

RISORSESARDE s.r.l.

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

R02 RELAZIONE GEOLOGICA

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 PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA | 7 |
| 5.1 RAPPORTI CON IL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI | 7 |
| 5.2 RAPPORTI CON IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI..... | 8 |
| 5.3 RAPPORTI CON IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO | 10 |
| 5.3.1 STUDI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PUNTUALI | 10 |
| 5.3.2 VARIANTI AL PAI | 10 |
| 5.3.3 VERIFICA AI SENSI DELL'ART. 30 TER DELLE NTA DEL PAI..... | 13 |
| 5.4 CRITERI DI AMMISSIBILITA' AI SENSI DEL PAI | 16 |
| 6 ANALISI GEOLOGICA | 16 |
| 6.1 ASSETTO GEOLOGICO | 16 |
| 6.2 CRONOSTRATIGRAFIA E LITOLOGIA NELL'AMBITO RISTRETTO..... | 21 |
| 6.2.1 LITOLOGIA DELLE AREE DI PROGETTO..... | 24 |
| 6.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO | 27 |
| 6.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO..... | 29 |
| 6.5 CONTESTO GEOPEDOLOGICO..... | 31 |
| 7 MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOMORFOLOGICO LOCALE | 33 |
| 8 CONCLUSIONI | 34 |

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 m².

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, a supporto dello studio geologico da realizzarsi nell'agro di Uta e Assemini, è incaricato della redazione del presente studio ai sensi del paragrafo 6.2.1 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.

In quest'ottica la Relazione Geologica, 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, costituisce il riferimento principale per la definizione dei processi geomorfologici e della loro tendenza evolutiva e il riferimento generale per l'impostazione del progetto geologico e geotecnico e il dimensionamento delle opere di fondazione, delle opere di sostegno, delle opere e manufatti in materiali sciolti naturali, del miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi, del consolidamento dei terreni interessanti opere esistenti, nonché la valutazione della sicurezza dei pendii.

Il presente documento sintetizza lo studio geologico realizzato per ricostruire il modello geologico e geologico-tecnico dei luoghi a contorno del sito di intervento, attraverso la definizione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica e geomorfologica del territorio in generale.

Tale studio è logica indispensabile per la definizione del modello geologico stratigrafico della zona di intervento per poter predisporre di uno strumento propedeutico di conoscenza delle caratteristiche del territorio in specie e per impostare la metodologia di indagine da adottare nello studio.

A tale scopo è stato eseguito uno studio geologico e geomorfologico finalizzato alla definizione del modello geologico dei territori in cui si inquadra l'area interessata dal progetto, prendendo in esame quanto di conosciuto dalla bibliografia tecnica di settore, facendo riferimento a quanto acquisito a livello sperimentale da indagini geomorfologiche, geognostiche e geotecniche in contesti geologici analoghi.

Data la natura geologica dei litotipi rilevati, in base alle risultanze delle indagini condotte in situ ed in base alle personali conoscenze sulle caratteristiche litologiche dei terreni incontrati, così come verificate in altri contesti geologico stratigrafici analoghi, in questa fase di caratterizzazione geologica non è stato ritenuto necessario effettuare ulteriori analisi di laboratorio o altre prove per la valutazione del modello geologico e geologico-tecnico ipotizzato nel presente studio.

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.

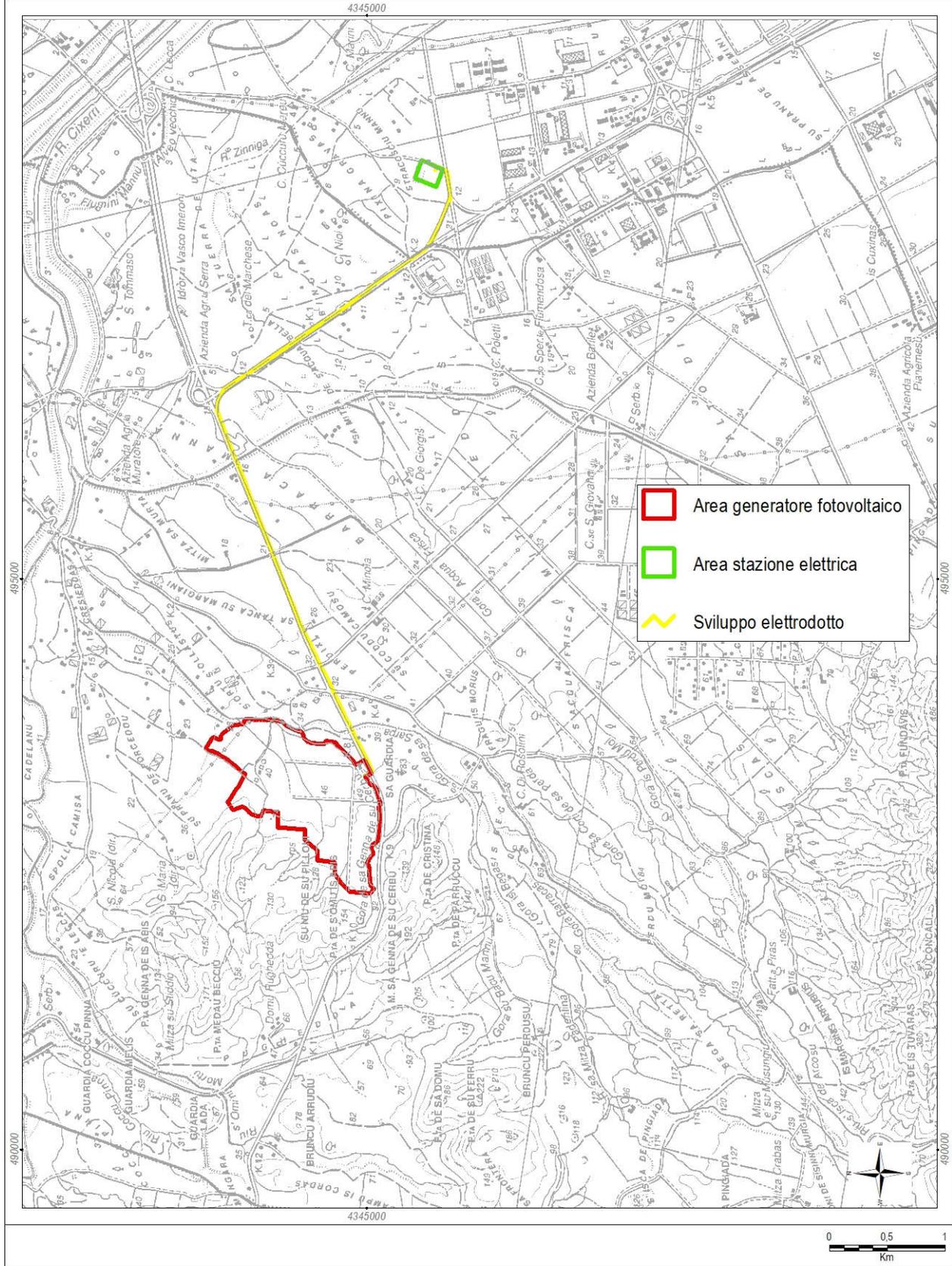
L'areale che verrà interessato dal generatore fotovoltaico si estende su una superficie di circa 120000 m² che presenta quota variabile tra circa 26.0 m slm e 87.7 m slm per una quota media pari a circa 47.00 m slm, con pendenze comprese tra 0 e 29 % circa immergenti verso NE, per una pendenza media 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

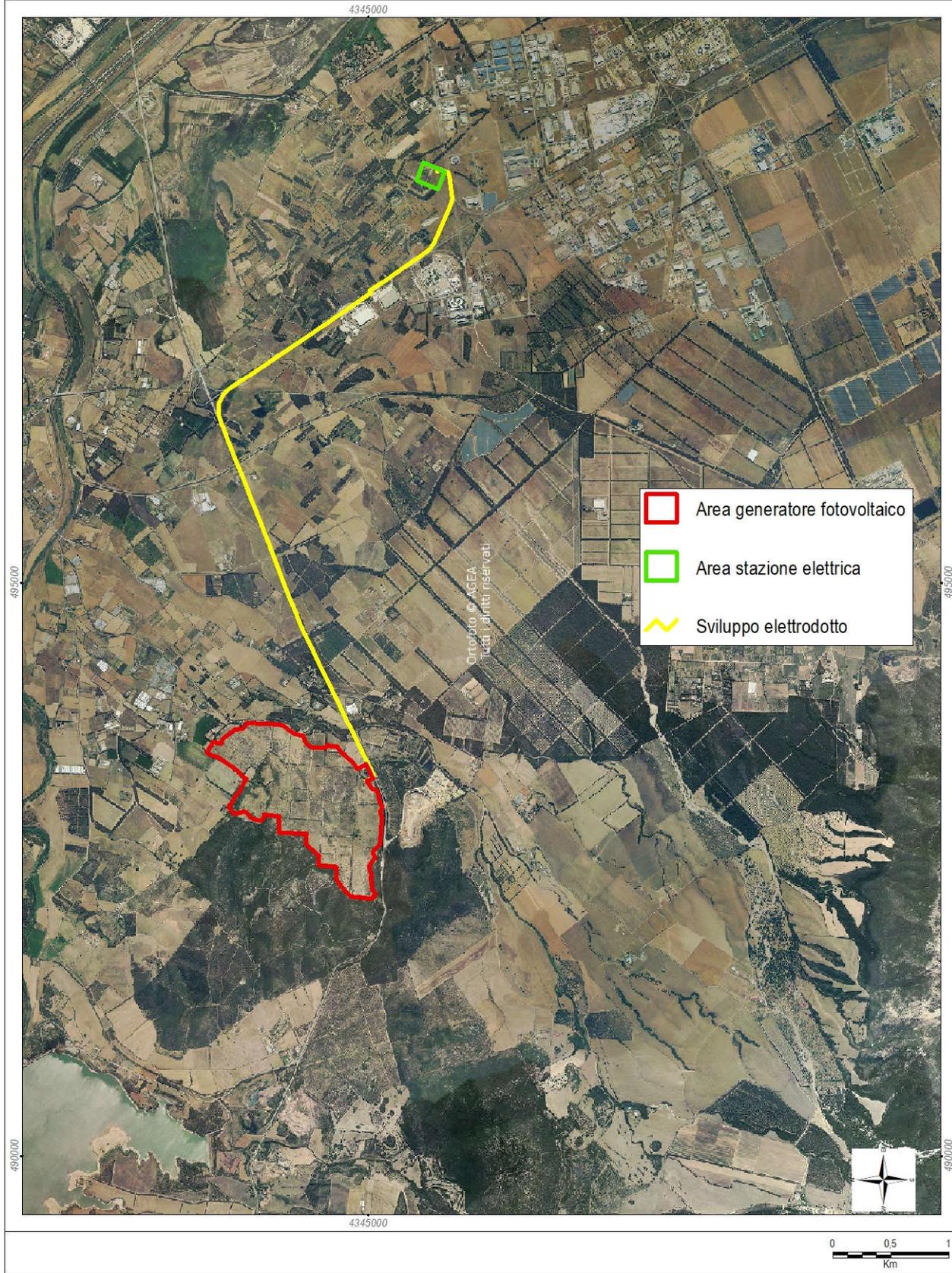
Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

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, in relazione a quanto potuto apprendere dalla ricerca bibliografica ed in relazione alle finalità applicative dello studio eseguito.

Le indagini per la caratterizzazione dell'area vasta dal punto di vista geologico sono state effettuate attraverso la ricerca bibliografica e cartografica ufficiale (Carta geologica della Sardegna scala 1:250000, Foglio 233 Carbonia della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000, Foglio 556 Assemini della Carta Geologica d'Italia scala 1:50000, Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000, Carta dei suoli della Sardegna scala 1:250000, documentazione geologica a corredo dei PUC di Assemini e di Uta, analisi foto-geologiche, analisi morfometriche, interviste e sopralluoghi in campo.

Per l'inquadramento del sito di interesse in funzione delle pericolosità geomorfologiche e idrauliche è stata consultata la cartografia del PAI (Piano stralcio di Assetto Idrogeologico), del PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali) e del PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni) e degli studi di assetto idrogeologico comunale. Per l'acquisizione delle caratteristiche litostratigrafiche nel sito specifico, si è proceduto allo studio geologico delle aree circostanti al fine di valutare l'andamento stratigrafico delle formazioni riconosciute dalla cartografia geologica di base e successivamente all'esame dei caratteri litologici, tramite il rilevamento geologico e geomorfologico.

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 m².

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 PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

5.1 RAPPORTI CON IL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI

Da quanto potuto osservare nella cartografia allegata al PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali), approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.2 del 17.12.2015, la zona di interesse è inquadrata all'interno del Sub Bacino 7 – Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Il sito di studio si inquadra parzialmente nella tavola 7_04_FM010_2_1_1 e nella tavola 7_04_FM015_2_1_1 relative al Flumini Mannu, le opere in progetto, con particolare riferimento all'elettrodotto, ricadono all'interno della fascia fluviale geomorfologica C del PSFF.

