



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV UTA"

COMUNE DI UTA

PROPONENTE

CVA.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA
PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO:
Relazione Idrogeologica

CODICE ELABORATO

PD.R.22

COORDINAMENTO

bia energia viva

BIA srl
P.IVA 03983480926
cod. destinatario KRRH6B9
+ 39 347 596 5654
energhiabia@gmail.com
energhiabia@pec.it
piazza dell'Annunziata n. 7
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Giulio Casu
Dott. Agr. Federico Corona
Fad System Srl
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorlo
Dott. Giorgio Lai
Dott. Federico Loddo
Dott. Giovanni Lovigu
Dott. Ing Bruno Manca
Dott. Nat. Maurizio Medda
Ing. Giuseppe Pipitone
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Archeol. Matteo Tatti
Federica Zaccheddu

REDATTORE

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori

00	gennaio 2024	Prima emissione
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. <i>Quadro normativo</i>	3
2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE	5
4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA	9
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
5.1. <i>Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento</i>	12
5.2. <i>SITUAZIONE GEOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO ...</i>	18
6. CARATTERI GEOSTRUTTURALI, GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ.....	18
7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	18
7.1. <i>Analisi dell'area geomorfologicamente significativa al progetto.....</i>	19
8. INQUADRAMENTO CLIMATICO.....	20
8.1. <i>Precipitazioni</i>	21
8.2. <i>Temperature.....</i>	21
9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	24
9.1. <i>Schema della circolazione idrica superficiale</i>	24
9.1. <i>Schema della circolazione idrica sotterranea</i>	25
9.2. <i>Dissesti in atto o potenziali che possono interferire con l'opera e loro tendenza evolutiva</i>	28
10. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO	29
11. FATTIBILITA' IDROGEOLOGICA	31

**Indice delle figure**

Figura 1 Inquadramento geografico dell'area di progetto	5
Figura 2 Inquadramento topografico, CTR 1:10.000	6
Figura 3 Inquadramento topografico IGM Serie 25	7
Figura 4 Localizzazione area di progetto (Fonte RAS)	8
Figura 5 schema di funzionamento del sistema ad inseguimento	10
Figura 6 Schema tettonico-strutturale della Sardegna.....	13

Figura 7 Schema Tettonico dell'area vasta di studio (Fg.556 Assemini, Porgetto CARG) – in rosso l'area di interessa al progetto	15
Figura 8 Sezione geologica rappresentativa dell'area vasta (Fg.556 Assemini, Porgetto CARG)	15
Figura 9 Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 foglio 556 "Assemini"	16
Figura 10 Stralcio della Carta Geologica dell'area di interesse.....	17
Figura 11 paesaggio dell'area di studio – Loc. Planemesu	19
Figura 12 andamento medio mensile delle precipitazioni nella Stazione di Sestu (CA).....	21
Figura 13 andamento medio mensile delle temperature massime	22
Figura 14 Diagramma ombrotermico (Bagnouls- Gausson) per il settore di Uta	22
Figura 15 Suddivisione dei bacini idrografici sardi.	24
Figura 16 Carta dell'idrografia superficiale e interferenze con gli elementi di progetto.....	25
Figura 17 Sistemi idrogeologici dell'area occidentale del foglio 556 "Assemini"	27
Figura 18 Carta delle permeabilità dei substrati	28
Figura 19 Stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna (Fonte RAS)	30



1. PREMESSA

Il proponente **CVA EOS S.r.l.** intende realizzare un impianto fotovoltaico in località **“Planemesu”** nel territorio comunale di **Uta** e denominato **“FV UTA”** per il cui progetto è stato conferito, alla scrivente Geol. Cosima Atzori, regolarmente iscritta all’Albo Professionale dei Geologi della Sardegna al n°656, con studio in Sestu (CA) – C.D. Pittarello - Loc. Scala Sa Perda 87, C.F. TZRCSM72H41B354F e P.I.V.A. 03191600927, l’incarico professionale per la redazione della **Relazione Idrogeologica**, la cui stesura ottempera quanto previsto dal D.M. del 17/01/2018 recante le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC2018), con l’obiettivo di evidenziare, in via preliminare, le caratteristiche geologico-morfologiche e il comportamento idrogeologico dei terreni interessati dalle opere in progetto.

1.1. QUADRO NORMATIVO

La presente è redatta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia, con particolare riferimento a:

- D.M. LL.PP. 11.03.1988 “Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali 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 in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni pe l’applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale
- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici
- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.

2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le informazioni topografiche e geologiche dell'area oggetto della presente sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente. Si elencano di seguito:

- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000.
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- I.S.P.R.A - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- RAS – ARPA – Dati meteorologici 1971-2000 e 2014
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- Analisi orto-fotogrammetrica

I dati a disposizione sono stati integrati con le informazioni derivanti dai sopralluoghi effettuati dalla scrivente in sito e dagli esiti della campagna di indagini geofisiche realizzata in data 12.07.2023 oltre che da lavori analoghi nei pressi della zona di interesse.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

L'area di progetto ricade nell'agro del territorio comunale di **Uta**, a Ovest della zona Industriale CACIP, in località "**Planemesu**". Il territorio è pianeggiante debolmente collinare, ad una quota media di circa 40m slmm.



Figura 1 Inquadramento geografico dell'area di progetto

Le coordinate geografiche Gauss-Boaga del centroide ipotetico di riferimento della porzione di impianto

1 496 547 E – 4 339 850 N

L'inquadramento cartografico di riferimento è il seguente:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio **556 II "Assemini"**
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – **sez. 556160 "Azienda Agricola Planemesu"**
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50000 – foglio **556 "Assemini"**
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100000 – foglio **226 "Cagliari"**

