

# RISORSESARDE s.r.l.

EX SS131 KM 10. 500 SN  
09028 SESTU (CA)  
P.IVA 04015180922

## R03 RELAZIONE GEOTECNICA

PROGETTO PER LE REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA DI PICCO  
94,99 MW CON ACCUMULO DI 10MW SITO NEL  
COMUNE DI UTA IN LOCALITA' "SU INZIRU"  
E CONNESSIONE AT ALLA RETE ELETTRICA

SITA NEL COMUNE DI UTA E DI ASSEMINI

Data: Dicembre 2023

### PROGETTAZIONE



### PROGETTISTA INCARICATO

Ing. Luca Demontis  
Via Ruggero Bacone 4  
09134 Cagliari  
lucademontis@sviluppo-ambiente.com

### GRUPPO DI LAVORO

Ing. Filippo Mocchi    Ing. Michela Marcis    Archeol. A. Luisa Sanna  
Arch. Michela Usala    Ing. Giulia Argiolas    Geol. Andrea Serreli  
Ing. Marco Muroni    Ing. Roberto Mura  
Ing. Jacopo Mulas    Ing. Michele Suella



## INDICE

INDICE .....	2
1 INTRODUZIONE.....	3
1.1 PREMESSA.....	3
1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2 INQUADRAMENTO DEL SITO .....	4
3 METODOLOGIA DI INDAGINE .....	7
4 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO .....	7
5 ANALISI GEOTECNICA .....	7
5.1 CARTA LITOLOGICO - TECNICA .....	7
5.2 MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE .....	9
6 CONCLUSIONI .....	10

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Lo scrivente Dott. Geol. Andrea Serreli, nato a Cagliari il 26/07/1971, residente in via Antonio Pacinotti n° 12 – 09047 – Selargius, C.F. SRRNDR71L26B354F, P. IVA 02814940926, iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n°542, è il soggetto incaricato della redazione della Relazione geologica nell'ambito del progetto denominato "RisorseSardegna", proposto dalla RISORSE SARDE S.R.L. con sede legale a Sestu (CA) 09028, ex SS131 KM 10. 500 SN.

Il progetto prevede la realizzazione e gestione di un nuovo impianto agro-fotovoltaico con potenza di picco 94,99 MWp e capacità di storage 10 MW, da realizzarsi nel Comune di Uta (CA), in località "Su Niu de su Pilloni" in una zona turistica F, su una superficie complessiva di circa 120.58 ha; l'impianto si realizzerà con l'installazione di 153.216 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half-cell, della potenza di picco totale di 620 Wp cad., che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest), per una superficie captante di circa 428.308 m<sup>2</sup>.

Nelle more delle proprie competenze lo scrivente Dott. Geol. Andrea Serreli, in osservanza a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC), nella fattispecie ai sensi del disposto al Capitolo 6 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA, paragrafo 6.1 – DISPOSIZIONI GENERALI, paragrafo 6.1.1 – OGGETTO DELLE NORME e al Capitolo 3 – AZIONI SULLE COSTRUZIONI, paragrafo 3.2 – AZIONE SISMICA, a supporto dello studio geologico da realizzarsi nell'agro di Uta e Assemini, è incaricato della redazione dello studio geotecnico ai sensi del paragrafo 6.2.1 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO, del paragrafo 6.2.2 – INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA. In quest'ottica la Relazione Geotecnica, secondo quanto indicato nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto ministeriale 17 gennaio 2018, contiene i risultati derivanti dalle indagini e dalle prove geotecniche, descrive, facendo riferimento al modello geologico, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni interagenti con le opere in progetto e riassume i risultati delle analisi eseguite per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni del sistema geotecnico.

In riferimento al modello geologico (Relazione geologica), la presente Relazione geotecnica, in funzione delle scelte progettuali e della localizzazione degli interventi previsti, definisce i parametri geotecnici caratteristici dei terreni che verranno interessati dalle opere in progetto, determinando il modello geotecnico locale preliminare a supporto della progettazione definitiva ed esecutiva delle opere con determinazione dei parametri geotecnici di progetto e calcolo delle resistenze di progetto Rd.

Data la natura geologica dei litotipi rilevati, in base alle risultanze delle indagini condotte in situ, in questa fase di caratterizzazione geotecnica, non si è ritenuto necessario effettuare analisi di laboratorio o altre prove per la valutazione del modello geotecnico ipotizzato nel presente studio.