5.2 RAPPORTI CON IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

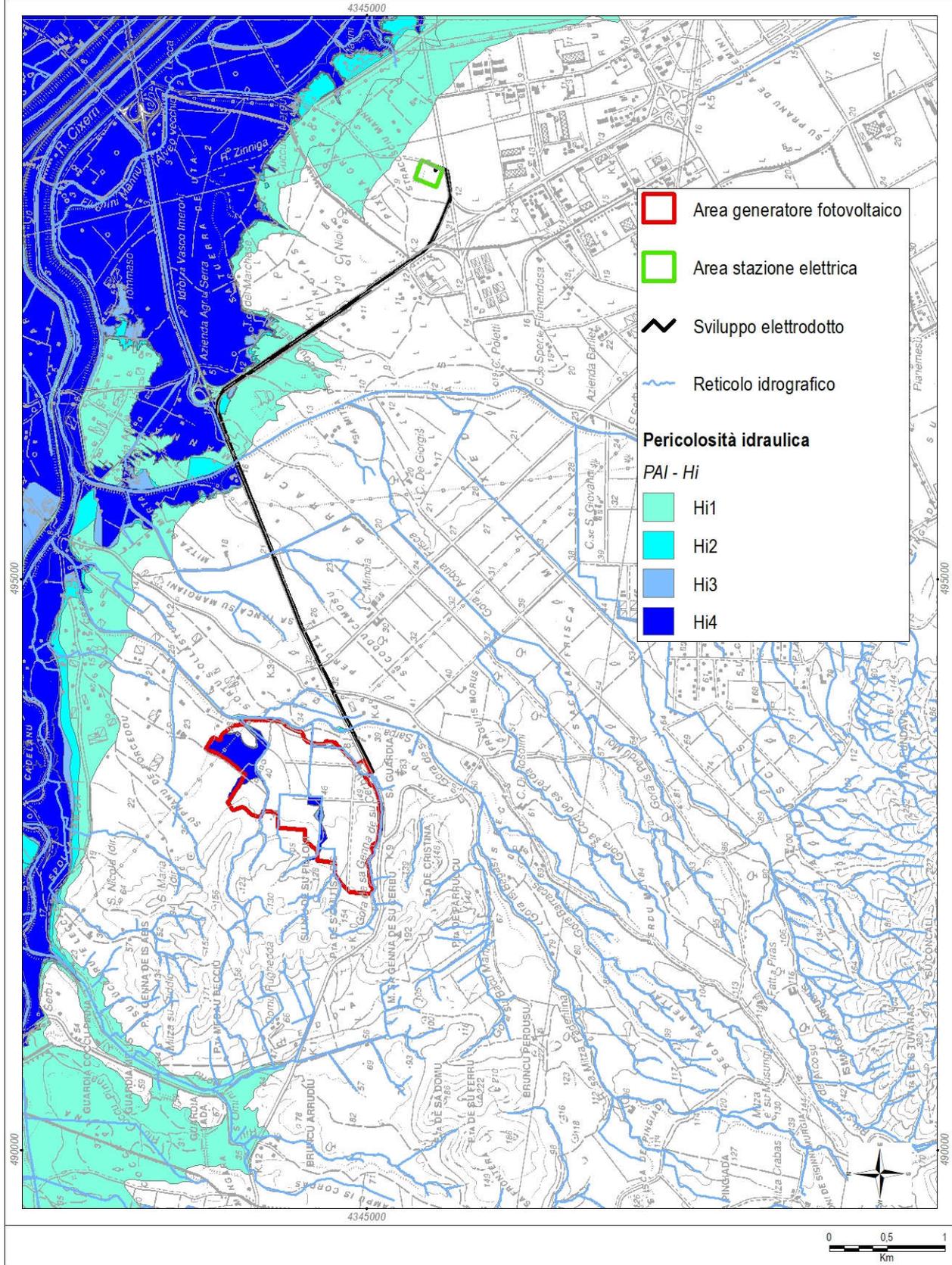
Nel PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni), approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06/02/2017, le aree del generatore interferiscono con aree di pericolosità idraulica individuate dal PAI e di classe Hi1, Hi2, Hi3, Hi4, mentre l'elettrodotto ricade parzialmente in aree classificate Hi1 che, come detto in precedenza, derivano dalla trasposizione della fascia fluviale geomorfologica C del PSFF, ed in aree classificate Hi4 dal PGRA che derivano dalla modellazione degli scenari strategici e coordinati dello stato attuale del Fiume Cixerri; l'area della stazione elettrica non interferisce con aree di pericolosità idraulica.

L'aggiornamento del PGRA della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione, previsto dall'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010, approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021, non ha modificato la situazione precedente.

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

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



5.3 RAPPORTI CON IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Da quanto potuto osservare nella cartografia allegata al PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), revisione luglio 2004, approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006, l'area di studio è inquadrata all'interno del Sub Bacino 7 – Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Nella cartografia originaria che individua le aree assoggettate a pericolosità idraulica il sito di studio non si inquadra in alcuna tavola e le opere di progetto non risultano in aree a pericolosità idraulica.

Nella cartografia originaria che individua le aree assoggettate a pericolosità da frana il sito di studio non si inquadra in alcuna tavola pertanto le opere di progetto non risultano in aree a pericolosità da frana.

5.3.1 STUDI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PUNTUALI

Il comparto di zona F turistica – collinare è stato oggetto di studi di assetto idrogeologici di dettaglio ai sensi dell'ex. art. 8 comma 2 delle NTA del PAI a riguardo del progetto per la realizzazione del centro turistico-residenziale "Borgo dei Laghi" in località "Su Inzinu". Questi studi che hanno individuato la pericolosità idraulica e di frana nel comparto sono stati approvati con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n° 7 del 24/11/2010 e oggi costituiscono variante al PAI.

Dall'esame della zonazione della pericolosità idraulica emerge che le aree del generatore e l'elettrodotto interferiscono con aree di pericolosità idraulica di classe Hi1, Hi2, Hi3, Hi4.

Dall'esame della zonazione della pericolosità di frana emerge che le aree del generatore sono omogeneamente classificate a pericolosità di frana di classe Hg1.

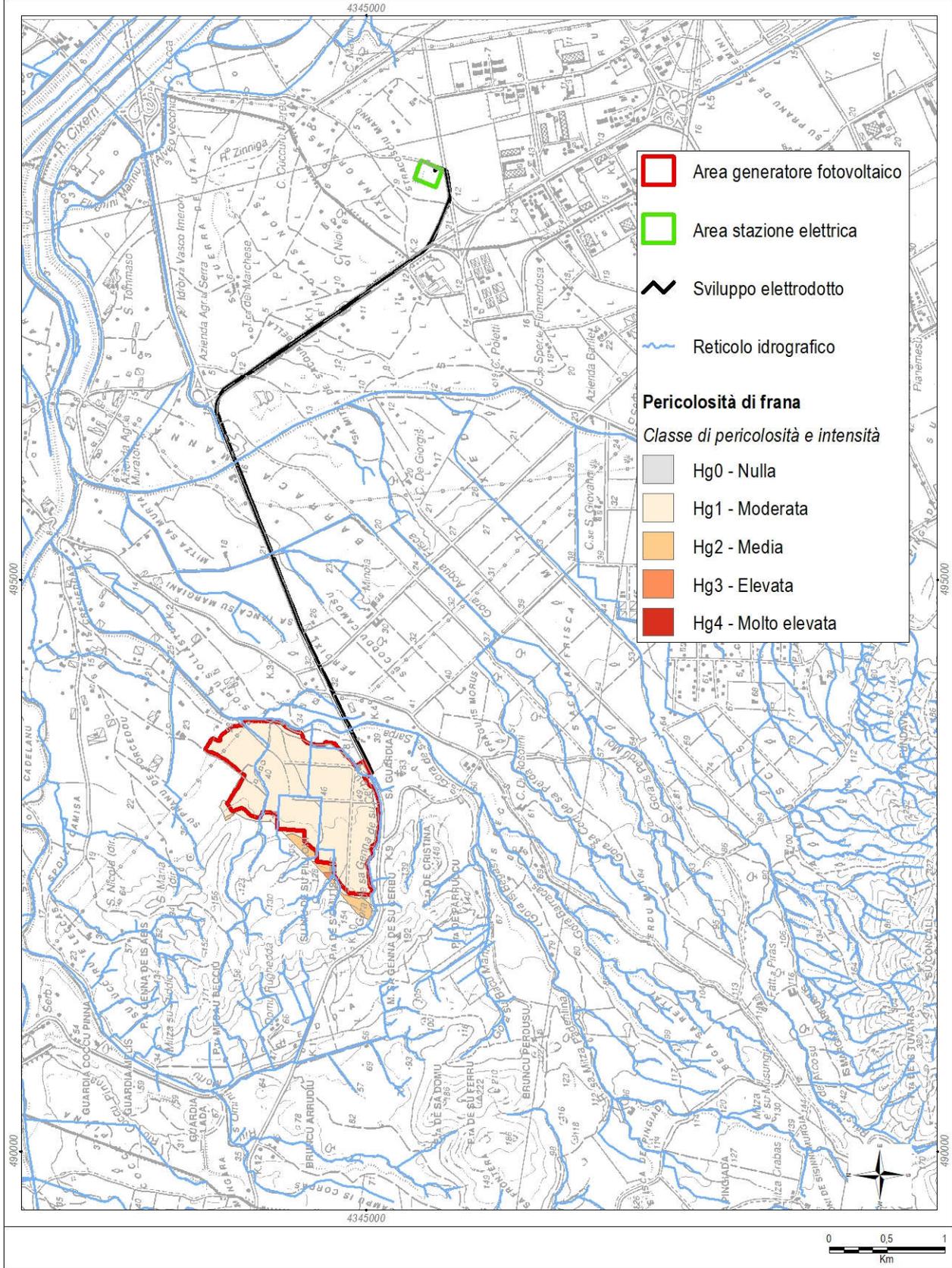
5.3.2 VARIANTI AL PAI

Gli studi del PGRA, come definiti in precedenza, hanno prodotto variante al PAI e determinano oggi la zonazione della pericolosità idraulica vigente nel PAI.

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

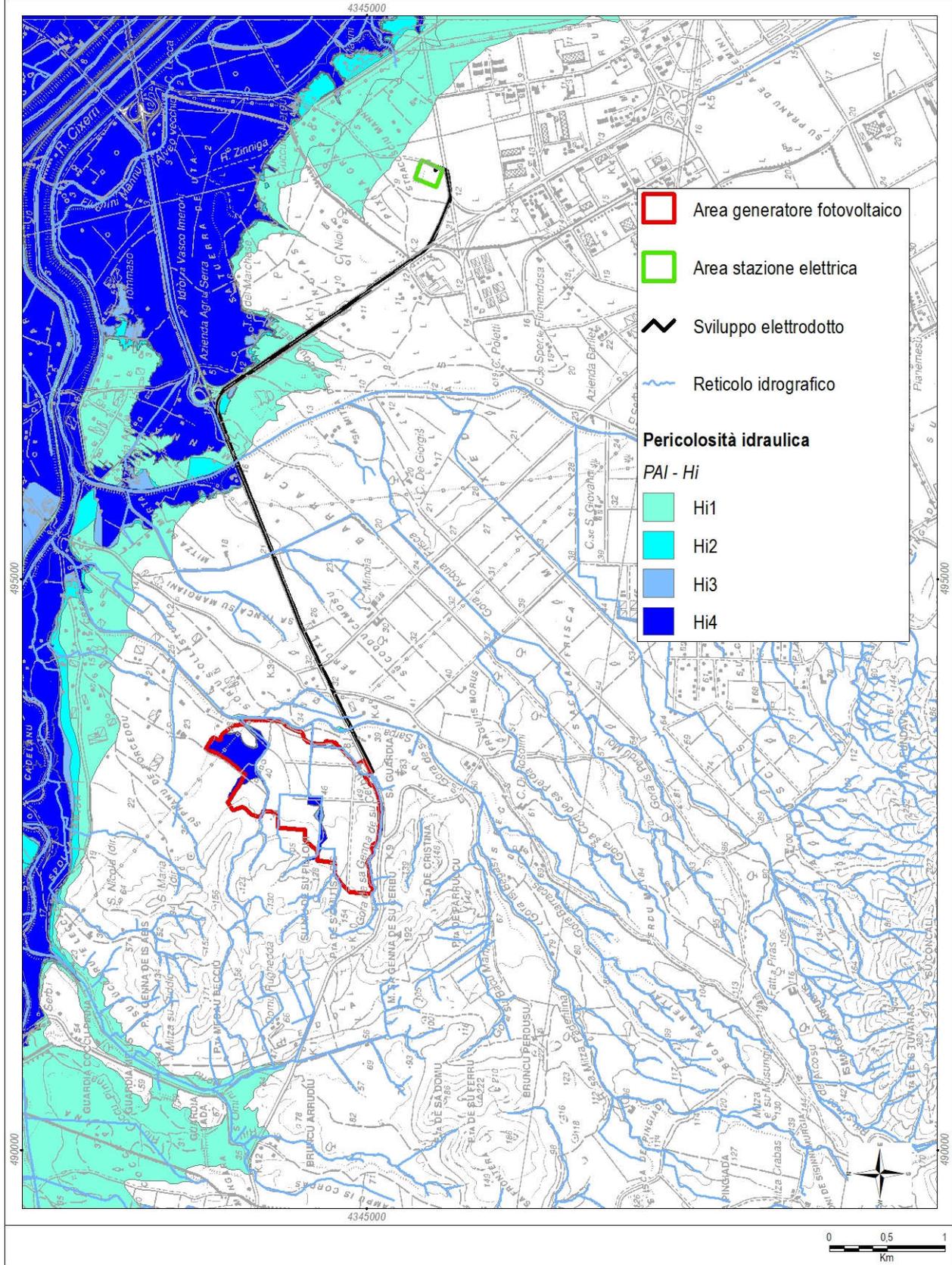
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

