

**IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE A 15 kV
DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTE SOLARE PER COMPLESSIVI 36 MW**

UBICATI IN COMUNE DI SAN NICOLO' D'ARCIDANO (OR) SARDEGNA SUD
alle Contrade: Terra Ziringonis, Snc; Coddu Fagoni, Snc

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE CABINA PRIMARIA "CP PABILLONIS"

RELAZIONE GEOLOGICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo documento	N° elaborato	N° foglio	Totale fogli	Nome File	Data	Scala
PD	T0736974 T0737400	Relazione	PA. E05	0	...	010 011 BG005 PABI	Settembre 2021	1:

REVISIONI

Rev	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
01	10.11.21	Prima emissione	CA		

PROGETTAZIONE:

Dott. Geol. Cosima Atzori



GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione
Area Territoriale Rete Nord Ovest
Sviluppo Rete
Centro PL Cagliari

RICHIEDENTE

GC SNARC S.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide
8 - 39100 Bolzano

Parere di conformità alla soluzione tecnica

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Quadro normativo	3
2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE	5
4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA	8
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
5.1. Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento	11
5.2. Situazione geologica e litostratigrafica dell'area interessata dall'intervento	14
6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	14
7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	15
7.1. Schema della circolazione idrica superficiale	15
7.2. Schema della circolazione idrica sotterranea	15
7.3. Dissesti in atto o potenziali che possono interferire con l'opera e loro tendenza evolutiva	17
8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO	18
9. USO DEL SUOLO	20
10. ANALISI E SISMICITA' STORICA	21
10.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	21
11. PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA	23
12. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI	24
12.1. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)	25
12.1. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF).....	26
13. MODELLO GEOLOGICO	27
14. FATTIBILITA' GEOLOGICA – GEOTECNICA	28
15. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO	30
15.1. Piano di riutilizzo delle terre e rocce provenienti dallo scavo e da eseguire in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'inizio dei lavori.....	30
15.1.1. Materiale riutilizzato in sito	30
15.2. Piano di Riutilizzo: criteri generali.....	31



Indice delle figure

Figura 1 - Localizzazione dell'area - (Google Earth)	5
Figura 2 - Inquadramento topografico –C.T.R. RAS.....	6
Figura 3 - Inquadramento topografico – IGM 25.000.....	7
Figura 4 Layout di sezione AT di CP standard	9
Figura 5 possibili schemi di posa in opera delle pavimentazioni e delle fondazioni	10
Figura 6 - Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000.....	12
Figura 7 -Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari nel foglio 528 "ORISTANO"	12
Figura 8 Carta Geologica dell'area d'interesse (Fonte RAS)	13
Figura 9 Carta idrografia superficiale (RAS)	16
Figura 10 - Carta delle Permeabilità (fonte RAS)	18
Figura 11 Stralcio Carta dei Suoli, Fonte RAS.....	19
Figura 12 Stralcio Carta Uso del Suolo – Fonte RAS	20
Figura 11.1 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito	23
Figura 14 Inquadramento PAI (Pericolo Idraulico)	24
Figura 15 Inquadramento PAI (Pericolo Geomorfologico)	25
Figura 16 Inquadramento PGRA (RAS)	26
Figura 17 Inquadramento PSFF (PAI).....	27
Figura 18 - Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018).....	28

1. PREMESSA

Il proponente **GC SNARC S.r.l.** intende realizzare una nuova CP da inserire in entra/esce su RTN Rete di Trasmissione Nazionale degli impianti di produzione di energia elettrica, da ubicare in agro di **Pabillonis (VS)** località "**Pauli Sermentu**", per il cui progetto è stato conferito, alla scrivente Geol. Cosima Atzori, regolarmente iscritta all'Albo Professionale dei Geologi della Sardegna al n°656, con polizza RC professionale LLOYD'S n°CQ190036000-LB e con studio in Sestu (CA) – C.D. Pittarello - Loc. Scala Sa Perda 87, C.F. TZRCSM72H41B354F e P.I.V.A. 03191600927, l'incarico professionale per la redazione della Relazione Geologica, la cui stesura ottempera quanto previsto dal D.M. del 17/01/2018 recante le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC), con l'obiettivo di evidenziare, in via preliminare, le caratteristiche geologico-morfologiche e il comportamento fisico-meccanico dei terreni interessati dalle opere in progetto.

1.1. QUADRO NORMATIVO

La presente è redatta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia, con particolare riferimento a:

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali 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 in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni pe l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici

2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le informazioni topografiche e geologiche dell'area oggetto della presente sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente. Si elencano di seguito:

- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100.000.
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:50.000.
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- I.S.P.R.A. - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- RAS – ARPA – Dati meteorologici 1971-2000 e 2014
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- Analisi orto-fotogrammetrica

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

Il Comune di **Pabillonis**, con i suoi 2662 abitanti, è situato del Medio Campidano, confina, da Nord in senso orario, con i Comuni di Mogoro, Sardara, San Gavino Monreale, Gonnosfanadiga, Guspini e San Nicolò D'Arcidano.

Il terreno sul quale verrà realizzato il progetto ricade in località "**Pauli Sermentu**". L'inquadramento cartografico di riferimento è il seguente:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 fogli **539 III Mògoro**.
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – **sez. 539130**

Le coordinate dell'ipotetico centroide nel sistema di riferimento Gauss-Boaga sono:

4 383827 N 1 47 4887 E



Figura 1 - Localizzazione dell'area - (Google Earth)

