

# Parco Eolico "Pizzu Boi"

## Comune di Selegas e Guamaggiore (SU)

Proponente



**Sorgenia Renewables Srl**  
via Alessandro Algardi 4, Milano  
P.IVA/CF: 10300050969  
PEC: [sorgenia.renewables@legalmail.it](mailto:sorgenia.renewables@legalmail.it)



### RELAZIONE GEOLOGICA

Progettista



**Tiemes Srl**  
Via R. Galli 9- 20148 Milano  
tel. 024983104/ fax. 0249631510  
[www.tiemes.it](http://www.tiemes.it)

**Redatto da:**  
**Geol. Maria Francesca Lobina**

Rev.	Data emiss	Descrizione	Preparato	Approvato		
1	10/03/2023					
0	30/07/2022	Revisione 1	MFL	VDA		
Origine File: 21056 SLG.PD.R.05.01.docx		<b>CODICE ELABORATO</b> Commessa <b>21056</b> <b>SLG</b>	Proc. <b>PD</b>	Tipo doc <b>R</b>	Num <b>05</b>	Rev <b>01</b>
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden						

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Proponente .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Base informativa ed obiettivi .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Normativa di riferimento e relative prescrizioni .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Inquadramento territoriale dell'area di installazione.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Descrizione sommaria dell'intervento .....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Inquadramento geologico .....</b>	<b>8</b>
7.1	Contesto geologico dell'area vasta .....	8
7.2	Assetto tettonico e strutturale .....	10
7.3	Assetto litostratigrafico locale .....	12
7.4	Assetto idrogeologico .....	17
7.5	Assetto geomorfologico .....	20
7.6	Assetto idrografico.....	23
<b>8</b>	<b>Aspetti tettonici e sismici .....</b>	<b>24</b>
8.1	Sismicità storica del sito .....	24
8.2	Classificazione sismica.....	25
8.3	Categoria di sottosuolo .....	25
<b>9</b>	<b>Pericolosità geologica.....</b>	<b>27</b>
9.1	Pericolosità da inondazione .....	27
9.1.1	Comune di Selegas .....	27
9.1.2	Comune di Guamaggiore.....	28
9.2	Pericolosità da frana.....	29
9.3	Pericolosità sismica .....	30
9.4	Pericolosità idrogeologica.....	31
9.5	Subsidenza.....	31
<b>10</b>	<b>Caratterizzazione geotecnica.....</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>35</b>
<b>12</b>	<b>Schede sito .....</b>	<b>37</b>

## 1 Premessa

La società Sorgenia Renewables S.r.l., d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella Provincia del Sud Sardegna, in agro dei comuni di Selegas e Guamaggiore.

L'impianto, denominato parco eolico "Pizzu Boi", sarà costituito da 9 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 54 MW. Data la sua potenza, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas 23.07.2008 n. 99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 9 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius", prevista nei Piani di Sviluppo Terna;
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 01.06.2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29.12.2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti.

Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 175 GWh/anno, che consente di risparmiare almeno 32'720 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 86'415 ton/anno di emissioni di CO<sub>2</sub> (fonte ISPRA,2020: 493,80 gCO<sub>2</sub>/kWh).

## **2 Proponente**

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia S.p.A., uno dei maggiori operatori energetici italiani.

Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico.

Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca.33 MW).

In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l. è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

## **3 Base informativa ed obiettivi**

Gli argomenti sviluppati in questa hanno come base informativa i rilievi diretti nel settore di intervento coadiuvati da dati in possesso acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per varie iniziative edilizie, nonché da altre informazioni ricavate dalla letteratura geologica internazionale e dalla cartografia geotematica estratta dal geoportale regionale.

Nello specifico sono state svolte le seguenti attività:

- ❖ studio bibliografico degli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area;
- ❖ caratterizzazione delle aree attraverso l'analisi delle carte geologiche e geomorfologiche, nonché delle immagini aeree e satellitari disponibili sul web;
- ❖ sopralluoghi volti alla definizione dei caratteri litologici, della giacitura e fratturazione dei litotipi interagenti con le opere di fondazione, nonché all'osservazione delle caratteristiche morfologiche ed idrogeologiche;
- ❖ la stesura della presente relazione.

Sebbene alcune delle informazioni presentate in questo studio siano state raccolte nel corso di lavori di differente natura, prevalentemente lavori di supporto all'edilizia, l'insieme dei dati acquisiti ha permesso di sviluppare un modello geologico consono alla fase progettuale in essere. Seppur in assenza di indagini geognostiche dirette, le conoscenze acquisite durante lavori precedenti nello stesso ambito geografico e sulle stesse litologie e terreni direttamente o indirettamente interagenti con le opere in progetto hanno permesso di costruire un modello geotecnico di partenza che possa fornire utili indicazioni su tipologie di opere di fondazione e eventuali criticità

Con le analisi al momento attuate si ritiene di aver compiutamente analizzato i preliminari aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici interagenti con l'opera in progetto, nonché di aver valutato, con il necessario dettaglio, le condizioni di pericolosità geologico-idraulica in atto e/o potenziali od altre criticità in grado di condizionare la fattibilità dell'intervento nel suo complesso.

Ciò al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare gli aspetti stratigrafici, geotecnici e sismici dei luoghi di intervento, necessari a supportare la successiva fase di progettazione esecutiva in relazione alla natura dell'intervento.

## 4 Normativa di riferimento e relative prescrizioni

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- **Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019** «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- **D.M. 17.01.2018** «Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008»;
- **D.M. 14.01.2008** «Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006** «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003** «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003** «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica»;
- **D.M. LL.PP. 16.01.1996** «Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche»;
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n. 8 dell'11.03.2005;
- **Norme di Attuazione del P.A.I.** (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del febbraio 2018).

## 5 Inquadramento territoriale dell'area di installazione

L'areale che ospiterà parco eolico in parola ricade nella regione geografica della Trexenta nei territori comunali di Guamaggiore e Selegas (Provincia Sud Sardegna), abbracciando da est verso ovest le località identificate con i toponimi di *Pizzu Boi*, *Sa Squidda*, *Scaledda Monti*, *Pranu Litteras*, *Bruncu de Ungrera*, *Pinna Strinta*, *Serra Longa* e *Bruncu Antigaddi*.



Figura 5.1 – Ubicazione degli interventi in programma su immagine satellitare estratta da Google Earth, 2020. In giallo sono rappresentati i limiti amministrativi comunali

AEROGENERATORE	LOCALITÀ	COORDINATE		QUOTA (m) S.L.M.M.
		EST	NORD	
GU1	Pranu Litteras	1.507.046	4381.481	380
S2	Scaledda Monti	1.507.814	4381.166	360
S3	Sa Squidda	1.508.109	4381.635	390
S4	Pizzu Boi	1.508.645	4381.845	400
GU10	Serra Longa	1.504.998	4382.660	335
GU11	Bruncu Antigaddi	1.504.060	4383.314	350
GU12	Serra Longa	1.504.396	4383.761	385
GU13	Pinna Strinta	1.505.505	4381.423	315
GU14	Bruncu de Ungrera	1.506.298	4381.797	368

Tabella 5.1 – Postazioni eoliche nella toponomastica locale e corrispettive coordinate.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 548 "SENORBI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 548-IV "SENORBI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 548010 "GUASILA" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 548020 "SELEGAS" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 548130 "VILLANOVAFRANCA" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 548140 "GESICO" della C.T.R. [scala 1:10.000]

## 6 Descrizione sommaria dell'intervento

Il parco eolico in progetto sarà composto di n. 9 aerogeneratori, ciascuno costituito da 3 pale, con diametro massimo delle turbine di 170 m ed altezza massima della torre di 125 m.

Stante il fatto che la viabilità locale è interamente e agevolmente camionabile anche per il trasporto di generatori di grande taglia (multimegawatt) e delle relative parti complementari (conci di torre e pale), si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo di alcune tratte.

Gli aerogeneratori saranno installati in piazzole accessibili a partire dalla nuova viabilità di accesso, con piste in terra battuta di larghezza di circa 5 m. Le piste saranno realizzate in misto stabilizzato e compattato con uno strato di fondazione in pietrisco costipato.

L'elettrodotto interrato, previsto sotto le piste di accesso al parco eolico e la viabilità pubblica dell'area, collegherà in MT gli aerogeneratori raggruppandoli in n. 4 sottocampi: tre dei quali formati da n. 2 aerogeneratori, e il rimanente sottocampo formato da 3 aerogeneratori. Gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati tra loro mediante un cavidotto interrato in MT. Gli aerogeneratori dei sottocampi 2, 3, 4 saranno collegati tra loro in modalità entra-esce mentre quelli del sottocampo 1 saranno collegati in parallelo all'interno del quadro MT dell'aerogeneratore GU13.. All'uscita di questi, l'elettrodotto di connessione permetterà di immettere l'energia elettrica prodotta in rete presso la nuova stazione elettrica (SE) a 380/150/36 kV di della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE") tramite una sottostazione utente di trasformazione 150/30 kV collocata nei pressi della SE stessa.

La suddetta raccoglierà le linee in cavo interrato a 30 kV provenienti dal parco eolico che saranno attestate ad un quadro elettrico in MT, installato all'interno di un locale dedicato.

L'elettrodotto interrato in AT sarà composto da una terna di conduttori unipolari realizzati in alluminio, schermati e tensione massima pari a 170 kV. I cavi saranno direttamente interrati in una trincea di sezione 80 cm, ad una profondità di scavo minima di 1,50 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compattati.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

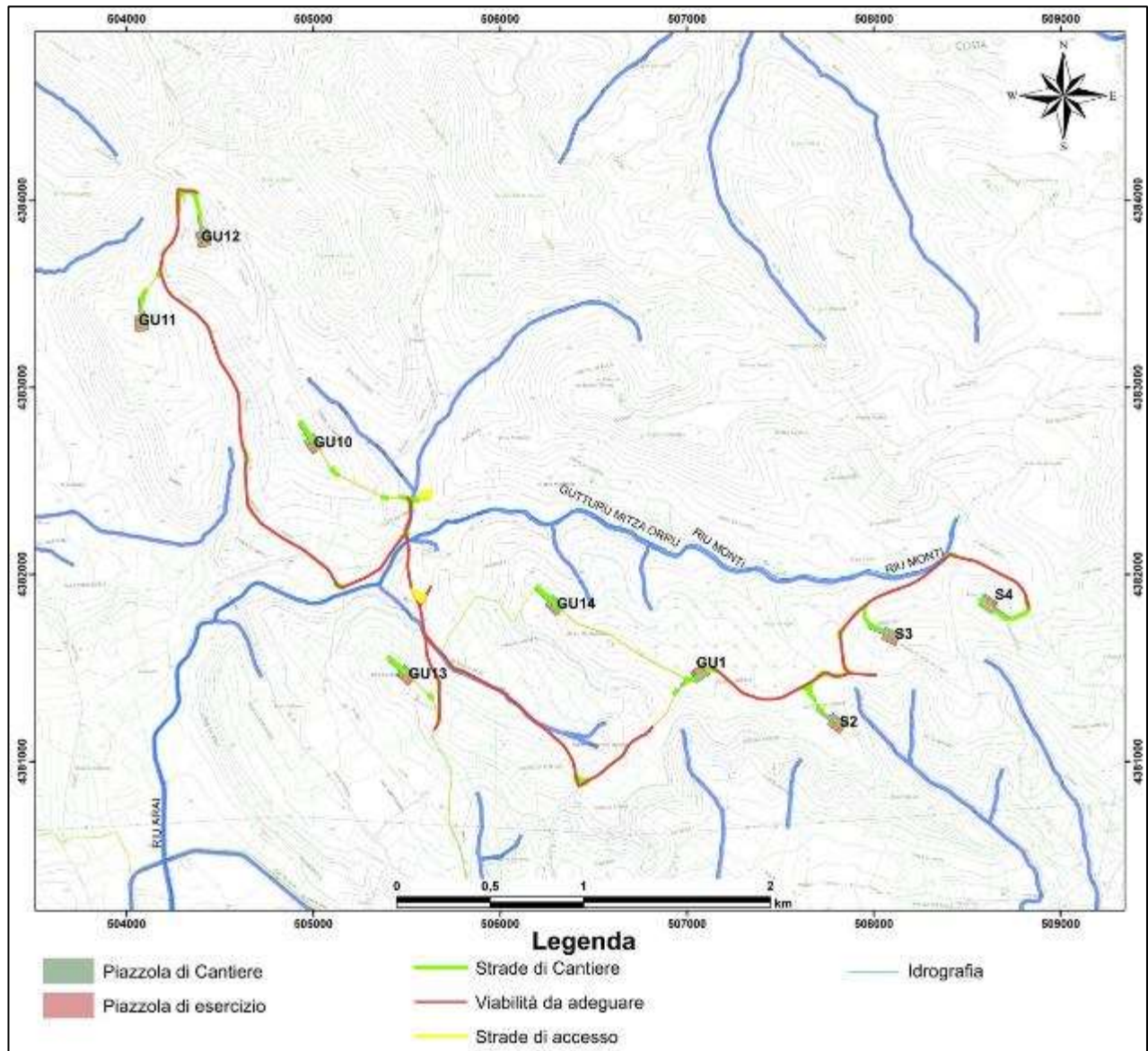


Figura 6.1 – Inquadramento dell'area di impianto con ubicazione delle opere previste.



