

REGIONE SARDEGNA

Provincia di Nuoro

MACOMER | BORORE

Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp denominato "SINDIA" sito nei Comuni di Macomer e Borore (NU)

Località "Cherbos"

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

OGGETTO

SIN-IAR10

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOMORFOLOGICA

ELABORATO

CODICE ELABORATO

Data	Revisione	Descrizione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Novembre 2022	00	Emissione per procedura di VIA	Dott. Geol. Nicola Demurtas	Dott.Agr. P. Vasta	Enerland Italia

TEAM PROGETTAZIONE:

Dott. Agr. Patrick VASTA
Ing. Annamaria PALMISANO
Dott.ssa Ilaria Castagnetti
Ing. Emanuele CANTERINO
Dott. Claudio BERTOLLO
Dott. Guglielmo QUADRIO



PROGETTO:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO SINDIA

GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Geol. Nicola DEMURTAS
Iblarchè:
Dott. Rosario PIGNATELLO
BCF:
Ing. Fabio Massimo CALDERARO
Ing. Vincenzo BUTTAFUOCO
E-Prima
Arch. Rosella APA

Dott. Biol. Agnese Elena Maria CARDACI
Dott. Agr. Gaetano GIANINO
Ing. Graziella TORRISI
Ing. Gianluca VICINO

PROPONENTE:

**Energia Pulita Italiana 8
s.r.l.**



SEDE LEGALE:

Via del Rondone, 3
40122 - Bologna (BO)

REFERENTE:

Diego Gonzalez Caceres

DATA: **02/11/2022**

PROGETTAZIONE:

ENERLAND ITALIA

COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE:

Dott.Agr. Patrick VASTA

FIRMA:

SCALA:

Varie

FORMATO:

A4

INDICE

1 - PREMESSA	1
2 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO	2
3 - DESCRIZIONE INTERVENTO DA REALIZZARE	9
4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE	12
5 - CARATTERI STRATIGRAFICI LOCALI	16
6 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	19
7 - INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE	22
8 – LINEAMENTI CLIMATICI	24
9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	26

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

1. PREMESSA

Su richiesta del committente, società ENERLAND ITALIA 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 “Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato “SINDIA” sito nel Comune di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”.

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 del Parco Agrivoltaico Avanzato, è ubicata all’interno del territorio comunale di Borore (NU) e Macomer (NU), precisamente nella zona agricola ubicata in corrispondenza del passaggio tra i due limiti territoriali (località Cherbos). La suddetta area dista dal centro abitato di Borore circa 3,0 km e circa 2,4 km dalla Zona Industriale di Macomer.

Il tracciato del cavidotto in progetto interessa il territorio comunale di Borore (NU) e Macomer (NU).

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.I.I..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 del Parco Agrivoltaico Avanzato, è ubicata all'interno del territorio comunale di Borore (NU) e Macomer (NU), precisamente nella zona agricola ubicata in corrispondenza del passaggio tra i due limiti territoriali (località Cherbos). La suddetta area dista dal centro abitato di Borore circa 3,0 km e circa 2,4 km dalla Zona Industriale di Macomer.

Nella Carta d'Italia (I.G.M.) in scala 1:25.000, l'area in esame ricade nel foglio n° 498 sez. III – 515 sez. IV, mentre nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio n° 498 sez. 130 – 140, n°515 sez. 020. Le coordinate chilometriche del baricentro dell'area in esame, riferite alla quadrettatura chilometrica Gauss Boaga, sono rispettivamente: E 1479197,45 - N 4450424,55. L'altimetria del suddetto baricentro è di circa 430,0 m s.l.m..

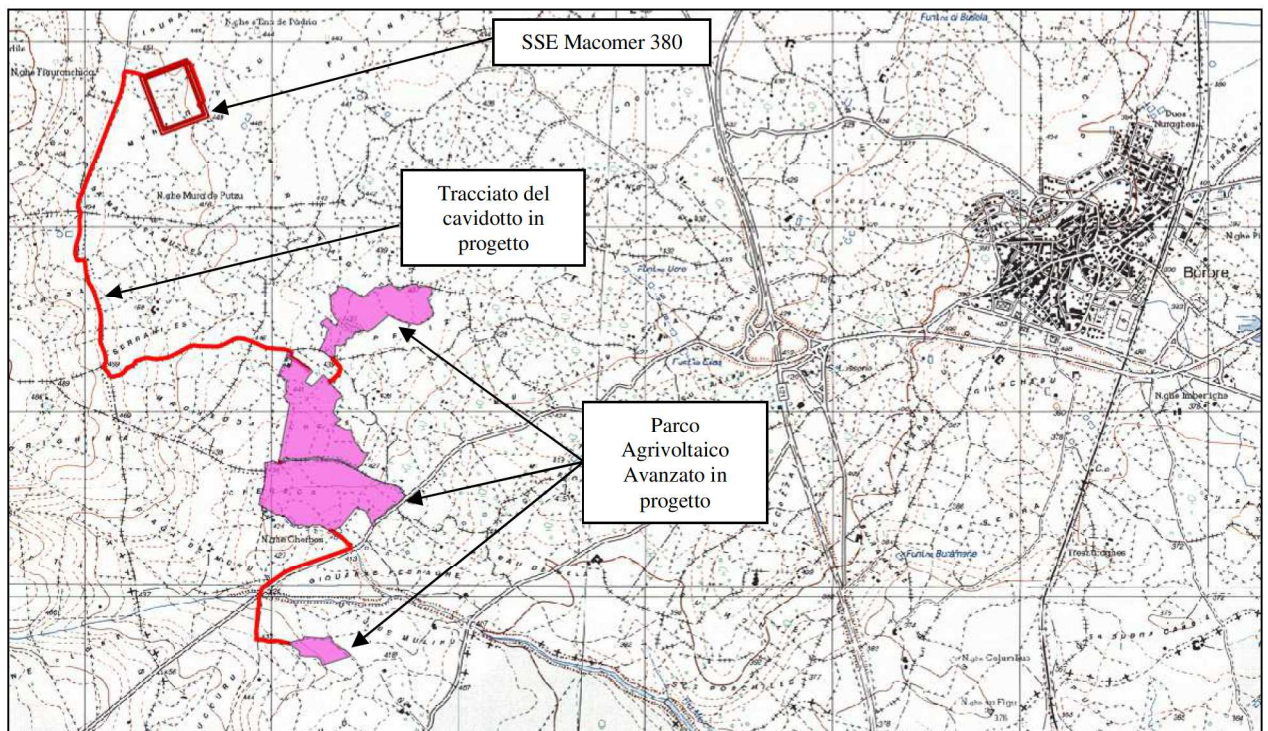


Figura 1: Area di intervento su cartografia I.G.M.

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l'area in oggetto riferita al Parco Agrivoltaico Avanzato, situata all'interno del Sub-bacino n.2 “Tirso”, non viene interessata dalle seguenti perimetrazioni:

PAI frane - Vincolo assente

PSFF – Vincolo assente

PGRA idraulico – Vincolo assente

PAI frane Hg Art. 8 c.2 – Hg0

PAI idraulico Hi Art. 8 c.2 – Vincolo assente

PAI idraulico Hi Art. 30 ter fasce di salvaguardia di Horton Strahler – Vincolo assente

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.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

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.2 “TIRSO” e nello specifico allegati e tavole PSFF del Sub-bacino n° 3, 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.

Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato "Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"

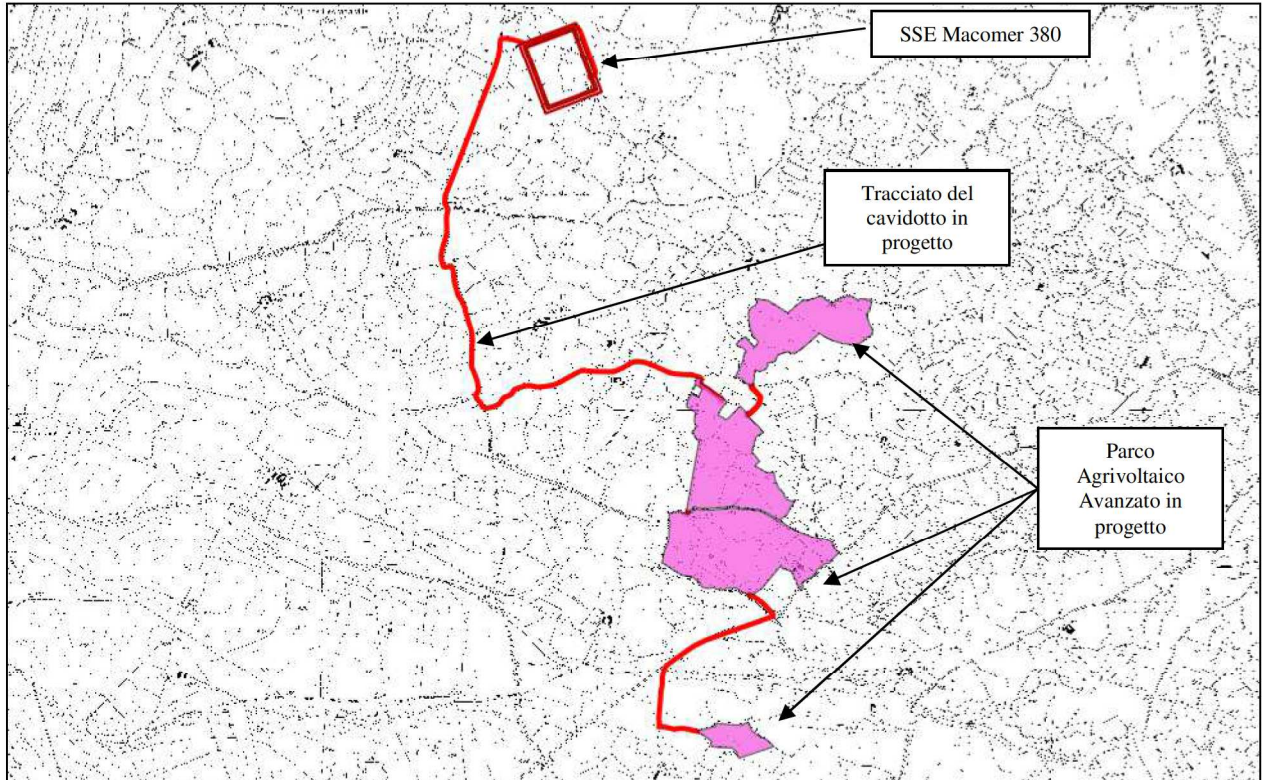


Figura 2: Area d'intervento su C.T.R.

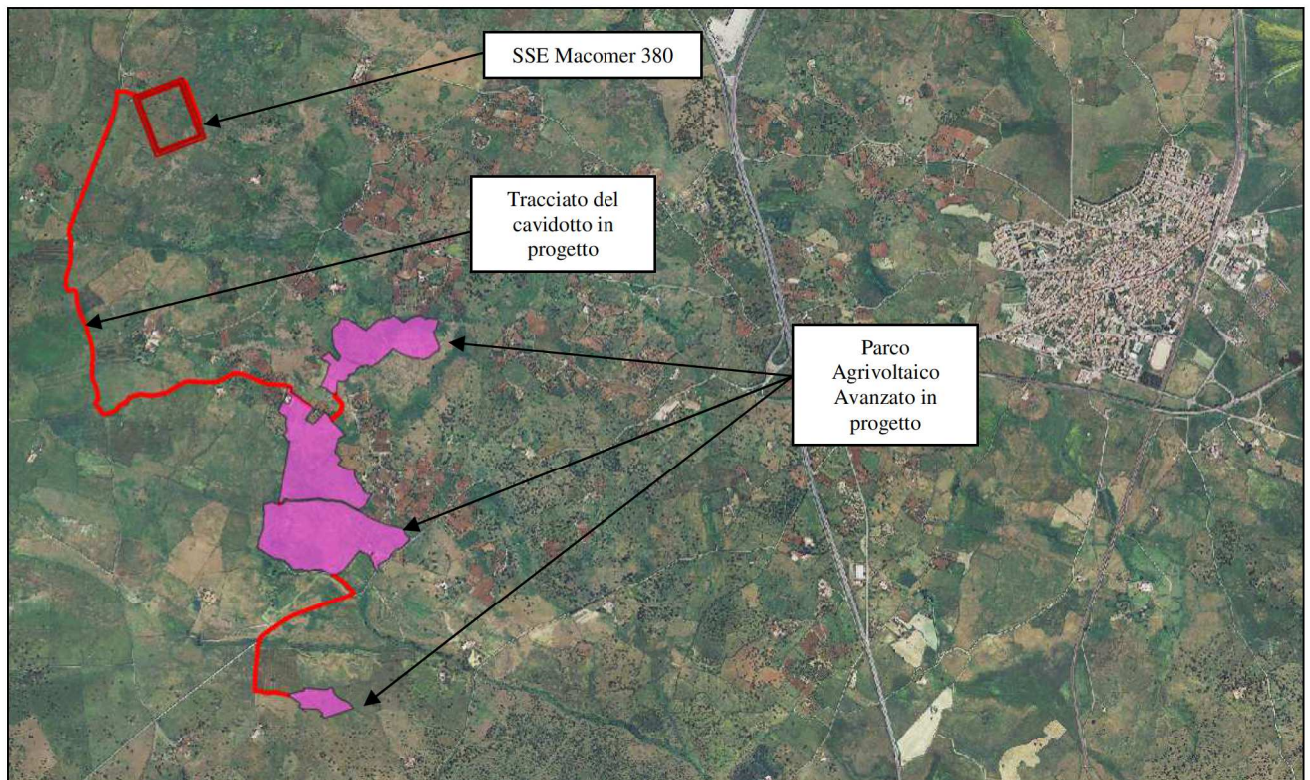


Figura 3: Area d'intervento su ortofoto

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
"Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"**