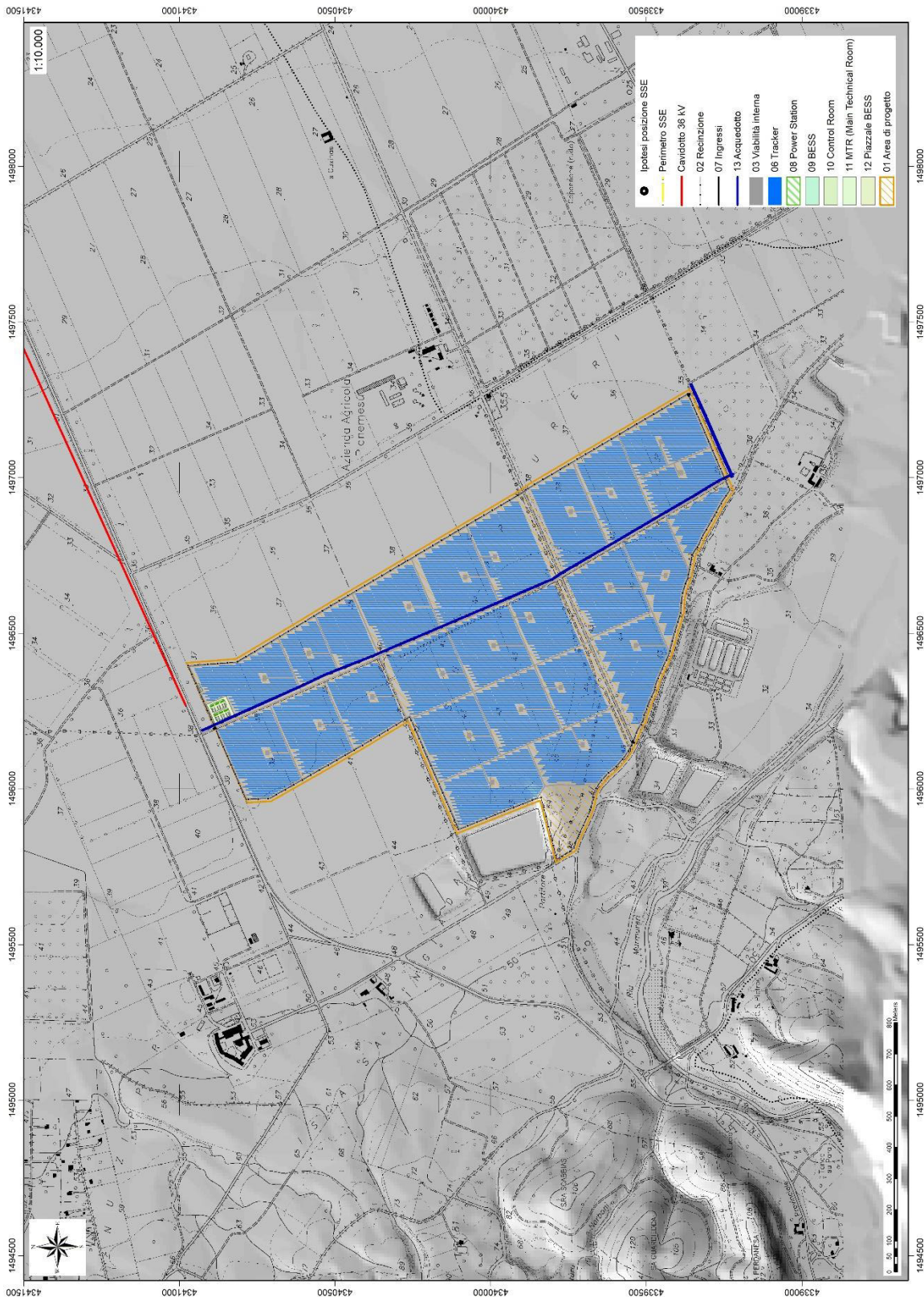


Figura 2 Inquadramento topografico, CTR 1:10.000

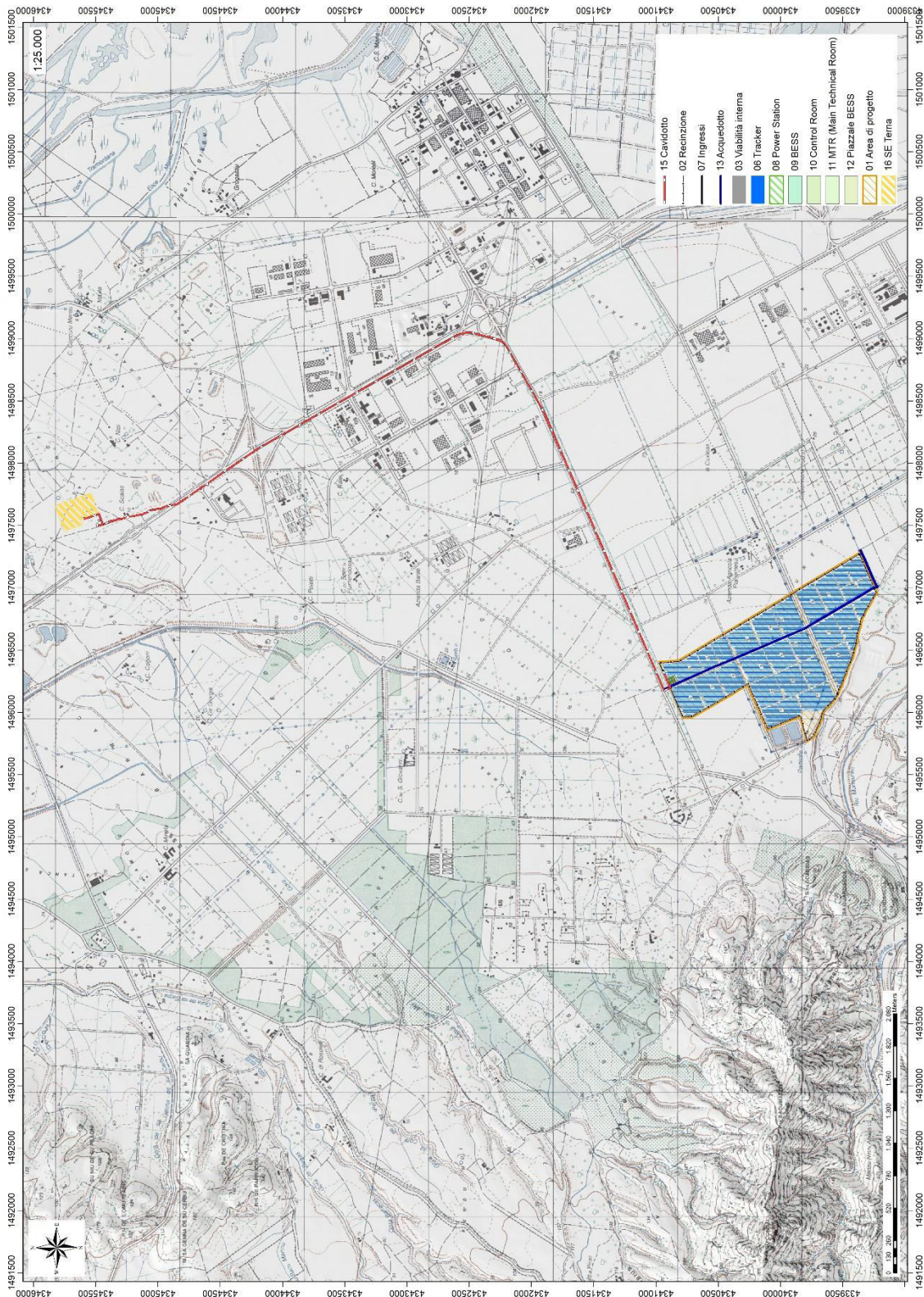


Figura 3 Inquadramento topografico IGM Serie 25



Figura 4 Localizzazione area di progetto (Fonte RAS)

4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, composto da n. 23 campi di potenza variabile da 3,75 MWp a 4,59 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 98,55 MWp (potenza in immissione pari a 75,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione (30kV). Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power Station), la Control Room e la Cabina principale di impianto (Main Technical Room) MTR. Dalla MTR si dipartono le linee di alta tensione a 36 kV per il collegamento in antenna fino alla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "UTA - Villasor".

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato del tipo ad inseguimento monoassiale, gravanti su pali infissi nel terreno a profondità variabile.

L'impianto fotovoltaico in oggetto è composto complessivamente da 157.680 moduli fotovoltaici del tipo N-type in silicio monocristallino, collegati in serie da 24 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da string box, collegati ad inverter centralizzati presso le Power Station, in numero totale pari a 426. L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 23 aree di potenza variabile; ciascuna di queste a sua volta è formato da un variabile numero di stringhe.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi che variano da 15 a 16 presso gli String Box, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

L'altezza delle strutture, misurata al mozzo di rotazione, sarà di circa 1,50 m dal suolo. La profondità di infissione dei profilati in acciaio di sostegno è stimabile in circa 1,50 metri.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento monoassiale, ancorate a terra attraverso apposite fondazioni, e connessi elettricamente in stringhe serie/parallelo su inverter centralizzati in bassa tensione.

Le strutture ad inseguimento monoassiale avranno asse di rotazione lungo la direttrice Nord – Sud; tali strutture permettono al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole E-O.

Le strutture sono suddivise in 2 tipologie, tutte di larghezza complessiva pari a 2,465 m (ovvero la larghezza del modulo) e lunghezza variabile in funzione del numero di moduli come a seguire esplicitato:

- strutture mono-stringa da 24 pannelli – lunghezza complessiva pari a circa 28,156 m, costituita da 2 campate complessive da 12 moduli;
- strutture da 48 pannelli (2 stringhe) – lunghezza complessiva pari a circa 55,852 m, costituita da 2 campate complessive ciascuna da 24 moduli;
- strutture da 72 pannelli (3 stringhe) – lunghezza complessiva pari a circa 84,028 m, costituita da 3 campate complessive ciascuna da 24 moduli.

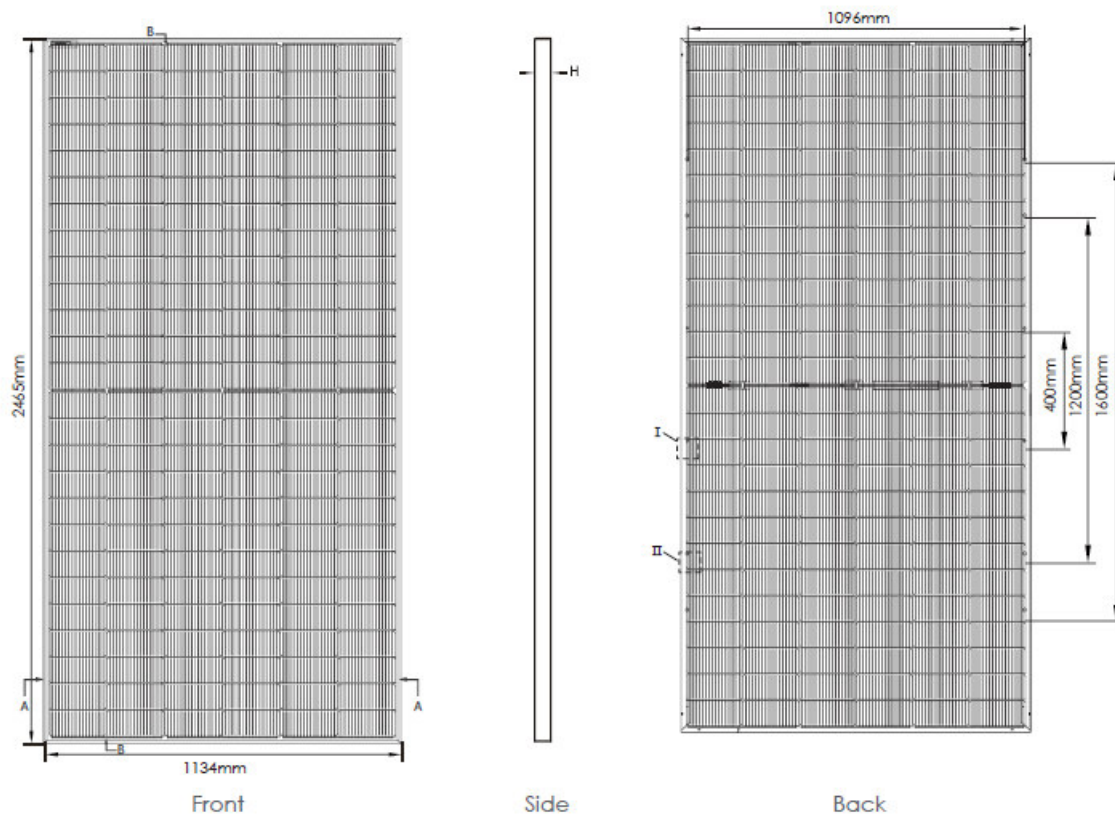
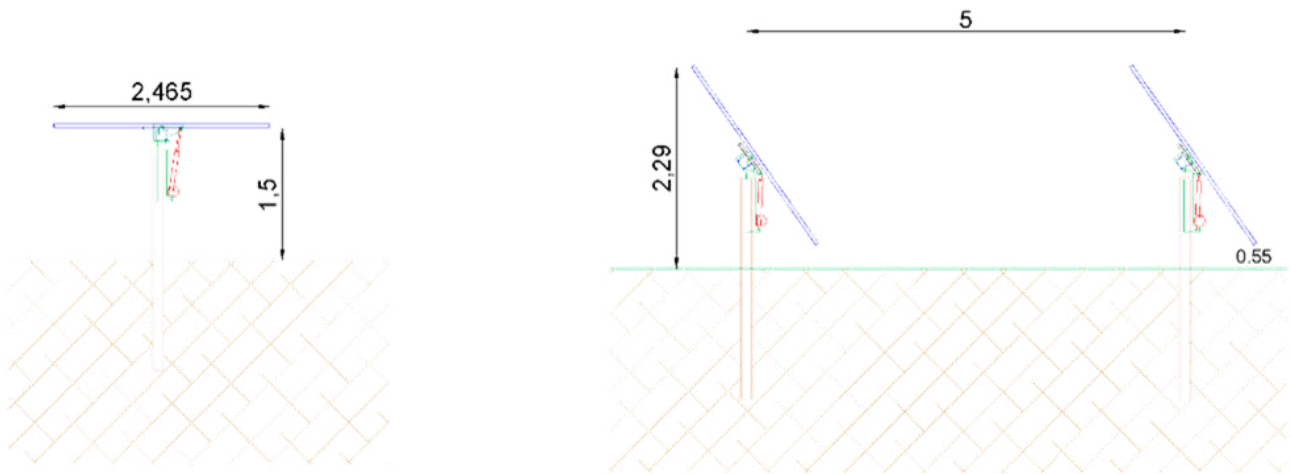


Figura 5 schema di funzionamento del sistema ad inseguimento

I pannelli sono collegati a dei profilati ad omega trasversali alla struttura, che a loro volta sono connessi mediante un corrente longitudinale con sezione quadrata. Grazie a questo sistema la parte mobile è in grado di ruotare intorno ad un asse orizzontale posto ad una altezza pari a circa 1,50 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 55°, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare. Il corrente che governa il moto della struttura è sostenuto da pilastri cui è collegato mediante delle cerniere con asse parallelo al tubolare. Nella cerniera centrale trova collocazione una ghiera metallica che, collegata ad un motore ad azionamento remoto, regola l'inclinazione del piano dei pannelli.