## **7 Inquadramento geologico**

### **7.1 Contesto geologico dell'area vasta**

L'area in studio ricade nella Sardegna centro-meridionale e precisamente nella regione della Trexenta, subito ad est del Campidano, in corrispondenza di un basso morfologico che si estende per circa 100 km con direzione NW-SE dal *Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*. Tale piana di origine tettonica nella sua parte meridionale si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica, il Rift Sardo (*Cherchi & Montadert, 1982*) che attraversa la Sardegna in senso meridiano unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*. La formazione del rift è legata al contesto geodinamico distensivo avvenuto durante il Terziario, penecontemporanea alla rotazione antioraria del blocco sardo-corso ed all'apertura del bacino balearico.

Lo sviluppo di una struttura tipo *rift* si è manifestata attraverso il ribassamento di una vasta area che comprende tutta la Sardegna centro-occidentale. Nella parte meridionale dell'Isola tali manifestazioni tettoniche sono particolarmente evidenti nelle aree adiacenti il Campidano. Le strutture principali su cui si sono concentrati i movimenti tettonici sono rappresentate da un sistema di faglie dirette e trascorrenti, in parte ereditate dall'Orogenesi Ercinica, orientate prevalentemente in direzione N-S e NNW-SSE e talora dislocate da lineazioni NE-SW. Il dislocamento verticale provocato da tali strutture è stato valutato approssimativamente in 2.000 m (*Carmignani et al., 2001*). A tale attività tettonica ha conseguito un intenso vulcanismo, sia effusivo che esplosivo, a prevalente affinità calcalcalina (e localmente peralcalina nelle fasi finali, *Lecca et alii, 1997*) che ha coinvolto tutta la Sardegna centro-occidentale (*Beccaluva et alii, 1994*).

La colmata della depressione oligo-miocenica si esplica con la messa in posto di un insieme eterogeneo di rocce sedimentarie (continentali e marine) e vulcaniche di età miocenica e detriti di età quaternaria che, in corrispondenza del Campidano (dove i movimenti tettonici sono proseguiti nel Plio-Quaternario), raggiunge lo spessore di qualche migliaio di metri. Parallelamente alle faglie che delimitano questa estesa pianura, un altro fitto sistema orientato NNW-SSE interessa la Trexenta e la Marmilla, ovvero le aree marginali orientali del rift, che però presentano spessori più limitati e poco estesi di coperture quaternarie, principalmente confinate alle valli fluviali.

In questo contesto tettonico-strutturale, il substrato dell'area in studio vede una successione marnoso-arenacea riconducibile alla Formazioni della Marmilla [**RML**] e alle Marne di Gesturi [**GST**]: trattasi di formazioni tipiche di un ambiente marino a bassa energia che al loro interno mostrano un importante contributo di materiale vulcanico. Ad ovest invece affiorano i termini vulcanici del complesso di Furtei, formato da un sistema di domi lavici e di depositi di collasso gravitativo. Alla base dei versanti dei rilievi miocenici si rinvengono sovente detriti di versante [**a**] e colluvi [**b2**] riferibili perlopiù all'Olocene, originatisi a spese delle litologie marnoso-arenacee oligo-mioceniche.

Lungo le aree vallive dei principali corsi d'acqua affiorano le successioni alluvionali terrazzate, prevalentemente a granulometria limoso-argillosa [**bnc**] ed in minor misura ghiaioso-sabbiosa [rispettivamente **bna** e **bnb**] di età più antica e le alluvioni recenti e attuali [**ba**, **bb** e **bc**].

I depositi antropici [**hi**] sono limitati alle aree urbanizzate, ai rilevati stradali, agli argini fluviali e alle discariche per inerti.



- 1** Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
- 3b** F.ne di Samassi – Conglomerati, arenarie e argille di sistema alluvionale, prevalentemente derivati da sedimenti miocenici rimaneggiati (Pliocene medio – Pleistocene).
- 9b** Marne, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con foraminiferi planctonici e molluschi pelagici (Burdigaliano superiore – Langhiano medio).
- 10b** F.ne di Ussana – Conglomerati poligenici e arenarie continentali con matrice argillosa rossastra; nella parte alta microconglomerati, arenarie e siltiti, litorali; conglomerati fluviali (Oligocene superiore - Aquitaniano).
- 10e** F.ne delle Marne di Ales – Arenarie, conglomerati, tuffiti più o meno arenacee, calcari sublitorali, fossiliferi (Oligocene superiore - Aquitaniano).
- 12** Andesiti e daciti in cupole e colate laviche (Oligocene superiore – Miocene inferiore).
- 48** F.ne di Pala Manna – Metarenarie, quarziti, filladi ad elementi di liditi e metavulcanti basiche (Carbonifero inferiore).

Figura 7.1 – Inquadramento geologico di contesto estratto dalla “Carta Geologica della Sardegna” in scala 1:200.000, fuori scala curata da Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna, modificata. In verde è evidenziata l’area interessata dal parco eolico in progetto

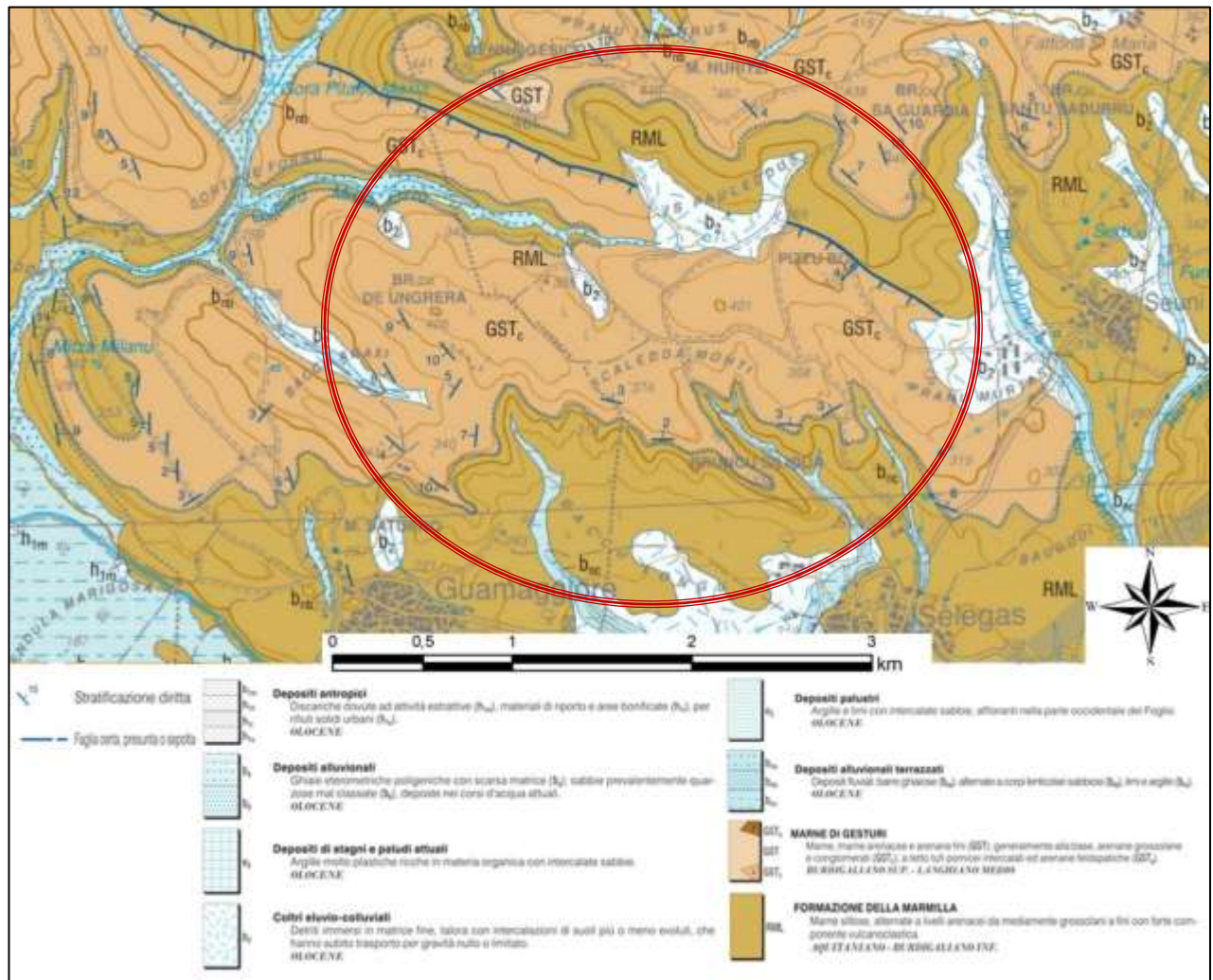


Figura 7.2 – Ubicazione del parco in progetto su stralcio della carta geologica 1:50.000, Foglio 548, CARG, fuori scala. In rosso è evidenziata l'area interessata dal parco eolico in progetto.

## 7.2 Assetto tettonico e strutturale

La strutturazione geologica della Trexenta è in gran parte imputabile ai movimenti tettonici che hanno interessato la Sardegna durante il Cenozoico, sebbene parte delle strutture attivate durante il Terziario rappresentino un'eredità della tettonica di età paleozoica, le cui litologie rappresentano il basamento su cui si impostano tutte le formazioni successive affioranti nell'Isola.

I lineamenti fisiografici dei rilievi paleozoici, facenti parte del sistema montuoso del Gerrei, posto ad est della Trexenta, sono il risultato degli eventi deformativi e magmatici legati all'Orogenesi Ercinica. La complessa deformazione sia duttile che fragile subita dalla successione ordoviciano-devoniana durante la suddetta orogenesi, con formazione di strutture a piega con asse E-W (*Prima fase ercinica*) poi N-S (*Seconda fase ercinica*) e successivamente con pieghe a direzioni variabili e deformazioni meno intense (*Terza fase ercinica*), hanno determinato una complessa fratturazione che ha interessato tutto lo spessore del basamento (*Carmignani et alii, 1991*).

