

Comune di SAN GAVINO MONREALE

Provincia del SUD SARDEGNA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE SOLARE ATTRAVERSO L'UTILIZZO
DI MODULI FOTOVOLTAICI
SITO NELLA ZONA INDUSTRIALE COMUNALE

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA
PRELIMINARE**

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE
DOTT. GEOL. GIOVANNI CALIA
GUTTURU SANTU NICOLA, 9 - 08100 NUORO
tel. 328 8237180 - email: geostudiocalia@gmail.com

DICEMBRE 2019

Il committente:

Società SolarFields S.r.l.

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Giovanni S. Calia



Revisione n°

Rev. 0

Presentato il

Approvato il

**Comune di SAN GAVINO MONREALE
Provincia di SUD SARDEGNA**

***PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE
ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI MODULI FOTOVOLTAICI
SITO NELLA ZONA INDUSTRIALE COMUNALE***

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E
SISMICA PRELIMINARE**

PREMESSA

La Società SolarFields S.r.l. con sede in Acquapendente (VT) via G.B. Casti 65 CAP 01021 P.IVA 02027810569, in persona di Maurizio Manenti nella qualità di legale rappresentante, ha conferito al sottoscritto Geologo Giovanni Calia, iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n. 184, l'incarico per la redazione della presente relazione geologica, e di caratterizzazione geotecnica e sismica preliminare dei terreni interessati dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare da realizzare nella Z.I. del Comune di San Gavino Monreale, Provincia del Sud Sardegna.

I dati necessari all'elaborazione della presente relazione, sono stati acquisiti sulla base di precedenti indagini geologiche e geotecniche eseguite nella zona e dalle osservazioni geomorfologiche e geologiche condotte in sito.



I pregressi lavori eseguiti in terreni affini, l'analisi di molteplici fonti bibliografiche e indagini penetrometriche dinamiche DPM eseguite in aree limitrofe hanno permesso di ricostruire il locale assetto geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area in esame ed arrivare ad una caratterizzazione dei terreni dal punto di vista geotecnico e sismico.

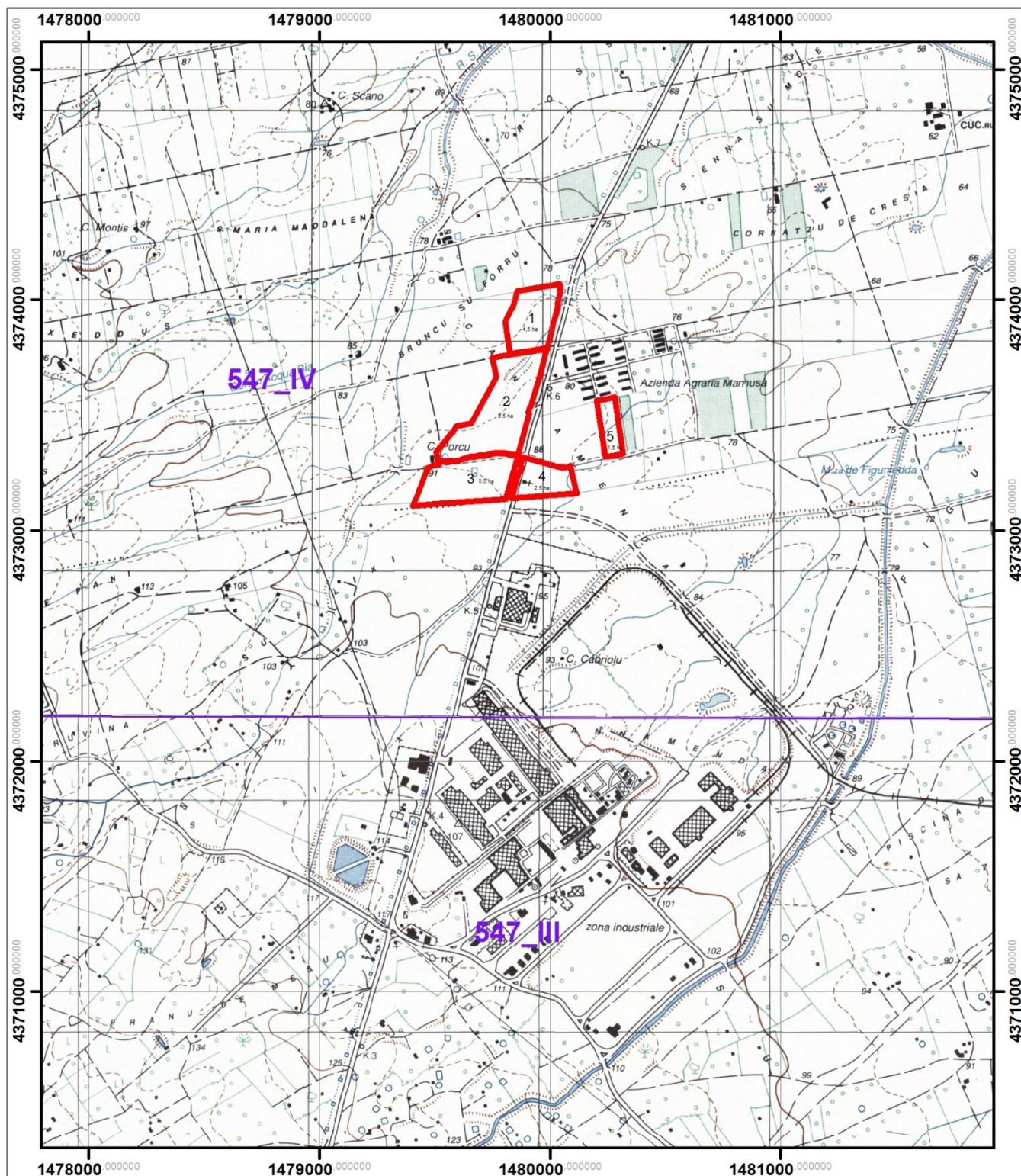
NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

