

PROVINCIA DI ORISTANO
COMUNE DI ORISTANO



RELAZIONE GEOLOGICA

"CENTRO SANITARIO ASSISTENZIALE SANT'ANNA"
RESIDENZA SANITARIA ASSISTENZIALE,
STRUTTURA RESIDENZIALE PSICHIATRICA PER INTERVENTI SOCIO
RIABILITATIVI E COMUNITÀ INTEGRATA PER ANZIANI

00	Prima emissione	29/08/2022	Dott. Geol. Nicola Pili	Dott. Luca Murgia
Rev	Descrizione	Data	Geologo	Collaboratori

Committente	ALF INVESTMENT SRL
--------------------	--------------------

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE
NICOLA PILI
GEOLOGO

Via ARBAREI n°16
09026 – San Sperate (CA)
Tel. +393477160465
PEC nicola.pili@pec.it
e-mail dott.geol.nicolapili@tiscali.it



**Comune di Oristano
Provincia di Oristano**

**"CENTRO SANITARIO ASSISTENZIALE SANT'ANNA"
RESIDENZA SANITARIA ASSISTENZIALE,
STRUTTURA RESIDENZIALE PSICHIATRICA PER INTERVENTI SOCIO
RIABILITATIVI E COMUNITÀ INTEGRATA PER ANZIANI**

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

PREMESSA	2
1. GENERALITÀ	3
1.1. <i>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</i>	3
1.2. <i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i>	5
2. PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	6
2.1. <i>RICERCA BIBLIOGRAFICA</i>	6
2.2. <i>INDAGINI IN SITU</i>	6
3. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	9
3.1. <i>CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI DELL'AREA VASTA</i>	9
3.2. <i>CARATTERI STRATIGRAFICI LOCALI</i>	12
3.3. <i>CARATTERI IDROLOGICI</i>	13
3.4. <i>CARATTERI GEOMORFOLOGICI</i>	16
3.5. <i>CARATTERI IDROGEOLOGICI</i>	19
CONCLUSIONI	20

ALLEGATI

ALL. 1	PLANIMETRIA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE
--------	---



PREMESSA

La presente RELAZIONE GEOLOGICA si redige su incarico della società ALF INVESTMENT SRL ad opera dello scrivente dott. NICOLA PILI iscritto all'albo dei Geologi della, in riferimento al progetto "CENTRO SANITARIO ASSISTENZIALE SANT'ANNA - Residenza Sanitaria Assistenziale, Struttura Residenziale Psichiatrica per Interventi Socio Riabilitativi e Comunità Integrata per anziani", nel comune di Oristano (OR).

L'elaborato redatto ai sensi delle NTC 2008 e delle NTC 2018 definisce il MODELLO GEOLOGICO del terreno, da recepire come schema delle condizioni litologiche, stratigrafiche, strutturali, geomorfologiche, idrologiche, idrogeologiche generali e del sito in costruzione, finalizzato all'analisi quantitativa delle pericolosità geologiche.

1. GENERALITÀ

1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

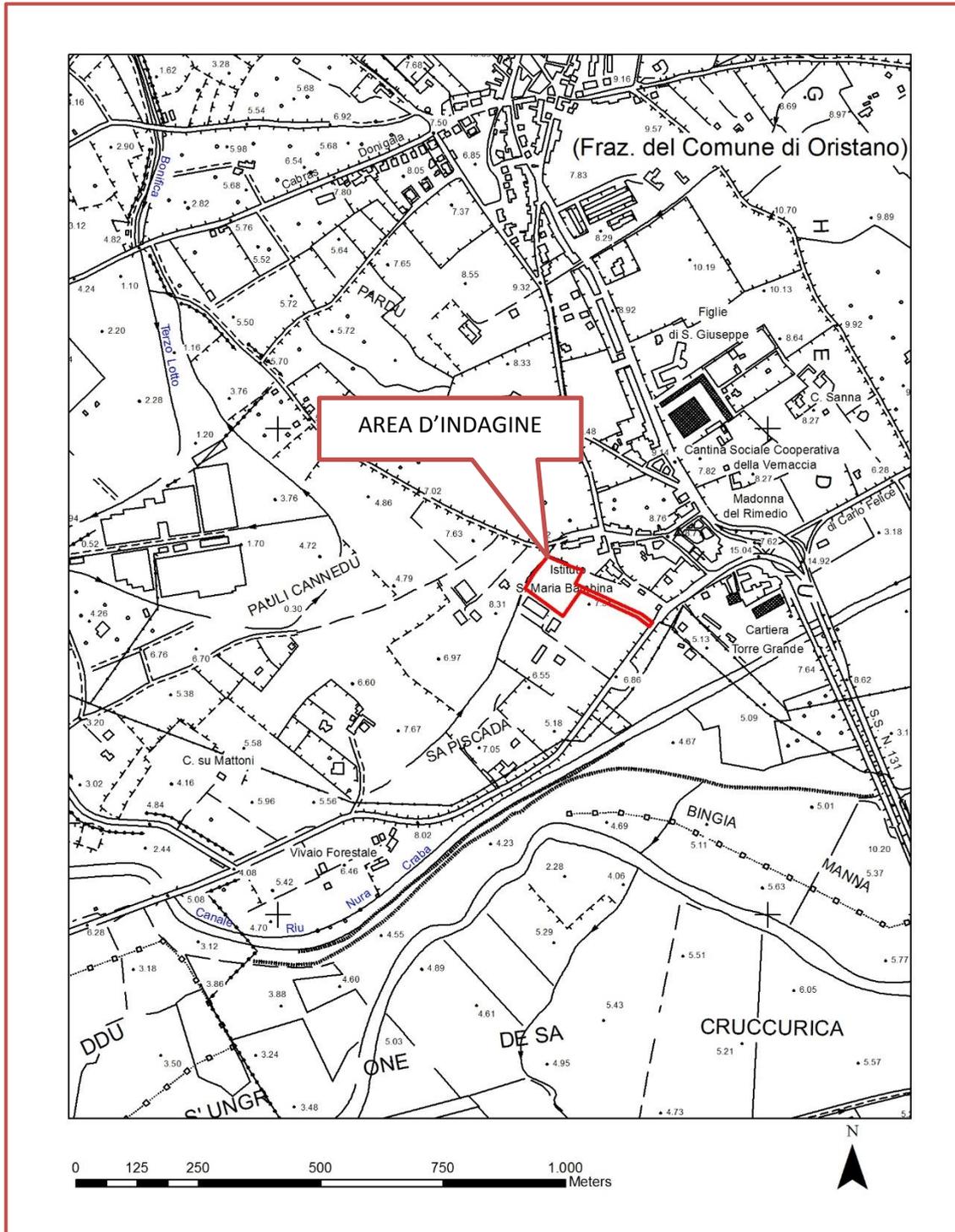


FIGURA 1- Stralcio Carta Tecnica Regionale scala 1:10000 - n° 528070 "CABRAS"