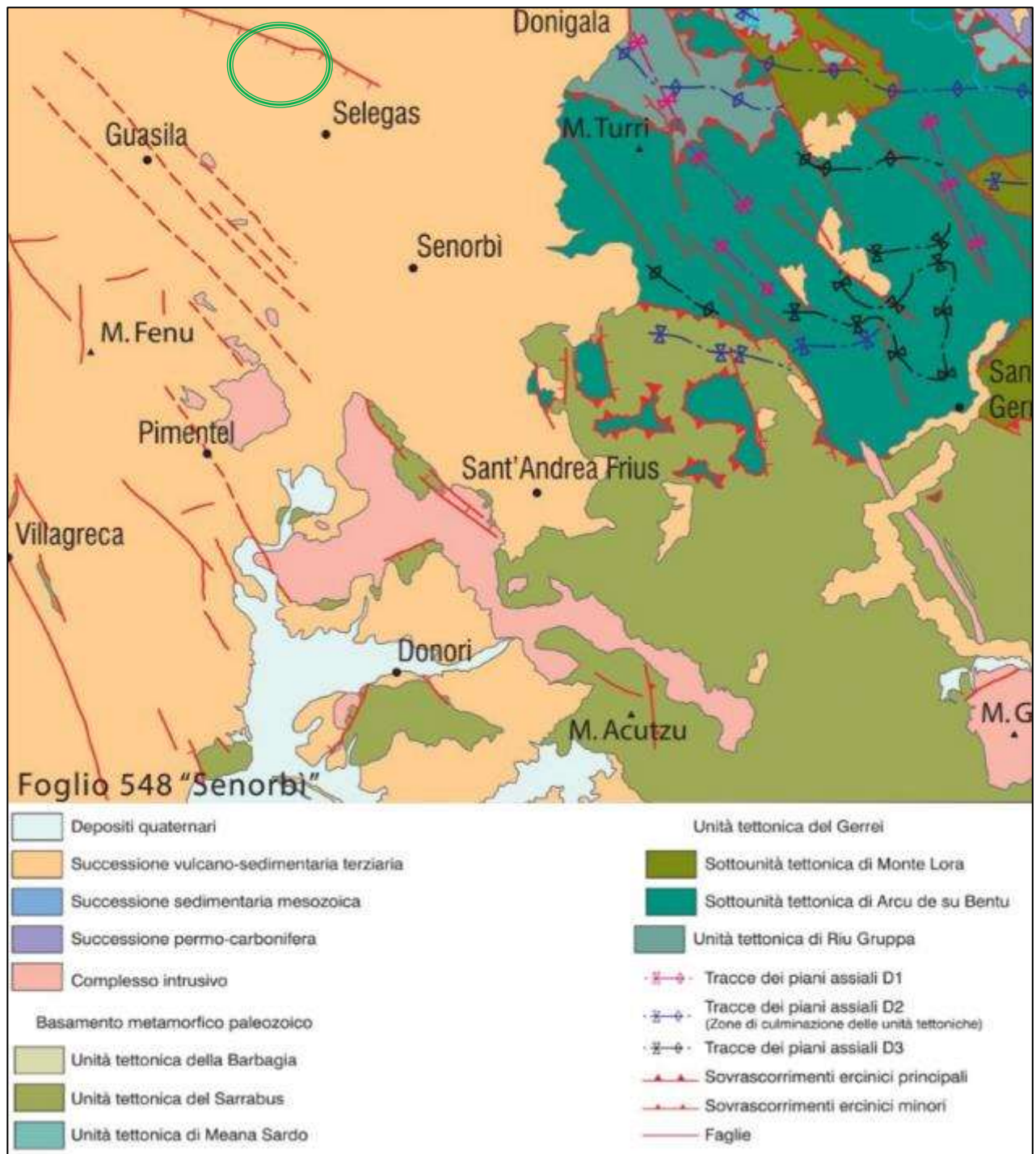


Figura 7.3 – Schema tettonico del Foglio 548 "Senorbi" estratto dalla carta geologica CARG.

Seppur configuratesi quasi contemporaneamente, la subsidenza della pianura del Cixerri si è arrestata a partire dal Terziario, mentre per l'area del Campidano si è verificata una parziale riattivazione delle faglie oligo-mioceniche lungo il bordo orientale del massiccio iglesiente-sulcitano durante il Plio-Quaternario.

L'attività tettonica attuale nel settore considerato, come per tutta l'Isola, viene considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo

Quaternario (Pleistocene sup. e Olocene). Non si esclude, stante la scarsa documentazione relativa a terremoti avvenuti in Sardegna in epoca storica e recente, che eventi sismici di eccezionale intensità localizzati in vari settori dell'area tirrenica, possano indurre in alcuni areali dell'Isola vibrazioni i cui effetti sulle strutture in progetto possono comunque considerarsi ininfluenti.

Anche la subsidenza, se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, è un fattore assolutamente irrilevante tra i processi morfodinamici dell'isola.

### **7.3 Assetto litostratigrafico locale**

L'areale che ospiterà il parco eolico in parola è caratterizzato da una morfologia collinare ove affiora estesamente una successione marnoso-arenacea riconducibile alla Formazioni della Marmilla [RML] riconducibile ad un ambiente marino di bassa energia, la cui sedimentazione è in parte legata allo smantellamento delle vulcaniti mioceniche.

In discordanza a basso angolo, sulla Formazione della Marmilla poggiano le Marne di Gesturi [GST] con caratteristiche simili a quella sottostante, ma testimonianza di un secondo ciclo deposizionale seguito ad una breve stasi della sedimentazione (vedi la debole discordanza angolare tra le due).

Le suddette formazioni marnose, che presentano generalmente giacitura suborizzontale o a basso angolo, sono dislocate da un sistema di faglie dirette a rigetto limitato a poche decine di metri che, a luoghi, mostrano andamento WNW-ESE seppur, a scala più grande, sono approssimativamente parallele alla direzione di allungamento del Campidano.

I bassi topografici tra le colline sono interessati dall'affioramento di depositi olocenici prevalentemente di origine fluviale.

Di seguito viene descritta sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento e di un suo congruo intorno, che comprende il parco eolico ed il cavidotto. Con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica edita dall'APAT (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), integrata da ulteriori informazioni provenienti dai rilievi in situ sono state distinte le seguenti unità litostratigrafiche a partire dalle più recenti:

<b>h1</b>	Depositi antropici	[Attuale]
<b>b2</b>	Coltri eluvio-colluviali	[Olocene]
<b>a</b>	Detrito di versante	[Olocene]
<b>ba</b>	Alluvioni ghiaiose con subordinate sabbie e limi	[Olocene]
<b>bb</b>	Alluvioni sabbiose con subordinati limi e argille	[Olocene]
<b>bna</b>	Alluvioni terrazzate a prevalenti ghiaie	[Olocene]
<b>bnb</b>	Alluvioni terrazzate a prevalenti sabbie	[Olocene]
<b>bnc</b>	Alluvioni terrazzate a prevalenti limi ed argille	[Olocene]
<b>GST</b>	Marne di Gesturi	[Burdigaliano superiore - Langhiano medio]
<b>RML</b>	Formazione della Marmilla	[Aquitano - Burdigaliano inferiore]

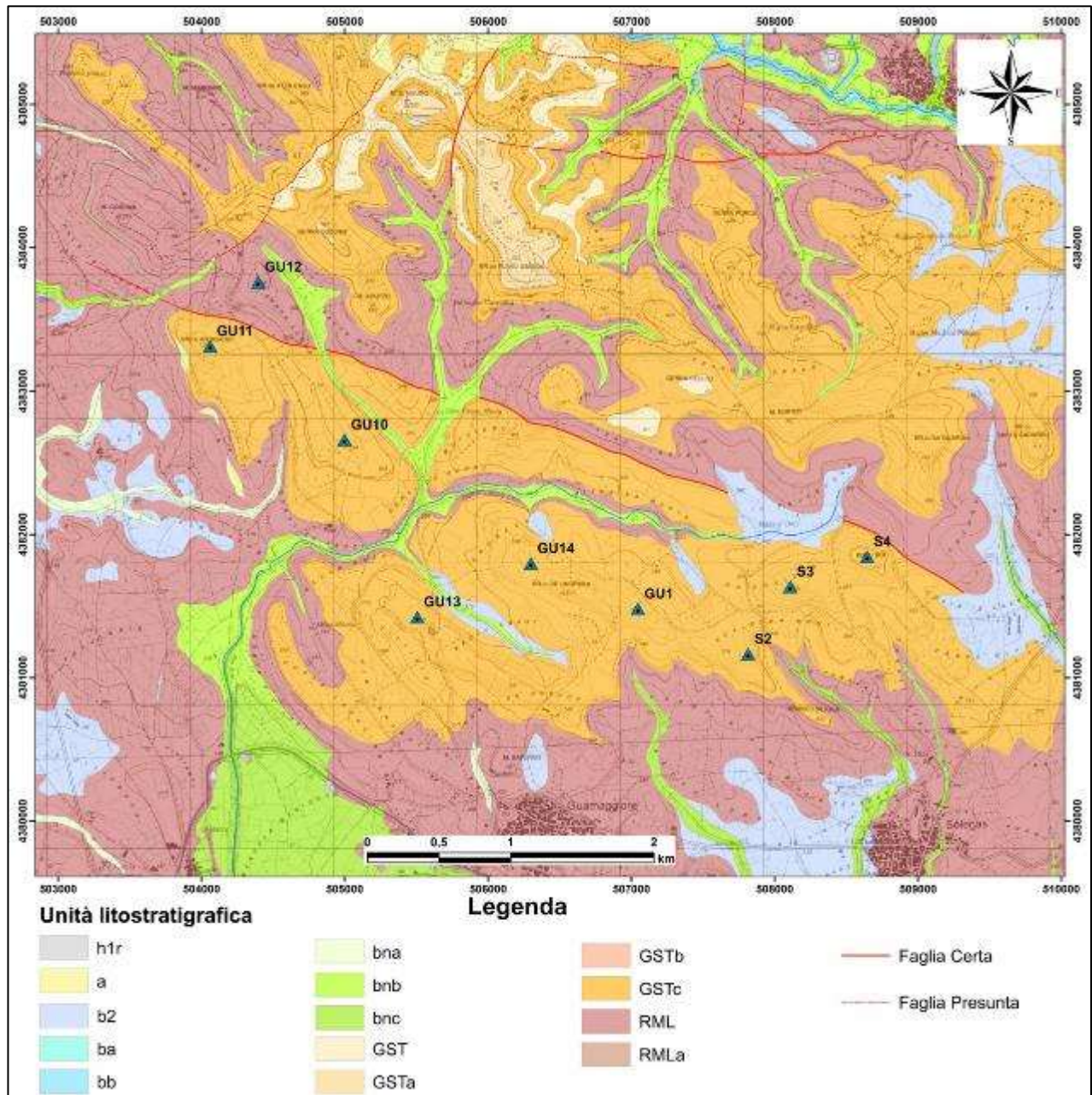


Figura 7.4 – Stralcio della Carta Geologica della Sardegna su base 1:25.000 a corredo del PPR, fuori scala.

### h1 – Depositi antropici

Appartengono a questa unità tutti i depositi detritici riconducibili all'attività antropica. Sono costituiti da accumuli di modesta estensione legati ad azioni di rimodellamento della superficie topografica, o a discariche di inerti o rifiuti solidi urbani.

Non è prevista alcuna una interferenza con le opere in progetto.

## **b2 – Coltri eluvio-colluviali**

Detriti immersi in matrice fine. Talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, che hanno subito trasporto per gravità nullo o limitato.

Lo spessore varia da decimetrico a metrico. Si rinvencono perlopiù in corrispondenza di paleo-depressioni e nel fondovalle attuale e sono rappresentati da terre a granulometria prevalentemente limo-argillosa o argillosa con moderata frazione sabbiosa, come prodotto di alterazione dei terreni marnosi in situ e/o accumulo di questi ultimi in ambiente continentale/acquitrinoso.

Possono essere costituiti da frazioni più grossolane (sabbie con sporadici clasti o blocchi) derivanti dal rimaneggiamento dei termini arenacei miocenici.

Sebbene poco rappresentati nella carta geologica, costituiscono spesso la copertura superficiale al di sopra delle litologie marnose e potrebbero rappresentare il terreno di fondazione di una parte significativa delle opere in progetto, per cui dovrà essere valutato con precisione il loro spessore.

## **a – Detriti di versante**

Sono costituiti da materiali clastici spigolosi eterometrici, sciolti o parzialmente cementati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche in relazione alla litologia di provenienza.

Si rinvencono in corrispondenza delle zone di raccordo tra gli alti morfologici e il fondovalle di origine fluviale. Spesso questi depositi si trovano intercalati con depositi colluviali a causa della complessa relazione tra fenomeni erosivi e di sedimentazione.

Per gli interventi in programma non rivestono alcuna significatività in quanto marginali all'area.

## **b – Alluvioni attuali e recenti**

Sono rappresentate da alluvioni ghiaiose e sabbio-limose, in genere con un'importante componente argillosa infra-matrice, legata all'evoluzione recente del reticolo idrografico a carattere stagionale che drena le acque dei rilievi basso-collinari impostati sulle litologie mioceniche.

