante o continua nel sito di intervento. Nel comparto in esame, le caratteristiche litologiche e litotecniche rilevate (coperture a matrice fine a permeabilità bassa–medio bassa e substrato marnoso a permeabilità secondaria per fratturazione) determinano condizioni di infiltrazione profonda limitata e di circolazioni idriche prevalentemente superficiali o sub-superficiali, a carattere stagionale.

Le indagini eseguite nel lotto (prove penetrometriche dinamiche – DPM), svolte a seguito di un periodo prolungato di precipitazioni, hanno evidenziato un diffuso stato di umidità nei livelli superficiali, attribuibile a

RELAZIONE GEOLOGICA

imbibizione meteorica recente; non sono stati tuttavia rilevati livelli piezometrici definiti né venute d'acqua riconducibili a un acquifero strutturato.

Pertanto, in coerenza con il modello idrogeologico delineato, non si riscontrano evidenze della presenza di una falda freatica permanente nel lotto; eventuali condizioni di saturazione devono ritenersi temporanee e localizzate, legate agli eventi meteorici.

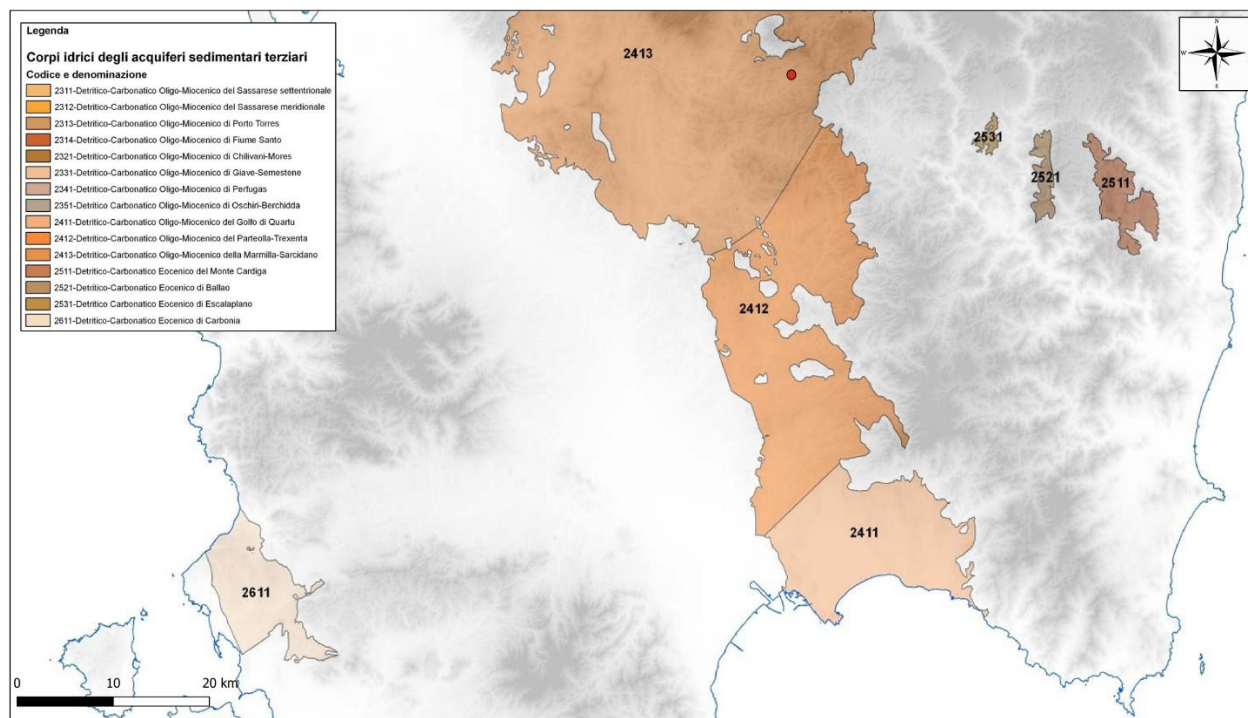


Figura 13 - Estratto della carta degli acquiferi Terziari della Sardegna (modificata)

4.4 Caratteristiche climatologiche

L'analisi delle condizioni climatiche dell'area di studio è stata condotta sulla base dei dati forniti dal Sistema Informativo per lo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (SISS), relativi alla stazione termopluviometrica di Gergei, che per posizione ed esposizione risulta rappresentativa del territorio in esame.

Le precipitazioni medie annue, calcolate su una serie storica di 55 anni di osservazione, risultano pari a 667.8 mm. L'andamento medio mensile delle precipitazioni evidenzia una marcata stagionalità del regime pluviometrico, con valori massimi concentrati nei mesi autunnali e invernali, in particolare novembre e dicembre, mentre il mese meno piovoso risulta luglio.

Per quanto concerne il regime termico, l'analisi è stata effettuata sulla base dei dati relativi alla temperatura media mensile, riferiti a un periodo quadriennale di osservazione nella medesima stazione di Gergei. I valori massimi della temperatura media si registrano nei mesi di luglio e agosto, mentre il valore minimo si osserva nel mese di gennaio, delineando un'escursione termica stagionale tipica dei contesti interni a clima mediterraneo, con una temperatura media annua pari a 16.5°C.

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN'AREA ATTREZZATA PER LA SOSTA

RELAZIONE GEOLOGICA

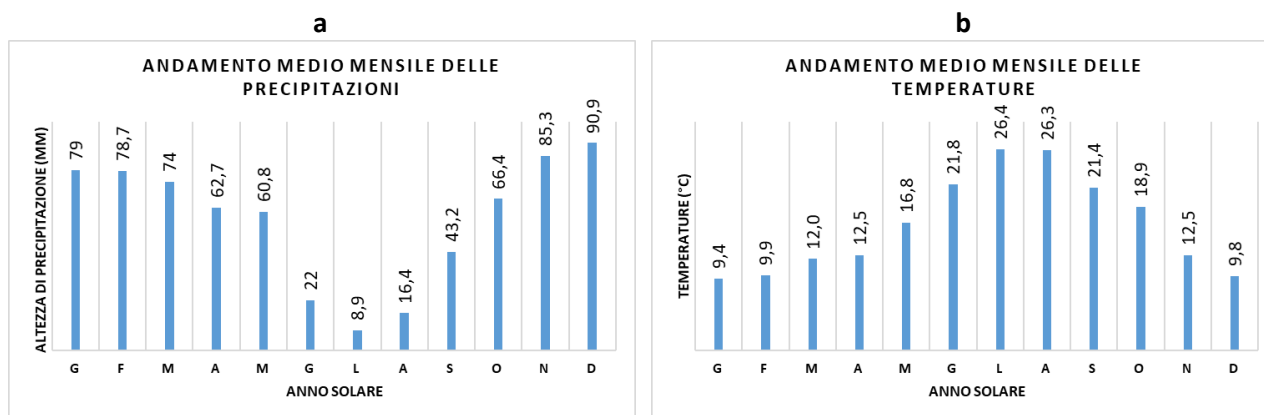


Figura 14 - a) andamento medio delle precipitazioni; b) andamento medio delle temperature

Per rappresentare l'interazione tra temperatura e precipitazioni, è stato calcolato l'Indice di Aridità (I_a) secondo la formula di De Martonne, adatta ai climi mediterranei:

$$I_a = \frac{12P}{t + 10}$$

Dove:

- I_a = indice di aridità mensile;
- P = precipitazione in mm;
- t = temperatura del mese considerato in °C.

Per il sito in questione si sono ottenuti i seguenti valori:

Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
48.9	47.5	40.4	33.4	27.2	8.3	2.9	5.4	16.5	27.6	45.5	55.1

I valori mensili calcolati per il comune di Gergei evidenziano un marcato periodo di aridità nei mesi di giugno, luglio e agosto, in cui l'indice scende sotto la soglia di 10. L'analisi ombrotermica secondo Bagnouls-Gausson (**Figura 15**) conferma visivamente questo periodo siccitoso, mostrando come, da giugno a settembre, l'evapotraspirazione (linea arancione) superi le precipitazioni (linea azzurra), portando alla rapida perdita dell'acqua disponibile nel suolo.