Le indagini eseguite hanno consentito di acquisire informazioni stratigrafiche, idrogeologiche, geomeccaniche finalizzate alla qualificazione e quantificazione delle proprietà geotecniche dei materiali che interagiranno con le opere in progetto.

Tali informazioni sono state utilizzate per la definizione del modello geotecnico, con la definizione di alcuni parametri geotecnici utili per un predimensionamento di progetto.

### 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Come accennato in premessa il principale riferimento normativo è rappresentato da:

- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC);
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

- Norme di Tecniche di Attuazione del PAI della Regione Autonoma della Sardegna.

Altra normativa di riferimento è rappresentata da:

- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 09 Gennaio 1996, N. 218/24/3, Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;
- 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 Settembre 1988, N. 30483, 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

## **2 INQUADRAMENTO DEL SITO**

Il sito di interesse si inquadra nella sez. 556/II della Carta Topografica d'Italia (I.G.M. 1994) in scala 1:25000 e tra la sez. 556.110, la sez. 556120 e la sez. 556160 della C.T.R. numerica in scala 1:10000, a SW del nucleo urbanizzato di Uta (SU). Il generatore sorgerà in località Su Niu de su Pilloni (territorio comunale di Uta), la rete di connessione elettrica si svilupperà lungo la viabilità esistente (S.P. 2, Strada consortile Macchiareddu, VI Strada Est) fino alla località Stracosciu Mannu (territorio comunale di Assemini), dove sarà ubicata la SE.

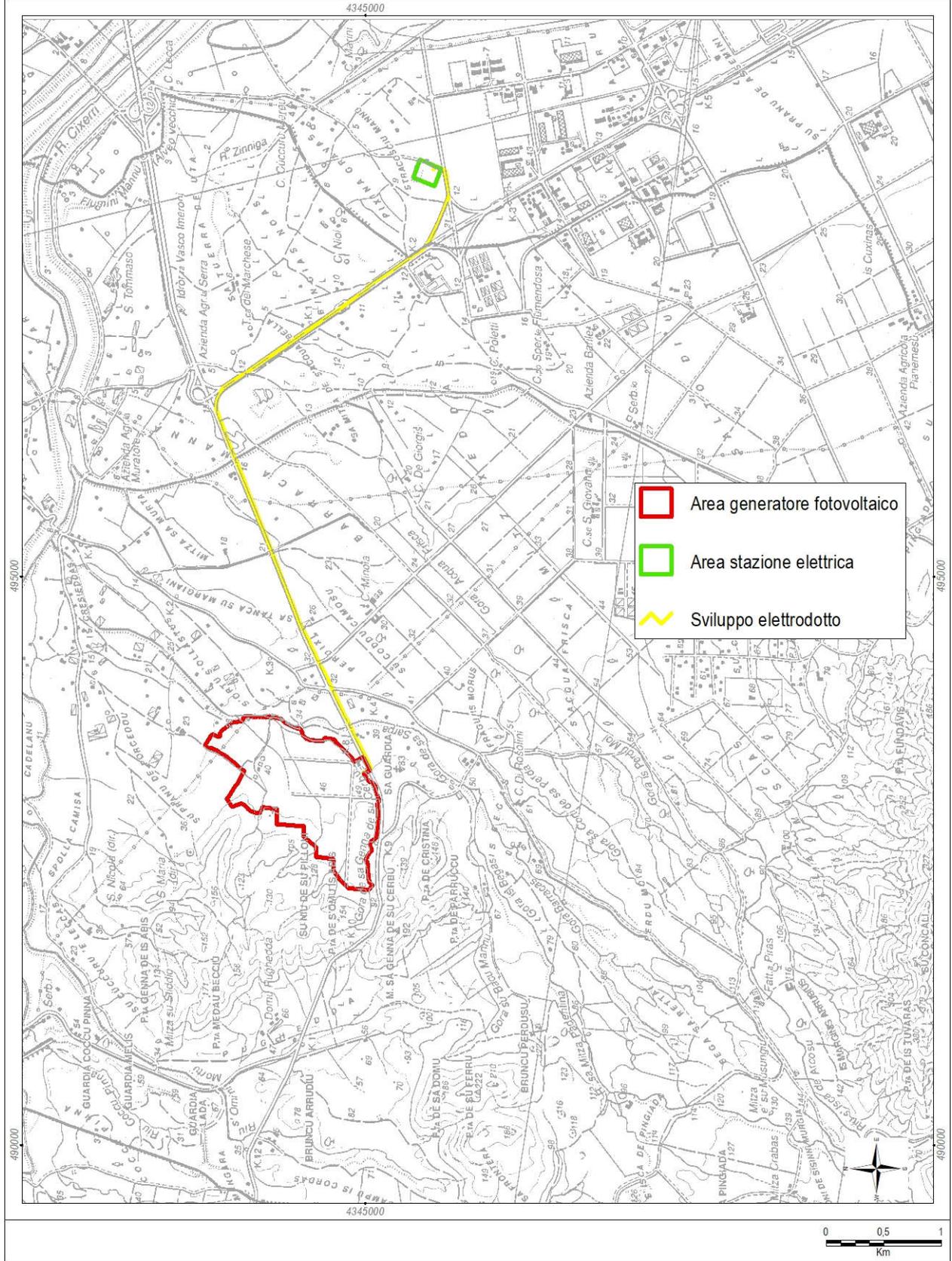
L'areale che verrà interessato dal generatore fotovoltaico si estende su una superficie di circa 120000 m<sup>2</sup> che presenta quota variabile tra circa 26.0 m slm e 87.7 m slm per una quota media pari a circa 47.00 m slm, con pendenze comprese tra 0 e 29 % circa immergenti verso NE, per una pendenza media pari a 4.1 %.