Si distinguono depositi grossolani, formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [**ba**] e depositi alluvionali in prevalenza sabbiosi [**bb**] ma con intercalazioni sia di ghiaie poligeniche sia di limi e argille.

Gli spessori variano in genere da decimetrici a metrici e interessano gli attuali fondovalle formati prevalentemente lungo l'asse di depositi alluvionali terrazzati a maggiore estensione areale.

Per gli interventi in programma non rivestono alcuna significatività in quanto marginali all'area.

## **bn – Alluvioni terrazzate**

Questi depositi alluvionali mostrano caratteristiche generali analoghe a quelle descritte in precedenza poiché le modalità di sedimentazione risultano identiche e occupano le stesse aree vallive sebbene occupino tendenzialmente aree più vaste.

Sono rappresentati prevalentemente da sedimenti sabbiosi [**bnb**] e subordinatamente ghiaiosi [**bna**], questi ultimi costituiti da ciottoli ben elaborati di rocce marnose derivanti dallo smantellamento dei rilievi.

Localmente sono presenti lenti e/o livelli di limi argillosi [**bnc**].

Si ritrovano lateralmente alle zone assiali dei corsi fluviali attuali o dei tratti di alveo regimati ma in genere non sono interessati dalle dinamiche morfogeniche a meno di eventi idrometeorici eccezionali. Lo spessore di questi sedimenti è, nella maggior parte dei casi, difficilmente valutabile, ma lungo scarpate di erosione fluviale associate alle dinamiche attuali, sono di ordine metrico.

Come per i depositi alluvionali attuali possono essere presenti locali eteropie verticali e laterali conseguenti alle variazioni del regime idrico dei corsi d'acqua, che hanno dato origine a lenti di limi e argille o a sacche conglomeratiche.

### **GST – Marne di Gesturi**

Marne, marne arenacee e arenarie fini [**GST**], di colore da grigio a giallastro (Figura 7.5), con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplankton, frammenti ittologici e frustoli vegetali. Generalmente alla base sono costituite da arenarie grossolane e conglomerati [**GSTc**] mentre al tetto passano a tufi pomicei alternati ad arenarie feldspatiche [**GSTa**].

La sequenza poggia in discordanza sui depositi del primo ciclo sedimentario miocenico [**RML**], e presenta giacitura suborizzontali o a bassa inclinazione (circa 5°).

Le litologie arenaceo-conglomeratiche costituiscono il terreno di fondazione della totalità delle opere in programma, per cui dovrà essere valutato con precisione il loro stato di alterazione e le relative caratteristiche geotecniche.

### **RML – Formazione della Marmilla**

Marne siltose di colore giallognolo, alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini con intercalazioni di tufi biancastri e livelli arenacei con forte componente vulcanoclastica [**RMLa**].

Gli spessori possono raggiungere i 200 m, come direttamente rilevato in sondaggi per ricerche idriche in territorio di Selegas.

La giacitura è perlopiù suborizzontale o leggermente inclinata, mediamente dell'ordine di 5-10° e localmente 13-15°. Si presenta molto alterata e detensionata per effetto dell'esposizione agli agenti atmosferici e mostra una evidente fissilità nei termini siltitici e fratturazione pseudoconcoide (*marne a saponetta*) nei termini a maggiore composizione argillosa.

Per gli interventi in programma rivestono una significatività trascurabile, poiché costituiscono il basamento delle Marne di Gesturi per cui non si prevede alcuna interferenza con le fondazioni degli aerogeneratori.





Figura 7.5 – Marne di Gesturi affioranti in una trincea stradale in prossimità dell'area di intervento.

## 7.4 Assetto idrogeologico

L'assetto idrogeologico dell'areale in oggetto è caratterizzato da un basamento litificato conglomeratico e marnoso siltoso-argilloso impermeabile a meno di locali condizioni di elevata fratturazione o di presenza di livelli arenaceo-sabbiosi e/o detritico-carbonatici entro i quali potrebbe instaurarsi una modesta circolazione idrica profonda.

In conseguenza della composizione spiccatamente argillosa, le coperture di eluvio-colluviali, in genere con spessori non superiori a pochi metri, sono contraddistinte da porosità e permeabilità poco favorevoli a permettere un'infiltrazione efficace rilevante e, pertanto, la formazione di una falda freatica superficiale.

Questa constatazione, insieme alla presenza di un sistema di irrigazione, è la ragione per cui nell'area in studio e nei comuni adiacenti sono rari i pozzi, peraltro profondi diverse decine di metri o oltre il centinaio di metri.

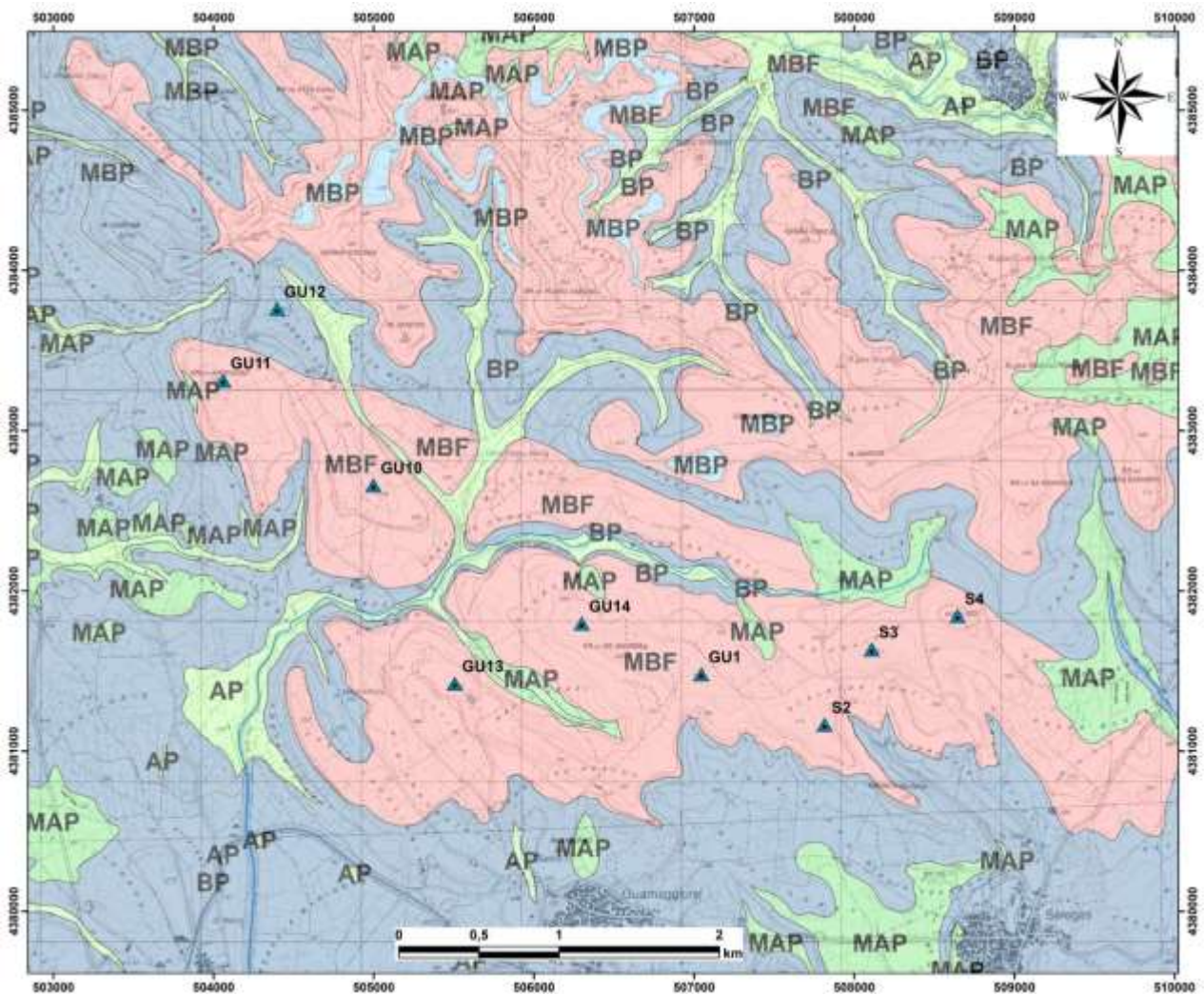


Figura 7.6 – Stralcio della Carta delle permeabilità allegata al PPR.

Alle unità litologiche distinte possono essere attribuite le seguenti classi di permeabilità:

- AP** Alta per porosità  
**MAP** Medio alta per porosità  
**MBP** Medio bassa per porosità  
**BF** Bassa per fratturazione  
**MBF** Medio bassa per fratturazione

#### **AP - Alta per porosità**

Vi rientrano i depositi alluvionali attuali e recenti [**b**] e i depositi olocenici terrazzati [**bn**] che caratterizzano le valli fluviali principali. Sono spesso sciolti ed incoerenti, in particolare per le frazioni sabbioso-ghiaiose caratterizzate da una permeabilità alta per porosità, che decresce notevolmente fino a medio-bassa nelle facies limoso-argillose suscettibili di fenomeni di ristagno.

#### **MAP - Medio alta per porosità**

Vi rientrano i depositi eluvio-colluviali attuali e recenti [**b<sub>2</sub>**], spesso sciolti ed incoerenti, che rappresentano la copertura delle formazioni marnose.

Derivando dal rimaneggiamento di terreni marnosi presentano complessivamente permeabilità bassa per porosità, localmente medio-alta laddove prevale la componente sabbiosa.

In relazione al loro ridotto spessore, questi depositi non sono capaci di ospitare acquiferi volumetricamente significativi. Questi depositi interessano una parte significativa dell'area che ospiterà le opere in progetto, di conseguenza il loro spessore e la relativa permeabilità dovranno essere valutate con opportune indagini geognostiche e geotecniche. Ricadono in questa categoria anche i detriti di versante [**a**] che comunque affiorano al di fuori dell'area direttamente interessata dal parco.

#### **MBP - Medio bassa per porosità**

Appartengono a questa categoria le litologie marnose con forte componente vulcanoclastica e livelli tufacei afferenti alla Formazione della Marmilla [**RMLa**] e le litologie marnose e marnoso-arenacee della formazione delle Marne di Gesturi [**GST**].

#### **BF - Bassa per fratturazione**

Appartengono a questa categoria le litologie tipicamente marnose della formazione della Marmilla [**RML**].

#### **MBF - Medio bassa per fratturazione**

Vi ricadono le litologie delle Marne di Gesturi in facies di tufi pomicei alternati ad arenarie feldspatiche [**GSTa**] e le facies conglomeratiche e arenacee [**GSTc**] nell'insieme da una permeabilità bassa ma localmente medio-alta per fratturazione in corrispondenza di bancate arenacee fratturate.

Non interferiscono direttamente con l'area su cui sorgeranno le opere in progetto.

Come si evince dallo schema idrogeologico del il Foglio 548 Senorbì, progetto CARG<sup>(1)</sup> di cui uno stralcio è riportato in Figura 7.7, le isofreatiche indicano valori compresi tra 230÷200 m s.l.m. ed i principali assi di drenaggio coincidono con il reticolo idrografico attuale (*Gora Barasi* e *Gora is Tramatzus*).

Da questo quadro generale si evince che nel settore di intervento la circolazione idrica sotterranea è strettamente vincolata dalla presenza di un substrato poco o nulla permeabile costituito da marne argillose della F.ne della Marmilla: quest'ultima non consente l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo se non in corrispondenza di variazioni stratigrafiche con presenza di intercalazione sabbioso-arenacee o fratture e giunti all'interno delle facies litoidi.

La copertura argilloso-limosa, per la granulometria molto fine e per il ridotto spessore, non costituisce un acquifero di rilievo, ma localmente è interessato da una debole umidità al contatto con il sottostante basamento impermeabile.

Non è escluso che in concomitanza delle precipitazioni possano instaurarsi condizioni di locale saturazione dei terreni sommitali e ristagni idrici.