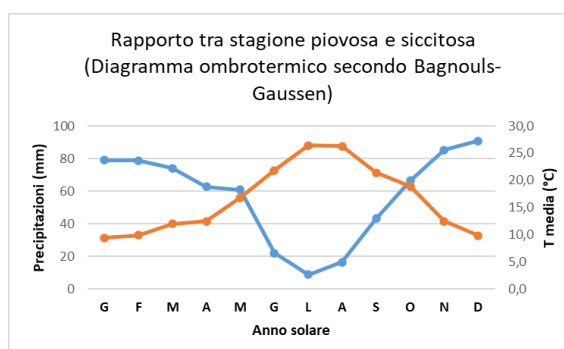


Figura 15 - Diagramma ombrotermico

A livello regionale, secondo il **P.A.I.**, l'area appartiene alla **sottozona 2**, con parametri specifici per le piogge brevi e intense.

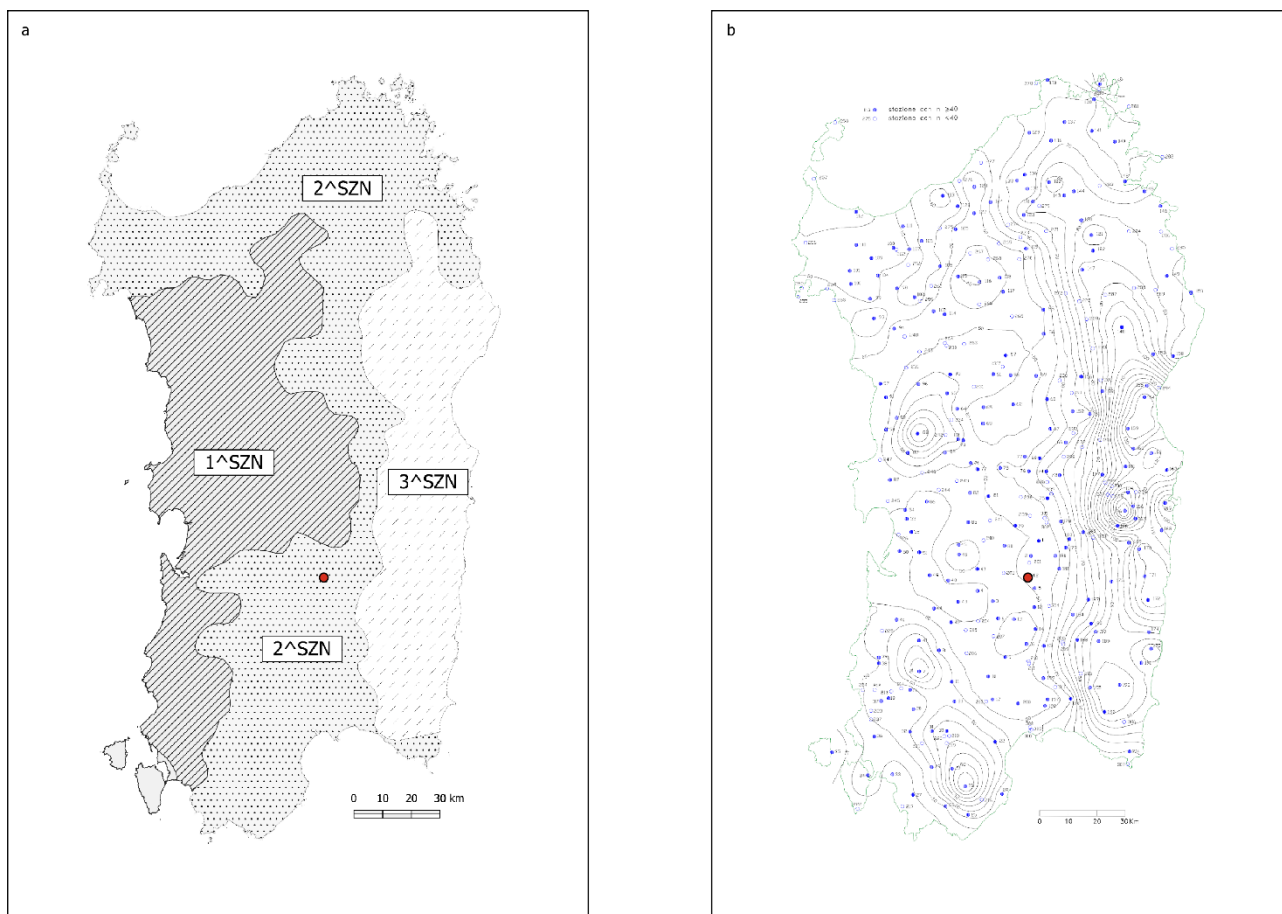


Figura 16 - a) Sotto zone per piogge brevi e intense; b) distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera

5. Vincolistica delle aree

L'area oggetto di intervento ricade all'interno del Sub-bacino n. 7 – Flumendosa–Campidano–Cixerri, così come individuato dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna.

Dall'analisi della cartografia ufficiale del PAI non emergono condizioni di pericolosità di natura geologica, geomorfologica o idrogeologica tali da costituire vincolo alla realizzazione delle opere in progetto. In particolare, sulla base della revisione del PAI per la pericolosità idraulica (dicembre 2023), l'area di intervento ricade in classe **Hi0**, corrispondente ad assenza di pericolosità idraulica (**Figura 17**).

Per quanto concerne la pericolosità da frana, sulla base della Variante generale di aggiornamento al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Parte Frana – derivante dallo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei sub bacini 1 (Sulcis), 2 (Tirso), 4 (Liscia), 5 (Posada – Cedrino), 6 (Sud-Orientale), 7 (Flumendosa-Campidano-Cixerri), adottata definitivamente dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 20 del 10/12/2025, ai sensi dell'art. 9 L.R. 19/2006 e degli artt. 37, 51 e 52 delle Norme di Attuazione del PAI, il sito ricade in classe **Hg0**, indicativa di assenza di pericolosità da frana (**Figura 18**).

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN'AREA ATTEZZATA PER LA SOSTA

