

Relazione Geotecnica

Progetto definitivo

Impianto agrivoltaico "F-SASSA"

Comune di Sassari (SS)

Località Predda Bianca



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/FTV/F-SASSA/PDF/A/RS/001-a
a	Emissione	MFL	Asja Sassari S.r.l.	GF – IAT S.r.l.	19/02/2024 Corso Vittorio Emanuele II, 6 10123 Torino - Italia asja.sassari@pec.it

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Aspetti geologici e geotecnici: Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Alessio Musu

Caratterizzazione agro-pedologica: Dott. Agronomo Federico Corona

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: Dott.ssa Anna Luisa Sanna

INDICE

1	ASPETTI INTRODUTTIVI	4
1.1	Premessa	4
1.2	Normativa di riferimento e relative prescrizioni	4
1.3	Inquadramento topografico e territoriale	5
1.4	Descrizione sommaria degli interventi in progetto	11
2	MODELLO GEOTECNICO	12
2.1	Assetto litostratigrafico locale.....	12
2.2	Modello stratigrafico di riferimento	13
2.3	Assetto idrogeologico locale	14
2.4	Caratteristiche sismiche	14
2.5	Parametrizzazione geotecnica preliminare	15
3	CONCLUSIONI	18

1 ASPETTI INTRODUTTIVI

1.1 Premessa

La società *Asja Sassari S.r.l.* ha in programma la costruzione di un impianto agrivoltaico in denominato "F-Sassa" in agro di Sassari. In tale ambito, lo scrivente geologo *Dott. MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽¹⁾ ha proceduto, su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. incaricata della progettazione, alla stesura del presente elaborato, quale corredo obbligatorio degli elaborati ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti sviluppati in questa sede hanno come base informativa i rilievi diretti nel settore di intervento, coadiuvati da dati in possesso dello scrivente, nonché da altre informazioni ricavate dalla letteratura geologica e dalla cartografia geotematica estratta dal Geoportale della Regione Sardegna.

Con le analisi al momento attuate si ritiene di aver compiutamente analizzato i preliminari aspetti geotecnici interagenti con l'opera in progetto. Ciò al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare gli aspetti stratigrafici, geotecnici dei luoghi di intervento, necessari a supportare la successiva fase di progettazione esecutiva in relazione alla natura dell'intervento.

1.2 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*»;
- D.M. 14.01.2008 «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Legge 02.02.1974 n. 64 «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*».

⁽¹⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

1.3 Inquadramento topografico e territoriale

L'intervento in progetto ricade nella Sardegna nord-occidentale, in agro di Sassari (Città Metropolitana di Sassari), circa 14 km a sud della zona industriale dello Stagno di Pilo e circa 13 km a Nord dell'abitato di Fertilia.

L'impianto agrivoltaico sarà distribuito entro una fascia estesa per circa 1 km in direzione N-E e larga approssimativamente 0,6 km.

Il sito è raggiungibile dal polo industriale di Porto Torres percorrendo la S.P. 42 in direzione sud per poi svoltare a destra ed immettersi sulla S.P. 18 che conduce alla frazione "La Corte" dalla quale si imbocca la strada vicinale "La Corte - Bacchileddu". L'accessibilità dalla città di Sassari è garantita dalla S.S. 291 "della Nurra" verso ovest in direzione Alghero, ma anche dalla S.P. 65 e dalla S.P. 18.

Il cavidotto a 36 kV correrà a lato della strada vicinale "La Corte Bacchileddu" e poi della S.P. 65 in direzione Est per circa 13,5 km fino alla futura stazione di Terna RTN 380/150/36 kV, in località "Gianna de Mare".

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 458 "Argentiera" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 459 "Sassari" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 458 - I "Palmadula" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 459 - IV "La Crucca" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 458080 "La Corte" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 459050 "M.te Nurra" della C.T.R. [scala 1:10.000]



Figura 1.1 -
Inquadramento
geografico
dell'intervento.



Figura 1.2 - Veduta settore nord-orientale dell'areale di intervento.