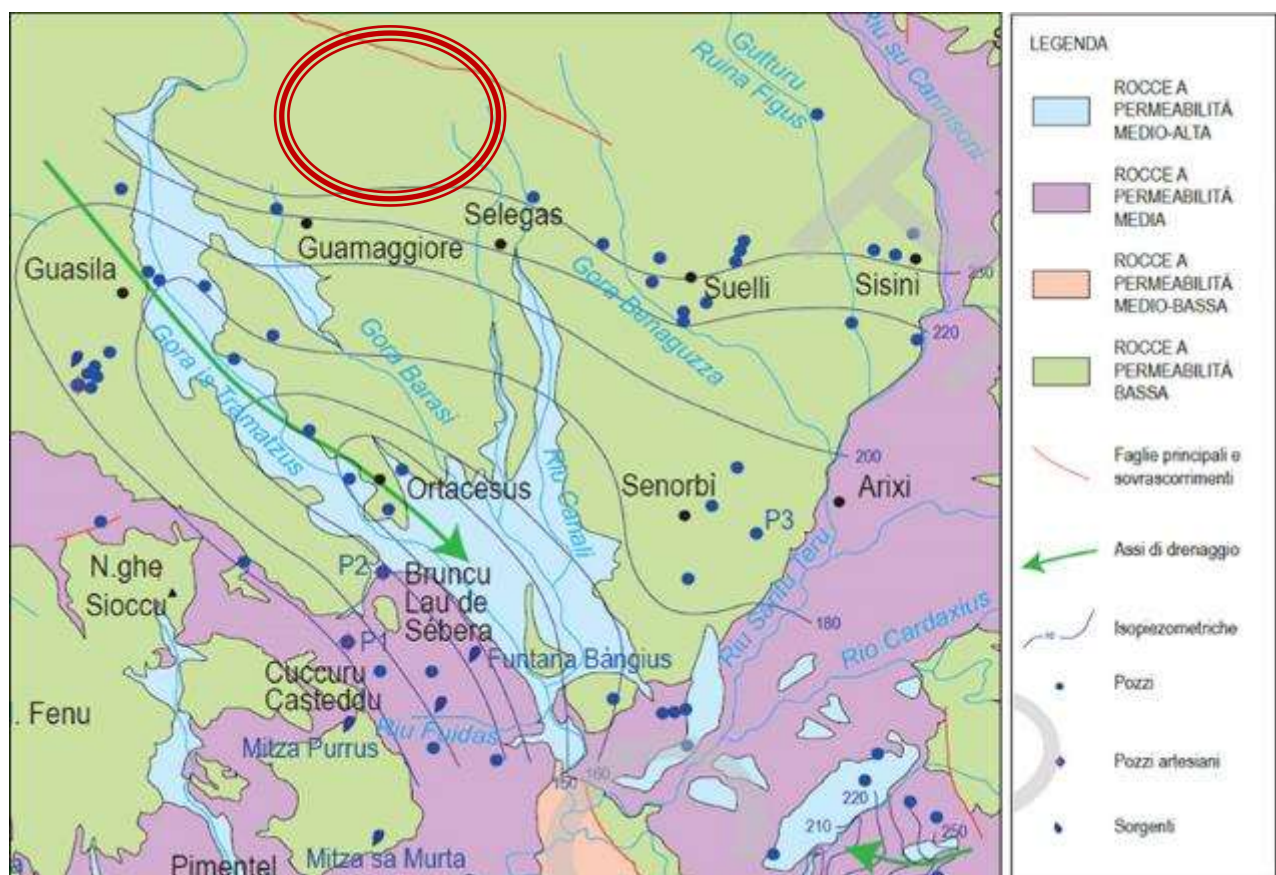


Figura 7.7 - Stralcio della carta idrogeologica del Foglio 548 "Senorbì" a corredo della carta geologica CARG.

<sup>(1)</sup> Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Servizio Geologico d'Italia

## 7.5 Assetto geomorfologico

L'areale designato per ospitare il parco eolico in parole s'inserisce in un ambito perlopiù collinare impostato sulle rocce marnoso-arenacee e conglomeratiche della Formazione della Marmilla e delle Marne di Gesturi, sormontate da depositi olocenici eluvio-colluviali più o meno pedogenizzati, detriti di versante nelle zone di raccordo con le aree vallive e depositi alluvionali entro le valli fluviali.



Figura 7.8 – Forme collinari dell'area vasta del sito che ospiterà S2.



Figura 7.9 – Panoramica dell'area vasta dei siti che ospiteranno S3 e S4.



Figura 7.10 – Forma tabulare in corrispondenza del sito che ospiterà S3.



Figura 7.12 – Panoramica dell'area vasta dei siti che ospiteranno GU10, GU11, GU12 e GU13 da SE



Figura 7.11 – Panoramiche dell'area vasta del parco da ovest (a sinistra) e da sud (a destra).

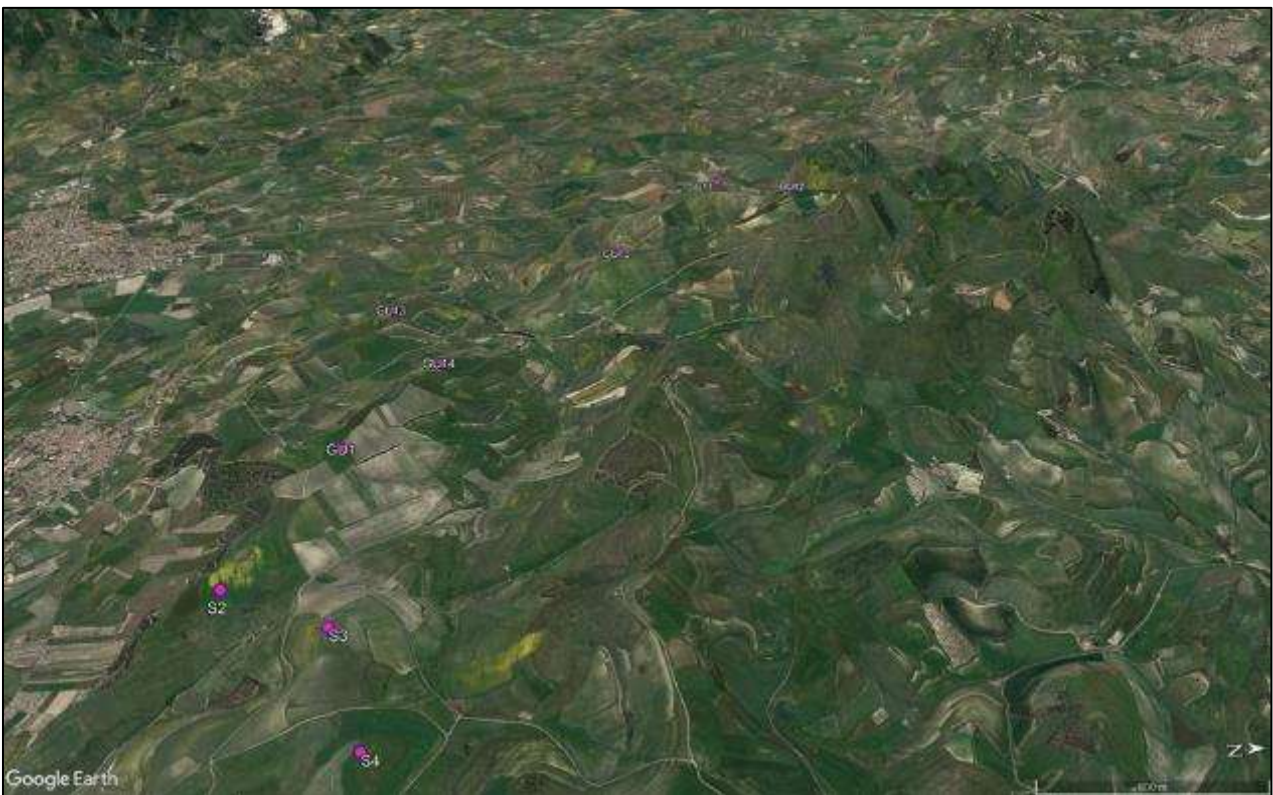


Figura 7.13 – Ambito morfologico d'insieme dell'areale che ospiterà il parco eolico, con vista da sud (in alto) e da est (in basso). Il rapporto lunghezze / altezze è di 1:3.

Le quote assolute variano tra circa 250 m s.l.m. all'interno delle valli e 467 m s.l.m. in corrispondenza del M.te Nuritzi.

In corrispondenza dei versanti delle colline le pendenze medie sono mediamente comprese tra il 10% e il 30%. Si distinguono strutture collinari isolate in corrispondenza dei substrati impostati su rocce arenacee e colline allungate secondo le principali direttrici strutturali in corrispondenza di litologie marnoso-siltose.

I risultati dell'erosione differenziale sono evidenti nel territorio di Guamaggiore ed in particolare al contatto tra le marne della F.ne della Marmilla [**RML**] e le sovrastanti bancate suborizzontali di arenarie che costituiscono la base della F.ne delle Marne di Gesturi [**GSTa**], ove si ha un accumulo di blocchi legati al crollo e all'arretramento della parte alta del versante in conseguenza del rapido arretramento per erosione al piede della sottostante formazione marnosa.

## **7.6 Assetto idrografico**

Stante la scarsa permeabilità delle rocce affioranti ed il ridotto spessore di coperture detritico-alluvionali, il sistema idrografico locale è poco sviluppato e le acque di ruscellamento convogliate rapidamente verso i rii a carattere stagionale che poi afferiscono al Campidano.

I corsi d'acqua principali sono rappresentati dal Riu Mannu, a nord dell'area d'interesse, e dal sistema Riu Monti / Riu Arai che separa il parco eolico in progetto in un settore meridionale e in uno settentrionale.

Ambedue questi corsi d'acqua hanno un senso di trasporto da est verso ovest.



Figura 7.14 – La valle del Riu Arai a sud del sito GU10.



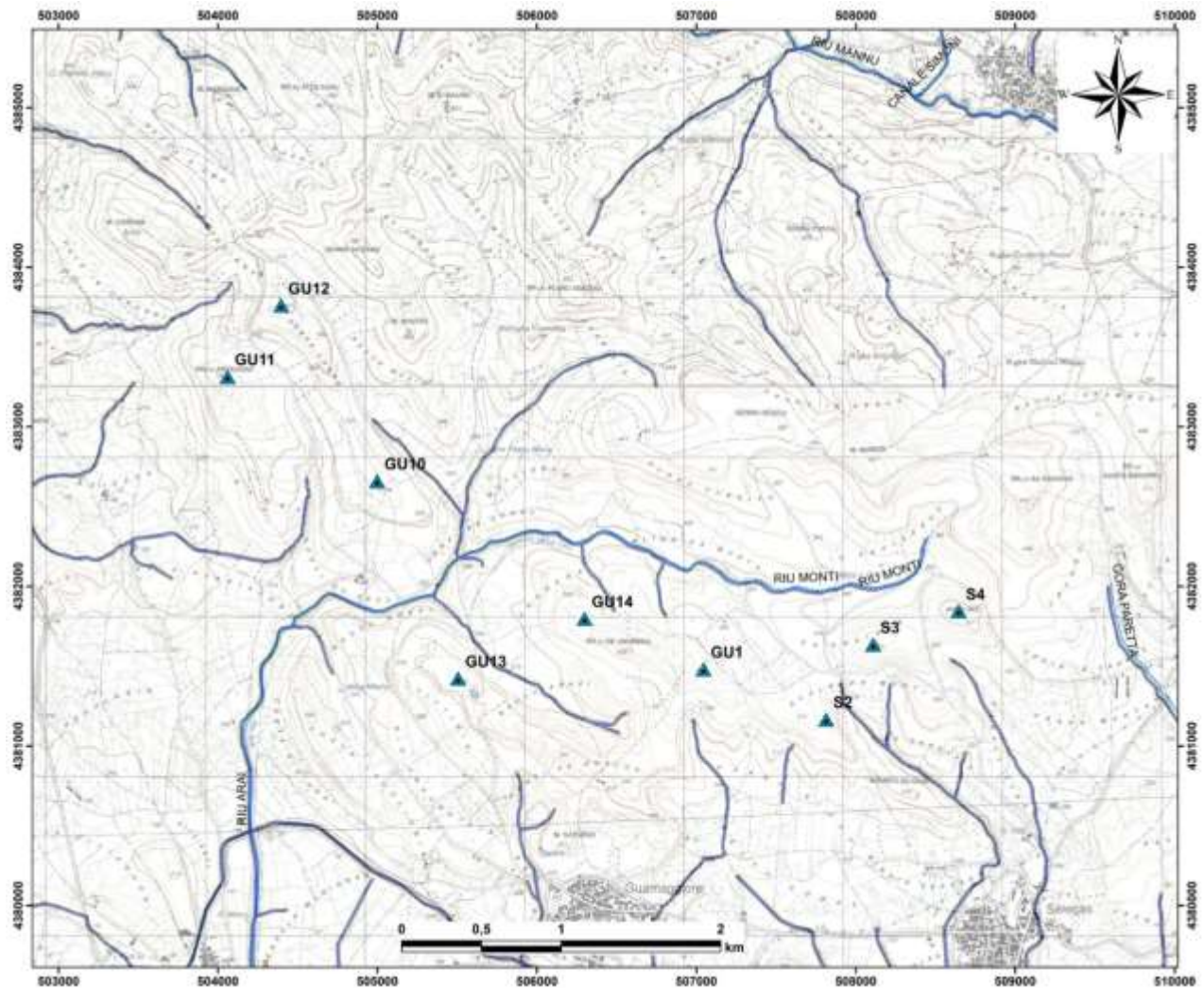


Figura 7.1 – Rete idrografica al contorno dell'area di intervento.