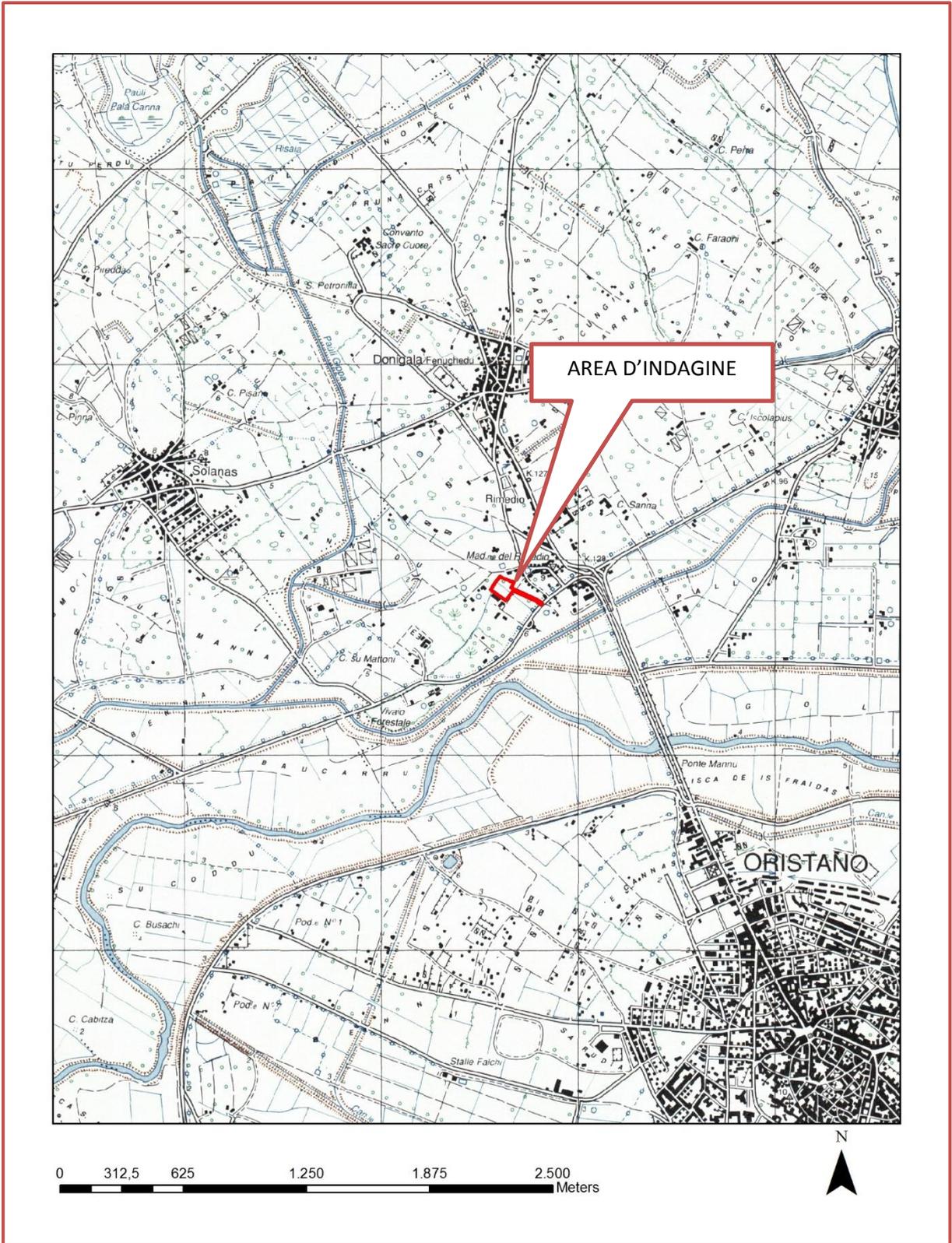


FIGURA 2- Stralcio Carta IGM scala 1:25000 foglio 528 sezione I "ORISTANO NORD"

L'areale in studio geograficamente ricade all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

Foglio IGM scala 1:50000 = 528 "ORISTANO",

Tavoletta IGM 1:25000 = FOGLIO 528 SEZIONE I "ORISTANO NORD",

Carta Tecnica Regionale scala 1:10000 = n° 528070 "CABRAS".

1.2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'elaborato è redatto ai sensi del DM 17-01-2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

Le NTC 18 definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione ed il collaudo di tutti i tipi di costruzione rispetto alle prestazioni richieste in termini di sicurezza, regolare utilizzo e durabilità. Il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi secondo diverse fasi, partendo da una CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO contenuti nella relazione geologica, così come riportato al capitolo 6.2.1 NTC 18.

2. PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'indagine geologica ha tenuto conto della conoscenza pregressa dei terreni presenti nell'intorno e della tipologia di opere da realizzarsi. Sono state effettuate le seguenti ricerche:

- ❖ Ricerca bibliografica;
- ❖ Indagini in situ.

2.1. RICERCA BIBLIOGRAFICA

La conoscenza geologica e la realizzazione di una carta geolitologica rappresentativa, costituiscono la base di lavoro del presente studio al fine di definire il modello geologico del sito. La carta geolitologica è stata realizzata in scala 1:2.000 portando a termine una ricerca bibliografica delle carte geologiche esistenti che interessano il territorio in esame, in particolare:

- ❖ Carta geologica Sardegna geoportale, scala 1:25000.

2.2. INDAGINI IN SITU

Sono state effettuate le seguenti indagini in situ:

- ❖ N° 1 tomografia sismica a rifrazione.



FIGURA 3- Posizionamento della strumentazione per l'esecuzione della prospezione geofisica a rifrazione

La tomografia sismica si basa sugli effetti di rifrazione del segnale sismico in corrispondenza dell'interfaccia tra un mezzo soprastante a velocità sismica minore rispetto ad uno strato sottostante al primo con velocità sismica superiore.

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche (in questo caso delle onde prime **P**) generate in un punto in superficie (punto di energizzazione/sparo), in corrispondenza di una molteplicità di ricevitori (geofoni) disposti allineati sulla superficie topografica.

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà fisico - meccaniche dei terreni e il grado di addensamento e/o la compattezza dei materiali da queste attraversati.

Le profondità raggiunte sono al massimo la metà della distanza compresa tra lo shot esterno e l'ultimo geofono della stesa sismica sviluppata. È comunque generalmente considerato che la profondità esplorata non superi 1/3 dello sviluppo geometrico sopradescritto. La capacità risolutiva in termini di spessore degli strati sismici viene ad essere valutato in circa il 25% della distanza geofonica.

La tecnica tomografica prevede la creazione di un modello sintetico del sottosuolo e la sua perturbazione alla ricerca del minimo scarto tra le misure effettuate sul terreno e le misure "virtuali" registrate sul modello sintetico attraverso una procedura iterativa che alterna le due seguenti fasi:

- Nella fase "diretta" vengono calcolati sul modello sintetico i tempi di arrivo dell'impulso sismico (smartTomo è basato sul lavoro di Moser, T. J. "Shortest path calculation of seismic rays." Geophysics 56.1 (1991): 59-67). Il modello di velocità iniziale è suddiviso in una griglia le cui celle hanno assegnato un valore di velocità iniziale. Sui lati della cella sono presenti più nodi (il numero è scelto dall'utente) che costituiscono i nodi della rete di ipotetici raggi sismici che connettono tutte le sorgenti e tutti i ricevitori che sono anch'essi dei nodi. Ogni nodo è connesso con i nodi delle celle adiacenti.

Il percorso delle onde rifratte corrisponde al percorso lungo i raggi sismici che impiega il minor tempo a percorrere il tragitto tra la sorgente ed il ricevitore.

