

# PV ICHNOSOLAR S.R.L.

Via Ettore de Sonnaz n. 19, 10121 Torino (TO) - Italy. P.I. 02379130517 - C.S. 10.000,00 i.v.  
PEC [pvichnosolar@pec.it](mailto:pvichnosolar@pec.it)  
REA TO - 1293228

## Impianto fotovoltaico "Macchiareddu" VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

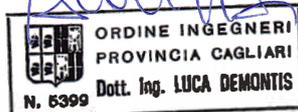


00	05/10/2021	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	PV ICHNOSOLAR S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Luca DEMONTIS  
(coordinatore)

Ing. Sandro CATTA



Dott. Geol. Daniele De Lisa



TITOLO:

**RELAZIONE GEOTECNICA**

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

**R.09**

ALLEGATI:

PAGINE:

1 di - 13

FORMATO:

A4

## INDICE

INDICE .....	1
1. INTRODUZIONE.....	2
<b>1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	3
<b>2.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
4 – MODELLO GEOLOGICO .....	7
<b>4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI PROGETTO</b> .....	7
<b>4.1 INDAGINE GEOGNOSTICA</b> .....	8
5 – MODELLO GEOTECNICO .....	10
<b>5.1 INDAGINE GEOTECNICA</b> .....	10
<b>5.2 FALDA ACQUIFERA</b> .....	10
<b>5.3 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DEL PROGETTO</b> .....	11
6 – CONCLUSIONI .....	13

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico conferito dalla società, **PV Ichnosolar S.r.l.** con sede in Via Ettore de Sonnaz, 19, Torino (TO) il Dott. Geologo Daniele De Lisa, ha redatto la Relazione Geotecnica dell'area interessata da "Realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Macchiareddu", ascrivibile alla categoria di cui al punto 2 lettera b) ("impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza superiore a 1MW. Centrali solari termodinamiche con potenza elettrica superiore a 1 MW"), dell'Allegato B1 alla Delib.G.R. n. 45/24 del 27.9.2017. Il sito si trova nel Comune di Uta (Provincia del Sud Sardegna).

Lo scopo del presente studio è di fornire, sulla base dei dati geognostici in possesso, la caratterizzazione geotecnica del settore su cui insisteranno i lavori in progetto.

### 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto di cui alla presente relazione è redatto in conformità alle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni 2018 (di seguito "N.T.C."), emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018, di concerto con il Ministro dell'Interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, ai sensi delle Leggi 05/11/1971, n. 1086, e 02/02/1974, n. 64, così come riunite nel "Testo Unico per l'Edilizia" di cui al D.P.R. 06/06/2001, n. 380, e dell'art. 5 del Decreto Legge 28/05/2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della Legge 27/07/2004, n. 186 e ss. mm. ii.; è inoltre redatto in conformità alle seguenti disposizioni di legge:

- *Circolare del Ministero dei lavori Pubblici, n. 3797 (Pres. Cons. Superiore-Servizio Tecnico Centrale, 6 novembre 1967)* Istruzioni per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni;
- *Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3*  
"Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- *Legge 2 febbraio 1974, n. 64.*  
"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- *Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988*  
"Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- *Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7;*  
Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- *D.lgs. 9 aprile 2008, n. 8*  
"Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro".
- Piano Urbanistico Comunale di UTA;
- Eurocodice 7 ( "Progettazione Geotecnica" );

## **2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale complessiva pari a 41,75 MW, e delle relative opere complementari. L'impianto insisterà su una superficie totale di circa 65,20 ha, suddivisa in tre lotti principali, nell'agro dei territori del Comune di Uta all'interno del perimetro del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari – CA.C.I.P. di Macchiareddu, su aree destinate, secondo la pianificazione consortile, ad "attività industriali".

### **2.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Il progetto ha come obiettivo la realizzazione di campi fotovoltaici ubicati in n.3 lotti principali siti all'interno dell'area industriale di Macchiareddu. I lotti copriranno un'area complessiva di circa 65,2 ha per una potenza nominale di circa 47,7582 MWp. I pannelli, bifacciali e dotati di tracker, saranno montati su pali con altezza massima fuori terra di 2.5 m e saranno infissi ad una profondità di circa 1.5-2 m tramite sistema battipalo con un interasse variabile tra 5 e 7 m

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le zone oggetto della presente relazione si trovano a circa 14 km dall'abitato di Cagliari.

Secondo il Piano di Caratterizzazione del CA.C.I.P. le aree ricadono all'interno del "Comparto 1" "Aree a destinazione industriale contraddistinte da storico utilizzo agricolo" (Fig. 1).