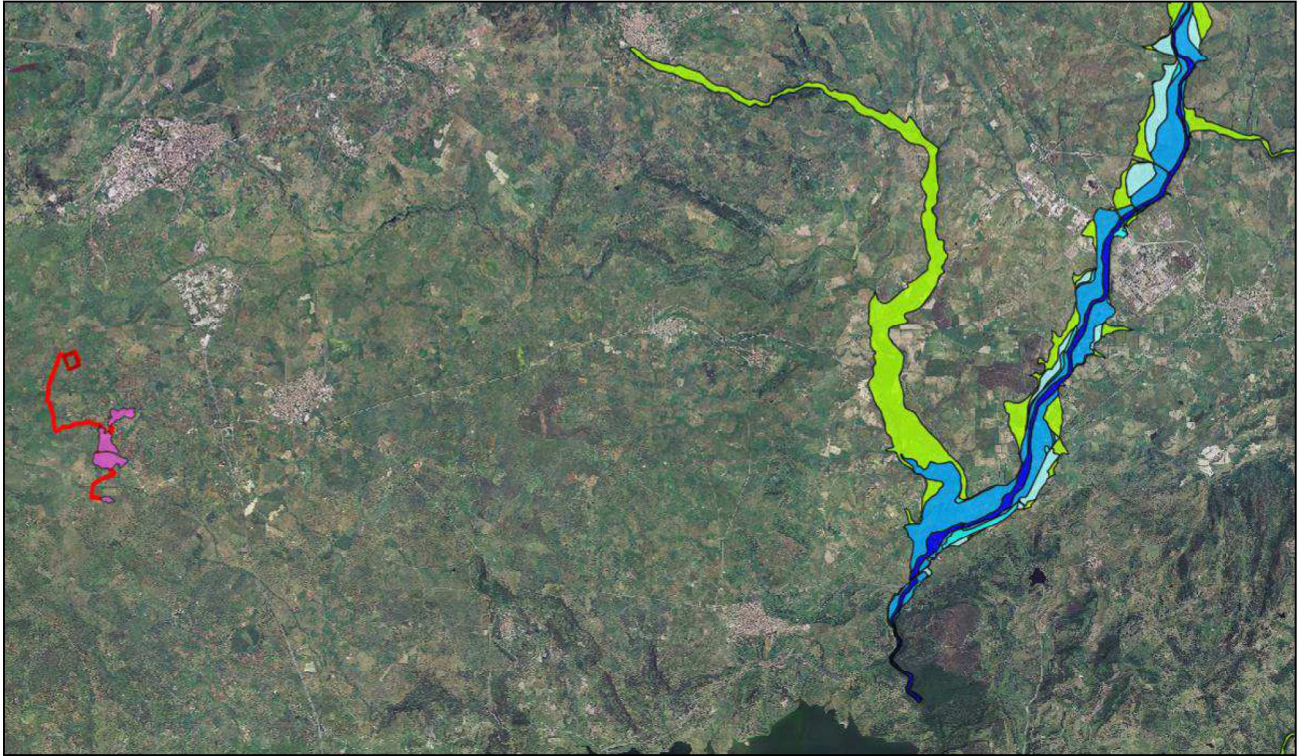


Figura 4: Area d'intervento su ortofoto (area magenta e tracciato cavidotto) – Vincolo P.S.F.F.

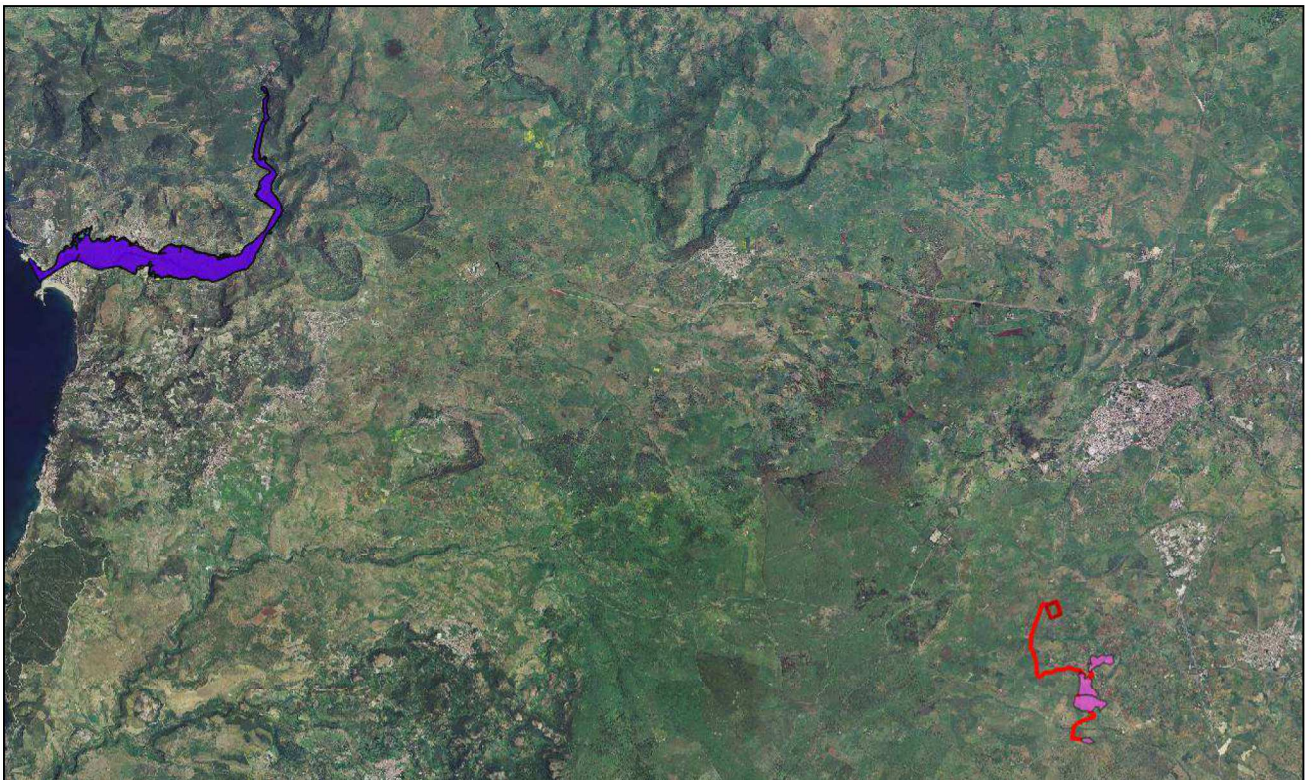


Figura 5: Area d'intervento su ortofoto (area magenta e tracciato cavidotto) – Vincolo P.G.R.A.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
"Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"**

