

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO E OPERE CONNESSE PAULI ARBAREI

**LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 16 S.R.L.**

**POTENZA IMPIANTO 33,81 MW e 7,80 MW DI ACCUMULO**

## Proponente

**LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 16 S.R.L.**

VIA GIACOMO LEOPARDI, 7 - 20123 MILANO (MI) - P.IVA: 12593760965 - PEC: [lightsourcespv\\_16@legalmail.it](mailto:lightsourcespv_16@legalmail.it)

## Progettazione

**Ing. Antonello Ruttilio**

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)

Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.ruttilio@incico.com](mailto:a.ruttilio@incico.com)

## Collaboratori

**Ing. Lorenzo Stocchino**

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)

Tel.: +39 0532 202613 – email: [l.stocchino@incico.com](mailto:l.stocchino@incico.com)

## Coordinamento progettuale

**SOLAR IT S.R.L.**

VIA ILARIA ALPI 4 – 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiappec.it](mailto:solarit@lamiappec.it)

Tel.: +390425 072 257 – email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

## Titolo Elaborato

### Relazione geologica

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL21	23SOL11_PD_REL21.00-Relazione geologica.docx	31/03/2023

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	MARZO '23	EMISSIONE PER PERMITTING	GB	IN	RG



**COMUNE DI PAULI ARBAREI (SU) - COMUNE DI LUNAMATRONA (SU)**

**REGIONE SARDEGNA**



# Relazione geologica

## INDICE

1. PREMESSA .....	1
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	2
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	2
5. ELEMENTI DI VINCOLO PIANIFICATORIO E AMBIENTALI E RISCHIO IDRAULICO .....	6
6. SISMICA .....	10
7. CONCLUSIONI .....	14

## 1. PREMESSA

La presente relazione prende in esame un settore del territorio comunale di i Pauli Arbarei e Lunamatrona, in Provincia di Sud Sardegna, nel quale è prevista la realizzazione di una centrale fotovoltaica. Il sito è ubicato ad una distanza di circa 1500 metri a sud dal centro abitato di Pauli Arbarei e circa 2100 m ad est dal centro di Lunamatrona (Figura 1.1).

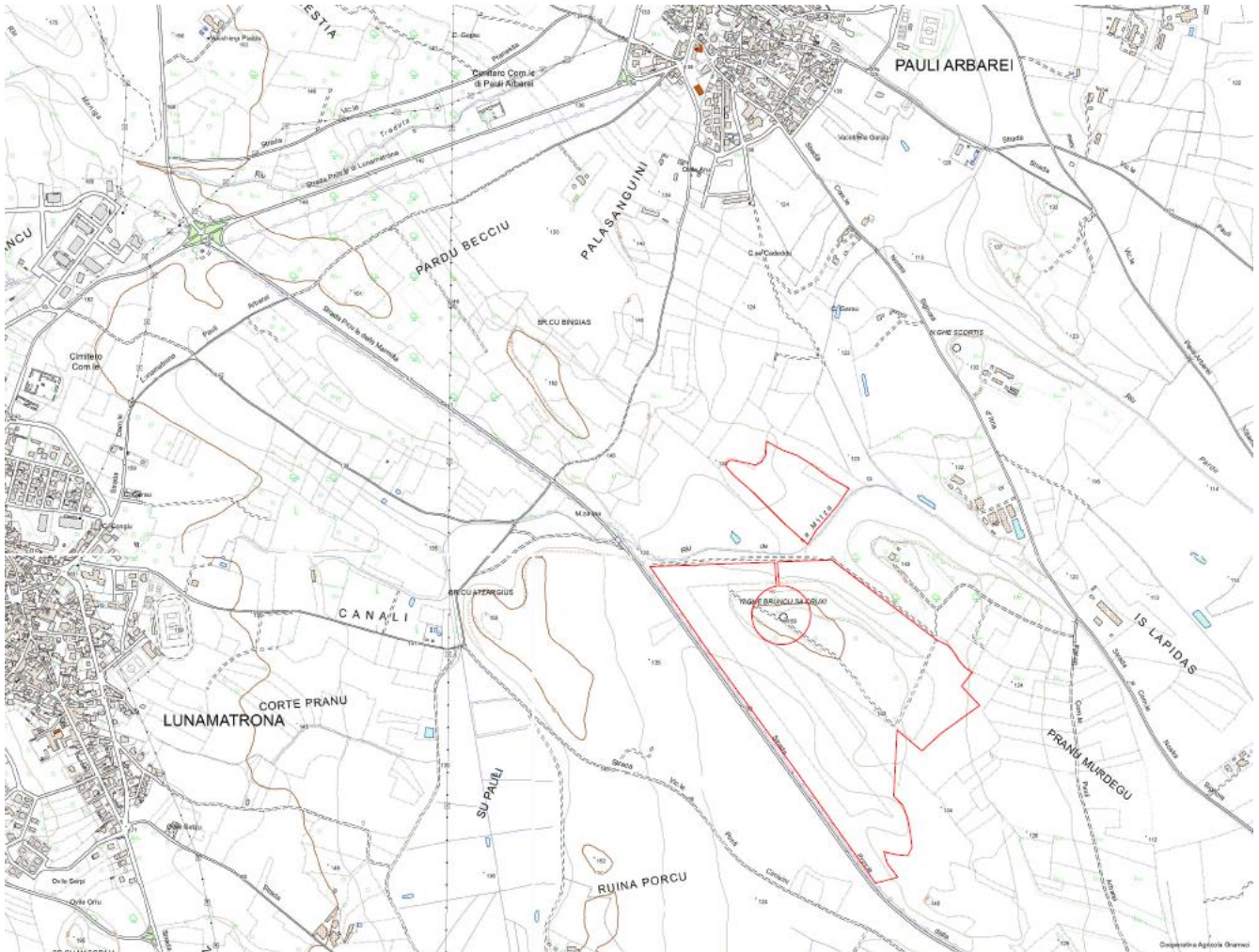


Figura 1.1 – Inquadramento generale dell'area

La figura 1.2, tratta da Google Earth, mostra una veduta aerea dell'area, consentendo di identificarne il principale carattere morfologico di area medio-collinare con quote comprese tra 129 e 154 metri s.l.m..



