

IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 25,72 MWp DC (21,15 MW AC in immissione) IN LOCALITA' BERLINGHERI

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNI DI SILIQUA E MUSEI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborato:

Marzo 2023

134QAM101R_00

Relazione geologica

PROPONENTE:



GREENERGY RINNOVABILI 6 S.R.L.
Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano
P.IVA 11892550960

REDATTORE SIA - CAPOGRUPPO:



EGERIA
ingegneria per l'ambiente

Corso V. Emanuele II, 90 Cagliari
P.Iva 03528400926
Tel. +39 328 82 88 328
info.egeria@gmail.com - www.egeriagroup.net

GRUPPO DI LAVORO: Dott. Ing. Barbara Dessì (EGERIA)
Dott.ssa Arch. Elisabetta Erika Zucca (EGERIA)
Dott. Ing. Marco A. L. Murru (Ingegnere elettrico)
Dott. Archeol. Marco Cabras (Archeologo)
Dott. Geol. Nicola Demurtas (Geologo)
Dott. Nat. Francesco Mascia (Botanico e Agrotecnico)
Dott. Nat. Maurizio Medda (Naturalista)
Dott. Agr. Vincenzo Sechi (Agronomo)

INDICE

1 - PREMESSA	1
2 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO	3
3 - DESCRIZIONE INTERVENTO DA REALIZZARE	10
4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE	11
5 - CARATTERI GEOLOGICI E LITO STRATIGRAFICI LOCALI	21
6 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO: SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA	24
7 - INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE	30
8 - VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE	33
9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	35

1. PREMESSA

La società Grenergy Rinnovabili 6 S.r.l., parte del gruppo Grenergy Renovables SA, attivo nel campo delle energie rinnovabili dallo sviluppo alla costruzione, fino alla gestione degli impianti, ha incaricato la società Egeria S.r.l. (a socio unico) per la progettazione dell'impianto fotovoltaico “**GR Siliqua**”, da 25,72 MW, integrato con un sistema di accumulo di 6 MW, ricadente in un terreno prevalentemente pianeggiante posto a circa 84 metri s.l.m. dell'area agricola di Siliqua, Località Berlingheri. A tal fine è stato costituito un gruppo di lavoro che si è occupato di analizzare il contesto di intervento, le interazioni attese tra il progetto e le componenti ambientali, le soluzioni atte a favorire una mitigazione degli impatti prodotti dall'intervento.

L'area individuata per l'inserimento della tecnologia fotovoltaica **risponde ai requisiti delle aree idonee** ai sensi del D.lgs. 199/2021 art. 20 comma 8 lettera c quater (recentemente modificato dal D.L. n. 13 del 24 febbraio 2023) e, **allo stesso tempo, è indicata come idonea** nella geografia tracciata **a livello regionale** dalla DGR 59/90 del 27/11/2020.

I pannelli fotovoltaici saranno posizionati su tracker a inseguimento monoassiale orientati nord-sud distanziati su file parallele, in modo costituire **un layout d'insieme funzionale alla prosecuzione delle attività attualmente in essere** consistenti nella **coltivazione** in asciutto di cereali e leguminose da granella, alternate a coltivazioni foraggere e a **pascolo ovino**.

La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato e il collegamento a una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Musei.

Le scelte progettuali e le soluzioni tecniche adottate sono frutto di uno studio approfondito che tiene conto dei fattori ambientali e dei vincoli paesaggistici, analizza l'orografia dei luoghi, l'accessibilità al sito, la vegetazione e, per il tracciato del cavidotto di connessione, tutte le interferenze riscontrabili.

Oggetto del documento

Su richiesta del committente, società EGERIA S.r.l., il sottoscritto Dott. Geol. Nicola Demurtas, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Sardegna al numero 606, ha redatto apposita relazione geologica – geomorfologica relativa al progetto presentato dal proponente - società GREENERGY RINNOVABILI 6 S.R.L. “Impianto fotovoltaico da 25,72 MWp DC – Comune di Siliqua (SU) – Località Berlingheri”.

Il presente documento costituisce parte integrante degli elaborati progettuali previsti all'interno del SIA (Studio di Impatto Ambientale).

L'area in esame, di futura realizzazione dell'Impianto fotovoltaico, è ubicata all'interno del territorio comunale di Siliqua (SU). Precisamente nella zona agricola ubicata in prossimità del territorio comunale di Vallermosa (SU).

La suddetta area dista dal centro abitato di Siliqua circa 2,25 km e circa 3,9 km dal centro abitato di Vallermosa.

Il tracciato del cavidotto in progetto interessa il territorio comunale di Siliqua (SU) e Musei (SU).

Lo studio è stato eseguito al fine di definire le caratteristiche geologiche – idrogeologiche – geomorfologiche generali del settore oggetto di intervento.

Le attività di studio e di ricerca sono state articolate in cinque distinte fasi:

- reperimento di dati bibliografici;
- rilevamento di campagna;
- analisi ed esame degli elaborati grafici definitivi forniti dal progettista, con particolare riferimento alla tipologia degli interventi da realizzare;
- elaborazione dati acquisiti;
- stesura relazione geologica – geomorfologica

La relazione geologica è definita secondo la vigente normativa [D.M. 04.05.1990; L. 2.02.1974 n. 64; D.M. 11.3.1988; L. 25.11.1962, n. 1684; D.P.R. 10.09.1990, n. 285; D.M. LL. PP. del 12.12.1985; D.M. 14.01.2008; D. LL. PP. 15.05.1985; D.Lgs 12 aprile 2006, n. 163 e ss. mm. ii.], in particolare, sarà redatta in conformità al D.M. 14/01/2008 ('NTC' o Norme Tecniche per le Costruzioni) e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009, e in conformità al 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" e Circolare esplicativa del 24-09-1988 n° 30483 ad esso riferita, e descriverà i diversi lineamenti geologici.

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO

L'area in esame, di futura realizzazione dell'Impianto fotovoltaico, è ubicata all'interno del territorio comunale di Siliqua (SU). Precisamente nella zona agricola ubicata in prossimità del territorio comunale di Vallermosa (SU). La suddetta area dista dal centro abitato di Siliqua circa 2,25 km e circa 3,9 km dal centro abitato di Vallermosa. Il tracciato del cavidotto in progetto interessa il territorio comunale di Siliqua (SU) e Musei (SU).

Nella Carta d'Italia (I.G.M.) in scala 1:25.000, l'area in esame ricade nel foglio n° 556 sez. III – sez. IV, mentre nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio n° 556 sez. 050 – 060 – 090. Le coordinate chilometriche del baricentro dell'area in esame, riferite alla quadrettatura chilometrica Gauss Boaga, sono rispettivamente: E 1481054,45 - N 4352412,55. L'altimetria del suddetto baricentro è di circa 83,0 m s.l.m..

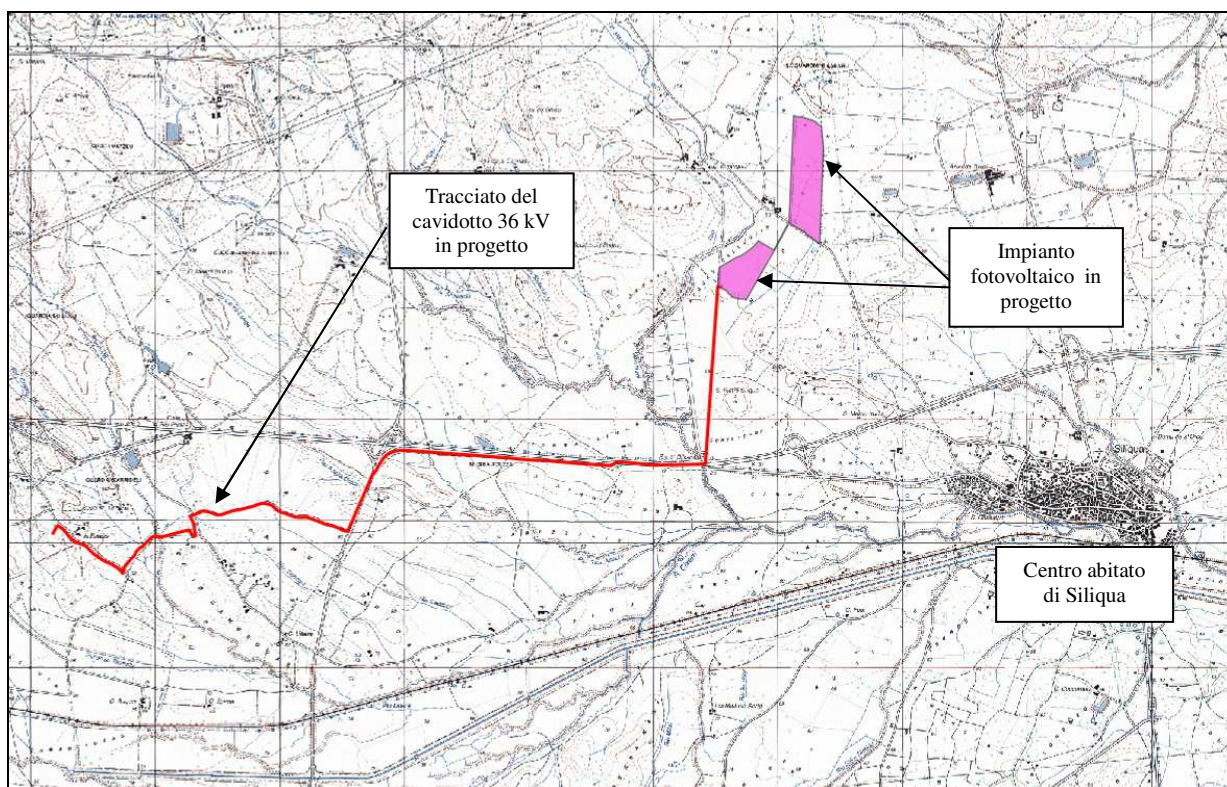


Figura 1: Area di intervento su cartografia I.G.M.

Per quanto concerne, invece, il P.P.R. (Piano Paesaggistico Regionale), l'area in studio non risulta essere compresa all'interno degli Ambiti Costieri della Regione Sardegna.

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l'area in oggetto riferita all'Impianto fotovoltaico in progetto è situata all'interno del Sub-bacino n.7 "Flumendosa – Campidano - Cixerri".

Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) sui corsi d'acqua principali dei bacini idrografici è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la

sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali. Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali è principalmente un piano di misure non strutturali, atte a perseguire obiettivi di difesa del rischio idraulico, di mantenimento e recupero dell'ambiente fluviale, di conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali all'interno delle regioni fluviali; esso contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua (Fascia A di deflusso della piena, Fascia B di esondazione, Fascia C di inondazione per piena catastrofica).

Come sopra riportato, l'area d'interesse ricade all'interno del Sub-Bacino Idrografico n.7 "Flumendosa – Campidano - Cixerri" e nello specifico allegati e tavole PSFF del Sub-bacino n° 7, approvate con deliberazione N.1 del 05.12.2013 e definitivamente con Delibera n.2 del 17.12.2015.

Per quanto concerne il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) obiettivo prioritario del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Il PAI consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari (tra i quali il PSFF), apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere integrato proprio del piano di bacino, quali il completamento, rispetto al PSFF, della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino, l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella parte del territorio collinare e montano e l'individuazione del quadro degli interventi strutturali e non sui versanti e sui corsi d'acqua.

Di seguito, per quanto concerne il progetto in esame, viene riportato il dettaglio dei vincoli relativi al PAI – PGRA – PSFF:

PAI Hg frane - Vincolo assente (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnameoportale.it>)

PSFF – Vincolo Fascia C geomorfologica (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnameoportale.it>)

PAI idraulico Cleopatra – Vincolo Assente (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnameoportale.it>)

PGRA idraulico – Vincolo assente (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnameoportale.it>)

PAI frane Hg Art. 8 c.2 – Hg0 (Fonte dato Comune di Siliqua <https://www.comune.siliqua.ca.it/ente/trasparenza>)

PAI idraulico Hi Art. 8 c.2 – Classe di pericolosità idraulica Hi1 moderata (Fonte dato Comune di Siliqua <https://www.comune.siliqua.ca.it/ente/trasparenza>)

PAI idraulico Hi Art. 30 ter fasce di salvaguardia di Horton Strahler – Vincolo assente (Fonte dato Comune di Siliqua <https://www.comune.siliqua.ca.it/ente/trasparenza>)

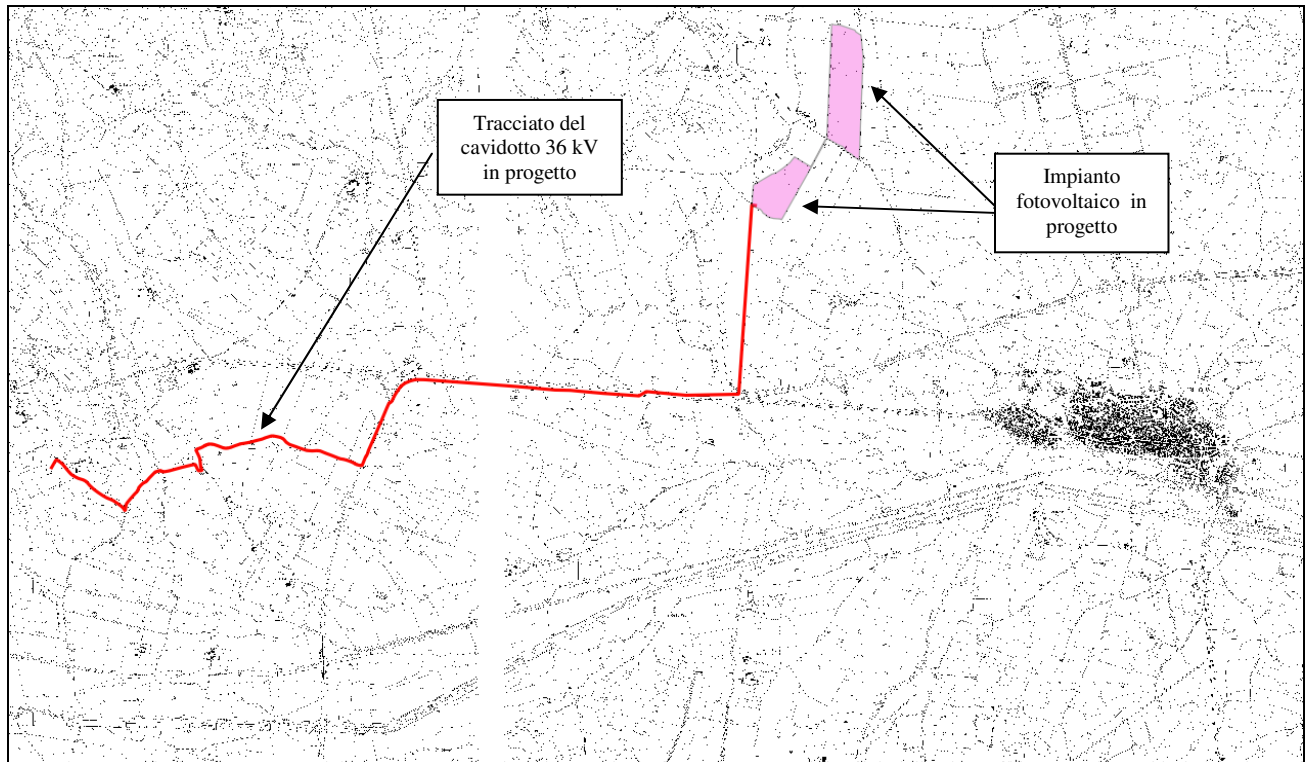


Figura 2: Area d'intervento su C.T.R.