- Nella fase "inversa" i tempi sintetici calcolati nel passo "diretto" vengono confrontati con i tempi misurati; le differenze tra i due tempi sono usate per aggiornare il modello sintetico (smartTomo impiega un algoritmo riconducibile alla famiglia delle "Simultaneous Iterative Reconstruction Technique"). Nell'applicazione di questo metodo la velocità viene sostituita dal suo inverso, la

lentezza. Quindi considerando un generico raggio sismico j tra la sorgente ed il ricevitore la lentezza media può essere espressa come:

$$S_j = \frac{t_{0j}}{l_j}$$

dove t_{0j} rappresenta il tempo misurato tra la sorgente ed il ricevitore e l_j rappresenta la lunghezza del raggio sismico j -esimo. Pertanto, conoscendo i tempi di percorso misurato t_m e t_c per il raggio j -esimo si può calcolare il residuo del tempo di percorso:

$$\Delta t_j = t_{mj} - t_{cj}$$

Il residuo dei tempi di percorso può essere proiettato su ciascuna cella k su cui può essere calcolato anche il fattore di correzione della lentezza:

$$\Delta S_k = \frac{\sum \Delta t_{ik}}{\sum \Delta l_{ik}}$$

L'indice i indica ciascun raggio sismico incidente sulla cella k -esima. Il fattore di correzione della lentezza verrà utilizzato per aggiornare il modello di velocità alla fine di ogni iterazione del ciclo di risoluzione.

Questa procedura consente di ottenere un modello, con variazioni di velocità continue e non necessariamente vincolato alla presenza di rifrattori.

3. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

Il MODELLO GEOLOGICO del terreno definisce lo schema delle condizioni litologiche, stratigrafiche, strutturali, geomorfologiche, idrologiche, idrogeologiche generali e del sito in costruzione, finalizzato all'analisi quantitativa delle pericolosità geologiche.

3.1. CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI DELL'AREA VASTA

La zona indagata ricade nella porzione centrale del rift sardo, una struttura continua ma costituita da un sistema articolato e complesso di bacini originati per movimenti di distensione durante il Miocene inferiore-medio, contemporaneamente alla rotazione del Blocco Sardo-Corso (Burdigaliano) e all'apertura del Bacino Balearico e del Tirreno centro settentrionale.

In questa fase si sviluppa un sistema di bacini tra il Golfo di Cagliari e quello dell'Asinara con sedimentazione prevalente marina e notevoli spessori di vulcaniti calcalcaline.

Il rift sardo ha subito un'evoluzione differente tra la parte settentrionale dell'isola e la parte meridionale: la depressione nella parte settentrionale coincidente al Logudoro si presenta come un grande bacino immergente verso W, che ospita spessori di sequenze ignimbriche notevoli. La parte meridionale è influenzata invece dalla sovrapposizione di un'altra importante struttura derivante da una successiva fase di tettonica distensiva del Pliocene, che dall'Oristanese al Golfo di Cagliari porta alla formazione di una fossa conosciuta come "Campidanese". Gli allineamenti strutturali di questa fossa insistono sulle precedenti strutture mioceniche del rift, avendo un trend da SSE-NNW a SSW a NNE. La disponibilità di un nuovo bacino e sub-bacini favorì una breve e localizzata ingressione marina nel Pliocene inferiore e da manifestazioni vulcaniche plio-pleistoceniche prevalentemente basiche e ad affinità alcalina, transizionale e tholeiitica. Dal Pliocene medio al Quaternario, durante la fase di continentalità della fossa campidanese, si è manifestata un'intensa subsidenza che innescò l'erosione dei rilievi circostanti portando alla deposizione della Formazione di Samassi.

Nel Quaternario quindi continua la fase di riempimento dipendente dalle ciclicità delle fluttuazioni eustatiche del livello del mare: si originano importanti esondazioni nei periodi di massimo eustatico, seguite da profonde incisioni e terrazzamenti alluvionali nella fase di regressione marina nel periodo glaciale. Il susseguirsi di questi eventi permette la distinzione di più ordini di terrazzamenti, dai più antichi pleistocenici a quelli odierni olocenici di più alto ordine.

Dal punto di vista tettonico-strutturale la "Fossa Campidanese" è costituita da un sistema di graben, half graben, che nella parte settentrionale di Oristano immerge verso E, mentre nella parte meridionale di Cagliari immerge verso W. La parte centrale prossima alla Soglia di Sardara

rappresenterebbe una zona di torsione in cui si osserva il cambiamento di direzione di immersione dei bacini.

Le conoscenze stratigrafiche sul graben campidanese provengono soprattutto dai sondaggi profondi eseguiti tra il 1961 - 1964 per conto della SAIS e AGIP, che ha portato alla realizzazione in prossimità di Oristano di due pozzi di profondità tra i 1700 - 1800 metri.

Il pozzo ORISTANO 1 perforato presso lo Stagno di Sassu a sud di Santa Giusta individua nei primi 300 m una sequenza sedimentaria pleistocenica-pleiocenica superiore, di cui i primi 33 metri riferibili al Tirreniano. La sequenza stratigrafica quaternaria è caratterizzata da sedimenti sabbiosi, argillosi e limosi in facies salmastra, palustre e alluvionale. Dai 304 a 310 m circa viene individuato un orizzonte vulcanico di basalti grigi scuri compatti in colate.

Il pozzo ORISTANO 2 è stato perforato presso Riola, a nord di Oristano: individua i primi 20 metri di sabbie dunari e da spiaggia appartenenti al Wurm-Tirreniano e da uno spessore di 200 m circa di argille e limi sabbiosi di facies palustre e alluvionale pleistocenica. A circa 218 m di profondità si rinviene un orizzonte basaltico di circa 25 metri.

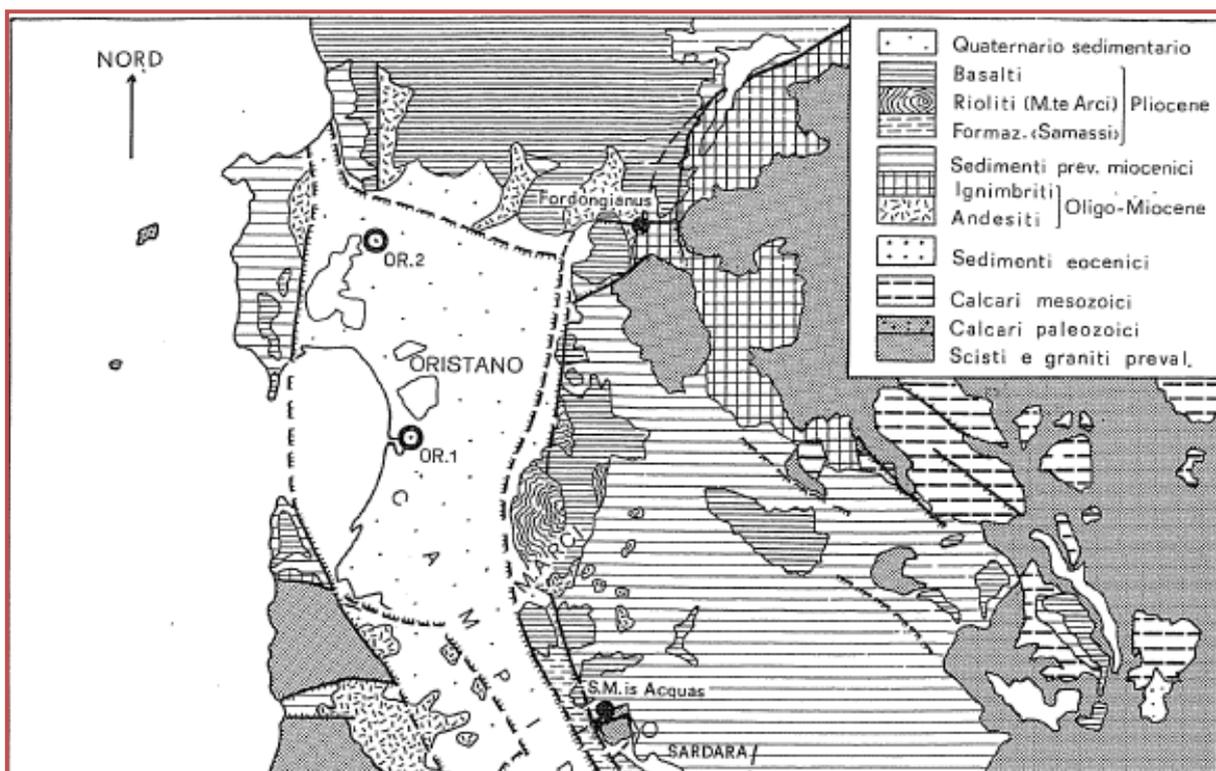


FIGURA 4 - da Ricerche Geotermiche in Sardegna - 1982, porzione della carta geolitologica con ubicazione dei pozzi Oristano 1 e Oristano 2