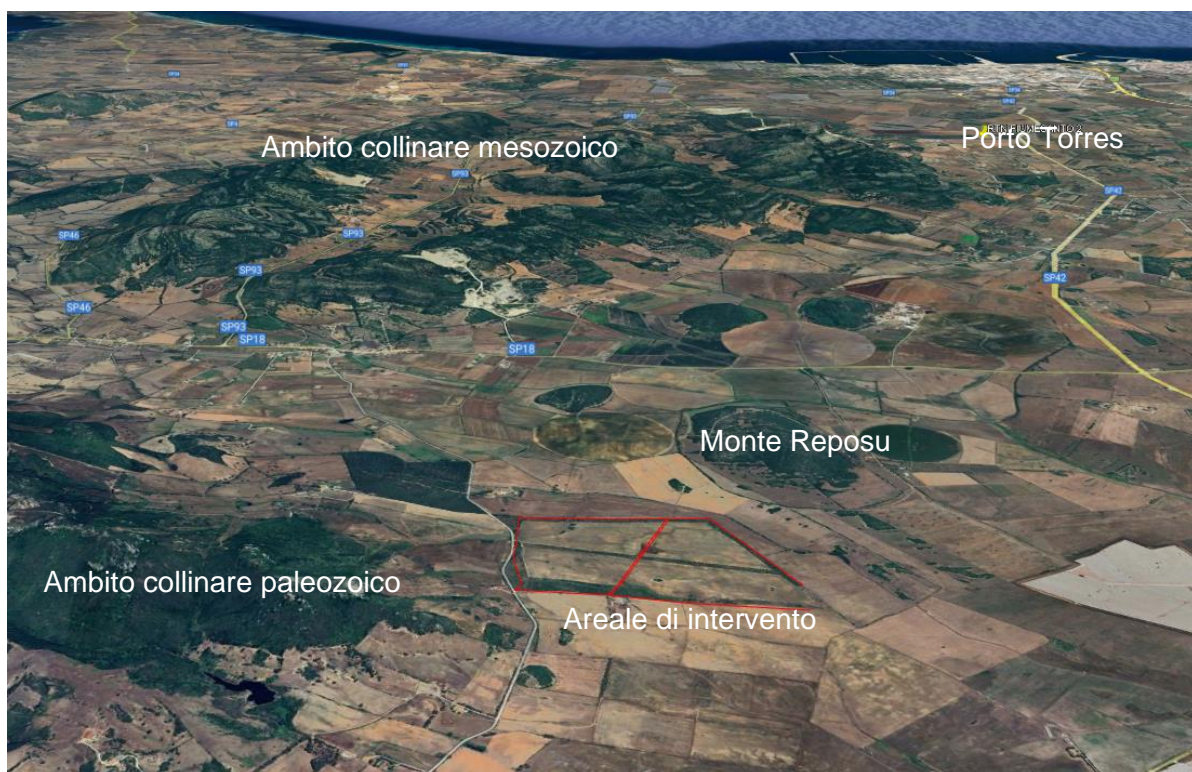


Figura 1.3 - Veduta dell'areale di intervento sull'area vasta (immagine estratta da Google Earth).



Figura 1.4 - Veduta dell'areale di intervento (immagine estratta da Google Earth).