Dal punto di vista urbanistico l'area del generatore è inquadrata nel PUC di Uta come zona F – Turistica - collinare.

### INQUADRAMENTO DEL SITO DI INTERVENTO

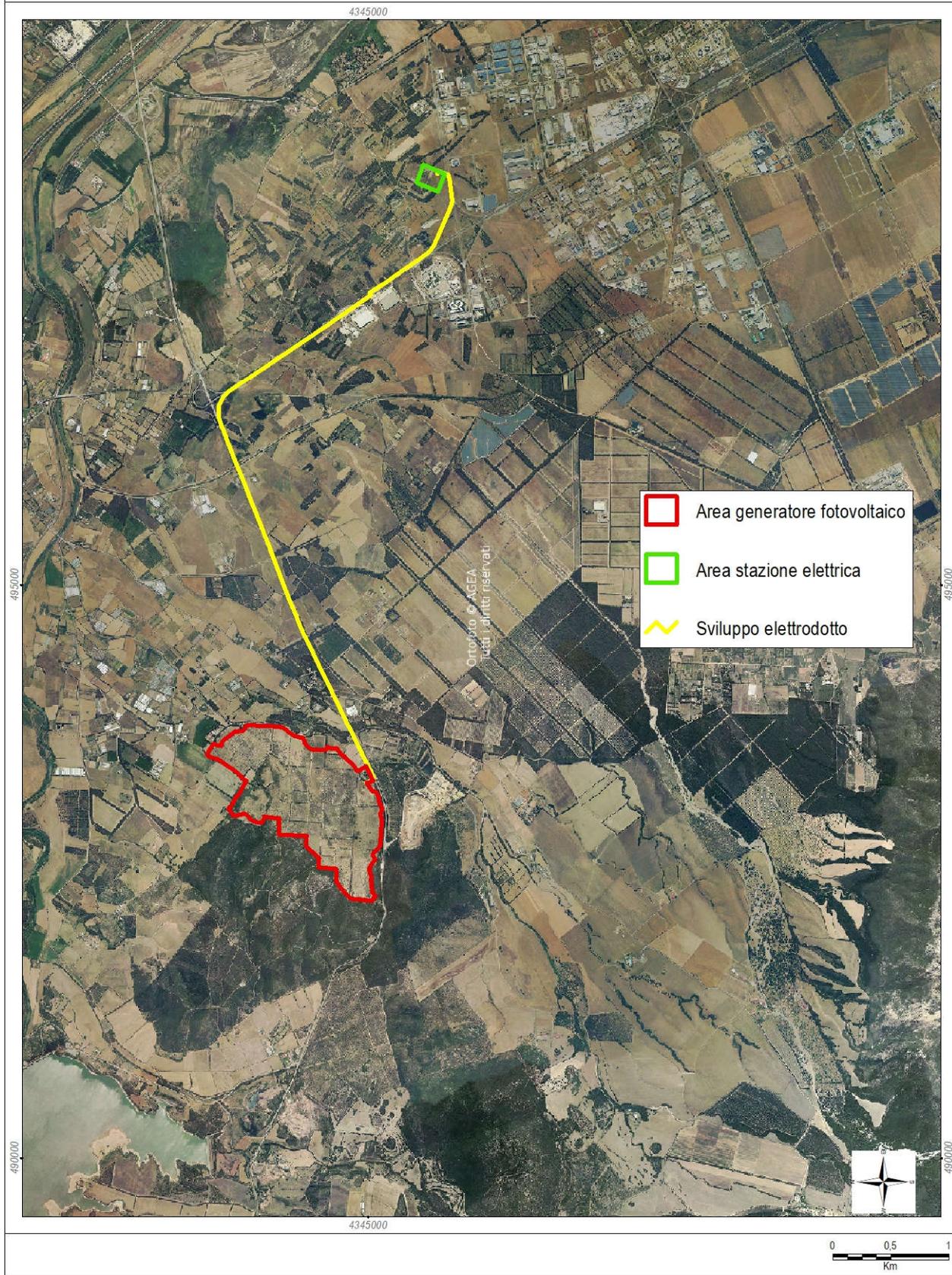
Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