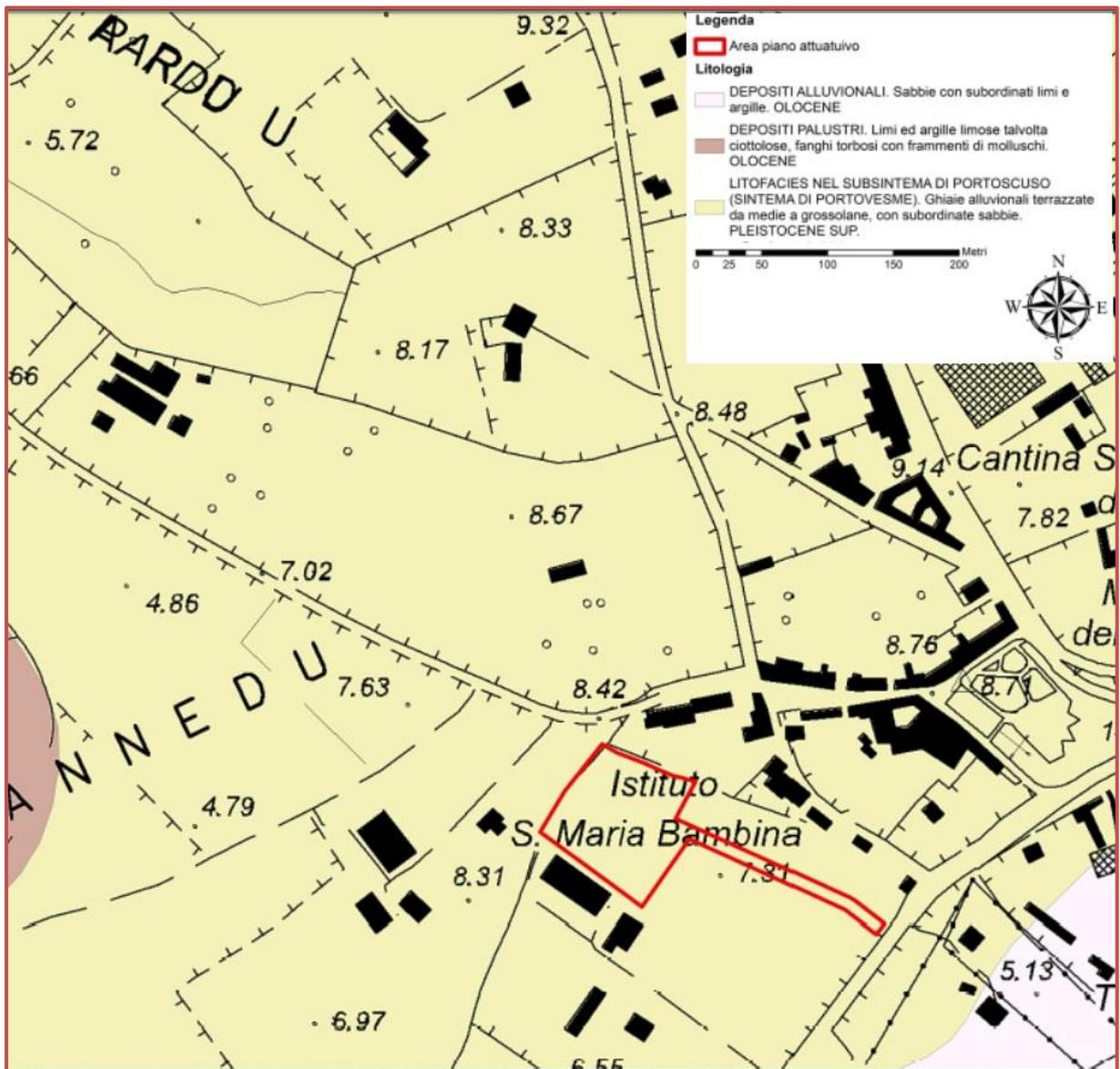


FIGURA 5 – Carta geolitologica

I depositi quaternari presenti nel settore in studio sono costituiti da sequenze alluvionali:

- ❖ Depositi palustri costituiti da limi e argille limose, talvolta ciottolose e fanghi torbosi con frammenti di molluschi [OLOCENE].
- ❖ Depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi e argille [OLOCENE];
- ❖ Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie [PLEISTOCENE SUPERIORE].

3.2. CARATTERI STRATIGRAFICI LOCALI

La campagna d'indagine, ha messo alla luce una successione stratigrafica che si discosta da quanto descritto dalla cartografia ufficiale; nella fattispecie pare che i depositi alluvionali terrazzati costituiti perlopiù da ghiaie e sabbie [LIVELLO B], affioranti nella cartografia ufficiale, siano attestati a -20,00 m da p.c. e ricoperti da sedimenti olocenici a tessitura argilloso-sabbiosa [LIVELLO A].

Tale configurazione stratigrafica è emersa sia dalla restituzione tomografica dell'indagine sismica a rifrazione, sia dalla presa visione di stratigrafie e altre indagini compiute in aree attigue.

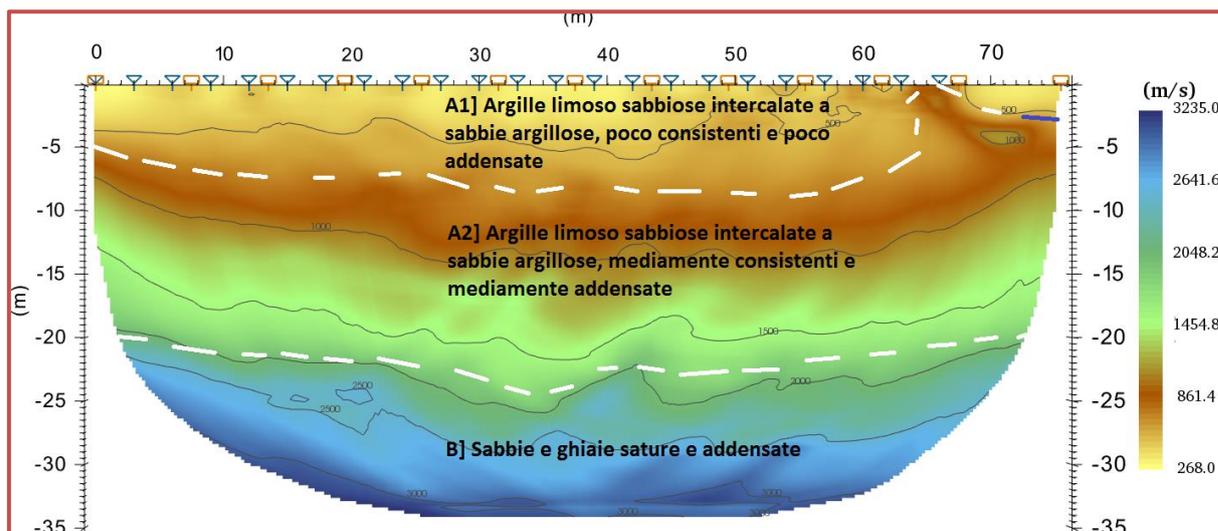


FIGURA 6- Sezione sismostratigrafica e interpretazione geologica

Va da se che per un corretto dimensionamento geotecnico delle strutture, sarà opportuno realizzare una serie di indagini geognostiche dirette tali da meglio definire il modello geologico e geotecnico sito-specifico.