Figura 1.2 – Veduta aerea dell’area in oggetto (da Google Earth)

Al fine di caratterizzare i terreni che sono presenti nell’area dal punto di vista geologico, idrogeologico e sismico, sono stati presi in considerazione dati essenzialmente derivati da vari strumenti di pianificazione comunale, provinciale e regionale.

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] – Piano Urbanistico Comunale
- [2] - Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI - Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 aggiornato con Delib.G.R. n. 43/2 del 27.8.2020)
- [3] - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F. - Approvato con Delibera n.2 del 17.12.2015)
- [4] – Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000 – Barca, Carmignani, Oggiano, Pertusati, Salvadori)

## 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 17/01/2018: Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” – NTC2018.
- [2] C.M. 21/01/2019: Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17 gennaio 2018.

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel presente capitolo viene preso in esame il quadro geologico generale dell’area di indagine, per la cui redazione sono stati prese in considerazione le informazioni desunte principalmente dal PUC, le cui cartografie sono state ampiamente riprodotte, avendone estratto le porzioni a copertura dell’area in esame.

Dal punto di vista geologico generale, l'area di progetto si colloca nel settore di distensione tettonica terziaria durante la quale si è avuta la frammentazione della catena paleozoica e delle intrusioni granitiche tardo-erciniche e che ha condotto ad estesi episodi effusivi vulcanici ed alla formazione di bacini lacustri continentali tardo miocenici. Un quadro generale dell'assetto geologico di questo settore è visibile in figura 4.1 nella quale l'area di studio è marcata da un cerchio rosso. Le aree a tonalità marrone-rosa rappresentano i litotipi vulcanici mentre quelli in giallo indicano i depositi continentali tardo miocenici. I terreni paleozoici e le intrusioni granitiche si sviluppano a Nord Ovest e in parte a Sud Ovest dell'area in oggetto.

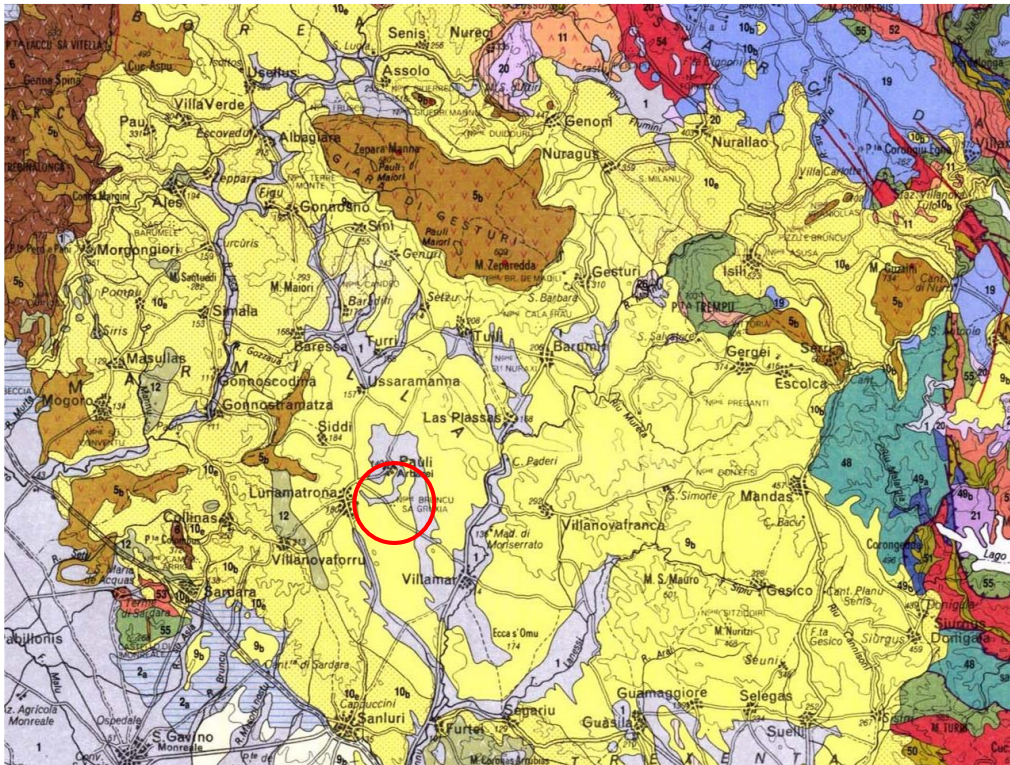


Figura 4.1 (da: Carta Geologica della Sardegna Scala 1:200.000)

La morfologia del territorio in esame è caratterizzata da un monotono paesaggio collinare. Soltanto in alcune zone, dove i litotipi più tenaci si presentano in grossi banchi, si sviluppano dorsali di preferenza allungate da N-S. Generalmente il terreno presenta una acclività e una morfologia con un andamento planoaltimetrico da pianeggiante a collinare con pendenze modeste nella parte orientale.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico l'area in esame si estende nella regione della Marmilla che rappresenta il margine nordorientale del graben del Campidano, legato alla fase distensiva che interessa buona parte dell'isola a partire dal Miocene superiore fino al Plio-Pleistocene.

In linea generale nell'area affiorano prevalentemente terreni sedimentari della successione oligo-miocenica del Campidano-Sulcis legata al rift oligo-miocenico sardo ("Fossa Sarda"; Vardabasso, 1962). Lo schema geostratigrafico rappresentato in figura 4.2 illustra i rapporti stratigrafici tra le formazioni sedimentarie.