RELAZIONE GEOLOGICA

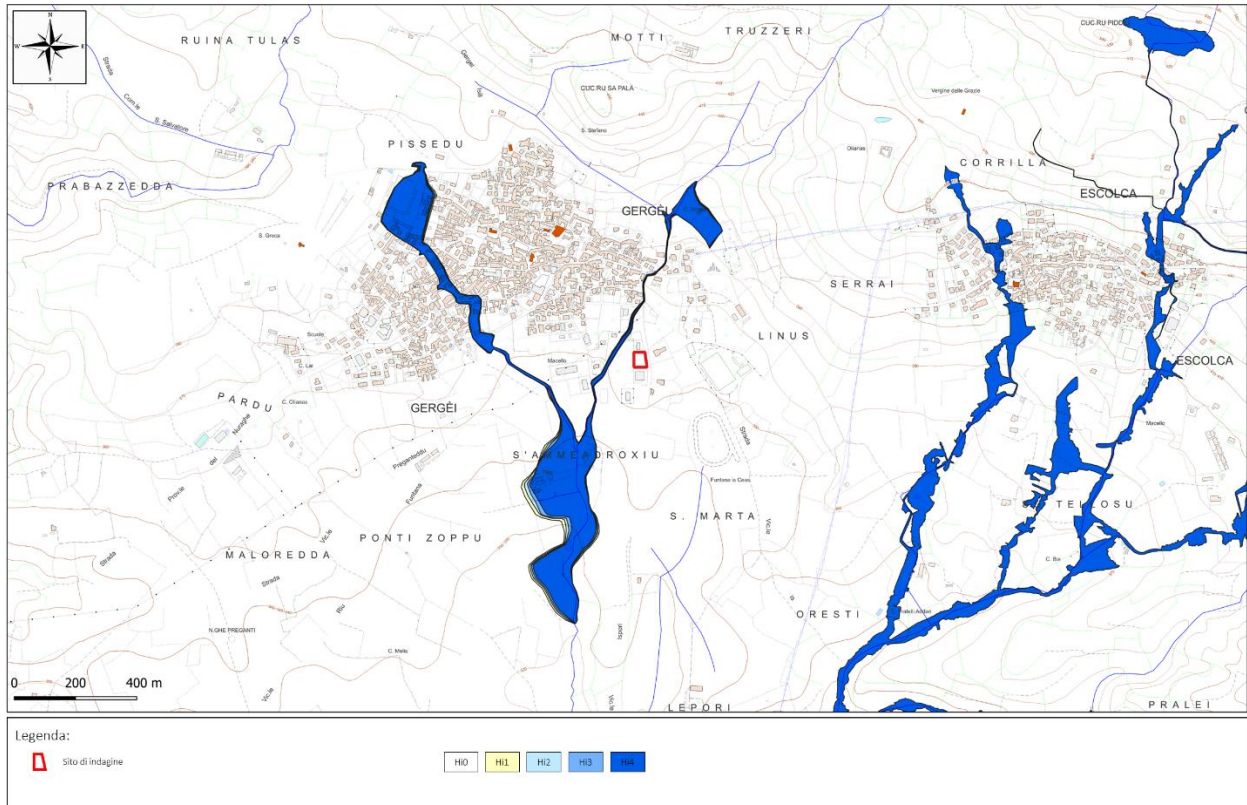


Figura 17 – PAI pericolo idraulico

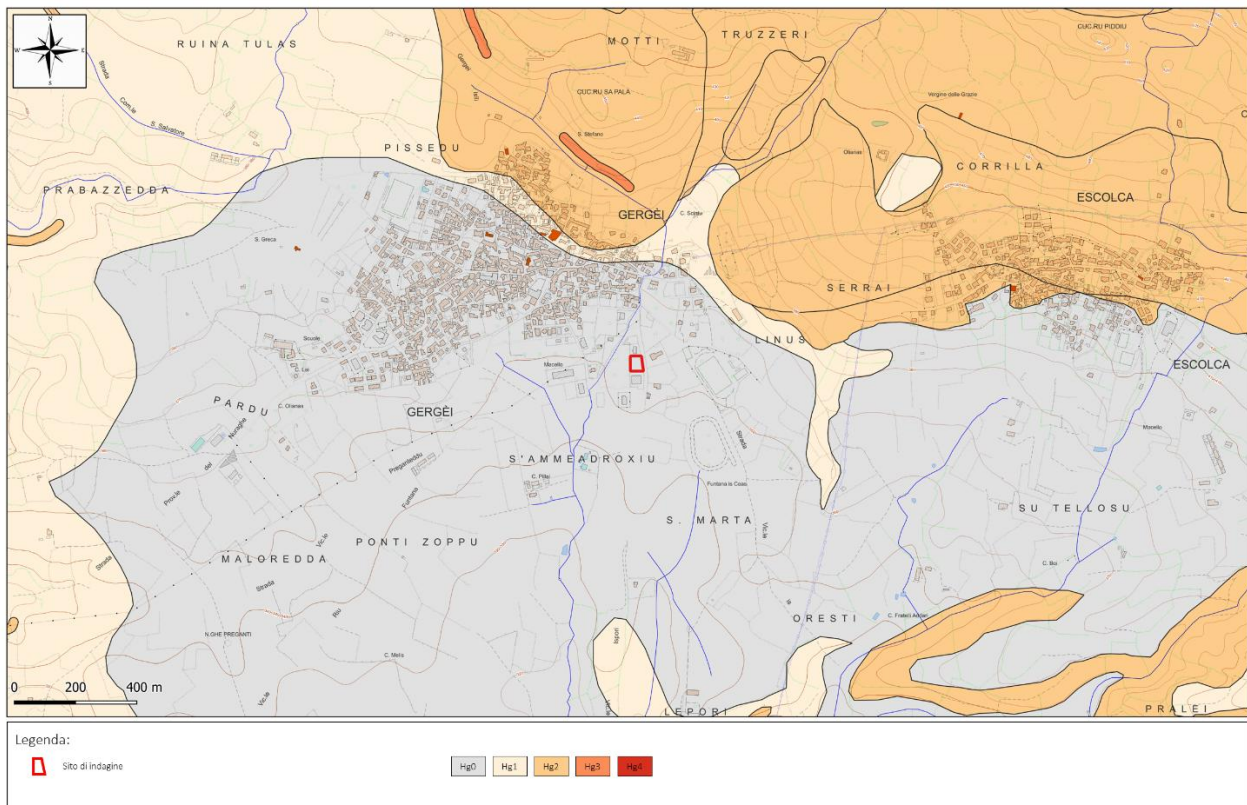


Figura 18 – PAI pericolo da frana

RELAZIONE GEOLOGICA

Alla luce di tali perimetrazioni, l'area non risulta interessata da vincoli derivanti dal PAI né da limitazioni connesse a condizioni di instabilità geomorfologica o idraulica.

È stata inoltre verificata la posizione del lotto rispetto al reticolo idrografico regionale ai sensi dell'art. 8, comma 8 e 8-bis delle Norme di Attuazione del PAI, che disciplinano le fasce di tutela dei corpi idrici superficiali.

Il Rio S'Arrolarxiu si sviluppa a ovest dell'area di intervento e risulta tombato in ambito urbano.

Ai sensi dell'art. 8, comma 8, lettera c), nei tratti tombati interni ai centri edificati la fascia di tutela è pari a 25 m dalle pareti del manufatto.

La distanza minima tra il confine del lotto e l'asse del corso d'acqua risulta pari a circa 46 m (**Figura 19**), valore superiore alla profondità della fascia di tutela prevista dalla normativa.

L'area non ricade pertanto all'interno di fasce di tutela idraulica né di perimetrazioni di pericolosità idraulica (classe Hi0), e non risultano applicabili vincoli ai sensi dell'art. 8 delle Norme di Attuazione del PAI.

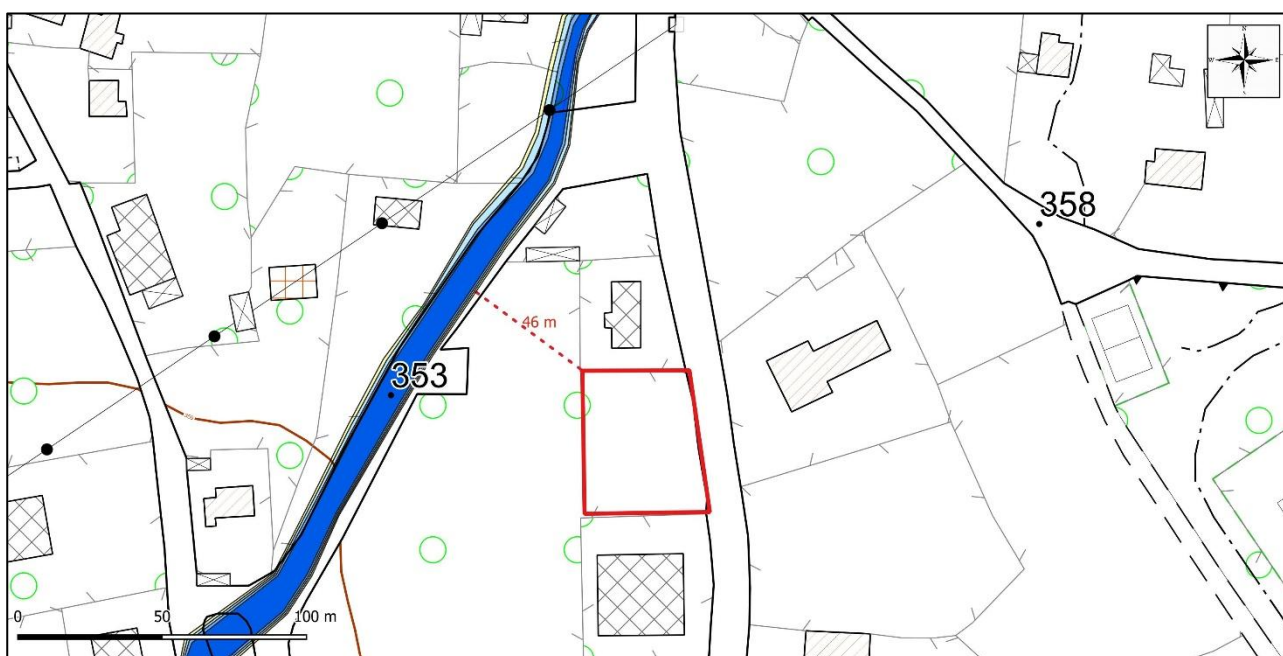


Figura 19 - Verifica della distanza del lotto dal Rio S'Arrolarxiu ai sensi dell'art. 8 NTA PAI

Per quanto concerne l'aspetto sismico, il territorio comunale di Gergei ricade in Zona sismica 4, così come definita dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 2003, corrispondente a un'area a bassa sismicità. Tale classificazione consente di escludere la presenza di condizioni di pericolosità sismica tali da compromettere l'integrità delle opere previste, fermo restando il rispetto delle prescrizioni normative vigenti in materia di progettazione antisismica.