Per maggiori informazioni si rimanda alla tavola strutturale.

La struttura potrà all'occorrenza anche essere realizzata in modo da accostare un numero diverso di pannelli. Anche in queste configurazioni la struttura rimarrà del tutto simile a quella modulare, a meno della lunghezza, e presenterà la medesima sezione.



Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'obiettivo dell'analisi dell'assetto geologico è quella di caratterizzare geologicamente e geotecnicamente l'area ove verrà installato il parco fotovoltaico e quella geomorfologicamente significativa, con particolare riferimento alle condizioni del substrato di fondazione, agli scavi ed ai riporti necessari per la realizzazione del sistema di fondazione e delle sue potenziali interazioni con le condizioni al contorno (dinamica geomorfologica, circolazione idrica superficiale e sotterranea, rapporti fra le componenti litologiche interessate) attraverso:

- Definizione dell'assetto geologico-strutturale e idrogeologico di area vasta e dell'area geomorfologicamente significativa;
- Definizione dell'assetto stratigrafico dell'area di sedime delle opere;
- Definizione del modello geologico di sito;

5.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA OGGETTO DI INTERVENTO

A partire dal Paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del Mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

L'isola riflette pertanto una storia geologica molto articolata, che testimonia, in maniera più o meno completa, alcuni dei grandi eventi geodinamici degli ultimi 400 milioni di anni.

L'orogenesi Caledoniana, la più antica, le cui tracce si rinvennero principalmente nel nord della Gran Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Giapeto, a seguito della collisione dei continenti Laurentia, Baltica e Avalonia, dando così origine al super continente Laurussia.

La successiva fase dell'orogenesi Hercinica (o Varisica) ha avuto corso a partire dal Carbonifero, circa 350 Ma fa e si è protratta fino al Permiano determinando un'estesa catena montuosa ubicata tra il Nord America e l'Europa.

Quest'orogenesi ha prodotto in Sardegna tre zone metamorfiche principali. Procedendo dal nucleo orogenetico verso l'avanfossa si trovano le zone dette: Assiale (Sardegna NE) – a Falde interne (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).

Successivamente, tra il Carbonifero Sup. e il Permiano Inf., avviene la messa in posto dei batoliti granitici tardo ercinici, questa ha prodotto metamorfismo termico e di alta pressione delle rocce esistenti.

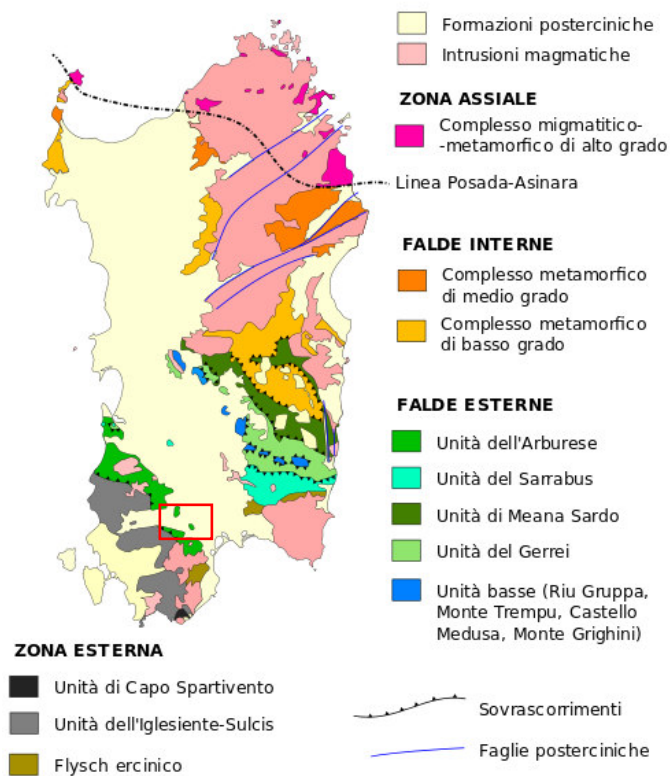


Figura 6 Schema tettonico-strutturale della Sardegna

Il settore di interesse all'installazione dell'impianto fotovoltaico si trova nella zona cosiddetta a Falde Esterne, caratterizzata da fenomeni di medio e basso metamorfismo, localizzata nell'area geografica della Sulcis-Iglesiente.

L'area vasta è costituita principalmente da unità di età paleozoica di origine sedimentaria, e da depositi recenti rappresentati dai prodotti di disfacimento della roccia madre e dei suoi derivati che vanno a colmare le vallecole e/o i piccoli impluvi presenti. I rilievi a monte dei bacini idrografici che interessano la zona di studio fanno riferimento a litologie paleozoiche costituite da ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie medio-fini, metasiltiti con laminazioni piano-parallele, ondulate ed incrociate, e metasiltiti micacee di colore grigio. Intercalazioni di metamicroconglomerati poligenici dell'Unità tettonica dell'Arburese.

L'area di interesse è ubicata nella porzione sud-occidentale del Graben del Campidano, sede di sedimentazione di tipo trasgressivo marino durante il Miocene ed il Pliocene. Durante il Pleistocene, in ambiente freddo e arido con il livello del mare più basso di quello attuale ed un evidente energia erosiva dei corsi d'acqua, si deposita una grande conoide alluvionale che si estende fino alle principali linee di deflusso al centro del Campidano di Cagliari, avente origine dallo smantellamento delle rocce paleozoiche e costituita da ghiaie conglomeratiche a spigoli subangolosi e subarrotondati, in matrice sabbioso-argilloso,

successivamente terrazzate. Si riscontrano spesso in lenti e livelli di sabbie grossolane intercalati a livelli ghiaiosi, interdigitati e in eteropia di facies orizzontale e verticale. Si tratta di terreni sovraconsolidati, da mediamente consistenti a molto consistenti, all'interno dei quali sono interstratificate lenti di sabbie grossolane e ghiaie, talora ben cementate a formare veri e propri conglomerati.

Successivamente, nel Quaternario, in ambiente caldo umido, l'area è stata ricoperta da materiali di origine sedimentaria trasportati in massima parte dai corsi d'acqua e costituiti principalmente da conglomerati, sabbie e argille più o meno compatti, disposti in terrazzi e conoidi. Si tratta anche in questo caso di un complesso di termini alluvionali con rapporti di eteropia di facies, talvolta poco distinguibili da quelli di età più antica, che determinano frequenti quanto graduali variazioni granulometriche sia in senso verticale, sia orizzontale. Infine, la successione stratigrafica si conclude con la presenza di alluvioni recenti di natura esclusivamente sedimentaria.

Al di sopra questo complesso, in affioramento si ritrova ovunque una coltre pedogenizzata che può raggiungere anche spessori importanti. In tutta la zona, in ragione della sovrapposizione stratigrafica di terreni costituiti da formazioni ciottoloso/ghiaioso permeabili e livelli marnoso argillosi impermeabili, e della presenza quindi di più acquiferi sovrapposti, si è sviluppata nel tempo la pratica dell'escavazione di pozzi di varia profondità per l'approvvigionamento idrico delle colture orticole, che rappresentano la più importante attività economica per la zona.

In particolare, nell'area vasta affiorano le seguenti litologie, di seguito riportate con la nomenclatura adottata dalla RAS nella stesura della cartografia geologica in scala 1:25000:

h1m – Depositi antropici, discariche minerarie. OLOCENE

e5 - Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE

bna - Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE

PVM2a - Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

SVI - ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie medio-fini, metasiltiti con laminazioni piano-parallele, ondulate ed incrociate, e metasiltiti micacee di colore grigio. Intercalazioni di metamicroconglomerati poligenici. (CAMBRIANO- ORDOVICIANO inf.)