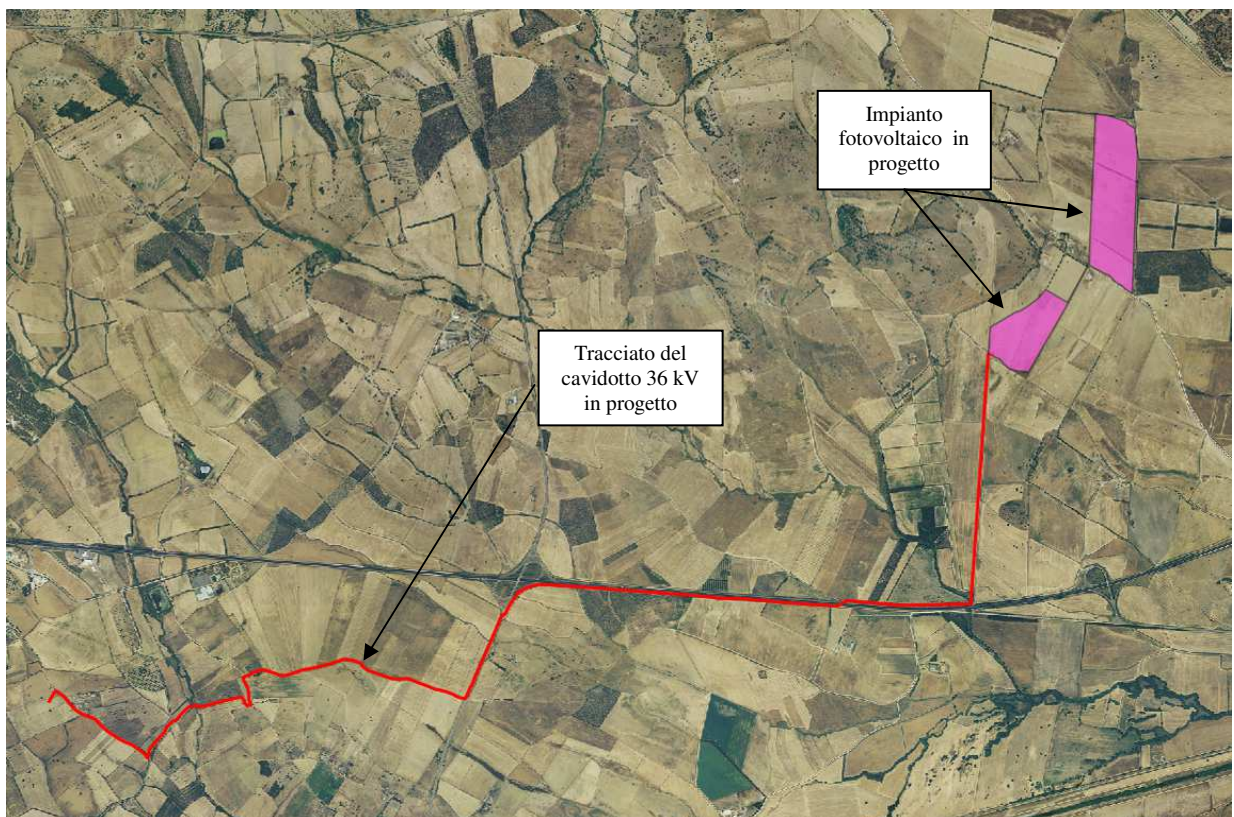


Figura 3: Area d'intervento su ortofoto

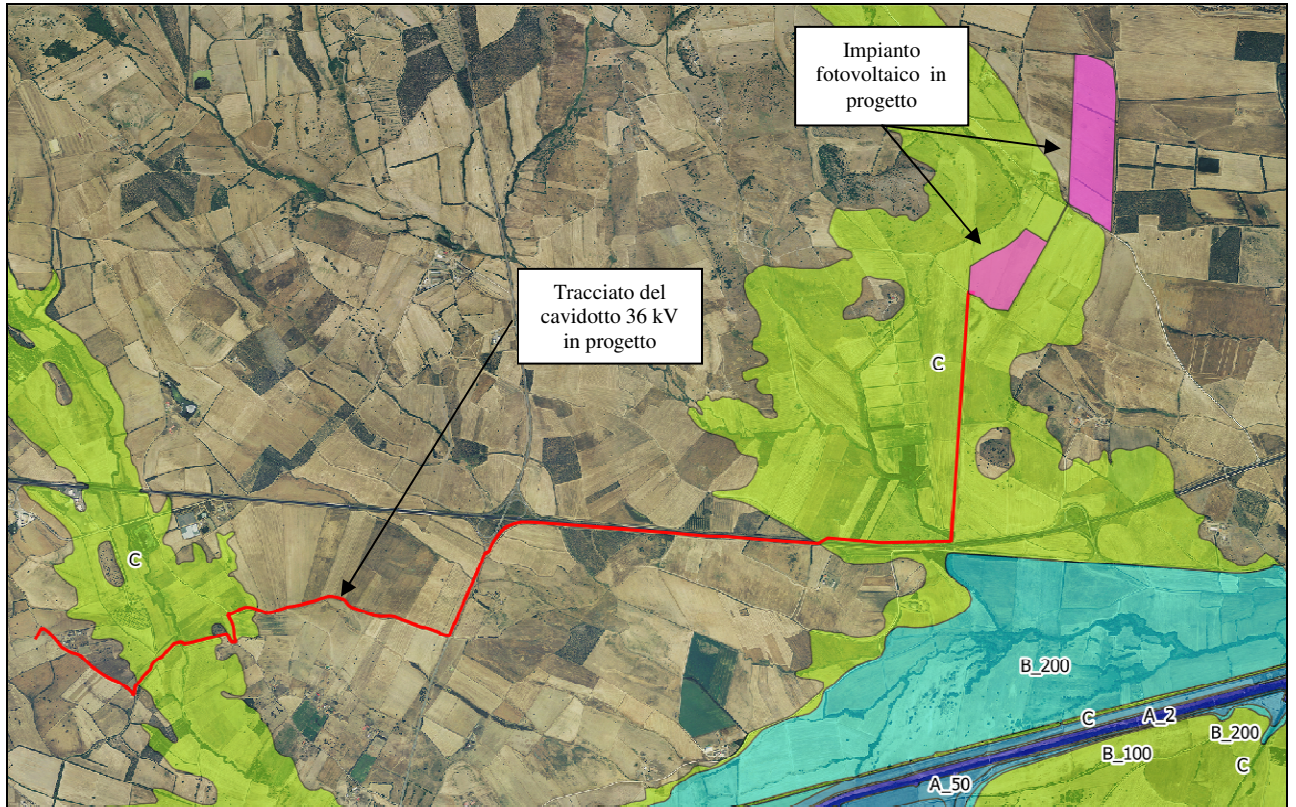


Figura 4: Area d'intervento su ortofoto (area magenta e tracciato cavidotto) – Vincolo P.S.F.F.

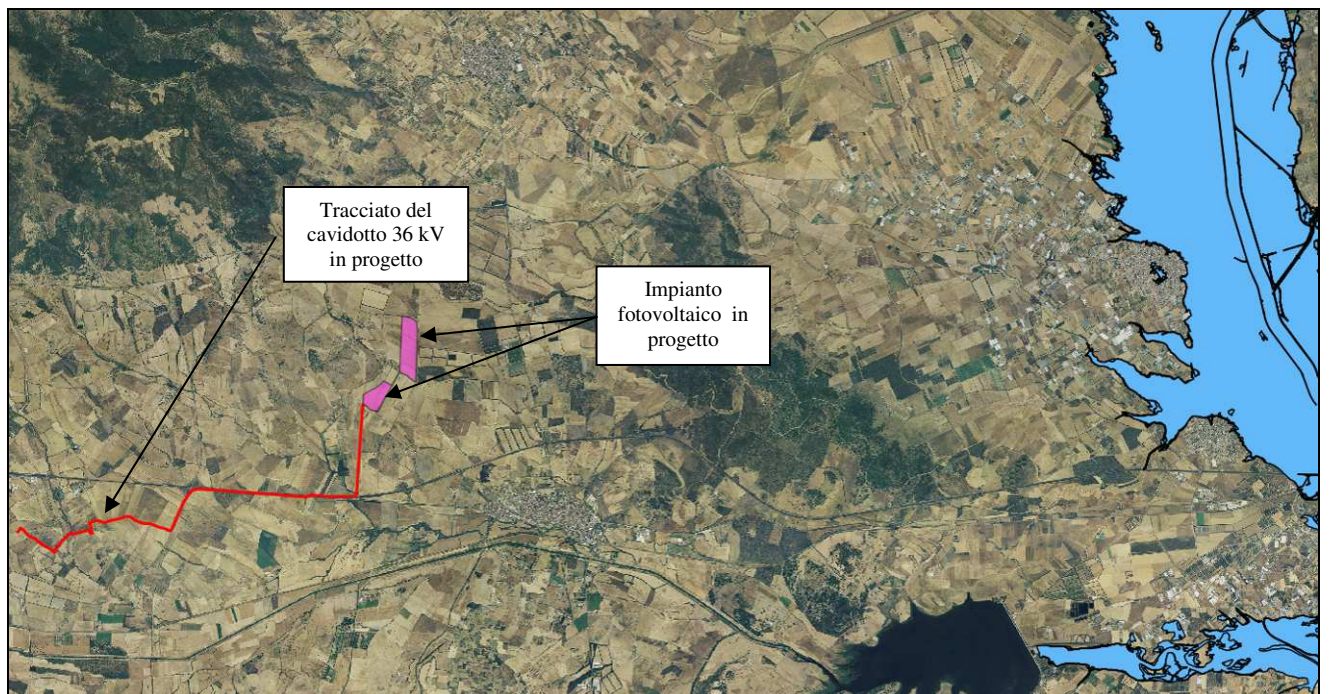


Figura 5: Area d'intervento su ortofoto (area magenta e tracciato cavidotto) – Vincolo P.G.R.A.

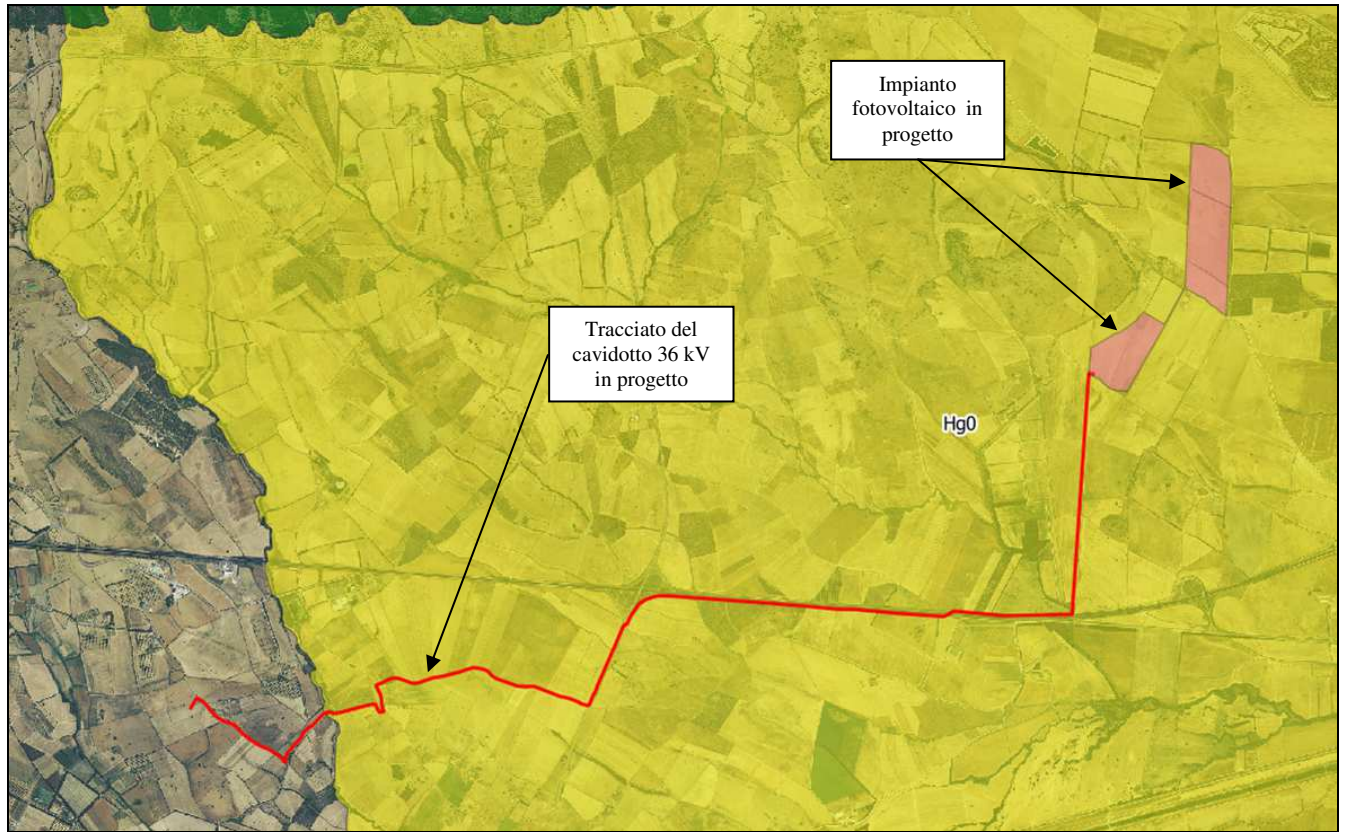


Figura 6: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo PAI Hg frane Art. 8 c.2