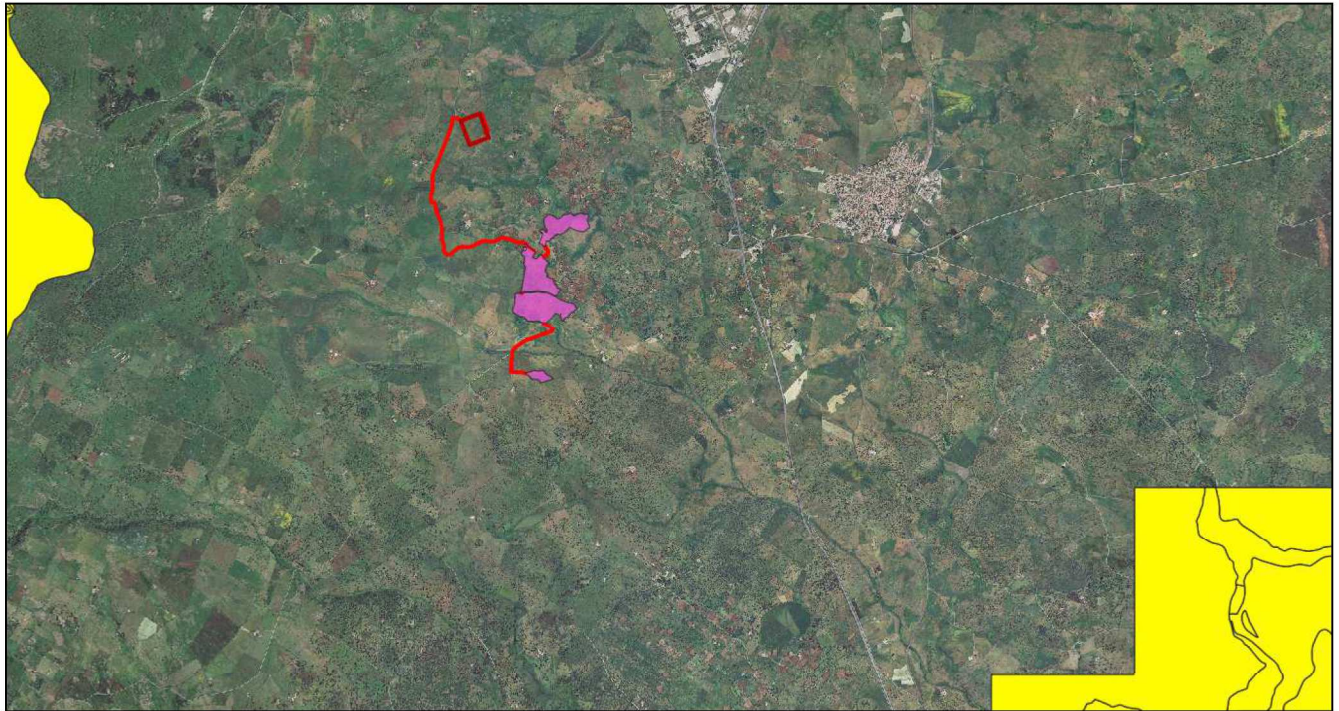


Figura 6: Area d'intervento su ortofoto (area magenta e tracciato cadauto) – Vincolo PAI Hg franoso

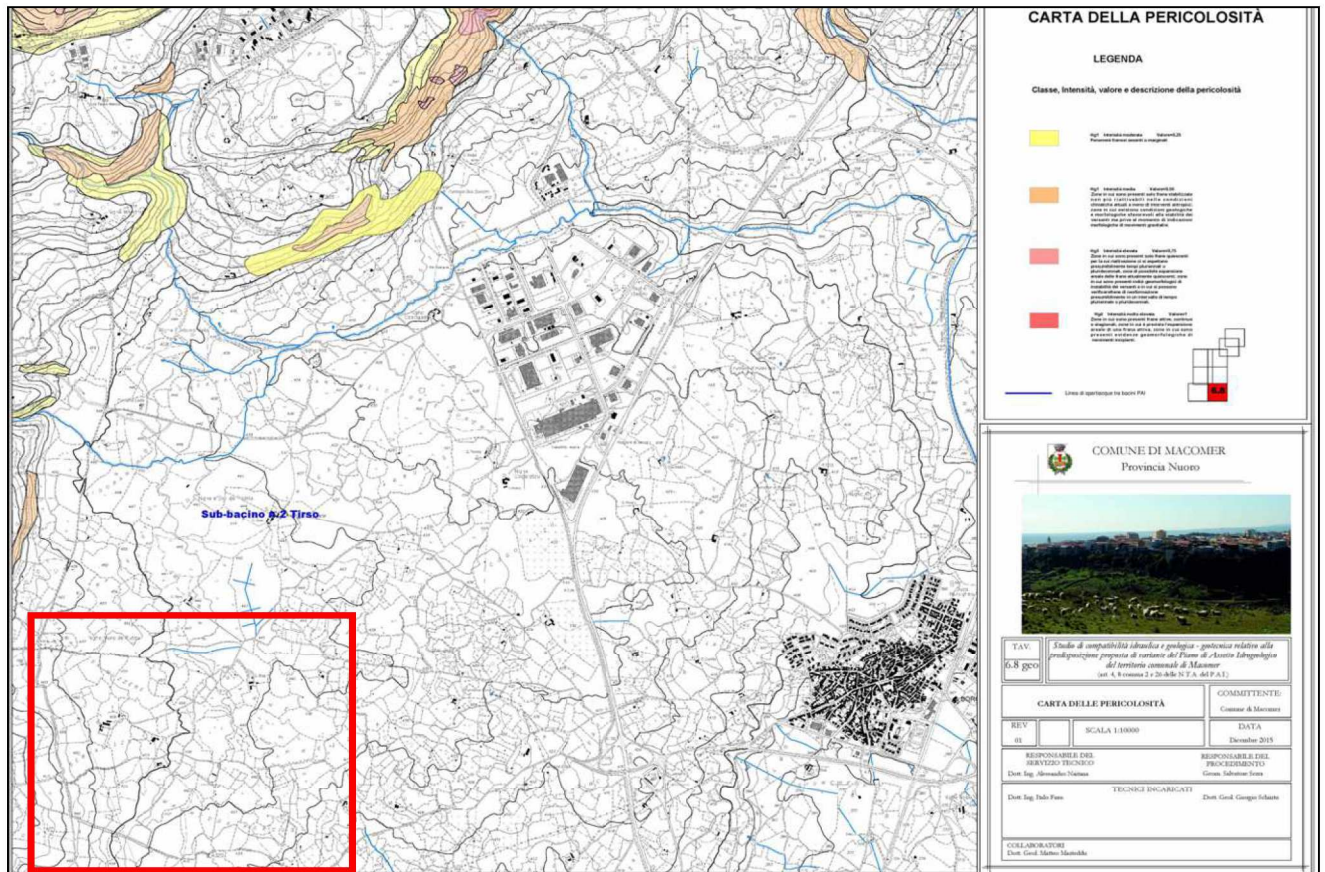


Figura 7: Area d'intervento su C.T.R. (rettangolo rosso) – Vincolo PAI Hg franoso Art. 8 c.2 MACOMER

Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
"Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"