## 8 Aspetti tettonici e sismici

### 8.1 Sismicità storica del sito

Nonostante la bassa sismicità dell'Isola, importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici denotano eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa oltre altri verificatisi nell'ultimo secolo in Sardegna o nel Mar Tirreno, con magnitudo massima del VI grado della scala Mercalli.

Tra questi si annoverano il terremoto del 04.06.1616, gli eventi degli anni 1838 (VI grado Mercalli), 1870 (V grado Mercalli), 1948 (VI grado Mercalli), 1960 (V grado).

Degno di attenzione sono il sisma del 30.08.1977 avvertito a Cagliari, del 03.03.2001 che ha fatto registrare magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro e quello del 09.11.2010 di analoga magnitudo nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo  $< 2,7$  (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

L'archivio dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) non indica alcun evento con epicentro nei comuni di Selegase Guamaggiore.

Dal database DISS relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo  $> 5.5$ , si evince che il settore di intervento non è direttamente gravato da potenziali faglie sismogenetiche.

## 8.2 Classificazione sismica

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali, ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», entrata in vigore dal 25.10.2005 in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle «*Norme Tecniche per le Costruzioni*» e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha lasciato facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4.

In relazione alla pericolosità sismica - espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi - il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_{g475}$ ), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di  $a_{g475}$  con una tolleranza 0,025g a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido ( $a_g$ ), che deve essere considerato in sede di progettazione.

Il sito di specifico intervento edilizio, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro **ag** è assegnato un valore di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compreso tra **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione.

## 8.3 Categoria di sottosuolo

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del D.M. del 1701.2018, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali.

Per depositi con profondità del substrato  $> 30$  m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{Seq}$  è definita dal parametro  $V_{S30}$  ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Alla luce di quanto, ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le «*Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*», un sito può essere classificato attraverso il valore delle  $V_{Seq}$  con l'appartenenza alle differenti categorie sismiche; ovvero:

- A]** ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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]** rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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;
- C]** depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti 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]** depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, 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]** Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Una prospezione MASW eseguita per altro intervento edilizio in un'area contermina, ha restituito **categorie di sottosuolo di tipo "A" e di tipo "B"** le quali, salvo le necessarie verifiche sito-specifiche, si potranno adottare indicativamente anche nel caso specifico.

## **9 Pericolosità geologica**

### **9.1 Pericolosità da inondazione**

I Comuni di Selegas e Guamaggiore ricadono entro nel Sub-Bacino N. 7 "*Flumendosa – Campidano – Cixerri*" definiti dal Piano di Assetto Idrogeologico approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006.

Dalla disamina delle cartografie consultabili nel Geoportale della Sardegna (aggiornati al 2020), nei siti istituzionali dei comuni, in quello dell'Autorità di Bacino della Sardegna, sezione dedicata agli atti (Delibere del Comitato Istituzionale e Determinazioni del Segretario Generale dell'AdB), risulta che la mappatura del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) ottobre 2021 è lo strumento più aggiornato, salvo perimetrazioni in corso di approvazione di cui al momento non sono stati reperiti riscontri ufficiali.

#### **9.1.1 Comune di Selegas**

Non è stato reperito alcuno studio PAI a livello comunale.

Nessuna delle aree designate ad ospitare le opere sono gravate da criticità da inondazione, come si evince dalla cartografia consultabile sul Geoportale regionale e del PGRA.

Non sono state altresì interessate dal passaggio del ciclone "Cleopatra".

### 9.1.2 Comune di Guamaggiore

Dai piani di settore ufficiali consultabili nel Geoportale della Sardegna, risulta che nessuna delle aree designate ad ospitare le opere sono gravate da criticità da inondazione, come si evince dalla cartografia in Figura 9.1 che riporta uno stralcio della mappatura del PGRA.

Non sono state altresì interessate dal passaggio del ciclone "Cleopatra".

Benché non interferente con l'intervento in progetto, la succitata mappa indica nella parte settentrionale dell'abitato un'areale con gravi problematiche idrauliche per la presenza di un canale di guardia, verosimilmente sottodimensionato rispetto al carico idraulico cui è soggetto in occasione di pioggia intensa e perdurevole.

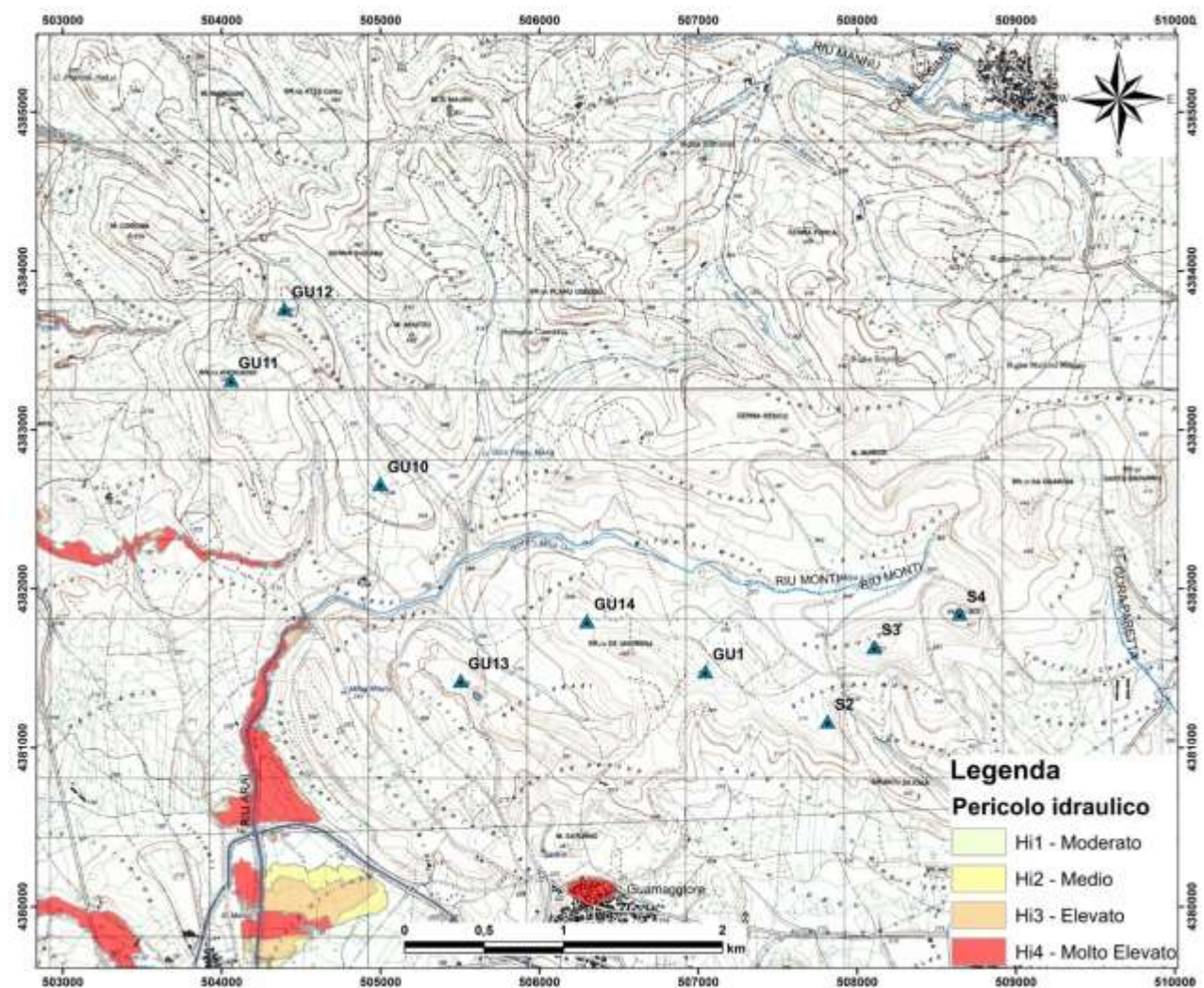


Figura 9.1 – Perimetrazione della pericolosità idraulica secondo il PGRA ottobre 2021.

In ossequio alle NTA, la realizzazione dell'intervento edilizio relativo al cavidotto e alla viabilità sarà subordinata alla verifica delle condizioni ante e post, con il supporto di indagini geognostiche e geotecniche all'uopo condotte.

## 9.2 Pericolosità da frana

Le carte della pericolosità da frana del PAI consultabili nel Geoportale della Sardegna (Figura 9.2) non indicano alcuna criticità in corrispondenza dei siti designati per la realizzazione delle torri eoliche. Vero è che gli aerogeneratori S2 e GU13 lambiscono la perimetrazione Hg1 (**Pericolosità moderata** «I fenomeni franosi o potenziali sono marginali») la quale, pur non precludendo formalmente l'attuazione dell'intervento, trova ragione nella presenza delle cornici rocciose delle bancate sedimentarie mioceniche.

Va da sé che questa configurazione richiederà cautele ed accorgimenti in fase di realizzazione degli scavi per le fondazioni, piuttosto che per la realizzazione e l'adeguamento della viabilità e la posa del cavidotto interrato. Detta condizione richiederà obbligatoriamente una verifica delle condizioni ante e post funzionalmente alle tipologie delle opere in programma, supportate da un'adeguata campagna di indagini geologiche e geotecniche.