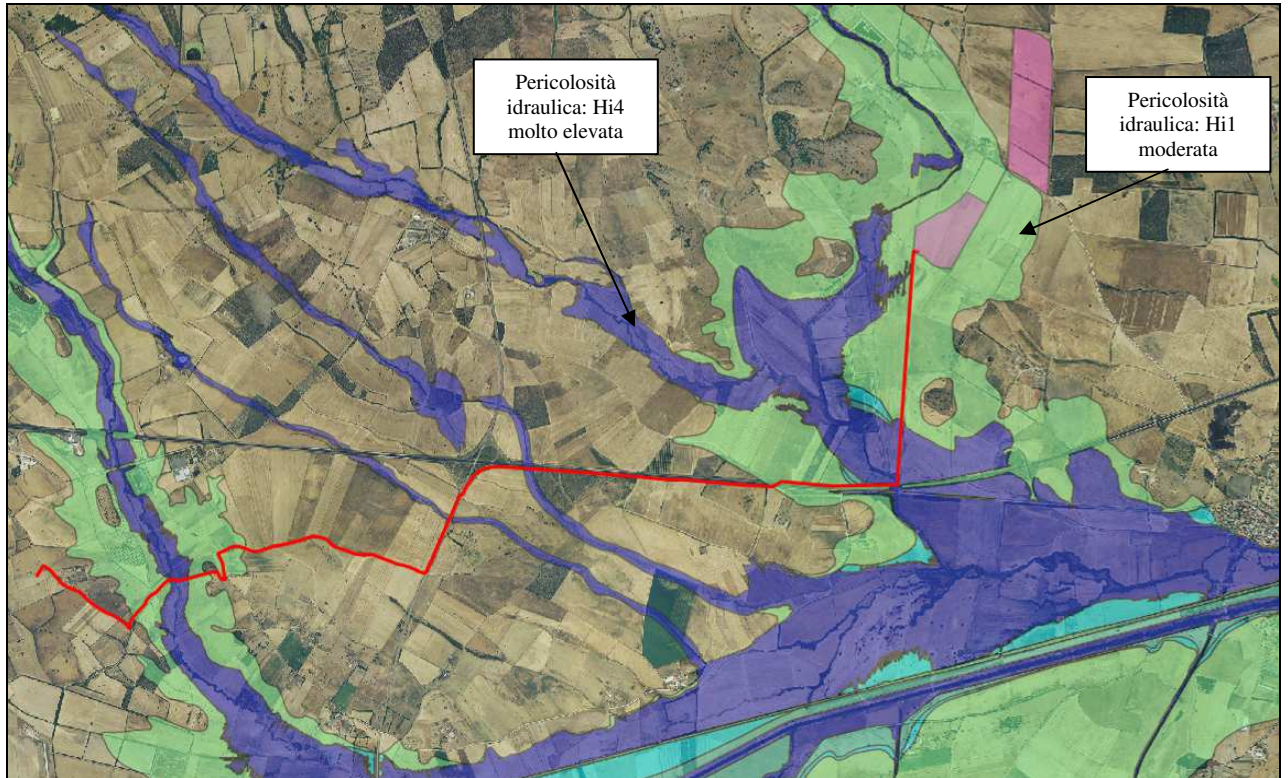


Figura 7: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo PAI Hi idraulico Art. 8 c.2

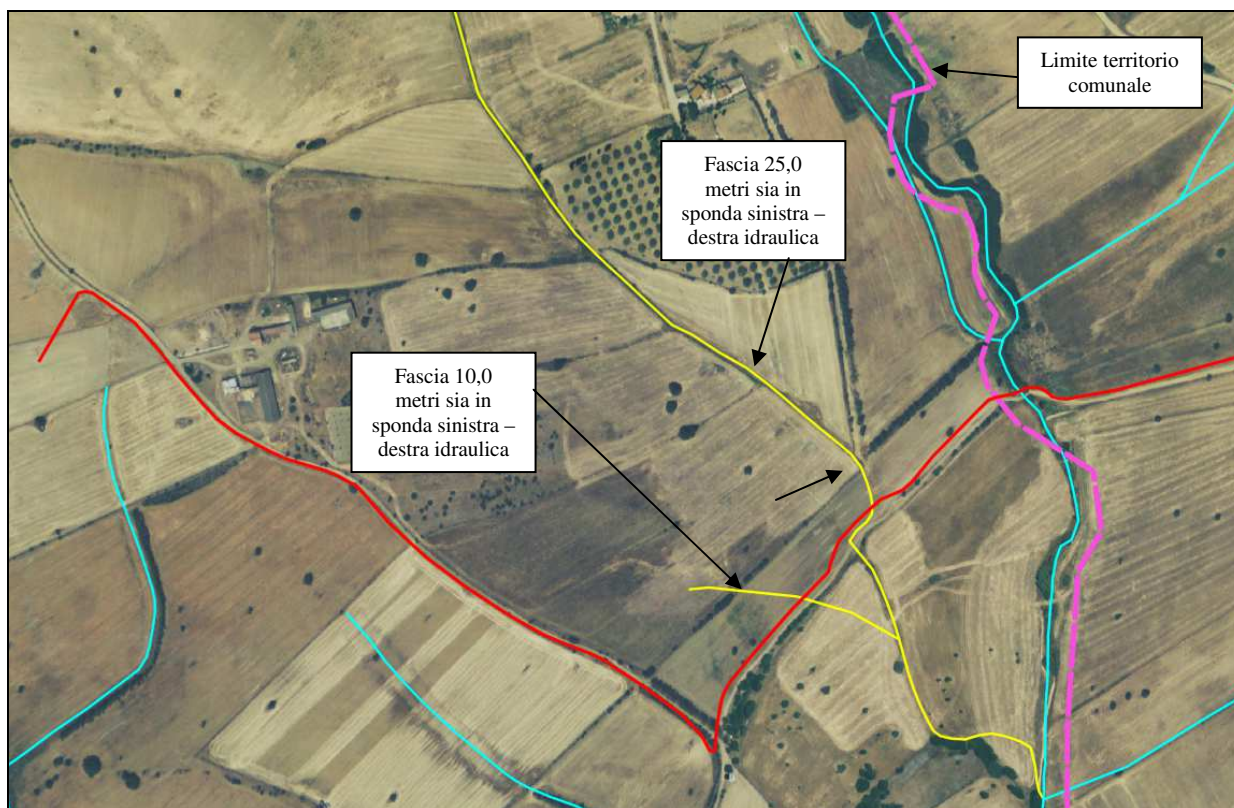


Figura 8: Area d'intervento su ortofoto e parte finale del tracciato del cavidotto 36 kV in progetto ubicato all'interno del territorio comunale di Musei – Vincolo PAI Hi4 derivante dall'Art. 30 ter delle NTA del PAI (fasce di salvaguardia su aste fluviali evidenziate in giallo = 10 m e 25 m)

Risulta importante mettere in evidenza che all'interno delle classi di pericolosità Hg2, Hg3, Hg4 – Hi2, Hi3, Hi4, non sono previsti interventi in progetto relativi all'impianto fotovoltaico.

Per quanto riguarda invece il cavidotto 36 kV, di seguito il quadro territoriale e vincolistico:

Intervento	Territorio comunale interessato	Vincolo PSFF	Vincolo PGRA	Vincolo PAI Hi	Vincolo PAI Hg	Vincolo PAI Art. 30 ter	Vincolo PAI Hg Art.8 c.2 Siliqua	Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Siliqua
Intervento in progetto: Cavidotto 36 kV	Siliqua Musei	Fascia C	-	Hi4	-	Hi4 molto elevata Comune Musei	Hg0	Hi4
Documentazione autorizzativa necessaria				Studio di compatibilità idraulica o relazione asseverata idraulica ai sensi delle NTA del PAI		Studio di compatibilità idraulica o relazione asseverata idraulica ai sensi delle NTA del PAI		Studio di compatibilità idraulica o relazione asseverata idraulica ai sensi delle NTA del PAI

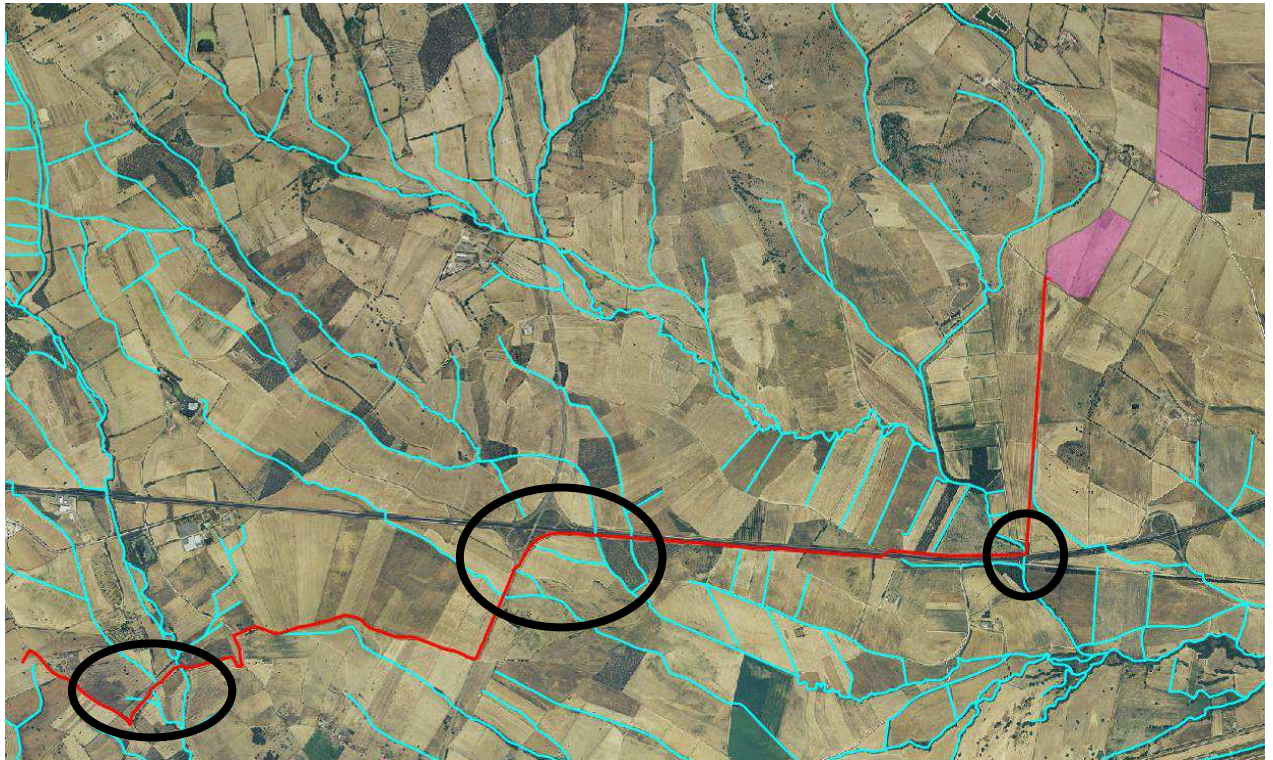


Figura 9: Area d'intervento su ortofoto – Tracciato del cavidotto 36 Kv in progetto e relativi attraversamenti dei corsi d'acqua (nove in totale)

Di seguito la tabella riepilogativa con il dettaglio delle classi di pericolosità idrauliche interessate dal tracciato del cavidotto 36 kV in progetto:

Vincolo	Classi di pericolosità idraulica interessate dal tracciato del cavidotto 36 kV (metri)			
	Hi1 moderata	Hi2 media	Hi3 elevata	Hi4 molto elevata
PAI Hi	11,0 metri	8,0 metri	5,0 metri	345,0 metri
Vincolo PAI Art. 30 ter	-	-	-	70,0 metri
Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Siliqua	2348,0 metri	47,0 metri	-	807,0 metri

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DA REALIZZARE

Con il presente capitolo si propone la definizione e la descrizione di tutte le attività progettuali connesse alla futura realizzazione di impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco pari a 27 MWp, con tracker a inseguimento orientati nord-sud, ricadente nel territorio comunale di Siliqua.

Per la definizione esatta degli interventi in progetto si rimanda agli allegati progettuali – relazione tecnica descrittiva – layout grafici.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE

Geomorfologia

La zona oggetto di intervento è quello relativo alla Sardegna meridionale, parte occidentale.

Il settore analizzato e relativo al presente capitolo, si presenta con una estensione pari a circa 50 kmq.

Nello specifico verrà interessata il territorio compreso tra il settore costiero - collinare del Sulcis Iglesiente e la piana interessata dal tracciato del fiume Cixerri.

Le quote altimetriche sono comprese tra 92,0 m s.l.m. (parte nord) e 76,0 m s.l.m. (parte sud dell'area oggetto di intervento).



Figura 10: Area d'intervento – Modello digitale del terreno su base cartografica I.G.M.

Al fine di caratterizzare in maniera completa e funzionale l'area in studio è stato rilevato il seguente macro settore:

-area collinare ubicata a nord – ovest rispetto all'area oggetto di intervento e caratterizzante la parte settentrionale del territorio comunale di Siliqua;

-area in parte pianeggiante e di origine alluvionale, appartenente al bacino idrografico del Riu Cixerri, ricompresa all'interno dei territori comunali di Villamassargia, Musei, Siliqua, Vallermosa e Decimoputzu.