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



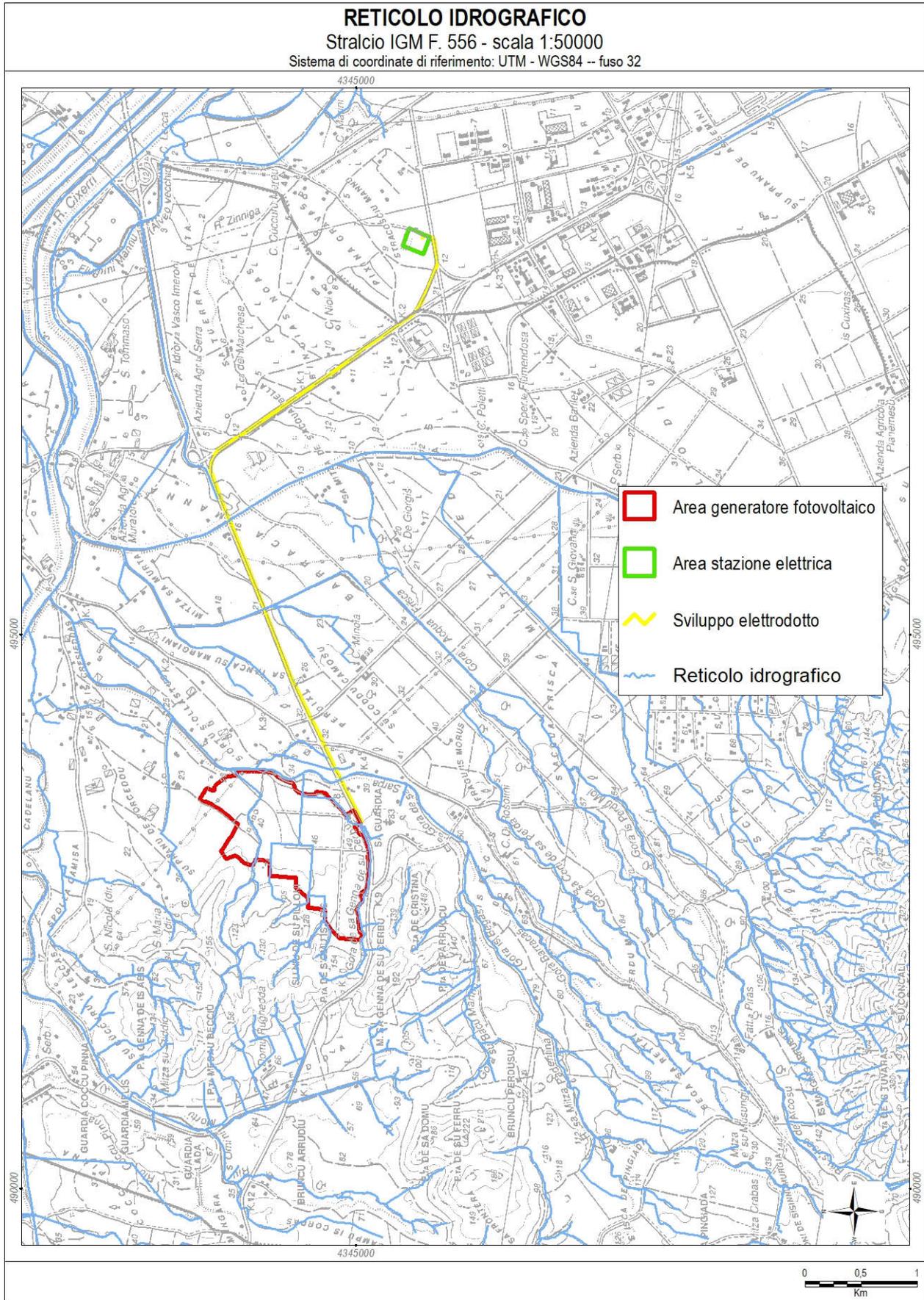
5.3.3 VERIFICA AI SENSI DELL'ART. 30 TER DELLE NTA DEL PAI

Il reticolo idrografico che caratterizza il sito di studio, non è stato studiato idraulicamente nella sua interezza, pertanto è necessario eseguire la verifica delle condizioni imposte dall'art. 30 ter delle NTA del PAI.

L'art. 30 ter è stato inserito nelle NTA del PAI con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale n° 1 del 27/02/2018, e riporta ad oggetto: "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia".

Con l'articolo 30 ter, per l'intero territorio regionale, per i tratti del reticolo idrografico regionale per i quali non sono state ancora individuate aree di pericolosità idraulica a seguito di modellazione idrologica/idraulica, e con l'esclusione delle aree di pericolosità determinate con il solo criterio geomorfologico (fascia C del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali), è stata istituita una fascia di prima salvaguardia, su entrambi i lati a partire dall'asse del corso d'acqua, di ampiezza variabile in funzione dell'ordine gerarchico dello stesso tratto di corso d'acqua.

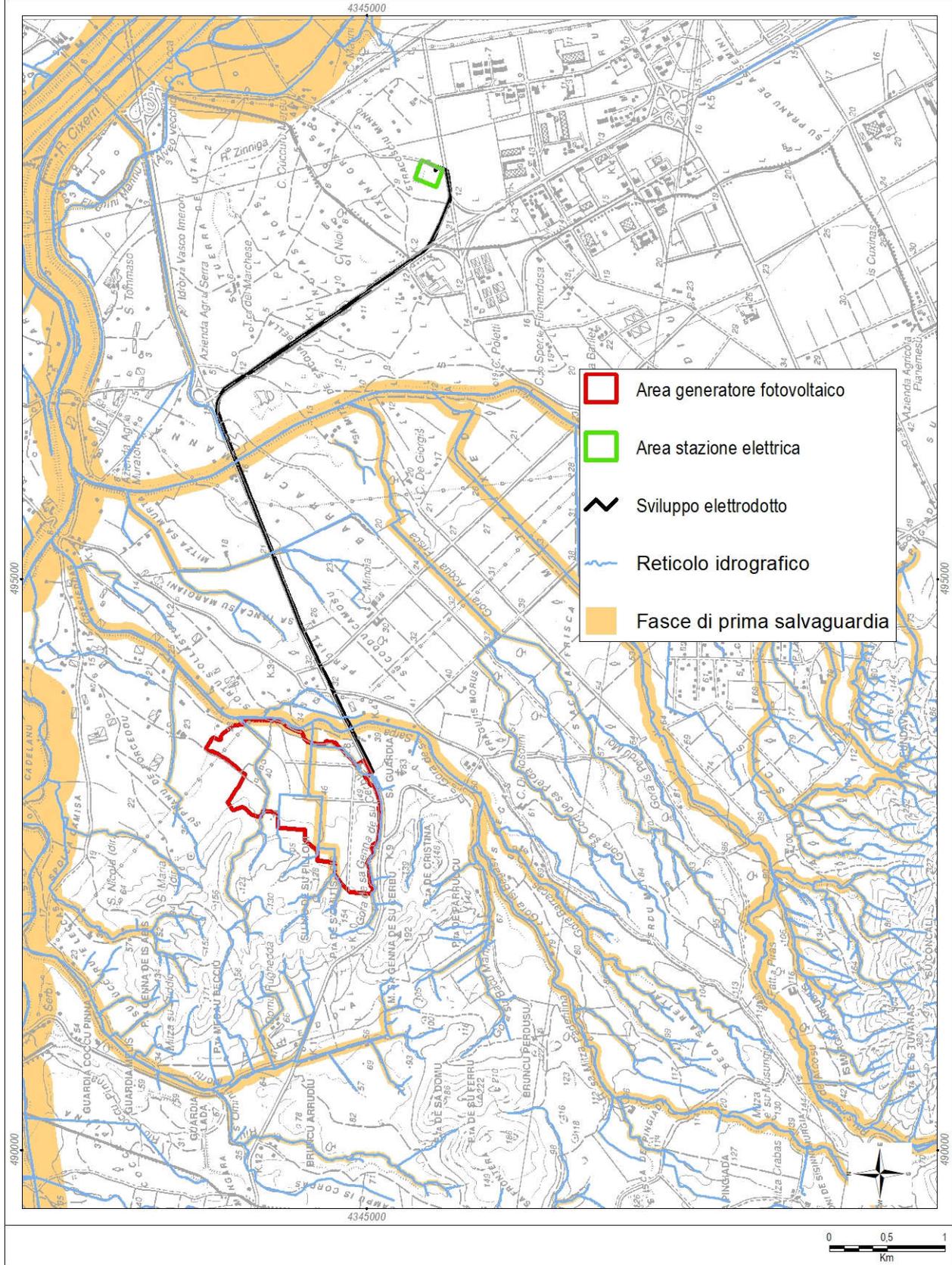
Nelle more delle verifiche e approvazioni da parte dell'Autorità di Bacino regionale in merito alla proposta di aggiornamento del reticolo idrografico da parte dall'Amministrazione di Uta, in applicazione dell'articolo 30 ter comma 6 delle NTA de PAI (Deliberazione del Consiglio Comunale di Uta n° 37 del 23/06/2023), il reticolo idrografico di riferimento di cui all'art. 30 quater delle NTA del PAI a cui si applica la disciplina dell'art. 30 ter è quello approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale n° 3 del 30/07/2015.



FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA ART. 30ter NTA PAI

Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

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



5.4 CRITERI DI AMMISSIBILITA' AI SENSI DEL PAI

Considerati gli strumenti della zonazione della pericolosità idrogeologica precedentemente illustrati, per le tipologie di interventi che possono interferire con le aree di pericolosità idrogeologica si evidenziano i criteri di ammissibilità previsti dal PAI.

Premesso che per le NTA del PAI non sono consentite opere trasversali ai corsi d'acqua, ovvero che gli alvei devono risultare sgombri da qualsiasi manufatto, e che le infrastrutture stradali di attraversamento devono prevedersi esclusivamente con la tipologia di ponte o di tombino stradale nel caso in cui ricorrano le giuste condizioni, l'ammissibilità di tutte le opere in progetto dovrà essere valutata in relazione alla disciplina espressa dagli artt. 27, 28, 29, 30, 30 ter e 34 delle NTA del PAI.

6 ANALISI GEOLOGICA

6.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area di studio si inquadra nella regione geografica del Basso Campidano, in un settore del bordo centro occidentale del graben campidanese, distribuita tra la piana alluvionale olocenica a Est e un rialzo morfologico, conformato sulle litologie del Pleistocene, che gradualmente si raccorda, a Ovest, ai rilievi strutturati e modellati sulle rocce del Basamento paleozoico e che costituiscono l'horst occidentale della fossa.

In questo contesto, nelle immediate vicinanze a Sud-Ovest del sito di progetto che accoglie il generatore fotovoltaico, il paesaggio geologico è determinato dal duomo vulcanico andesitico di Punta de su Ferru, costituito da rocce sub vulcaniche Oligo-mioceniche appartenenti al Complesso vulcanico di Siliqua.

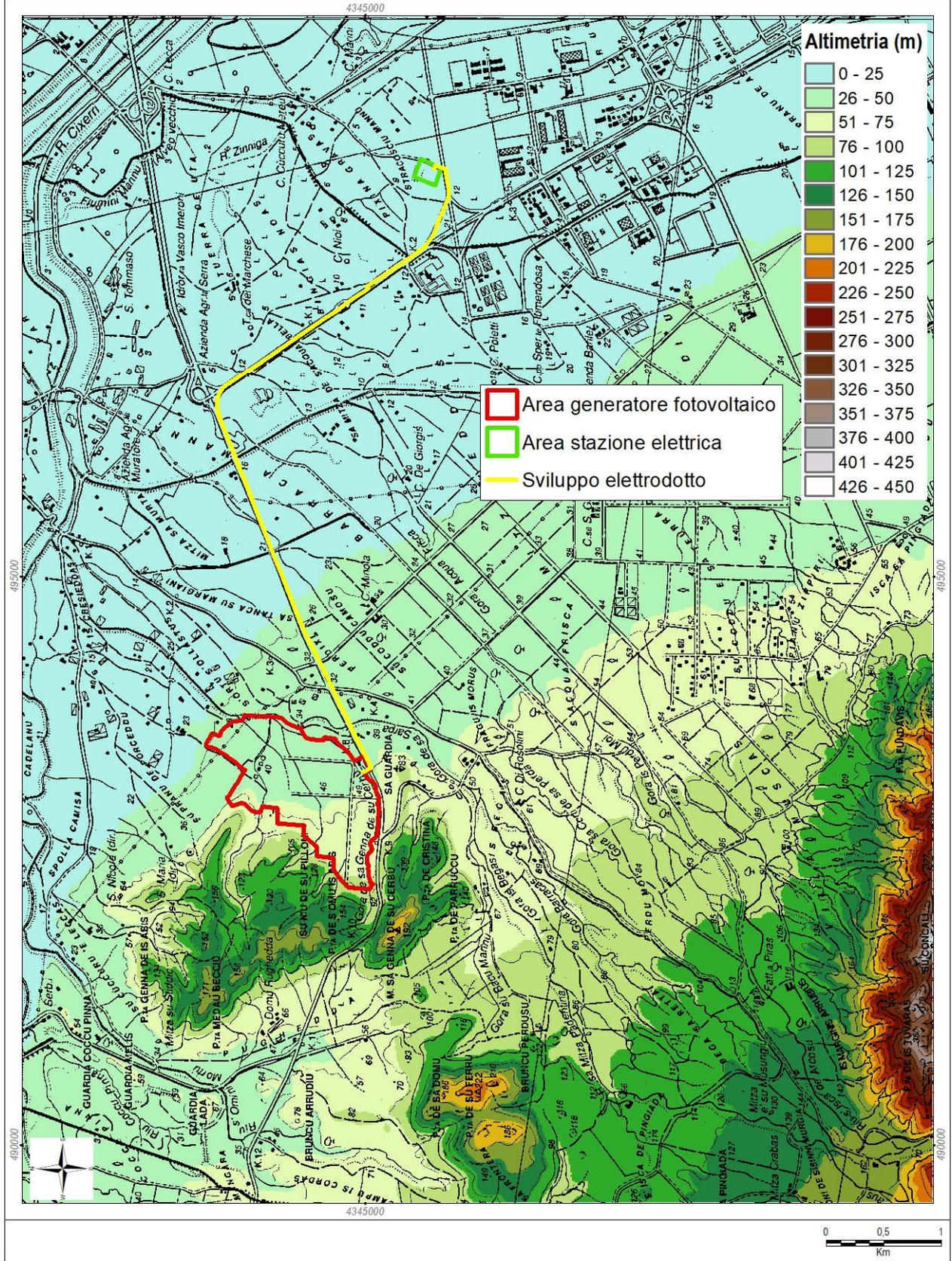
Le opere previste nel progetto si svilupperanno in un blando pendio modellato sui depositi detritico alluvionali dell'Olocene, che sovrastano le rocce arenacee eoceniche e le rocce metamorfiche del Paleozoico, in un contesto dominato dalle conoidi alluvionali che si estendono fino all'area di Macchiareddu in prossimità dello Stagno di Cagliari.

In generale il paesaggio è caratterizzato da morfologie blande, da sub-pianeggianti a pianeggianti, tipiche di ambiente pedemontano e di piana alluvionale, modellate diffusamente sulle coperture detritiche del Quaternario, mentre attorno, i rilievi strutturati e modellati sulle rocce del Basamento paleozoico mostrano forme accidentate e aspre e altitudine oltre i 900 m (M. Arcosu) a SW.