❖ **LIVELLO A1 – Depositi alluvionali costituiti da argille e sabbie poco consistenti e poco addensate [OLOCENE]**

[DA 0,00 m variabile 8,00 m A 14,00 m]

Depositi alluvionali costituiti da sabbia con argilla e argilla con sabbia di colore da nocciola a oca con screziature da arancio a porpora, moderatamente addensati/consistenti, saturi oltre i 3,00 m di profondità.



FIGURA 7 – Livello A1, deposito alluvionale in facies argilloso-sabbiosa

- ❖ **LIVELLO A2 – Depositi alluvionali costituiti da argille e sabbie mediamente consistenti e mediamente addensate [OLOCENE]**

[DA 8,00 m variabile 14,00 m A 20,00 m]

Come sopra ma con maggior grado di consistenza e addensamento.

- ❖ **LIVELLO B – Depositi alluvionali terrazzati costituiti ghiaie e sabbie [PLEISTOCENE SUPERIORE].**

[DA 20,00 m A >30,00 m]

Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie, addensate e sature.

3.3. CARATTERI IDROLOGICI

L'idrologia costituisce il carattere dominante dell'area in studio, ubicata nella piana costiera del campidano di Oristano, all'interno del bacino idrografico del Tirso, sub bacino del Riu Saouru.

Il Riu Saouru è un torrente con sviluppo longitudinale est-ovest per una lunghezza di 16 km. Nasce poco più a nord di Zerfaliu con un reticolo di drenaggio dendritico orientato nord-sud: in quest'area prende il nome di Rio Caddus.