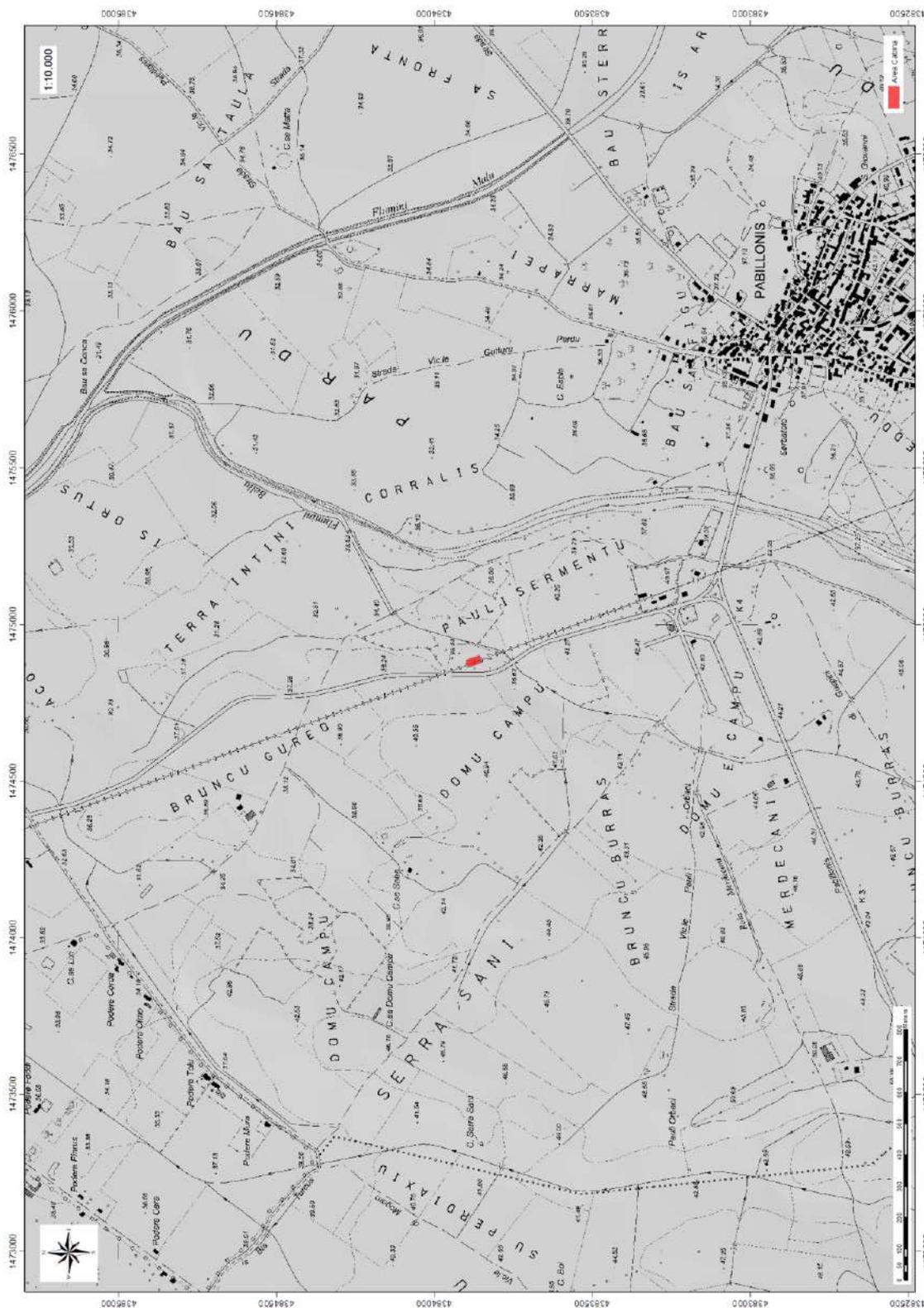


Figura 2 - Inquadramento topografico –C.T.R. RAS

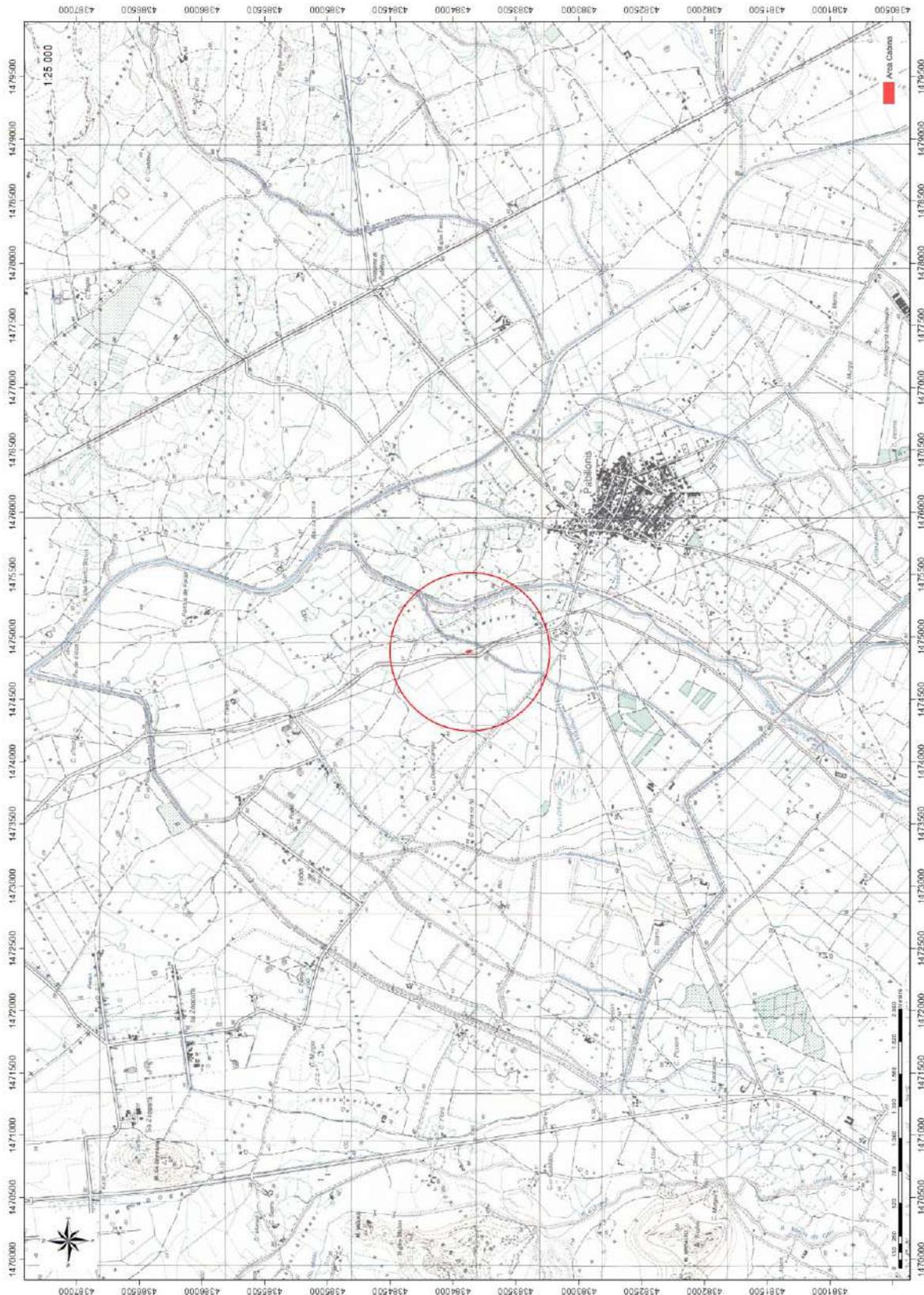


Figura 3 - Inquadramento topografico – IGM 25.000

4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA

Lo schema di impianto previsto per l'inserimento della nuova CP Pabillonis nella rete AT fa parte delle soluzioni di impianto riportati nel documento "Criteri di sviluppo della rete di Distribuzione" e nella Policy 49.

Nella presente relazione si farà riferimento alla CP Standard che utilizza lo schema completo in configurazione ad H, equipaggiata con le seguenti apparecchiature;

- due moduli ibridi GSH002 (tipo Y2) con funzione di stallo linea AT e stallo trasformatore;
- due trasformatori con potenza unitaria da 25 MVA ONAN;
- sezione MT idonea alla taglia del trasformatore;
- sistema di messa a terra del neutro (Petersen) relativo alle due semi-sbarre con il collegamento delle bobine sulla sbarra MT tramite TFN (Trasformatore Formatore di Neutro);
- TR di alimentazione dei servizi ausiliari della CP alloggiato all'interno di una cabina prefabbricata MT/BT del tipo Microbox Plus DG10200;

Qualora necessari, uno o due box contenenti il sistema di rifasamento MT ;

Box ausiliario (eventuale).

Lo schema unifilare ed il layout tipici di sezione AT e MT standard è riportato di seguito.



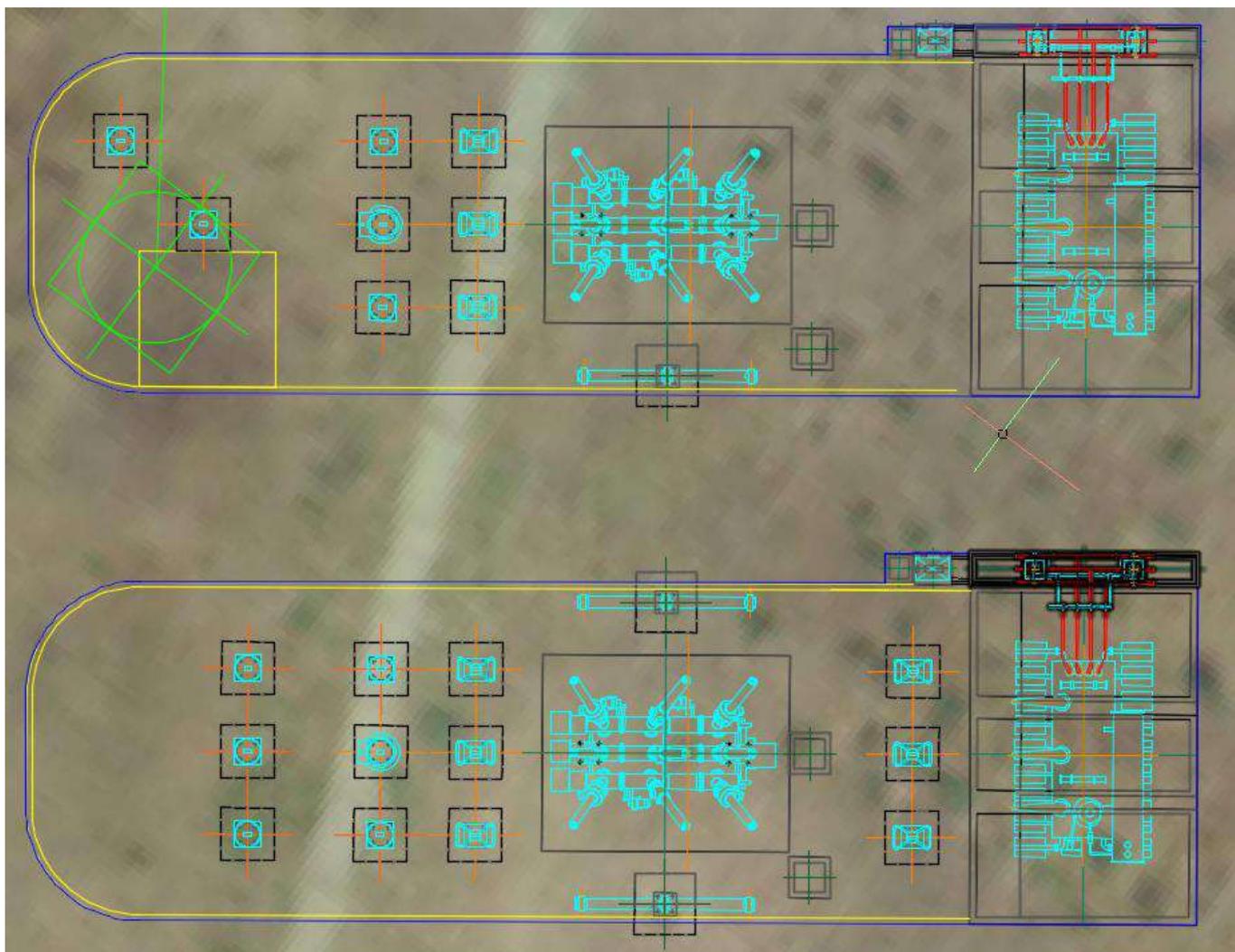


Figura 4 Layout di sezione AT di CP standard

OPERE CIVILI: Per opere civili della CP si intendono tutte quelle lavorazioni riguardanti i movimenti terra, scavi e i ripristini, le fondazioni, il sostegno AT portale ("palo gatto"), carpenterie varie, pozzetti e tubazioni, strade, piazzali, recinzioni, impianti elettrici/idrici a servizio del container/edificio e l'impianto di illuminazione esterna.

Le opere civili di CP sono state notevolmente ridotte grazie alla unificazione della soluzione con quadri MT in container (DY770) che ha permesso, oltre ad evidenti vantaggi di spazio, la realizzazione di fondazioni e in genere lavori civili di minore entità con conseguente risparmio nei tempi e costi e minore esposizione a rischi intrinseci delle lavorazioni.

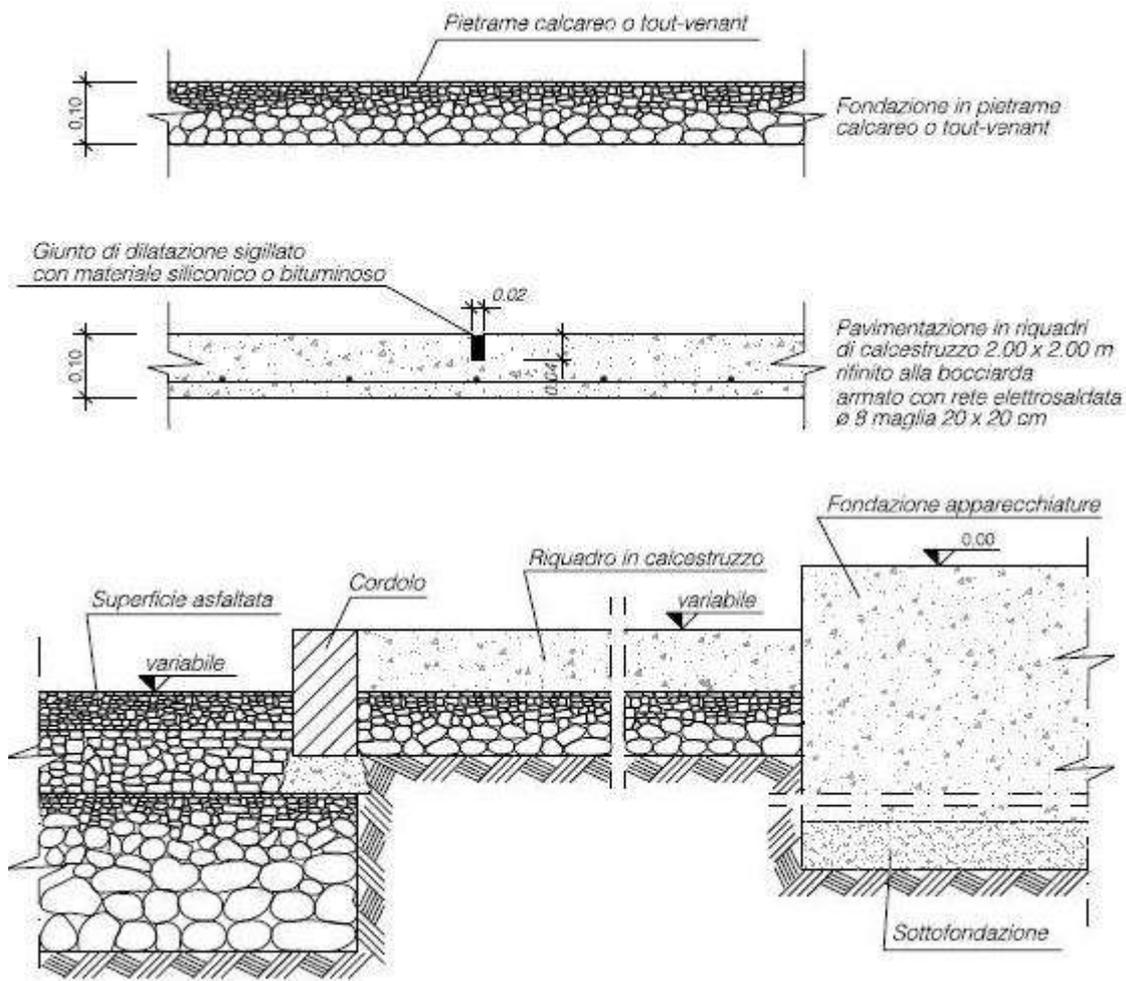


Figura 5 possibili schemi di posa in opera delle pavimentazioni e delle fondazioni