SCHEMA TETTONICO

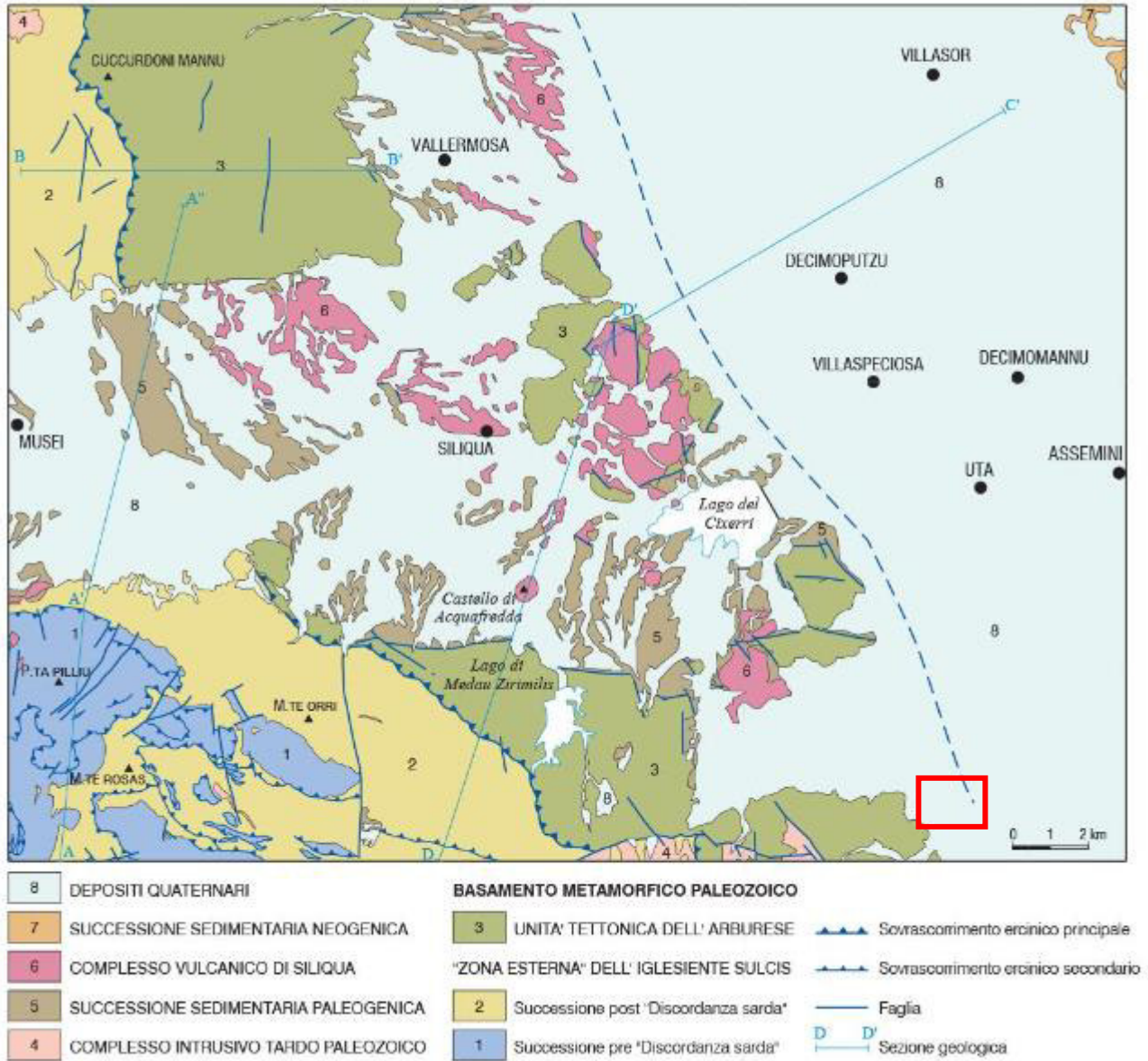


Figura 7 Schema Tettonico dell'area vasta di studio (Fg.556 Assemini, Porgetto CARG) – in rosso l'area di interesse al progetto

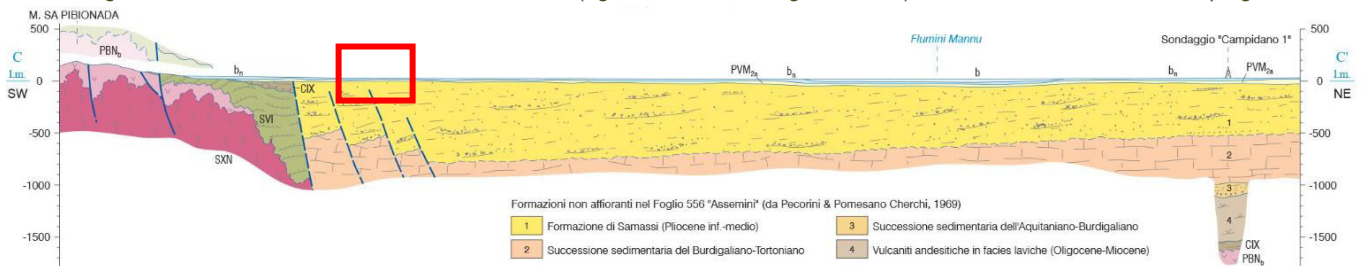


Figura 8 Sezione geologica rappresentativa dell'area vasta (Fg.556 Assemini, Porgetto CARG)

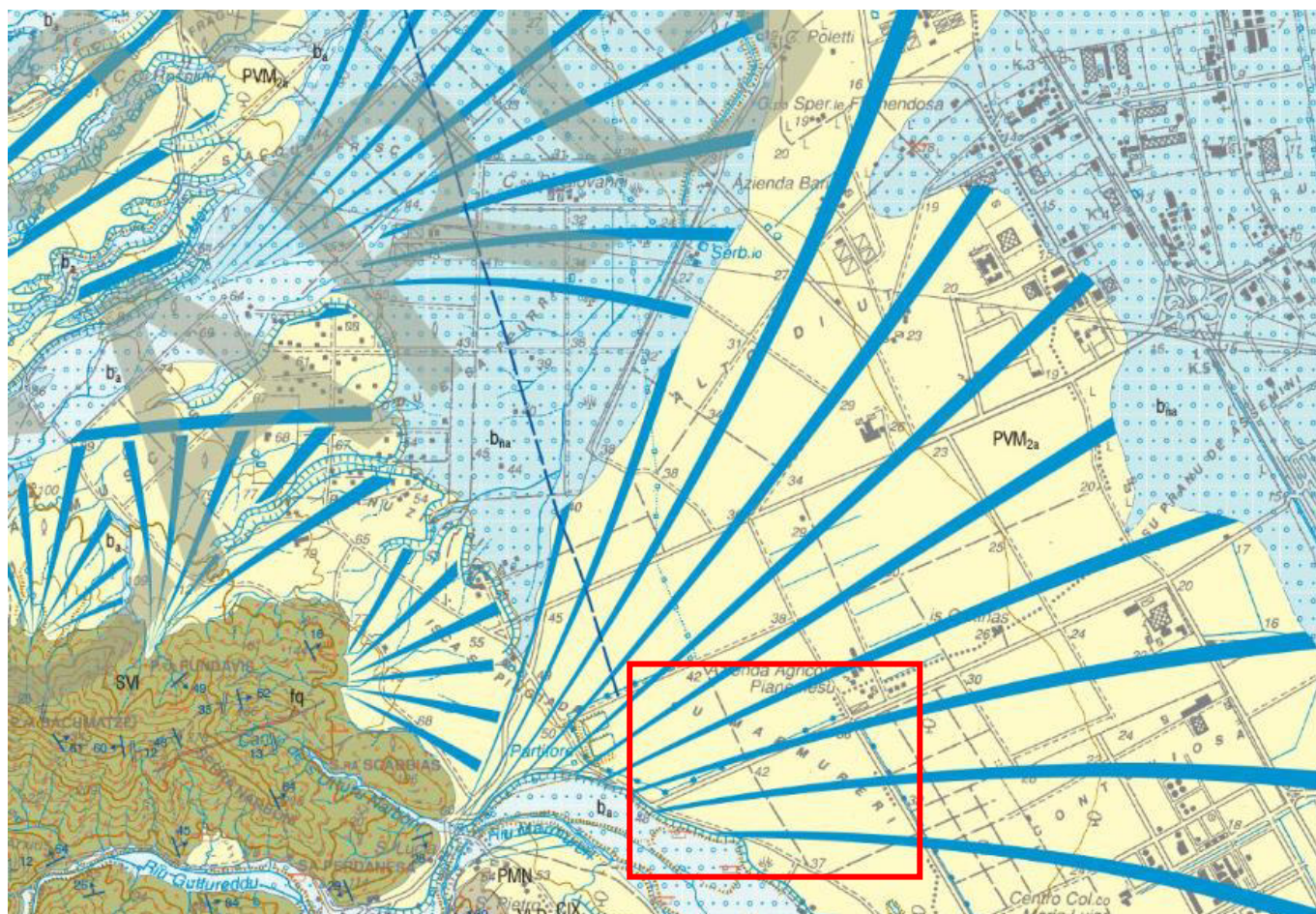


Figura 9 Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 foglio 556 "Assemini"