- Normativa e raccomandazioni tecniche
- 1) Circolare Min. LL.PP. 31/10/1986 - "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche"
- 2) D.M. 11/03/1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- 3) Circ. LL.PP. n. 30483 (Pres. Cons. Sup. - Servizio Tecnico Centrale) 24/09/88 " Legge 2/2/64 n. 64 art. 1 - D.M. 11/03/88 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- 4) O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni ed integrazioni.
- 5) D.M. 14/01/2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- 6) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1977 - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- 7) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1994 - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".
- 8) Nuove norme tecniche per le costruzioni 2018 e circolare esplicativa 2019
- Normativa Regionale
- 9) Piano Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna aggiornato con Delibera G.R. n. 54/33 del 30/12/04.

UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Il settore oggetto del presente studio è ubicato nel settore Sud del territorio di San Gavino Monreale. Dal punto di vista cartografico l'area ricade nelle seguenti carte ufficiali:

-  Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 547 Sez. IV;
-  Carta Tecnica Regionale foglio 547060.



CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA -Scala 1:25.000
Legenda

-  UBICAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO
-  Quadro d'Unione 25k

INQUADRAMENTO DELL'AREA NEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

La porzione di territorio su cui si deve intervenire ricade nel Sub-bacino 2 TIRSO e non è stata censita nell'ambito della predisposizione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico *Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia* (Legge 267/98) e del Piano stralcio delle Fasce Fluviali, nonché negli studi redatti a scala comunale (vedi cartografia).

Il settore analizzato nella cartografia del P.A.I. relativa sia alla pericolosità idraulica che da frana non risulta gravato da alcuna situazione di pericolosità idrogeologica.

ASSETTO GEOLOGICO D'INQUADRAMENTO

Il territorio in esame risulta localizzato in corrispondenza del settore meridionale del Graben del Campidano, costituito da una depressione tettonica su crosta continentale orientata lungo la direttrice NNW-SSE formatasi durante il Plio-Quaternario, a seguito degli eventi dislocativi e distensivi associati all'apertura del Tirreno meridionale.

I terreni affioranti nell'area in esame sono costituiti da alluvioni antiche appartenenti al Subsistema di Portovesme costituite da sedimenti fluviali di conoide e di piana alluvionale, rappresentati da ghiaie alluvionali terrazzate più o meno costipate, spesso con abbondante matrice siltoso-argillosa arrossata e variamente ferrettizzate, a prevalenti elementi di metamorfiti del basamento paleozoico e magmatiti erciniche solitamente di misura decimetrica, con subordinate sabbie e blocchi in prossimità dei rilievi.

A questa formazione seguono depositi ghiaioso-sabbiosi terrazzati olocenici. Lo spessore di tali depositi è valutabile in circa 5,00 m al di sotto dei quali affiorano le sequenze deposizionali più antiche, ascrivibili al Pleistocene e costituite da sequenze deposizionali cementate di ghiaie ciottolose in matrice argillosa rossastra dello spessore complessivo di circa 10.00 m.