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

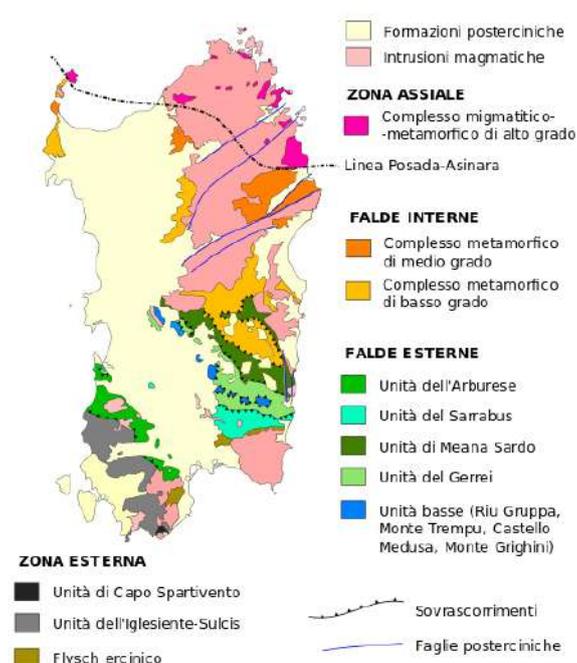
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

5.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA OGGETTO DI INTERVENTO

A partire dal Paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del Mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

L'isola riflette pertanto una storia geologica molto articolata, che testimonia, in maniera più o meno completa, alcuni dei grandi eventi geodinamici degli ultimi 400 milioni di anni.

L'orogenesi Caledoniana, la più antica, le cui tracce si rinvengono principalmente nel nord della Gran Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Giapeto, a seguito della collisione dei continenti Laurentia, Baltica e Avalonia, dando così origine al super continente Laurussia.



La successiva fase dell'orogenesi Ercinica (o Varisica) ha avuto corso a partire dal Carbonifero, circa 350 Ma fa e si è protratta fino al Permiano determinando un'estesa catena montuosa ubicata tra il Nord America e l'Europa.

Quest'orogenesi ha prodotto in Sardegna tre zone metamorfiche principali. Procedendo dal nucleo orogenetico verso l'avanfossa si trovano le zone dette: Assiale (Sardegna NE) – a Falde interne (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).

Successivamente, tra il Carbonifero Sup. e il Permiano Inf., avviene la messa in posto dei batoliti granitici tardo ercinici, questa ha prodotto metamorfismo termico e di alta pressione delle rocce esistenti.

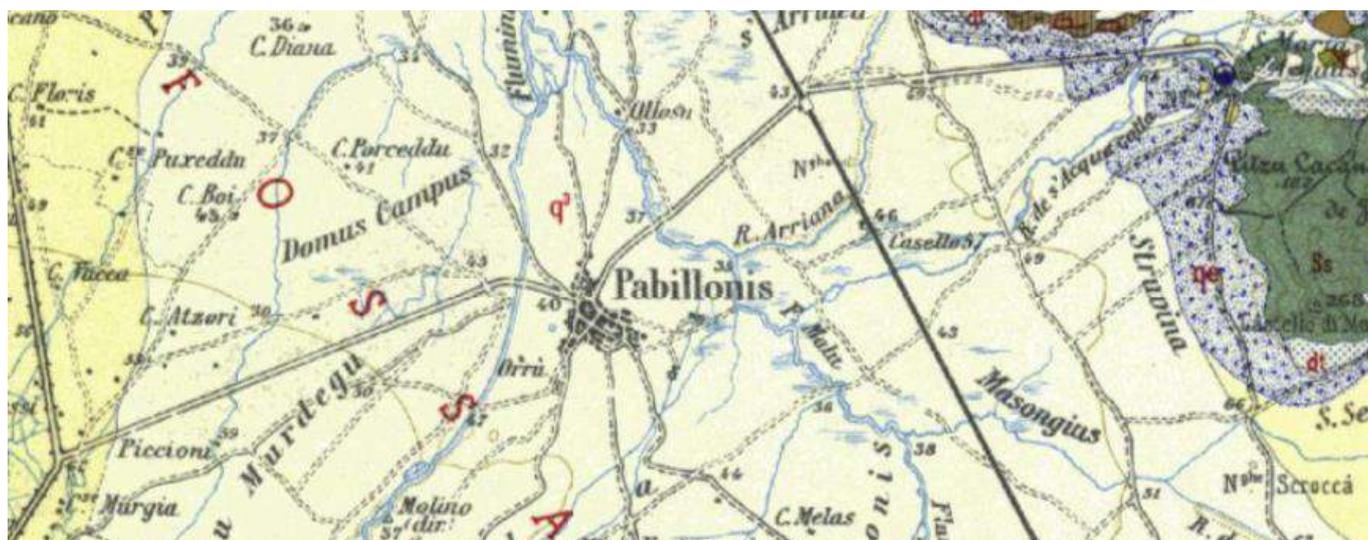


Figura 6 - Stralicio Carta Geologica d'Italia 1:100.000

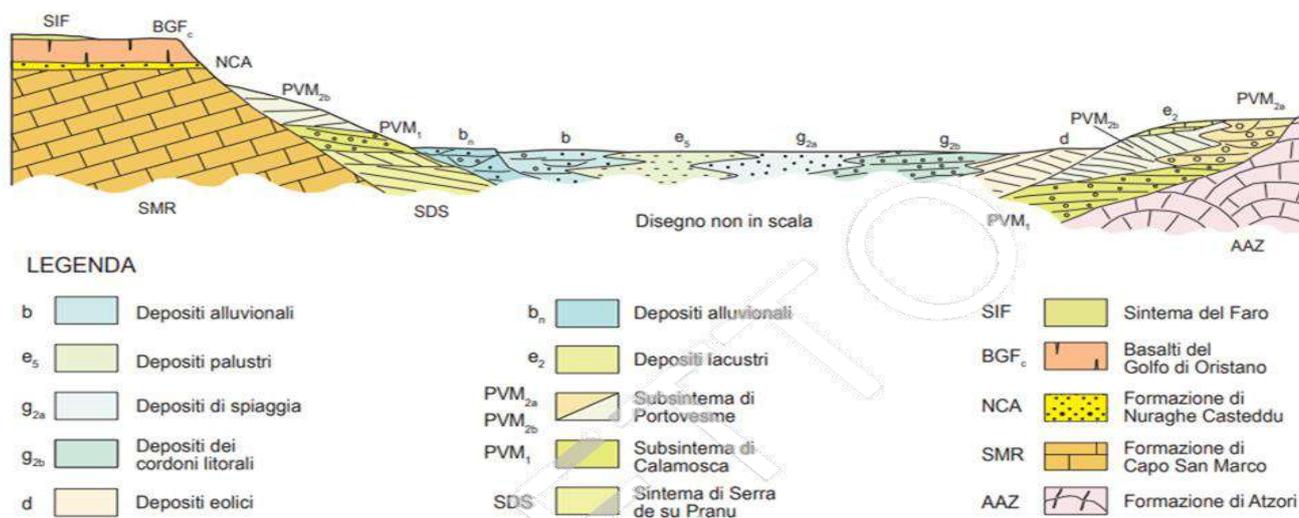


Figura 7 -Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari nel foglio 528 "ORISTANO"

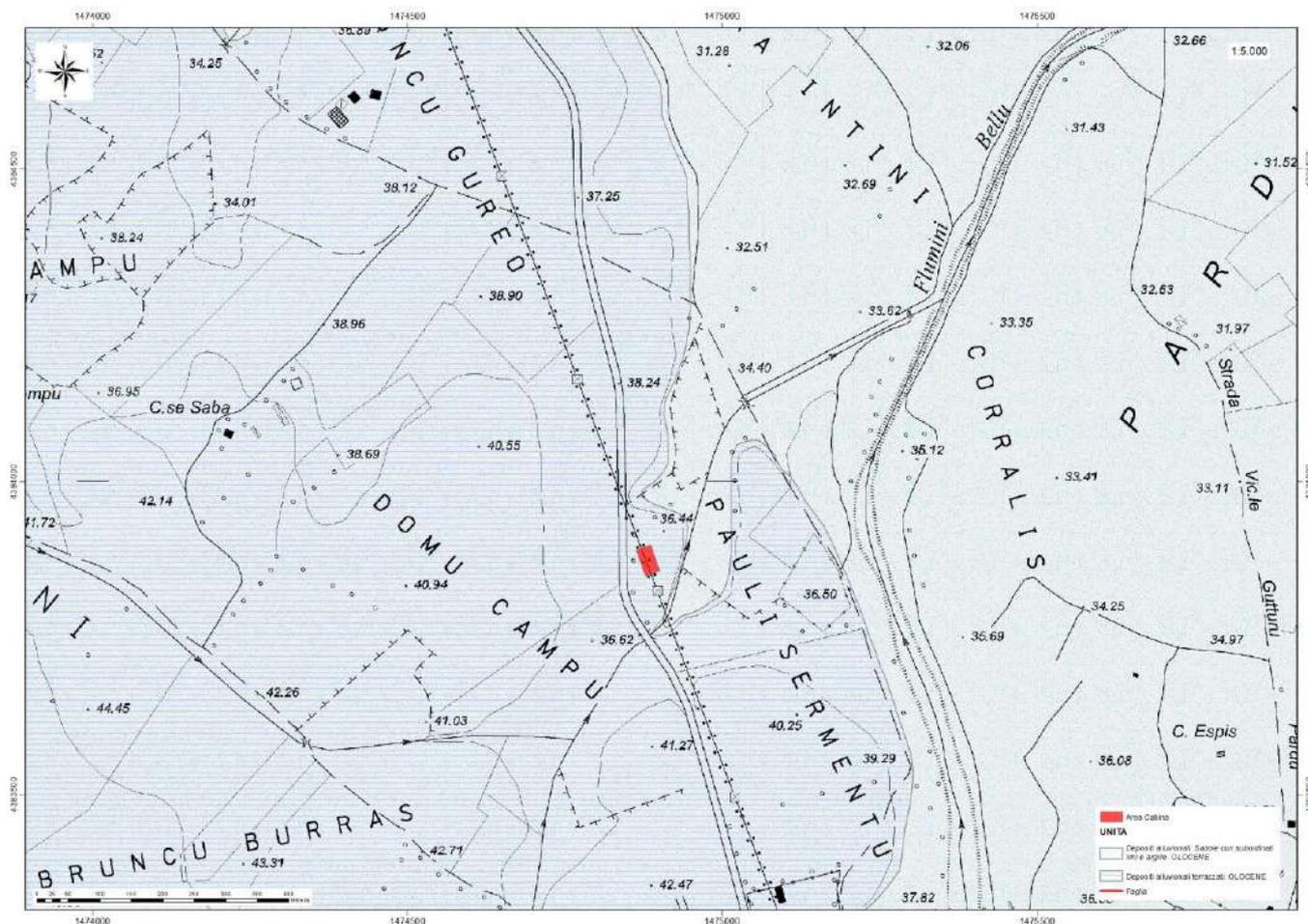


Figura 8 Carta Geologica dell'area d'interesse (Fonte RAS)

Geologicamente l'area vasta è situata al centro dell'area Nord-orientale del Graben plio-pleistocenico del Campidano, fossa tettonica creata a seguito di faglie distensive, la quale successivamente è stata interessata da dinamiche sia fluviali che continentali.