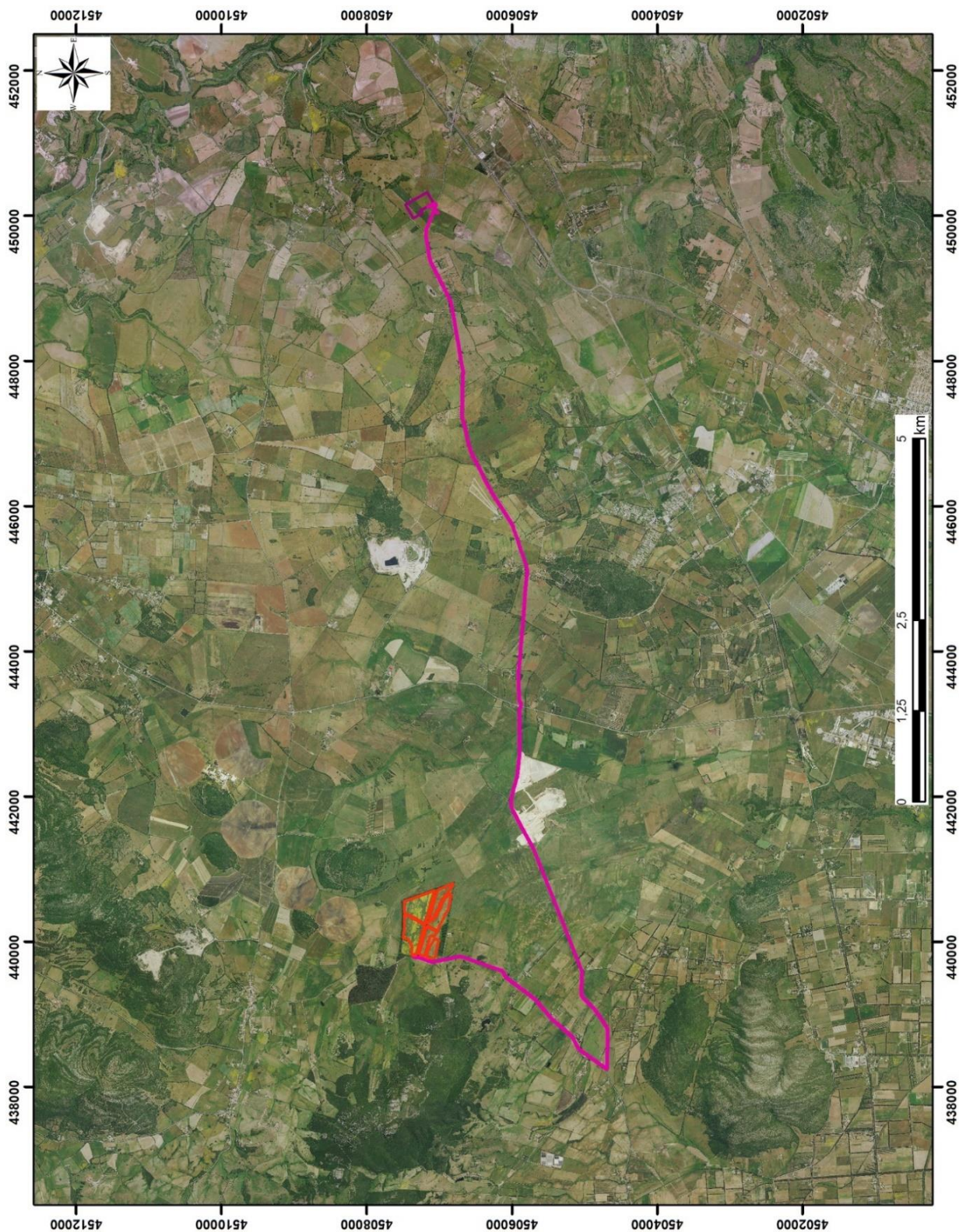


Figura 1.5 - Inquadramento del parco agrivoltaico, della cabina elettrica utente e del suo intorno su immagine satellitare (Google Earth, 2022)