Gli stralci cartografici del Piano di Assetto Idrogeologico relativi alla pericolosità da frana e alla pericolosità idraulica sono riportati rispettivamente negli **Allegati A.3.d ed A.3.e** alla presente relazione, in formato A3 e alla scala 1:10.000.

6. Sintesi dei dati ottenuti con la campagna geognostica

Al fine di caratterizzare il sottosuolo dell'area di intervento e supportare la definizione del modello geologico-geotecnico di riferimento, in data 30/01/2026 sono state eseguite indagini geognostiche e geofisiche, consistenti in due prove penetrometriche dinamiche (DPM) e in un'indagine sismica di tipo MASW, localizzate all'interno dell'area di studio. Di seguito viene riportata l'ubicazione delle indagini (**Figura 20**).



Figura 20 – Ubicazione indagini

6.1 Prove penetrometriche dinamiche (DPM)

Sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche medie DPM (**Foto 1 e 2**), col fine di ottenere la stima dei parametri geotecnici dei terreni attraversati.



Foto 1 – DPM 1

RELAZIONE GEOLOGICA



Foto 2 – DPM 2

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica metallica "a perdere", posta all'estremità di un'asta in acciaio. L'infissione avviene mediante battitura, attraverso la caduta libera di un maglio di peso pari a 30 kg da un'altezza costante. Durante l'esecuzione della prova viene misurata la resistenza del terreno alla penetrazione, espressa mediante il numero di colpi (N) necessari per ottenere un avanzamento prefissato della punta, pari a 10 cm.

La resistenza opposta dal terreno alla penetrazione risulta funzione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali allo stato naturale; in particolare, nei terreni a grana fine e coesivi essa è influenzata prevalentemente dal contenuto d'acqua e dal grado di consistenza, mentre nei terreni incoerenti dipende dallo stato di addensamento.

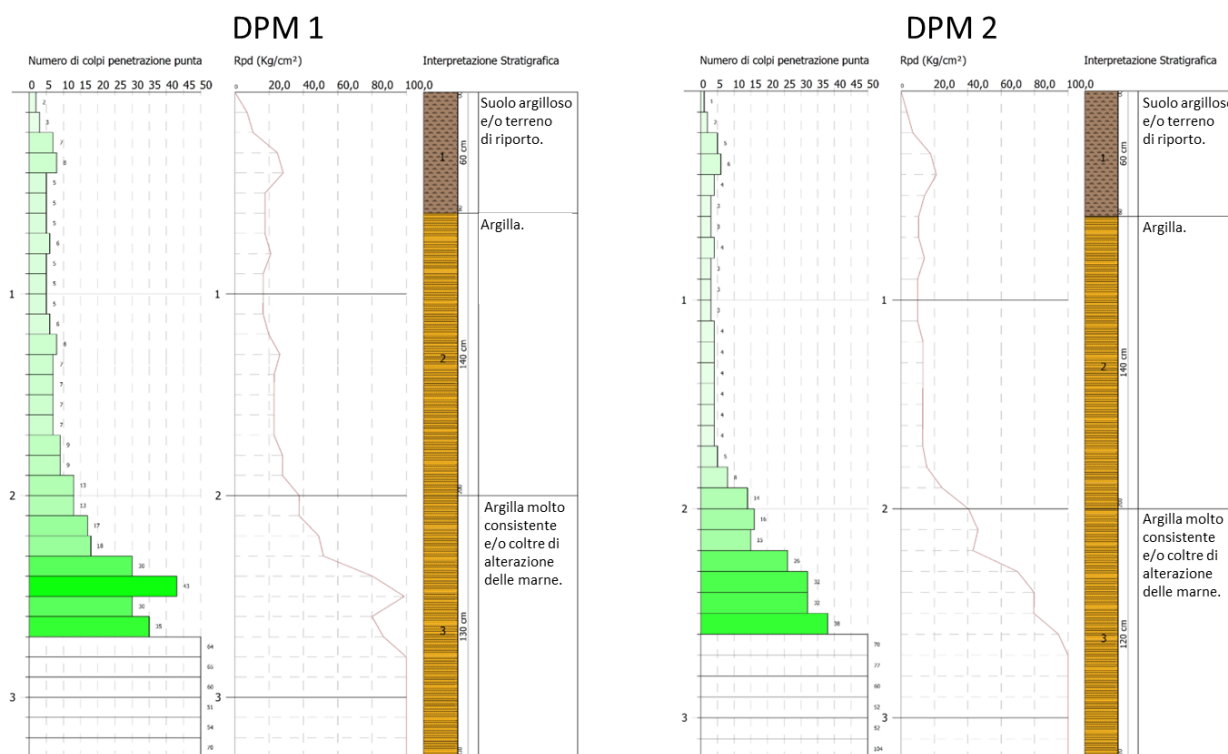
Nella tabella seguente sono riportate le principali informazioni relative alle prove eseguite.

ID prova	Profondità raggiunta (m da p.c.)
DPM 1	3.30
DPM 2	3.20

Tab. 1 – Identificativo delle prove DPM e profondità massime raggiunte

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite hanno evidenziato, nei primi metri di sottosuolo investigati, la presenza di terreni a matrice prevalentemente argillosa, caratterizzati da valori di resistenza alla penetrazione indicativi di consistenza medio-elevata, con incremento progressivo della resistenza con la profondità. I grafici delle singole prove, riportanti l'andamento del numero di colpi in funzione della profondità e una interpretazione litologica sintetica, sono sotto riportati.

RELAZIONE GEOLOGICA



6.2 Indagine geofisica

Ai fini della determinazione della Categoria di sottosuolo, è stato realizzato uno stendimento sismico con metodologia MASW.

L'indagine sismica con metodologia MASW è una tecnica di indagine non invasiva, che attraverso la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, si pone come obiettivo la ricostruzione dell'assetto sismo-stratigrafico dei terreni sede di posa delle opere di fondazione nonché la classificazione del suolo di fondazione per le categorie semplificate indicate nel Decreto 17 gennaio 2018 - NTC 2018 aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

L'acquisizione dei dati è avvenuta tramite sismografo a 24 canali collegato a 6 geofoni orizzontali e verticali a frequenza propria di 4,5 Hz in configurazione RVF per acquisire la componente radiale e verticale dell'onda di Rayleigh e in configurazione THF per le onde di Love. Secondo lo schema di acquisizione riportato alla pagina seguente.