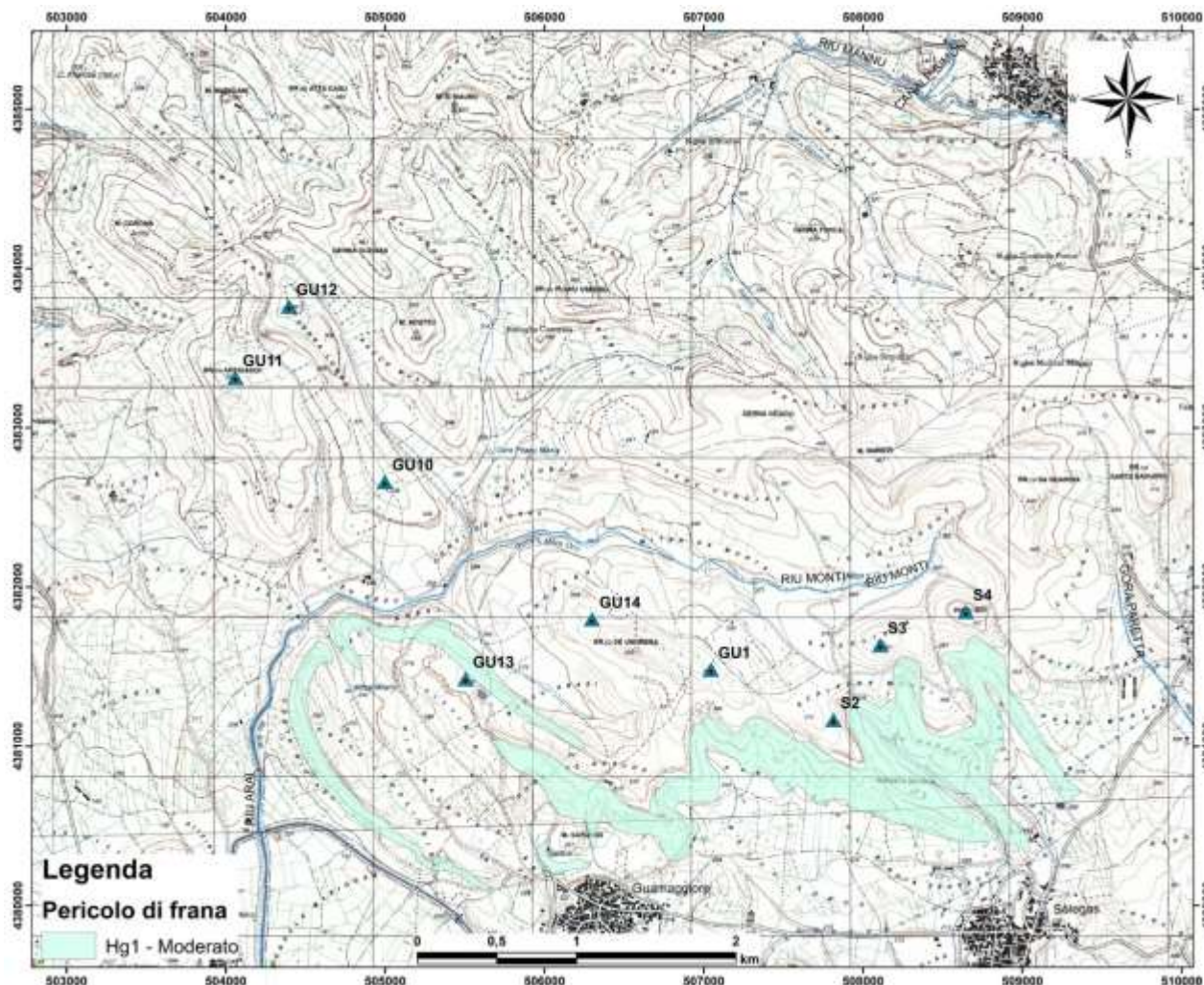


Figura 9.2 – Perimetrazione della pericolosità da frana secondo il PAI, estratta dal geoportale della RAS (<https://www.sardegna-geoportale.it/webgis2/sardegna-mappe/?map=mappetematiche>), con modifiche.

### 9.3 Pericolosità sismica

La bassissima sismicità dell'Isola fa escludere elementi di pericolosità sismica che possano compromettere l'integrità e la fruibilità dell'opera in progetto.

Dal *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CApable faults*) non si evince alcun elemento tettonico capace di interferire direttamente con i luoghi di intervento (Figura 9.3 **Errore. L 'origine riferimento non è stata trovata.**).

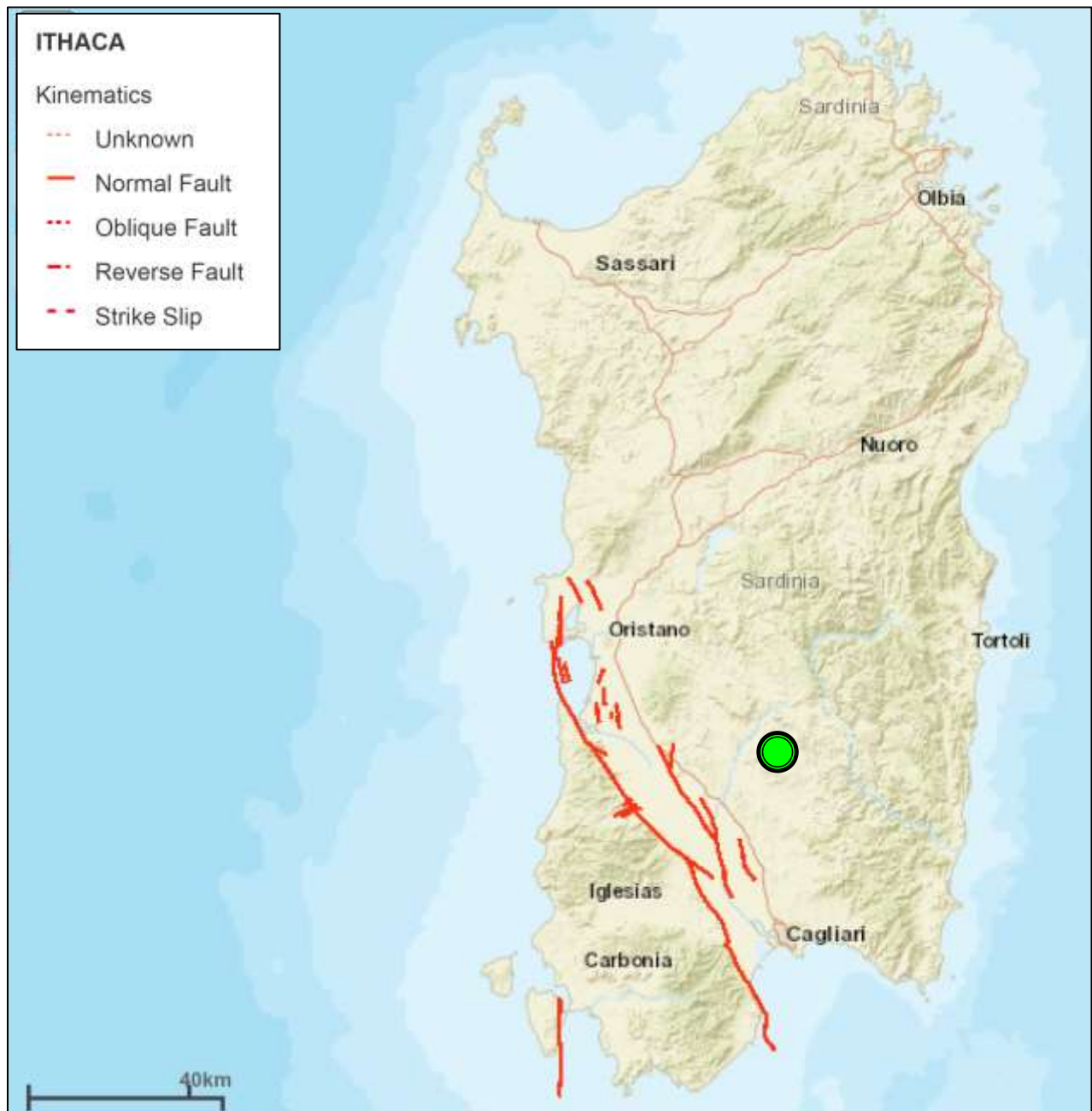


Figura 9.3 – Mappa con l'ubicazione delle faglie capaci scaricato dal catalogo del progetto ITHACA.

## **9.4 Pericolosità idrogeologica**

Riguardo gli aspetti idrogeologici, la predominanza di terreni/rocce a prevalente componente argilloso-marnosa contraddistinte da permeabilità da nulla a molto bassa, fa ritenere poco plausibile qualsivoglia interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense, scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare la coltre eluvio-colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

Ad ogni buon conto, per la tipologia degli interventi in programma, non sussistono i presupposti affinché l'opera in progetto possa influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

## **9.5 Subsidenza**

Se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, la subsidenza è irrilevante tra i processi morfodinamici dell'Isola: gli unici fenomeni riconducibili a subsidenza sono i "sink-holes" localizzati negli hinterland di Carbonia ed Iglesias.

Non sono noti nell'area sink-hole o altre tipologie di subsidenza naturale.

Analogamente, non si è a conoscenza di abbassamenti del suolo provocati dallo sfruttamento delle falde acquifere.



## 10 Caratterizzazione geotecnica

Vengono di seguito descritti i caratteri geotecnici dei siti designati per ospitare gli aerogeneratori, che costituiscono le opere di maggior impatto sul sottosuolo, in via preliminare e del tutto indicativa sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologici analoghi.

Coerentemente con quanto precedentemente illustrato, la successione stratigrafica assunta per rappresentare il sottosuolo dei luoghi di intervento vede, a partire dall'alto, le seguenti unità litologiche:

- A** Terre di riporto e suoli
- B** Argille limose grigio-brunastre
- C** Colluvi limo-argillosi
- D** Basamento marnoso-arenaceo da alterato a litoide

### **A – Terre di riporto e suoli**

Spessore min 0,20 m

Spessore max 0,50 m

Terre argillose più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore perlopiù marroncino.

Per lo spessore esiguo, in contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.

Per tale motivo si omette la parametrizzazione geotecnica.

### **B – Argille limose grigio-brunastre**

Spessore min 0,30 m

Spessore max 2,50 m

Argille limose di colore grigio-brunastro, plastiche, poco consistenti e localmente presenti in coincidenza delle aree depresse o di pedimonte, in lingue o lenti senza soluzione di continuità.

L'elevato tenore argilloso rende detto terreno "inaffidabile" dal punto di vista geotecnico in quanto suscettibile a contrazioni e rigonfiamenti a seconda del variare del contenuto d'acqua.

Parametri geotecnici indicativi:

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| – Peso di volume naturale        | $\gamma_{\text{nat}} = 16,50 \div 17,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 18^\circ$                                    |
| – Coesione non drenata           | $c_u = 0,20 \div 0,30 \text{ daN/cm}^2$                 |
| – Modulo edometrico              | $E_{\text{ed}} = 30 \div 40 \text{ daN/cm}^2$           |

**C – Colluvio limo-argilloso**

Spessore min 1,50 m

Spessore max 2,50 m

Colluvio argilloso-carbonatico, con noduli carbonatici, asciutto, consistente per effetto della temporanea essiccazione. Come per lo strato precedente, il rinvenimento di questo deposito è localizzato.

Test condotti su terreni simili per altre iniziative edilizie ascrivono queste terre al gruppo A<sub>7-6</sub> «Argille fortemente compressibili e fortemente plastiche» della Classificazione CNR-UNI 10006 e CL della Classificazione USCS «Argille inorganiche di medio-bassa plasticità; argille limose».

Dal punto di vista applicativo valgono le stesse limitazioni rappresentate per lo Strato B per cui questi terreni non costituiscono un piano sufficientemente performante per le fondazioni delle torri eoliche.

Parametri geotecnici indicativi:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| – Peso di volume naturale        | $\gamma_{nat} = 18,50 \div 19,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 20 \div 22^\circ$                     |
| – Coesione non drenata           | $c_u = 0,30 \div 0,40 \text{ daN/cm}^2$          |
| – Modulo Edometrico              | $E_{ed} = 50 \div 60 \text{ daN/cm}^2$           |

**D – Basamento marnoso-arenaceo**

Spessore pluridecametrico

Marne siltose ed arenacee di colore beige-giallognolo.

Trattasi nel complesso di rocce tenere che si presentano generalmente alterate fino ad almeno 3 m di profondità, localmente ridotte alla stregua di un'argilla a scaglie consistenti con patine di ossidazione nella porzione sommitale.

Si distinguono due facies differenti con comportamento meccanico altrettanto dissimile.

**D1** - Fascia di alterazione con proprietà meccaniche simili ai terreni colluviali limo-argillosa soprastanti, per la quale si ritengono validi i seguenti parametri geotecnici:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| – Peso di volume naturale        | $\gamma_{nat} = 18,50 \div 19,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 18^\circ$                             |
| – Coesione non drenata           | $c_u = 0,30 \div 0,40 \text{ daN/cm}^2$          |
| – Modulo Edometrico              | $E_{ed} = 50 \div 60 \text{ daN/cm}^2$           |

**D2** - Substrato marnoso litoide tenero e fratturato

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| – Peso di volume naturale        | $\gamma_{nat} = 21,50 \div 22,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 25 \div 35^\circ$                     |
| – Coesione                       | $c = 2,00 \div 3,00 \text{ daN/cm}^2$            |
| – Modulo di comprimibilità       | $E > 1.000 \text{ daN/cm}^2$                     |

Gli altri parametri che si possono assumere indicativamente in sede di verifiche sono (con diretto riferimento agli identificativi delle torri eoliche):

- zona sismica **IV**
- Categoria di sottosuolo **A**
- Coefficiente di amplificazione sismica **T1**
- Accelerazione massima **ag/g = 0,0588**

## 11 Conclusioni

Il settore ove si prevede la realizzazione del Parco Eolico "Pizzu Boi" vede la presenza di un substrato litoide, sormontato da una coltre plurimetrica eluvio-colluviale di colore bruno superficialmente rimaneggiata dalle pratiche agricole.