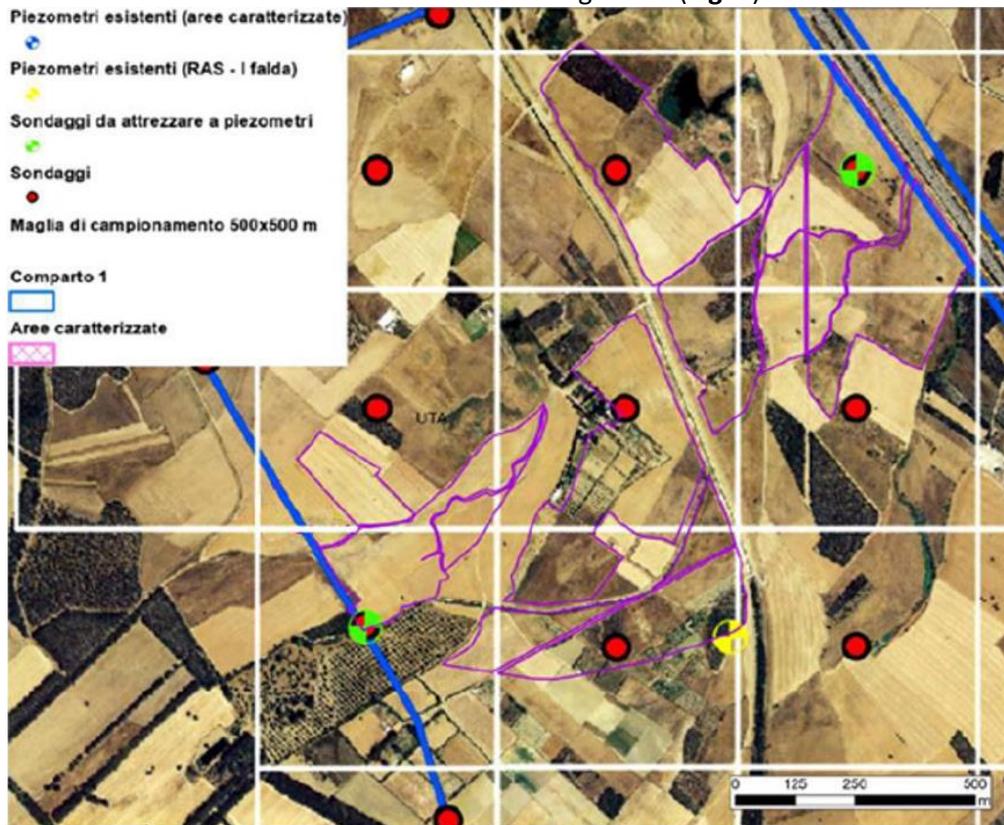


Figura 1 – Inquadramento delle aree d'interesse, in viola (stralcio Tav. 30 PdC dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu).

L'area in esame per quanto riguarda la cartografia nazionale ricade:

- Inquadramento aereo delle aree d'interesse (Fig. 2)
- nella carta dell'I.G.M. in scala 1:25.000, nel foglio 556 sez. II "Assemini" (Fig. 3);
- nel C. T. R. numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000 nella sezione 556 120 "Assemini" (Fig. 4);
- nel PUC di Uta come zona D "Aree di sviluppo industriale, artigianale e commerciale" Subzona D2.

A completamento delle informazioni sull'ubicazione della macro area di studio, in Tab. 1 si riportano le Coordinate Geografiche delle macro aree in WGS 84 e Gauss-Boaga

Coordinate	Geografiche WGS 84		Gauss-Boaga Roma 40	
	Latitudine	Longitudine	N	E
Lotti a Nord della strada	39.260503	8.961239	4345693.18	1496680.76
Lotto a Sud della strada	39.254721	8.955960	4345051.71	1496225.00

Tab. 1- Coordinate Geografiche WGS 84 e Gauss-Boaga delle macro aree.