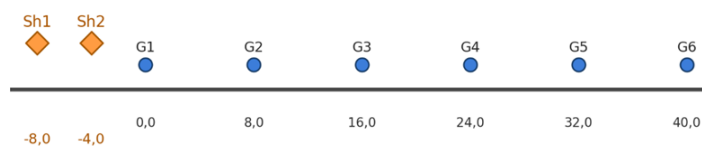


Figura 21 – Schema di acquisizione MASW

RELAZIONE GEOLOGICA



Foto 3 – Stendimento MASW da geofono 1 e da geofono 6

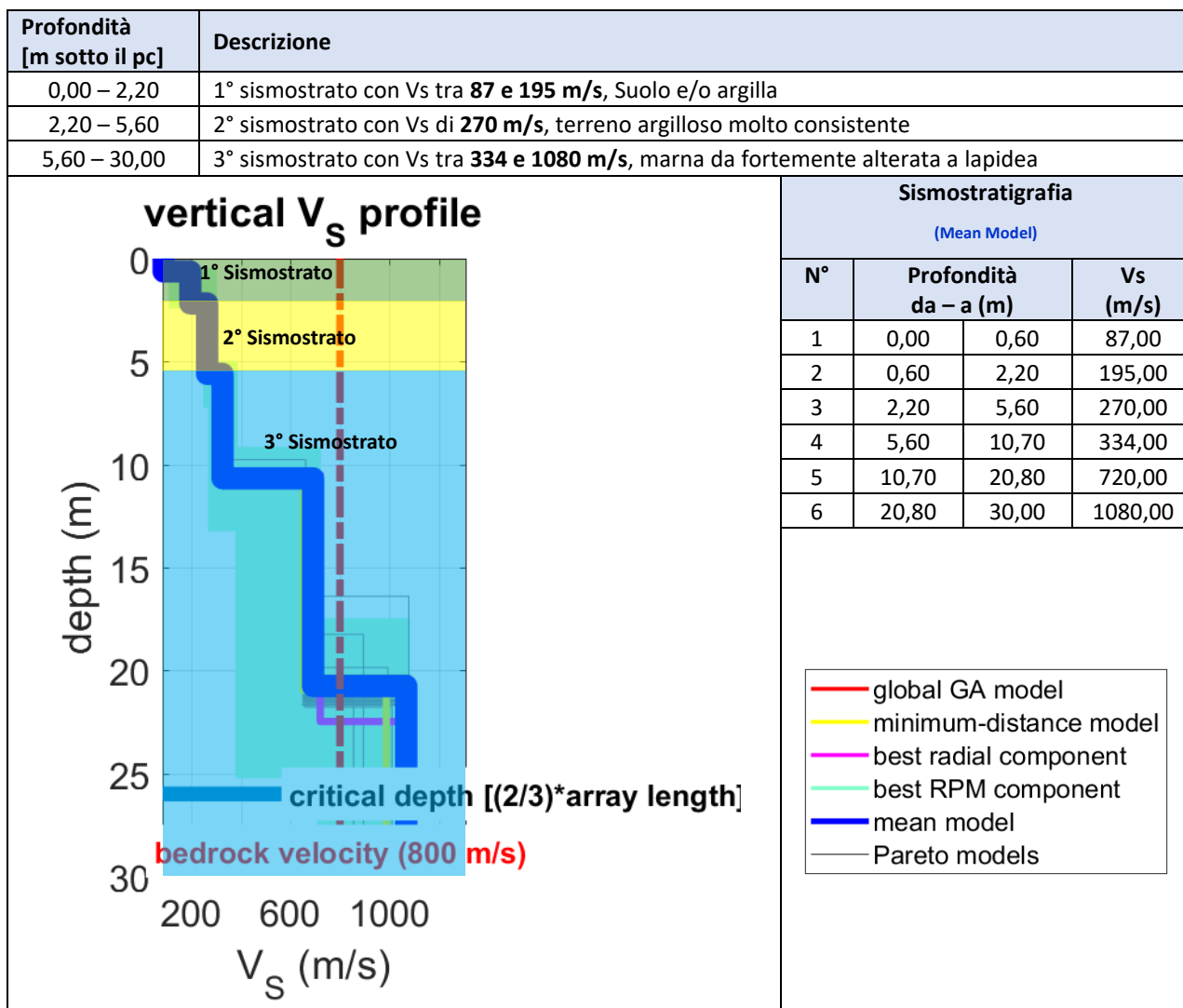
L'elaborazione dei dati, che ha prodotto il profilo di velocità, è stata eseguita grazie all'impiego del software winMASW Academy.

Gli spettri di velocità sono stati gestiti tramite approccio FVS (Full Velocity Spectrum – Dal Moro 2014; 2019) quindi senza alcun picking/interpretazione in termini di curve modali.

L'elaborazione dei dati è stata eseguita mediante analisi RPM (Rayleigh-wave Particle Motion). Il metodo RPM analizza la polarizzazione ellittica delle onde di Rayleigh combinando le componenti verticale (Z) e radiale (R) dei segnali sismici. Calcolando la correlazione tra Z e R in funzione di frequenza e offset, consente di identificare le porzioni dello spettro dominate dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh. Queste informazioni vengono poi usate per guidare l'inversione della curva di dispersione, migliorando l'affidabilità e la risoluzione del profilo V_s .

L'indagine sismica con tecnica MASW ha permesso di ottenere il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali V_s dello stendimento MASW, dal quale si possono distinguere i sismostrati di seguito indicati.

Si ricorda che si tratta di un profilo medio della velocità di taglio V_s .



7. Rilievo della falda

Durante la campagna d'indagine, le prove penetrometriche dinamiche (DPM) sono state eseguite a seguito di un prolungato periodo di precipitazioni, durato circa un mese, che ha determinato un diffuso stato di imbibizione dei terreni superficiali.

Le condizioni riscontrate hanno evidenziato la presenza di umidità significativa nei livelli investigati; tuttavia, tale stato è da attribuirsi verosimilmente all'infiltrazione meteorica recente e non consente di distinguere con certezza tra saturazione temporanea e presenza di una falda freatica stabile.

Nel corso delle indagini non è stato intercettato un livello piezometrico definito né si sono registrate venute d'acqua riconducibili con certezza a un acquifero. Pertanto, allo stato attuale delle indagini, non è stato possibile accertare la presenza o l'assenza di una falda permanente nell'area di studio.

8. Modello sismico

8.1 Classificazione sismica

Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

L'intero territorio italiano è stato quindi classificato secondo quattro zone, a pericolosità crescente:

Zona 1	È la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta
Zona 2	In questa zona forti terremoti sono possibili
Zona 3	In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2
Zona 4	È la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

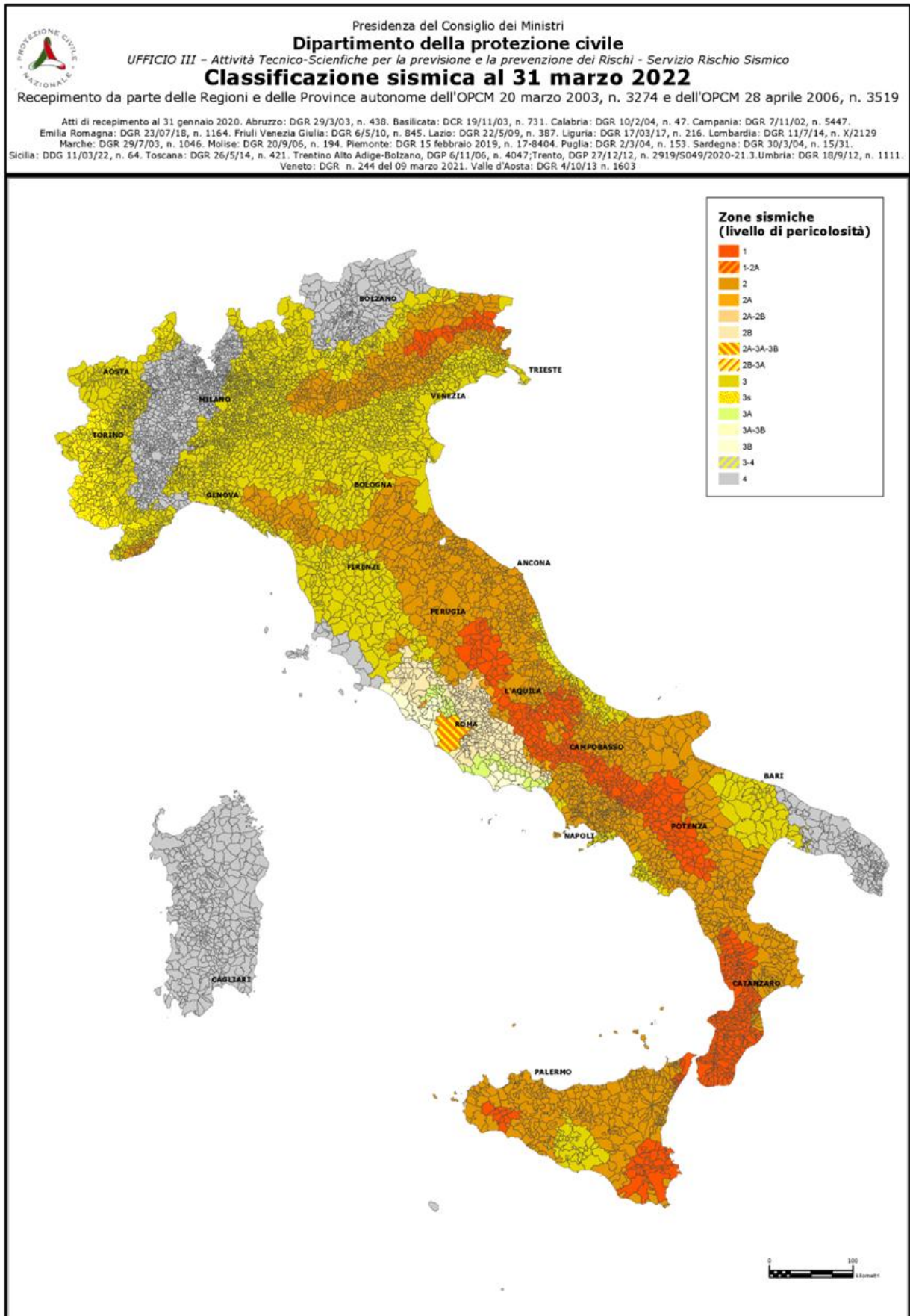
A ciascuna zona viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su terreni molto rigidi (*Tab. A*).