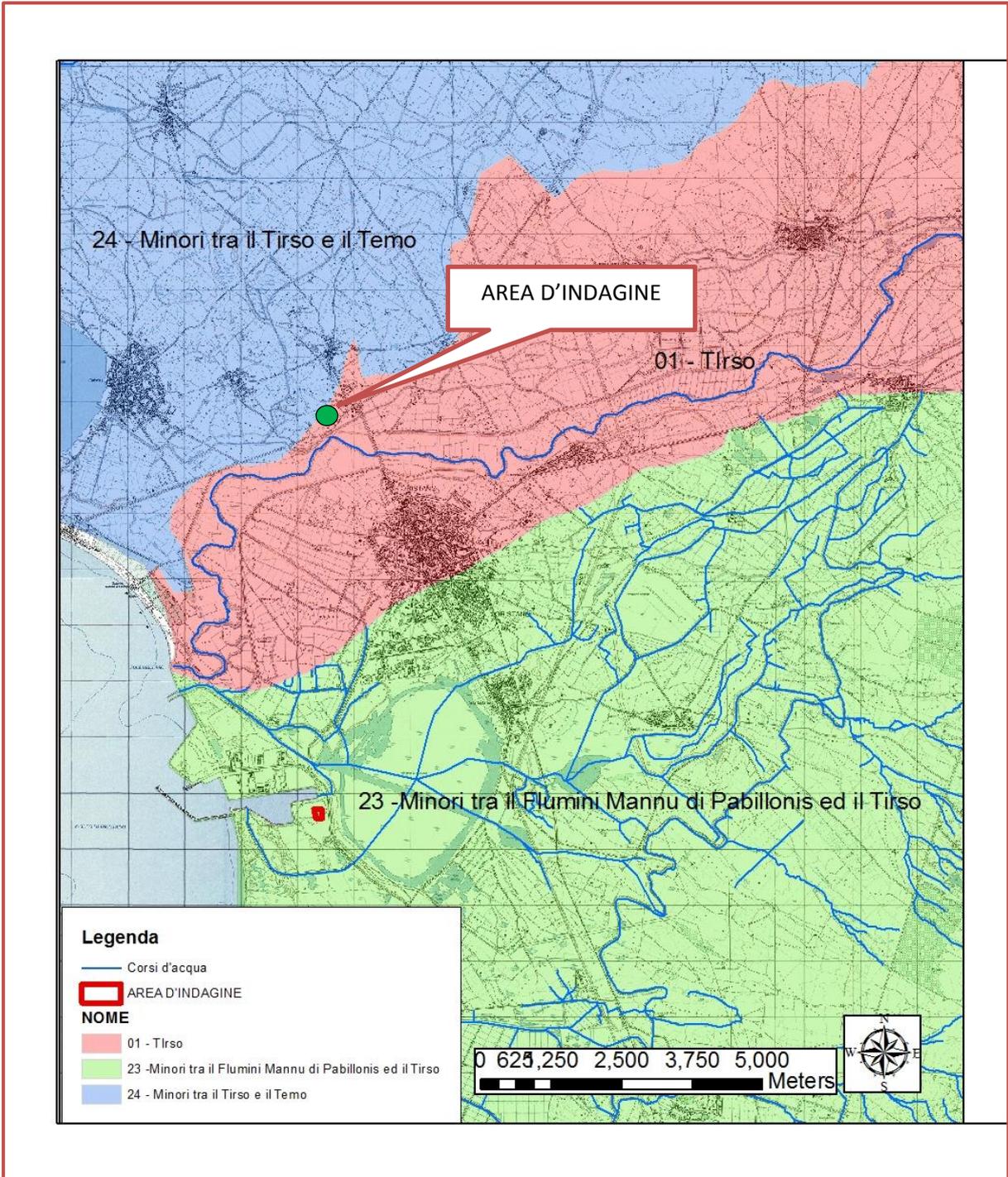


FIGURA 8 – Carta dei bacini idrografici estratta da PTA della Sardegna anno 2006

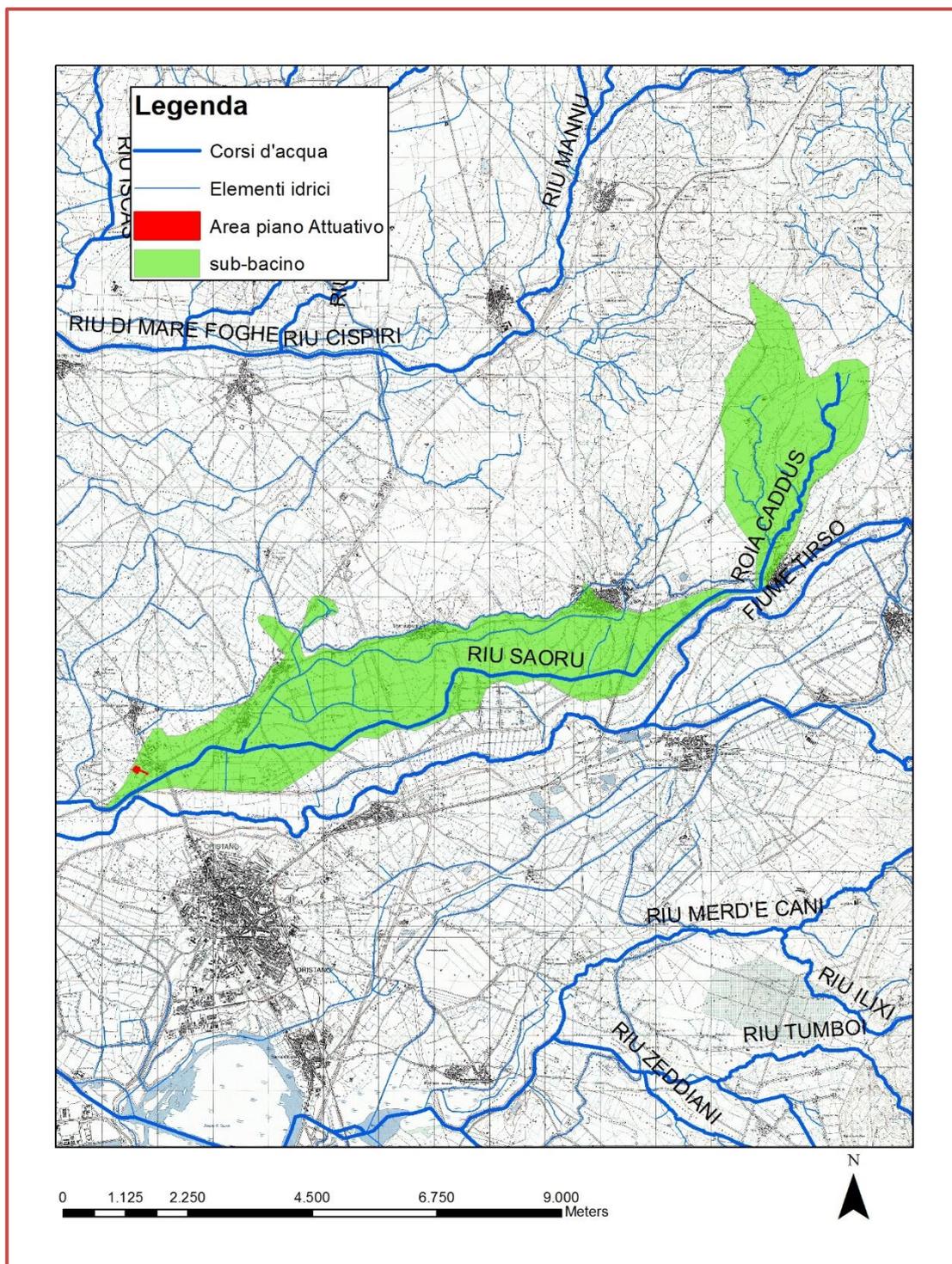


FIGURA 9 – Bacino idrografico Rio Saoru

Il corso d'acqua ha un ordine gerarchico di Strahler pari a 5 a cui è associata una fascia di prima salvaguardia di 100 m (art. 30 ter. Delle norme di attuazione del PAI); l'area di progetto è ubicata a 150 m di distanza dall'alveo del Rio Saoru (localmente Rio Nura Craba), esternamente alla fascia di prima salvaguardia.

3.4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il settore in studio, da un punto di vista geomorfologico, è ubicato nella piana costiera del Campidano di Oristano, alla foce. La superficie si presenta sub-pianeggiante e costituita da terrazzi alluvionali del pleistocene a matrice prevalentemente ghiaiosa, depositi alluvionali olocenici poco o debolmente cementati a tessitura da sabbiosa a limo-argillosa e depositi palustri di facies a bassa energia.

Il contesto geomorfologico è tipicamente di ambiente fluvio-deltizio con deposizione di sedimenti secondo facies di diversa energia.

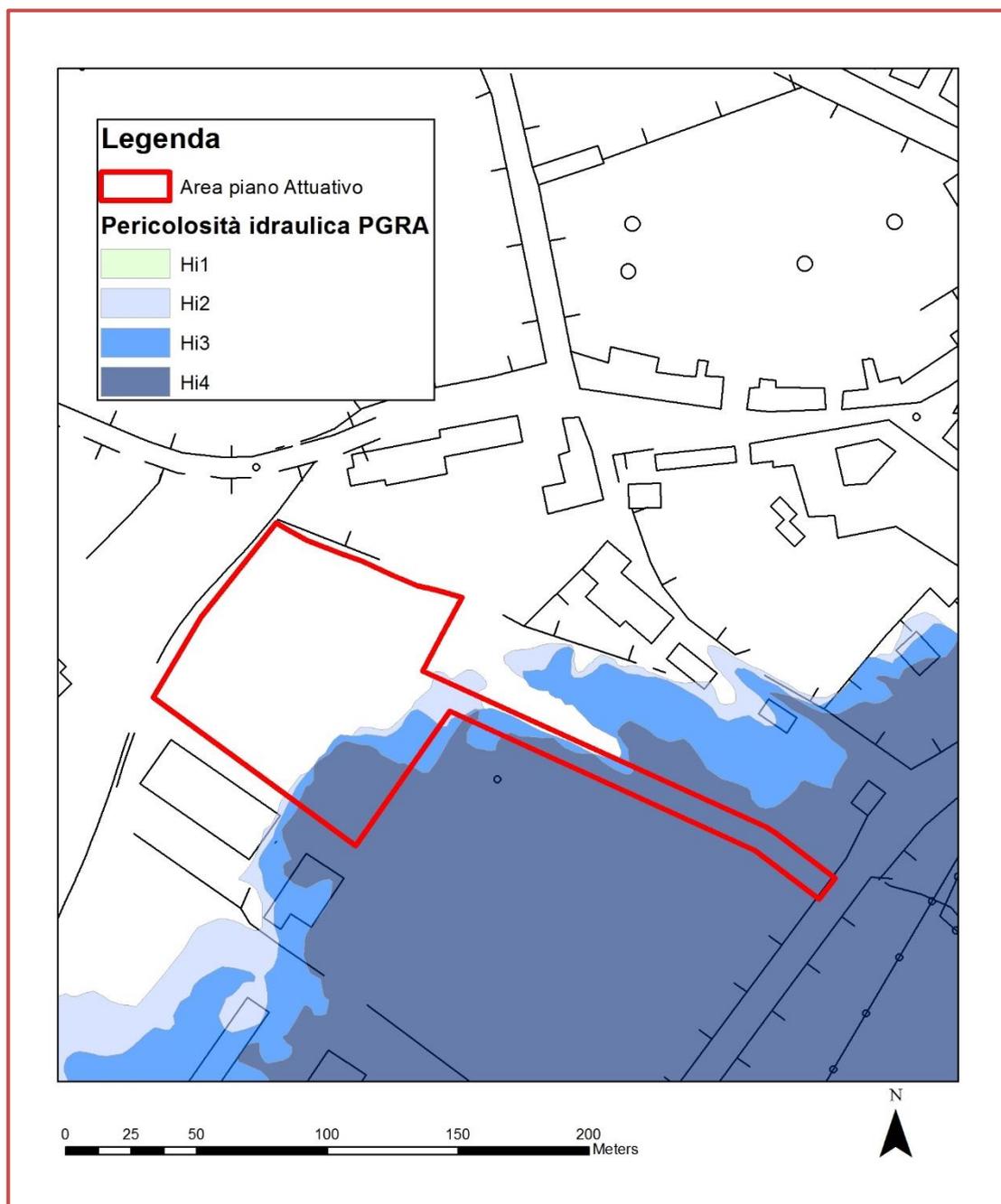


FIGURA 10 - Carta della pericolosità idraulica estratta dal PGRA revisione del 2020