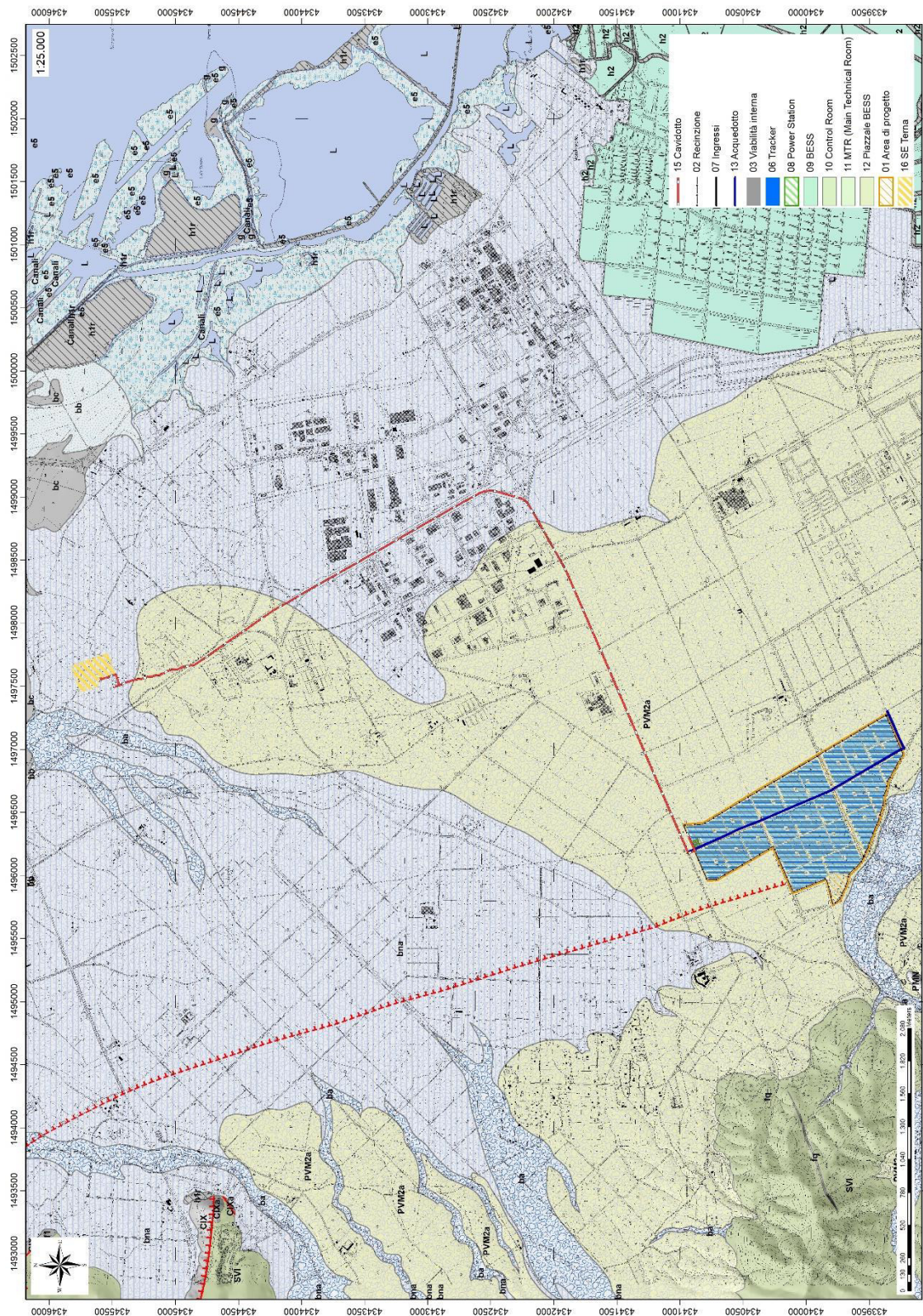


Figura 10 Stralcio della Carta Geologica dell'area di interesse

5.2. SITUAZIONE GEOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

L'area di intervento sorgerà su depositi alluvionali pleistocenici costituiti da depositi alluvionali antichi rappresentati **ghiaie ciottolose in matrice sabbioso-argillosa** – da sciolti a mediamente addensati, ferrettizzati. La falda si trova ad una quota media di circa 8-9 m da piano campagna. Tale valore deriva da informazioni bibliografiche e andrà confermato in sede di progettazione esecutiva.

6. CARATTERI GEOSTRUTTURALI, GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ

I depositi alluvionali interessati dall'intervento di progetto non presentano per loro natura genetica fratturazione primaria o secondaria.

Si tratta di depositi ancora definibili come mediamente cementati nei livelli più antichi e quindi più profondi, conseguentemente le superfici di discontinuità rilevabili sono quelle di natura strettamente deposizionale legate al processo di sedimentazione e alla granulometria (alternanze più o meno marcate di strati da grossolani - ciottoli, ghiaie - a più sottili - sabbie, subordinatamente limi e argille).

Non sono evidenti tracce di lineazioni tettoniche evidentemente oblitrate dalle coperture recenti.

7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'impianto fotovoltaico verrà posizionato a est del complesso metarenaceo delle Arenarie di San Vito che affiorano nei rilievi di Serra Narboni (200m), Serra Scabbias (106m), in località S'Isca Pinginada e SU Marmureri.

Il territorio indagato è costituito sostanzialmente da una zona sub-collinare, con rilievi arrotondati talora più aspri e dislivelli dell'ordine di 200 m circa tra monte e valle.

Dal punto di vista morfologico, il territorio che da Uta si estende verso Decimomannu, San Sperate, è caratterizzato da estrema regolarità superficiale e da un intenso grado di utilizzazione agricola, favorita dalla fertilità del suolo e dalla presenza di numerosi corsi d'acqua anche a carattere stagionale, tributari dello stagno di Santa Gilla.

I materiali più recenti, olocenici recenti ed attuali, rappresentati da depositi detritici di pendio in prossimità dei rilievi, nella piana sono costituiti dai depositi alluvionali del Rio Cixerri e del Flumini Mannu

e da depositi marini e palustri che si interdigitano in maniera complessa e discontinua, in relazione ai ripetuti fenomeni alluvionali e di erosione.

I vari steps erosionali legati alle fasi glaciali e interglaciali dell'Olocene, producono terrazzamenti di diverso ordine determinano la locale rottura di planarità tipica della valle alluvionale. Proprio sul lato ovest del lotto è presente un terrazzamento da erosione generato dal deflusso del Rio Marmureri che, raggiunta la piana, prende il nome di Rio Santa Lucia e che trova il suo recettore finale nello stagno di Capoterra.

La rottura di pendio tra i rilievi e la piana alluvionale viene ammorbidita dalla geometria della conoide pliestocenica definendo un profilo di versante meno aspro.



Figura 11 paesaggio dell'area di studio – Loc. Planemesu

7.1. ANALISI DELL'AREA GEOMORFOLOGICAMENTE SIGNIFICATIVA AL PROGETTO

L'area geomorfologicamente significativa per le azioni di progetto è quell'area in cui si esplicano tutti i processi geomorfici, il cui effetto può generare interazioni con le dinamiche ambientali. Pertanto, la stessa, nello specifico, si individua nei versanti e nei sub-bacini idrografici presenti che interferiscono con l'opera.

La geomorfologia di quest'area è fortemente dominata dalle dinamiche di natura alluvionale e di versante che hanno prodotto le forme tipiche che caratterizzano e in parte obliterano i bordi del Graben campidanese.

8. INQUADRAMENTO CLIMATICO

La definizione del clima è basata sull'analisi dei parametri meteorologici più comunemente studiati, quali la temperatura e le precipitazioni, il cui andamento è legato alle variazioni stagionali della circolazione atmosferica, considerando inoltre la ventosità, la nuvolosità e l'umidità relativa. Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come "Mediterraneo Interno", caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde, con valori minimi invernali di alcuni gradi al di sotto dello zero e massimi estivi anche superiori ai +40 C.

Lungo le zone costiere, grazie alla presenza del mare, si hanno inverni miti con temperature che scendono raramente sotto lo zero. Anche nelle zone interne pianeggianti e collinari il clima è tipicamente mediterraneo, anche se a causa della maggior lontananza dal mare si registrano temperature invernali più basse ed estive più alte rispetto alle aree costiere.

Nelle zone più interne, come gli altopiani e le vallate spesso incastonate tra i rilievi, il clima acquista caratteri continentali con forti escursioni termiche, risultando particolarmente basse le minime invernali in caso di inversione termica, con temperature che possono scendere anche al di sotto dei -10/-12 C. Sui massicci montuosi nei mesi invernali nevica frequentemente e le temperature scendono sotto lo zero, mentre nella stagione estiva il clima si mantiene fresco, soprattutto durante le ore notturne, e raramente fa caldo per molti giorni consecutivi.

La Sardegna inoltre è una regione molto ventosa; i venti dominanti sono quelli provenienti dal settore occidentale (Maestrale e Ponente) e, in minor misura quelli provenienti da quello meridionale (Scirocco).

Le precipitazioni sono distribuite in maniera variabile ed irregolare, con medie comprese tra i 400 e i 600 mm annui lungo le coste e valori pluviometrici che raggiungono e superano i 1000 mm annui (con locali picchi superiori ai 1300-1400 mm) in prossimità dei rilievi montuosi.

A causa del dominio sulla regione dei venti provenienti dai quadranti occidentali, mediamente la maggior frequenza di giorni di pioggia si riscontra nelle zone occidentali dell'isola, mentre in quelle orientali, trovandosi sottovento a questo tipo di circolazione a causa dell'orografia, si ha una minore frequenza di giornate piovose.

Tuttavia, le zone orientali sono spesso soggette a fortissime piogge, per cui gli accumuli medi annuali sono simili tra i due versanti.

L'analisi climatologica del territorio di Cagliari è stata condotta attraverso lo studio delle variabili pluviometriche registrate nella stazione Sestu ubicata nel territorio urbano ad una quota di 48m slmm ritenuta rappresentativa per l'area in questione.

8.1. PRECIPITAZIONI

L'analisi delle condizioni pluviometriche è stata eseguita utilizzando i dati rilevati dal nell'ultimo trentennio 1981 – 2010 dalla Agenzia regionale per la protezione dell'Ambiente ARPAS. Partendo da questi dati, è stato possibile calcolare il valore medio annuale delle precipitazioni che raggiunge i 404,7 mm. L'andamento medio delle precipitazioni evidenzia che i mesi più piovosi risultano rispettivamente Novembre e Dicembre con 67,2 mm, 56,5mm.

Luglio è il mese meno piovoso, con 1,3 mm di pioggia.

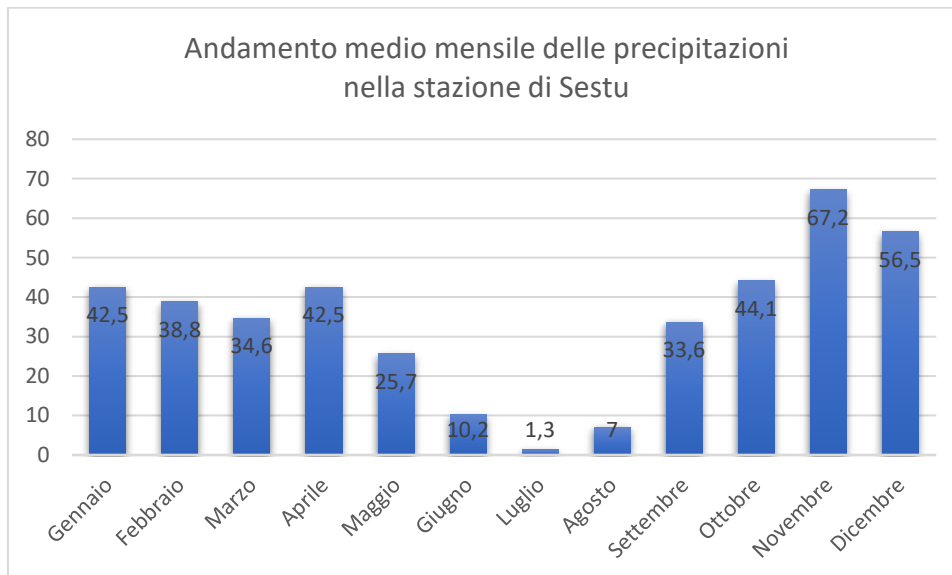


Figura 12 andamento medio mensile delle precipitazioni nella Stazione di Sestu (CA)

8.2. TEMPERATURE

Per lo studio delle condizioni termiche della zona sono stati utilizzati i dati relativi alla temperatura media mensile rapportata solo ad un quinquennio di osservazioni e riferita alla stazione termometrica di Cagliari. Il massimo valore della temperatura media si registra nei mesi di Luglio e Agosto rispettivamente con 30,9°C e 31,1°C.