### INQUADRAMENTO DEL SITO DI INTERVENTO

Ortofoto 2019 - scala 1:50000  
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



### 3 METODOLOGIA DI INDAGINE

L'ampiezza dell'indagine è stata ponderata sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche della zona indagata acquisite con gli studi geologici, reinterprestando il modello geologico in chiave geotecnica, facendo riferimento ad indagini e prove eseguite in siti geologicamente e stratigraficamente analoghi, sulla medesima categoria di terre e di rocce ed in relazione alle finalità applicative dello studio eseguito ed in relazione alla tipologia di opere previste.

Come detto in premessa, in questa fase di progetto non sono state eseguite prove in situ o in laboratorio, sulle rocce o sulle terre, rimandando alle fasi di progettazione esecutiva gli opportuni approfondimenti.

### 4 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO

Il progetto proposto dalla RISORSESARDE S.r.l. prevede la realizzazione di un generatore fotovoltaico ad inseguimento mediante tracker monoassiali, di potenza di picco pari a 94.99 MWp, ottenuta utilizzando moduli aventi ciascuno una potenza di picco totale di 620Wp.

Il progetto prevede l'installazione di 153.216 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half cell che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest), per una superficie captante di circa 428.308 m<sup>2</sup>.

L'installazione di pannelli fotovoltaici sulle strutture basculanti (trackers monoassiali), permette contestualmente di utilizzare la stessa area impegnata, sia per le attività di pastorizia o attività agricola sia per la produzione di energia elettrica derivante dalla fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Ogni dettaglio sulle caratteristiche delle opere e degli interventi da realizzare nel sito di sviluppo del generatore, dell'elettrodotto e della stazione elettrica, deve essere ricercato negli elaborati tecnici di progetto.

### 5 ANALISI GEOTECNICA

#### 5.1 CARTA LITOLOGICO - TECNICA

La Carta geologico tecnica è stata elaborata, sulla base di principi precedentemente illustrati, a partire dalla Carta geologica estratta dal Foglio 556 Assemini della Carta Geologica d'Italia scala 1:50000, ovvero dalla Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000.