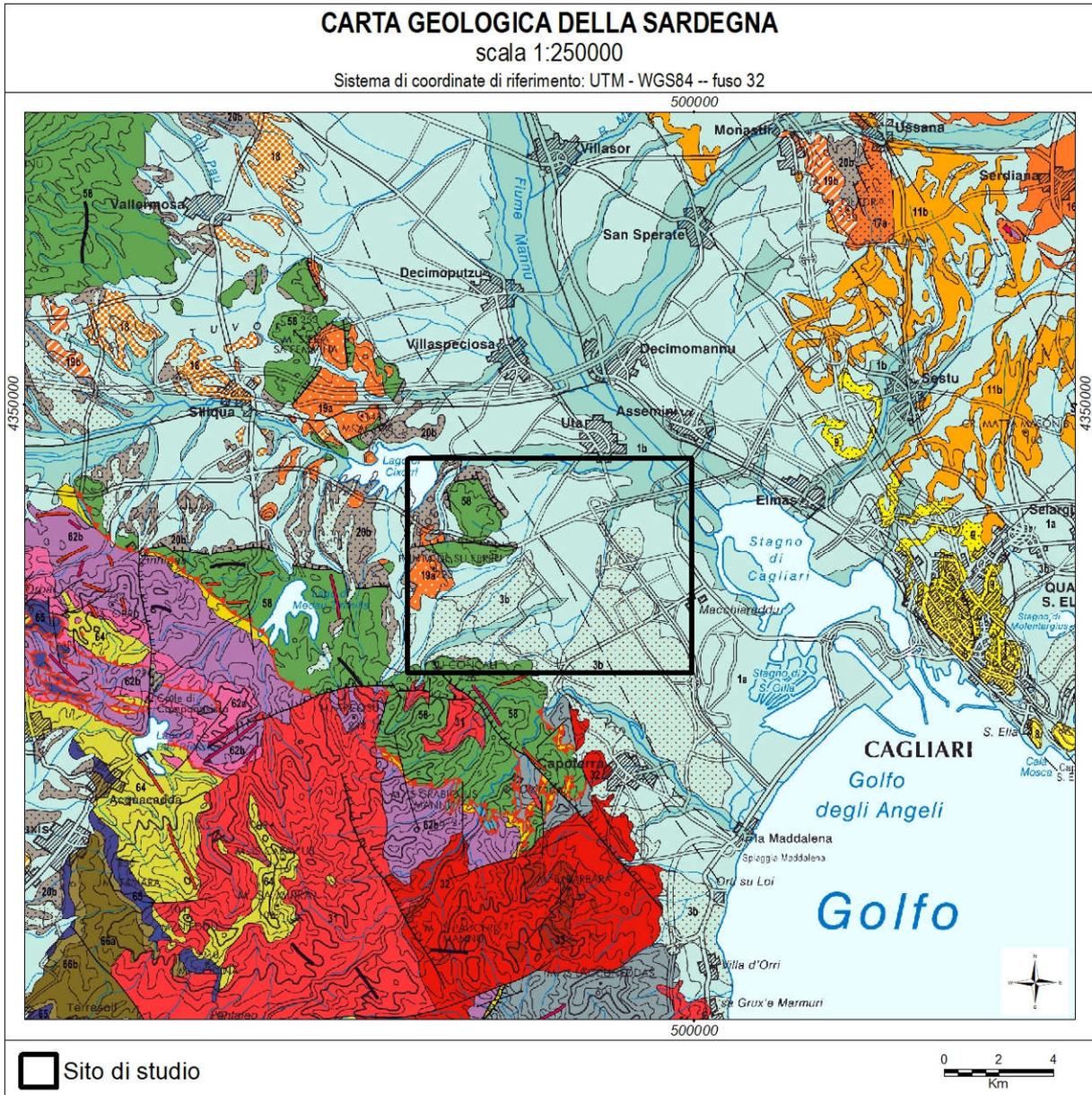
ALTIMETRIA DEL SITO DI INTERVENTO (DTM-10K)

Stralcio IGM F. 556 - scala 1:50000

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



L'assetto geologico generale è ben rappresentato nella Carta geologica della Sardegna in scala 1:250000 dalla quale emerge con chiarezza: che l'ossatura del territorio, in cui si inserisce l'intervento di progetto, è costituita dalle rocce Paleozoiche dislocate da faglie dirette; che le rocce vulcaniche del Miocene inferiore sono concentrate sui bordi del semi-graben oligo-miocenico; che le rocce sedimentarie di ambiente marino e di transizione del Miocene medio, che hanno colmato la fossa, dominano il paesaggio a E - NE.



| <i>QUATERNARY DEPOSITS</i> | |
|---|--|
| 1a | Marine to continental Holocene deposits. Alluvial, colluvial, eolian deposits; travertine, talus deposits, littoral gravel and sand. <i>Holocene</i> |
| 1b | Deposits showing present-day evolution. Recent alluvial gravel, sand and silt, marsh shales. <i>Holocene</i> |
| 3b | Ancient continental deposits. Alluvial deposits, travertines and eolianites. <i>Pleistocene</i> |
| <i>VOLCANIC AND SEDIMENTARY COVER</i> | |
| <i>Upper Oligocene-Lower Miocene volcanic-sedimentary succession</i> | |
| 19a | Hypoabyssal lava bodies of the first Oligo-Miocene volcanic cycle. Lavas in flows and necks, of quartz-andesitic-tonalitic-dacitic composition, with widespread hydrothermal alteration and related mineralization of Au and Cu (Complesso vulcanico di Siliqua; Andesiti di Monte Perda-Valle del Cixerri: M.te Silixanu, Acquafredda, M.te Exi, P.ta de su Ferru; Sulcis: Sarroch; Nurra: Calabona). <i>Upper Oligocene</i> |
| <i>Paleogene marine to transitional succession – Paleogene succession of Sulcis and Campidano</i> | |
| 20b | Continental deposits. Clayey reddish siltstones and sandstones, of continental environment, at the base locally ematitic conglomerates with clasts of the Variscan basement (Cixerri Fm.-Iglesiente; Sulcis; Campidano: Monastir). <i>?Middle-Upper Eocene-Oligocene</i> |
| <i>VARISCAN BASEMENT</i> | |
| <i>Upper Carboniferous-Triassic dike complex</i> | |
| 28 | Acid dikes. Porphyritic-microgranite dikes, microgranite domes; pegmatites and aplites although widespread are not mappable at this map scale. <i>Upper Carboniferous-Lower Triassic</i> |
| 30 | Hydrothermal dikes. Quartz-rich dikes and subvolcanic bodies, often mineralised with sulphides, barite, fluorite, gold and silver. <i>Upper Carboniferous-Lower Triassic</i> |
| <i>Upper Carboniferous-Permian plutonic complex</i> | |
| 31 | Leucogranites. Generally equigranular granites, with microgranitic and porphyritic facies (Gallura: Limbara; Sarrabus: Rio Picocca, San Vito; Sulcis: M.te Arcosu, Teulada); locally Grt-bearing leucogranites (Baronie: P.ta Tepilora). <i>Upper Carboniferous-Permian</i> |
| 32 | Monzogranites. Equigranular to inequigranular monzogranites with Kfs phenocrysts (Goceano: Buddusù Bortamelone; Gallura: Costa Paradiso) (Gallura: Calangianus, Arzachena; Barbagia: Olzai); rare Na-rich sienites (Sarrabus: Villasilvius). <i>Upper Carboniferous-Permian</i> |
| <i>External Nappes</i> | |
| <i>Pre-Middle Ordovician succession</i> | |
| 58 | Cambro-ordovician terrigenous succession. Micaceous metasandstones, and quartzites, interbedded with metapelites and rare quartzitic metaconglomerates and marbles in the upper part, with sedimentary structures, ichnofossils, trilobites, jellyfish prints, and acritarchs (“Solanus Fm.”; Arenarie di San Vito-Sarrabus: Rio Ollastu, Br. Laccoi, Riu Ceraxa, S. Vito; Sarcidano: Laconi, Villanovatulo; Gerrei; Br. Maresusus; Salto di Quirra: Rio San Giorgio; Arburese). <i>Middle Cambrian- Lower Ordovician</i> |
| <i>External fold and thrust belt</i> | |
| <i>Middle Ordovician-Lower Carboniferous succession</i> | |
| 59 | Culm-like flyshoid deposits. Alternated quartzites, metasandstones, metapelites, metaconglomerates, metabreccias and metaconglomerates; olistolithes, olistostromes with large clasts of the Silurian-Devonian sedimentary sequence (“Culm”) (Pala Manna Fm.-Sulcis: Rio Lilloni, Pula mountain) |

Il territorio studiato, ricade geograficamente, ma anche dal punto di vista geologico e geodinamico nella regione compresa tra il Campidano e il Sulcis; questa porzione del territorio della Sardegna si contraddistingue dal punto di vista geologico-strutturale, come accennato precedentemente, in quanto costituisce l’horst occidentale della fossa, strutturato sulle rocce del Basamento paleozoico, la cui messa in posto è riferibile sostanzialmente agli eventi tettonici connessi all’evoluzione della Catena ercinica, avvenuta attraverso subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione a partire dal Siluriano e collisione continentale, con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo, durante il Devoniano e il Carbonifero.

Il territorio in studio ricade al bordo tra la Zona a Falde della Catena e la Zona esterna della Catena ercinica ed in particolare nella Zona delle Falde esterne e per buona parte nel settore del basamento cristallino.

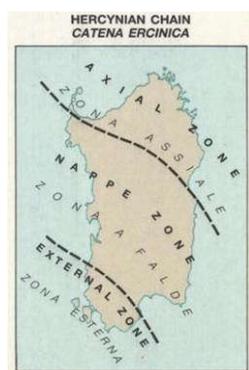


Figura 1: Schema della Catena ercinica – STRUCTURAL MODEL OF THE HERCYNIAN BASEMENT OF SARDINIA (Carmignani et Alii 1987)



Figura 2: Schema strutturale del basamento metamorfico e cristallino paleozoico della Sardegna

Le Falde esterne appartenenti al Complesso Metamorfico di Basso e Medio Grado della Catena ercinica, si sono messe in posto traslando da NE verso SW e caratterizzano la struttura geologica del basamento paleozoico della Sardegna che si estende dalla Barbagia fino all'Iglesiente-Sulcis, sono costituite da originarie successioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore.

Come detto in precedenza nell'area di studio, sul bordo occidentale, alle pendici di M.te Arcosu, affiorano le propaggini occidentali delle Unità tettoniche delle Falde esterne, in particolare affiorano le rocce metamorfiche dell'Unità dell'Arburese rappresentate dalle Arenarie di San Vito (Cambriano – Ordoviciano Inf.) sovrascorse sulle propaggini orientali delle Unità della Zona esterna, in particolare sulle rocce della Successione post “Discordanza Sarda” appartenenti alla Formazione di Pala Manna, alla Formazione di Mason Porcus e alla Formazione di Genna Muxerru.

Queste Unità tettoniche sono state impilate durante la fase collisionale e di ispessimento crostale della formazione della Catena ercinica.

Nel Carbonifero inferiore i “Depositi sintettonici tipo Culm” ricoprono l'intera successione e vengono rapidamente coinvolti nell'Orogenesi ercinica, questi depositi, noti come Formazione di Pala Manna, affiorano nel Sarrabus, nel Gerrei e nel Sulcis e sono costituiti generalmente da alternanze di metarenarie, metasiltiti e metapeliti con intercalazioni di metaconglomerati, metabrecce e olistoliti. Questi depositi di avanfossa, con tutta probabilità, derivano dallo smantellamento delle porzioni più interne, precocemente deformate ed emerse, della catena ercinica.

L'orogenesi ercinica (Carbonifero – Permiano), come detto in precedenza, ha prodotto dapprima un raccorciamento con ispessimento crostale, coinvolgendo le successioni cronologicamente precedenti, successivamente, in una seconda fase tettonica distensiva, l'abbassamento della catena e la messa in posto del plutone tardo-ercinico sardo.

Dal Carbonifero superiore e nel Permiano la dinamica crostale collisionale si inverte e si sviluppa una prolungata fase distensiva post-collisionale durante la quale si ha la riesumazione delle metamorfite e la messa in posto del Complesso intrusivo e filoniano tardo-paleozoico che fa parte del più ampio “Batolite Sardo-Corso”.

I prodotti intrusivi del magmatismo post collisionale, come detto in precedenza, non affiorano nell’area di studio, caratterizzando però i territori dei bacini idrografici di monte con litotipi riferibili ad associazioni a differente affinità geochemica, iniettati da filoni di composizione ed età molto variabili, la cui collocazione cronologica, per effetto della variabile composizione e tessitura e dei rapporti con le rocce incassanti, è molto complessa.

Le rocce intrusive che caratterizzano i rilievi di M.te Arcosu, a SW dell’area di intervento, costituiscono lembi isolati della parte orientale del massiccio intrusivo del Sulcis, costituito prevalentemente da microgranodioriti, sienomonzograniti e leucomonzograniti, subordinatamente da masse tonalitiche; i rapporti geometrici e di contatto tra i differenti litotipi intrusivi non sono facilmente osservabili, ma consentono comunque di indicare l’età relativa di messa in posto delle plutoniti in un contesto di singole “Unità intrusive” caratterizzate da plutoniti con aspetti strutturali e tessiturali simili, anche se composizionalmente diversi, anche in riferimento ai rapporti strutturali con le rocce metamorfiche incassanti e alla presenza pressoché costante di areole di metamorfismo termico.

Il sistema filoniano non è ben rappresentato nella zona, sono noti e cartografati alcuni filoni a prevalente composizione riolitica e filoni di quarzo idrotermale, con orientazione variabile.

Non sono presenti nella zona di studio litologie del Mesozoico, era in cui la Sardegna ha vissuto una sostanziale stabilità tettonica, mentre sono presenti, anche se in limitati affioramenti, le rocce del Cenozoico della Successione sedimentaria Paleogenica (Fm. Del Cixerri), presumibilmente smantellate dall’erosione; infatti, nell’Oligocene superiore – Miocene inferiore la tettonica alpina coinvolge anche il Blocco Sardo-Corso, ma nella Sardegna meridionale gli effetti della tettonica sono molto modesti; nel Miocene inferiore-medio, contemporaneamente alla rotazione del Blocco Sardo-Corso (Burdigaliano), si sviluppa un sistema di fosse tettoniche con sedimentazioni di ambiente marino intercalate da episodi vulcanici calcalini.

Non sono rilevate rocce mioceniche, ma agli episodi di vulcanismo oligocenico si ascrivono le rocce ipoabissali andesitiche dell’Oligocene superiore che conformano il duomo vulcanico andesitico di Punta de su Ferru.

La fase tettonica distensiva riprende nel Miocene superiore, fino al Pliocene-Pleistocene, che favorisce nel Pliocene inferiore una nuova trasgressione marina, sebbene breve e localizzata, ma anche la messa in posto di prodotti magmatici effusivi prevalentemente basici; queste rocce non affiorano nell’area di studio.

Nell’area di studio sono anche evidenti gli effetti della tettonica distensiva che hanno interessato, nella fase postcollisionale, il basamento, attraverso l’attivazione di faglie dirette a basso e alto angolo con direzioni prevalenti E-W e NW-SE.