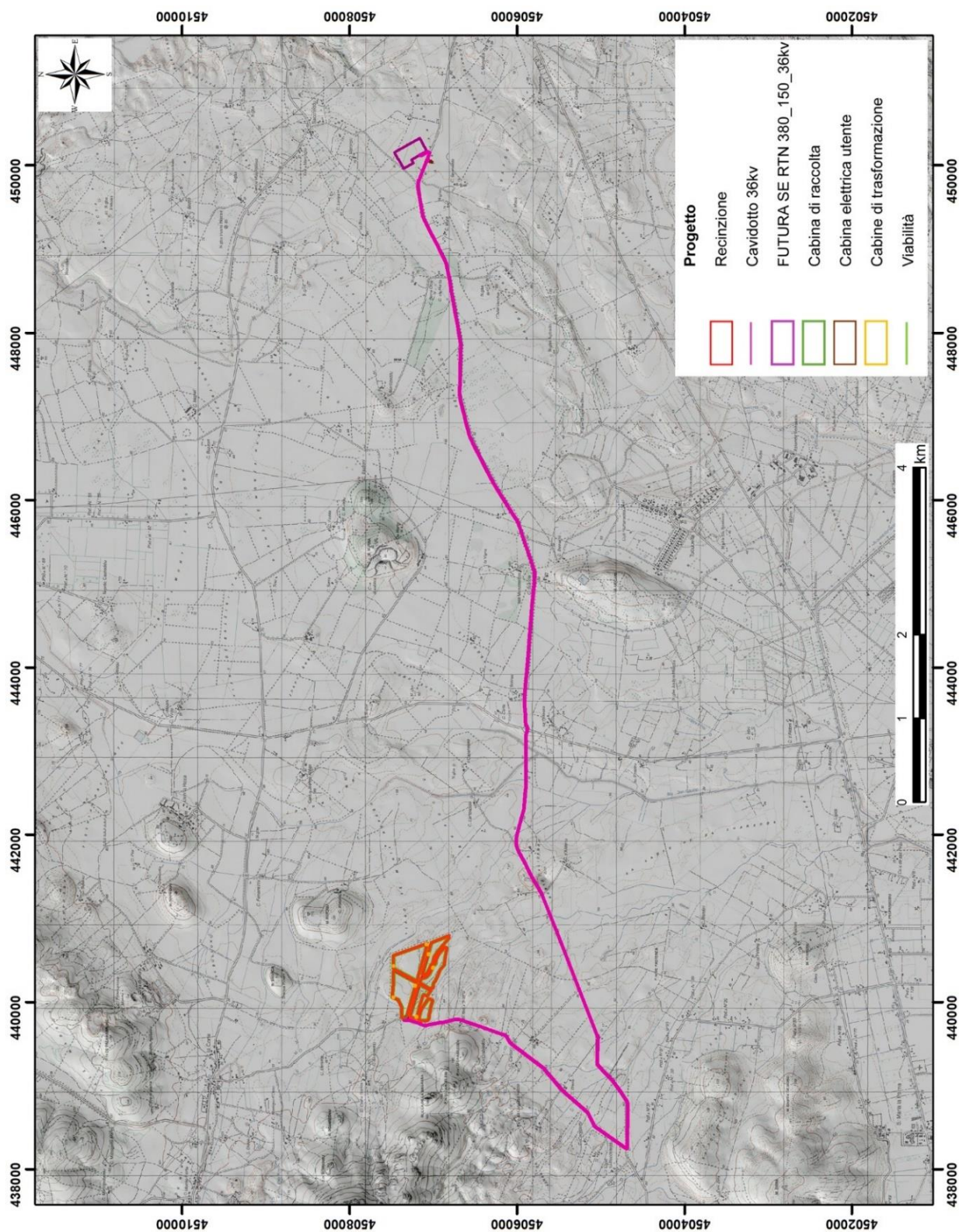


Figura 1.6 - Inquadramento topografico su stralcio I.G.M.I. 1:25.000, fuori scala.