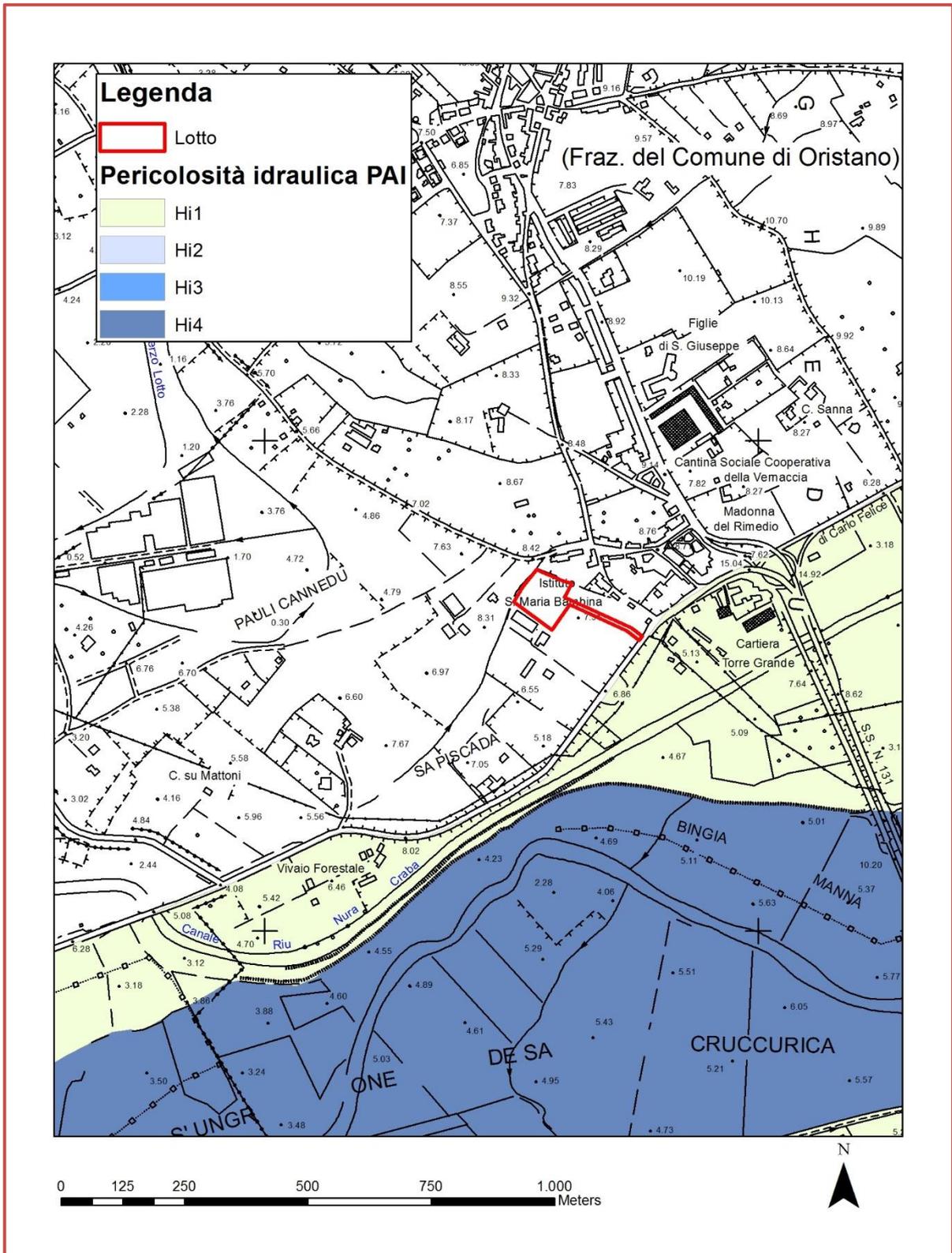


FIGURA 11- Carta della pericolosità idraulica estratta dal PAI

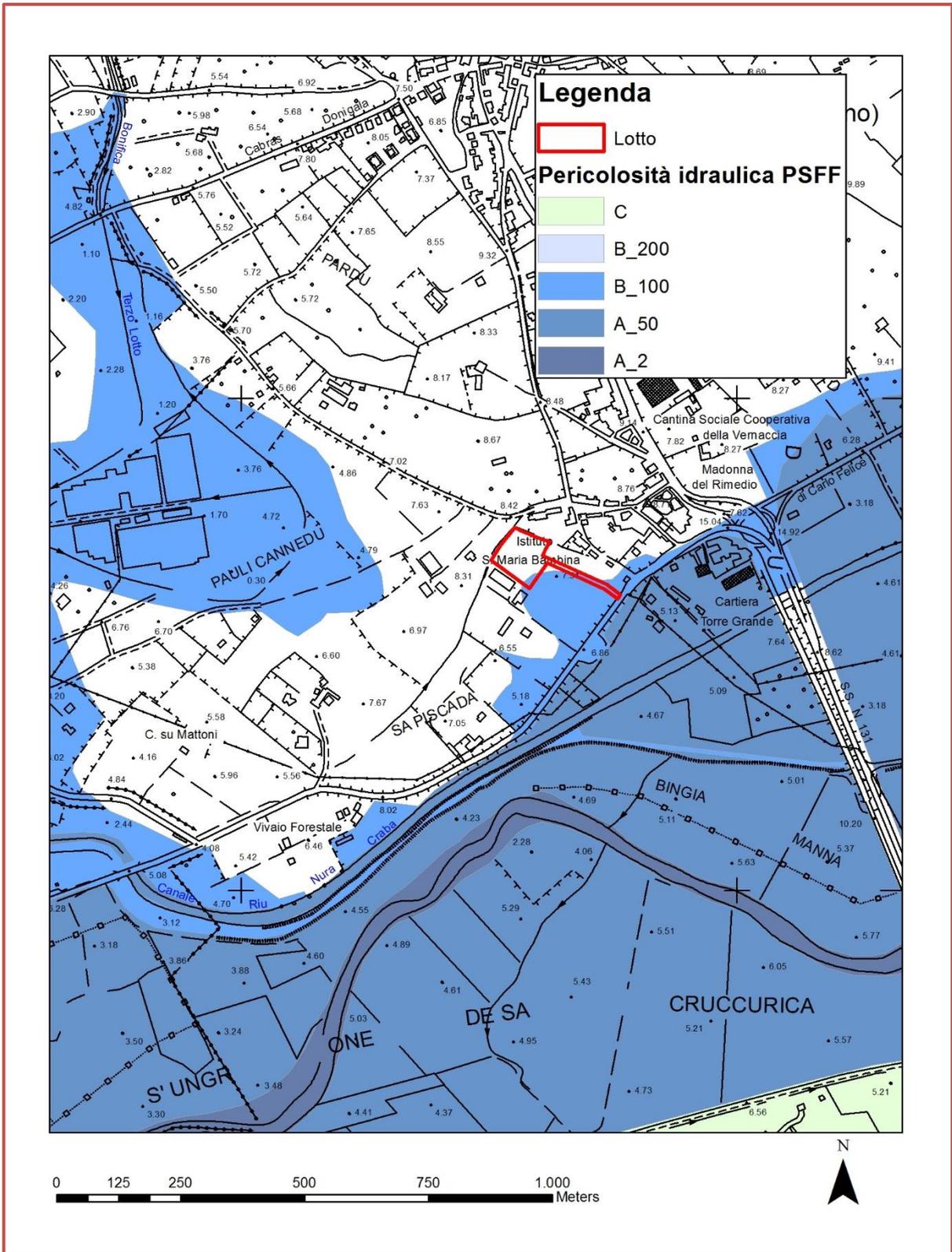


FIGURA 12- Carta della pericolosità idraulica estratta dal PSFF

Il lotto ricade parzialmente all'interno dell'area a pericolosità idraulica Hi2, Hi3 e Hi4 del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, revisione del 2020, riferite rispettivamente a un evento di piena con tempo di ritorno di 200, 100 e 50 anni.

Ricade altresì parzialmente nella fascia di pericolosità B100 del PSFF, mentre è esterno alle perimetrazioni del PAI.

3.5. CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'area appartiene all'unità dell'**Acquifero alluvionale plio-Quaternario del Campidano**.