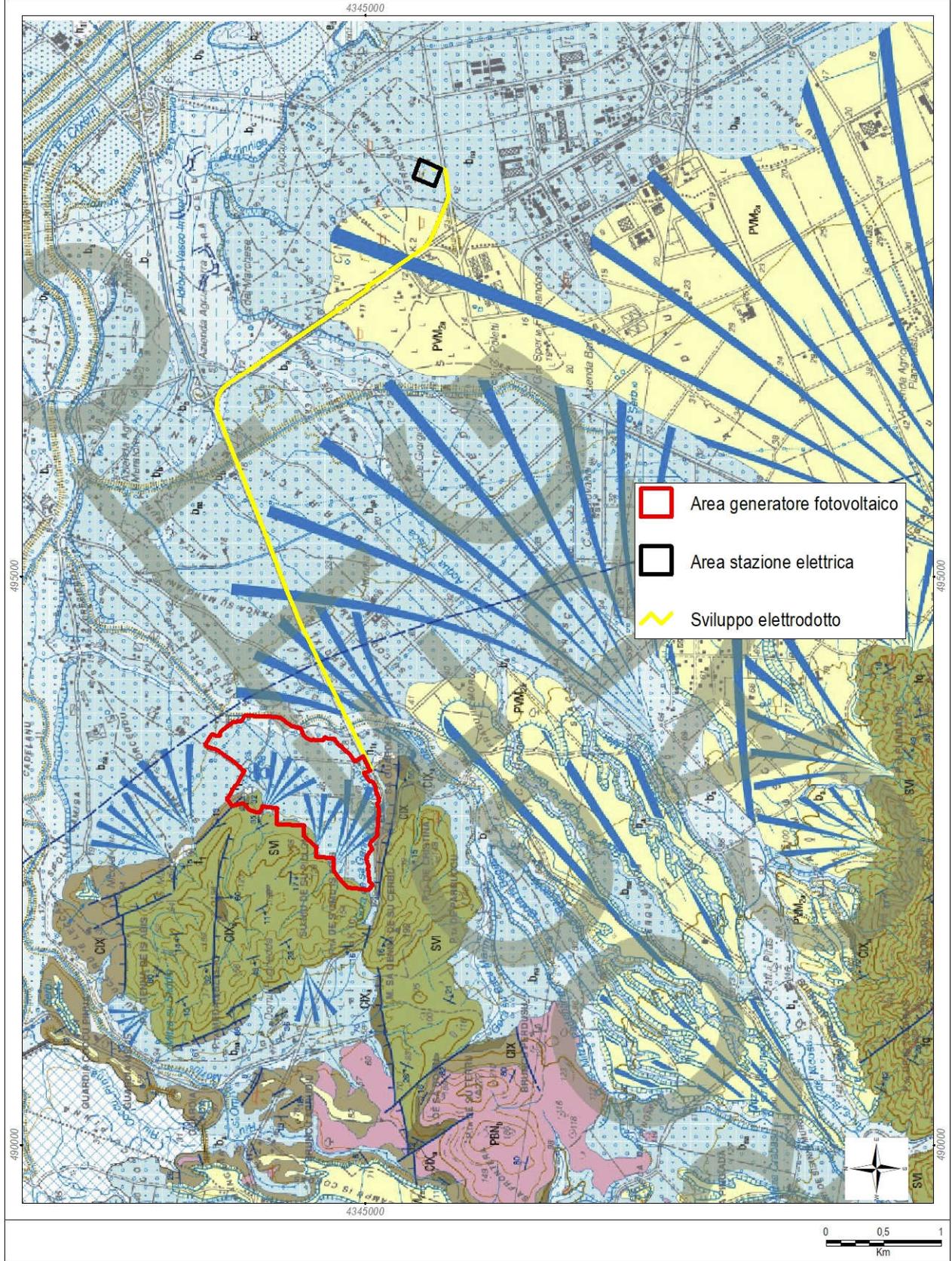
La tettonica del Cenozoico caratterizzata da fasi compressive e distensive e vulcanismo calcalino, con l’apertura della “Fossa Sarda”, ha interessato il settore dell’area di studio presumibilmente con la riattivazione delle megastrutture erciniche e anche con la deposizione di sedimenti oligo-miocenici di ambiente continentale e di ambiente marino oggi non rilevabili.

Come detto in precedenza, a caratterizzare in maniera pressoché totale le superfici interessate dal progetto sono le coperture detritiche continentali del Quaternario, che sormontano sia le litologie del basamento paleozoico e sia le litologie cenozoiche, differenziandosi tra depositi di conoide alluvionale antica (Pleistocene) e i depositi alluvionali recenti e attuali (Olocene).

6.2 CRONOSTRATIGRAFIA E LITOLOGIA NELL’AMBITO RISTRETTO

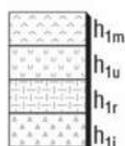
Nel Foglio 556 Assemini della Carta geologica d’Italia 1:50000 le litologie che caratterizzano il sito in studio sono ben distinte, confermando e specificando quanto in generale individuato nella cartografia a piccola scala.

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
Stralcio Foglio 556 Assemini - scala 1:50000
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

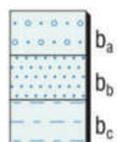


Depositi antropici

Depositi e discariche minerarie (h_{1m}); discariche per rifiuti solidi urbani (h_{1u}); materiali di riporto (prevalentemente argini artificiali) (h_{1r}); depositi e discariche industriali (h_{1i}).

Spessore: 2-40 m.

OLOCENE



Depositi alluvionali

Ghiaie con subordinate sabbie grossolane (b_a); sabbie con lenti di sabbie prevalenti (b_b); limi sabbiosi (b_c). Spessore: da 2-3 m sino a 15 m (Riu Mannu).

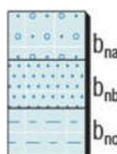
OLOCENE



Depositi palustri

Limi, argille e sabbie con abbondante frazione organica.

OLOCENE

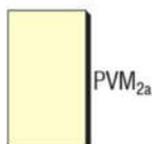


Depositi alluvionali terrazzati

Ghiaie prevalenti (b_{na}); sabbie prevalenti (b_{nb}); limi prevalenti (b_{nc}), talvolta terrazzati con resti di ceramiche fluite. Spessore: 5-12 m.

OLOCENE

DEPOSITI PLEISTOCENICI



SISTEMA DI PORTOVESME

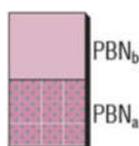
Subsistema di Portoscuso

Ghiaie con subordinate sabbie e blocchi di conoide alluvionale, terrazzate.

Spessore: 5-50 m.

PLEISTOCENE SUP.

COMPLESSO VULCANICO DI SILIQUA

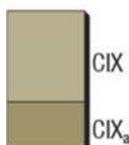


DACITI E ANDESITI DI MONTE SA PIBIONADA

Ammassi di lave in giacitura subvulcanica, porfiriche con fenocristalli di Pl e anfibolo a composizione andesitica (PBN_b) (Castello di Acquafredda, M. Sa Pibionada), e con fenocristalli di Qtz, Pl e anfibolo a composizione dacitica (PBN_a) (Pta Fanaris, M. Truxionis). Intrudono il basamento paleozoico e la copertura paleogenica. Diffusa alterazione idrotermale.

(27,2-29,3 Ma) **OLIGOCENE SUP.**

SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PALEOGENICA



FORMAZIONE DEL CIXERRI

Argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati (CIX); brecce di quarzo e liditi ben cementate e noduli ferruginosi alla base (CIX_a).

Spessore: 5-140 m.

EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE

BASAMENTO METAMORFICO PALEOZOICO

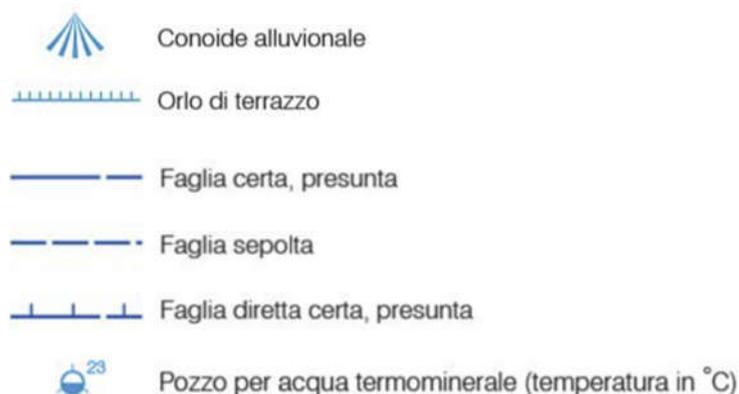
UNITÀ TETTONICA DELL'ARBURESE



ARENARIE DI SAN VITO

Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate, metapeliti violacee e rari livelli conglomeratici.

CAMBRIANO MEDIO - ORDOVICIANO INF.



6.2.1 LITOLOGIA DELLE AREE DI PROGETTO

Dalla carta geologica, stralcio del Foglio 556 Assemini della Carta geologica d'Italia 1:50000, si evince che tutte le aree di progetto insistono sull'area pedemontana, caratterizzata da conoidi alluvionali oloceniche che degrada progressivamente verso la piana alluvionale terrazzata del Riu Cixerri e del Flumini Mannu.

Dalla cartografia geologica si deduce che il substrato su cui poggiano i depositi alluvionali pleistocenici e olocenici è costituito dalle rocce del basamento metamorfico del Paleozoico (Arenarie di San Vito) e dalle rocce eoceniche della Fm. del Cixerri; ad ogni modo la potenza dei depositi quaternari è tale che il substrato non sarà interessato dalle opere di progetto.

Emerge in sostanza che le aree di sviluppo del progetto insistono esclusivamente su depositi detritici alluvionali del Quaternario, come si osserva chiaramente dallo stralcio della Carta geologica d'Italia in scala 1:50000 e nello specifico sui depositi dell'Olocene, indicati con la sigla b_{na} nella carta geologica e talvolta sovrastanti ai depositi delle conoidi alluvionali Pleistoceniche, "Conoide di Uta", modellate sulle litologie appartenenti al Sintema di Portovesme – Subsintema di Portoscuso, sulle rocce arenacee e argillose della Formazione del Cixerri e sul basamento paleozoico delle Arenarie di San Vito.

– Arenarie di San Vito.

Come detto in precedenza l'area collinare e montana che caratterizza il rialzo su cui si localizza il sito di progetto e le aree a SW fanno parte dell'horst occidentale del graben campidanese, strutturato e modellato sulle rocce del Basamento paleozoico.

Le Arenarie di San Vito fanno parte dell'Unità dell'Arburese, ovvero delle propaggini occidentali delle Unità tettoniche delle Falde esterne sovrascorse sulle propaggini orientali delle Unità della Zona esterna, in particolare sulle rocce della Successione post "Discordanza Sarda" appartenenti alla Formazione di Pala Manna, alla Formazione di Mason Porcus e alla Formazione di Genna Muxerru.

Si tratta in generale di una successione terrigena, di età cambro-ordoviciana, costituita da irregolari alternanze, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee e metaquarzoareniti, di colore variabile dal grigio chiaro al verdastro, al nocciola e al grigio scuro, con metasiltiti e metapeliti grigio scure verdastre e violacee.

Si tratta di originari sedimenti di ambiente litorale e marino deltizio anche con sedimentazione di tipo torbiditico.

Caratterizzano il rilievo della dorsale di P.ta Genna de is Abis e P.ta de s'Ormu is Abis e Su Niu de su Pilloni e si osservano bene esposte nella trincea stradale, sulla SP 2, nel valico tra P.ta de s'Ormu is Abis e M. sa Genna de su Cerbu e nella cava di P.ta de Cristina.

– Formazione del Cixerri.

La Formazione del Cixerri costituisce il substrato di tutta la valle del Riu Cixerri e anche del sito di progetto ed in genere è il substrato su cui poggiano i depositi detritici alluvionali del Quaternario.

Questa formazione è costituita da breccie e conglomerati di base a cui seguono marne e argille e nella parte alta arenarie quarzoso-feldspatiche con lenti di conglomerati.

L'ambiente deposizionale di questi sedimenti è sostanzialmente continentale di sedimentazione fluvio-lacustre di piana alluvionale distale in clima temperato-umido. L'età della formazione è molto variabile e viene attribuita all'Eocene medio – Oligocene.

Affiorano solo localmente nei dintorni del sito di progetto, in particolare lungo la SP 2 e, come detto, costituisce il substrato su cui si sviluppa la deposizione delle conoidi quaternarie.

- Subsistema di Portoscuso: depositi alluvionali attribuibili al Pleistocene superiore, noti in letteratura come "Alluvioni antiche".

Da un punto di vista stratigrafico questi sedimenti costituiscono l'unità alluvionale precedente l'Olocene e sono stati messi in posto in condizioni aride e fredde; prima della loro messa in posto ai piedi dei versanti sono stati modellati pedimenti più o meno estesi.

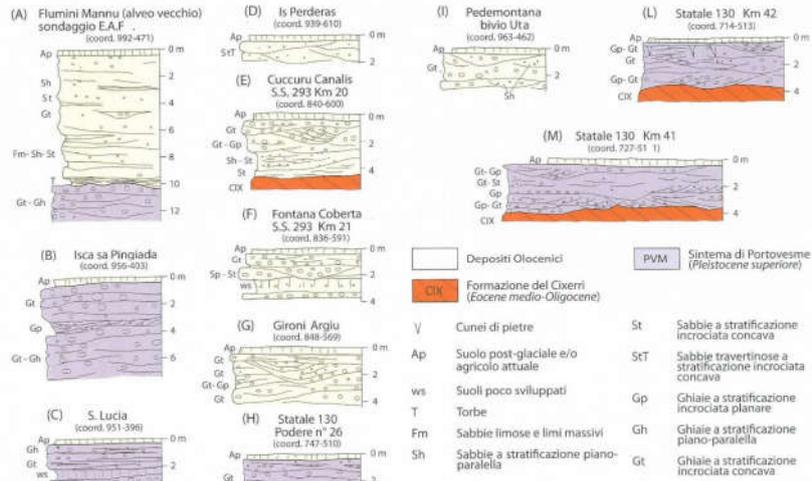


Fig. 37 - Sezioni stratigrafiche delle successioni quaternarie del Foglio Assemini.