Nel complesso, la sequenza deposizionale quaternaria è definibile come una successione silico-clastica costituita da alternanze di ghiaie poligeniche ed eterometriche con scarsa matrice sabbiosa, livelli di sabbie prevalentemente quarzose mal classate e limi ed argille, derivanti dallo smantellamento, erosione e trasporto dei prodotti vulcanici e metamorfici paleozoici del Medio Campidano.

SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE

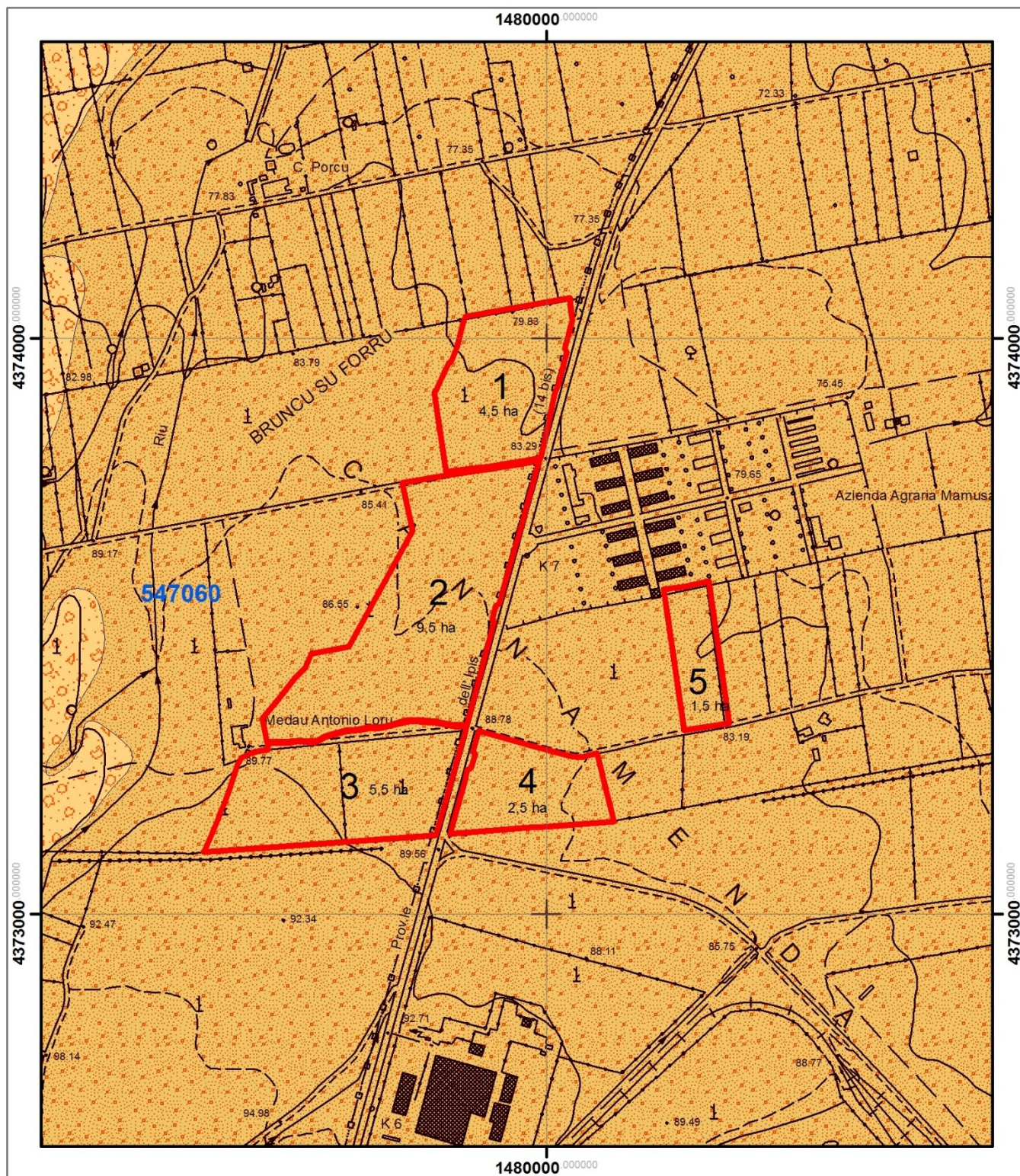
L'area in esame è posta alla quota di circa 90 m s.l.m..

La situazione litostratigrafica locale è stata definita attraverso l'osservazione diretta dei litotipi affioranti e informazioni dedotte sia dalla letteratura che da precedenti studi in terreni simili.