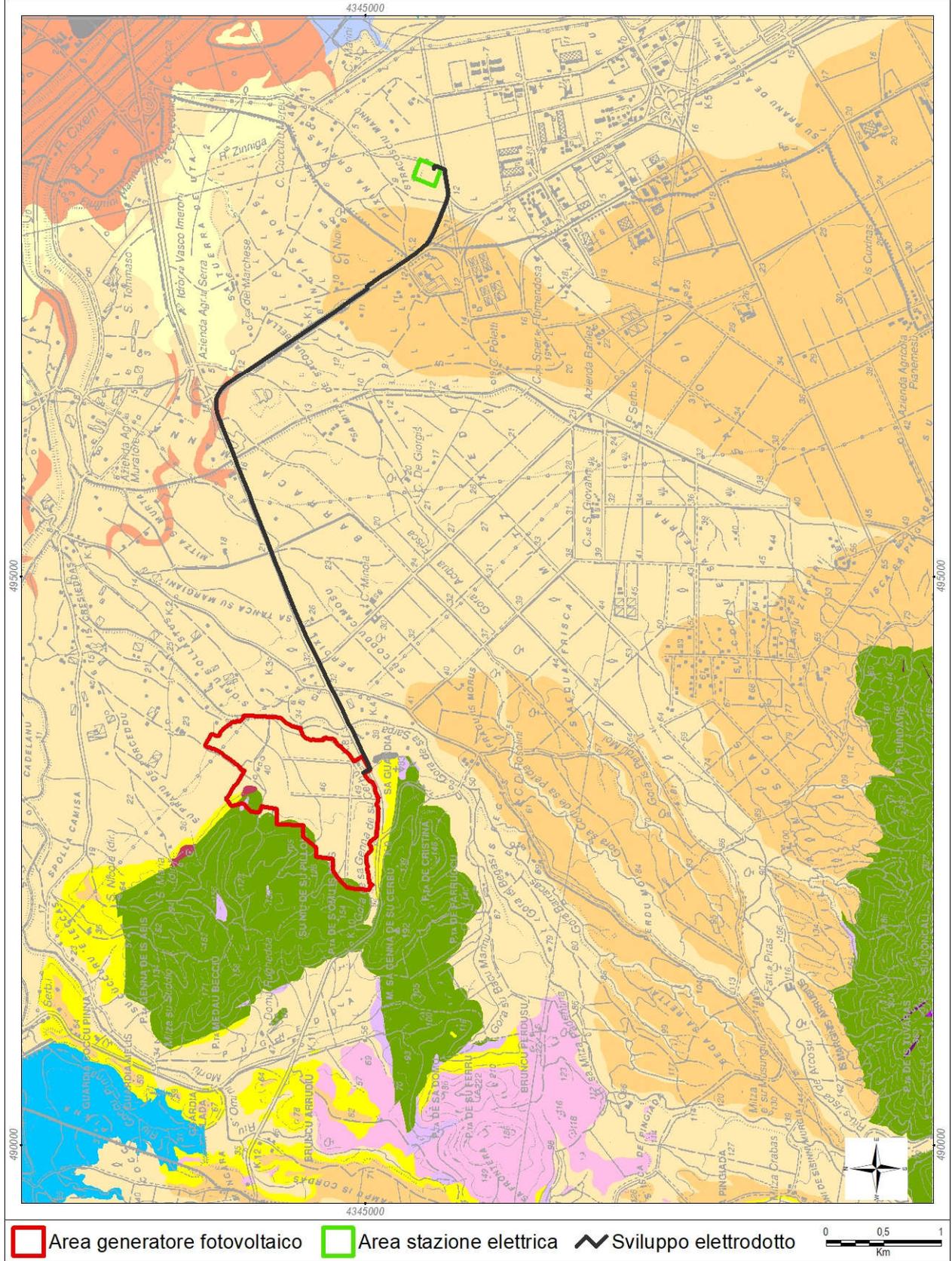
L'analisi consiste nella valutazione dello stato litologico delle terre e delle rocce, della condizione di aggregazione, del grado di alterazione e dello stato di fratturazione o di presenza di discontinuità stratigrafiche, della omogeneità litologica e di caratteri generici che possono influenzare il comportamento meccanico delle singole unità litotecniche, finalizzata alla valutazione preliminare ed alla previsione delle interazioni che le lavorazioni e le opere in servizio avranno con le medesime entità litologiche.

Pertanto una volta discriminato il tipo litologico ad esso vengono associati i caratteri litotecnici indispensabili ad interpretarne preliminarmente il comportamento meccanico.