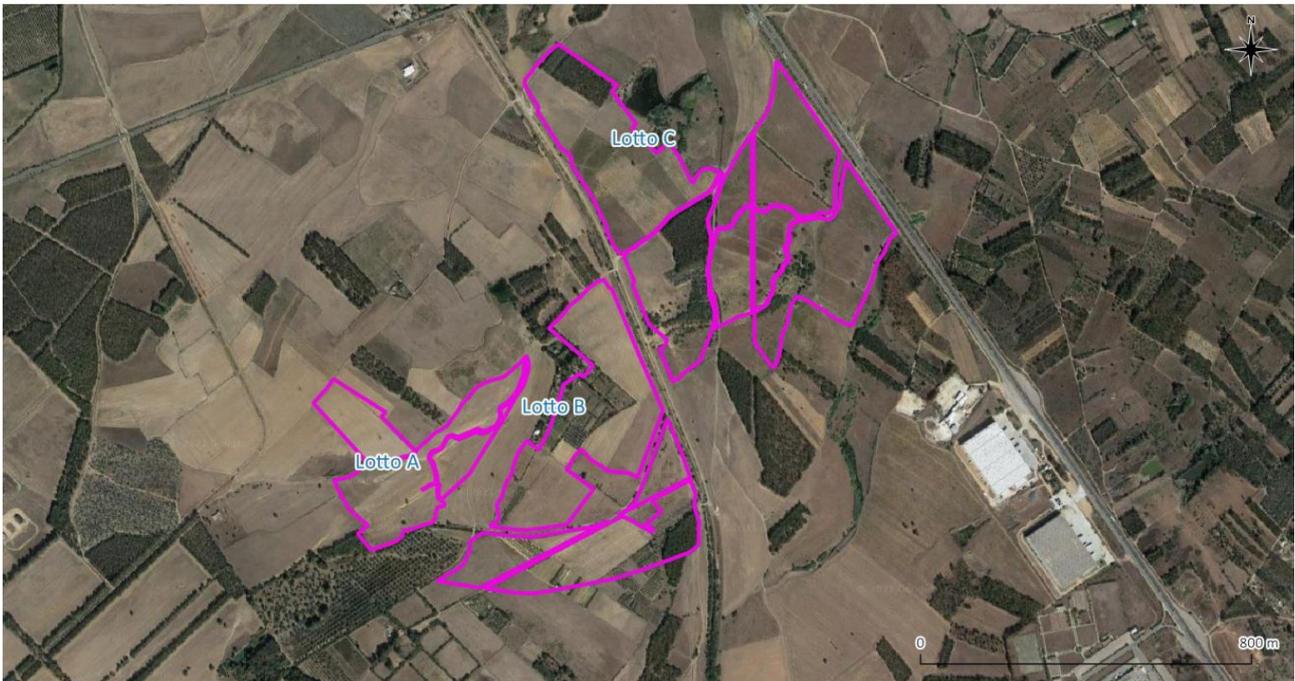


Figura 2 – Inquadramento delle aree d'interesse, in viola

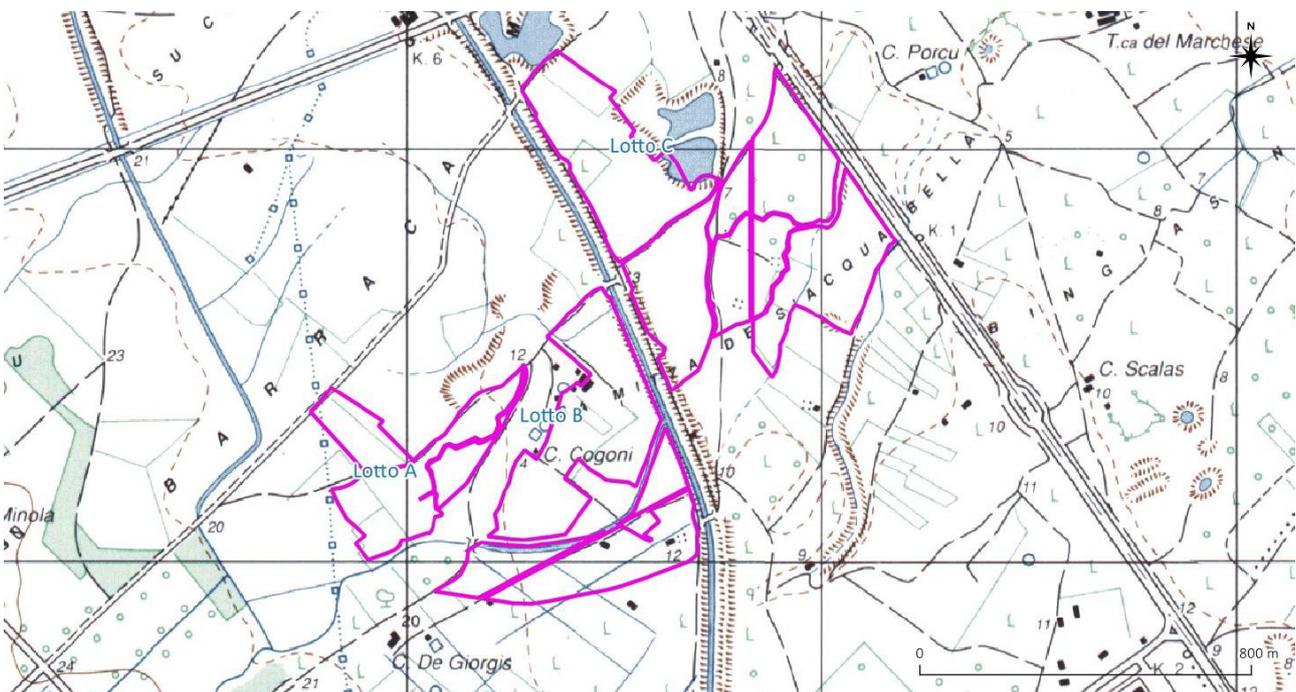


Figura 3 – Ubicazione delle aree, Stralcio del foglio N°556 sez. II "Assemini" della carta dell'IGM in scala 1:25000 (in viola si evidenziano le aree del campo fotovoltaico).