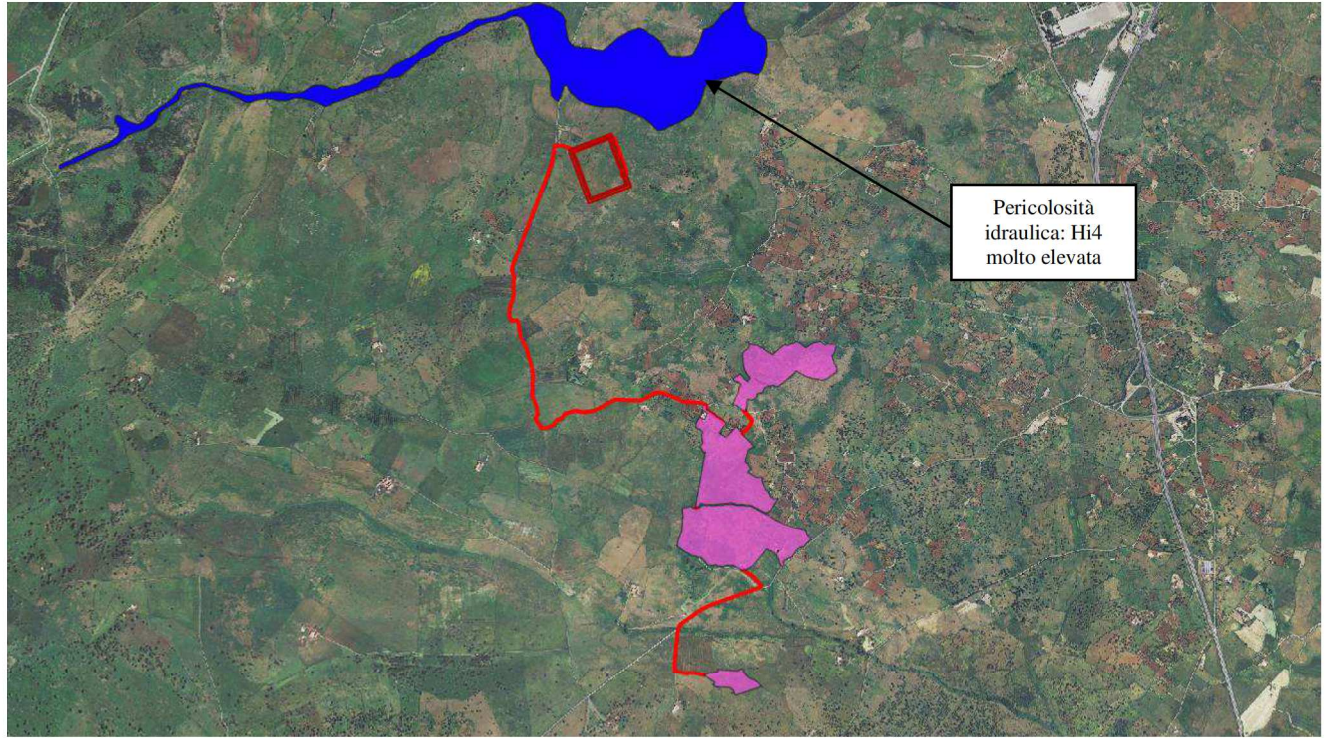


Figura 8: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo PAI Hi idraulico Art. 8 c.2

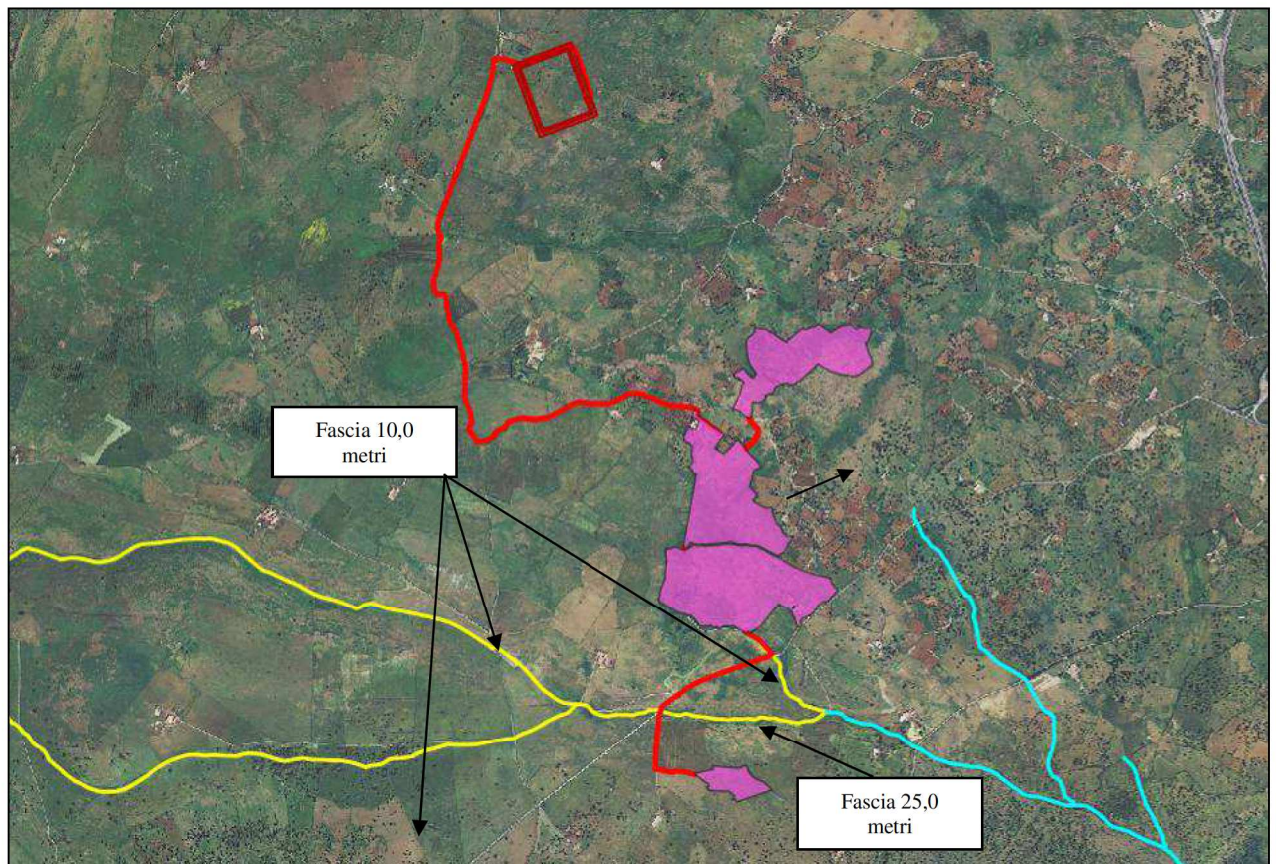


Figura 9: Area d'intervento su ortofoto (area magenta) – Vincolo PAI Art. 30 ter delle NTA del PAI (fasce di salvaguardia evidenziate in giallo = 10 metri e 25 metri)

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

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 al parco Agrivoltaico.

Per quanto riguarda invece il cavidotto, 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	Vincolo PAI Hi Art.8 c.2
Cavidotto	Borore Macomer	-	-	-	-	Classe Hi4 molto elevata	-	-