La situazione litostratigrafica può essere schematizzata come segue:





Suolo: L'origine è dovuta principalmente all'alterazione della roccia madre e successiva pedogenizzazione. La potenza di tali accumuli è variabile da qualche decimetro sino ad 0.50 m. Dal punto di vista fisico, in linea di massima li possiamo definire incoerenti e con bassa resistenza meccanica.

Depositi alluvionali terrazzati: sono rappresentati da livelli detritici costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi. La potenza di questi depositi dovrebbe attestarsi intorno a 8-10 m.



CARTA GEOLOGICA DEL SETTORE -Scala 1:10.000

Legenda

-  Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
-  Litofacies nel Subintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
-  UBICAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO
-  Quadro d'unione CTR 10K

LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

La morfologia del settore in esame è prevalentemente pianeggiante con quote oscillanti intorno ai 90 m slm e pendenze dell' 1% circa.

Come già detto l'area si colloca su di una depressione tettonica su crosta continentale impostata lungo la direttrice NW- SE formatasi durante gli eventi tettonici distensivi che si sono succeduti durante il Plio-Quaternario.

Sull'impronta morfologico - strutturale insiste la conformazione idrogeologica dell'area, caratterizzata da corsi d'acqua a regime fluviale e torrentizio.

Nell'area circostante non si registrano fenomeni morfologici in grado di compromettere la stabilità dell'opera in progetto.

CENNI SULL'IDROGEOLOGIA DEL SISTEMA

Idrogeologia

Il criterio col quale sono state impostate e svolte le indagini idrogeologiche è stato quello di reperire dati indicativi in merito all'entità e alla dinamica della circolazione idrica sotterranea attraverso le unità geologiche affioranti nell'area studiata.

Nell'area in esame, caratterizzata da una vasta area pianeggiante, non si segnala la presenza di sorgenti. Nel settore circostante i terreni in esame infatti, queste tendono a disporsi nei rilievi a diverse quote e questo fa presupporre la presenza di strati a permeabilità variabile all'interno delle litologie sedimentarie; infatti tali rocce sono caratterizzate da una certa disomogeneità sia in senso orizzontale che verticale.

In base al rilevamento geologico di superficie ed ai dati dei pozzi e delle perforazioni si può stabilire che i terreni affioranti nel sito di interesse siano caratterizzati da una permeabilità media, variabile sia in senso orizzontale che verticale a causa della disomogeneità litologica dell'area.