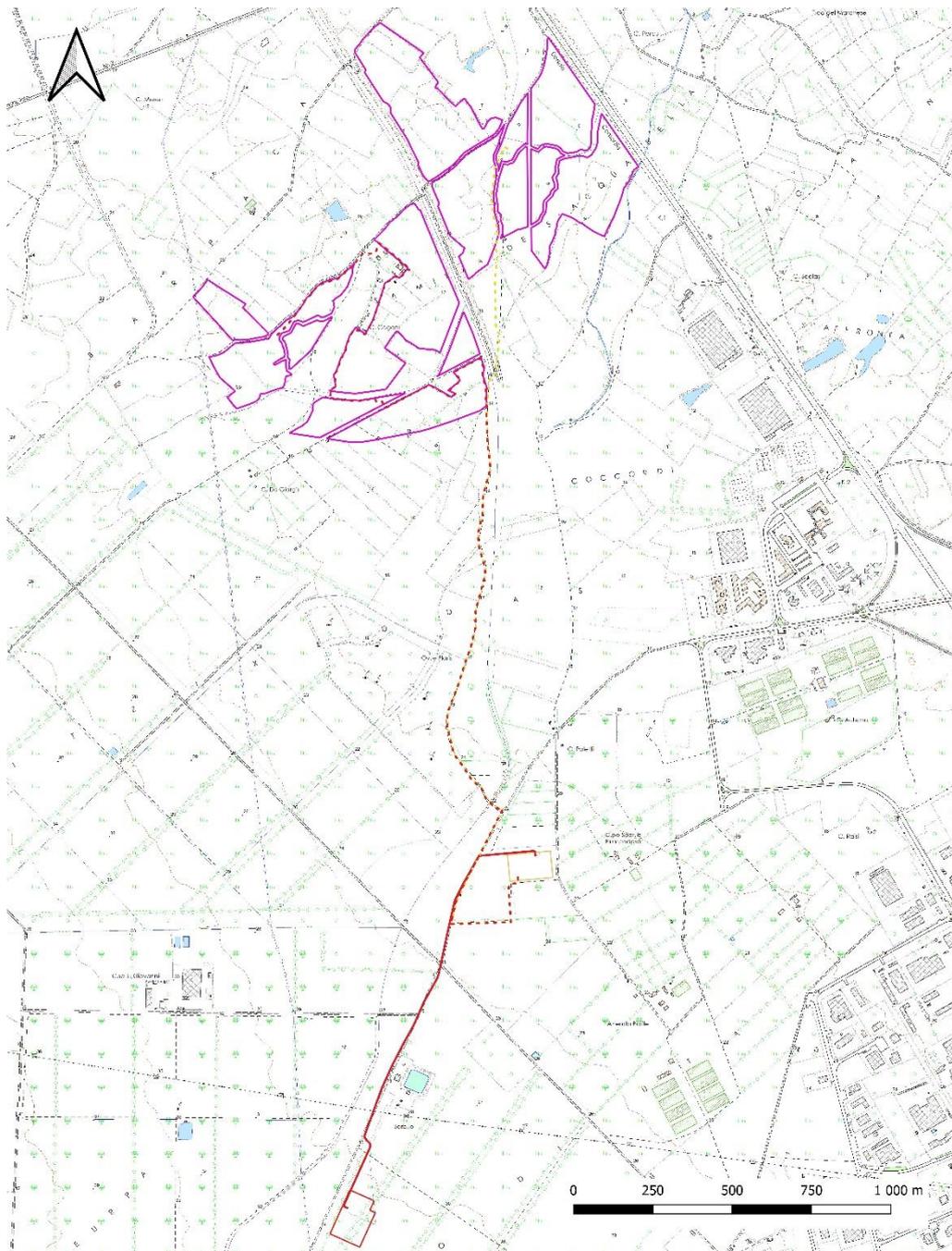


Figura 4 – Ubicazione delle aree Stralcio del foglio 556 n° 120 "Assemini" della carta CTR della Sardegna in scala 1:10000 (in viola si evidenziano le aree di progetto, in blu le aree delle degli Stalli Utente e in rosso la SE).