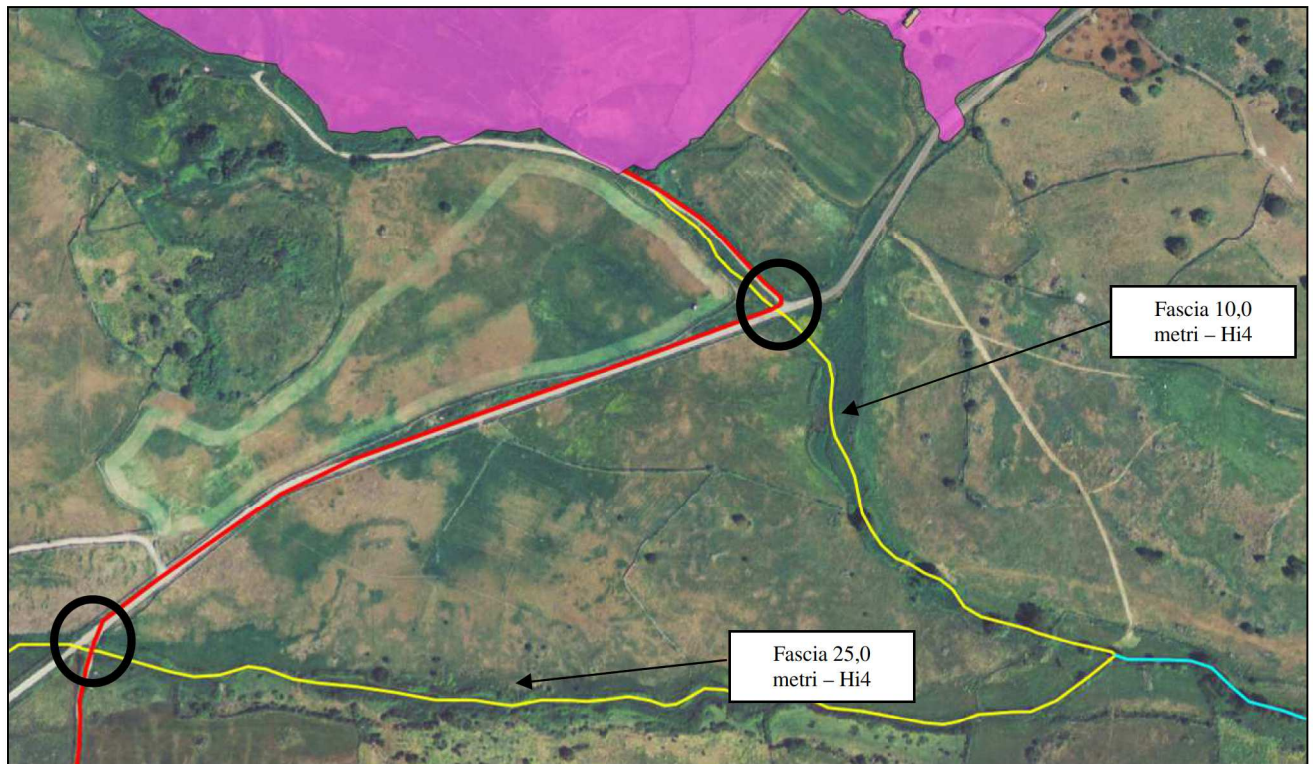
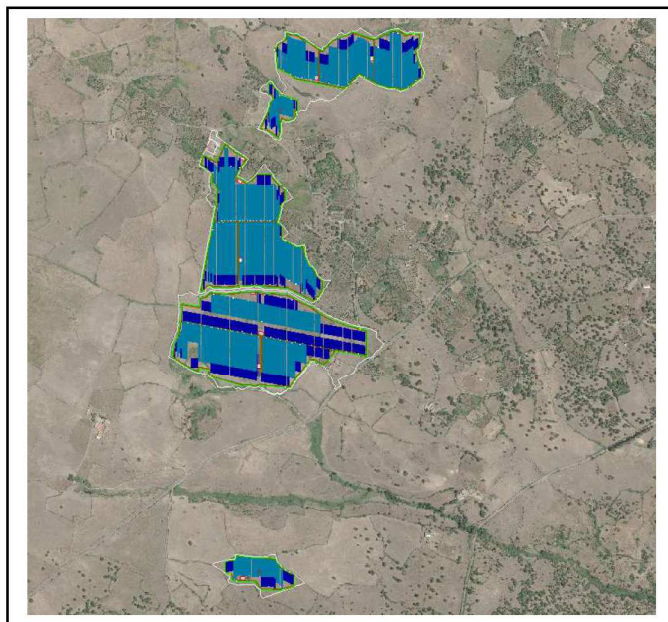


Figura 10: Area d'intervento su ortofoto – Fasce di salvaguardia relative all'Articolo 30 ter delle NTA del PAI Horton Strahler e dettaglio relativo al tracciato del cavidotto interrato e i relativi attraversamenti dei corsi d'acqua

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 per la produzione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica (Agrivoltaico) della potenza di picco di 30,00 MWp in località “Cherbos” ricadente nell'agro del Comune di Borore (NU) e Macomer (NU).

Tale iniziativa viene portata avanti dalla società denominata “Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.” con sede legale a Bologna (BO), Via Del Rondone civico 3, CAP 40122, nonché società controllata da Enerland Group. Lo scopo del presente documento è quello di fornire una descrizione tecnica del progetto di sviluppo e produzione di energia elettrica attraverso l'effetto fotovoltaico, volto alla produzione di energia solare, mediante l'utilizzo della tecnologia a celle fotovoltaiche. L'impianto in oggetto prevede una potenza nominale pari a 30,00 MWp (condizioni STC) ed una potenza in immissione ai fini della connessione nella rete di trasmissione nazionale (Terna spa) di 25,00 MWi (codice pratica 202100915). Esso sarà del tipo grid connected, quindi funzionerà in parallelo alla rete pubblica di trasmissione (RTN) in alta tensione alla quale cederà l'intera energia prodotta. L'impianto sarà costituito da un sistema solare ad inseguimento monoassiale, e questo permetterà di massimizzare l'intercettazione della radiazione solare a vantaggio di una maggiore producibilità rispetto ad un impianto con analoghe caratteristiche tecnologiche e di potenza, ma con struttura di sostegno dei moduli fissa. L'obiettivo del documento è la descrizione dell'impianto ai fini delle comunicazioni agli enti preposti. Il progetto si pone all'interno della logica degli indirizzi di politica energetica nazionale ed europea relativi alla produzione di energia elettrica da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER). Tale scelta rientra nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili quale fonte energetica e della riduzione di inquinanti atmosferici e gas clima-alteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia (es. Protocollo di Kyoto). Di seguito l'immagine che rappresenta lo schema dell'impianto in progetto:



**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

In merito al progetto si individuano:

I generatori: I moduli fotovoltaici verranno sia alloggiati su tracker (in stringhe da 28 moduli) ad inseguimento solare;

Sistema di condizionamento della potenza: gli inverters (n° 110 unità da 250 kW) saranno posizionati in diversi punti della superficie interessata (minimizzando le perdite, utilizzando le migliori soluzioni tecnologiche ed installative).

Cabine di sottocampo: saranno installate 7 cabine delle quali, 5 di esse, raggrupperanno 18 inverters cadauno e le restanti 2 raggrupperanno 10 inverter, le quali determineranno, mediante trasformatore BT/AT, l'innalzamento della tensione al fine di trasportare l'energia sino alla Cabina di consegna.

Cabina di consegna: Da quest'ultima installata nell'area che delimiterà il parco fotovoltaico, mediante cavidotto interrato esercito a 36 kV, l'energia verrà convogliata alla sezione a 36 kV della stazione Terna SE di Macomer 36/150/380 kV, per la connessione. Infatti, tale cavidotto si attesterà ad un'altra cabina di consegna finale, la quale sarà presente nei pressi della futura SE Terna, quest'ultima permetterà al cavidotto, proveniente dall'area di sviluppo, di attestarsi nella sezione a 36 kV della stazione stessa.

Cabina consegna periferica: Questa cabina rappresenterà il punto finale dell'impianto d'utenza per la connessione, infatti rappresenterà l'elemento congiuntore tra la cabina descritta al punto precedente e la stazione SE Terna. Essa permetterà l'attestazione dell'intero impianto Agrivoltaico alla SE Terna. In tale cabina si determinerà quindi il controllo, la gestione e la protezione dell'impianto di rete d'utenza secondo le norme tecniche, gli allegati A.2 ed A.68 di Terna e le disposizioni di legge coerenti con l'ambito di pertinenza.