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

L'intero territorio della Regione Sardegna è stato classificato in *Zona 4*, caratterizzata da un valore a_g dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di superamento al 10% in 50 anni pari ad $a_g = 0.05g$.

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN'AREA ATTREZZATA PER LA SOSTA

RELAZIONE GEOLOGICA



8.2 Categorie di sottosuolo

Le “Norme Tecniche per le Costruzioni” – Decreto del 19/01/2018 definiscono le regole per progettare l’opera sia in zona sismica che in zona non sismica.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto e dell’amplificazione del moto sismico, deve quindi essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel sottosuolo. In base alle caratteristiche litologiche, allo spessore e alla rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali) delle litologie attraversate, il moto sismico può essere infatti amplificato 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 nel sottosuolo.

Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, l’effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 del citato Decreto. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del suddetto decreto, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l’approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 del Decreto.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove, tra le quali l’analisi delle onde di superficie (MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves) costituisce la metodologia maggiormente adoperata.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall’espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i = spessore dell’ i -esimo strato;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell’ i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, che nel caso in esame saranno costituite da fondazione continua in cemento armato, impostata su sottofondazione in calcestruzzo magro.

Le categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato sono definite nella Tab. 3.2.II. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle NTC 2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica di base costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La determinazione è stata eseguita secondo l’approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC.

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite nel sito, con riferimento al piano di campagna, è stato possibile attribuire una **Categoria B** di sottosuolo.

RELAZIONE GEOLOGICA

Tabella 3.2.II. Categorie di sottosuolo (Fonte NTC 2018)

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per valutare le condizioni topografiche si può affermare che per la classificazione semplificata delle condizioni topografiche, il sito ricade nella categoria **T1** "Superficie pianeggiante, pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Tabella 3.2.III. Categorie topografiche (Fonte NTC 2018)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

9. Modello Geologico

Sulla base dei risultati delle due prove penetrometriche dinamiche (DPM), integrate con i dati disponibili per l'area di studio e con l'interpretazione della prova geofisica MASW, è stato elaborato un modello geologico di riferimento del sottosuolo, schematizzabile nelle seguenti unità litostratigrafiche.

Si evidenzia che la definizione delle unità è da intendersi prevalentemente interpretativa, in quanto derivata da indagini puntuali e da metodologie indirette; pertanto sono possibili variazioni laterali di spessore e proprietà litotecniche.

Unità 1 – Suolo superficiale e/o terreno di riporto (0,00 m ÷ 0,60 m)

Copertura superficiale a prevalente componente fine, descrivibile come suolo argilloso e/o terreno di riporto. L'unità risulta localmente compatibile con una copertura antropizzata, in accordo con le evidenze di rimodellamento superficiale emerse dall'analisi storica e dalle osservazioni di campo.

Unità 2 – Argille (0,60 m ÷ circa 2,00 m)

Terreni a comportamento fine (prevalentemente argilloso), con risposta penetrometrica indicativa di consistenza da poco a moderatamente consistente.

Le caratteristiche meccaniche rilevate suggeriscono materiali a bassa-media resistenza, riconducibili a livelli fini naturali e/o localmente rimaneggiati.

Unità 3 – Argilla molto consistente e/o coltre di alterazione delle marne (circa 2,00 m ÷ 5,60/6,00 m)

Unità caratterizzata da un marcato incremento della resistenza alla penetrazione e da comportamento meccanico più rigido, interpretata come argilla molto consistente e/o coltre di alterazione del substrato marnoso.

L'unità rappresenta il passaggio verso il bedrock, con progressivo aumento della competenza meccanica.

Unità 4 – Substrato marnoso (marne lapidee) fratturato (da circa 5,60/6,00 m in profondità)

Il passaggio al substrato è supportato dalle conoscenze pregresse dell'area e dai risultati della prova MASW, che evidenziano un incremento delle velocità di propagazione delle onde sismiche a circa 5,80 m di profondità, compatibile con l'ingresso in litotipi più competenti, riferibili a marne fratturate.

10. Prescrizione e gestione delle terre

Per ciò che concerne la gestione delle terre e rocce da scavo si osserva che la gestione delle medesime nell'ambito delle lavorazioni in progetto dovrà essere conforme ai disposti del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 e dovrà essere orientata alla riduzione della mobilitazione dei materiali di scavo ed al loro massimo riutilizzo limitando quanto più possibile i conferimenti a discarica. In questo caso le terre e rocce da scavo sono strettamente legate alla realizzazione delle opere fondali.

Per il riutilizzo nello stesso sito in cui il materiale viene escavato si procederà pertanto ai sensi dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017 "Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti, c. 1. Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere

conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del presente regolamento. Chiaramente, ai fini del riutilizzo, all'interno del cantiere, in ambito non disciplinato dai sottoprodotti ma secondo quanto previsto nell'art. 185 del D. Lgs. 152/2006 e dall'art. 24 del D.P.R. 120/2017, dovrà sempre essere eseguita la caratterizzazione chimica dei materiali (secondo l'art. 24 la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del regolamento) che nel caso delle opere in progetto sarà realizzata caratterizzando lo strato superficiale prima dell'esecuzione delle opere.

Nel caso di riutilizzo al di fuori del cantiere il materiale dovrà essere gestito in regime di sottoprodotto ai sensi dell'art. 21 – 22 del D.P.R. 120/2017. In tali casi saranno chiaramente attivate le procedure ARPAS (comunicazione in autocertificazione almeno 15 gg prima dell'avvio delle attività) per il riutilizzo in regime di sottoprodotto e caratterizzazione chimica dei terreni.

Non ultima si sottolinea che per i rifiuti inerti da costruzione e demolizione si dovrà tendere a garantire l'applicazione del nuovo decreto ministeriale 27/09/2022 n. 152, regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti di origine minerale che sottoposti ad operazioni di recupero cessano di essere qualificati come rifiuti e sono qualificati come aggregati recuperati. Chiaramente l'ambito di applicazione del citato decreto è circoscritto esclusivamente ai rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi e indicati al punto 1 della tabella 1 dell'allegato 1 del citato decreto nonché ai rifiuti inerti non pericolosi di origine minerale elencati al punto 2 della tabella 1 dell'allegato 1.

11. Conclusioni

Il presente studio geologico è relativo ai **“Lavori di realizzazione di un'area attrezzata per la sosta”** e costituisce la relazione geologica specialistica redatta ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Le indagini eseguite, consistenti in due prove penetrometriche dinamiche (DPM) e in un'indagine sismica mediante metodologia MASW, integrate con l'analisi cartografica e con le conoscenze geologiche dell'area, hanno consentito di definire il modello geologico di riferimento del sito.

Il sottosuolo risulta caratterizzato da:

- una copertura superficiale fino a circa 0,60 m dal piano campagna, localmente rimaneggiata e compatibile con materiali di riporto;
- livelli a comportamento prevalentemente argilloso fino a circa 2,00 m di profondità, con consistenza da poco a moderatamente consistente;
- una coltre di alterazione del substrato marnoso fino a circa 5,60–6,00 m;
- substrato marnoso riferibile alla Formazione delle Marne di Gesturi, con progressivo incremento della rigidità con la profondità.

Dal punto di vista idrogeologico, nei primi metri di sottosuolo indagati non è stato intercettato alcun livello piezometrico definito. Le condizioni di imbibizione riscontrate durante le prove risultano verosimilmente correlate agli eventi meteorici antecedenti la campagna d'indagine e non configurano la presenza di una falda freatica permanente. Eventuali fenomeni di saturazione nei livelli superficiali devono pertanto ritenersi temporanei e stagionali.

RELAZIONE GEOLOGICA

L'area non risulta interessata da vincoli derivanti dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), ricadendo in classe Hi0 per la pericolosità idraulica e Hg0 per la pericolosità da frana. Il territorio comunale è classificato in Zona sismica 4, a bassa sismicità.

Alla luce delle caratteristiche litostratigrafiche rilevate e della possibile eterogeneità dei livelli superficiali, si ritiene opportuno impostare le opere fondali previste ad una profondità consigliata di circa 1,0 m dal piano campagna, al fine di garantire un piano di posa su terreni più omogenei dal punto di vista litologico.