## 4 – MODELLO GEOLOGICO

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI PROGETTO

Dalla relazione geologica allegata al progetto si espongono i dati relativi all'inquadramento geologico del sito. L'area in esame si colloca nella porzione meridionale del Campidano di Cagliari e, dal punto di vista geologico, rappresenta una porzione del margine meridionale della omonima depressione tettonica (Graben del Campidano). Nel Graben del Campidano affiorano estesamente i sedimenti clastici continentali pleistocenico-olocenici; estrapolando le informazioni geologiche di aree limitrofe all'area di progetto è verosimile ipotizzare la presenza nel sottosuolo anche di questa parte del Campidano dei sottostanti depositi continentali e marini del Pliocene/Pleistocene (Formazione di Samassi che non affiora ma è stata attraversata da sondaggi profondi, Pecorini e Pomesano Cerchi, 1969). Questi ultimi poggerebbero su di un substrato costituito in larga parte dai depositi marini miocenici e anche dalle vulcaniti calc-alcaline oligo-mioceniche, come testimoniato da alcuni sondaggi esplorativi profondi (es. il pozzo Oristano 1 della SAIS).

Infine, nella porzione sud-orientale dell'area, sono presenti affioramenti di leucomonzograniti a biotite facenti parte del Complesso intrusivo e filoniano tardo-paleozoici (VLD<sub>b</sub>).

Al fine di definire l'assetto geologico del settore di interesse di seguito verranno descritti in senso cronologico dal più recente al più antico i litotipi affioranti (**Fig. 5**).

Dal più recente al più antico si rinvencono:

#### **Depositi Quaternari dell'area continentale**

##### *Depositi olocenici*

- Depositi alluvionali - **(b)** OLOCENE. Ghiaie prevalenti (ba); sabbie prevalenti (bb); limi prevalenti (bc). Spessore: 5 m. OLOCENE
- Depositi alluvionali terrazzati - **(bn)**. Ghiaie prevalenti (bna); sabbie prevalenti (bnb); limi prevalenti, talora terrazzati con resti di ceramiche fluite (bnc). Spessore: 5-12 m. OLOCENE

##### *Depositi Pleistocenici*

- Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME) - **(PVM2A)**. Ghiaie con subordinate sabbie e blocchi, di conoide alluvionale, terrazzate. Spessore: 5 - 50 m. PLEISTOCENE SUP.