Punto di connessione in AT: sarà collocato nella cella AT della futura stazione SE di trasformazione a 36 kV (SIN-PDT09_Schema Elettrico Unifilare Impianto FV). Infatti dalla Cabina di consegna, mediante un cavo interrato di 3,00 km circa, con tensione di esercizio pari a 36 kV, l'impianto fotovoltaico verrà allacciato direttamente alla SE di trasformazione Terna, dove la tensione di esercizio verrà innalzata da 36 kV a 380kV.

Sono previste nuove costruzioni ed infrastrutture elettromeccaniche a corredo di quanto su esposto, nei precedenti punti. In particolare, il sito della stazione Terna di trasformazione è stato localizzato il più vicino possibile al tracciato dell'elettrodotto di futura installazione, in questo modo i tracciati dei raccordi, quali risultano dalla tavola (SIN-PDT02_Inquadramento territoriale intervento su CTR), sono stati studiati in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato dei raccordi per occupare la minor porzione possibile di territorio;

minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
"Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"**

recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;

evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;

assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;

permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Il comune interessato dalla costruzione della futura stazione AT è il comune di Macomer (NU); come è possibile verificare dalle tavole allegate, non sono presenti attraversamenti particolari su ponti, fiumi o altro ma solo un tracciato lungo strada extraurbana.

La Stazione Elettrica ipoteticamente interesserà un'area di circa 37.500 m² (area stazione RTN 150/380 kV), con a corredo circa 2.000 m² da destinare ai satelliti a 36 kV, tutti interamente recintati. L'area interessata può essere individuata mediante l'analisi dello studio portato avanti da Enel Engineering & Construction denominato "NUOVA SE RTN 380/150kV - Macomer 380" presentato a Terna, nel documento individuato dal codice GRE.EEC.R.24.IT.W.15066.16.001.00. L'accesso alla S.E. avverrà immettendosi su viabilità esistente, che si stacca dalla SP. 43, per circa 3,8 km in direzione sud (previo adeguamento) e successivamente mediante una nuova viabilità di collegamento che avrà una lunghezza di circa 110 m e larghezza di circa 10 m, la quale a sua volta prosegue in adiacenza alla SE su tutti i lati della stessa. Tale strada dovrà cadere nella disponibilità della società proponente il parco fotovoltaico, per cui si potrà configurare una servitù a favore di Terna per l'accesso alla stazione.

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

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE

L’area in esame, ubicata a circa 24,0 km di distanza dalla linea di costa, viene ricompresa tra i territori comunali di Borore (NU) e Macomer (NU).

I comuni di Borore e Macomer sono situati nel Centro Sardegna, in prossimità del lago Omodeo (circa 8 km di distanza), rientrando quindi nella località denominata “Altopiano di Abbasanta”, esattamente nella sua parte centro - settentrionale.

Le quote altimetriche sono comprese tra 430,0 m s.l.m. (parte est) e 460,0 m s.l.m. (parte nord ovest dell’area oggetto di intervento).

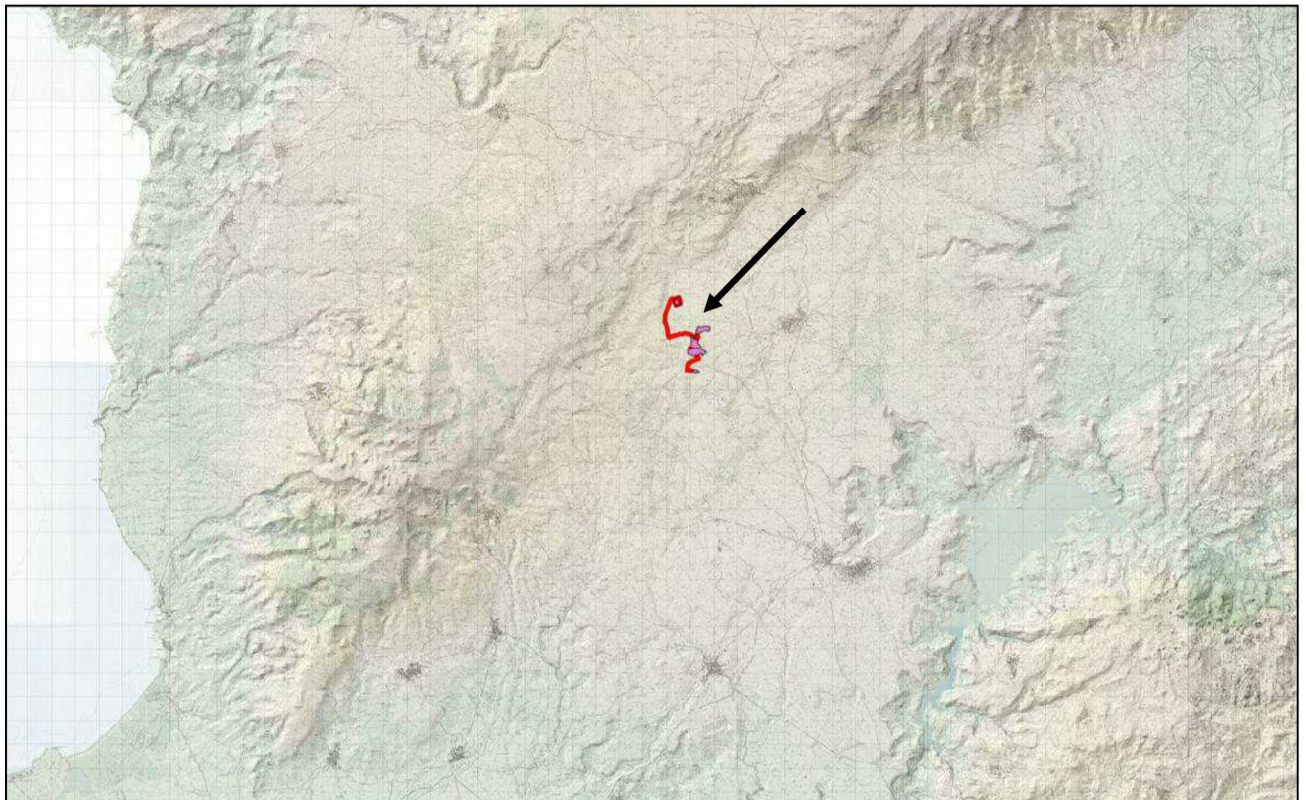


Figura 11: Area d'intervento – Modello digitale del terreno su base cartografica I.G.M.

L’assetto morfologico dell’intera zona è ben strutturato in due unità con caratteristiche omogenee: la fascia relativa all’altopiano (comprendente il centro abitato di Borore e l’area oggetto di intervento) e la fascia dei versanti solcati dall’azione erosiva fluviale.

La prima risulta costituita dai differenti prodotti dell’attività vulcanica plio-pleistocenica rappresentati dai basalti alcalini e transizionali, trachibasalti, andesiti basaltiche, che conferiscono la classica morfologia delle aree interessate da cicli effusivi lavici e piroclastici alternati. Caratteristiche anche le forme associate ai filoni di origine alcalibasaltica e hawaistica.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

L’altopiano, inoltre, è modellato dall’idrografia superficiale, che nel corso del tempo ha trasmesso all’area un aspetto particolare, definito, in letteratura geomorfologia, “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 meteo - climatici di esplicare un elevato potere erosivo.