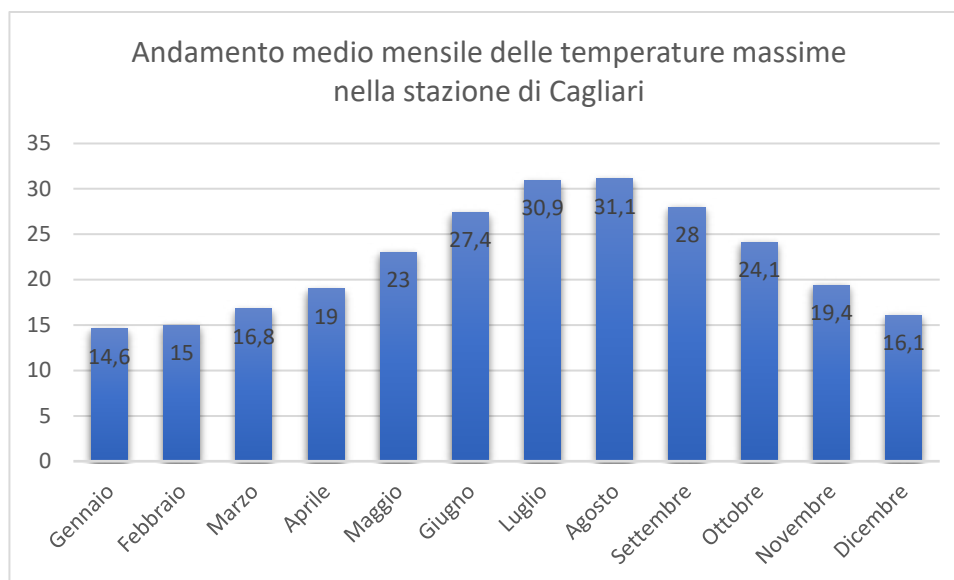


Figura 13 andamento medio mensile delle temperature massime

Il diagramma ombrotermico elaborato per l'area di Cagliari a partire dai dati sulla temperatura media e precipitazioni medie permette di comparare contemporaneamente i regimi medi mensili termici e pluviometrici nell'arco del periodo considerato. L'andamento delle curve consente di visualizzare che nei mesi estivi, dove la temperatura media mensile raggiunge valori superiori ai 31 °C, si hanno i valori di piovosità inferiori, mentre nei mesi invernali, dove le temperature medie mensili sono pari a 14°C, si raggiungono le piovosità più elevate.

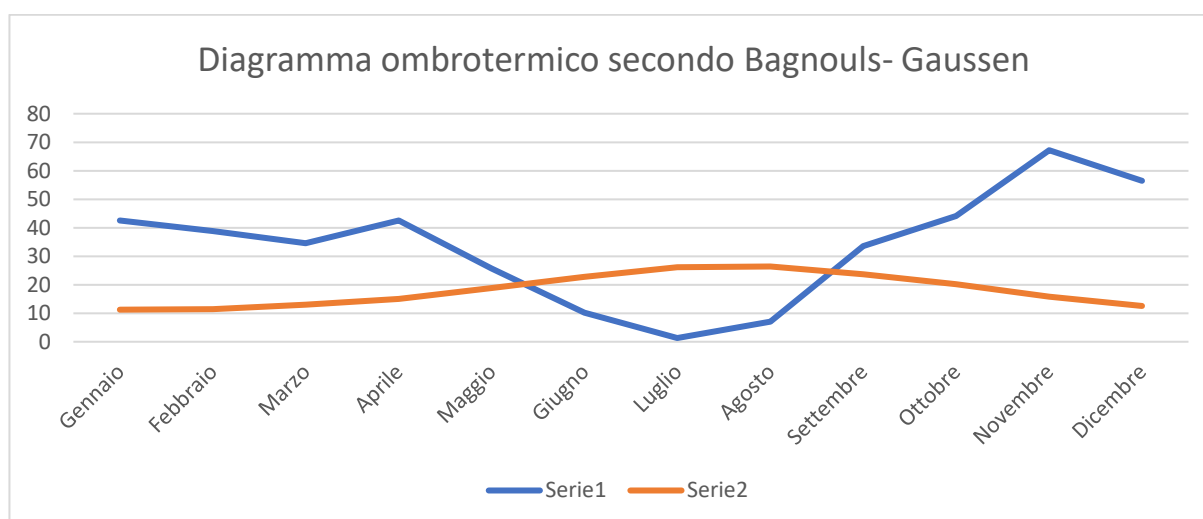


Figura 14 Diagramma ombrotermico (Bagnouls- Gausson) per il settore di Uta

Il clima è caratterizzato da un periodo caldo con scarsa piovosità e uno più freddo e piovoso. Nel grafico di si nota che la curva delle precipitazioni giace al di sotto di quella delle temperature nei mesi estivi, che rappresentano il periodo secco in quanto prevale l'evapotraspirazione rispetto agli apporti idrici.

L'analisi delle medie mensili di temperatura e piovosità relative al periodo 2012-2018 permette di classificare il clima dell'area di interesse come "mediterraneo con estate calda", nel quale la temperatura media annua (18 °C), non scende mai sotto agli 5 °C, e per quattro mesi (Giugno-Settembre) supera i 28 °C, e le precipitazioni sono superiori ai 650 mm annui.

La classificazione fatta sul clima della regione è confermata anche dall'indice di aridità medio di Demartonne stimato per l'area in oggetto che ricade nel settore da "secco – sub-umido" a "subumido" per il periodo considerato.

L'analisi dei parametri meteorologici permette di confermare l'andamento climatico rilevato in quasi tutta la Sardegna, nettamente bistagionale con le stagioni caldo arida e fresca umida che si alternano nel corso dell'anno, intervallate da due brevi stagioni a carattere intermedio.

9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

9.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, il comune di Sassari è incluso nel Sub – Bacino n° 7 “Flumendosa-Campidano-Cixerri”, che si estende per una superficie di 5.960Km², pari al 25% del territorio regionale. I bacini idrografici di maggior estensione sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr’e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa, come per il caso del Rio Santa Lucia.

Lo sviluppo del reticolo idrografico è strettamente connesso alle caratteristiche chimico-fisiche delle rocce costituenti il substrato, e al controllo tettonico che si manifesta molto evidente su alcune linee di deflusso. Le rocce metamorfiche sono spesso caratterizzate dalla presenza di sistemi di giunti e discontinuità, spesso visibili ad occhio nudo, che influenzano la circolazione idrica superficiale che si presenta diversamente articolata in funzione dell’aliquota d’acqua di infiltrazione.

I corsi d’acqua principali presenti nell’area sono: il Rio Cixerri che scorre a nord dell’impianto e il Rio Santa Lucia invece prossimo a est dell’impianto in località Su Marmureri.

Il reticolo idrografico sulle litologie affioranti è impostato su un sistema di valli e compluvi, ed è caratterizzato da una ramificazione ben sviluppata nell’area vasta, ma poco sviluppata nell’area di interesse per lo sviluppo del progetto.

Lo sviluppo del reticolo idrografico è strettamente connesso alle caratteristiche chimico-fisiche delle rocce costituenti il substrato, e al controllo tettonico che si manifesta molto evidente su alcune linee di deflusso.

Gli impluvi costituiscono essenzialmente le aste tributarie di primo e secondo ordine dei torrenti che scorrono più a valle: essi presentano carattere essenzialmente torrentizio con deflussi stagionali legati strettamente alle precipitazioni. Lungo i versanti a maggiore pendenza i corsi d’acqua assumono un elevato potere erosivo, mentre solamente a valle, in corrispondenza di aste di ordine intermedio sono evidenti fenomeni di deposizione di coltri alluvionali di spessore molto modesto.

Sono presenti diversi corsi d’acqua lungo tutta l’area di interesse, e i relativi affluenti. Dall’esame della cartografia IGM al 25.000, dal reticolo ufficiale non si riscontrano interferenze con le opere in progetto.



Figura 15 Suddivisione dei bacini idrografici sardi.