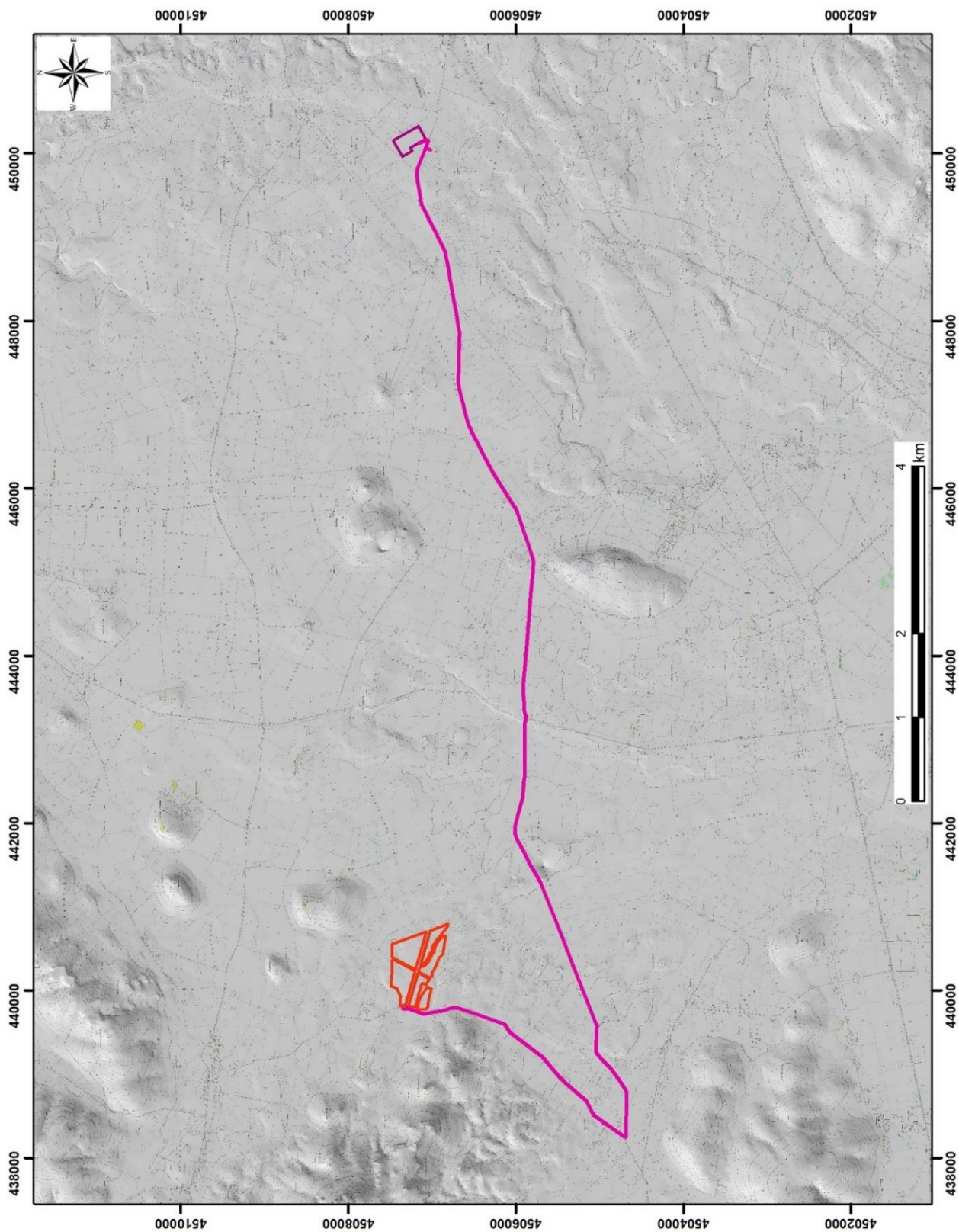


Figura 1.7 - Inquadramento topografico su stralcio C.T.R. 1:10.000, fuori scala.

1.4 Descrizione sommaria degli interventi in progetto

La centrale solare in progetto avrà una potenza complessiva in immissione di 24,975 MW_{AC}, valore ottenuto dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter (potenza nominale lato DC pari a 30,157 MW_P), e comprenderà n. 895 inseguitori solari monoassiali di cui n. 133 da 2x13 moduli FV e n. 762 da 2x26 moduli FV.

I moduli fotovoltaici verranno installati su inseguitori costituiti da telai metallici di tipo commerciale fissati al terreno con tecnologia a battipalo. I sostegni saranno costituiti da supporti appositi che potranno essere regolati in altezza, tale da adattarsi alle irregolarità del terreno.

Schematicamente le lavorazioni necessarie sono le seguenti:

- sistemazione accessi esistenti,
- installazione elementi di ancoraggio,
- fissaggio carpenterie metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici,
- realizzazione di tracciati impiantistici a servizio dell'impianto agrivoltaico,
- realizzazione di recinzione perimetrale del lotto,
- realizzazione di cabina di raccolta,
- realizzazione delle cabine di conversione e trasformazione,
- posa e collegamento di moduli, monitoraggio, videosorveglianza,
- posa di cavi di collegamento fra i moduli fotovoltaici e le cabine di impianto,
- realizzazione impianto elettrico con installazione di quadri elettrici all'interno dei nuovi vani tecnici,
- realizzazione di impianto di terra,
- opere di connessione alla rete di trasmissione nazionale,
- rimozione del cantiere.

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento alla citata Stazione RTN rappresenta impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Risulta, inoltre, parte integrante del progetto la realizzazione di una cabina elettrica di utenza, da prevedersi all'interno di un'area recintata asservita a più Produttori appartenenti allo stesso Gruppo Asja, nei pressi dell'area in cui sorgerà la futura Stazione di Terna in località *Gianna de Mare* (Sassari).

2 MODELLO GEOTECNICO

2.1 Assetto litostratigrafico locale

Il sedime che ospiterà il parco agrivoltaico in progetto ricade nel dominio dei depositi riconducibili al Subsistema di Portoscuso [**PVM2a**]. Trattasi perlopiù di ghiaie medie e fini subangolose e subarrotondate e sabbie grossolane, con elementi di vulcaniti terziarie, calcari mesozoici, quarzo e metamorfiti paleozoiche.