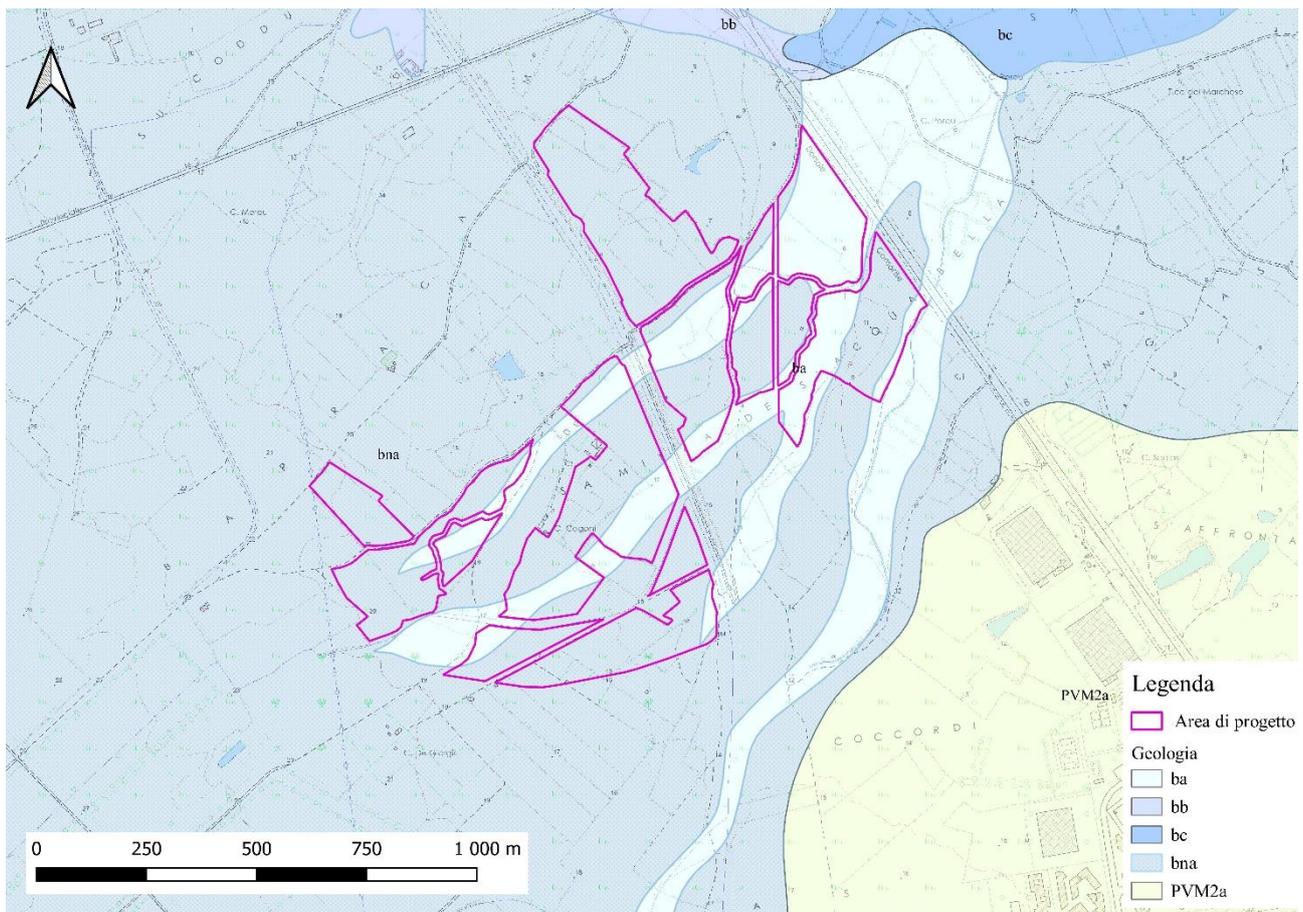


Figura 5 – Inquadramento geologico dell'area (in viola si evidenziano le aree del campo fotovoltaico)

#### 4.1 INDAGINE GEOGNOSTICA

Nel sito in cui saranno effettuati i lavori, la stratigrafia superficiale è individuabile sulla base dei sondaggi a carotaggio continuo con profondità di oltre 30 m eseguiti per conto di RAS a supporto del sistema di monitoraggio dell'area industriale di Macchiareddu, effettuati su aree contermini a quelle aree di progetto. Sono presenti anche i risultati del sondaggio geognostico e dei pozzetti esplorativi eseguiti a poche centinaia di metri a Sud rispetto a quelle di progetto a supporto di progetti per l'installazione di impianti fotovoltaici. Per questo siamo in grado di dire che dopo i primi centimetri di terreno vegetale si trova il deposito alluvionale sabbioso-argilloso con ghiaia, per passare poi ad uno argilloso sabbioso.

In **Fig. 6**, si riporta uno schema semplificato della stratigrafia.

- m 0,00 ÷ m 0,50 suolo argilloso con 0,10 cm di radici, colore marrone, compatto
- m 0,50 ÷ m 1,80 terreno sciolto sabbioso argilloso con ghiaia centimetrica e qualche ciottolo decimetrico colore beige.
- m 1,80 ÷ m 4,50 terreno argilloso sabbioso umido colore marrone beige, compatto.

Scala (m)	Utgija	Descrizione	Quota
		terreno argilloso con ghiaia (radici per i primi 0,10 m)	0.50
1		terreno sciolto sabbioso argilloso con ghiaia centimetrica e qualche ciottolo decimetrico colore beige	1.80
2		terreno argilloso sabbioso umido colore marrone beige, compatto	
3			
4			4.50

Figura 6 – Schema stratigrafico (non in scala).

La modellizzazione geologica può essere sintetizzata in un terreno multistrato costituito da depositi alluvionali terrazzati dell'olocene.

## 5 – MODELLO GEOTECNICO

La definizione della progettazione delle indagini geognostiche del sito è il risultato dell'analisi del modello geologico del sottosuolo, la cui definizione preliminare è stata possibile dall'integrazione dei dati disponibili in letteratura con i rilievi geologici in situ.

### 5.1 INDAGINE GEOTECNICA

Come descritto nei paragrafi precedenti, la stratigrafia dei terreni di sedime è rappresentata da un livello superficiale costituito da terreni sabbioso argillosi e da un successivo strato più argilloso sabbioso.

Questi terreni risultano molto compatti e consistenti con valori di  $N_{SPT}$  generalmente superiori a 50 (rifiuto) o comunque sempre maggiori di 35 e con uno spessore superiore a 5 m.

Le misure eseguite sulle carote dei sondaggi RAS attraverso Pocket Penetrometer e Torvane indicano che i depositi conglomeratici presentano caratteristiche di resistenza a compressione e al taglio molto elevate ( $P.P. > 5 \text{ kg/cm}^2$  e  $Tor > 1 \text{ kg/cm}^2$ ).

A compendio si fa presente che nel sondaggio geognostico citato nei capitoli precedenti si è realizzata una prova SPT ad una profondità di 1,5 m dal P.d.C. di cui si riporta il risultato:

- $N1 = 50$  con rifiuto di 5 cm.

Per quanto riguarda i valori dei parametri geotecnici caratteristici quali angolo di attrito, coesione e peso di volume, sono stati ottenuti attraverso bibliografia e precedenti analisi su terreni simili.