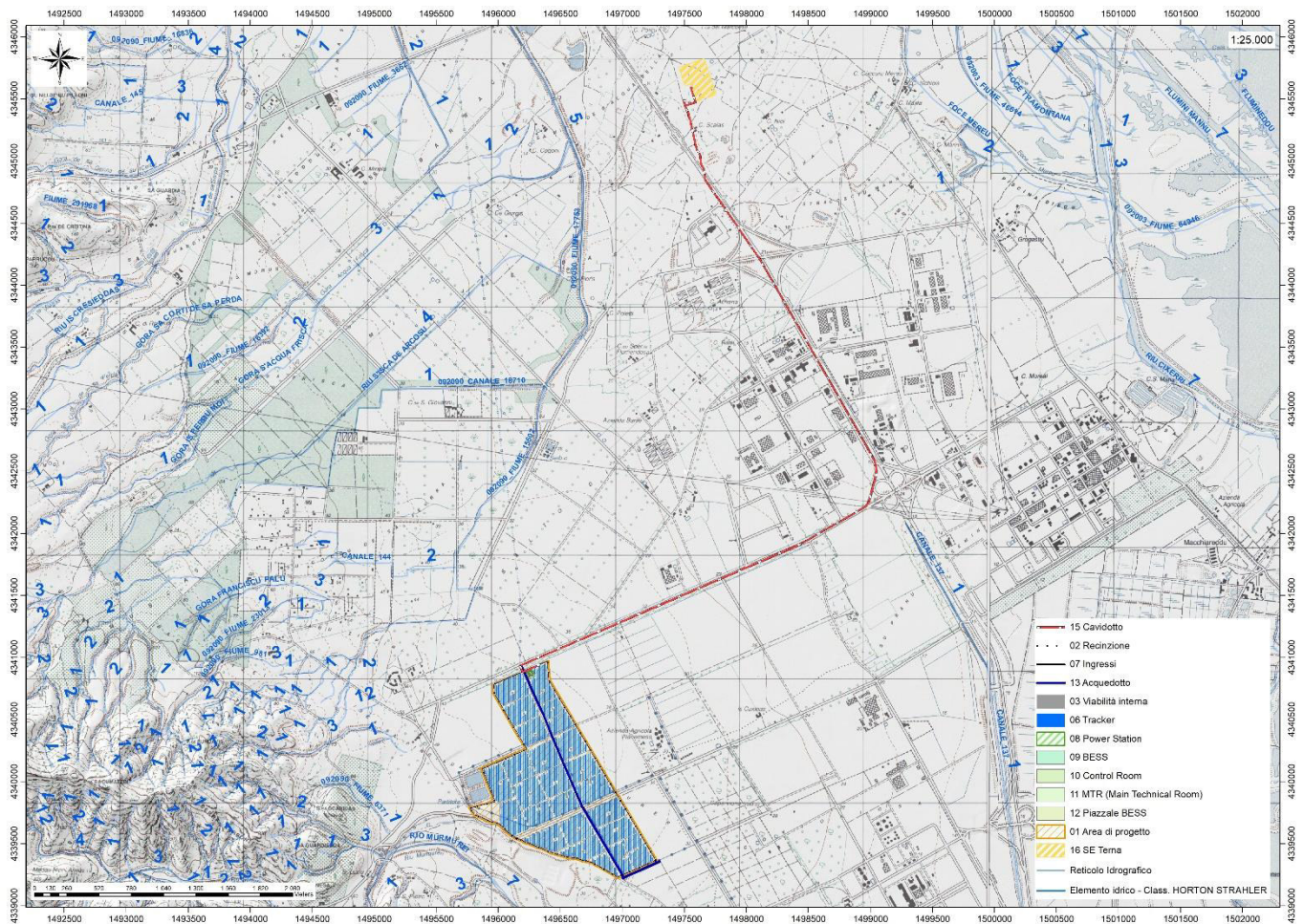


Figura 16 Carta dell'idrografia superficiale e interferenze con gli elementi di progetto

9.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Uno studio idrogeologico ha lo scopo di identificare lo schema di circolazione idrica sotterranea relativo ad una determinata area per poter ricavare informazioni circa i rapporti tra litotipi presenti, la presenza di acqua e le possibili conseguenze derivanti dalla realizzazione di un'opera.

Nell'area di interesse sono presenti rocce di diversa natura, anche se principalmente sono da riferire al Paleozoico, al Terziario e al Quaternario. Il basamento paleozoico è costituito principalmente da litologie impermeabili e di conseguenza nel complesso sfavorevoli alla ritenzione delle acque meteoriche, che si trovano quindi a scorrere in superficie, come è possibile vedere dallo sviluppo del reticolo idrografico superficiale nella parte occidentale dell'area vasta.

Le coperture prevalentemente ghiaioso-sabbiose su cui verranno installati i pannelli fotovoltaici in progetto, per via della loro composizione chimica e della loro struttura, sono favorevoli alla ritenzione delle acque, e possiedono permeabilità medio-alta per porosità.

Gli afflussi che arrivano sul terreno sotto forma per lo più di piogge, più raramente e poco tempo di neve, in parte scorrono lungo la superficie in genere a lamina d'acqua per poi organizzarsi in deboli rivoli che si concentrano lungo gli impluvi fino a raggiungere le valli, mentre la frazione di acqua che non scorre in superficie in parte evapora e in parte si infiltra nel terreno e nella roccia sottostante scorrendo lungo le fratturazioni in maniera più o meno efficace in funzione del grado di apertura delle stesse.

Maggiore è la presenza di fratture e la porosità del mezzo, maggiore è la possibilità che l'acqua prosegua il suo percorso in profondità.

Da un punto di vista idrogeologico le formazioni dell'area di studio possono essere divise in tre gruppi principali:

- **Basamento Paleozoico.** Affiora nella parte occidentale dell'area vasta, ed è costituito da rocce massive e scistose semipermeabili per fratturazione, da rocce impermeabili, e da rocce permeabili. Complessivamente la permeabilità del basamento metamorfico è scarsa, con Coefficienti di Permeabilità variabili tra 10^{-7} e 10^{-9} .

- **Coperture pleistoceniche.** Tali coperture sono costituite da litotipi a permeabilità medio-alta dovuta alla porosità delle ghiaie conglomeratiche sabbioso-argillose.

- **Depositi quaternari.** I depositi quaternari occupano aree molto limitate nella parte centrale e meridionale dell'area di interesse raggiungendo spessori poco significativi, con una permeabilità medio-alta per porosità. I depositi di versante essendo in gran parte costituiti da una struttura clasto-sostenuta e scarsa matrice (falde di detrito), presentano una permeabilità molto elevata, in ogni caso i loro spessori esigui non garantiscono una potenza sufficiente per generare acquiferi significativi.

Le litologie che interessano l'area di progetto presentano una **permeabilità medio-alta per porosità (MAP)** per quanto attiene ai depositi pleistocenici e **alta per porosità (AP)** per i depositi quaternari, come è possibile vedere dalla Carta delle permeabilità resa disponibile Geoportale della Regione Autonoma della Sardegna.

Dalla carta dei sistemi idrogeologici del foglio 556 "Cagliari", si possono osservare le isopieze relative al complesso di acquiferi che interessano l'area vasta, le quali presentano direzioni di deflusso da nord-ovest verso sud-est.

I valori di coefficienti di permeabilità per queste aree sono stati misurati nell'area SW di Assemini tra **1,7 e $3,3 \times 10^{-4}$ m/s** (Fonte Progetto CARG)

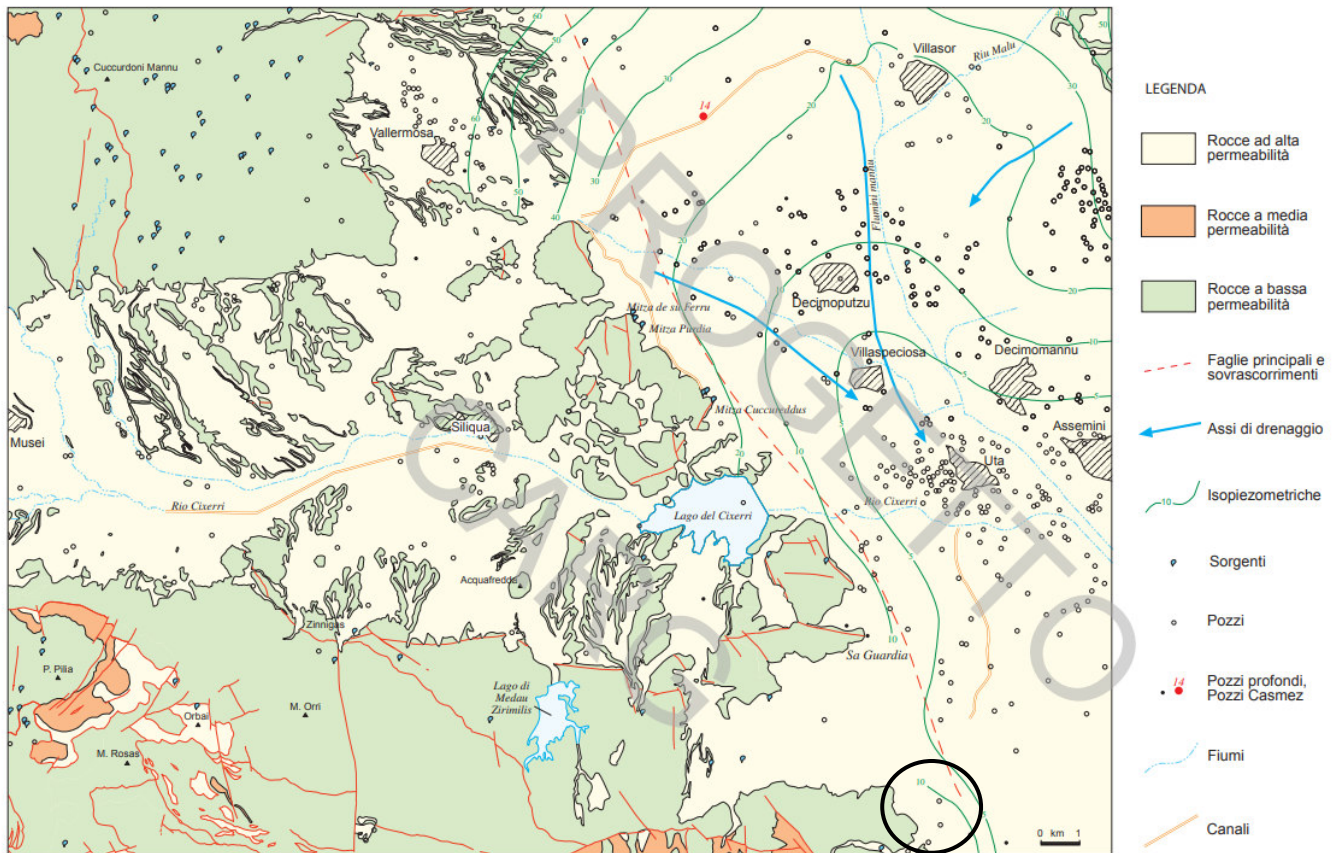


Figura 17 Sistemi idrogeologici dell'area occidentale del foglio 556 "Assemini"