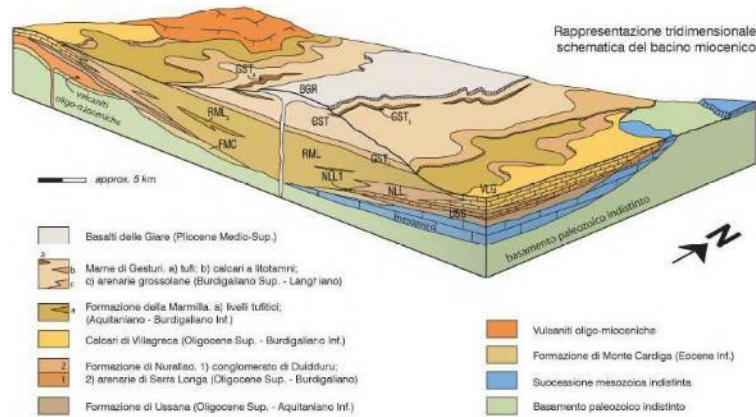


Figura 4.1 - Schema dei rapporti stratigrafici da Carta Geologica d'Italia - Foglio 540 "Mandas".

Nella ristretta area di studio l'unica formazione affiorante e verosimilmente caratterizzante il sottosuolo per spessori notevoli è la Formazione terziaria della Marmilla.

La successione stratigrafica è caratterizzata da marne siltose, marne arenacee giallognole e sottili livelli di arenaria fine e media a componente vulcanoclastica di ambiente marino distale e talora torbido. Localmente prevalgono i livelli arenacei più competenti e più grossolani, di colore dal bruno-giallognolo al grigio chiaro; questi ultimi presentano solitamente spessori limitati, sono localmente bioturbati e possono contenere intercalate lenti arenacee meno cementate e ricche di frustoli vegetali carboniosi.

La Formazione della Marmilla ha spessori assai variabili e nell'area di interesse è stimabile uno spessore di almeno 100 metri. Nell'area in studio la giacitura è da orizzontale a suborizzontale con immersione verso NE e SE ed inclinazioni generalmente comprese tra 0° e 2°.

In corrispondenza delle sporadiche incisioni vallive si sviluppano depositi di natura alluvionale, localmente terrazzati, sabbioso ghiaiosi e depositi eluvio-colluviali.

Il quadro geologico di dettaglio dell'area, dedotto dal Geoportale Regionale della Sardegna, è visibile in figura 4.2.

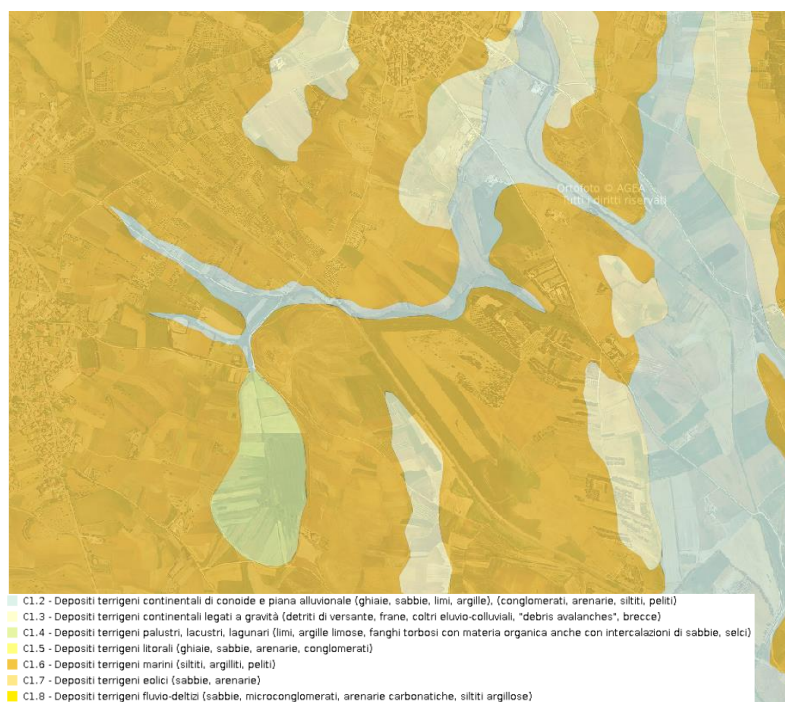


Figura 4.2 – Carta geolitologica dell'area di studio -  
(<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>)

Dal punto di vista geomorfologico, come precedentemente specificato l'area risulta lievemente ondulata con quote che variano tra 129 e 154 metri s.l.m.. Gli studi geologici ed idrogeologici analizzati nei documenti di pianificazione per il territorio comunale di Pauli Arbarei e Lunamatrona evidenziano che nell'area di studio non sono presenti dissesti e movimenti franosi in genere. In generale l'area di intervento è caratterizzata da terreni vocati alle attività agricole e di pastorizia.

Dal punto di vista idraulico nell'area in oggetto e nei settori contermini il reticolo idrografico si presenta piuttosto modesto, caratterizzato da incisioni poco marcate in corrispondenza dell'alveo del "Riu Trädula", del "Riu Pardu" e di modestissime incisioni sul "Riu is Funtanas" e sul "Riu sa Mitza".

Il reticolo idrografico è principalmente di tipo dendritico e alcuni tratti dei corsi d'acqua sono stati regimati per poter consentire la coltivazione dell'ampia pianura e soprattutto la messa in sicurezza dei centri urbani.

Tutti i corsi d'acqua hanno un regime di tipo torrentizio, con piene durante le stagioni piovose e alveo pressoché asciutto durante quelle siccitose.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico dell'area, questo risulta fortemente condizionato dalla natura litologica dei terreni. I tipi litologici della "Marmilla" presentano una permeabilità variabile da media a bassa per porosità nei termini più fini mentre all'aumentare della granulometria aumenta anche la permeabilità che localmente può essere anche elevata.

I terreni alluvionali sono anch'essi caratterizzati da una permeabilità condizionata dalla loro assortimento granulometrico; in questo settore la permeabilità risulta alta per porosità.

In figura 4.4 si riporta la carta della permeabilità dei terreni nell'area in oggetto e nei settori contermini dedotta dal Geoportale Regionale della Sardegna. Si può osservare che il sito in esame è principalmente collocato su terreni a permeabilità bassa per porosità; solo il settore in corrispondenza del Riu Sa Mitza ricade su terreni aventi permeabilità alta.