I principali rilievi collinari presenti in prossimità del settore in esame partendo da nord verso sud, sono quelli del Monte Cumburu (432,0 m s.l.m.) – Monte Carroga (479,0 m s.l.m.) – Punta Madau Serrenti (196,0 m s.l.m.). La quasi totalità delle forme di versante risulta essere abbastanza dolce, con rotture di pendio maggiormente accentuate in corrispondenza degli affioramenti litologici lapidei, i quali si presentano più resistenti nei confronti dell'azione modellatrice degli agenti esogeni.

Le forme di versante collinare presenti, risultano costituite dalle formazioni geologiche appartenenti al basamento del Paleozoico di origine sedimentaria (Successione sedimentaria Pre e Post "Discordanza Sarda") - metamorfica e dalle formazioni vulcaniche del Cenozoico appartenenti al "Distretto vulcanico di Siliqua".

Per quanto concerne invece le estese aree pianeggianti di origine fluviale, sono state colmate da potenti depositi alluvionali terrazzati ed incisi.

In definitiva, l'assetto geomorfologico dell'intera zona è ben strutturato in due unità con caratteristiche eterogenee: la fascia collinare e l'estesa area pianeggiante di origine fluviale.

Il settore collinare è caratterizzato da differenti litologie riconducibili principalmente alle formazioni vulcaniche del Cenozoico e metamorfiche del Paleozoico e rappresentate rispettivamente da:

- depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica (Distretto vulcanico di Siliqua);
- metapeliti, metasiltiti, metabrecce, metaconglomerati appartenenti alla Successione sedimentaria Pre e Post "Discordanza Sarda;
- metarenarie e metasiltiti a appartenenti alla Unità tettonica dell'Arburese.

Tali litologie conferiscono a una parte dell'area in studio la tipica morfologia delle aree interessate da formazioni vulcaniche e metamorfiche. La fascia collinare, inoltre, è modellata dall'idrografia superficiale, che nel corso del tempo ha trasmesso all'area un aspetto particolare, definito, in letteratura geomorfologica, "maturo". Le numerose diaclasi presenti nelle suddette litologie ne hanno governato fortemente l'evoluzione morfologica in quanto, essendo zone di maggiore debolezza, hanno consentito agli agenti meteorologici di esplicare un elevato potere erosivo.

La fascia sub - pianeggiante, invece, è caratterizzata da una bassa inclinazione determinata anche dal deposito, alla base dei rilievi, dei prodotti limosi e sabbiosi di alterazione dei vari litotipi di origine vulcanica e metamorfica. Sono presenti, inoltre, sedimenti e suoli di età quaternaria. L'erosione di tipo selettivo fa sì che gli agenti esogeni agiscano in maniera differente a seconda del litotipo presente, provocando, in tal modo, cambiamenti anche bruschi del contesto morfologico.

Nelle litologie di tipo vulcanico e metamorfico sopra menzionate, appare evidente che il ruscellamento superficiale sia assai più rilevante dell'infiltrazione, in quanto i prodotti di alterazione argillosi e limosi, fungendo da letto impermeabile e/o semi impermeabile, ostacolando la penetrazione delle acque meteoriche. La macchia mediterranea, inoltre, presente solo nel settore del Sulcis Iglesiente, assolve tuttavia al compito, seppure parziale, di regimazione delle acque meteoriche.

Per quanto concerne infine il settore della estesa piana alluvionale, siamo in presenza dei depositi olocenici e pleistocenici sedimentari relativi al riu Cixerri e fiume Flumini Mannu, rappresentati da depositi alluvionali terrazzati ghiaiosi – sabbiosi – limosi e argillosi.

Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico principale di riferimento è quello appartenente al fiume Riu Cixerri.

Numerosi sono gli affluenti ricadenti all'interno dell'area oggetto di intervento. Oltre ai sistemi morfologici naturali e ai conseguenti processi geomorfologici agenti, sui quali non ci soffermeremo oltre, si evidenziano, in tutto il settore, frequenti modificazioni del paesaggio indotte dall'azione antropica, quest'ultima in continua evoluzione.

Le suddette “Unità Geomorfologiche” presentano caratteristiche omogenee sia nelle forme del rilievo che nella prevalenza di certe dinamiche geomorfologiche sulle altre; tuttavia se scendiamo in dettaglio nell'individuazione degli elementi fisiografici e morfogenetici, al loro interno si potranno individuare subunità più piccole con caratteristiche omogenee. È importante sottolineare che queste “Unità” non rappresentano porzioni di territorio a sé stanti ma sistemi aperti in cui i processi morfogenetici condizionano o sono condizionati da elementi delle aree attigue, in modo tale che le unità tendono a raggiungere condizioni di reciproco equilibrio dinamico nell'evoluzione del rilievo.

Geologia generale

Le caratteristiche geologico-strutturali dell'area di interesse progettuale derivano dai numerosi e complessi eventi geologici che hanno interessato l'intera isola, in particolare nell'Era paleozoica ma anche in quella cenozoica e mesozoica. La struttura fondamentale del basamento sardo ha avuto origine dall'Orogenesi ercinica, conseguentemente ad una collisione associata a subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione (1a fase, Siluriano) seguita da una collisione continentale che ha prodotto ispessimento crostale, magmatismo e metamorfismo (2a fase, Devoniano Carbonifero). La collisione continentale, che successivamente ha determinato la formazione della catena ercinica, è ricostruibile come segue. Un margine sovrascorrente del continente armoricano è rappresentato dal Complesso metamorfico di Alto Grado, affiorante nella Sardegna settentrionale ed in Corsica. Esso costituisce la parte più interna della catena ed è formato da migmatiti e gneiss migmatitici in facies anfibolitica; sono presenti, inoltre, all'interno di sporadici affioramenti di metabasiti, delle paragenesi relitte in facies eclogitica. Il margine sottoscorrente della placca del Gondwana è rappresentato dal Complesso metamorfico di Basso e Medio Grado affiorante nella Sardegna centrale, centrorientale e nella Nurra settentrionale; si tratta di un metamorfismo progrado che varia da sud verso nord dalla facies a scisti verdi a quella anfibolitica.

I due complessi appena descritti sono separati da un contatto tettonico, costituito dalla «linea Posada-Asinara», interpretato come un segmento della sutura ercinica sudeuropea. Si tratta di una fascia milonitica con frammenti di crosta oceanica (le stesse metabasiti sporadicamente presenti anche nel Complesso di Alto

Grado, più a nord) che dalla foce del fiume Posada attraversa tutta la Sardegna settentrionale fino all'Isola dell'Asinara. Le coperture del margine sottoscorrente (ossia del Complesso di Basso e Medio Grado) rappresentate dalle sequenze sedimentarie e vulcaniche del Cambriano-Carbonifero inferiore sono scollate dal loro basamento e accumulate in una pila di falde, compresa tra la «linea Posada-Asinara» e la Zona Esterna della catena, costituita dal Sulcis-Iglesiente. Le differenze di carattere strutturale e stratigrafico che caratterizzano questo alloctono permettono di suddividerlo in:

- una zona a Falde Interne, affioranti tra la «linea Posada-Asinara» e la Barbagia;
- una zona a Falde Esterne, affioranti tra la Barbagia e l'Arburese-Iglesiente-Sulcis nord-orientali.

Le rocce metamorfiche delle Falde Interne, malgrado derivino dalle stesse successioni presenti nella Sardegna centro-meridionale (cioè nelle Falde Esterne), sono caratterizzate da un più alto grado metamorfico, dalla scarsità di vulcaniti ordoviciane e di calcari silurianodevoniani. Le coperture metasedimentarie e metavulcaniche delle Falde Esterne costituiscono la parte più esterna dell'alloctono e sono state messe in posto da NE verso SW nell'avanfossa della catena durante il Carbonifero inferiore (Viseano). Infine, le sequenze sedimentarie paleozoiche della Zona Esterna della catena ercinica, affioranti nel Sulcis-Iglesiente, sono caratterizzate da pieghe ad elevata inclinazione e metamorfismo regionale di bassissimo grado, aventi direzione EW e NE.

Successivamente, il basamento sardo è stato interessato da una inversione postcollisionale della tettonica, da compressiva a distensiva, che nelle zone interne dell'orogene (Sardegna settentrionale) ha avuto inizio probabilmente più precocemente nel Carbonifero inferiore, mentre nella Sardegna centromeridionale ha avuto luogo tra il Carbonifero superiore (Westfaliano) e il Permiano allorché, al termine della convergenza, il collasso gravitativo ha coinvolto tutta la crosta inspessita.

Il complesso intrusivo orogenetico, indicato come «batolite sardo», in affioramento, ha un'estensione di circa 6000 km² ed è costituito da un'associazione plutonica calcicalina caratterizzata da un'estrema eterogeneità compositiva in cui sono rappresentati gabbri, dioriti, tonaliti, granodioriti, monzograniti. Il passaggio dal Paleozoico al Mesozoico nelle medesime condizioni ambientali ha reso problematica, soprattutto per la scarsità di fossili in quei livelli, una dettagliata suddivisione stratigrafica.

Nel prosieguo dell'Era cenozoica la Sardegna, pur conservando il carattere cratonico instauratosi dall'inizio dell'Era mesozoica, subisce i riflessi del ciclo orogenico alpino che ha causato la fratturazione del basamento paleozoico ed il parziale piegamento e dislocamento delle sequenze sedimentarie mesozoiche. In questa fase in Sardegna si possono individuare quattro cicli sedimentari principali separati da lacune e discordanze stratigrafiche correlabili sia con fasi orogenetiche (Alpina e Pirenaica) sia con fasi distensive (apertura del bacino miocenico delle Baleari e del Tirreno settentrionale, apertura del Bacino pliocenico del Mar Tirreno meridionale). La tettonica terziaria del basamento sardo-corso deve essere correlata con l'evoluzione dei tre margini che lo caratterizzano:

-un margine collisionale con accrescimento di crosta oceanica, iniziato nel Cretaceo superiore, seguito da una distensione che per alcuni autori ha avuto inizio nell'Oligocene, secondo altri nel Miocene inferiore;

-un margine passivo con una fase di rifting e un moto di deriva e rotazione del blocco sardo-corso (Burdigaliano), da associare all'apertura del Bacino delle Baleari e del Mar Tirreno settentrionale;

-un margine passivo riferibile al Miocene superiore-Pliocene, associato all'apertura del Mar Tirreno meridionale.

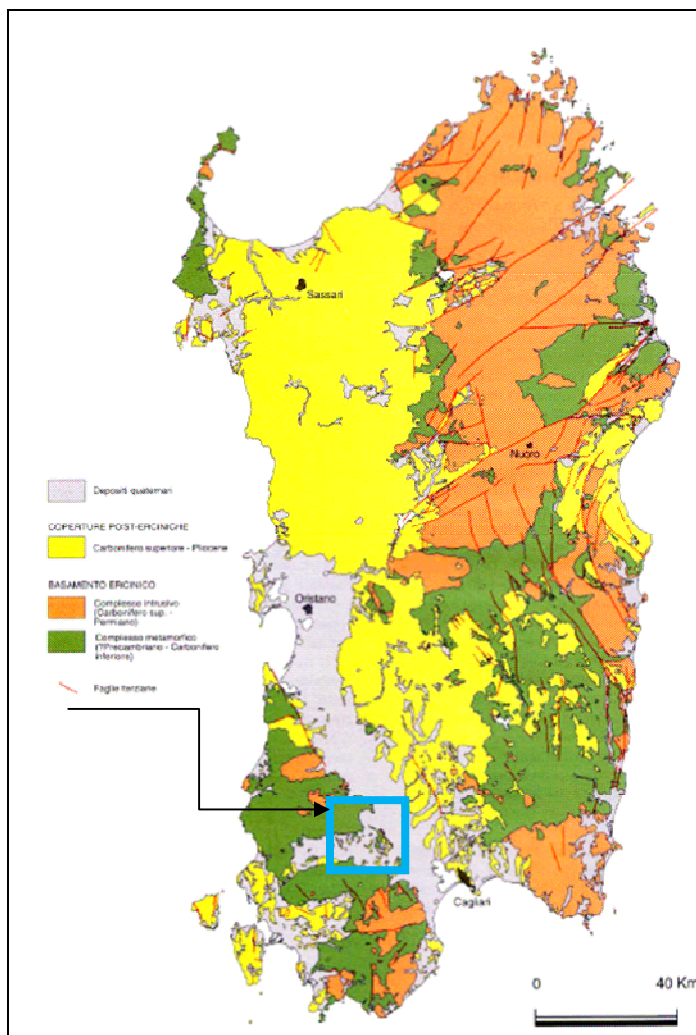


Figura 11: Carta geologica della Sardegna e settore oggetto di intervento

Per quanto concerne nel dettaglio l'inquadramento geologico, l'area è costituita da diverse formazioni geologiche riferibili principalmente al Quaternario, Cenozoico e al Paleozoico. Il territorio, infatti, è costituito da (in ordine cronologico dal più recente al più antico):

- a Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE;
- b2 Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

Impianto fotovoltaico da 25,72 MWp DC – Comune di Siliqua (SU) – Località Berlingheri

- b / bb / ba / bna / bnb / bc / / bnc/ PVM2a / PVM2b Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti (OLOCENE - PLEISTOCENE);

- SQA PIROCLASTITI DI SILIQUA. Depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati, grossolanamente stratificati, costituiti da clasti angolosi, da metrici a centimetrici, di lava microvescicolata andesitica, porfirica con fenocristalli di Pl e Am. OLIGOCENE – MIOCENE;

- CIX FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille silteose di colore rossastro, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE;

- CIXa Litofacies nella FORMAZIONE DEL CIXERRI. Breccie di quarzo e liditi ben cementate e noduli ferruginosi alla base. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE;

SVI ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.