La geologia di questo settore è contraddistinta, pertanto, da coperture alluvionali oloceniche e pleistoceniche.

Ciottoli, ghiaie, sabbie e subordinatamente limi ed argille costituenti i depositi alluvionali del terreno hanno avuto origine dall'erosione e successivo deposito delle rocce che costituiscono i rilievi appartenenti ai margini della fossa tettonica.

La deposizione è avvenuta in tempi diversi in relazione al susseguirsi di periodi climatici glaciali ed interglaciali che hanno caratterizzato il quaternario, con periodi di maggior forza erosiva dei corsi d'acqua alternati a periodi di stasi.

Trattandosi di sedimenti relativamente recenti, lo stato di alterazione non è marcato, ed è essenzialmente rappresentato dal grado di ossidazione dei minerali costituenti i depositi stessi.

5.2. SITUAZIONE GEOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

La cabina primaria CP "Pabillonis" poggia su depositi alluvionali terrazzati (**bn**) olocenici. Si tratta di depositi ancora definibili come mediamente cementati nei livelli più antichi e quindi più profondi, conseguentemente le superfici di discontinuità rilevabili sono quelle di natura strettamente deposizionale legate al processo di sedimentazione e alla granulometria (alternanze più o meno marcate di strati da grossolani - ciottoli, ghiaie - a più sottili - sabbie, subordinatamente limi e argille).

Nei pressi dell'area di intervento sono inoltre presenti depositi alluvionali olocenici (**b**), costituiti da Sabbie con subordinati limi e argille.

6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di **Pabillonis** sorge su terreni di natura prevalentemente alluvionale, al centro della fossa tettonica e tra i rilievi che delimitano in maniera netta i bordi della porzione settentrionale della Graben del Campidano.

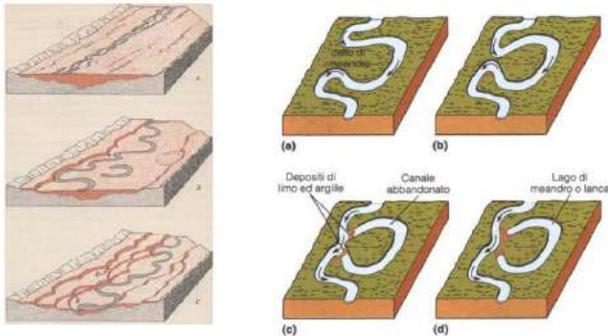
L'evoluzione geomorfologica del territorio comunale è il risultato della combinazione dei processi endogeni ed esogeni; è quindi strettamente dipendente dalla struttura geologica, dalle caratteristiche mineralogico-petrografiche delle rocce, dal loro assetto giaciturale e dalla resistenza offerta all'erosione.

A questi due fattori bisogna aggiungere in maniera non subordinata:

- l'azione del clima locale che favorisce od ostacola determinati processi fisici e chimici sulla superficie e sul substrato roccioso;
- l'interazione antropica sul territorio, particolarmente discriminante nelle zone periurbane.

Adeguata considerazione meritano altresì i fattori geologici come: la litologia locale con le sue implicazioni petrografiche, la condizione di giacitura, la fratturazione, le modalità di sedimentazione del detrito colluviale, etc.; poiché condizionano in modo rilevante, le modalità e le dinamiche di erosione che guidano il modellamento del rilievo e la sua stabilità strutturale.

Morfologicamente il territorio si presenta pianeggiante e con linee dolci determinate dalla dinamica fluviale locale. Il rio Flumini Mannu divide a metà il territorio con i sedimenti quaternari e i basalti e andesiti dell'Unità di Monte Togoro nel settore sud-occidentale, e i depositi pleistocenici nel settore nord-orientale, appartenenti al sistema di Portovesme.



Sono ben visibili talvolta morfologie relative alle dinamiche fluviali torrentizie, oggi poco distinguibili poiché ricoperte dalle coltivazioni dei campi.

Sono presenti numerosi solchi di ruscellamento, terrazzi fluviali e meandri abbandonati.

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

7.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Il territorio comunale è attraversato da un corso d'acqua principale, Rio **Flumini Mannu di Pabillonis**, e da un suo affluente in sinistra, il **torrente Sitzerri**: il bacino di riferimento è quello del Rio Mannu, che a sua volta è un **sub-bacino del fiume Tirso**.

Il Rio Flumini Mannu di Pabillonis si sviluppa all'incirca per 9 km seguendo la direttrice nord-ovest sud-est, e che fa parte dell'Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) del Mannu di Pabillonis – Mogoro: ha origine sulle colline ad est di Sardara e sfocia nello stagno di S. Giovanni, drenando una superficie di 593,3 Km².

I suoi affluenti principali sono il **Rio Bellu** e il **Rio Sitzerri** che drenano tutta la parte orientale del massiccio dell'Arburese. Il Rio Bellu, che nella parte alta è denominato Terramaistus, ha origine nel gruppo del Linas.

Il Rio Sitzerri è stato inalveato nella parte terminale in modo tale da farlo sversare direttamente nello stagno di S. Giovanni. Anche il Rio Mannu presenta una sezione regolarizzata a seguito di interventi di sistemazione idraulica, nonché messo in sicurezza da argini in terra che corrono lungo l'intero percorso fino all'immissione nello stagno.

Il corso d'acqua più prossimo all'area d'intervento è il FIUME_620 che scorre a 30m a E con direzione N-NE per poi affluire nel Flumini Mannu di Pabillonis.

7.2. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Le caratteristiche idrogeologiche di una determinata area dipendono dall'assetto stratigrafico e dalle caratteristiche litologiche che definiscono la permeabilità della roccia o deposito.

La zona in questione è collocata nella parte centro-occidentale del Graben, la quale configurazione strutturale suggerisce un gradiente idraulico delle acque sotterranee verso Est.

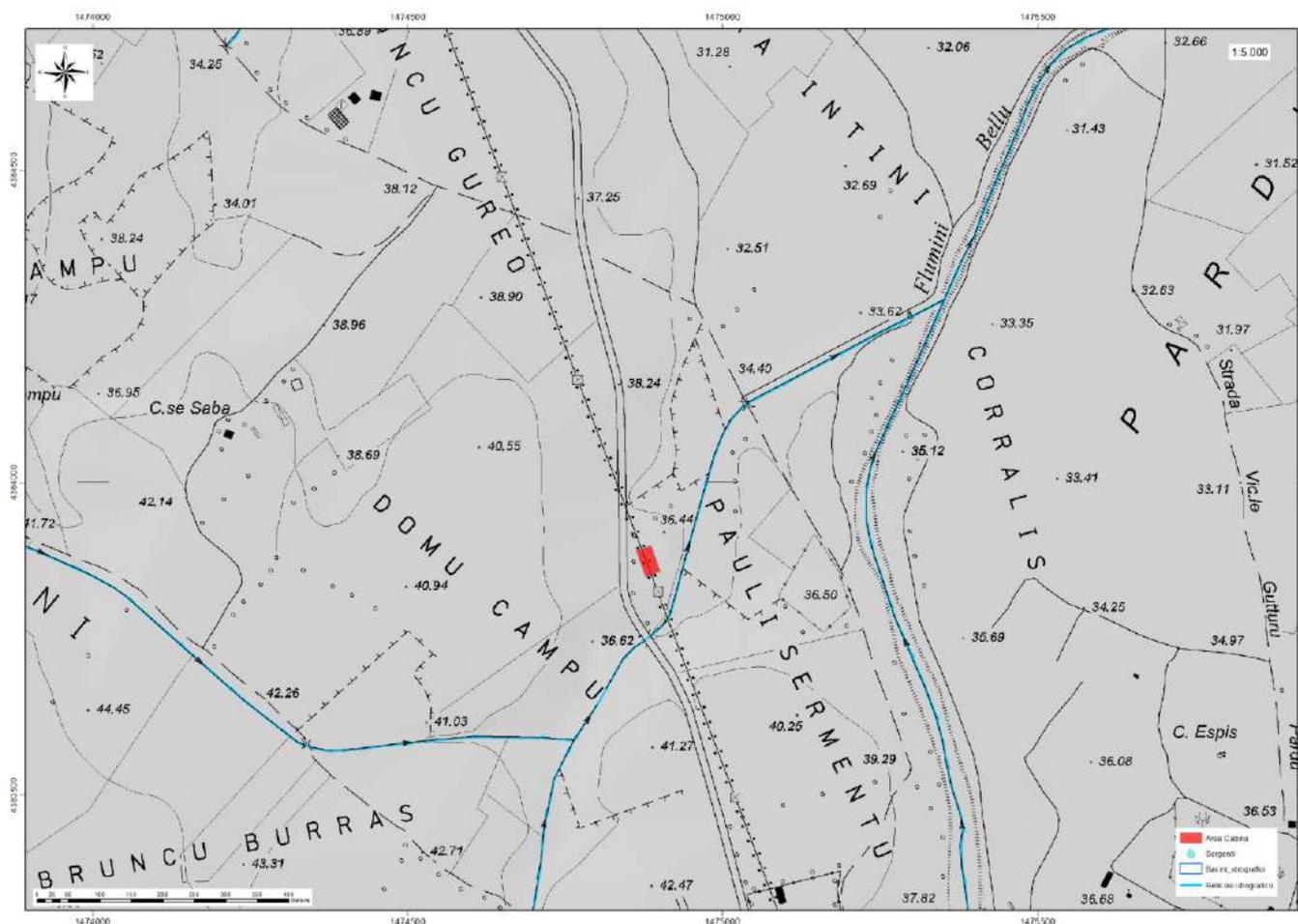
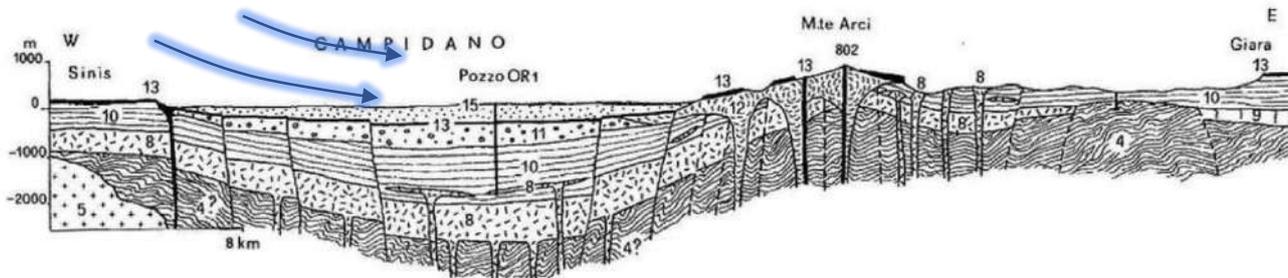