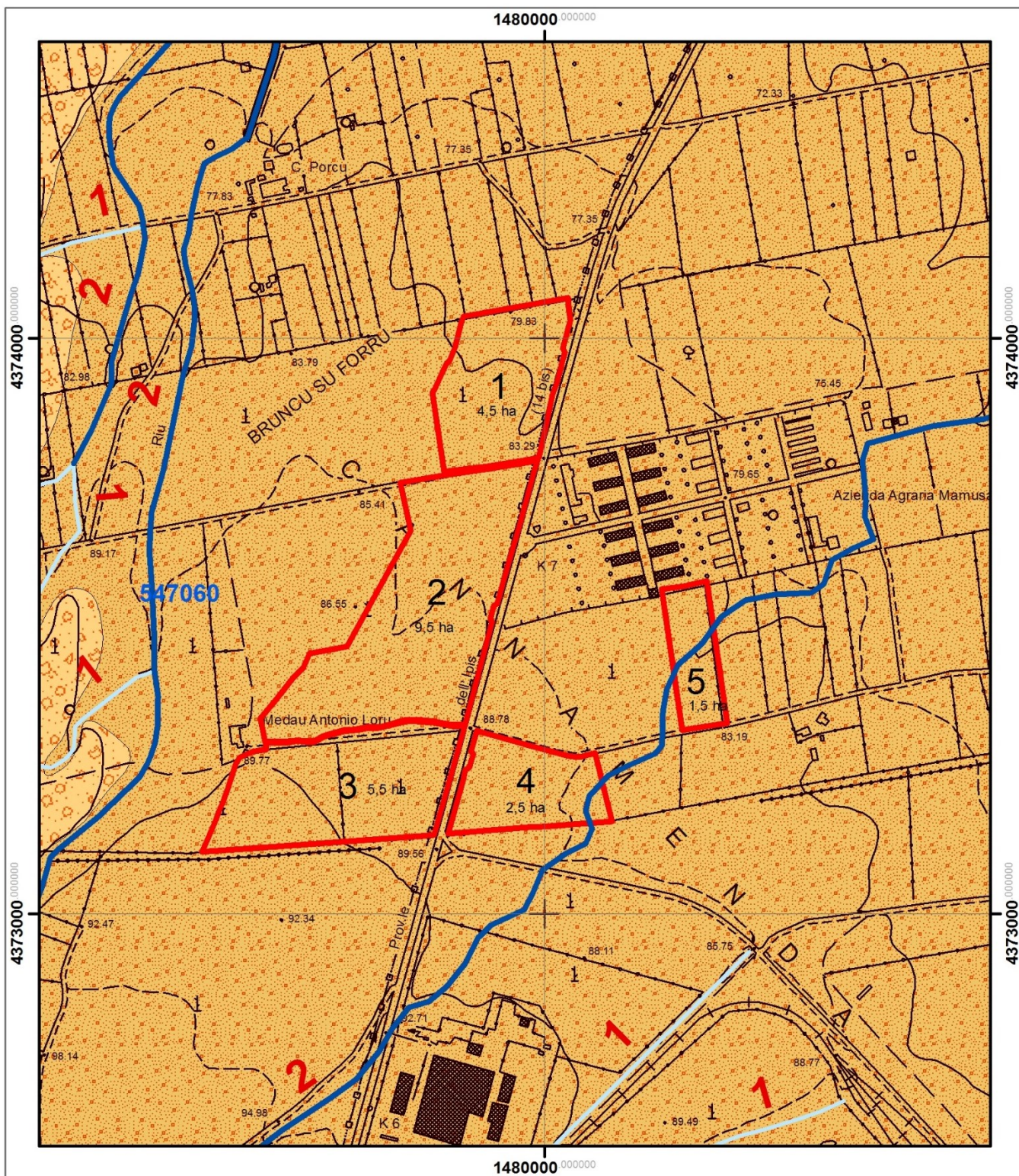
L'area interessata dall'impianto in progetto nei lotti 4 e 5 è attraversata da un asta fluviale avente ordine gerarchico (numero di Strahler) 2.

Idrografia

Il lotto di terreno oggetto della richiesta ricade nel bacino idrografico del *Flumini Mannu* ed è compreso tra due affluenti che confluiscono in un suo tributario.

I rii principali che drenano queste aree sono caratterizzati da un regime temporaneo con lungo periodo di magra nei mesi tardo-primaverili ed estivi e presentano un andamento dell'idrogramma annuo che ricalca quello del pluviogramma.

L'area interessata dall'impianto in progetto nei lotti 4 e 5 è attraversata da un asta fluviale avente ordine gerarchico (numero di Strahler) 2.



CARTA IDROGEOLOGICA DEL SETTORE -Scala 1:10.000

Legenda

- | | | |
|------------------------------|--|--|
| Permeabilità
per porosità | | Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE |
| | | Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP. |
| | | UBICAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO |
| | | 1 Elementi idrici con relativo ordine gerarchico (Strahler) |
| | | 2 |
| | | Quadro d'unione CTR 10K |

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il rilevamento geologico eseguito nel settore in esame ha consentito di delineare sia la stratigrafia dell'area che la natura e lo stato fisico dei terreni costituenti il sottosuolo.

L'analisi dei risultati ha messo in evidenza nell'area di progetto una prevalenza di depositi alluvionali terrazzati che ricoprono andesiti porfiriche con grado di alterazione che diminuisce con la profondità.

Per la caratterizzazione fisico- meccanica dei terreni attraversati si è fatto riferimento a parametri derivanti da lavori effettuati in precedenza nella stessa zona, aventi le medesime caratteristiche litologiche.

- **Suolo agrario**

Per questo strato si fa riferimento ad una resistenza al taglio che comunque deve considerarsi allo stato residuo.

- Peso di volume apparente $\gamma = 16.00 \text{ KN/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\varphi = 15^\circ$

- **Depositi alluvionali terrazzati a matrice Ghiaioso-sabbiosa.**

Il grado di addensamento di questi depositi è medio nei primi 1.5 metri, più elevato in profondità. A questo strato possono associarsi i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

- Peso di volume apparente $\gamma = 19.12 \text{ KN/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\varphi = 36^\circ$
- Coesione $C = 0 \text{ KN/m}^2$

Dalle ricostruzioni stratigrafiche la fondazione della struttura portante i pannelli fotovoltaici interesserà lo strato delle alluvioni terrazzate che presentano buone caratteristiche dal punto di vista geotecnico.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI (NTC 2018).