Le osservazioni effettuate sul campo, laddove affiorano le rocce del substrato geologico in posto (stradelli e piccoli tagli artificiali), consentono di confermare che il sottosuolo è formato da un insieme di strati e bancate di spessore variabile da decimetrico a submetrico di calcari ± dolomitici e calcareniti, caratterizzati da una fitta fessurazione (talora anche centimetrica) con riempimenti di terre argilloso-sabbiose residuali di colore rossiccio, afferenti alla Formazione di Monte Nurra [**NRR**].

Il settore immediatamente ad ovest si caratterizza per la presenza di metarenarie e quarziti della FORMAZIONE DI MONTE FORTE [**FTE**] che però non interferiscono con il progetto.

Immediatamente a sud del sito che ospiterà il parco, è presente un vasto affioramento vulcanico terziario costituito da depositi piroclastici in facies ignimbratica variamente saldati, appartenente all'Unità di Candelazzos [**CZS**], localmente sormontato da una coltre detritica di natura eluvio colluviale [**b2**].

Marginalmente all'areale di imposta degli inseguitori solari affiorano calcari micritici e bioclastici grigio-biancastri ben stratificati e dolomie grigiastre appartenenti alla Formazione di Monte Uccari [**MUC**] e i calcari della Formazione di Capo Caccia [**POC**]. Queste ultime due formazioni rappresentano il sedime di gran parte del tracciato dell'elettrodotto interrato di connessione che, sviluppandosi in direzione circa W-E, permetterà di immettere l'energia elettrica prodotta in rete presso la nuova stazione elettrica (SE) di Terna RTN 380/150/36 kV, in località "Gianna de Mare".

Sulla base delle ricostruzioni eseguite attraverso i sopralluoghi ed il supporto della base informativa in possesso, il basamento carbonatico mesozoico, sia Triassico [**MUC** e **NRR**] che Cretacico [**POC**], è affiorante o al più subaffiorante lungo tutto il tracciato del cavidotto, presente a ridotta profondità. Il passaggio alla sottostante roccia avviene gradualmente, a causa della elevata fratturazione che favorisce i fenomeni di degradazione corticale.

A chiusura della successione, si rinvengono a luoghi coperture detritiche di genesi eluvio-colluviale [**b2**] e spessore generalmente submetrico. Il passaggio alla sottostante roccia avviene gradualmente, a causa della elevata fratturazione che favorisce i fenomeni di degradazione corticale.

2.2 Modello stratigrafico di riferimento

Sulla base delle osservazioni effettuate in situ e dall'elaborazione complessiva dei dati disponibili, è stato ricostruito il modello geologico del sottosuolo che vede, sotto un esile strato di suolo più o meno rimaneggiato dalle pratiche agricole [**Strato LL_A**] e di un orizzonte detritico eluvio-colluviale molto diffuso [**Strato LL_B**], una sequenza di rocce fortemente consolidate o litoidi rappresentata, a partire dall'alto, da arenarie e conglomerati attribuite nella cartografia geologica regionale al Subsistema di Portoscuso [**Strato LL_C**] e dal basamento costituito da litologie carbonatiche massive [**Strato LL_D**] mediamente fratturate con locale presenza di uno strato corticale decoeso.

Allo stato attuale delle conoscenze, la sequenza stratigrafica del sedime di intervento è riconducibile alla seguente successione di unità che prevede, a partire dall'alto:

LL_A	Suoli e terre nere	[Attuale]
LL_B	Coltre eluvio-colluviale limo-argillosa	[Olocene]
LL_C	Ghiaie alluvionali medie e grossolane con subordinate sabbie	[Pleistocene]
LL_D	Basamento carbonatico da alterato a litoide	[Dogger– Coniaciano]

LL_A – Suoli e terre nere

Spessore min	0,20 m
Spessore max	0,50 m

Terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore variabile dal marroncino al nerastro. Trattasi di materiali perlopiù argillosi, poco o moderatamente consistenti, riconducibili a prodotti di colmata di zone depresse in condizioni di ristagno idrico.

Localmente si rinvengono concentrazioni di clasti di arenacei e carbonatici, poco elaborati.

LL_B – Coltre eluvio-colluviale limo-argillosa

Spessore min	0,50 m
Spessore max	1,00 m

Terre a granulometria prevalentemente limo-argillosa con moderata frazione sabbiosa con presenza sporadica di clasti carbonatici e più raramente vulcanoclastici e paleozoici.