Figura 9 Carta idrografia superficiale (RAS)

Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
Codice: 157636 Regione: SARDEGNA Provincia: MEDIO CAMPIDANO Comune: PABILLONIS Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 50,00 Quota pc sm (m): 43,00 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 2,500 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 3 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 2 Longitudine WGS84 (dd): 8,706800 Latitudine WGS84 (dd): 39,597611 Longitudine WGS84 (dms): 8° 42' 24,48" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 35' 51,41" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr.	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	20,00	20,00	300	
2	20,00	50,00	30,00	250	
FALDE ACQUIFERE					
Progr.	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
3	41,00	42,00	1,00		
1	16,00	17,00	1,00		
2	25,00	26,50	1,50		
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
mag 2003	19,00	ND	ND	ND	
STRATIGRAFIA					
Progr.	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,50	0,50		SUOLO
2	0,50	50,00	49,50		DEPOSITI ALLUVIONALI CIOTTOLOSI DI ETA' PLEISTOCENICA, IN ALTERNANZA DI ARGILLA E SABBIE ARGILLOSE

L'Unità idrogeologica dei depositi alluvionali quaternari (bn), è composta da conglomerati e brecce a clasti da medi a grossi con permeabilità per porosità complessiva media-bassa e, localmente, medio-alta in livelli a matrice grossolana.

I dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni (Codice: **157636**) con profondità di 50 m per uso idrico adiacente al lotto, mettono in evidenza *depositi alluvionali ciottolosi di eta' pleistocenica, in alternanza di argilla e sabbie argillose*.

Dalla carta delle permeabilità dei substrati, resa disponibile dalla RAS, all'area in oggetto viene attribuita la classe di **permeabilità medio alta per porosità**.

Per quanto riguarda le informazioni relative al livello statico delle falde, le misure piezometriche indicano che si trovano da 16m a 17m, da 25m a 26,5m e da 41m a 42m da p.c.

7.3. DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI CHE POSSONO INTERFERIRE CON L'OPERA E LORO TENDENZA EVOLUTIVA

La predisposizione naturale di un territorio a fenomeni di instabilità legata alle dinamiche geomorfologiche deriva in generale dall'interazione di diversi fattori come natura geologica dei terreni, loro assetto sia deposizionale che geostrutturale, circolazione delle acque superficiali e sotterranee con la morfologia cioè la geometria del territorio.

L'area oggetto di intervento, in base delle caratteristiche suddette non presenta allo stato attuale evidenze di dissesto di natura geologico-geomorfologica in atto o potenziale escludendo la naturale evoluzione del pendio.

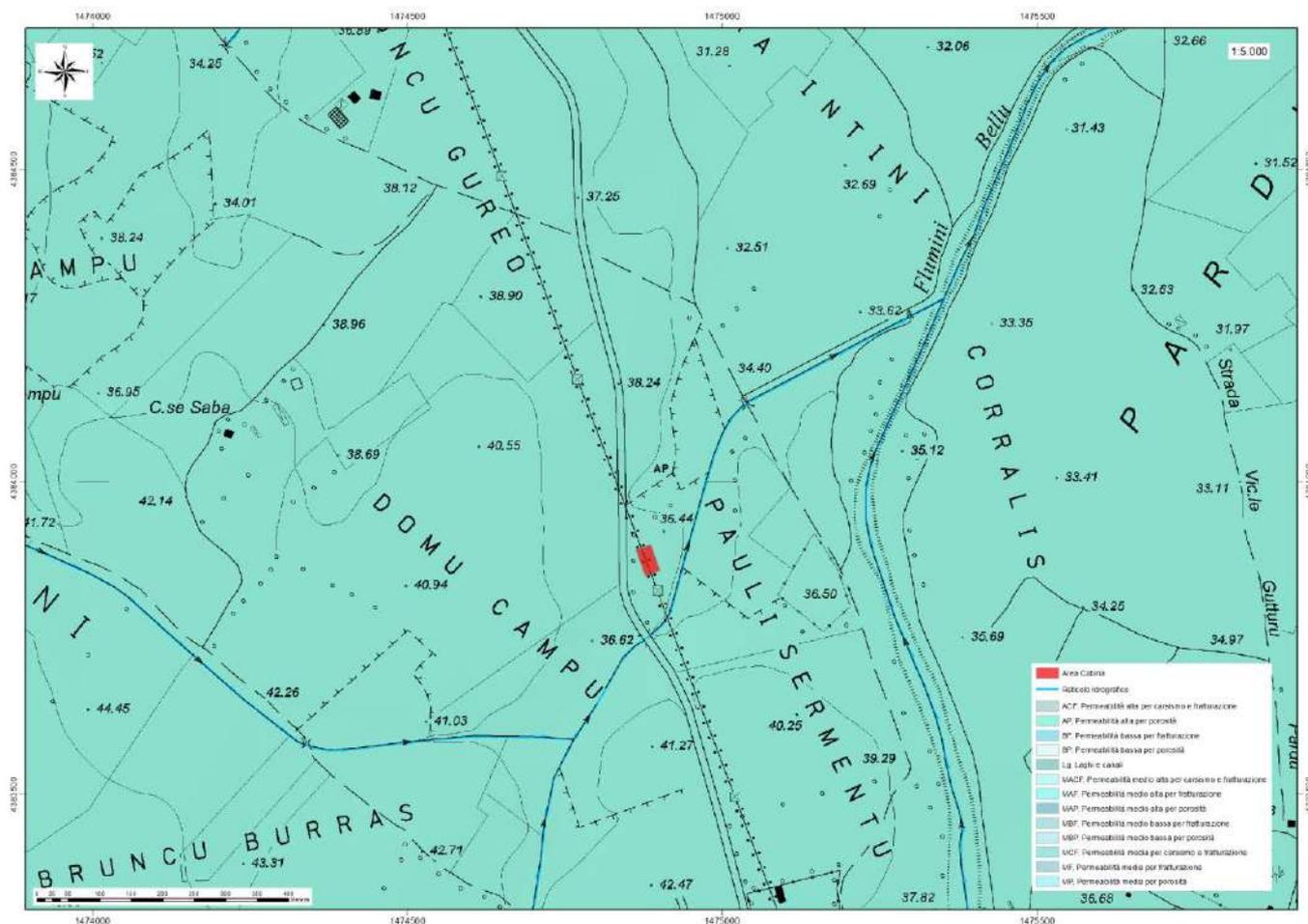


Figura 10 - Carta delle Permeabilità (fonte RAS)

8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate delle sub unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente.

Nell'area pianeggiante di **Pauli Sermentu**, l'unità presenta suoli:

I1: con profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati

L1: con profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

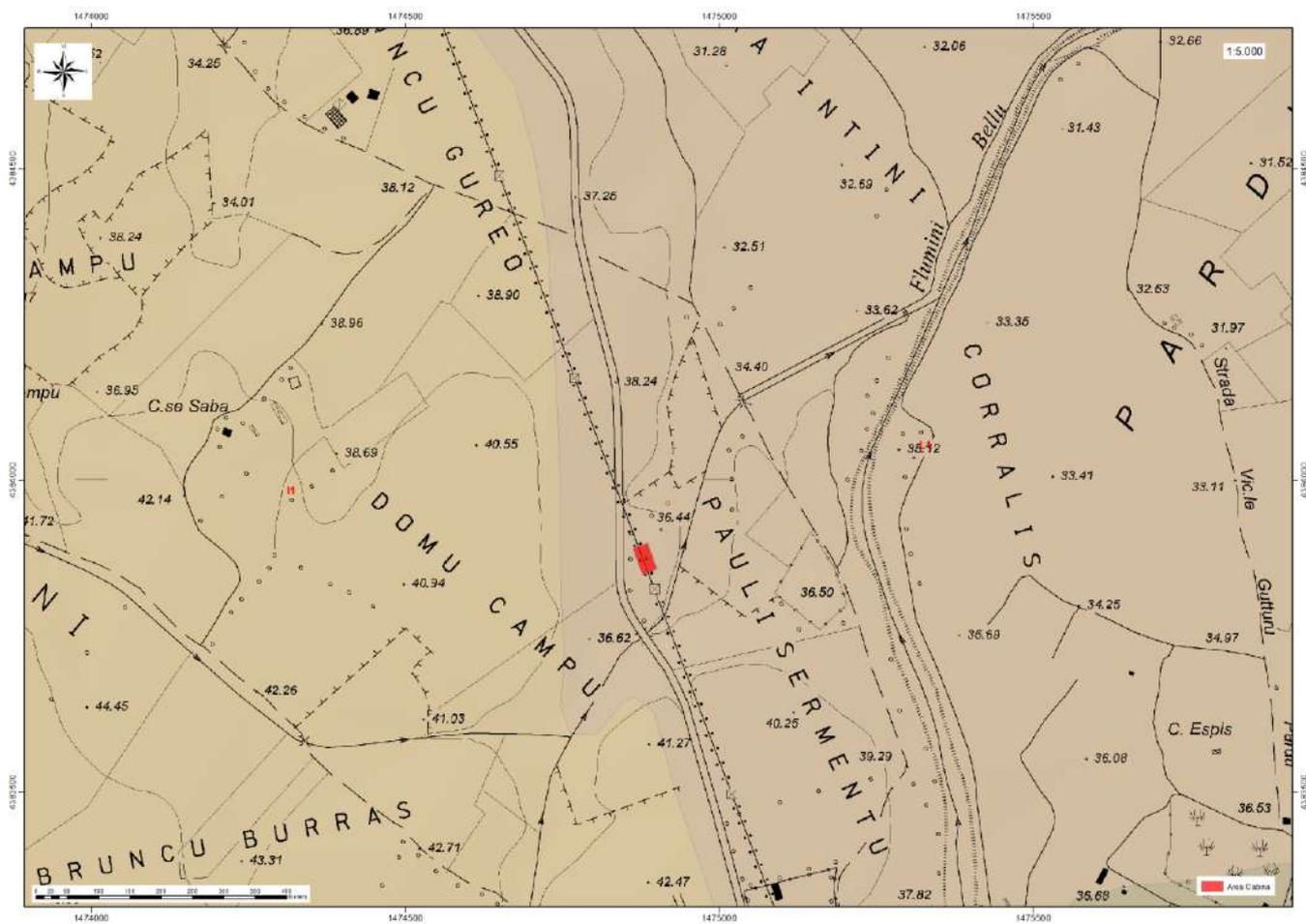


Figura 11 Stralcio Carta dei Suoli, Fonte RAS

9. USO DEL SUOLO

Dalla Carta dell'Uso del Suolo, resa disponibile dal sito Geoportale, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel livello **2121**, ovvero "Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo"