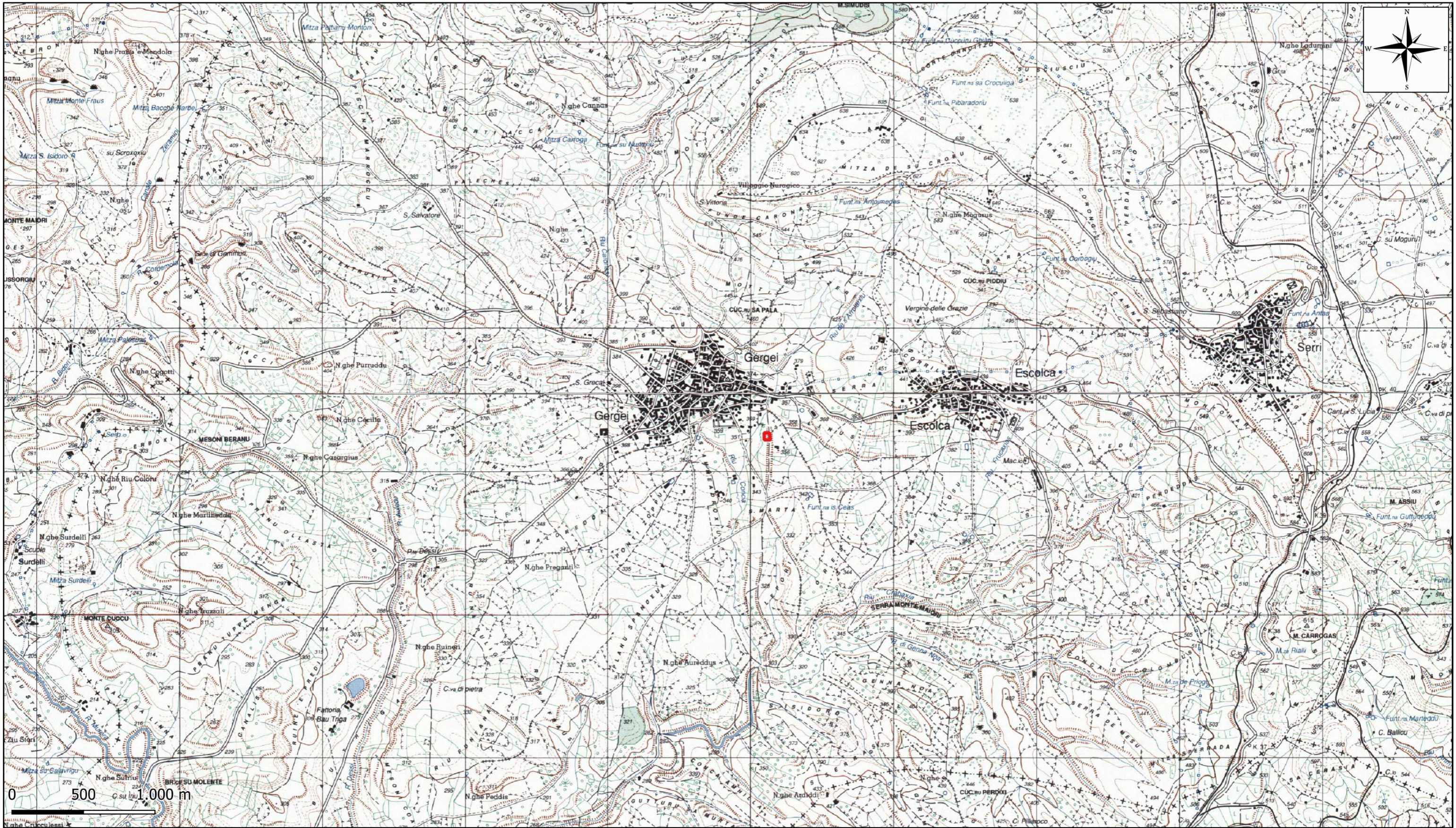
Le opere previste, trattandosi di strutture a carichi modesti risultano compatibili con il quadro geologico e geomorfologico del sito.

In corso d'opera dovrà essere verificata la rispondenza tra il modello geologico assunto e le condizioni effettivamente riscontrate allo scavo; qualora emergano difformità significative, si dovrà procedere al conseguente aggiornamento del modello geologico-geotecnico, in conformità alla normativa vigente.


Dott. Geol. Stefano Piga

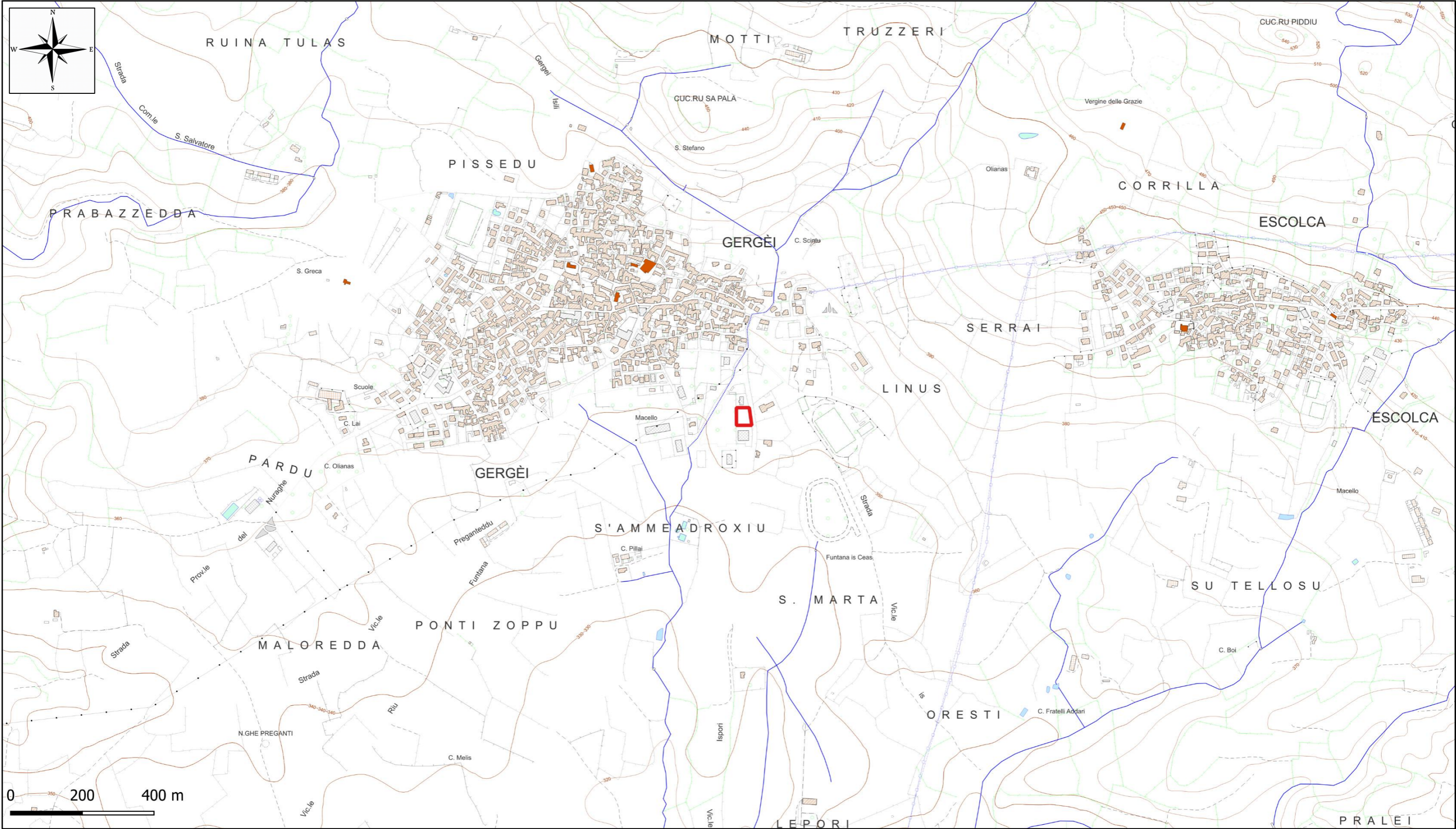
Allegati.

- Allegato A.3.a - INQUADRAMENTO I.G.M. – Foglio 540 sez. III «Mandas», formato A3, scala 1: 25.000.
- Allegato A.3.b - INQUADRAMENTO C.T.R - Sez.540-100 «Mandas», formato A3, scala 1: 10.000.
- Allegato A.3.c – Stralcio carta geologica, formato A3, scala 1: 10.000.
- Allegato A.3.d – PAI – Pericolo frana, formato A3, scala 1: 10.000.
- Allegato A.3.e -PAI – Pericolo idraulico, formato A3, scala 1: 10.000.