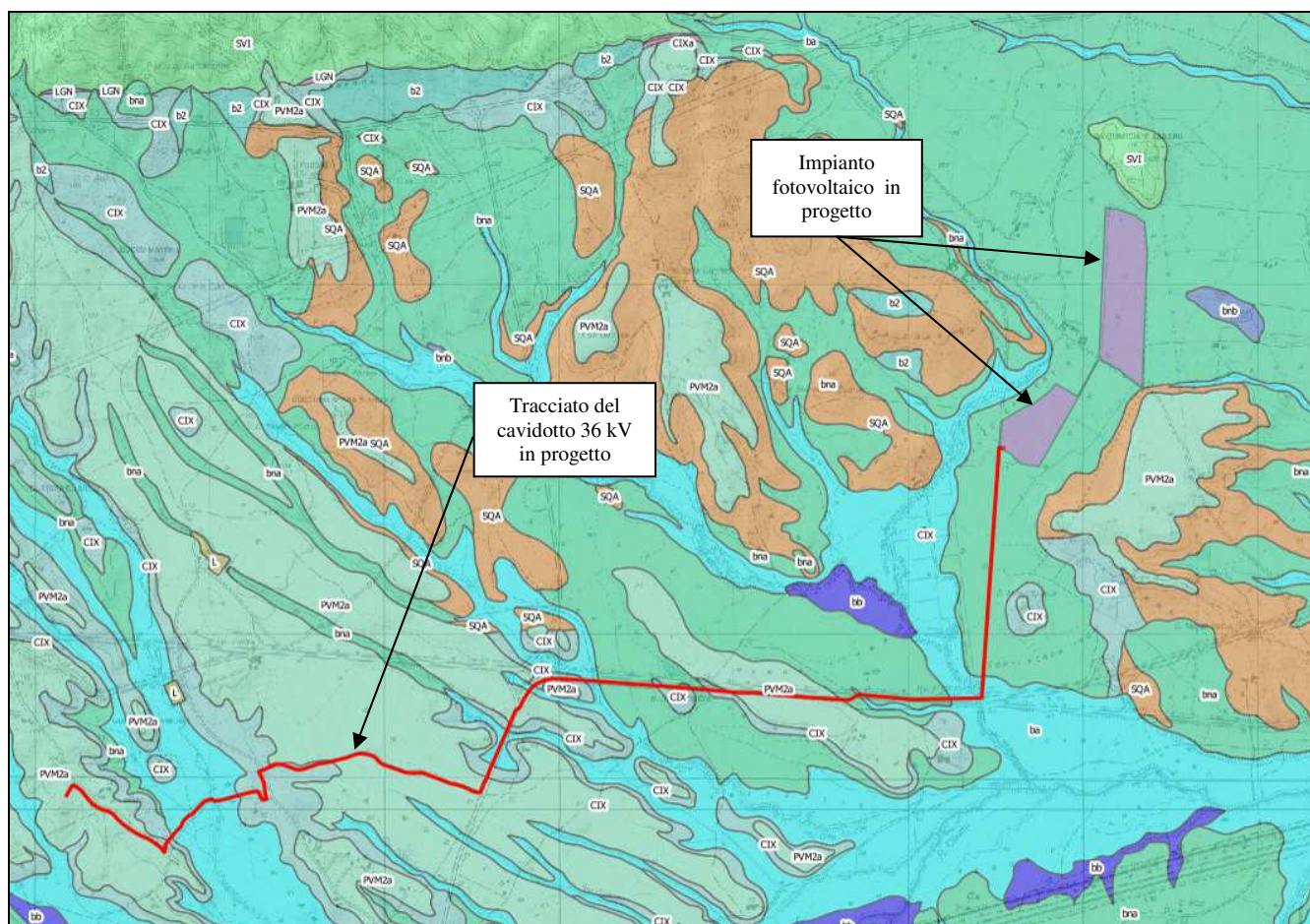


Figura 12: Carta litologica e area d'intervento – Base cartografica I.G.M.

Il Quaternario (b / bb / ba / bna / bnb / bc / bnc / PVM2a / PVM2b), che ricopre estese porzioni del territorio in esame, è rappresentato da depositi sedimentari olocenici – pleistocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti continui e di medio - notevole spessore.

Le alluvioni recenti sono rappresentate da depositi recenti ed attuali, con deboli spessori e più o meno terrazzati rispetto agli alvei attuali. Sono situati a ridosso del reticolo idrografico principale. La granulometria varia da sedimenti fini fino a ciottolosi di dimensione centimetrica. Questi ultimi sono facilmente riconoscibili ed appartenenti a rocce magmatiche e metamorfiche. La matrice è sabbioso-limosa molto abbondante, di colore bruno-scuro. Il grado di cementazione è in genere debole. Tali depositi risultano talora terrazzati, con un'altezza rispetto all'alveo attuale di 1 - 3 metri.

Per quanto concerne i depositi detritici di falda, essi sono presenti esclusivamente nelle zone montuose e pedemontane dell'area in esame. Si ritrovano esclusivamente ai piedi dei rilievi montuosi di origine vulcanica e di origine metamorfica. Gli spessori di questi depositi sono variabili; raramente raggiungono altezze di alcuni metri. I ciottoli sono eterometrici e a spigoli vivi con matrice eterogenea.

Le formazioni vulcaniche che interessano il settore oggetto di intervento, sono rappresentate principalmente da flussi piroclastici in facies ignimbratica.

Le piroclastiti di Siliqua (SQA), affiorano nel settore compreso tra Siliqua, la strada pedemontana per Vallermosa e, a N, lungo la S.S. 293. Piccoli affioramenti sono presenti lungo la S.S. 130. Morfologicamente formano colline che si elevano di poche decine di metri sulla pianura circostante. Si tratta di alternanze di depositi di flusso piroclastico ed epiclastiti (arenarie vulcanoclastiche più o meno conglomeratiche). I depositi piroclastici formano unità deposizionali di flusso, spesse in alcuni casi 2-3 m, costituite da clasti da angolosi equidimensionali a subarrotondati di lava microvescicolata andesitica e rarissimi clasti di metamorfiti immersi in una matrice cineritica ricca di cristalli. I clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri a 1 m. Il rapporto quantitativo tra matrice e clasti è circa 1:10. Nel deposito non sono state ritrovate pomici. Talvolta si osserva una gradazione inversa con clasti più grandi concentrati al tetto delle unità deposizionali.

La porzione epiclastica è costituita da strati decimetrici di arenarie grossolane alternate ad arenarie fini. Esse sono costituite da granuli di quarzo e cristalli di plagioclasio, biotite e anfibolo. Spesso sono presenti clasti subarrotondati di lave andesitiche. In alcuni casi i blocchi di andesiti raggiungono volumi di oltre 1 mc, come lungo il Rio Marchioni (coord.: 799-539). L'unico affioramento che offra una sezione abbastanza chiara di una parte delle piroclastiti di Siliqua è esposto in prossimità della località Su Truncu de is Tanas (pochi chilometri a N dell'abitato di Siliqua, coord.: 834-522). Qui si osserva una successione di circa 3 m costituita alla base da una sequenza epiclastica e quindi da un deposito piroclastico di flusso. Il deposito epiclastico è costituito da: a) uno strato basale di 10 cm arenaceo grossolano di colore biancastro, con abbondanti cristalli detritici di plagioclasio, biotite, anfibolo e granuli di quarzo e rari clasti millimetrici di andesiti; b) uno strato spesso circa 5 cm con laminazione ondulata, di arenarie a grana fine con medesimo contenuto in cristalli detritici; c) uno strato di 5 cm di conglomerato matrice sostenuto, con clasti vulcanici

subangolosi (con dimensioni tra 5 e 15 mm) e una matrice arenacea fine. Il deposito piroclastico di flusso è matrice-sostenuto, ha uno spessore totale di circa 2,8 m, è costituito da clasti lavici, eterometrici, monogenici, immersi in una matrice cineritica, con una debole gradazione inversa. I clasti lavici sono costituiti da blocchi di lava microvescicolata andesitica, porfirica per fenocristalli di orneblenda, plagioclasio zonato e biotite. Le dimensioni medie sono di circa 50 cm ma si osservano clasti di forma allungata, con asse maggiore fino a 90 cm disposto in direzione sub parallela alla stratificazione del deposito. La matrice cineritica è quantitativamente subordinata ai litici. Il deposito deriva da ripetuti collassi gravitativi di duomi di lava (block and ash-flow deposit). Raramente affiora il contatto basale di questa unità. In aree prossime al complesso domico di M. Su Silixianu, questi depositi poggiano direttamente sulle daciti e andesiti di Monte Sa Pibionada (PBN) (M. Accas, Guardia Perdu Pisu e M. Perdosu). Tra il Riu Cixerri e il bordo settentrionale dell'omonima valle le piroclastiti poggiano direttamente sulla successione clastica della formazione del Cixerri (CIX). L'assenza di minerali primari non ha permesso di eseguire determinazioni radiometriche; da un punto di vista cronostratigrafico, è possibile dedurre che questo deposito è successivo alla messa in posto delle vulcaniti ipoabissali datate Oligocene superiore e precedente alla deposizione delle marne di Gesturi durante il Miocene inferiore.

Per quanto concerne invece l'Eocene – Oligocene, la formazione del Cixerri (CIX / CIXa) costituisce il substrato di tutta la valle del Cixerri, ma affiora in modo assai discontinuo poiché quasi sempre ricoperta da sottili depositi quaternari. Questa formazione, ben studiata in passato (PECORINI & POMESANO CHERCHI, 1969; BARCA et alii, 1973; BARCA & PALMERINI, 1973), è costituita alla base da breccie e conglomerati, marne e argille spesso contenenti noduli ferruginosi (CIXa); verso l'alto compaiono arenarie quarzoso-feldspatiche con frequenti intercalazioni di lenti di conglomerati (interpretati come paleoalvei). Breccie e conglomerati si ritrovano costantemente alla base della formazione a contatto con le metamorfiti (M. Gioiosa Guardia, Cuccuru San Lucifero, Piscina Farsa, Sa Guardia, Su Concali de Santa Maria, P.ta Concas Arrubias), costituiti da frammenti di quarzo e liditi e rare metamorfiti del basamento. Alle breccie e conglomerati basali sono intercalati sottili livelli di argilliti e siltiti con argille bentonitiche, noduli e incrostazioni ferruginose. L'orizzonte con i noduli ferruginosi è interpretato come un paleosuolo sviluppato in condizioni di clima caldo umido (FERRARA et alii, 1995). La parte basale della formazione è bene esposta in una cava presso Su Ferru su Cuaddu (coord.: 877-436) dove, su un fronte di circa 15 m, grazie ad alcune faglie dirette che intersecano il fronte stesso a vario angolo, si può osservare una successione di circa 25 m di spessore. Alla base affiorano i conglomerati con elementi di quarzo e liditi, ben cementati, quindi un livello di circa 1 m di argille grigie con noduli di ematite che passano verso l'alto ad argille giallastre spesse circa 2 m. Questo livello è seguito da 5 m di arenarie grigio-giallastre, grossolane, con elementi di quarzo e frammenti litici del basamento, con numerose piste di organismi limivori. Verso l'alto affiorano arenarie più massive (circa 10 m) con granulometria più fine in banchi plurimetrici privi di strutture sedimentarie. Si passa quindi ad argille rosse, alternate a siltiti rosso-violacee. Infine, queste sono ricoperte da depositi pleistocenici di conoide alluvionale del sistema di Portovesme (PVM). I litotipi arenacei, frequentemente con

laminazioni incrociate, affiorano diffusamente in tutto il settore. I livelli conglomeratici, frequenti nella parte alta della formazione, sono in genere mal classati, affiorano soprattutto lungo la S.S. 130 e nei pressi di Guardia Orani. Sono costituiti da clasti poligenici, eterometrici, il cui diametro varia da 2 a 30 cm circa. Eccezionalmente (Bruncu Miali e la Chiesa di S. Margherita) sono presenti elementi di oltre 1 m, costituiti da rocce paleozoiche, mesozoiche e dell'Eocene Inferiore. L'età della formazione del Cixerri è di difficile attribuzione, poiché il suo contenuto paleontologico è molto scarso. La base della formazione poggia in debole discordanza su depositi dell'Eocene medio (Lignitifero Auct.) presso Tanca Aru. In altre zone il contatto con questa formazione è concordante. In questo caso il passaggio tra le due formazioni è graduale ed è stato convenzionalmente posto in corrispondenza della progressiva scomparsa delle litologie carbonatiche e di quelle carboniose (PASCI et alii, in stampa). In queste aree la base della formazione del Cixerri è quindi riferibile all'Eocene medio. I depositi clastici sono inoltre intrusi dalle andesiti ipoabissali calcoalcaline del complesso vulcanico di Siliqua, le cui età radiometriche (29-26 Ma, tab.1) indicano l'Oligocene superiore. Un'età oligocenica per questa formazione è sostenuta anche da MAXIA (1959) che segnala la presenza di alcune faune a gasteropodi molto simili a quelle rinvenute in Francia in alcune formazioni lacustri di età Oligocene Inferiore-medio. L'età della formazione del Cixerri risulta dunque compresa tra l'Eocene medio e l'Oligocene superiore. L'ambiente deposizionale è prevalentemente continentale e riconducibile ad una deposizione fluvio-lacustre, in un vasto sistema di piana alluvionale con carattere distale in un clima temperato-caldo e umido (BARCA, 1973). Lo spessore massimo osservabile in affioramento è di 40 m (M. Gioiosa Guardia). In un sondaggio presso Rio Caddeo, al centro della valle del Cixerri, dopo una decina di metri di copertura quaternaria, sono stati attraversati circa 140 m di alternanze di livelli arenacei e siltosi prima di arrivare ad alcuni metri di Lignitifero e quindi alle metamorfite paleozoiche. Nei sondaggi eseguiti nel bacino del Sulcis sono stati attraversati spessori fino a 300 metri circa.

Relativamente al Paleozoico, di seguito la descrizione delle formazioni geologiche principali rilevate durante i sopralluoghi e caratterizzanti l'area in progetto.

ARENARIE DI SAN VITO (SVI). Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. **CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.**

Questa formazione, corrispondente al "Postgotlandiano" di TARICCO (1922), affiora nella settore di Vallermosa - Siliqua.