A causa della marcata frazione argillosa che predispone il sedimento a rigonfiamento e contrazione con il variare del grado di umidità, le caratteristiche geotecniche della copertura terrigena, allo stato attuale delle conoscenze, pongono limitazioni nella scelta della tipologia fondale.

Si potranno prevedere fondazioni dirette solo nel substrato litificato marnoso-argilloso [Strato D], fatti salvi i necessari accorgimenti operativi per evitare il detensionamento del piano di fondazione (immediato getto contro terra di magrone).

La predominanza di terreni/rocce a prevalente componente argillo-marnosa contraddistinte da permeabilità da nulla a molto bassa, consente di escludere qualsiasi interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense, scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare la coltre eluvio-colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori sulla sommità di dorsali morfologiche ben modellate o su pendio a modesta pendenza, favorisce diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi.

Vero è che le opere denominate S2 e GU13 lambiscono la perimetrazione Hg1 la quale, pur non precludendo formalmente l'attuazione dell'intervento, trova ragione nella presenza delle cornici rocciose delle bancate sedimentarie mioceniche.

Va da sé che questa configurazione richiederà cautele ed accorgimenti in fase di realizzazione degli scavi per le fondazioni, piuttosto che per la realizzazione e l'adeguamento della viabilità e la posa del cavidotto interrato.

La coesione insita anche nella coltre terrigena sommitale assicura la tenuta delle pareti di scavo anche per pendenze prossime alla verticalità a medio termine (settimane) purché in condizioni asciutte. La giacitura suborizzontale delle bancate marnose non predispone a fenomeni di instabilità durante le operazioni di sbancamento, nemmeno se a sezione obbligatoria. Durante la stagione piovosa, potrebbero manifestarsi locali crolli di detrito.

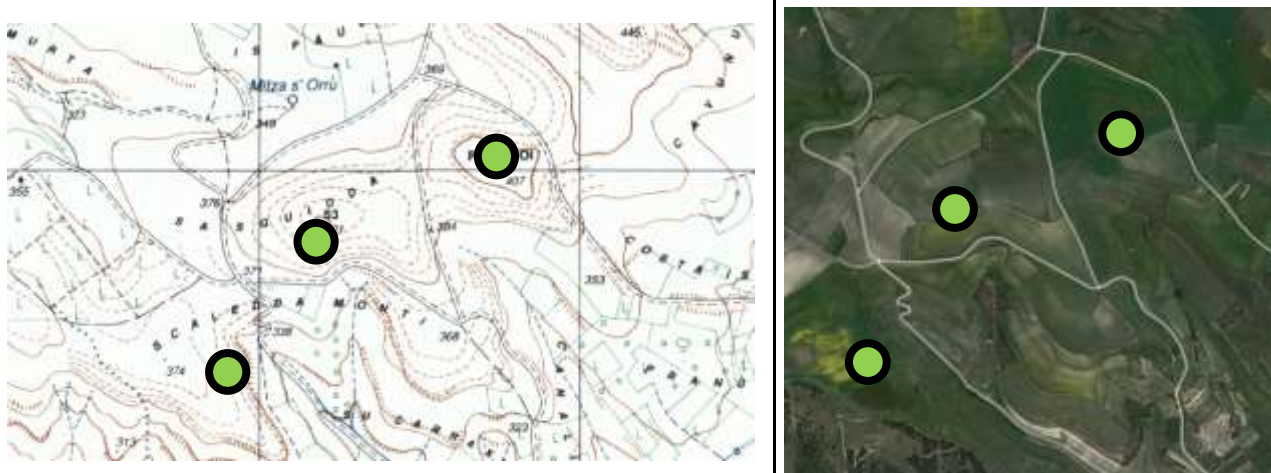




I siti designati per gli aerogeneratori ricadono in posizioni sceve da pericolosità da inondazione non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua. Sono gravati da vincolo idraulico PAI alcuni tratti di viabilità da adeguare e di cavidotto interrato in MT.





Quanto sino a qui illustrato è scaturito da un'analisi basata su rilievi di superficie e su dati estrapolati dalla miscellanea regionale. La scelta ed dimensionamento della tipologia fondale, così come gli accorgimenti in fase operativa, non potrà prescindere dall'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo.

### **Riferimenti bibliografici**

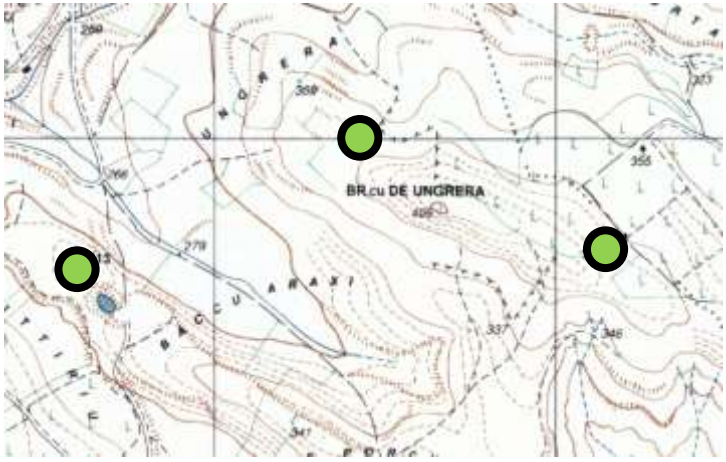



- BECCALUVA L., COLTORTI M., GALASSI B., MACCIOTTA G. & SIENA F. (1994) - *The Caenozoic clcalkaline magmatism of the western Mediterranean and its geodynamic significance*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, **36**: 293-308.
- CARMIGNANI L., OGGIANO G., BARCA S., CONTI P., SALVADORI I., ELTRUDIS A., FUNEDDA A. & PASCI S. (2001) - *Geologia della Sardegna. Note illustrative della Carta Geologica in scala 1:200.000*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, **LX**: 283 p., Roma.
- CHERCHI A. & MONTADERT L. (1982) - *Oligo-Miocene rift of Sardinia and the early history of the Western Mediterranean Basin*. Nature, **298** (5876): 736-739, London.
- LECCA L., LONIS R., LUXORO S., MELIS E., SECCHI F. & BROTZU P. (1997) - *Oligo-Miocene volcanic sequences and rifting stages in Sardinia: a review*. Periodico di Mineralogia, **66**: 7-61, Roma.

## 12 Schede sito


SETTORE ORIENTALE - AEROGENERATORI S2, S3, S4	
<b>PROGETTO</b> <b>UBICAZIONE</b> <b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b>	Impianto eolico "Pizzu Boi" Comune di Selegas – Provincia Sud Sardegna Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina
<b>ACCESSIBILITÀ</b>	Presenza di stradelli asfaltati e in terra battuta, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla SP05. I punti si trovano in mezzo a campi coltivati su cui sarà necessario creare una viabilità che consenta il raggiungimento dagli stradelli limitrofi.
	
 <p>Vista panoramica da sud di S4</p>	 <p>Vista panoramica da SE di S3</p>
 <p>Vista panoramica da ovest di S4</p>	 <p>Sito S3</p>

	
<p>Stradello di avvicinamento ai siti S2, S3 e S4</p>	<p>Stradello di avvicinamento ai siti S3 e S4</p>
	
<p>Vista panoramica di S2</p>	<p>Sito S2</p>
<p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p>	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore da decimetrico a metrico con sparsi blocchi decimetrici di marna, arenaria e calcarenite.</p> <p>Il substrato lapideo, raramente affiorante, è presumibilmente rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR, da marne, arenarie e calcareniti appartenenti alla Formazione delle Marne di Gesturi.</p> <p>La giacitura è sub-orizzontale.</p>
<p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>	<p>I siti sono ubicati lungo la parte sommitale o la parte alta, a debole pendenza, dei versanti di ampie colline. La parte sommitale di tali colline è sub-orizzontale coerentemente con la giacitura delle formazioni che ne costituiscono l'ossatura.</p> <p>I versanti presentano inclinazioni massime di circa il 25%.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce dove talvolta il substrato roccioso, quasi mai affiorante, delinea una morfologia a gradoni.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<p><b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b></p>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p>



SETTORE CENTRALE - AEROGENERATORI GU01, GU13, GU14	
<b>PROGETTO</b> <b>UBICAZIONE</b> <b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b>	Impianto eolico "Pizzu Boi" Comune di Guamaggiore – Provincia Sud Sardegna Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina
<b>ACCESSIBILITÀ</b>	Presenza di stradelli in terra battuta, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla SP05, o dall'abitato di Guamaggiore. I punti si trovano in mezzo a campi coltivati su cui sarà necessario creare una viabilità che consenta il raggiungimento dagli stradelli posti a valle.
	
	
Vista panoramica da est di GU01	Vista panoramica da sud di GU14

	
<p>Sito GU3</p>	<p>Stradello di avvicinamento a GU13</p>
<p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p>	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore da decimetrico a metrico con sparsi blocchi decimetrici di marna, arenaria e calcarenite.</p> <p>Il substrato lapideo, raramente affiorante, è presumibilmente rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR, da marne, arenarie e calcareniti appartenenti alla Formazione delle Marne di Gesturi.</p> <p>La giacitura è sub-orizzontale.</p>
<p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>	<p>I siti sono ubicati lungo la parte sommitale o la parte alta, a debole pendenza, dei versanti di ampie colline. La parte sommitale di tali colline è sub-orizzontale coerentemente con la giacitura delle formazioni che ne costituiscono l'ossatura.</p> <p>I versanti presentano inclinazioni massime di circa il 30%.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce dove talvolta il substrato roccioso, quasi mai affiorante, delinea una morfologia a gradoni.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<p><b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b></p>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rileva la presenza di sorgenti. Non si rilevano altre opere di captazione di acque sotterranee (pozzi né a largo né a piccolo diametro).</p>

SETTORE OCCIDENTALE - AEROGENERATORI GU10, GU11, GU12	
<b>PROGETTO</b> <b>UBICAZIONE</b> <b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b>	Impianto eolico "Pizzu Boi" Comune di Guamaggiore – Provincia Sud Sardegna Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina
<b>ACCESSIBILITÀ</b>	Presenza di stradelli in terra battuta, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dall'abitato di Guamaggiore. I punti si trovano in mezzo a campi coltivati su cui sarà necessario creare una viabilità che consenta il raggiungimento dagli stradelli limitrofi.
	
	
<p>Vista panoramica da est di GU10</p> <p>Vista panoramica di GU12</p>	

	
<p>Vista panoramica da NNE di GU11</p>	<p>Stradello di avvicinamento a GU10 e GU11</p>
<p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p>	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore da decimetrico a metrico con sparsi blocchi decimetrici di marna, arenaria e calcarenite.</p> <p>Il substrato lapideo, raramente affiorante, è presumibilmente rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR, da marne, arenarie e calcareniti appartenenti alla Formazione delle Marne di Gesturi.</p> <p>La giacitura è sub-orizzontale.</p>
<p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>	<p>I siti sono ubicati lungo la parte sommitale o la parte alta, a debole pendenza, dei versanti di ampie colline. La parte sommitale di tali colline è sub-orizzontale coerentemente con la giacitura delle formazioni che ne costituiscono l'ossatura.</p> <p>I versanti presentano inclinazioni massime di circa il 30%.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce dove talvolta il substrato roccioso, quasi mai affiorante, delinea una morfologia a gradoni.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<p><b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b></p>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rileva la presenza di sorgenti. Non si rilevano altre opere di captazione di acque sotterranee (pozzi né a largo né a piccolo diametro).</p>