Viste le caratteristiche geologico-stratigrafiche e strutturali e la modesta entità dell'intervento in progetto si ritiene correttamente percorribile e utilizzabile l'approccio semplificato (basato sull'individuazione delle categorie di sottosuolo).

Con questo tipo di caratterizzazione si ottengono i parametri sismici di riferimento per 4 differenti stati limite:

Stati Limite di Esercizio SLE	SLO Stato Limite di Operatività
	SLD Stato Limite di Danno
Stati Limite Ultimi SLU	SLV Stato Limite di Salvaguardia della Vita
	SLC Stato Limite di Collasso

I **parametri sismici** di riferimento sono i seguenti:

Probabilità di superamento nella vita di riferimento	Probabilità di avere almeno un sisma con tempo di ritorno T_R, durante il periodo di riferimento della costruzione considerata (vita nominale)
Periodo di ritorno	Tempo di ritorno del terremoto considerato
a	Accelerazione orizzontale massima espressa in funzione di g (accelerazione di gravità)
F_0	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_{c*}	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In base a questa zonazione si hanno i seguenti dati:

DATI SULLA COSTRUZIONE			
CLASSE D'USO	VITA NOMINALE	COEFFICIENTE D'USO	VITA DI RIFERIMENTO

II Affollamento normale. Assenza di funzioni pubbliche e sociali	50 anni	1	50 anni
---	----------------	----------	----------------

Valori finali calcolati

VALORI CALCOLATI				
STATO LIMITE				
PARAMETRO	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento nella vita di riferimento	0,810	0,630	0,100	0,050
Periodo di ritorno (anni)	30	35	332	682
ag	0,019 g	0,020 g	0,045 g	0,055 g
Fo	2,610	2,628	2,855	2,930
Tc*	0,273 sec	0,280 sec	0,332 sec	0,356 sec

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO DEL SITO

Ai sensi dell'articolo 3.2.2 delle NTC, tab. 3.2.II

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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 fina 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 m/s 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 30m.

per la definizione dell'azione sismica di progetto, i terreni osservati rientrano nella **Categoria C**: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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.*

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DEL SITO

Ai sensi dell'articolo 3.2.2 delle NTC (D.M. 17/01/2018 NTC 2018), secondo la più recente revisione delle Norme in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2.III):

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

le condizioni topografiche del sito rientrano nella seguente categoria topografica

Categoria T1: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.*

RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti si evince che nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto non esistono problematiche relative alla stabilità dei versanti.

Sulla base dei dati progettuali in possesso non risulta che siano previsti movimenti terra di altezza significativa.

Si dovrà comunque provvedere ad una corretta regimazione delle acque di corrivazione superficiale mediante un idoneo sistema di canalette in terra che rendano minimo il ruscellamento delle acque meteoriche e la loro infiltrazione con imbibizione della parte più superficiale della coltre di copertura.

La natura e le caratteristiche del terreno di fondazione, unitamente alle indicazioni progettuali di massima, sono tali da consentire l'uso generalizzato di fondazioni superficiali per l'edificio di guardiania e le cabine elettriche a servizio dell'impianto, mentre potranno essere previste fondazioni profonde per il sostegno dei pannelli fotovoltaici (pali metallici connessi con le strutture di supporto degli stessi pannelli).

CONCLUSIONI

Il sito in esame è caratterizzato dall'affioramento di alluvioni terrazzate

Dal punto di vista geotecnico, sulla base di quanto sinora detto, è possibile giungere alle seguenti conclusioni:

- ✚ nell'area in esame non è stata riscontrata la presenza di elementi tettonici attivi che possano innescare fenomeni di instabilità;
- ✚ i terreni sono caratterizzati da una permeabilità in genere media. L'area interessata dall'impianto in progetto nei lotti 4 e 5 è attraversata da un asta fluviale avente ordine gerarchico (numero di Strahler) 2. Si può escludere comunque il rischio di interferenze rilevanti tra opera in progetto e acque sia sotterranee che superficiali, è opportuno comunque garantire l'efficienza del sistema di drenaggio delle acque piovane al fine di allontanarle dall'area di sedime dell'impianto;
- ✚ non sono stati riscontrati fenomeni morfogenetici in atto e/o potenziali;
- ✚ i terreni di fondazione sono caratterizzati da una buona capacità portante e sono sufficientemente stabili e in grado quindi di sopportare ampiamente le sollecitazioni indotte dalle opere in progetto.