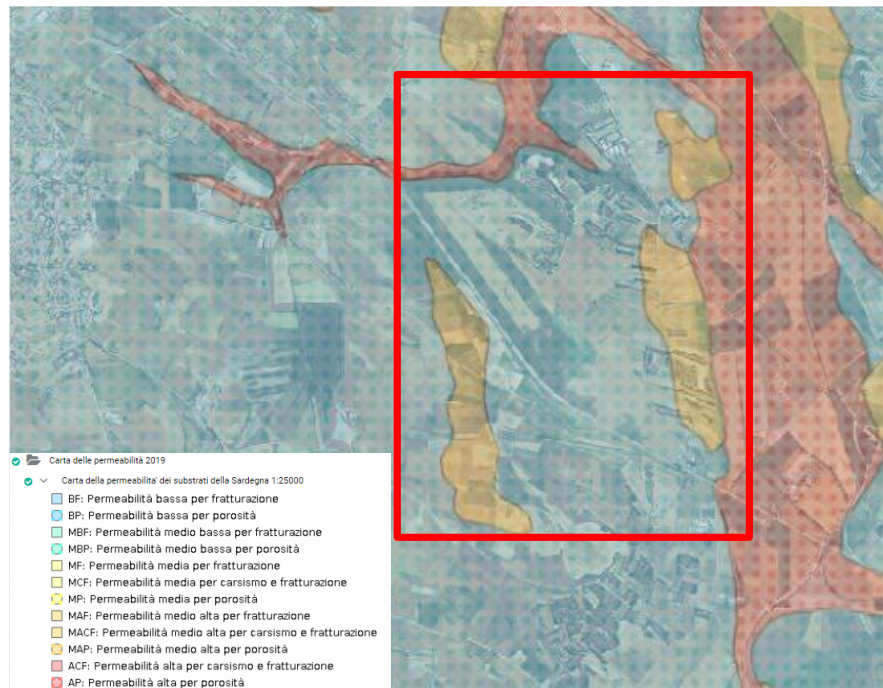


Figura 4.3 – Carta della permeabilità dei terreni

(<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>)



## 5. ELEMENTI DI VINCOLO PIANIFICATORIO E AMBIENTALI E RISCHIO IDRAULICO

Relativamente alla vincolistica gravante sul sito in oggetto le verifiche e le analisi dei documenti disponibili non evidenziano la presenza di particolari vincoli né dal punto di vista urbanistico né dal punto di vista paesaggistico-ambientale, fatte salve le restrizioni relative alle distanze da rispettare dagli edifici ubicati nel suo ambito e le distanze dalle strade, così come si desume dalla consultazione del del Geoportale tematico della Regione Sardegna (figura 5.1).

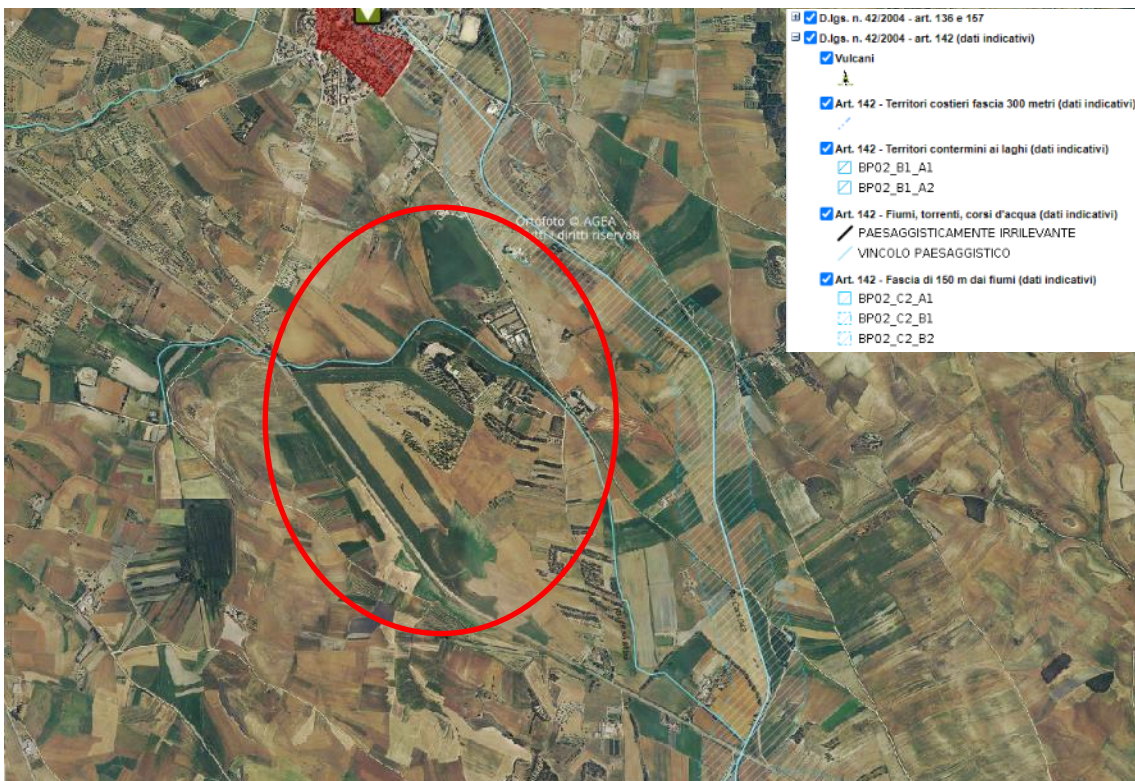


Figura 5.1 – Vincoli gravanti sul sito in esame (estratto da Sardegna Geoportale)

Per quanto riguarda invece la tutela dei corsi d’acqua, nell’area in oggetto risulta classificato il Riu de sa Mitza ai sensi dell’art. 143 del D. Lgs. 42/2004, (Codice Urbani) e secondo il Piano Paesaggistico Regionale (L.R. 8/2004).

L’inclusione dei corsi d’acqua nelle categorie di beni vincolati per legge a prescindere dalla effettiva loro rilevanza paesaggistica, già prevista dalla Legge Galasso (L. 431/1985), comporta che le eventuali trasformazioni territoriali relative ai corsi d’acqua - o alle relative fasce di tutela - rientranti negli elenchi redatti ai sensi del citato Regio decreto n. 1775/1933, sono subordinate all’applicazione della procedura di rilascio dell’autorizzazione paesaggistica.