LL_C – Ghiaie alluvionali medie e grossolane con subordinate sabbie

Spessore min	1,00 m
Spessore massimo	decametrico

Conglomerati poligenici eterometrici in genere variamente cementati, a composizione prevalente di tipo calcareo dolomitico in matrice limoso sabbiosa.

LL_D – Basamento carbonatico da alterato a litoide

Spessore pluridecametrico

Formazione litoide massiva mediamente fratturata, costituita da calcari micritici e bioclastici ben stratificati e dolomie grigiastre [MUC], da dolomie e calcari dolomitici [NRR] e da calcari a rudiste [POC].

2.3 Assetto idrogeologico locale

Il settore di intervento è inserito nel bacino della Nurra, la cui complessità geologica e la varietà delle litologie rende spesso problematica la ricostruzione della circolazione idrica e delle geometrie dei corpi idrici sotterranei. L'areale in progetto, così come un suo vasto intorno, è infatti dominato dalla diffusa presenza di litologie detritiche conglomeratiche che sovente si alternano a depositi argillosi praticamente impermeabili che si estendono in profondità da pochi metri sotto la superficie topografica fino a profondità pluridecametriche.

Accanto alle suddette formazioni affiorano diffusamente, sia nel settore meridionale del sito di imposta dell'impianto che lungo il tracciato del cavidotto interrato, le formazioni calcarea dolomitiche mesozoiche in facies litoide, sormontate da un'esile copertura eluvio-colluviale.

La circolazione idrica sotterranea è pertanto relegata entro la successione calcarea e dolomitica mesozoica che funge da acquifero carsico profondo, verosimilmente intercettabile mediante terebrazioni spinte diverse decine di metri.

Acquiferi di scarsa capacità potrebbero essere ospitati entro le lenti conglomeratiche in prossimità della superficie topografica o interstratificate all'interno dei depositi argillosi, seppur la granulometria fine della matrice fa presupporre una modesta circolazione idrica.

In conseguenza di tale assetto idrogeologico, le sorgenti nel settore in esame sono rare e confinate alle aree di affioramento della successione carbonatica mesozoica.

2.4 Caratteristiche sismiche

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

Dalla consultazione della cosiddetta "Zonazione Sismogenetica ZS9" a cura dell'INGV, tutta la regione Sardegna è scevra da sorgenti sismogenetiche di particolare rilievo. Dal database DISS si evince che il settore di intervento non è direttamente gravato da potenziali faglie sismogenetiche.

Il database del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CAPable faults*) evidenzia l'assenza di "faglie capaci" in tutto il nord Sardegna, dove col termine faglie e capaci si intendono

lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.

Coerentemente con l'assenza di strutture tettoniche attive nell'area di studio, si può ragionevolmente escludere la presenza di faglie in grado di generare fenomeni sismici da tenere in considerazione in fase progettuale.

2.5 Parametrizzazione geotecnica preliminare

Vengono di seguito descritti i caratteri geotecnici del sito designato ad ospitare il parco agrivoltaico in progetto, 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.

Riprendendo la medesima nomenclatura utilizzata per l'assetto litostratigrafico, vengono nel seguito definite le caratteristiche geotecniche dei terreni interagenti con le opere in progetto che, a partire dall'alto, sono definiti dalla seguente sequenza di strati litotecnici:

- LT_A** Suoli e terre nere
- LT_B** Coltre eluvio-colluviale limo-argillosa
- LL_C** Ghiaie alluvionali medie e grossolane con subordinate sabbie
- LL_D** Basamento carbonatico da alterato a litoide

LT_A – Suoli e terre nere

Suolo agrario argilloso-limoso con rari frammenti ciottolosi del bedrock carbonatico ed apparati radicali, consistente ed asciutto.

La componente organica rende questo strato di scarso interesse ai fini edificatori per cui se ne trascurava la parametrizzazione geotecnica.

LT_B – Coltre eluvio-colluviale limo-argillosa

Trattasi di depositi granulari da addensati a molto addensati, costituito da elementi di calcare immersi in matrice carbonatica. Si presume dotati di buone caratteristiche di resistenza al taglio, a cui possono associarsi i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

- Peso di volume naturale $\gamma = 18,00 \div 18,50 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 28^\circ$
- Coesione non drenata $c_u = 0,10 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo edometrica $E_{ed} = 80 \text{ daN/cm}^2$

C – Ghiaie alluvionali medie e grossolane con subordinate sabbie

Trattasi di depositi costituiti da ghiaie grossolane ad elementi eterometrici e poligenici, a spigoli subangolosi e subarrotondati a matrice sabbiosa e sabbioso-limoso. I sedimenti più fini sono sempre subordinati e si presentano in lenti e/o livelli intercalati alle ghiaie.