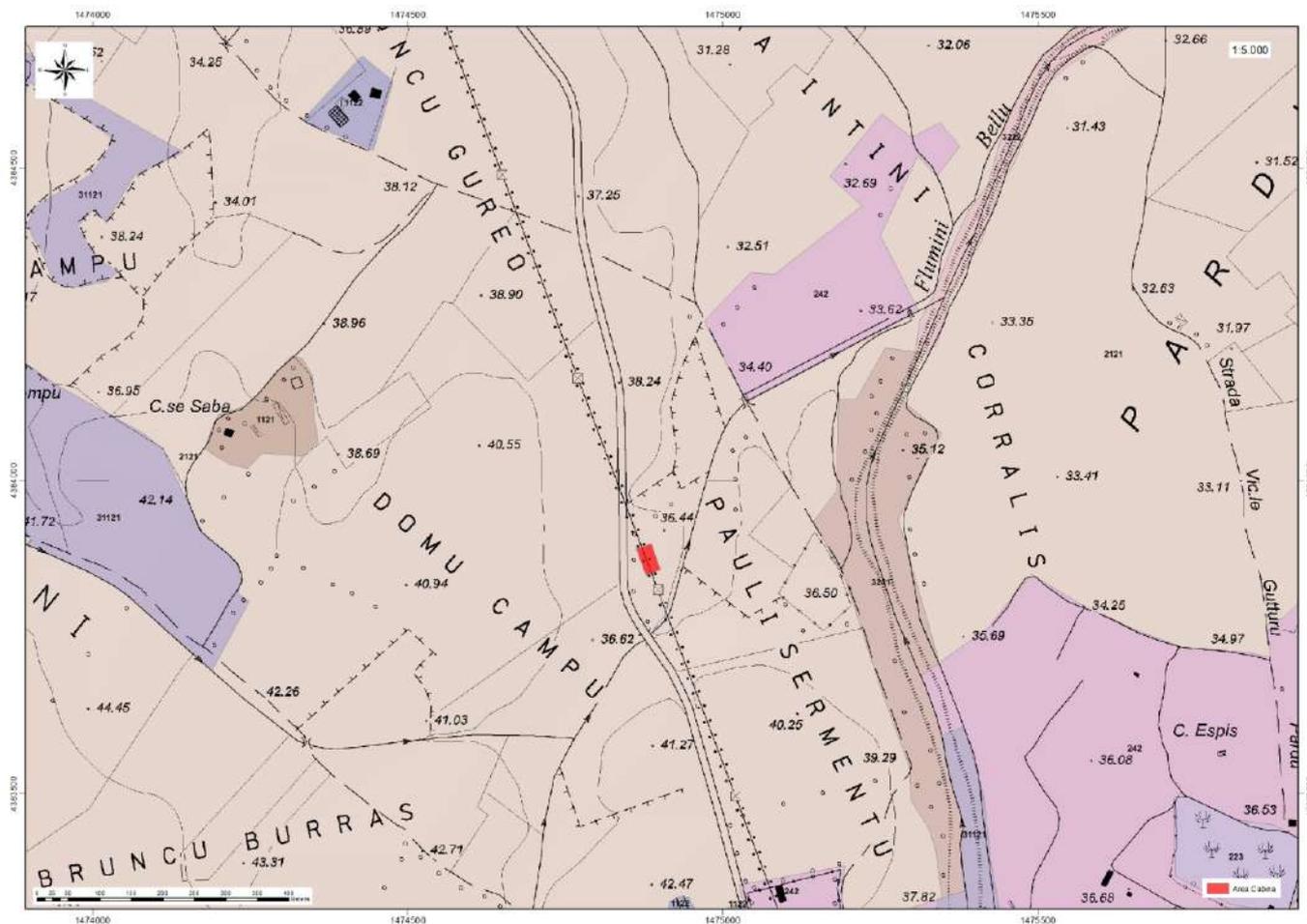


Figura 12 Stralcio Carta Uso del Suolo – Fonte RAS

10. ANALISI E SISMICITA' STORICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Dalla normativa vigente NTC2018 si evince che la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa A_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. Inoltre, in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

A_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.¹

Per i valori di A_g , F_0 e TC^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

10.1. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC2018 - par.2.4) ha **vita nominale ≥ 50 anni** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni...) appartiene alla **classe d'uso II**.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II. Nel Caso specifico $C_U = 1$.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Il valore del periodo di riferimento è $V_r = 50$

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata o attraverso un coefficiente di amplificazione topografica o in base ai risultati di una specifica analisi bidimensionale della risposta sismica locale, con la quale si valutano anche gli effetti di amplificazione stratigrafica

La categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna. Tale parametro andrà stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica o di un profilo MASW.

Categorie di sottosuolo: ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. Per questa tipologia di substrato, salvo diverso esito da prove dirette in sito si stima che essi appartengano alla categoria C.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso si sono calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC. (SW AZTEC Sisma 10.0 e GEOSTRU PS):

	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [–]	T_C^* [s]
SLO	30	0.183	2.610	0.273
SLD	50	0.231	2.670	0.296
SLV	475	0.490	2.880	0.340
SLC	975	0.591	2.980	0.372

Figura 11.1 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito

Dove:

Stati limite di esercizio

Stato Limite di Operatività (SLO)**Stato Limite di Danno (SLD)****a_g** accelerazione orizzontale massima al sito;**F₀** 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

Stati limite ultimi

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):**

12. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla pericolosità idrogeologica, si sintetizzano gli esiti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che è stato redatto dalla Regione Sardegna ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e ss.mm.ii., adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21 luglio 2003, approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale (Art. 4 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI). Inoltre (art. 6 comma 2 lettera c delle NTA), "le previsioni del PAI [...] prevalgono: [...] su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, tra cui i [...] piani per le infrastrutture, il piano regionale di utilizzo delle aree del demanio marittimo per finalità turistico-ricreative".

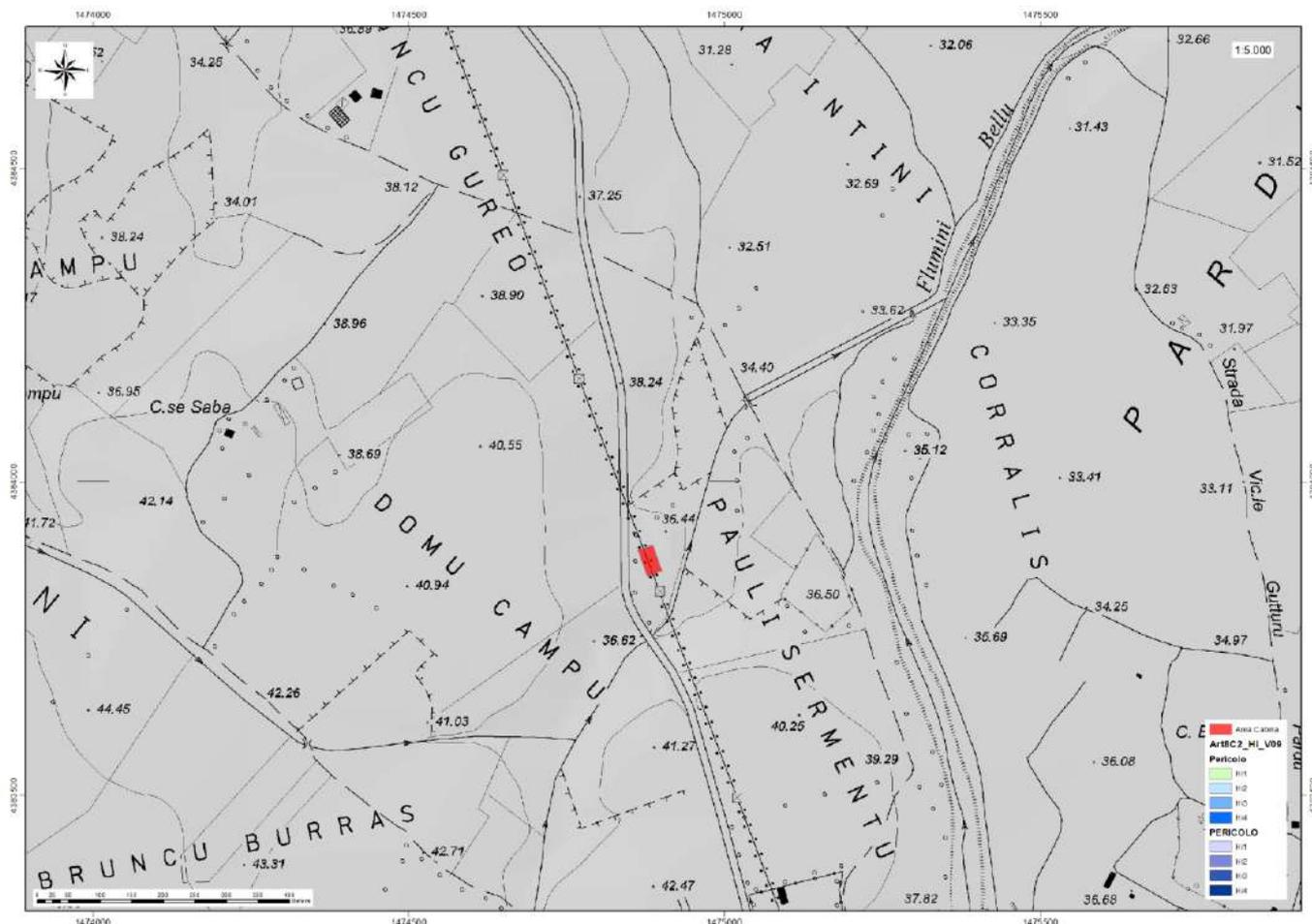


Figura 2 Inquadramento PAI (Pericolo Idraulico)