CARTA LITOLOGICO - TECNICA

Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



	SUPERFICI IDRICHE - Aree non rilevate o non classificate
	CANALIZZAZIONI IDRICHE - Aree non rilevate o non classificate
	LITOTIPI INCOERENTI - Depositi antropici - Aree non rilevate o non classificate
	LITOTIPI INCOERENTI - Depositi palustri - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine
	LITOTIPI INCOERENTI - Depositi alluvionali terrazzati - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine
	LITOTIPI INCOERENTI - Depositi alluvionali terrazzati - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana
	LITOTIPI INCOERENTI - Ghiaie alluvionali terrazzate - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana
	LITOTIPI INCOERENTI - Depositi alluvionali terrazzati - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza sabbiosa
	LITOTIPI SEMI-COERENTI - Travertini - Materiale granulare stratificato a grana medio - fine
	LITOTIPI SEMI-COERENTI - Formazione del Cixerri - Materiale granulare cementato o molto addensato a grana medio - fine
	LITOTIPI COERENTI - Daciti e andesiti - Rocce monolitologiche non stratificate fratturate
	LITOTIPI COERENTI - Formazione del Cixerri - Rocce monolitologiche non stratificate non fratturate
	LITOTIPI COERENTI - Leuco-sienograniti e Leuco-monzograniti - Monolitologico non stratificato fratturato
	LITOTIPI COERENTI - Filoni e ammassi di quarzo - Monolitologico non stratificato fratturato
	LITOTIPI COERENTI - Metasiltiti-Metarenarie-Metaquarzoareniti - Plurilitologico stratificato fratturato
	LITOTIPI COERENTI - Metarenarie-Quarziti-Metasiltiti - Plurilitologico stratificato fratturato

Dalla Carta geologico-tecnica si osserva che in tutta l’area di sviluppo del progetto, i terreni sono rappresentati generalmente da depositi alluvionali ghiaiosi, appartenenti alla conoide terrazzata pleistocenica e alle alluvioni terrazzate oloceniche, distinguibili come depositi alluvionali antichi e depositi alluvionali recenti.

Queste terre costituite da materiali grossolani, dalle ghiaie fino anche ai blocchi, caratterizzano tutta l’area della conoide, presentandosi da addensate a molto addensate, stratificate in maniera disomogenea, ma comunque con caratteristiche geotecniche da buone a ottime.

Allo stesso modo le medesime litologie caratterizzano lo sviluppo della rete stradale in cui verrà posato il cavidotto a -0.8 m dal piano della strada. Sottinteso che lungo la sede stradale si scaveranno terreni di riporto, bitumi e terreni di fondazione, al disotto si rinverranno terreni ghiaiosi, incoerenti, che in genere non creano difficoltà nello scavo.

CLASSIFICAZIONE GENERALE	TERRE GHIAIO - SABBIOSE FRAZIONE PASSANTE ALLO STACCIO 0,063 mm ≤ 35 %							TERRE LIMO - ARGILLOSE FRAZIONE PASSANTE ALLO STACCIO 0,063 mm > 35 %				TORBE e TERRE ORGANICHE PALUSTRI	
	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7	A8		
GRUPPO	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
FRAZIONE PASSANTE ALLO STACCIO													
2 mm	≤ 50	-	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 mm	≤ 30	≤ 50		≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
0,063 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
CARATTERISTICHE DELLA FRAZIONE PASSANTE ALLO STACCIO 0,4 mm													
Limite Liquido LL	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di Plasticità IP	≤ 6	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10
											IP ≤ IL - 30	IP > IL - 30	
INDICE DI GRUPPO	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	GHIAIA O BRECCIA, GHIAIA O BRECCIA SABBIOSA, SABBIA GROSSA, POMICE, SCORIE VULCANICHE, POZZOLANE		SABBIA FINA	GHIAIA O SABBIA LIMOSA O ARGILLOSA			LIMI POCO COMPRESSIBILI	LIMI MOLTO COMPRESSIBILI	ARGILLE POCO COMPRESSIBILI	ARGILLE MOLTO COMPRESSIBILI E MEDIAMENTE PLASTICHE	ARGILLE MOLTO COMPRESSIBILI E MOLTO PLASTICHE	TORBE DI RECENTE O REMOTA FORMAZIONE, DETRITI ORGANICI	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	DA ECCELLENTE A BUONO						DA MEDIOCRE A SCADENTE					DA SCARTARE	
Azione del gelo sulle qualità portanti	NESSUNA O LIEVE			MEDIA			MOLTO ELEVATA		MEDIA	ELEVATA	MEDIA		
Ritiro e rigonfiamento	NULLO			NULLO O LIEVE			LIEVE O MEDIO		ELEVATO	ELEVATO	MOLTO ELEVATO		
Permeabilità	ELEVATA			MEDIA O SCARSA					SCARSA O NULLA				

Tabella 1: Sistema di classificazione delle terre UNI EN 11531-1.

Secondo la classificazione riportata nella Tabella 1 le terre possono inquadrarsi principalmente nel gruppo A1 e secondariamente nel gruppo A2, quindi in terre dalle ottime caratteristiche geotecniche.