In **Tab. 2** vengono esposti i parametri:

Strato	Angolo di Attrito interno	Peso di volume secco	Peso di volume saturo	Coesione
	$\phi$ (°)	$\gamma_d$ $\text{g/cm}^3$	$\gamma_{sat}$ $\text{g/cm}^3$	$C$ $\text{Kg/cm}^2$
1	28	1,750	2.200	0,1
2	25,9	1,899	2,422	0,22

**Tab. 2** – Parametri caratteristici

### 5.2 FALDA ACQUIFERA

Dall'analisi della morfologia della superficie piezometrica ricostruita nell'ambito del progetto RAS (2009) è possibile individuare un deflusso principale con direzione da Ovest verso Est con un gradiente idraulico variabile dal 5 al 9‰.

La falda, nella ricostruzione del 2009, risulta depressa con una forma radiale convergente incentrata nella zona caratterizzata da pozzi ad uso industriale e agricolo. La profondità della falda, come visibile anche dai pozzi presenti nell'archivio Ispra, è variabile nell'intorno dell'area di progetto da 25 m a 5 m circa di profondità da p.c. (fino a raggiungere pochi metri da p.c. spostandosi verso il Golfo di Cagliari).

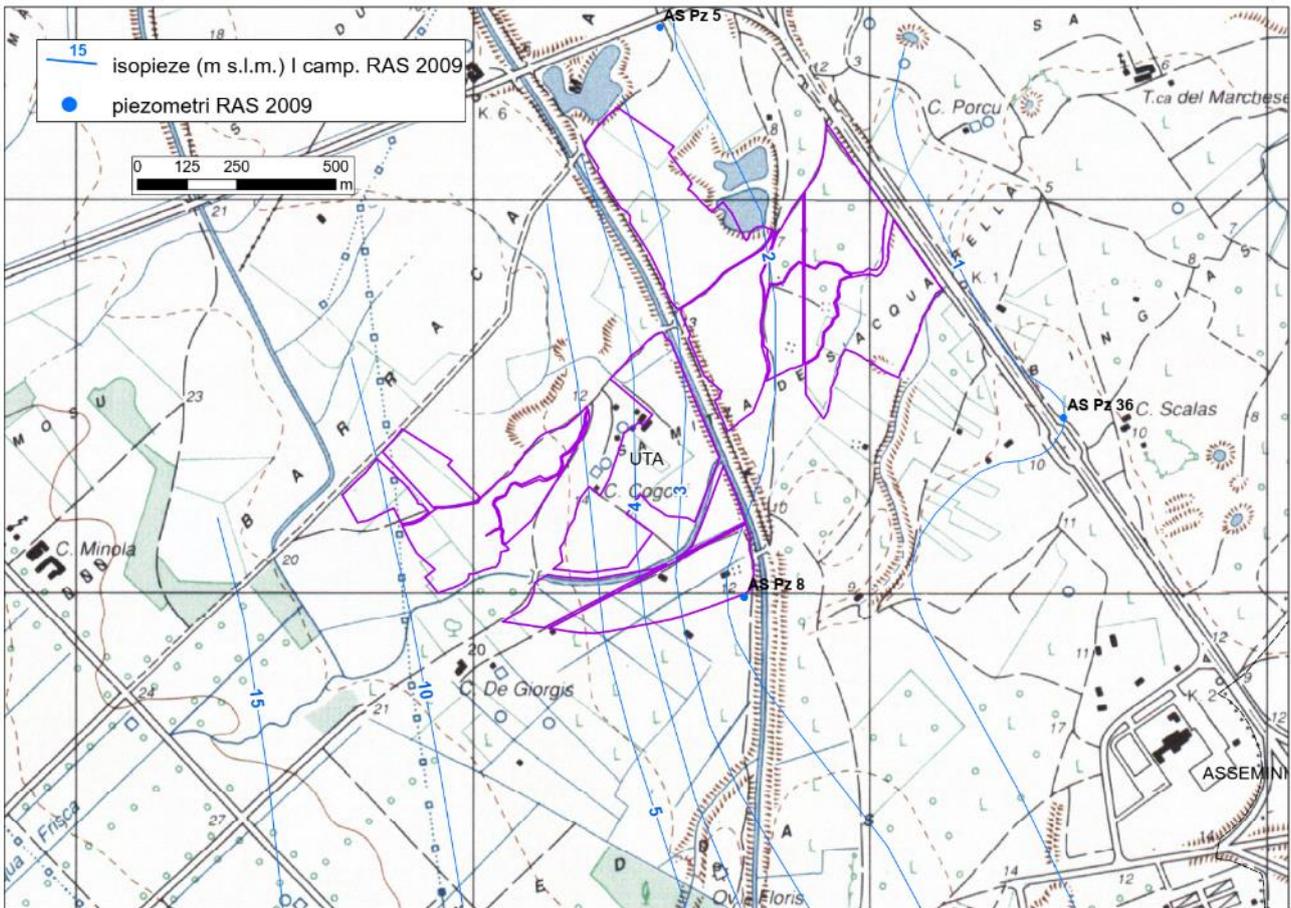


Figura 7 – Ricostruzione piezometrica dell'area (in viola si evidenziano le aree del campo fotovoltaico) da RAS 2009.