L’analisi del rischio idraulico è basata sull’osservazione degli strumenti di pianificazione territoriale che individuano le diverse tipologie di pericolosità idraulica.

I piani e programmi che definiscono detto quadro di riferimento sono:

- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA).

Il **Piano di Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale (P.A.I.)**, è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. Esso ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale. Le misure di salvaguardia pertinenti tale piano sono entrate in vigore a decorrere dal marzo 2005 e il Piano, nella sua interezza, è stato definitivamente approvato nel luglio del 2006.

Per quanto riguarda il settore in esame, la carta della pericolosità idraulica a corredo del PAI non evidenzia alcun elemento di rischio collocandosi all'esterno delle aree inondabili per eventi con i vari tempi di ritorno: il potenziale di allagamento non raggiunge livelli idrometrici tali da causare danni soprattutto nell'area agricola interessata (figura 5.2).

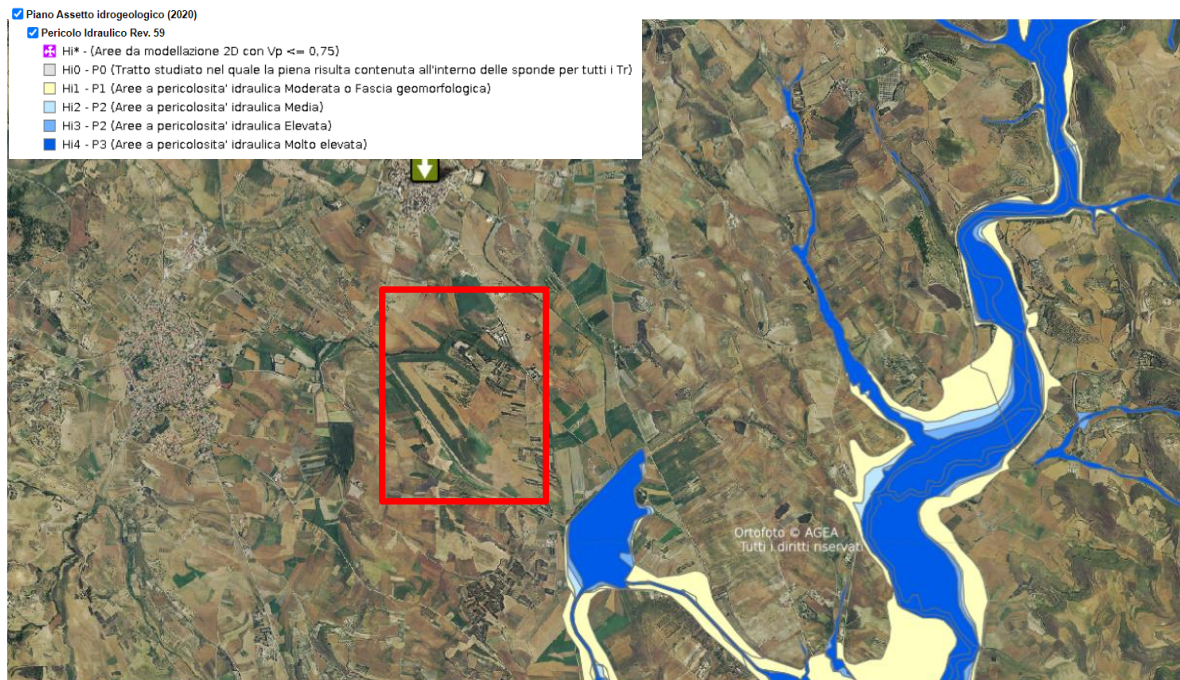


Figura 5.2 - Carta della pericolosità idraulica (estratta da PAI 2020 - Sardegna Geoportale)

Il **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)** redatto quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale, ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali. Esso è stato redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della Legge n. 183 del 1989, come modificato dall'art. 12 della Legge n. 493 del 1993, quale Piano Stralcio del Piano di bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della Legge n. 183 del 1989. Il P.S.F.F. costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Il Piano è stato approvato in via definitiva con Delibera n. 2 del 17.12.2015 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna.

L'area dell'impianto non ricade in alcuna delle fasce fluviali identificate dalla cartografia di piano senza alcuna limitazione nell'uso del suolo (figura 5.3).



Figura 5.3 - Carta delle fasce fluviali PSFF (estratta da PAI 2020 - Sardegna Geoportale)

Il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA)**, approvato in via definitiva con Delibera n. 2 del 15.03.2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha come obiettivo generale 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.

Il PGRA contiene:

- la mappatura delle aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni per diversi tipi di reticolo idrografico e la stima del grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro le aree "allagabili";
- l'individuazione delle aree a rischio potenziale significativo di alluvione (APSEFR);
- Le misure necessarie per ridurre il rischio medesimo nelle fasi prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (Dir 2007/60/CE).

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle mappe di pericolosità che individuano i seguenti scenari di pericolosità

- Pericolosità bassa (L o P1) per aree interessate da alluvioni rare;
- Pericolosità media (M o P2) per aree interessate da alluvioni poco frequenti;
- Pericolosità elevata (H o P3) per aree interessate da alluvioni frequenti.

Come si evince in figura 5.4, l'area di intervento dell'impianto non rientra in aree a pericolosità idraulica.