Legenda:

 Sito di indagine



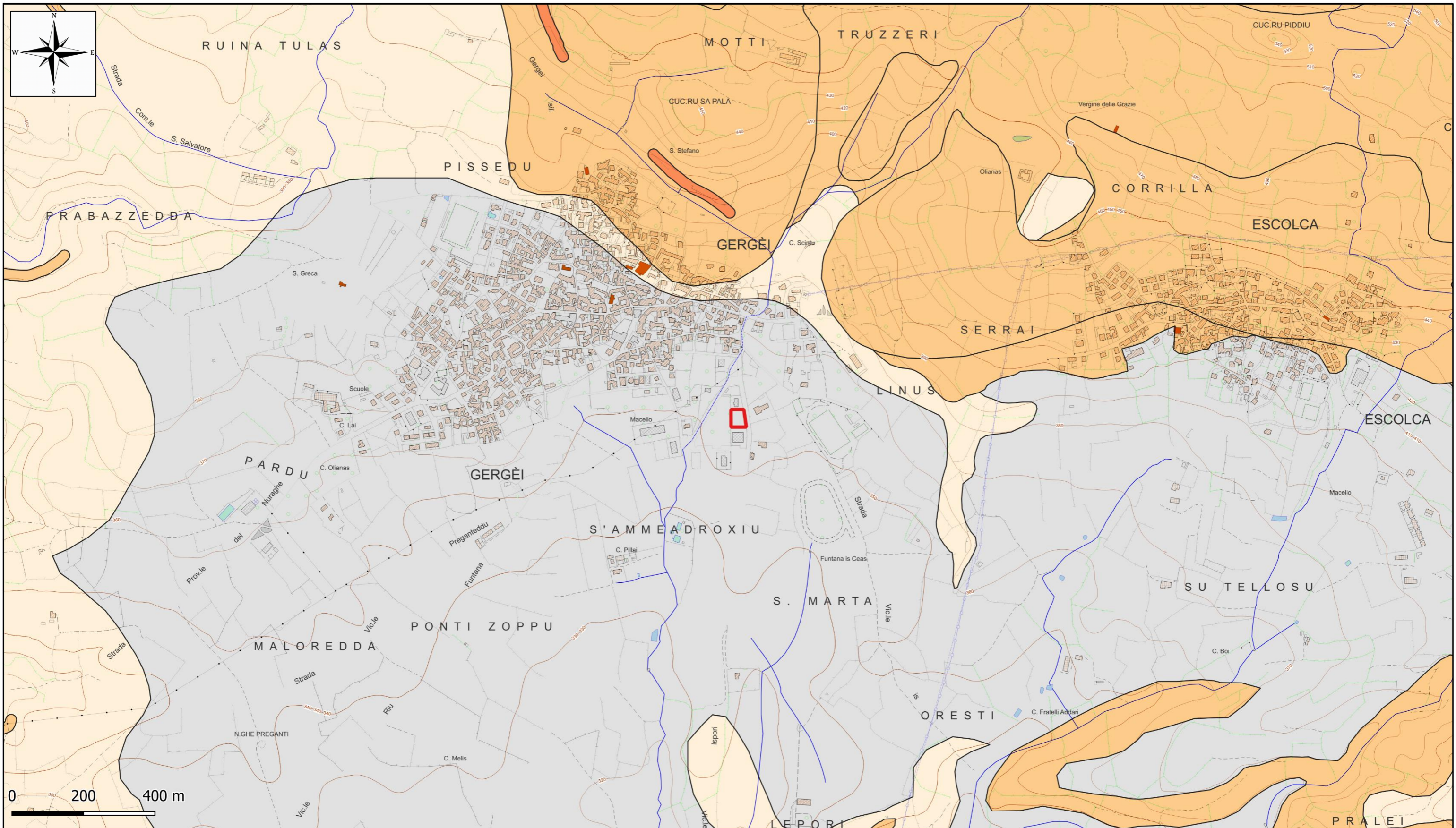
Legenda:

 Sito di indagine




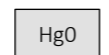
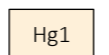
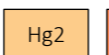
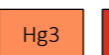

Legenda:

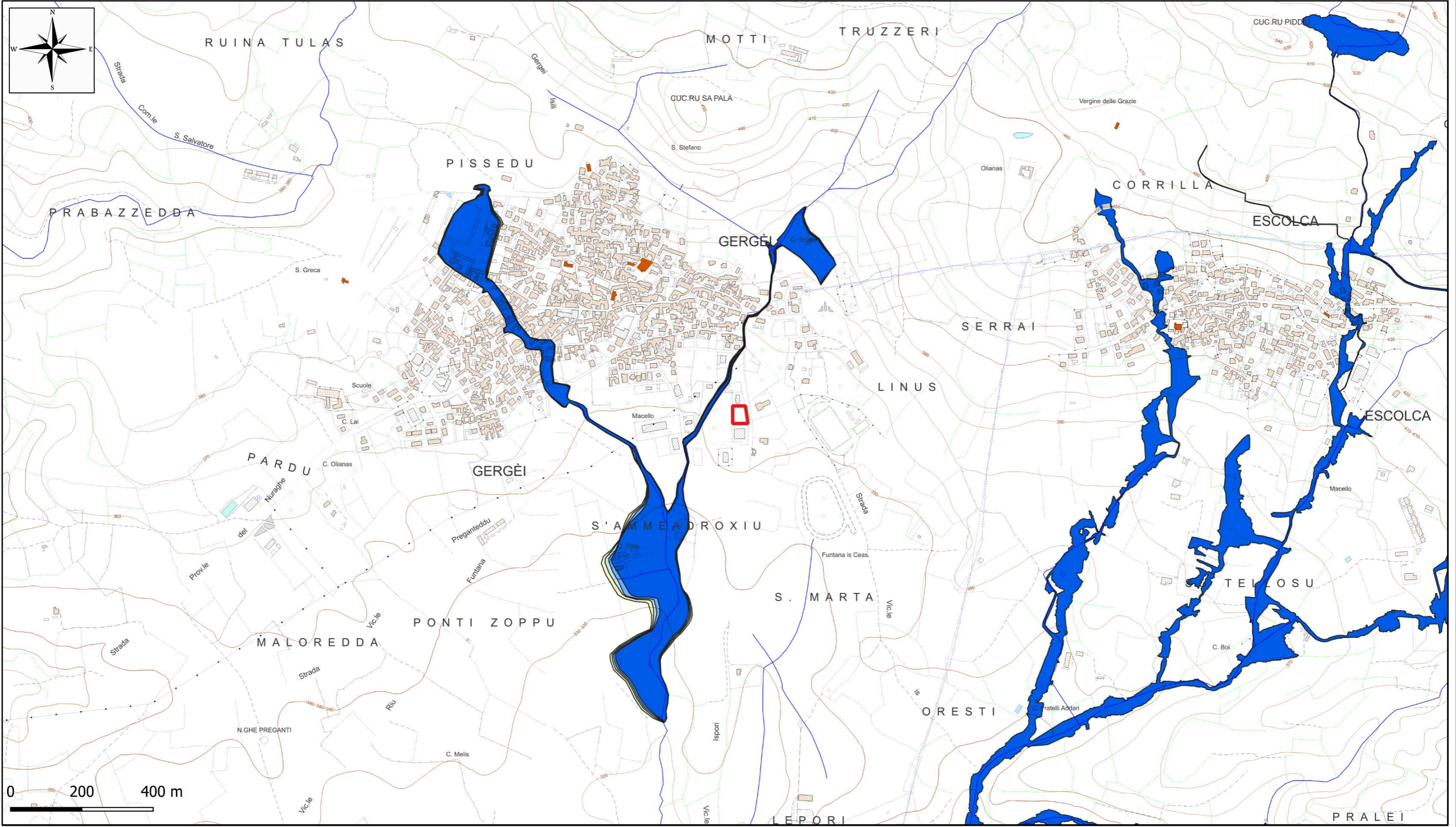
- Sito di indagine
- h1l
- h1u
- ba
- b2
- a
- bna
- bnb
- BGR
- GST
- GSTb
- GSTc
- RML
- NLL2



Legenda:

 Sito di indagine

 Hg0  Hg1  Hg2  Hg3  Hg4



Legenda:

 Sito di indagine