## 5.2 MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE

L’analisi geologica e geologico-tecnica, sintetizzata nel modello geologico locale, consente di indicare che la stratigrafia nell’area che ospiterà tutte le opere in progetto è semplice e costituita da depositi detritici alluvionali di potenza decametrica.

I depositi detritici di superficie sono terre granulari incoerenti costituite da ghiaie sabbiose con limi argillosi in maniera subordinata, ma anche con frequenti elementi più grossolani, si tratta di terreni poco addensati

in superficie, con grado di addensamento crescente in profondità; per questo tipo di terreni la correlazione possibile con dati di prove penetrometriche, sebbene di difficile esecuzione e spesso di scarsa indicatività in materiali di siffatta maniera, consente di ricavare alcuni parametri geotecnici caratteristici per una valutazione preliminare della capacità portante o carico ammissibile di un complesso fondazione terreno. La tabella seguente riassume tali caratteristiche di massima per diverse tipologie di terreni.

Consistenza terreni	Molto sciolti	Sciolti	Mediamente densi	Addensati	Molto addensati
DPM30 N <sub>10</sub>	<4	4 ÷ 10	10 ÷ 35	35 ÷ 60	60
SPT N <sub>30</sub>	<4	4 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 50	>50
Densità relativa Dr%	<15	15 ÷ 35	35 ÷ 65	65 ÷ 85	85 ÷ 100
Peso di volume secco KN/m <sup>3</sup>	<14	14 ÷ 16	16 ÷ 18	18 ÷ 20	>20
Angolo di attrito interno φ	<30	30 ÷ 35	35 ÷ 40	40 ÷ 45	>45

*Tabella 2. Campi sperimentali per la definizione di alcune caratteristiche fisiche dei terreni in relazione all'addensamento*

In questa fase di studio si ritiene, analizzando la casistica riportata nella Tabella 2 e valutando i risultati di indagini geotecniche eseguite su terre del tutto analoghe a quelle rilevate nel sito in esame, che si possa definire tali materiali come terre addensate e molto addensate, insature, a prevalente granulometria grossolana: ghiaie sabbioso-limose, limitatamente stratificate e con grado di addensamento crescente con la profondità.

Queste terre presentano qualità geotecniche da buone a ottime sia come terreni di fondazione e sia come elemento di supporto dei pali dei trackers, in ragione della granulometria e del grado di addensamento; in questa fase progettuale, nelle more di un approfondimento geotecnico, si propongono i parametri geotecnici caratteristici riassunti nella Tabella 3 ai fini di predisporre un predimensionamento geotecnico e le opportune verifiche.

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE COPERTURE DETRITICHE		
Parametro	Simbolo	Valore caratteristico
Angolo di attrito interno	φ <sub>k</sub>	35°
Modulo di deformazione	E' <sub>k</sub>	65000 kN/m <sup>2</sup>
Densità relativa	Dr <sub>k</sub>	80%
Peso di volume secco	γ <sub>k</sub>	17 kN/m <sup>3</sup>

*Tabella 3. Parametri caratteristici dei terreni detritici di copertura nell'area del generatore*

## 6 CONCLUSIONI

In questa fase di progettazione, l'analisi geotecnica, non supportata da indagini specifiche, ma derivata dalla interpretazione del modello geologico dei luoghi e da altre indagini condotte in contesti geologico stratigrafici analoghi a quello di progetto, consente di individuare le caratteristiche stratigrafiche e litotecniche dei terreni superficiali e del substrato e di stimare i parametri geotecnici caratteristici per il predimensionamento.

In linea generale si può dedurre che in tutta la zona interessata dal progetto i terreni, sebbene geologicamente differenziati, possono ritenersi simili da un punto di vista litologico e quindi omogeneizzabili dal punto di vista delle caratteristiche e del comportamento geotecnico.

Di fatto il volume significativo potenzialmente interessato dalle opere, con particolare riferimento a quelle strutturali, è costituito da ghiaie prevalenti con buone e ottime qualità meccaniche.

Ad ogni modo nelle fasi di progetto successive sarà indispensabile una campagna di indagini geognostiche e geotecniche e sismiche, con cui definire il modello geotecnico previsto anche in funzione della scelta definitiva delle tipologie di opere da realizzare, finalizzato alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici, alla determinazione dei parametri di progetto indispensabili per la progettazione geotecnica e per le verifiche prestazionali delle singole opere e dell'intervento nel suo complesso.