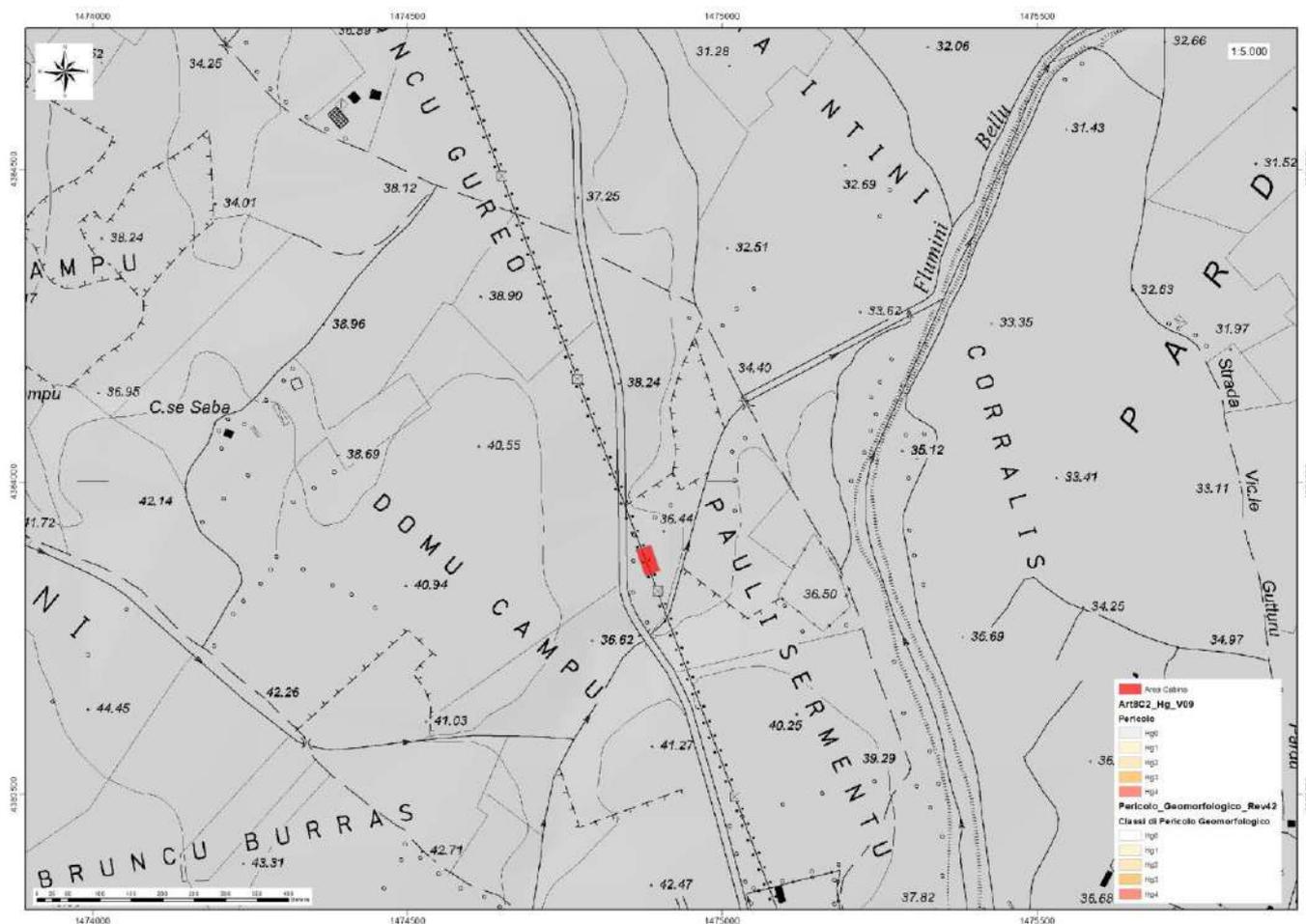


Figura 3 Inquadramento PAI (Pericolo Geomorfologico)

Dall'analisi della cartografia allegata al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna e il piano stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F), per quanto concerne l'area di impianto, l'area della cabina primaria non rientra in aree caratterizzate da Pericolosità Idraulica e Geomorfologica.

12.1. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

L'articolo 7 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs.152/2006, sia predisposto il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni** (di seguito indicato come PGRA).

L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli

eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il PGRA individua strumenti operativi e di governance (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

L'area di progetto non è compresa nelle perimetrazioni del PGRA

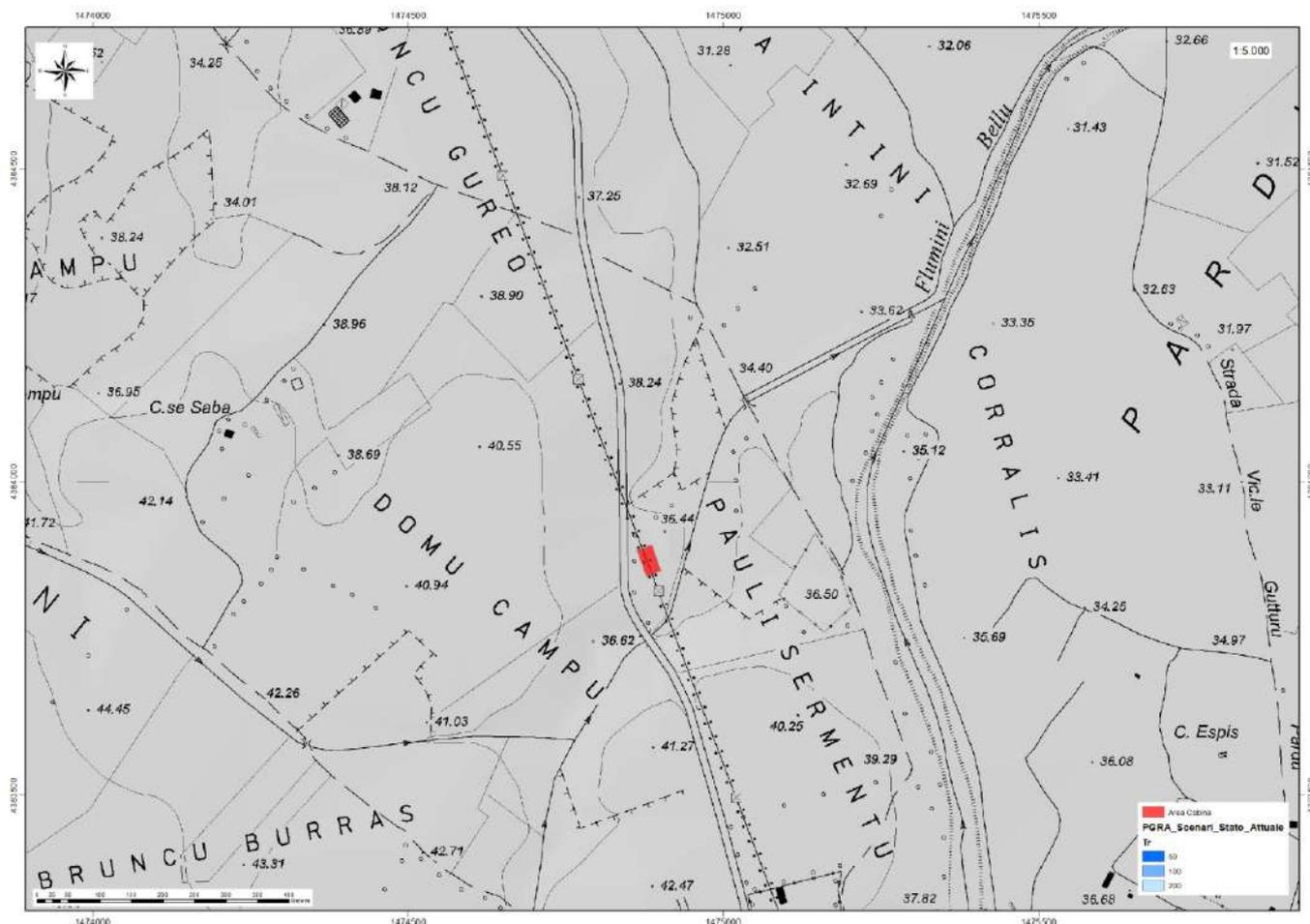


Figura 4 Inquadramento PGRA (RAS)

12.1. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) definisce, per i principali corsi d'acqua della Sardegna, le aree inondabili e le misure di tutela per le fasce fluviali. A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

L'area di progetto non è compresa nelle perimetrazioni del PSFF.

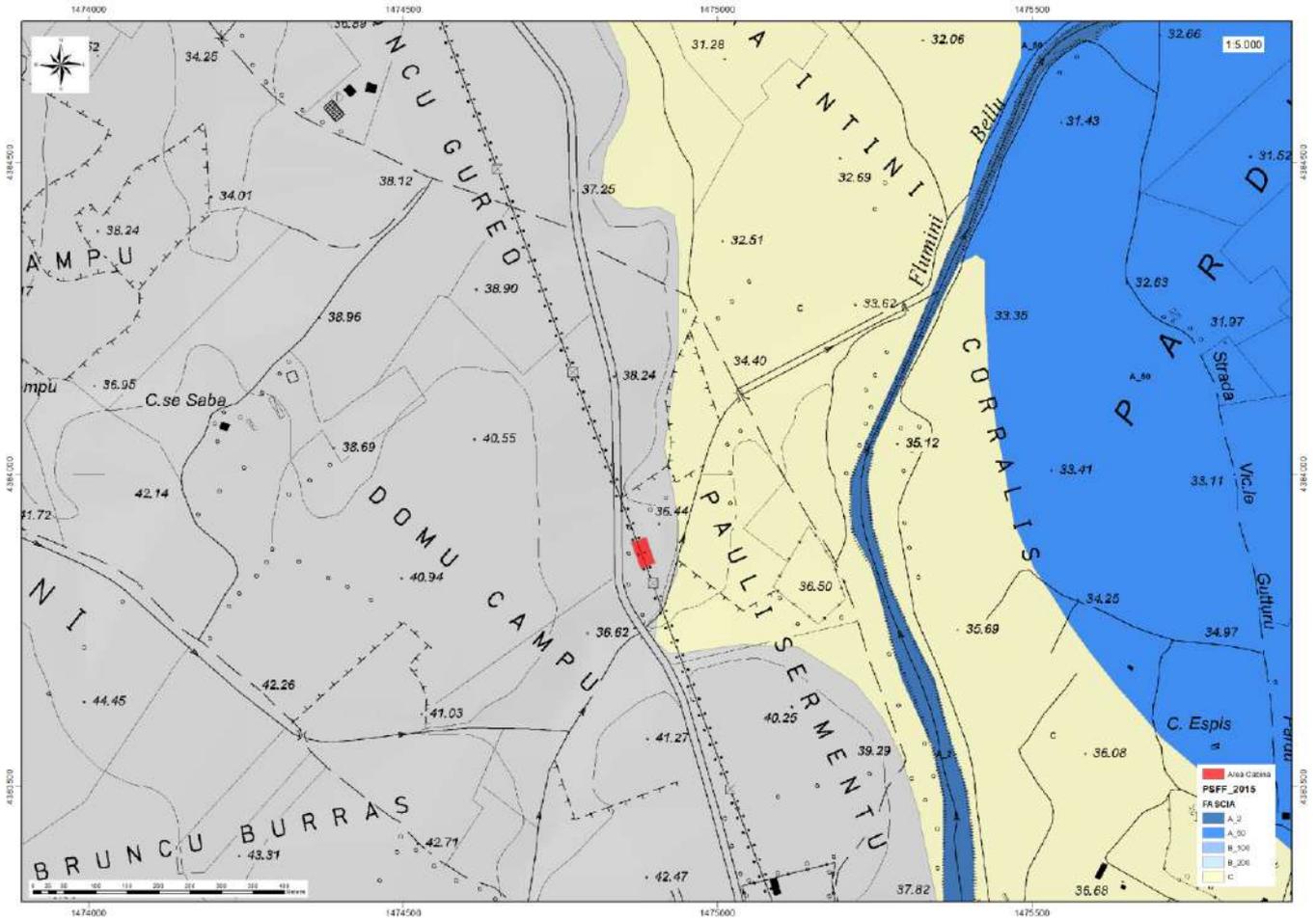


Figura 5 Inquadramento PSFF (PAI)