È una successione terrigena 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-nerastre, talora verdi o violacee. Le metaquarzoareniti sono generalmente ben classate, con quarzo, feldspato e muscovite come componenti fondamentali, mentre subordinati sono tormalina, epidoti e ossidi. Negli intervalli a granulometria più fine sono frequenti laminazioni parallele, ondulate e convolute. Alla base degli intervalli a granulometria più grossolana talvolta possono essere conservati ripple, flute cast, load cast, canali d'erosione, slumping, stratificazione gradata e

burrow (BARCA et alii, 1981a). Esempi particolarmente evidenti di strutture di carico e flute cast sono osservabili lungo la carrareccia di Cuccuru Sparau. Nell'area immediatamente a W di Vallermosa affiorano livelli di meta conglomerati clasto-sostenuti, principalmente a clasti di quarzo subarrotondati con dimensioni medie di circa 1 cm, in matrice prevalentemente fillosilicatica. Il rinvenimento da parte di PITTAU (1985) di acritarchi (*Stelliferidum*, *Cymatiogalea*, *Vulcanisphaera*, *Acanthodiacrodium*, *Striatotheca*) del Tremadoc-Arenig nell'area a E di Cuccurdoni Mannu, presso il Torrente Leni e altre datazioni eseguite in aree limitrofe (BARCA et alii, 1981b; PITTAU, 1985), hanno permesso di riferire questa formazione al Cambriano medio - Ordoviciano Inferiore e la sua correlazione con i coevi depositi del Sarrabus. L'ambiente di sedimentazione corrisponde ad un sistema da litorale a deltizio sottomarino, con sedimentazione anche di tipo torbiditico (BARCA et alii, 1981a; BARCA & MAXIA, 1982). Lo spessore della formazione non è valutabile in quanto il contatto di base è tettonico e il limite superiore è erosivo. Lo spessore apparente è superiore a diverse centinaia di metri.

Relativamente all'area oggetto di intervento (Impianto fotovoltaico), essa risulta impostata in parte all'interno della formazione geologica appartenente a Depositi alluvionali terrazzati. Argille e ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE

Risultano presenti anche i Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE

Per quanto riguarda invece il cavidotto, di seguito il quadro geologico principale:

Intervento	Litologia interessata
Cavidotto 36 kV	a)Materiale antropico – Viabilità stradale b) Depositi alluvionali

5. CARATTERI GEOLOGICI E LITO STRATIGRAFICI LOCALI

Ai fini della caratterizzazione litostratigrafica dell'area interessata dal presente studio, è stato realizzato un rilevamento geologico della zona in esame, per un'area totale di 3,3 km². Il suddetto rilevamento ha ricompreso anche parte della limitrofa area collinare di Cuccuru Casianoi (158,00 m s.l.m.) e Punta Sa Cruxi (401,00 m s.l.m.). Sono stati sottoposti a studio anche le sezioni stradali e gli scavi posti in prossimità del settore in esame.

In questa fase progettuale, non sono state eseguite indagini puntuali (trincee geognostiche – pozzetti geognostici – sondaggi geognostici a carotaggio continuo) per la verifica litostratigrafica locale.



Figura 13: Area oggetto di intervento caratterizzata da una morfologia pianeggiante caratterizzata dalla formazione alluvionale dell'Olocene

All'interno del settore oggetto di intervento (Impianto Fotovoltaico) e a seguito del rilevamento geologico eseguito, si ipotizza la seguente successione lito-stratigrafica. Dall'alto verso il basso, abbiamo:

- **Suolo superficiale:** costituita da terreno vegetale, presenta uno spessore ipotizzato in media pari a 0,50 m;
- **Depositi alluvionali terrazzati:** Ghiaie con subordinate sabbie – Sabbie e argille. Spessore ipotizzato pari a circa 4,0 – 6,0 metri. OLOCENE;
- **PIROCLASTITI DI SILIQUA:** Depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati, grossolanamente stratificati, costituiti da clasti angolosi, da metrici a centimetrici, di lava microvescicolata andesitica, porfirica con fenocristalli di Pl e Am. OLIGOCENE – MIOCENE;

- **ARENARIE DI SAN VITO (SVI):** Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.

Gli scavi previsti per la messa in opera degli interventi in progetto (linee elettriche in cavo sotterraneo – cabine elettriche – viabilità interna) andranno ad interessare le suddette formazioni litologiche (depositi alluvionali argillosi – sabbiosi e ghiaiosi), che caratterizzano l'intera area in esame e si presentano con un discreto grado di escavabilità.

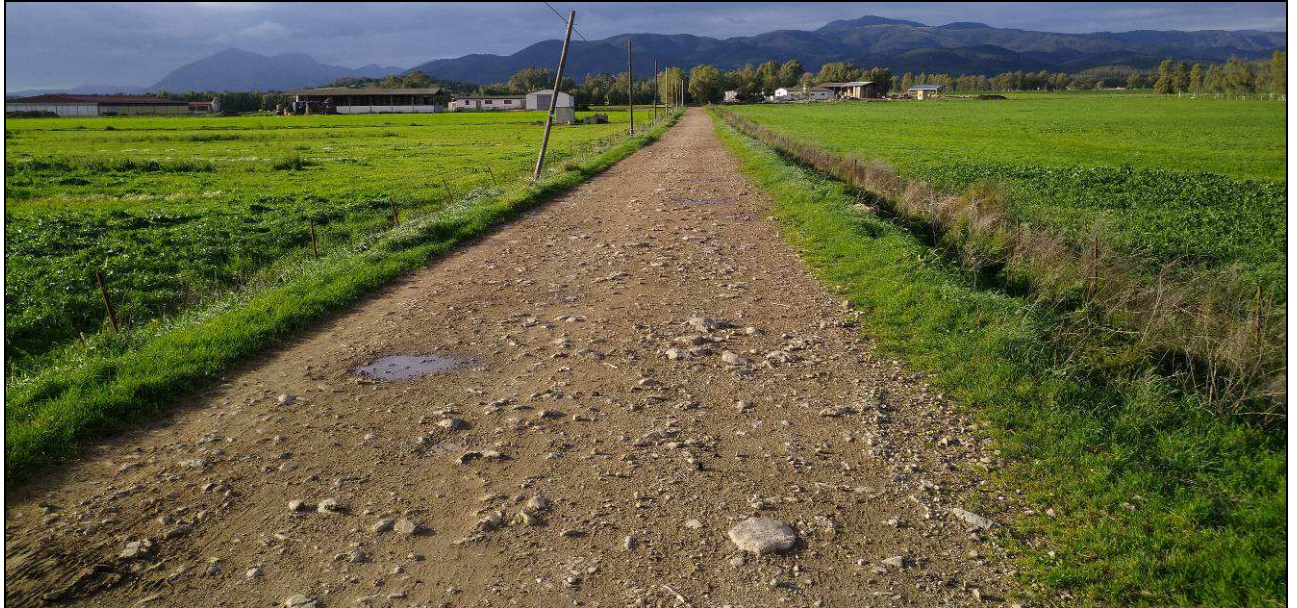


Figura 14: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Loc. Berlingheri



Figura 15: Loc. Maghedda Porcus – Sito caratterizzato dalla presenza di ciottoli e suolo argilloso

Per quanto riguarda invece il cavidotto in progetto, di seguito il quadro lito-stratigrafico:

Intervento	Litologia interessata
Cavidotto 36 kV in progetto	Materiale antropico – Sequenza pavimentazione stradale – Sequenza banchina stradale A fondo scavo molto probabilmente verranno intercettati i depositi alluvionali argillosi – sabbiosi e ghiaiosi



Figura 16: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Loc. Sabaru



Figura 17: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Acquas Callentis

Dott. Geologo Nicola Demurtas – Tel: +39 3291622067 - email: studionicolademurtas@gmail.com

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO: SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA

Lo studio idrogeologico del settore in esame è basato sull'analisi dei fattori che influenzano la dinamica della circolazione idrica sotterranea e superficiale. Essi sono la geologia, la struttura e la giacitura delle varie litologie affioranti, nonché la morfologia, la climatologia e la vegetazione. Anche le opere antropiche possono influenzare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo o facilitarne lo scorrimento superficiale.

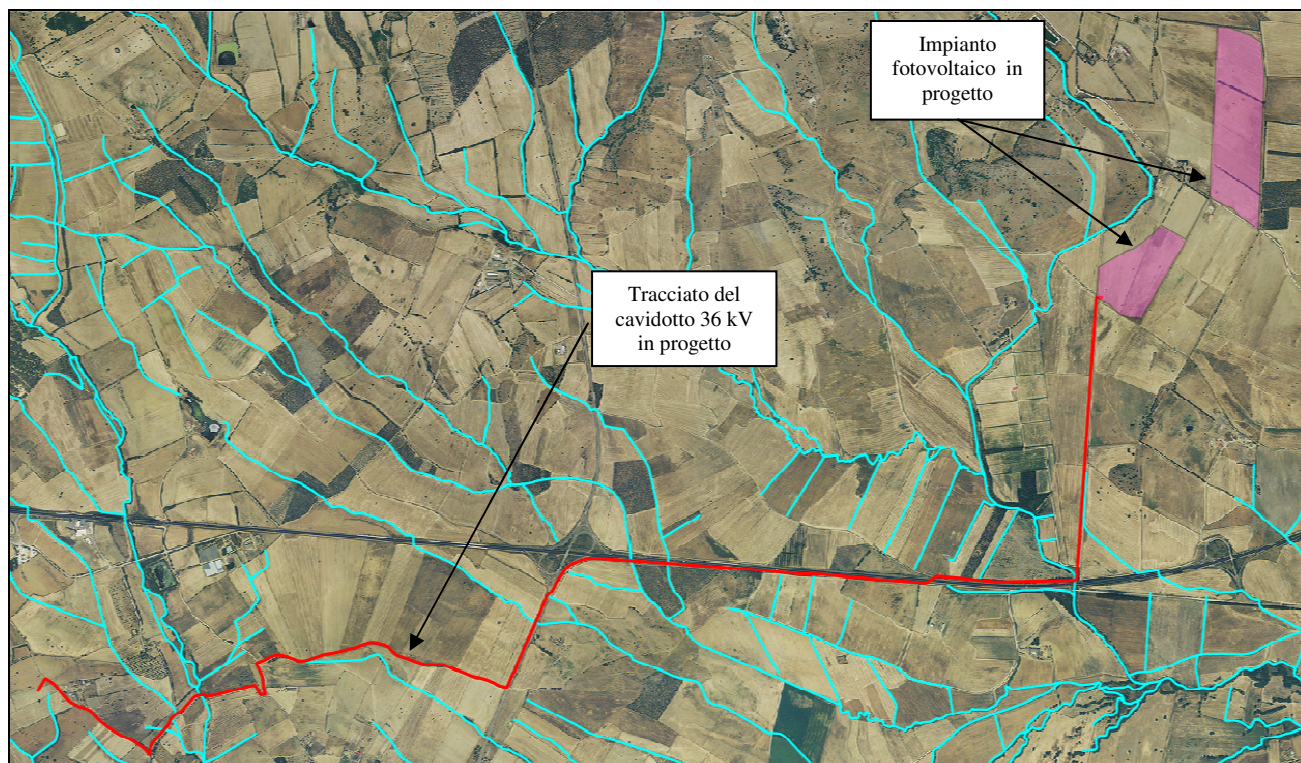


Figura 18: Immagine ortofoto – Territorio comunale di Siliqua e Musei /Area intervento e reticolo idrografico superficiale

Per quanto riguarda l'idrografia, i bacini idrografici principali di riferimento sono quelli appartenenti al: Riu Cixerri. Numerosi sono gli affluenti ricadenti all'interno dell'area oggetto di intervento.

Riu Cixerri

Il riu Cixerri trae origine dalle sorgenti settentrionali del massiccio del Sulcis, nel comune di Iglesias, e scorre per circa 46 km prevalentemente in direzione ovest-est sino al lago artificiale di Genna Is Abis. Oltrepassato lo sbarramento artificiale, il fiume si dirige verso sud e raggiunge lo stagno di Cagliari (denominato anche di Santa Gilla) dove sfocia a fianco del Flumini Mannu.

Il riu Cixerri riceve numerosi affluenti che drenano il versante meridionale del massiccio dell'Iglesiente e quello settentrionale del massiccio del Sulcis. Tra gli affluenti principali si segnalano in destra il rio di San Giacomo, il rio de su Casteddu e il rio Salamida (affluente diretto del lago artificiale) e in

sinistra il rio Arriali, il rio Forresu e il rio Cixerri su Topi presso Siliqua. Il lago di Genna Is Abis, determinato dallo sbarramento artificiale omonimo, è posto tra i centri abitati di Siliqua e Uta, a circa 12 km dalla foce.