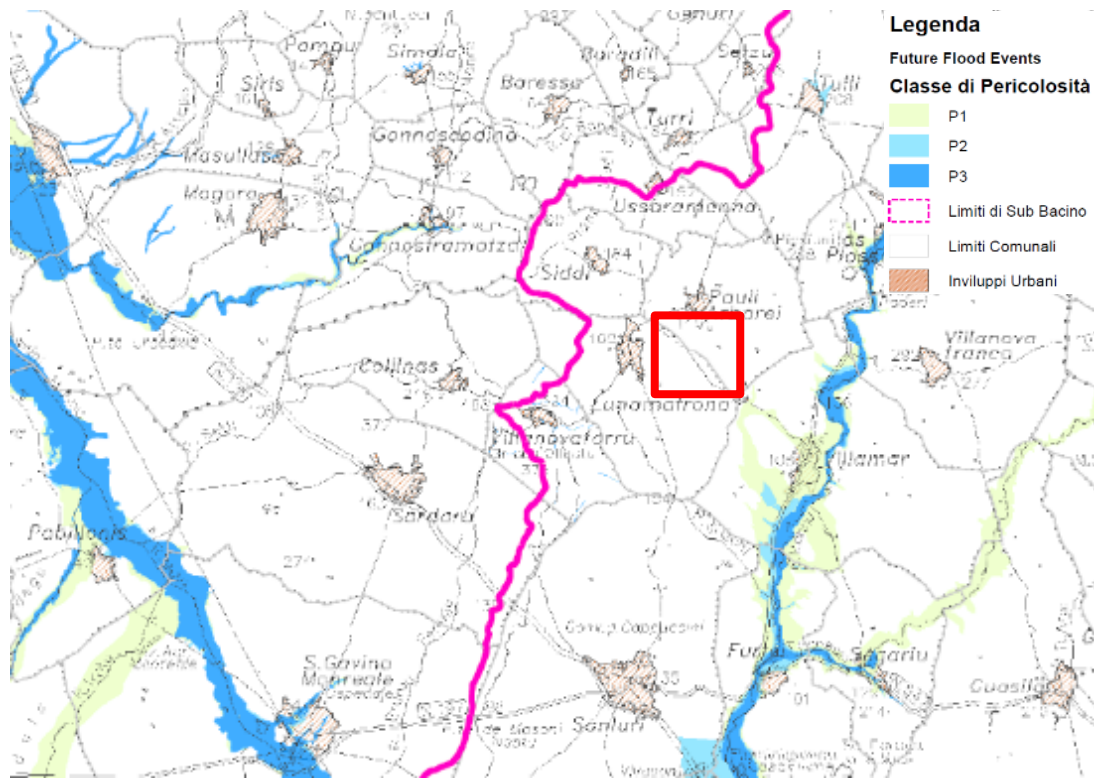


Figura 5.4 - Classe pericolosità aree alluvionabili (estratta da PGRA 2021 - Sardegna Geoportale)

## 6. SISMICA

### a. SISMICITA' STORICA

Secondo quanto riportato nel Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) preparato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, aggiornato al 2021, l'intero territorio regionale Sardo risulta privo di strutture sismogenetiche (figura 6.1).

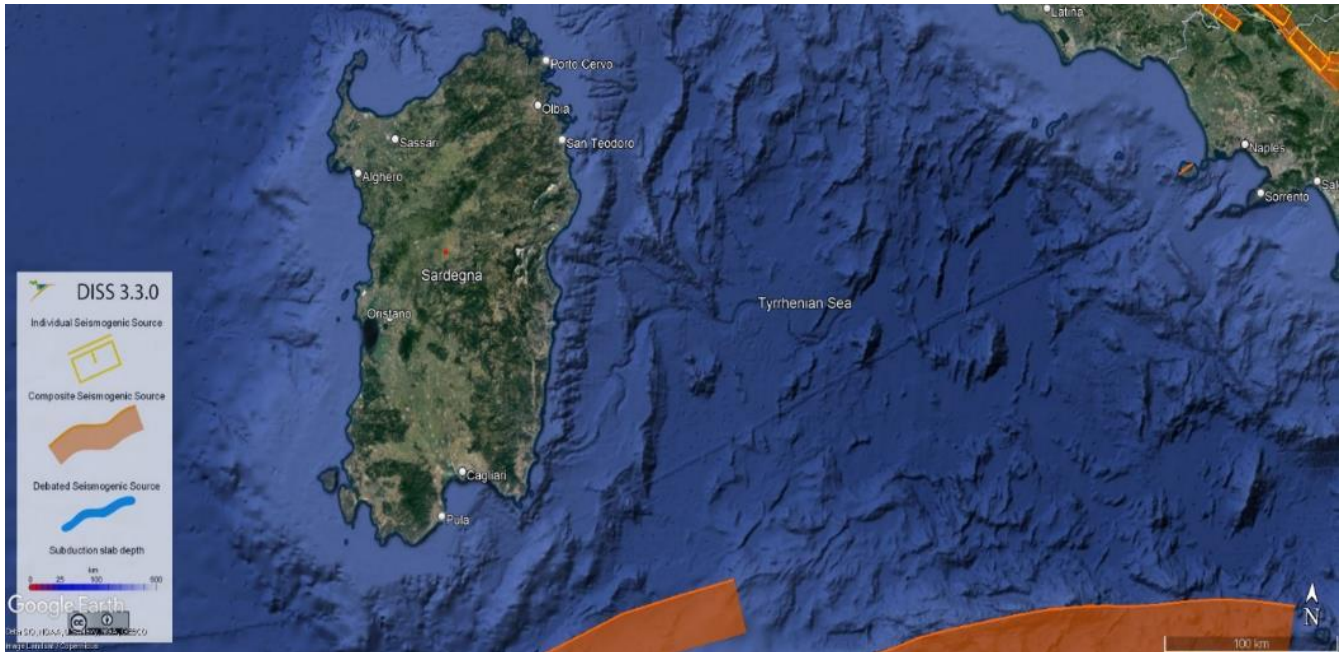


Figura 6.1 – Sorgenti sismogenetiche nell'area di studio (tratto da DISS Working Group 2021. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>)

L'analisi della sismicità storica del territorio in esame è visibile nei database macrosismici aggiornati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Il tabulato ottenuto dal database DBMI15 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), riporta tutti gli eventi conosciuti storicamente dall'anno 1000 fino al 2020 per i quali siano documentati effetti o ricadute significative presso il sito di interesse.