Il grado di addensamento di questi depositi è generalmente elevato e la presenza di legante argilloso ne conferisce buone caratteristiche fisico-meccaniche.

Tale strato può essere scavato mediante escavatore a benna rovescia di media/alta potenza.

Parametri geotecnici cautelativi:

- Peso di volume naturale $\gamma = 18,00 \div 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 30 \div 35^\circ$
- Coesione non drenata $c_u = 0,20 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di compressibilità $E_{el} = 250 \text{ daN/cm}^2$

LT_D – Basamento carbonatico da alterato a litoide

È rappresentato da una successione di calcari e dolomie, in genere alterati e fratturati in sommità e integri e lapidei dopo i primi metri di profondità dal p.c..

In via indicativa si possono considerare i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

LT_D1 – Facies alterata e decompressa

- Peso di volume naturale $\gamma = 26,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 25^\circ$
- Coesione efficace $c' = 1,00 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo edometrico $E_{el} \leq 300 \text{ Mpa}$

LT_D2 – Facies lapidea compatta

- Peso di volume naturale $\gamma = 26,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 40^\circ$
- Coesione efficace $c' = 4,00 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo edometrico $E_{el} \leq 1.000 \text{ Mpa}$

3 CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto litostratigrafico del territorio nel quale si prevede la realizzazione dell'impianto agrivoltaico in argomento vede la presenza, sotto un esile strato di suolo più o meno rimaneggiato dalle pratiche agricole [**Strato LT_A**] ed orizzonte detritico eluvio-colluviale [**Strato LT_B**], di una sequenza di arenarie e conglomerati [**Strato LT_C**] che affiorano diffusamente in tutto l'areale di intervento.

Sotto, a profondità molto variabili, è presente il substrato carbonatico massivo [**Strato LT_D**].

È plausibile che le strutture di fondazione si intesteranno per lo più negli orizzonti detritici [**Strato LT_B**] ma anche in quello alluvionale ghiaioso [**LT_C**] e a luoghi in quello lapideo lapideo [**Strato LT_D**].

Ad esclusione dello strato pedogenizzato [**Strato LT_A**], le litologie sottostanti consentono l'adozione di fondazioni dirette per i manufatti annessi al parco fotovoltaico.

Questa configurazione litostratigrafica consente di prevedere l'appoggio diretto delle opere fondali immediatamente sotto la copertura pedogenizzata e/o rimaneggiata dalle pratiche agricole, ove i terreni granulari e ghiaiosi [**Strato LT_B**] piuttosto che ghiaiosi [**Strato LT_C**] o litoidi [**Strato LT_D**], possono garantire caratteristiche di resistenza al taglio e di rigidità confacenti alla tipologia dell'intervento in parola.

Il cavidotto si svilupperà invece prevalentemente sulle litologie carbonatiche ma in considerazione delle ridotte profondità di posa, si prevede che i terreni interessati saranno prevalentemente i detriti di versante costituenti lo **Strato LT_B**. Fatta salva questa configurazione geologica, non sussistono particolari problematiche, fermo restando il superamento della coltre sommitale rimaneggiata.

Riguardo gli elementi di sostegno degli inseguitori solari, sarà possibile fare delle ipotesi circa le modalità di infissione (a percussione, con trivellazione o con jet grouting) solo dopo l'esecuzione della campagna di indagini geognostiche in ottemperanza ai disposti delle N.T.C. 2018, che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione esecutiva al fine di definire, con il necessario dettaglio, che consentirà di definire con il necessario dettaglio i parametri geotecnici dei terreni e la quota di soggiacenza del basamento lapideo.

Alla luce delle constatazioni scaturite dallo studio in essere, si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche in ottemperanza ai disposti delle N.T.C. 2018, che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione.

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi

incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo ed orientale la scelta della tipologia di fondazione ed il relativo dimensionamento, nonché per individuare l'ottimale profondità per l'infissione dei sostegni degli inseguitori solari.