Figura 3: Sezioni stratigrafiche delle successioni del Quaternario, estratto da Foglio 556 Assemini della Carta geologica d'Italia 1:50000. Di particolare interesse per il progetto è la sezione (B) Isca sa Pingiada, da cui si evince che anche a profondità inferiori a -6 metri non si riscontra la presenza del substrato eocenico o paleozoico, anche la sezione (I) Pedemontana bivio Uta è interessante per quanto concerne le coperture alluvionali oloceniche. Si osserva che la componente granulometrica dei depositi alluvionali pleistocenici e olocenici è prevalentemente costituita da ghiaie stratificate con scarsa matrice sabbioso limosa.

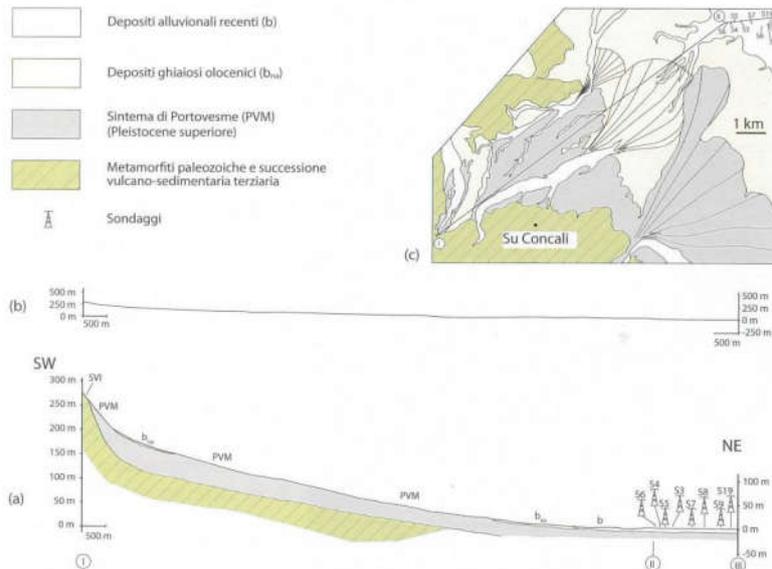


Fig. 39 - Profilo della conoide alluvionale di Uta a SW di Assemini. a) profilo con esagerazione verticale 10x; b) profilo senza esagerazione verticale; c) ubicazione della traccia del profilo. I sondaggi indicati in figura derivano da dati dell'E.A.F. (1993).

Figura 4: Morfologia e stratigrafia del pendio della "Conoide di Uta", estratto da Foglio 556 Assemini della Carta geologica d'Italia 1:50000.

I depositi di conoide alluvionale (PVM_{2a}) sono prevalentemente costituiti da ghiaie grossolane, sino alla taglia dei blocchi nelle porzioni più alte della conoide.

Le alluvioni di conoide mostrano strutture sedimentarie a stratificazione incrociata planare e concava, con frequenti lenti e livelli piano paralleli o massivi; i livelli a granulometria più fine, sabbie grossolane, sabbie ghiaiose e sabbie limose, sono sempre subordinati e possono rappresentare riempimenti di canali e depressioni oltre che paleosuoli conseguenti a periodi di non sedimentazione.

In genere questi corpi sedimentari sono stati costruiti da corsi d'acqua a canali intrecciati con tendenza alla migrazione laterale. La genesi e la scarsa elaborazione delle ghiaie, dei ciottoli e anche dei blocchi, testimonia il limitato trasporto dei detriti, prodotti da fenomeni di crioclastismo, nelle aree di origine: i rilievi strutturati sulle metamorfite del Paleozoico.

I depositi di origine crionivale modellati in conoidi, configurano morfologie terrazzate, con i terrazzi disposti ai lati delle incisioni oloceniche e attuali colmate da depositi alluvionali, in genere anche questi modellati in conoidi a loro volta terrazzate. Le altezze delle scarpate di terrazzo sono molto variabili e più o meno inclinate, ma possono raggiungere anche diverse decine di metri.

Sebbene oggi questi depositi si presentino frammentati in conoidi più o meno isolate, è del tutto ragionevole stabilire che generassero estese conoidi alluvionali coalescenti che bordavano le depressioni del Cixerri e del Campidano sovralluvionando quasi completamente il fondovalle. Laddove le conoidi sono alimentate da valli di modesta estensione presentano un profilo longitudinale discretamente acclive che testimonia l'importanza dei processi di trasporto in massa e la scarsa elaborazione dei grani. La presenza di massi e blocchi nell'agglomerato detritico ghiaioso è ulteriore testimonianza del trasporto detritico in massa con fenomenologie tipo debris flow.

Nell'area di interesse per il progetto, come si osserva in Figura 4, la base del deposito è modellata sulla Formazione del Cixerri; le ricerche mostrano che questa superficie di peneplanazione è netta e non interessata da paleoalvei. Ciò dimostra che prima della fase di aggradazione, verosimilmente verificatasi durante l'ultimo massimo glaciale, i versanti erano stati modellati da estesi glacis di erosione, tipici di ambienti aridi e subaridi, con arretramento parallelo dei versanti e con predominanza di processi erosivi e di trasporto tramite ruscellamento areale.

– Depositi olocenici: depositi alluvionali terrazzati.

I depositi olocenici vengono raggruppati in un'unica unità deposizionale suddivisa in sottounità. Questi depositi sono rappresentati da sedimenti attuali, ma anche e soprattutto da quelli recenti derivanti dalle modificazioni dell'ambiente fisico occorse nell'Olocene; in particolare si tratta di depositi alluvionali terrazzati posti a quote inferiori rispetto ai terrazzi pleistocenici, passanti a depositi di conoide nei settori di raccordo con i rilievi.

I depositi alluvionali terrazzati ricoprono i sedimenti alluvionali e di conoide alluvionale del subsistema di Portoscuso e a loro volta sono ricoperti dai depositi alluvionali attuali.

Si tratta di ghiaie deposte all'interno di canali bassi e discontinui, a stratificazione incrociata concava e a stratificazione piano parallela, alle prevalenti ghiaie in alcuni casi si interpongono livelli e orizzonti a componente granulometrica sabbiosa e sabbioso limosa e talvolta livelli pedogenizzati con suoli poco sviluppati.

Anche questi depositi alluvionali sono modellati in conoidi meo inclinate di quelle pleistoceniche e si aprono a valle di queste ultime. Nell'area apicale della conoide i sedimenti olocenici sono separati dalle unità pleistoceniche da una scarpata, spesso non ben rilevabile; nei settori medio-distali della conoide i torrenti hanno inciso piccole vallecole, più o meno approfondite, mentre nei settori a quote maggiori si conservano i lembi di terrazzamenti disposti anche a quote differenti.

In genere la potenza di questi depositi olocenici è modesta.

Lo spessore di queste coltri alluvionali oloceniche non è ben valutabile, ma localmente sono state osservate potenze dell'ordine della decina di metri.

I depositi olocenici più vicini all'attuale si riconoscono lungo i fondovalle attuali e sono in prevalenza caratterizzati da granulometrie grossolane con scarse varianti verso le sabbie ed i limi.

6.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

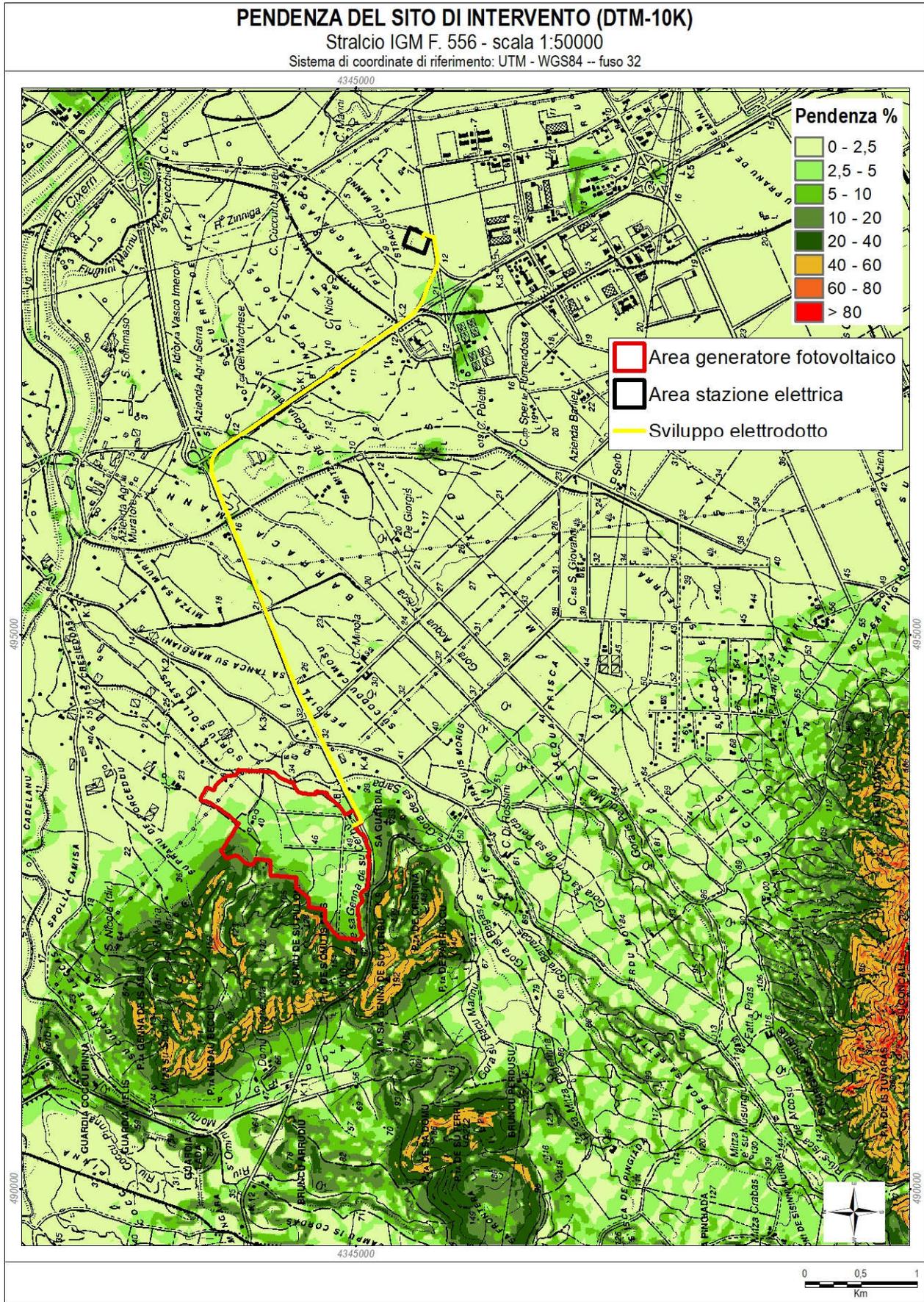
L'assetto morfologico dell'area esaminata appare determinato dalla presenza antropica, il sito di intervento è inserito in un paesaggio agrario e industrializzato dove la morfologia dei luoghi e la dinamica geomorfologica conservano alcuni aspetti naturali, ma sono anche il risultato delle trasformazioni antropiche.

L'odierna configurazione del paesaggio è fortemente legata alle stratificazioni antropiche: aree industriali, impianti di produzione di energia da fonte solare ed eolica, agglomerati residenziali con tessuto urbano rado, aziende agro-zootecniche a regime estensivo ed intensivo, infrastrutturazioni stradali e idrauliche che interferiscono chiaramente sul territorio e sulla dinamica evolutiva, seppur blanda in ragione delle morfologie dei luoghi.

Questa configurazione antropogenica si inserisce nel contesto morfologico delineato dalla conoide alluvionale del Pleistocene e dalle morfologie ereditate dalle dinamiche geomorfologiche dell'Olocene, che si raccordano alla piana del Basso Campidano centrale ed alla piana di transizione e costiera.

A fare da contorno alle morfologie pianeggianti e sub-pianeggianti si ergono i rilievi, strutturati sulle rocce metamorfiche e granitoidi del basamento paleozoico, del massiccio di Monte Arcosu.

Nelle aree di sviluppo del progetto, come detto in precedenza, le morfologie sono morbide, ondulate, arrotondate, con pendenze comprese tra 2,5 e 5%, nel settore del generatore, e solo localmente superiori a 5% ai piedi del rilievo di Su Niu de su Pilloni, appunto sviluppandosi a valle del rilievo più acclive e accidentato a W e passando, nella zona orientale verso gli stagni, a forme assolutamente piatte.



Le ondulazioni morfologiche sono connesse alle incisioni delle piccole conoidi coalescenti oloceniche che degradano verso Est – Sud Est, fino ad intercettare l'alveo del Gora de sa Sarpa che si sviluppa in una incisione con direzione N-S verso il Riu Cixerri.

Il reticolo idrografico che si origina sul rilievo modellato sulle rocce metamorfiche del Paleozoico, nell'area di progetto è stato modificato e rettificato e non conserva le direttrici di deflusso naturali che si insinuavano tra un bordo e quello adiacente delle conoidi alluvionali.

Queste morfologie sono delimitate a S dall'alveo del Gora de sa Genna de su Cerbu, anche esso modificato e rettificato verso valle parallelamente alla SP 2, mentre a Nord, oltre la dorsale di Su Concali de Santa Maria si osserva un progressivo dolce degrado verso la piana del Riu Cixerri; come detto a Ovest il limite morfologico è il rilievo modellato sulle rocce metamorfiche del Paleozoico e a Est l'alveo del Gora de sa Sarpa.

Attualmente i processi geomorfologici che interessano la parte alta della conoide, dove si individua l'area del generatore fotovoltaico, sono caratterizzati da una dinamica molto blanda, non sono state rilevate fenomenologie da dissesto franoso, se non quelle molto limitate e di modestissima magnitudo che possono evolvere dalle cornici e/o dagli affioramenti rocciosi disposti in condizioni sfavorevoli sulle rocce paleozoiche, determinate dalla scadente natura geo-meccanica degli ammassi.

Altrimenti i fenomeni che posso rilevarsi sono connessi a forme di erosione da ruscellamento di ffuso e incanalato nelle direttrici del reticolo idrografico attuale e originario.

Nell'area di costruzione del generatore fotovoltaico si rilevano interferenze con il reticolo idrografico ufficiale per le applicazioni del PAI e nello specifico tra l'elemento idrico 092090_FIUME_4083, l'elemento idrico Canale 145, l'elemento idrico 092090_CANALE_23691, l'elemento idrico 092090_FIUME_16836 ed il Gora de sa Genna de su Cerbu e l'area del generatore con le opere complementari.