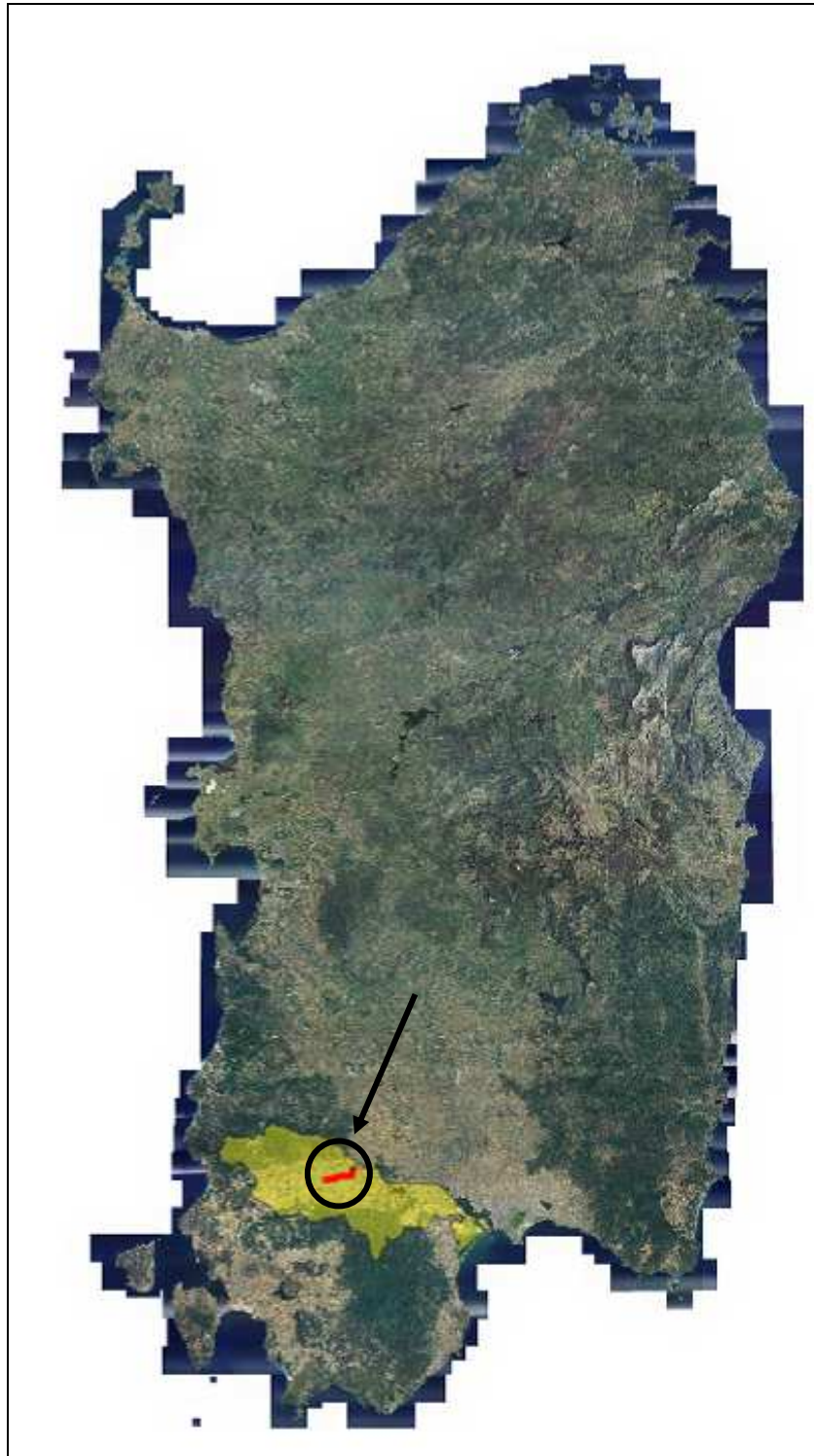


Figura 19: Area d'intervento su Ortofoto e delimitazione del bacino idrografico del fiume Cixerri (area gialla)

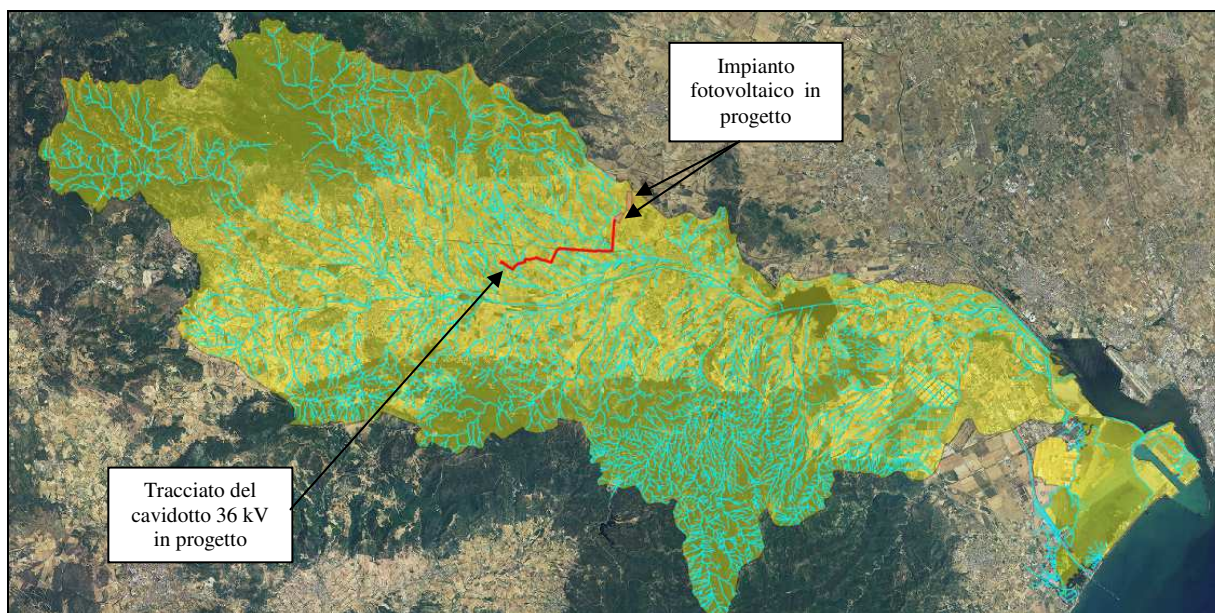


Figura 19 bis: DETTAGLIO - Area d'intervento su Ortofoto – Reticolo idrografico delimitazione e bacino del fiume Cixerri

Il corso d'acqua in esame, di lunghezza totale pari a circa 46 km, nasce poco a sud di Iglesias e percorre l'omonima valle in direzione W-E, con un andamento a tratti monocursale artificializzato; confluisce nella piana del Campidano dopo aver oltrepassato la soglia di Siliqua sfociando nello Stagno di Santa Gilla. L'asta del Cixerri si sviluppa all'interno di un dominio prevalentemente alluvionale in una valle ampia (depressione di origine tettonica), debolmente incisa, delimitata da bordi netti e ripidi con un alveo a debole pendenza caratterizzato da un ridotto trasporto solido.

L'analisi su ortofotocarta effettuata lungo il riu Cixerri ha evidenziato dal punto di vista geomorfologico cinque tratti omogenei ben distinti.

Il primo tratto si presenta interamente rettificato e canalizzato, con sezione trapezia, per una lunghezza di circa 7 km dalla località Furriadroxiu Cadeddu fino alla confluenza con il riu Arriali, affluente secondario di sinistra.

Non sono presenti paleoalvei potenzialmente riattivabili, mentre sono invece frequenti e fittamente distribuiti i canali e i solchi di erosione, riattivabili in caso di eventi di piena eccezionale. In corrispondenza della confluenza in sinistra idrografica con il riu Arriali, si riscontra un consistente allargamento della piana alluvionale, fino a 1.500 m circa, che ospita numerose forme di erosione testimonianti il passaggio delle correnti di piena.

Il secondo tratto si estende dalla confluenza con il riu Arriali alla località Campu Foras. Il tratto ha la conformazione di un corso d'acqua naturale, privo di opere idrauliche, che scorre all'interno di una vasta valle (larga circa 1.000 m) con debole pendenza, definita dai versanti che delimitano la Fossa del Cixerri.

L'alveo tende alle caratteristiche di tipo ramificato e risultano individuabili sul fondovalle numerose evidenze di canali di erosione, canali riattivabili e di forme relitte.

Nel terzo tratto, sino alla confluenza nel lago artificiale di Genna Is Abis, l'alveo è regimato mediante interventi di rettifica del tracciato planimetrico, risagomatura della sezione trasversale e stabilizzazione del profilo di longitudinale mediante numerosi salti di fondo. Riceve tre affluenti principali: in sinistra idrografica il riu Cixerri u Topi e in destra idrografica il riu San Giacomo e il riu de su Casteddu.

Le aree golenali sono occupate da una rete di canali e rii minori che scorrono parallelamente all'asta principale (come il Canale Narboa Sarais in destra idrografica) e risultano inoltre interessate da numerose forme d'erosione fluviale.

Nel quarto tratto, a valle del lago, l'alveo riprende una conformazione naturale, in assenza di opere idrauliche, con tipologia monocursale sinuosa tendente al meandriforme. Persistono fenomeni erosivi attivi sulle sponde e l'alveo risulta discretamente inciso ma non presenta evidenze di un'evoluzione planimetrica significativa in atto.

Il quinto tratto, dallo sbocco nella pianura del Campidano alla foce, il corso d'acqua diventa completamente regimato da interventi di sistemazione idraulica (arginature e difese di sponda). Con l'inizio delle arginature su entrambe le sponde, viene a mancare quasi completamente l'erosione spondale; al di fuori di esse, in particolare in sponda destra presso la località sa Tierra de Uta, sono visibili solchi di erosione, canali di erosione riattivabili e alvei abbandonati che costituiscono le tracce di antichi eventi alluvionali. Nonostante la presenza delle arginature queste forme possono essere riattivabili in caso di eventi di piena eccezionali.

Il bacino è stato suddiviso in 14 sottobacini definiti come di seguito rappresentato, con le sezioni di chiusura coincidenti con quelle di rilievo topografico.

Sottobacino	Descrizione	Sezione
A	sottobacino di testata Riu Cixerri	07_CX_078
B	Valle confluenza riu Trullu e riu Gibarra	07_CX_074
C	Valle confluenza riu Santu Tomeu	07_CX_066
D	Valle confluenza riu S. Giovanni	07_CX_063
E	Intermedio	07_CX_060
F	Valle confluenza riu Forresu	07_CX_054
G	Intermedio	-
H	Valle confluenza riu Masi	07_CX_040
I	Valle confluenza riu Salixi Nieddu	07_CX_031
L	Valle confluenza riu S. Giuseppe	07_CX_029
M	Monte invaso Genna Is Abis	07_CX_022
N	Valle invaso Genna Is Abis	07_CX_020
O	Intermedio	07_CX_008
P	Confluenza in Flumini Mannu	07_CX_001

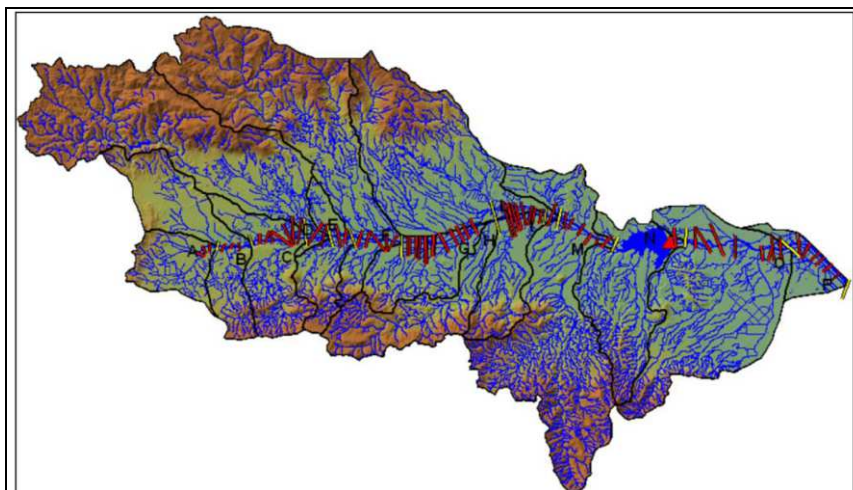


Figura 20: Bacino idrografico del riu Cixerri e i relativi sottobacini

Sezione	Area [km ²]	Q(T2) [m ³ /s]	Q(T50) [m ³ /s]	Q(T100) [m ³ /s]	Q(T200) [m ³ /s]	Q(T500) [m ³ /s]
A	15,5	13	59	77	96	123
B	48,5	50	194	247	302	379
C	72,5	70	252	317	386	479
D	154,2	48	354	431	507	607
E	170,0	52	387	471	555	665
F	247,9	74	548	668	786	942
G	269,3	80	592	721	848	1.016
H	296,7	87	647	788	928	1.112
I	315,5	92	685	834	982	1.177
L	371,9	107	797	971	1.143	1.370
M	451,2	128	953	1.161	1.367	1.638
N	487,0	138	1.023	1.246	1.466	1.757
O	556,8	156	1.157	1.410	1.659	1.988
P	566,3	158	1.176	1.432	1.686	2.020

Schema della circolazione idrica sotterranea

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla alta permeabilità della unità dalla formazione sedimentaria sabbiosa - ghiaiosa dell'Olocene - Pleistocene (alluvioni), dalla medio – bassa permeabilità della formazione vulcanica di tipo ignimbrico, dalla bassa permeabilità della successione sedimentaria paleogenica del Cixerri e dalla medio – bassa permeabilità della formazione metamorfica del Paleozoico.

Litologie caratterizzanti il macro settore:

- b / bb / ba / bna / bnb / bc/ / bnc/ PVM2a / PVM2b Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti (OLOCENE - PLEISTOCENE);

SQA PIROCLASTITI DI SILIQUA. Depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati, grossolanamente stratificati, costituiti da clasti angolosi, da metrici a centimetrici, di lava microvescicolata andesitica, porfirica con fenocristalli di Pl e Am. OLIGOCENE – MIOCENE;

FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE;

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. CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.

In assenza di dati ricavati da prove di emungimento e/o di portata eseguibili su pozzi prossimi all'area in studio, e in assenza di risultati da prove di laboratorio realizzate su campioni di terreno indisturbati, sono stati assunti dei parametri medi di conducibilità idraulica (capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo), tipici di queste formazioni, al fine di valutare le caratteristiche idrogeologiche delle unità litologiche riscontrate durante il rilevamento geologico di campo.

Bisogna precisare che le unità idrogeologiche riscontrate sono interessate da una permeabilità K, che, in alcuni casi è per porosità e in altri per fessurazione.

Per quanto riguarda il complesso sedimentario di tipo alluvionale, il quale rappresenta la litologia predominante nella macro area in esame, siamo in presenza di valori di permeabilità K elevati, compresi tra 10-3 - 10-5 m/s. Per quanto riguarda il complesso vulcanico, siamo in presenza di due valori di permeabilità, uno per il complesso sano massivo o alterato - argillificato, 10-9 -10-11 m/s, e il secondo relativo ad un acquifero interessato da sistemi di fratture, quindi con una K compresa tra 10-5 -10-7 m/s. Per quanto riguarda infine il complesso sedimentario relativo alla formazione del Cixerri, siamo in presenza di valori di permeabilità K bassi, compresi tra 10-9 -10-11 m/s.

Per quanto riguarda il complesso metamorfico, siamo in presenza di due valori di permeabilità, uno per il complesso sano massivo, 10-9 -10-11 m/s, e il secondo relativo ad un acquifero interessato da sistemi di fratture, quindi con una K compresa tra 10-5 -10-7 m/s.