La struttura idrogeologica è costituita da un materasso alluvionale di ricoprimento, potente sino a circa 40 metri (stratigrafie POZZO CAMPIDANO 1 E POZZO CAMPIDANO 2), ma che in alcune zone può raggiungere i 200 m, poggianti sulle formazioni marine mioceniche o sulle coltri detritiche plioceniche.

L'acquifero è costituito da depositi terrigeni alluvionali, di diversa tessitura e di diverso grado di cementazione, che generano delle variazioni di trasmissività e conferiscono dei caratteri di tipo multistrato.

Sono da considerare a permeabilità medio-alta i **depositi alluvionali a tessitura ghiaiosa-sabbiosa**, con valori di k compresi tra $10^{-06} \div 10^{-05}$ m/s pur con alcune sensibili differenziazioni in funzione delle caratteristiche della matrice sabbioso-limoso e del grado di cementazione, che determinano una maggiore difficoltà alla circolazione idrica.

Sono da considerare impermeabili (*acquitlude*) o scarsamente permeabili (*acquitardi*) gli orizzonti a tessitura limoso argillosa.

Dalla carta delle piezometrie si osserva una direzione di filtrazione orientata verso sud-ovest e la soggiacenza risulta attestata intorno a -6,00 m da p.c..

Tuttavia dalle indagini geofisiche appare evidente che il terreno risulti saturo a partire da -20,00 m da p.c.. E' verosimile pertanto ritenere che l'acquifero sia confinato al tetto da uno strato argilloso impermeabile.

CONCLUSIONI

L'elaborato in argomento è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

Esso concerne la relazione geologica sulle indagini, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito riguardante il progetto "CENTRO SANITARIO ASSISTENZIALE SANT'ANNA - RESIDENZA SANITARIA ASSISTENZIALE, STRUTTURA RESIDENZIALE PSICHIATRICA PER INTERVENTI SOCIO RIABILITATIVI E COMUNITÀ INTEGRATA PER ANZIANI" sito nel comune di Oristano.

Il sito da cartografia ricade all'interno delle sequenze alluvionali del quaternario costituite da ghiaie e sabbie; le indagini eseguite in sito hanno messo in evidenza come le litologie presenti sono perlopiù rappresentate da un'intercalazione di sabbie, limi e argille, a differente grado di ossidazione e addensamento/consistenza.

La portanza di queste terre è assai variabile in funzione della tessitura e del grado di cementazione; è palese che le maggiori criticità interessano la comprimibilità dei terreni più fini, pertanto preliminarmente alla realizzazione dei fabbricati sarà opportuno definire un'accurata indagine geognostica tesa a caratterizzare in modo esaustivo il terreno di sedime.

Da un punto di vista idrogeologico la coltre deposizionale è sede di un acquifero in pressione, confinato al tetto da uno strato impermeabile alla quota di -20,00 m da p.c.; tuttavia la quota piezometrica è attestata a +1,5 m.s.l.m. (-6,00 m da p.c.).

La direzione di filtrazione orientata verso sud/sud-ovest .

Il lotto d'indagine ricade parzialmente in aree perimetrare dal P2 e P3 del PGRA, corrispondenti alle aree Hi2-Hi3-Hi4 del PAI.

Il contesto geomorfologico è tipicamente costiero di ambiente fluvio-deltizio con deposizione di sedimenti provenienti dall'entroterra.

Da un punto di vista tettonico l'area è da considerarsi stabile; non vi sono inoltre evidenze di fenomeni legati a subsidenza della coltre alluvionale.

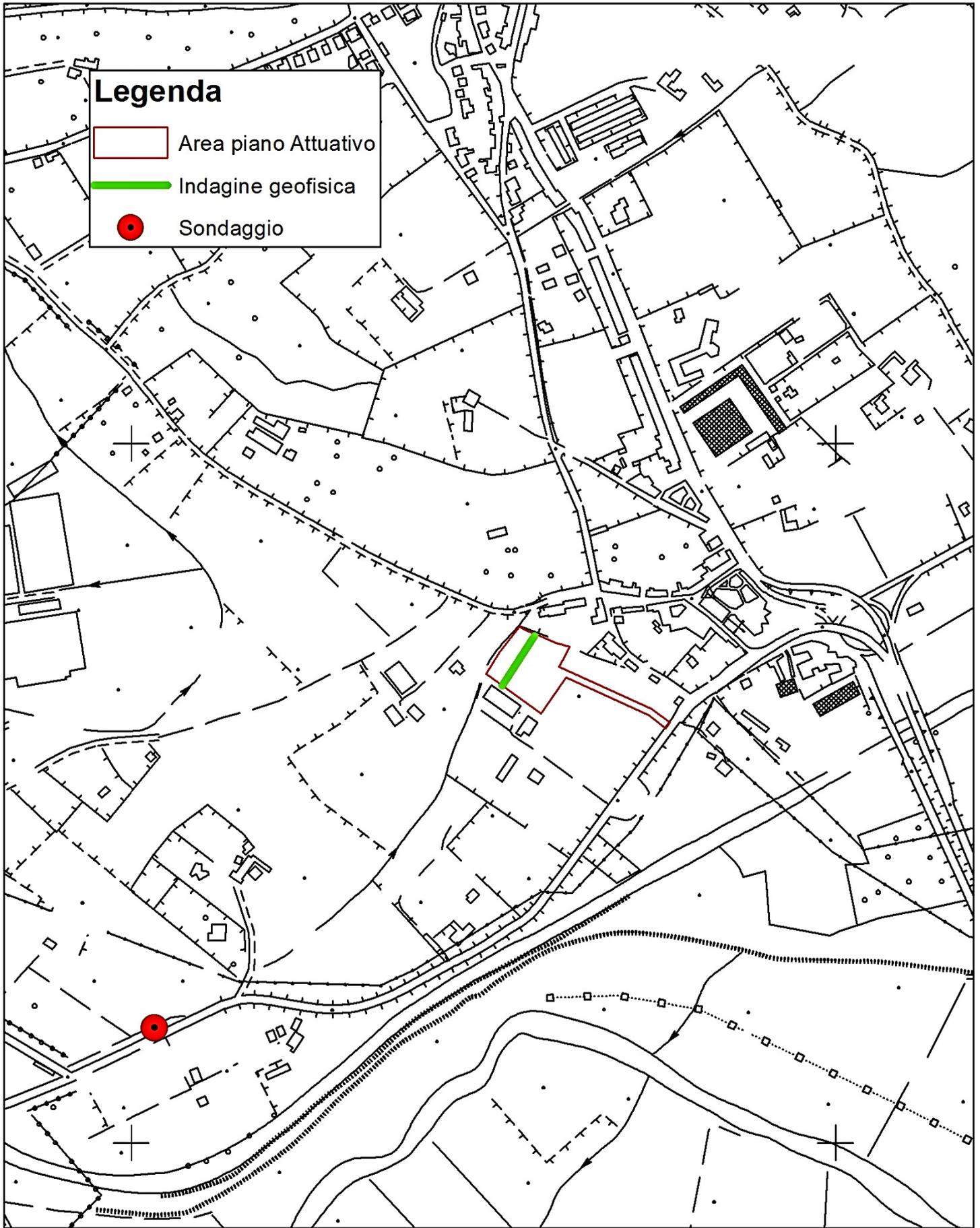
Ciò premesso, si ritiene che le opere in progetto siano compatibili con i caratteri fisico-ambientali del territorio a contorno.

IL GEOLOGO

NICOLA PILI



ALLEGATO 1



Legenda

-  Area piano Attuativo
-  Indagine geofisica
-  Sondaggio

0 100 200 400 600 800 Meters