Questa ricostruzione è avvalorata dal fatto che in aree adiacenti è stata individuata la presenza di una falda idrica superficiale che si imposta negli acquiferi alluvionali, ad una quota di circa -10 - 13 m dal p.d.c.

### 5.3 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DEL PROGETTO

Il progetto ha come obiettivo la realizzazione di campi fotovoltaici ubicati in n.3 lotti principali siti all' interno dell'area industriale di Macchiareddu. I lotti copriranno un'area complessiva di circa 63,3 ha per una potenza nominale di circa 41,75 MWp. I pannelli, bifacciali e dotati di tracker, saranno montati su pali con altezza massima fuori terra di 2.5 m e saranno infissi ad una profondità di circa 1.5-2 m tramite sistema battipalo con un interasse variabile tra 5 e 7 m.

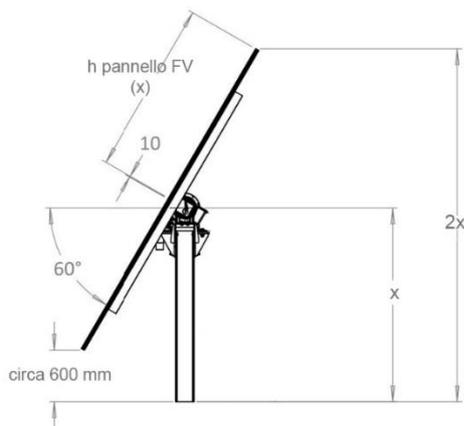
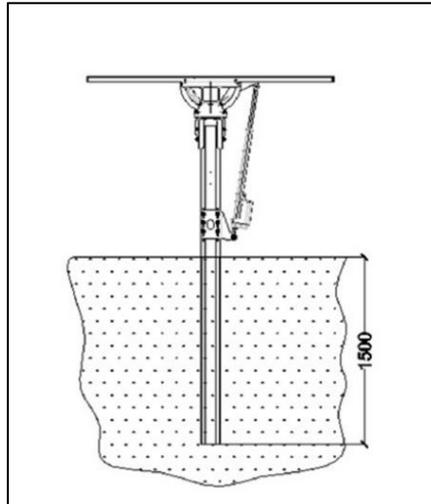


Figura 8 –Dimensioni ed Esempio Tracker.



*Figura 9 –Profondità infissione palo Tracker.*

Per le caratteristiche specifiche dell'opera e le relative particolarità progettuali, si rimanda agli elaborati tecnici del progettista.

## 6 – CONCLUSIONI

Il sito oggetto di studio, si trova nelle campagne a sud di Uta.

I terreni su cui verranno realizzate le opere in oggetto sono caratterizzati da depositi alluvionali costituiti da alternanze di ghiaia e sabbia con argilla e ciottoli arrotondati piuttosto compatti, più precisamente si individuano i Depositi alluvionali terrazzati (**bn**a), i Depositi alluvionali (**ba**), seguiti dai depositi Pleistocenici (**PVM2a**).

Dal punto di vista idrogeologico, le opere previste non interagiranno con la falda idrica che nelle aree di progetto si attesterà a non meno di 3 m dal P.d.C.

La stratigrafia dei litotipi costituenti il sottosuolo su cui insisteranno i pali è stata ricostruita a partire da osservazioni in situ e da precedenti lavori nell'area limitrofa. Da questi è stato possibile osservare la presenza di uno strato superficiale vegetato argilloso (dello spessore 0,5 m), un successivo deposito sciolto sabbioso argilloso con ghiaia centimetrica (0,5-1,8 m), per proseguire con un altro deposito alluvionale più argilloso sabbioso (1,8-4,5 m e oltre).

I valori dei parametri geotecnici caratteristici quali angolo di attrito, coesione e peso di volume, sono stati reperiti da studi bibliografici e da precedenti prove.

Attraverso l'elaborazione dei dati stratigrafici e geotecnici sarà possibile determinare le capacità portanti dei terreni per l'opera in progetto.

Viste le caratteristiche geotecniche il settore di interesse può essere considerato a bassissima pericolosità geologica e idoneo. Inoltre, durante l'esecuzione dei lavori, soprattutto nel caso si dovessero incontrare situazioni impreviste, potrà essere opportuno un sopralluogo da parte del geologo, sulla base del quale potranno essere formulate raccomandazioni più mirate e/o dovranno essere valutati eventuali interventi correttivi.

Cagliari, 08 ottobre 2021

IL GEOLOGO