In definitiva, sono stati riconosciuti tre complessi idrogeologici principali, riferiti al Quaternario (alluvioni), al Cenozoico (depositi di flusso piroclastico) e al Paleozoico (metarenarie).

Nel secondo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde (vulcanico - metamorfico), probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione del Cixerri, invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente.

Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali, si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 2,0 - 4,0 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali.

Relativamente al sito oggetto di intervento, in base a studi eseguiti in zone limitrofe all'area d'intervento, e in base alla misura del livello della falda idrica freatica rilevato in un pozzo presente limitrofo all'area oggetto di intervento, si può confermare la presenza di un acquifero freatico superficiale impostato

sulle alluvioni quaternarie. La soggiacenza rilevata, tramite freatimetro, è risultata pari a 3.70 m da p.c. alla data di rilevamento (09.01.2023).

Tale valore rappresenta il livello statico medio della falda idrica nei periodi di medio apporto idrico da parte delle precipitazioni medie stagionali, ed essendo freatica risente in maniera più o meno rapida delle infiltrazioni delle stesse.



Interferenza con il reticolo idrografico superficiale:

Come detto in precedenza, l'area relativa all'impianto fotovoltaico in progetto non viene interessata dal reticolo idrografico superficiale. Non ci sono interferenze con i corpi idrici superficiali o compluvi naturale di raccolta acque. Per quanto concerne infine il cavidotto 36 kV in progetto, si ribadisce che verrà interessato il reticolo idrografico superficiale in nove punti del suo tracciato. Verranno attraversati in modalità sotterranea sub – alveo (tramite TOC o in alternativa scavo a cielo aperto).

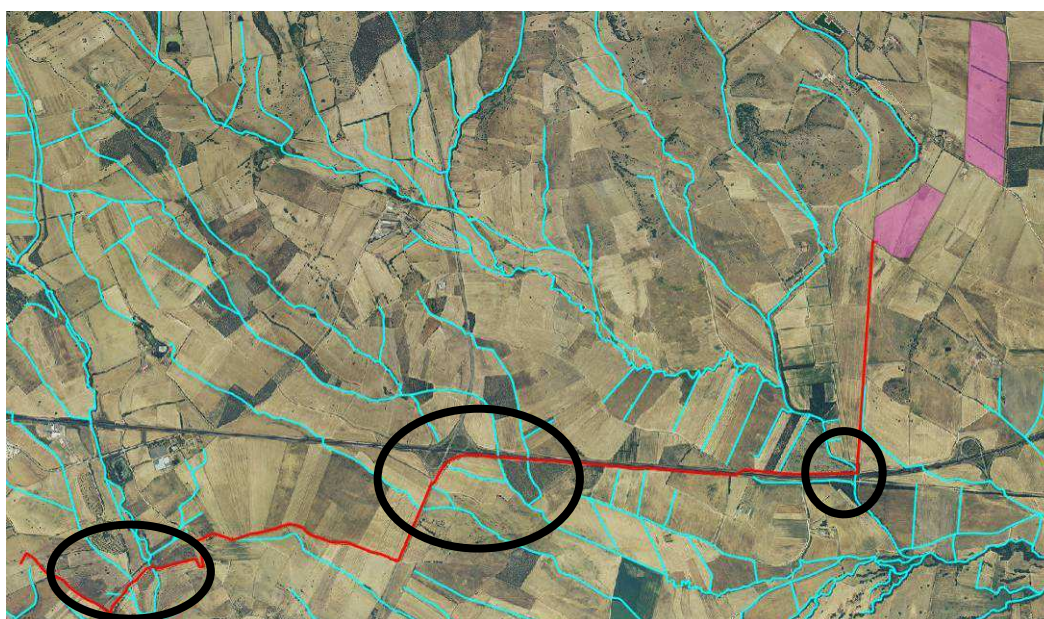


Figura 21: Area d'intervento su ortofoto – Tracciato del cavidotto 36 Kv in progetto e relativi attraversamenti dei corsi d'acqua (nove in totale)

7. INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE

Il rischio sismico è definibile come l'incrocio tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio).

Il sistema della classificazione sismica (e le mappe da esso previste) è finalizzato a fornire un livello di riferimento convenzionale delle forze sismiche rispetto al quale i manufatti vanno progettati per poter rispondere alle sollecitazioni senza collassare.

Detti criteri sono riportati nell'allegato al D.M. 17 gennaio 2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" come già nella versione (NTC 2008) e dell'O.P.C.M. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" nella quale venivano individuate 4 zone sulla base dei 4 valori di accelerazioni orizzontali (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico indicati nelle Norme Tecniche (allegati 2, 3,4). Secondo la normativa sismica indicata nel D.M. 14.01.2018 si deve far riferimento alle locazioni delle opere riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale.

La sismicità della Regione Sardegna risulta molto bassa, sia i dati storici che quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base, pertanto, nelle NTC 2008 (cfr. Allegato B, Tabella 2) si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore uniforme di accelerazione orizzontale massima al bedrock (ag), come riportato in Tabella :

TABELLA 2: Valori di a_g , F_0 , T_c^* per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardinia, Lampedusa, Linosa, Ponza, Fannarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,256	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,88	0,371	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,243	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,832	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,59	0,400	0,661	2,50	0,490	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,59	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,320	2,70	0,400	0,538	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Galina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Nella tabella viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi tramite i parametri di a_g , F_0 , T_c^* per vari tempi di ritorno (TR).

- a_g = accelerazione massima orizzontale del sito;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone” all’allegato 1.A sono individuate quattro zone sismiche con accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

L’O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 classifica l’intero territorio nazionale dal punto di vista sismico, includendo tutta la Sardegna all’interno della zona 4. A tale zona corrisponde un’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni inferiore a 0,05 (ag/g). Questo si traduce in un’accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,05 (ag/g) riferita a suoli molto rigidi.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Poichè tutta la Sardegna ricade all’interno della zona 4, anche il sito in progetto rientra all’interno della medesima classe.

La caratterizzazione sismogenetica dell’area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall’INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004). Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro maggiormente completo e aggiornato a livello nazionale.



Zonazione Sismogenetica

L’analisi dei risultati riportati nella ZS9 evidenzia che il settore studiato non è caratterizzato da alcuna area sorgente di particolare rilievo, che l’accelerazione sismica potenziale di base è inferiore a 0.08 m/sec mentre l’intensità sismica ricade nel IV° grado della scala MCS.

8. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE

Acque superficiali e sotterranee

Fase di cantiere

L'intervento in progetto rispetto a corpi idrici superficiali e acque sotterranee non genererà nessun tipo d'inquinamento e consumo.

Con la costruzione dell'impianto non verrà modificata la morfologia del terreno né sarà alterato il normale decorso delle acque meteoriche e non si prevede l'esecuzione di sbancamenti, di riporti e di eventuali interventi e/o opere di sistemazione complessiva dell'area interessata dall'impianto stesso.

Non saranno prodotti scarichi di nessun tipo, né di natura civile, né industriale. Inoltre l'impianto, non prevedendo impermeabilizzazioni di nessun tipo, non comporta variazioni in relazione alla permeabilità e regimazione delle acque meteoriche. La costruzione dell'impianto dunque non comporterà alcuna perturbazione dell'attuale regime naturale di assorbimento del suolo, e di deflusso delle acque meteoriche verso gli attuali recettori naturali e non produrrà alcun impatto contaminante sulle acque superficiali e sotterranee.

Fase di esercizio

Questa condizione resterà invariata anche durante la fase di esercizio, in quanto l'acqua piovana scorrerà lungo i moduli fotovoltaici che eseguono spostamenti rotazionali giornalieri programmati, per poi ricadere sul terreno alla base dei moduli stessi. L'approvvigionamento idrico per la pulizia dei moduli fotovoltaica verrà effettuato mediante autobotte contenente acqua demineralizzata senza uso di detergenti.

Inoltre, i moduli saranno montati su delle strutture metalliche. La distanza tra le stringhe è indicata nelle tavole progettuali. La distanza prevista sarà tale da permettere un regolare deflusso delle acque anche sulla superficie permeabile (si eviterà la concentrazione di scarichi idrici, che potrebbe generare erosione incanalata – si avrà un regolare e omogeneo deflusso laminare sulla superficie permeabile). Le stradine interne saranno realizzate in materiali permeabili, che permette un regolare deflusso delle acque meteoriche, anche in questo caso impedendo la formazione di fenomeni d'erosione incanalata.

In corrispondenza della parte con maggiore pendenza dell'area di impianto verranno realizzate apposite canalizzazioni e canali di scolo per il corretto deflusso dell'acqua piovana verso la parte bassa dell'impianto.

In definitiva per la componente ambientale Acqua, non si individuano impatti significativi.

Suolo e sottosuolo

Fase di cantiere

Con la realizzazione dell'impianto in progetto avremo un consumo temporaneo e reversibile del suolo.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla meccanica delle terre/rocce, Lo studio geotecnico del terreno e le prove di trazione e spinta laterali daranno il valore più giusto della profondità a cui infiggere i profili. Queste prove saranno realizzate in tutta l'area occupata dai pannelli fotovoltaici (tracker) al fine di considerare tutte le variazioni e caratteristiche del terreno stesso.

Fase di esercizio

Nel corso della vita operativa dell'impianto, i terreni sui quali sorgerà l'installazione, saranno del tipo prato permanente.

Nel dettaglio, l'installazione dell'impianto fotovoltaico a terra in progetto avrà un'estensione territoriale pari a circa 30,0 ha (coperti dalle stringhe fotovoltaiche). Per il fissaggio delle strutture di supporto al suolo non si prevede la realizzazione di nessuna struttura permanente di fondazione. La struttura di supporto sarà fissata al terreno per mezzo di profili metallici infissi direttamente fino ad una profondità sufficiente per ottenere la stabilità e la resistenza adeguata.

L'effetto d'impermeabilizzazione prodotto dall'impianto riguarderà solo una percentuale limitata di suolo, considerando che i pannelli scaricheranno le acque di pioggia a terra, dunque l'impatto sarà dovuto esclusivamente alle cabine elettriche di dimensioni ridotte.

Non si prevedono movimenti terra che possano alterare la forma attuale del terreno. Saranno effettuati degli scavi per il posizionamento dei cavidotti che verranno poi rinterrati e per l'alloggiamento del basamento della cabina elettrica.

In definitiva per la componente ambientale Suolo e Sottosuolo, non si individuano impatti significativi.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area in esame, di futura realizzazione dell'Impianto fotovoltaico, è ubicata all'interno del territorio comunale di Siliqua (SU). Precisamente nella zona agricola ubicata in prossimità del territorio comunale di Vallermosa (SU). La suddetta area dista dal centro abitato di Siliqua circa 2,25 km e circa 3,9 km dal centro abitato di Vallermosa. Il tracciato del cavidotto in progetto interessa il territorio comunale di Siliqua (SU) e Musei (SU).

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l'area in oggetto riferita all'Impianto fotovoltaico in progetto è situata all'interno del Sub-bacino n.7 “Flumendosa – Campidano - Cixerri”. Di seguito il quadro territoriale e vincolistico completo:

Intervento	Territorio comunale interessato	Vincolo PSFF	Vincolo PGRA	Vincolo PAI Hi	Vincolo PAI Hg	Vincolo PAI Art. 30 ter	Vincolo PAI Hg Art.8 c.2 Siliqua	Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Siliqua
Cavidotto 36 kV	Siliqua Musei	Fascia C	-	Hi4	-	Classe Hi4 molto elevata Comune Musei	Hg0	Hi4
Impianto fotovoltaico	-	Fascia C	-	-	-	-	Hg0	Hi1

L'area in esame, sottende un complesso geologico di età quaternaria, cenozoica e paleozoica, costituito dalle alluvioni terrazzate del Quaternario (Olocene – Pleistocene), dalle formazioni litologiche vulcaniche appartenenti principalmente al Distretto vulcanico di Siliqua, e infine dalle formazioni litologiche del Paleozoico appartenenti alla “Successione sedimentaria Pre e Post "Discordanza Sarda".

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, sono stati riconosciuti tre complessi idrogeologici principali, riferiti al Quaternario (alluvioni), al Cenozoico (depositi di flusso piroclastico) e al Paleozoico (metarenarie). Nel secondo – terzo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde (vulcanico - metamorfico), probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione del Cixerri, invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente. Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali, si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 2,0 - 4,0 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali.

I lavori di scavo previsti potrebbero interessare la suddetta falda freatica.

Infine bisogna mettere in evidenza che i suddetti depositi argillosi superficiali, quando presenti, danno spesso origine ad accumuli superficiali di acqua (pozze d'acqua nei periodi interessati da eventi pluviometrici) e relativo ristagno.

Relativamente al reticolo idrografico superficiale, si conferma inoltre che il territorio interessato dall'impianto fotovoltaico in progetto, non è attraversato da aste fluviali.

Come illustrato nei paragrafi precedenti, a seguito della analisi preliminare prevista, i lavori in esame riguardano litologie caratterizzate nel complesso da sufficienti condizioni di stabilità. Lo studio e le considerazioni esposte mostrano che il progetto, in fase di elaborazione del SIA (Studio di Impatto Ambientale), è compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area studiata.

Infine, relativamente alle fasi esecutive, di seguito alcune precauzioni da adottare:

- In fase di apertura degli scavi, che potranno essere eseguiti con le normali macchine di movimento terra, si avrà cura di non abbandonare a lungo il fronte aperto. Dovrà essere inoltre preventivamente realizzato a monte delle zone di sbancamento un fosso di guardia per evitare, in caso di piogge insistenti, ruscellamenti verso lo scavo che potrebbero causare smottamenti superficiali;

- Gli scavi, seppure di modesta entità, verranno messi in sicurezza durante le lavorazioni e verranno colmati per interrare i manufatti realizzati;

- Si consiglia la realizzazione dell'intervento in progetto nei mesi estivi e quindi in presenza di precipitazioni scarse o assenti.

Febbraio 2023

Dott. Geologo Nicola Demurtas