L'analisi del database evidenzia che l'area ha risentito degli effetti di un unico evento sismico nel 2000, tralaltro avvenuto nel Mar Tirreno e registrato solo strumentalmente lo = 1. (figura 6.2). In conclusione, la distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse del progetto, estratti dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15, dimostra che la zona in studio è caratterizzata da un livello di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

## Pauli Arbarei

PlaceID IT\_68819  
 Coordinate (lat, lon) 39.661, 8.922  
 Comune (ISTAT 2015) Pauli Arbarei  
 Provincia Medio Campidano  
 Regione Sardegna  
 Numero di eventi riportati 1



Effetti										
In occasione del terremoto del										
Int.	Anno	Me	Gi	Mo	Mi	Se	Area epicentrale	NMDF	Io	Mw
NF	2000	04	26	13	37	4	Tirreno centrale	265		4.77



Figura 6.2 – Sismicità della Provincia di Nuoro: terremoti avvenuti tra gli anni 1000 e 2020

(Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D’Amico S., Antonucci A. (2021). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.3>)

### b. QUADRO NORMATIVO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Nella mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta dall’INGV e dal Dipartimento della Protezione Civile, il territorio comunale di Pauli Arbarei (figure 6.3 e 6.4) ricade in zona 4 caratterizzata da una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $A_g$  varia tra 0,025-0,50 espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi.

### c. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La normativa sismica ha avuto uno sviluppo nel tempo con l’emanazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni contenute prima nel D.M. 14/01/2008 successivamente integrate e modificate con il D.M. 17/01/2018. Secondo tali norme la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito-dipendente” e non più tramite un criterio “zona-dipendente”.

Gli strumenti urbanistici vigenti non contengono studi di dettaglio della pericolosità sismica locale. Analogamente riguardo alla suscettibilità alla liquefazione dei terreni, la cui valutazione deve essere eseguita sulla base delle indicazioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni contenute prima nel D.M. 14/01/2008 successivamente integrate e modificate con il D.M. 17/01/2018., i documenti consultati non contengono indicazioni in merito.

La necessità di tale approfondimento dovrà essere definita sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche a corredo del progetto definitivo dell’impianto che, eventualmente, dovranno essere integrate da apposite indagini geofisiche.