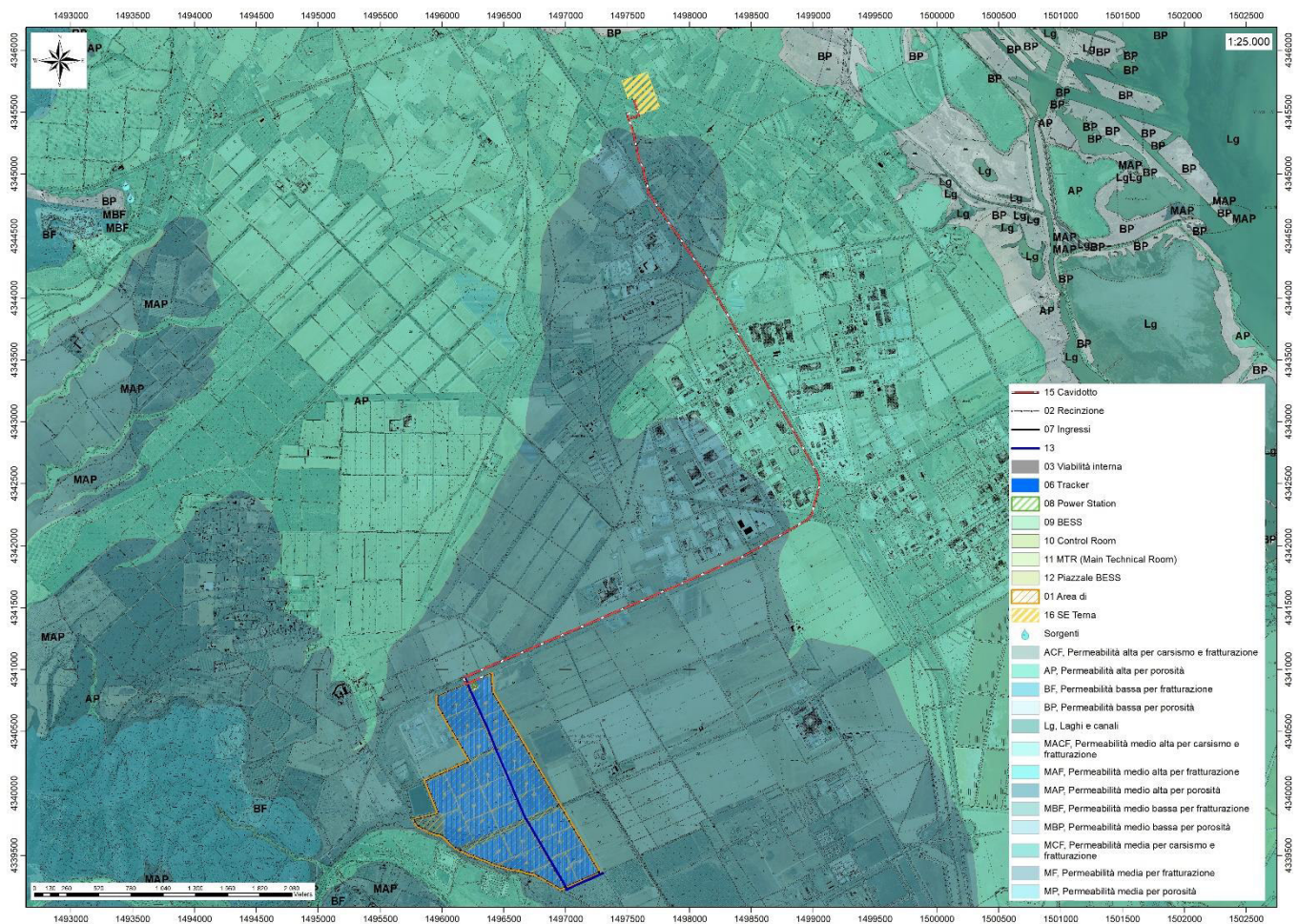


Figura 18 Carta delle permeabilità dei substrati

9.2. DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI CHE POSSONO INTERFERIRE CON L’OPERA E LORO TENDENZA EVOLUTIVA

La predisposizione naturale di un territorio a fenomeni di instabilità legata alle dinamiche geomorfologiche deriva in generale dall’interazione di diversi fattori come natura geologica dei terreni, loro assetto sia deposizionale che geostrutturale, circolazione delle acque superficiali e sotterranee con la morfologia cioè la geometria del territorio.

L’area oggetto di intervento, in base delle caratteristiche suddette non presenta allo stato attuale evidenze di dissesto di natura geologico-geomorfologica in atto o potenziale escludendo la naturale evoluzione del pendio.

10. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente

Le peculiarità pedologiche dell'area vasta di Uta risiedono prevalentemente nella presenza di suoli profondi ad evoluzione molto spinta e subordinatamente, in suoli debolmente sviluppati o di origine recente, con una scarsa differenziazione degli orizzonti. Questi ultimi, appartenenti alle fasi tardive del Pleistocene ed all'Olocene, si trovano per lo più localizzati in corrispondenza delle aree peristagnali e perlagunari e nei pressi dei corsi d'acqua, laddove la continua deposizione e rimaneggiamento dei sedimenti non favoriscono l'assimilazione degli stessi ad un orizzonte pedogenetico.

L'area di progetto su cui verranno installati i pannelli ricade nei paesaggi su

- **“Alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene.”** con *Profili A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.*; cui sono associati suoli dell'unità **I1** della Carta dei Suoli della Sardegna.

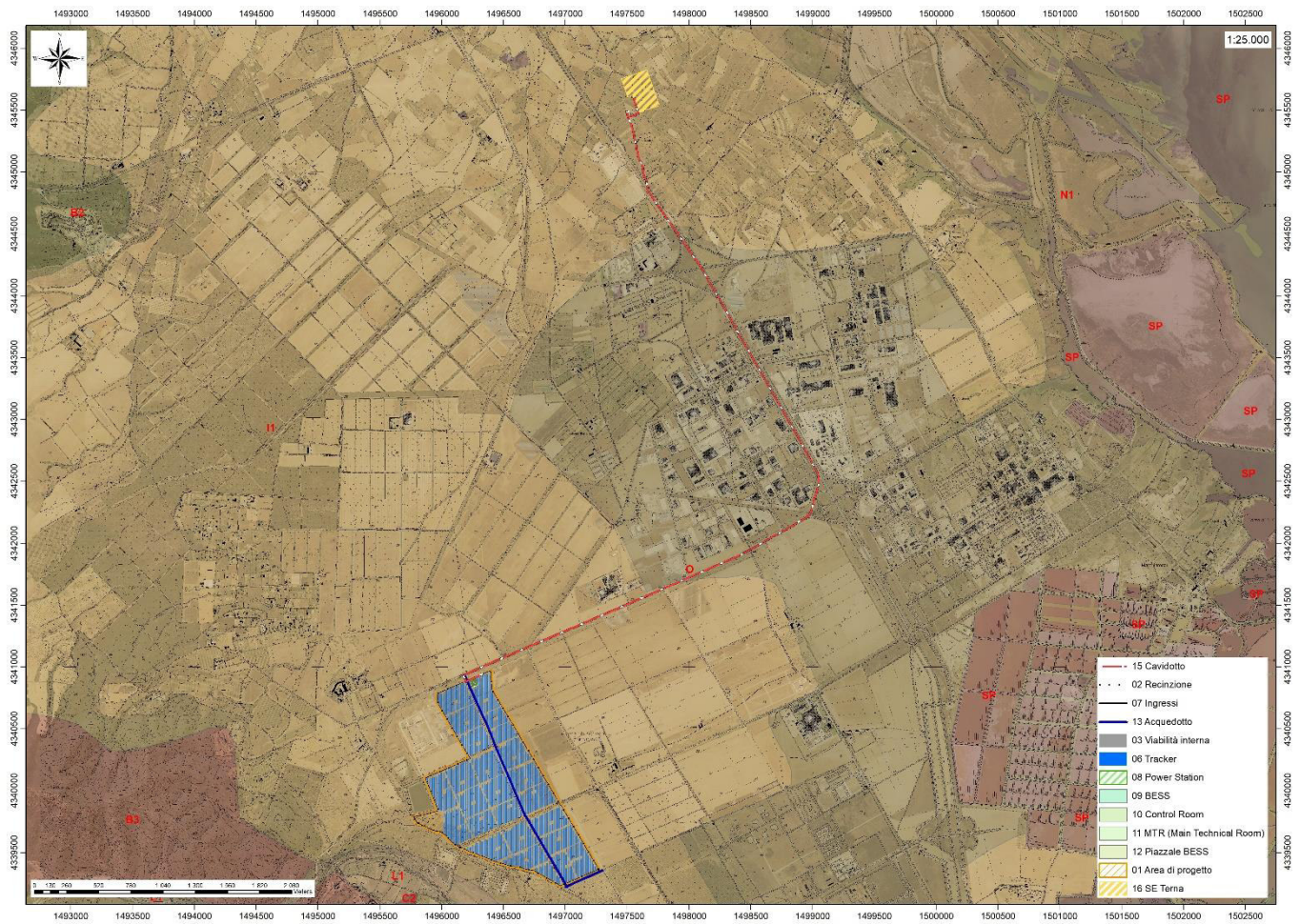


Figura 19 Stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna (Fonte RAS)

11.FATTIBILITA' IDROGEOLOGICA

A seguito di un'attenta analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area significativa al progetto affrontate nei paragrafi precedenti, viene resa una serie di considerazioni riguardanti l'interazione dell'opera con le dinamiche relative all'idrografia superficiale e sotterranea.

L'eventuale presenza di una porzione argillosa costituente l'orizzonte superficiale (coltri colluviali) e le litologie pleistoceniche (locali livelli argillosi), potrebbe localmente limitare il drenaggio delle acque. La presenza di isolate depressioni può favorire l'accumulo momentaneo di acque piovane durante gli eventi piovosi più intensi. Si suggerisce un'opportuna regimazione delle acque superficiali, sia in fase di realizzazione delle opere che in fase di esercizio, al fine di garantire il naturale deflusso delle acque anche durante le fasi di realizzazione delle opere. La profondità di imposta degli elementi di ancoraggio dei pannelli al suolo è tale da non interferire con la dinamica di circolazione sotterranea più profonda.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA - Sezione A n°656