13. MODELLO GEOLOGICO

Dott.ssa Geol.
COSIMA ATZORI

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA
Sezione A n°656



Studio Tecnico di Geologia
Applicata all'Ingegneria e all'Ambiente

info@gaiac consulting.eu
posta-certificata@pec.gaiac consulting.eu

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini in sito, nell'approccio progettuale, stante il contesto geologico si evidenziano le seguenti criticità a cui sarà necessario prestare la opportuna attenzione nella progettazione delle opere e nelle varie fasi di realizzazione. L'analisi di tali fattori è funzionale alla progettazione e ha lo scopo di valutare la risposta del terreno ai nuovi carichi ed individuare azioni correttive o accorgimenti tali da limitarne gli effetti. Nello specifico:

- Circolazione idrica sotterranea secondaria o indotta e/o stagnazione di acque di pioggia –vanno considerati gli effetti dell'eventuale presenza d'acqua alla quota di imposta delle opere fondanti con particolare riferimento alla stagionalità degli apporti idrici e del relativo flusso negli ambiti più superficiali delle coltri di alterazione dei depositi alluvionali.
- Presenza di sacche argillose non attualmente identificabili che possono cambiare il grado di portanza dei terreni – sarà opportuno in fase di progettazione definitivo/esecutiva eseguire dei saggi sul terreno per confermarne o meno la presenza.

Dalle informazioni ricavate dal seguente studio è stato costruito il modello geologico preliminare del sito che sintetizza e descrive i caratteri litologici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici trattati nei capitoli precedenti:

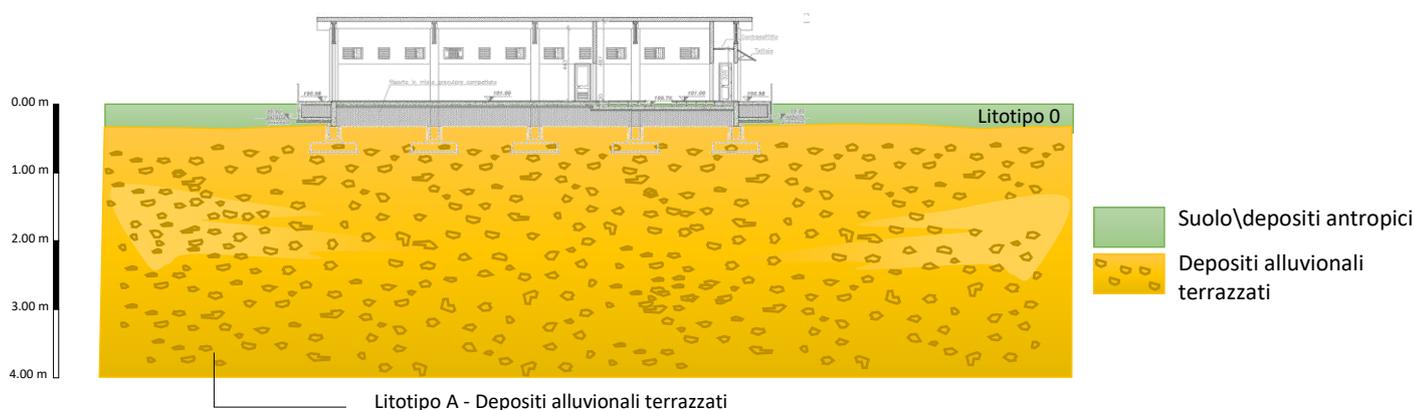


Figura 18 - Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018)

Da 0,00m – a circa 0.50/1.00m da p.c.: suolo più o meno evoluto o depositi antropici - LITOTIPO 0

Da 0.50/1.00m – depositi da ghiaioso sabbiosi a limoso argillosi di origine alluvionale, mediamente compatti - LITOTIPO A

14.FATTIBILITA' GEOLOGICA – GEOTECNICA

Analizzate le specifiche di progetto e, a seguito delle analisi geologico-strutturali affrontate nei capitoli precedenti, vengono rese note una serie di indicazioni che possono essere utili al fine di una corretta realizzazione della cabina e delle sue componenti fondanti in relazione alle caratteristiche geologiche della superficie interessata dal progetto.

L'area è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati costituiti da un'importante aliquota di materiale ghiaioso e da materiale argilloso, il tutto prevalentemente sciolto o debolmente consolidato.

Per quanto concerne un'indicazione di massima sulle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati dalle basi fondanti, i parametri che si possono considerare cautelativi in base agli esiti di studi eseguiti sulla formazione interessata.

In fase di progettazione esecutiva gli stessi dovranno essere confermati con indagini dirette.

$$\gamma_d = 1800-2000 \text{ kg/cm}^3$$

$$Y_{sat} = 1900-2200 \text{ kg/cm}^3$$

$$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 23^\circ-28^\circ$$

La presenza di livelli a granulometria variabile con infiltrazioni umide suggerisce di effettuare le verifiche in condizioni non drenate e sature per maggiore sicurezza.

La realizzazione del cavidotto, che per la maggior parte si sviluppa lungo un percorso aereo, prevede l'esecuzione di uno scavo temporaneo che verrà ricoperto subito dopo il posizionamento degli strati di allettamento, la stesura del cavo e i relativi rinfianchi. Verrà eseguito per porzioni pertanto non esiste la possibilità della permanenza di scavi aperti per lungo tempo, garantendo di fatto, il mantenimento delle condizioni di stabilità ex ante ed ex post.

I movimenti terra previsti sono sostanzialmente tutti riferibili alla realizzazione delle fondazioni della nuova CP, pertanto non si evidenziano fattori potenziali tali da ingenerare fenomeni di instabilità

In fase esecutiva verranno realizzati opportuni sondaggi o pozzetti stratigrafici a conferma di quanto asserito e funzionali al prelievo di campioni per la caratterizzazione geotecnica dei materiali in laboratorio.

15. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO

Il DPR n. 120 del 13/06/2017 stabilisce la nuova disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo ed è in vigore dal 22/08/2017.

Il regolamento riunisce in un unico testo le regole sul riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti abrogando sia il DM 161/2012 sia l'art. 41bis del D.L. 69/2013 convertito in L. 98/2013.

Regolamenta inoltre l'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (art. 185 c.1, lett. c) e le terre e rocce provenienti dai siti oggetto di bonifica e introduce infine un apposito regime per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti. L'art. 4 del DPR 120/2017 stabilisce i requisiti generali affinché le terre e rocce da scavo possano essere sottoposte al regime dei sottoprodotti. Si rimanda quindi alla normativa vigente in merito alla caratterizzazione dei materiali ed eventuale redazione di un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da scavo.

Per tutti i cantieri con produzione di TRS da riutilizzare inferiori a 6.000 m³ (Capo III), compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA, e per i siti di grandi dimensioni, superiori a 6000 m³, non sottoposti a VIA o AIA (Capo IV) è prevista una procedura semplificata, simile a quella dell'articolo 41 bis del Decreto Legge n. 69/2013, attraverso autocertificazione. Il DPR 120/2017 prevede infatti che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 (classificazione delle TRS come sottoprodotti e non rifiuti) mediante una autocertificazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'ARPA territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione (all'Autorità competente nel caso di cantieri di grandi dimensioni) utilizzando i moduli previsti dagli Allegati 6-7-8 del DPR. Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" del 2017, in attuazione dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo generate in cantieri di piccole dimensioni, in cantieri di grandi dimensioni e in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA, siano qualificati come sottoprodotti e non come rifiuti, nonché le disposizioni comuni ad esse applicabili

15.1. PIANO DI RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DALLO SCAVO E DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E COMUNQUE PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI

15.1.1. MATERIALE RIUTILIZZATO IN SITO

L'attuale quadro normativo include nel processo di gestione come sottoprodotti quelle terre da scavo non contaminate che vengono riutilizzate allo stato naturale, nell'ambito dei lavori di costruzione, direttamente nel luogo dove sono state generate.

Infatti, con il Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014 n. 164, sono state adottate le disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento:

a) alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o ad AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti ed infrastrutture;

b) alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;

c) all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti;

d) alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

Relativamente al progetto in esame, dunque, il Regolamento si applica nelle seguenti circostanze:

- per il terreno vegetale rimosso tramite scotico dalle aree di cantiere e dalla viabilità in progetto, il quale sarà accantonato in specifiche porzioni delle stesse al fine di essere riportato a fine lavori;

- per le terre scavate nell'ambito dei lavori di realizzazione delle fondazioni che vengono accantonate a fianco della medesima opera e quindi impiegate per la copertura od il ripristino dell'area.

Le caratteristiche delle terre da impiegare per il ripristino delle aree occupate da cantieri, piste di cantiere, aree di stoccaggio ed altre aree funzionali ai lavori di costruzione, dipendono dalla destinazione d'uso finale delle stesse aree. In generale si prevede comunque il riutilizzo di terre da scavo e proveniente dallo scotico superficiale, da adoperare per rinterri e riempimenti e copertura vegetale (spessore di suolo derivante dallo scotico).

15.2. PIANO DI RIUTILIZZO: CRITERI GENERALI

Le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per rinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;

- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Pertanto, il Piano di Riutilizzo, da predisporre in **fase di progettazione esecutiva** e comunque **prima dell'inizio dei lavori sarà** redatto ai sensi dell'allegato 5 del DPR 120/2017

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA - Sezione A n°656