Come detto in precedenza questi elementi del reticolo idrografico sono stati studiati idraulicamente e pertanto su di essi vigono i vincoli del PAI, nelle parti restanti le fasce di prima salvaguardia.

Lungo lo sviluppo lineare del cavidotto si distinguono due tratti: un primo tratto che corre parallelamente alla conoide, nella parte alta tra le località Is Begas e il bivio tra S.P. 2 e la Strada consortile Macchiareddu, ed un secondo tratto che corre trasversalmente alla conoide, fino alla porzione distale, dal suddetto bivio stradale fino alla località Stracosciu Mannu.

Il cavidotto in tutto il suo sviluppo si svolge in corrispondenza di strade, il primo tratto lungo la S.P. 2 e il secondo tratto lungo la Strada consortile Macchiareddu e la VI Strada Est.

Lungo il primo tratto, all'esterno dell'area del generatore si rilevano interferenze tra il cavidotto, sviluppato lungo la viabilità provinciale ed il reticolo idrografico ufficiale per le applicazioni del PAI che trova spazio in canalizzazioni artificiali e attraversamenti con ponte.

Le interferenze sono tra la S.P. 2 e il Gora de sa Sarpa, l'elemento idrico 092090_FIUME_20202, l'elemento idrico 092090_FIUME_19917 e il Riu s'Isca de Arcosu.

6.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico dell'area di studio è stato analizzato adottando una metodologia di tipo indiretto che, per il livello di approfondimento che compete al presente studio, consente di indicare quali siano i rapporti tra le litologie riconosciute e rappresentate nella cartografia geologica di base e la componente ambientale idrogeologica.

L'applicazione di tale metodologia semplificata, che esime dalla valutazione dell'andamento sotterraneo degli acquiferi, consente di rappresentare gli elementi conoscitivi di base per una conoscenza generale dei caratteri idrogeologici che determinano lo sviluppo della circolazione idrica sotterranea e i rapporti con quella superficiale.

Essa si basa sulla rappresentazione delle classi di permeabilità delle formazioni geologiche, ovvero dei substrati geologici, potenzialmente capaci di costituire acquiferi, differenziandosi dalla permeabilità dei suoli maggiormente concernente le problematiche di carattere geomorfologico e idrologico.

La valutazione in questo ambito è di tipo qualitativo e si riferisce a valori di permeabilità classificati secondo quattro intervalli definiti nella Tabella 1.

| Grado di permeabilità relativa | Intervalli di permeabilità K in m/s |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Alto | $K > 10^{-2}$ |
| Medio – alto | $10^{-2} < K < 10^{-4}$ |
| Medio – basso | $10^{-4} < K < 10^{-9}$ |
| Basso | $K > 10^{-9}$ |

Tabella 1: Corrispondenza tra grado di permeabilità relativa e valori di permeabilità K misurati

L'individuazione delle unità idrogeologiche fa riferimento alla classificazione delle Unità idrogeologiche regionali e in accordo con quanto specificato nelle “Linee Guida per l’Adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al P.P.R. e al PAI Prima Fase - Il riordino delle conoscenze” (aggiornamento 2008), in tutto il territorio dell’area di studio vengono distinte 4 unità idrogeologiche, come indicate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, nella quale si mettono in relazione le litologie rilevate nell’area di studio con l’unità idrogeologica e la descrizione della permeabilità associata.

Nel contesto litostratigrafico e idrogeologico dell’area di intervento le Unità idrogeologiche si sovrappongono dal basso verso l’alto con l’ordine riportato nella Tabella 2.

| UNITA' | LITOLOGIA | PERMEABILITA' |
|--|---|---|
| Unità delle alluvioni plio-quadernarie | Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro-palustri, discariche minerarie | Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana |
| Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche | Rioliti, riodaciti, daciti e subordinate comenditi in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e rare colate, con associati prodotti piroclastici e talora livelli epicastici; andesiti, andesiti basaltiche, basalti, andesitici e rari basalti, talora brecciati, in cupole di ristagno e colate; gabbri, gabbronoriti in corpi ipoabissali e quarzodioriti porfiriche; filoni associati | Permeabilità per fessurazione complessiva mediobassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici ed epiclastici |
| Unità detritico carbonatica Eocenica | Conglomerati, arenarie e siltiti argillose | Permeabilità bassa per porosità |
| Unità metamorfica inferiore paleozoica | Filladi, micascisti, metarenarie, con rari metaconglomerati e marmi, metavulcaniti; lenti di metacalcari e metadolomie | Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medio-alta per fessurazione e carsismo |

Tabella 2: Unità idrogeologiche caratteristiche del territorio dell’area di studio, descrizione delle litologie costituenti, del tipo e del grado qualitativo di permeabilità, tabella derivata da “Linee Guida per l’Adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al P.P.R. e al PAI Prima Fase - Il riordino delle conoscenze”

Lo stralcio cartografico tratto dal Foglio 566 Assemini della Carta Geologica d’Italia scala 1:50000 conferma quanto detto in precedenza, si osserva che l’area di progetto si sviluppa interamente su depositi alluvionali quadernari ad alta permeabilità, mentre dall’analisi geologica emerge che il substrato è costituito dalla Formazione del Cixerri, che per le note caratteristiche di bassa/bassissima permeabilità costituisce il limite di base del potenziale acquifero quadernario della conoide pleistocenica e olocenica.

Nella zona è riconosciuta la presenza di un acquifero ipotermale, intercettato ai bordi della fossa del Cixerri, alcune emergenze sono segnalate in pozzi ubicati all’interno dell’area del generatore, nel settore più settentrionale.

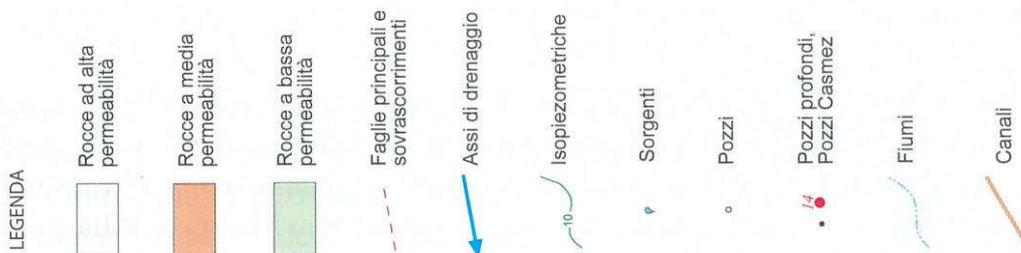
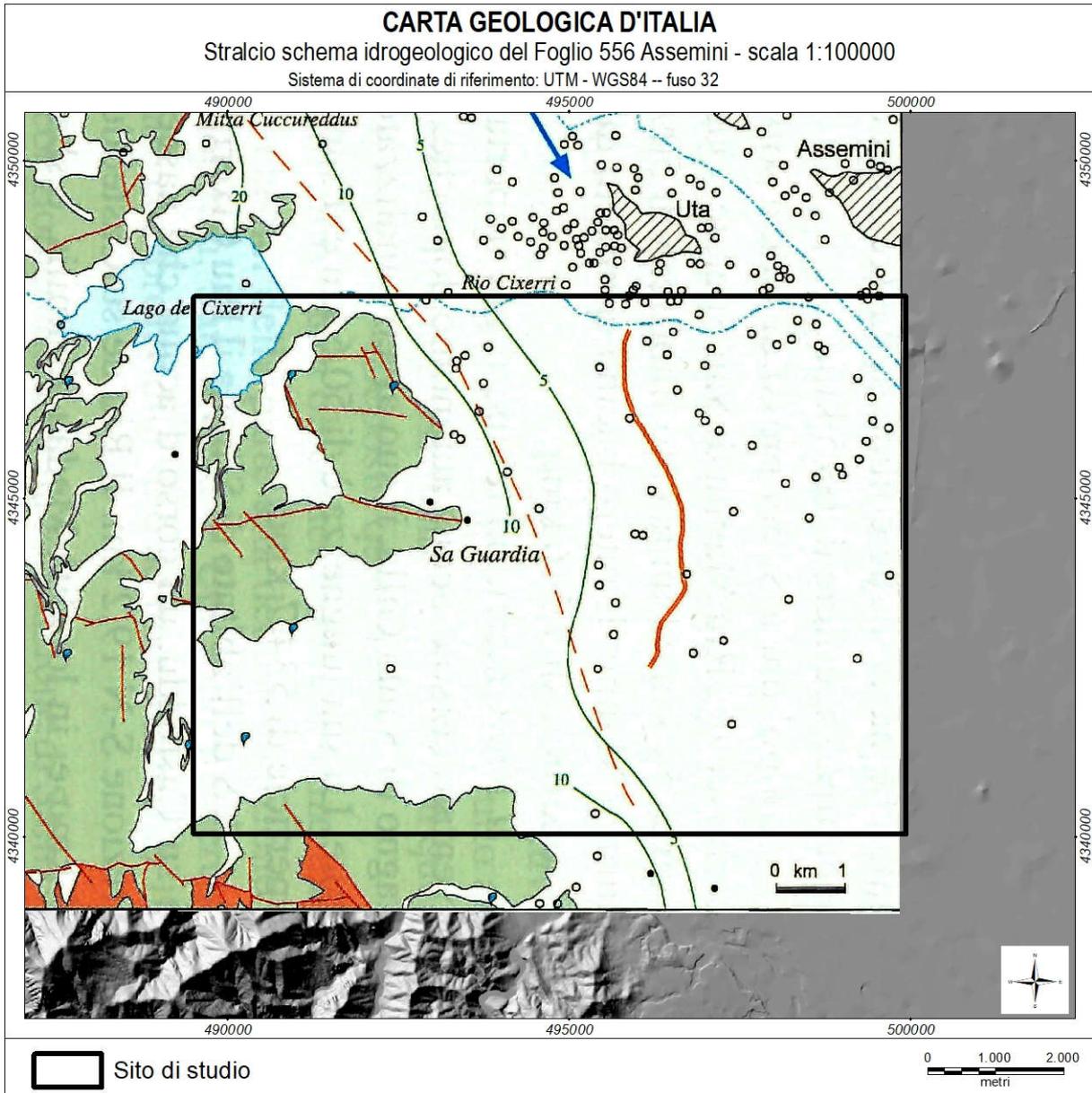
Nella porzione distale della conoide, verso la piana costiera del Basso Campidano, l’acquifero più importante è quello ospitato dai depositi ghiaiosi quadernari e la falda ha soggiacenza variabile stagionalmente tra -2m e -5m, anche in relazione al livello idrico degli stagni.

Nell’area di intervento non sono state ricostruite le curve isofreatiche evidentemente per la carenza di dati, in effetti per quanto potuto osservare e studiare non esistono pozzi in sufficienza per poter modellizzare la superficie freatica dell’acquifero alluvionale quadernario.

Non sono segnalate neanche sorgenti di rilevante interesse.

Ad ogni modo e in generale gli acquiferi alluvionali sono fortemente vulnerabili, in ragione della elevata permeabilità dei corpi sedimentari che li ospitano e in ragione della ridotta profondità a cui si attestano.

Nella zona compresa tra la S.P. 2 la località Stracosciu Mannu sono presenti diversi laghetti di cava che hanno intercettato la superficie della falda freatica, si osserva che tale superficie si attesta a profondità comprese tra circa 2,5 metri e 3 metri dal piano di campagna.



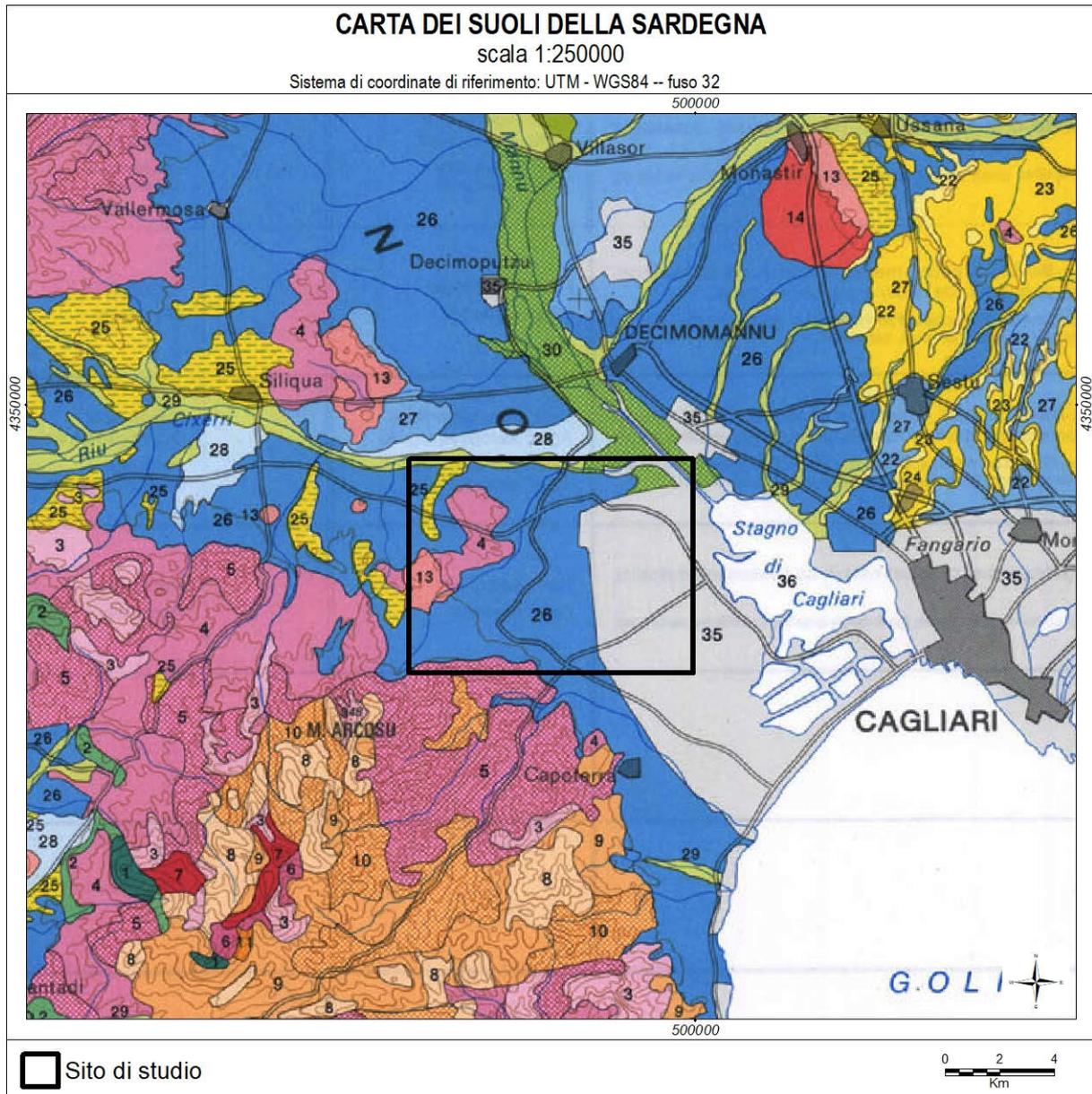
6.5 CONTESTO GEOPEDOLOGICO

Le informazioni generali relative alla qualità della componente pedologica nel settore di interesse sono tratte dalla Carta geopedologica della Sardegna (Aru et alii, 1991) e dalle relative Note Illustrative.