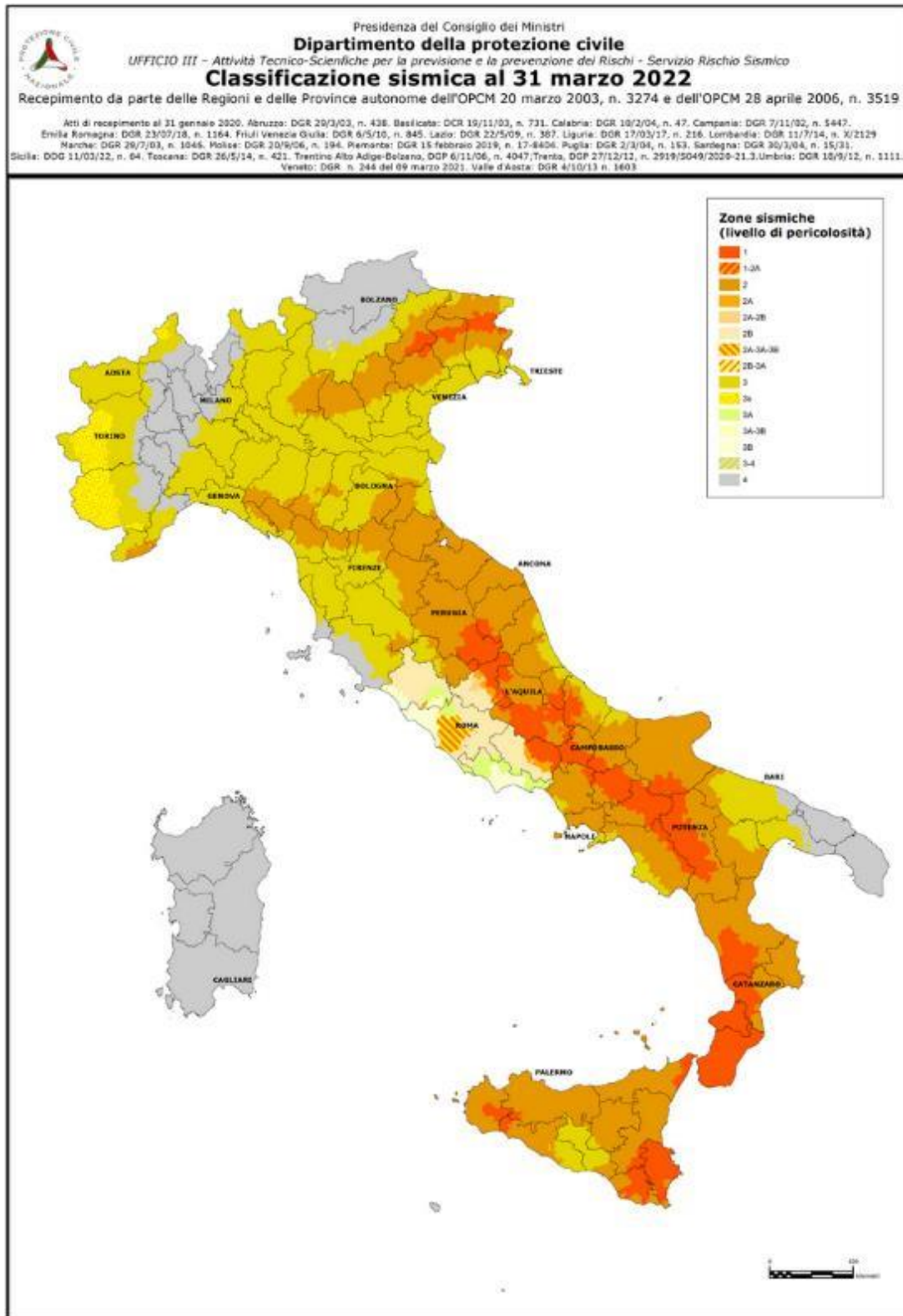


Figura 6.3 – Classificazione sismica nazionale

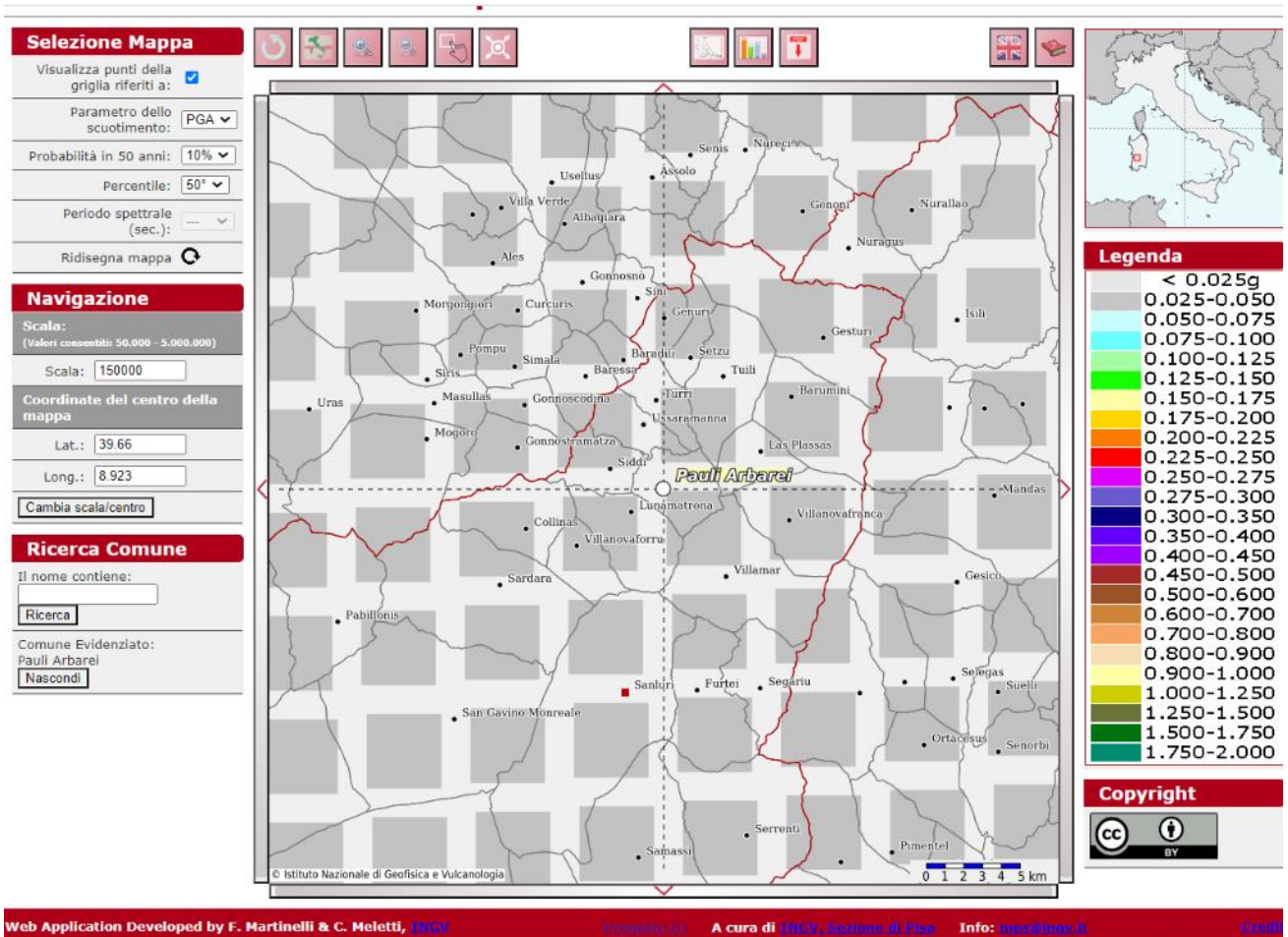


Figura 6.4 – Mappa di pericolosità sismica dei Comuni di Pauli Arborei e Lunamatrona (Meletti C., Montaldo V., 2007. *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>*)



## 7. CONCLUSIONI

Sulla base delle analisi e delle considerazioni svolte, non si ravvedono elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto ma sono presenti limitazioni e prescrizioni derivanti dalle Norme Regionali e Comunali.

Le analisi dei vincoli e delle restrizioni paesaggistiche portano a concludere che l'area di progetto è interamente idonea, fatte salve le restrizioni relative alle distanze da rispettare dagli edifici ubicati nel suo ambito e le distanze dalle strade.

Per quanto riguarda invece la tutela dei corsi d'acqua, nell'area in oggetto risulta classificato il Riu de sa Mitza ai sensi dell'art. 143 del D. Lgs. 42/2004, (Codice Urbani) e secondo il Piano Paesaggistico Regionale (L.R. 8/2004).

L'inclusione dei corsi d'acqua nelle categorie di beni vincolati per legge a prescindere dalla effettiva loro rilevanza paesaggistica, già prevista dalla Legge Galasso (L. 431/1985), comporta che le eventuali trasformazioni territoriali relative ai corsi d'acqua - o alle relative fasce di tutela - rientranti negli elenchi redatti ai sensi del citato Regio decreto n. 1775/1933, sono subordinate all'applicazione della procedura di rilascio dell'autorizzazione paesaggistica.

Per quanto riguarda gli aspetti di sismicità, il territorio esaminato è inserito nella zona sismica 4. L'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $A_g$  varia tra 0,025-0,050 espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi, come risulta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta dall'INGV e dal Dipartimento della Protezione Civile.

Non sono disponibili analisi per la definizione delle caratteristiche sismiche locali così come non sono disponibili dati riguardo alla suscettibilità alla liquefazione dei terreni, la cui valutazione deve essere eseguita sulla base delle indicazioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni contenute prima nel D.M. 14/01/2008 successivamente integrate e modificate con il D.M. 17/01/2018.

Tale approfondimento dovrà eventualmente essere condotto in uno stadio più avanzato di progettazione, dopo l'esecuzione delle indagini geognostiche a corredo del progetto definitivo dell'impianto integrate, se del caso, da opportune indagini geofisiche.

In conclusione, l'area in esame può essere considerata ragionevolmente priva di rischi idraulici e geologici o legati a fattori antropici sebbene, considerando che la presente relazione rappresenta un documento di pre-fattibilità, la si debba esplorare attraverso indagini geognostiche al fine di completarne la caratterizzazione sismica e geotecnica per la progettazione delle fondazioni e di quanto ad esse connesso.