Nella cartografia a piccola scala il territorio di studio, ovvero le aree interessate dagli interventi per il posizionamento del generatore fotovoltaico e per la posa del cavidotto, sono inquadrate a cavallo delle unità 26 e 35 differenziate sui substrati alluvionali del Quaternario antico e recente, come indicato nella Tabella 3.

| Unità di paesaggio e substrati | Morfologia | Unità cartografica |
|---|--|--------------------|
| Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene | Aree da subpianeggianti a pianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola. | 26 |
| Paesaggi urbanizzati | Aree urbanizzate e principali intrstrutture | 35 |

Tabella 3: Unità cartografiche della Carta geopedologica della Sardegna (Aru et alii, 1991) con descrizione sommaria della litologia e della morfologia che le contraddistinguono.



| Unità cartografica | Descrizione dei suoli | Classificazione (U.S.D.A. Soil Taxonomy 1988) | Classi di capacità d'uso | Limitazioni d'uso | Attitudini e interventi |
|---------------------------|---|--|---------------------------------|--|---|
| 26 | Profili A-Bt-C, A-Bt-C e subordinatamente A-C, profondi, da franco sabbiosi a franco-sabbioso-argillosi in superficie, da franco-sabbioso-argillosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da sub-acidi ad acidi, da saturi a desaturati. | Typic, Acquic e Ultic Palexeralfs | III-IV | Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione. | Colture erbacee e, nelle aree più drenate, colture arboree anche irrigue. |

Tabella 4: Descrizioni delle Unità cartografiche e Classificazione dei suoli secondo la U.S.D.A. Soil Taxonomy 1988

La Tabella 4 riassume le caratteristiche dei suoli che possono riscontrarsi nell'area in studio, in particolare si evidenzia che i suoli presenti appartengono prevalentemente alla unità cartografica 26, ovvero quelli più diffusi nei settori a morfologie pianeggianti, con classi di capacità d'uso media e destinati alle applicazioni agricole.

Nel settore di intervento, corrispondente ad un contesto agricolo storicizzato e ad un'area destinata allo sviluppo industriale, le coperture geopedologiche sono da anni interessate dalle lavorazioni agrarie (spietramenti in ragione della maggiore componente granulometrica delle alluvioni) e da pesanti trasformazioni nelle aree urbanizzate e industrializzate.

Una analisi geopedologica preliminare ha mostrato che nel settore alto della conoide, nella zona di sviluppo del generatore, i suoli sono di scarso spessore, hanno eccesso di scheletro e sono pesantemente alterati dalle pratiche agricole perpetuate nel tempo (arature, spietramenti), si tratta di suoli poco profondi con profili A-C e A-Bw-C meglio conservati negli avvallamenti delle incisioni oloceniche.

La posa del cavidotto, che avverrà sullo sviluppo della viabilità locale e provinciale, insisterà su aree in cui non è presente un suolo, pertanto non produrrà effetti sulla componente geopedologica.

Analogamente nella zona di Stracosciu Mannu i suoli sono pesantemente compromessi o del tutto analoghi a quelli che si rinvengono nelle aree della conoide pleistocenica.

7 MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOMORFOLOGICO LOCALE

Le indagini geologiche e geomorfologiche condotte alla scala del rilevamento hanno consentito di individuare il modello geologico di riferimento per gli obiettivi del presente studio.

Dall'indagine emerge la semplicità del contesto litostratigrafico caratterizzato da modeste variabili geologiche e litologiche tra le formazioni rilevate, in un contesto geomorfologico e paesaggistico interessato da alterazioni morfologiche e morfometriche connesse all'ambiente agrario e rurale, oltrechè dalle pesanti trasformazioni dell'area industrializzata.

Ad ogni modo, l'indagine geologica e geomorfologica evidenzia che il substrato nell'area di intervento è costituito da depositi detritici alluvionali del Quaternario antico e recente, modellati in glacis di accumulo e conoidi terrazzate e conoidi telescopiche anch'esse terrazzate.

Questi depositi prevalentemente ghiaiosi sono solo localmente sormontati da coltri geopedologiche di modesta rilevanza agronomica, modificate dalle attività agricole e fortemente alterate dalle attività industriali.

L'indagine geomorfologica ha invece mostrato che il sito di interesse è stato trasformato nel tempo dalle attività agro-zootecniche e più di recente dalle attività industriali che hanno interessato l'area della piana alluvionale del basso Campidano verso la costa.

Il reticolo idrografico si sviluppa lungo le incisioni della conoide olocenica originandosi dai versanti esposti a Est dei rilievi strutturati sulle rocce metamorfiche del basamento paleozoico; verso valle è fortemente condizionato dalle attività antropiche, rettificato e canalizzato.

Il reticolo idrografico interferisce con le aree di progetto; in particolare nell'area del generatore fotovoltaico, e tra queste località e la località Stracosciu Mannu lungo lo sviluppo stradale che ospiterà il cavidotto di progetto; nell'area della stazione elettrica in località Stracosciu Mannu non si rilevano interferenze.

I corsi d'acqua, a regime torrentizio, sono caratterizzati da piccoli bacini idrografici con morfologie dolci e bassa energia di rilievo, non presentano nell'area in cui sorgerà il generatore forme o indizi di instabilità geomorfologica, mentre più a valle, quindi verso la S.P. 2, dove assumono la conformazione di canali artificiali, in tempi passati, in concomitanza con eventi alluvionali hanno presentato criticità geo-idrologiche di tenuta delle sponde e di capacità degli attraversamenti. Queste problematiche sono state evidenti sul Riu s'Isca de Arcosu che per un lungo tratto canalizzato presenta alveo pensile.

In particolare le criticità geo-idrologiche si concretizzano nelle intersezioni tra il reticolo idrografico e lo sviluppo di posa del cavidotto anche in relazione alla disciplina del PAI.

Non sono emerse condizioni critiche a riguardo della morfodinamica dei pendii, infatti la bassa energia del rilievo che caratterizza le aree di progetto e le caratteristiche litologiche e litotecniche delle terre su cui sono modellate, non risultano essere fattori predisponenti all'innescio o allo sviluppo di dissesti a carattere franoso, se non in alcuni settori limitati e con fenomenologie tali che, per localizzazione e magnitudo dei processi, non possono coinvolgere le aree di progetto.

Si rileva la presenza di aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana individuate dal PAI che interferiscono con le aree del fondo di progetto e con le opere da realizzare, nella fattispecie del reticolo idrografico si rileva la necessaria applicazione e rispetto delle fasce di prima salvaguardia di cui all'Art. 30ter del PAI e conseguentemente il rispetto della disciplina espressa dall'Art. 27, 28, 29, 30 e 34 delle NTA del PAI. Da un punto di vista geologico-tecnico, stabilito che i territori su cui si configura l'area di realizzazione del generatore composto da moduli fotovoltaici installati su trackers ad un asse, è costituito dalle alluvioni ghiaiose grossolane dell'Olocene, il substrato di fondazione e di ancoraggio degli assi di supporto non possa che essere previsto in queste litologie, o nel caso la potenza di queste ultime non sia sufficiente, sulle rocce della Formazione de Cixerri, ad ogni modo ambedue i litotipi presentano da buone a ottime caratteristiche litologiche e litotecniche.

A tal proposito le caratteristiche litotecniche delle terre alluvionali e/o delle rocce arenacee dovranno essere specificate con una adeguata campagna di indagine geognostica e geomeccanica, finalizzata all'acquisizione di caratteristiche e parametri dei litotipi per una corretta progettazione geotecnica relativa agli assi di supporto e alle strutture del generatore e delle cabine e di tutte le opere da realizzare nel campo fotovoltaico e lungo lo sviluppo del cavidotto.

A riguardo della posa del cavidotto si può affermare che la posa lungo tracciati stradali prevedrà la movimentazione di terreni di riporto ed eventualmente di terreni naturali di sottofondo stradale, esclusivamente rappresentati da terre ghiaiose dei depositi alluvionali quaternari incoerenti.

L'analisi idrogeologica non mette in evidenza la presenza di acquiferi superficiali, mentre sono apprezzabili le risorse idriche sotterranee profonde segnalate nell'area del generatore; lungo lo sviluppo dell'elettrodotta e nella zona della stazione elettrica è rilevabile la presenza di un acquifero superficiale, testimoniata dalla emergenza della falda in residuali depressioni di vecchie cave; si esclude comunque che le acque sotterranee, in ragione della loro soggiacenza e qualità, possano interferire con le opere da realizzare, se non solo localmente e modestamente o eventualmente possano essere vulnerate dalle attività di progetto, sia nella fase di realizzazione degli impianti e sia nella fase di esercizio.

8 CONCLUSIONI

Dall'indagine geologica e geomorfologica condotta si ricostruisce abbastanza fedelmente il modello geologico, geomorfologico e geologico-tecnico del sito in esame; tale modello è utile e indispensabile per la definizione dei caratteri stratigrafici, idrogeologici e geomorfologici e di pericolosità geologica del territorio in generale.

Il modello geologico risulta necessariamente determinante per la corretta individuazione della configurazione geomorfologica e della evoluzione dei luoghi derivanti dalla storia naturale, ma, allo stato

attuale, risulta altrettanto determinante per la corretta analisi dei fenomeni e dei processi geomorfici che evolvono nella conformazione odierna del paesaggio, che deriva, in gran parte, da quelle che sono le trasformazioni e le stratificazioni antropogeniche; in questo modo il modello offre il corretto supporto strategico alla valutazione dei caratteri geoambientali e geologico-tecnici finalizzato alle valutazioni per cui è stato studiato.

Inoltre, il modello geologico è basilare per le analisi di carattere geotecnico e sismico, finalizzate alla scelta delle più opportune indagini e procedure per la classificazione e parametrizzazione delle qualità meccaniche dei terreni interessati dalle strutture dei pannelli fotovoltaici, sia in termini di analisi del modello geotecnico caratteristico e sia in termini di valutazione della risposta sismica locale.

Il substrato geologico nell'area del generatore è costituito da depositi alluvionali ghiaiosi del quaternario, terre grossolane caratterizzate da buone a ottime qualità geomeccaniche, che andrebbero dettagliate nelle fasi esecutive del progetto.

La posa del cavidotto che insisterà sullo sviluppo delle infrastrutture stradali, non sarà difficoltosa da un punto di vista geologico e geologico tecnico, per le caratteristiche delle terre che verranno potenzialmente interessate. Di contro si rilevano condizioni geomorfologiche che rappresentano criticità nelle intersezioni con il reticolo idrografico.

Il contesto geopedologico mette in luce che nell'area di interesse sono presenti suoli con modeste qualità pedologiche, dovute alla scarsa profondità, all'eccesso di scheletro e alle modificazioni indotte dalle azioni di conduzione agricola dei fondi; ad ogni modo la conservazione e tutela può essere perseguita minimizzando la loro alterazione, sia contenendo all'indispensabile gli scavi e gli sbancamenti e sia prevedendo di mantenere al possibile le coperture vegetali, che garantiscono la protezione fisica e la evoluzione della parte biochimica della componente pedologica.

L'analisi idrogeologica non mette in evidenza la presenza di acquiferi importanti o strategici impostati sui substrati alluvionali; non mette in evidenza la presenza di sorgenti notevoli nell'area di interesse, mentre evidenzia la presenza di acquiferi profondi a carattere ipotermale intercettati in pozzi presenti nell'area di progetto; ad ogni modo si evidenzia che gli acquiferi superficiali, per le loro caratteristiche di soggiacenza della falda e qualità, non possano interferire con le opere previste o essere alterati dai lavori o dalle opere in esercizio.

In generale, per quanto emerge dall'analisi geomorfologica e della morfodinamica, il sito di sviluppo delle opere di progetto è ubicato in una zona sostanzialmente stabile: le condizioni di criticità idro-geomorfologica rilevate sono relative alla idrodinamica dei flussi torrentizi dei corsi d'acqua più importanti; non si rilevano condizioni di instabilità potenziale dei pendii, se non in settori molto localizzati e per fenomeni di modesta magnitudo.

Il PAI individua aree a pericolosità da frana di classe Hg1 e limitatamente Hg2.

Il PAI individua aree a pericolosità idraulica di classe Hi1, Hi2, Hi3, Hi4 nell'area di sviluppo del generatore e lungo lo sviluppo lineare del cavidotto.

Lungo gli elementi idrici non studiati idraulicamente vige la presenza delle fasce di prima salvaguardia (Art. 30 ter delle NTA del PAI).

Nell'area di sviluppo del generatore fotovoltaico e dei relativi servizi complementari, e lungo lo sviluppo del cavidotto, laddove saranno concretizzate interferenze con le aree di pericolosità idraulica e le fasce di prima salvaguardia imposte dall'art. 30 ter delle NTA PAI, e laddove inevitabilmente saranno concretizzate le intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico, si rammenta la vigenza della disciplina espressa dall'art. 21 e dall'art. 27 comma 3 lettera h.

In definitiva emerge che dal punto di vista geologico, intenso in senso lato, non si rinvergono condizioni limitanti la potenziale predisposizione del campo fotovoltaico, della stazione elettrica e dello sviluppo del cavidotto: si suggerisce comunque di minimizzare all'essenziale la trasformazione dei luoghi, in riferimento alle caratteristiche morfometriche, anche in riferimento al controllo dei deflussi superficiali, per mantenere la stabilità geomorfologica e nel contempo conservare le qualità dei suoli.