I versanti prospicienti la valle del Fiume Tirso, invece, sono caratterizzati da un’inclinazione medio - alta, determinata anche dalla presenza dei prodotti argillosi di alterazione dei vari litotipi di origine effusiva, dai depositi di flusso piroclastico e infine, dalle calcareniti, marne arenacee e sabbioni conglomeratici del Miocene. L’erosione di tipo selettivo, infatti, 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 sopra menzionate, appare evidente che il ruscellamento superficiale sia assai più rilevante dell’infiltrazione, in quanto le argille e i sedimenti marnosi ad alta componente argillosa, fungendo da letto impermeabile, impediscono la penetrazione delle acque meteoriche.

La macchia mediterranea e le aree agroforestali presenti per notevoli estensioni, assolvono tuttavia al compito, seppure parziale, di regimazione delle acque meteoriche.

L’area oggetto di intervento ricade all’interno del sub bacino idrografico del Rio Siddo. Quest’ultimo risulta individuato nella cartografia IGM, nelle cartografie CTR e risulta individuato nel reticolo idrografico regionale.

Il Rio Siddo, che durante il suo percorso interessa i territori comunali di Santulussurgiu , Borore, Norbello, Soddi e Aidomaggiore, confluisce direttamente nel lago Omodeo.

Il reticolo idrografico documenta una bassa densità di drenaggio (non si supera il 3° ordine gerarchico), con il Fiume Tirso principale corso d’acqua presente in prossimità dell’area in studio.

Il microclima, nelle aree in agro, presente favorisce la crescita di una vegetazione costituita prevalentemente da macchia mediterranea e arbusti di medie dimensioni. L’area interessata dai lavori in progetto si presenta con una altimetria media pari a 445,0 m s.l.m..

Oltre ai sistemi morfologici naturali e ai conseguenti processi geomorfici 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.

Per quanto concerne l’inquadramento geologico, l’area è costituita da diverse formazioni geologiche riferibili principalmente al Terzario e al Quaternario.

Il territorio, infatti, è rappresentato da:

Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti;

Copertura vulcanica plio-pleistocenica appartenente al plateau basaltico – Sub Unità di Dualchi (Basalti della Campeda – Planargia) e Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA);

Sedimenti sabbiosi conglomeratici, sabbiosi e marnoso arenacei del Miocene;

Copertura vulcanica di tipo flusso piroclastico a chimismo riodacitico dell’Oligocene.

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

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

Il Quaternario, che ricopre piccole porzioni del territorio in esame, è rappresentato da depositi pleistocenici e olocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti discontinui e di debole spessore.

Le alluvioni antiche, hanno una composizione ciottoloso - sabbioso - argillosa ed un colore marrone - rossastro. Il colore ed il grado di costipamento variano a seconda dell'età: normalmente le alluvioni più antiche sono più costipate.

I depositi dell'Olocene attuale sono rinvenibili nei pressi dei corsi d'acqua dell'area indagata e sono costituiti prevalentemente da ghiaie poco addensate o addirittura incoerenti. Sono tuttavia presenti anche depositi sabbioso-limosi, presumibilmente originatisi dal disfacimento di litotipi preesistenti.

Presenti anche depositi di versante, rappresentati da depositi di clasti eterometrici a spigoli vivi generati a causa dell'alterazione per processi chimici fisici e meccanici delle rocce del plateau basaltico e dei depositi di flusso piroclastico di tipo ignimbrítico.

Per quanto riguarda la copertura vulcanica terziaria, essa è costituita dai prodotti di due diversi cicli vulcanici, calcalino il primo ed essenzialmente alcalino e subalcalino il secondo.

Il primo ciclo oligo - miocenico, riferibile verosimilmente alla collisione di placche litosferiche conseguente alla rotazione del massiccio Sardo-Corso, è rappresentato da andesiti e da vulcaniti acide (lave, ignimbriti e tufi), che costituiscono le rocce più antiche affioranti nella zona e formano l'ossatura del complesso. Nell'area in esame sono presenti depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riodacitico. Si presentano debolmente saldati e spesso argillificati e ricchi in pomici con cristalli liberi di Pl, Qtz e Bt.

Il ciclo alcalino e subalcalino, invece, probabilmente iniziato nel Pliocene Superiore, ha proseguito anche nel Quaternario, ed appare in relazione a fenomeni essenzialmente distensivi, che hanno interessato in questo periodo tutta la Sardegna, probabilmente anche in connessione con lo sprofondamento del bacino tirrenico. I caratteri giacaturali delle vulcaniti plio - pleistoceniche riflettono un'attività essenzialmente fessurale, legata a direttrici tettoniche con orientazione sub - meridiana o anche NE-SW, lungo le quali si allineano colate di modeste dimensioni associate a piccoli cono di scorie, modesti edifici isolati e plateaux basaltici di discreta estensione.

Il ciclo alcalino e subalcalino, rappresentante il settore del plateau di Abbasanta, è costituito da diverse formazioni di estensione assai variabile, la cui successione, dal basso verso l'alto, risulta essere la seguente:

- 1 - Basaniti analcitiche;
- 2 - Formazione trachitico-fonolitica;
- 3 - Basalti e andesiti basaltiche: particolarmente estesi nelle parti periferiche dei centri di emissione e sfumano nei basalti delle circostanti piattaforme. Accanto ai litotipi alcalini o debolmente alcalini compaiono termini transizionali e subalcalini;

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

Nell’area di Borore - Macomer, il ciclo vulcanico di intraplacca è rappresentato dalla serie basaltica – andesitico basaltica, che viene a sovrapporsi direttamente alle litologie sedimentarie mioceniche.

I basalti e le andesiti basaltiche, inoltre, sono riferibili a più momenti successivi; all’ultimo di questi sembrano corrispondere i numerosi centri di emissione presenti vicino ai centri abitati di Soddì, Boroneddu, Norbello e Aidomaggiore.

Per quanto concerne il Miocene, siamo in presenza di depositi sedimentari del Burdigaliano - Langhiano, potenti diverse centinaia di metri e notevolmente diffusi nella Sardegna centrale.

La serie è costituita da un’alternanza di marne arenacee e siltitiche con subordinate intercalazioni di arenarie e conglomerati. Inoltre, alcuni livelli di epiclastiti sono intercalati nella successione marnoso – arenacea, presentandosi discontinui e con deboli spessori.

La parte basale della successione marnosa corrisponde a sequenze torbiditiche multiple, sia complete che distali. L’ambiente di deposizione, stabilito in base alle associazioni fossili, è riferibile a condizioni epibatiali – batiali per quasi tutta la successione marnoso – arenacea, mentre ad ambienti neritici è riconducibile la sedimentazione calcareo – calcarenitica.

Inoltre, le associazioni fossili, tra cui sono abbondanti foraminiferi planctonici, ostracodi, nannoplacton calcareo e bivalvi, indicano con maggior dettaglio un’età della sopraccitata formazione marina compresa tra il Burdigaliano superiore e il Langhiano medio – superiore.

Relativamente all’area oggetto di intervento (parco Agrivoltaico Avanzato), essa risulta impostata in parte all’interno della formazione geologica appartenente ai Basalti del Plateau - Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) - Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx (PLIOCENE – PLEISTOCENE).

Risulta presente anche la formazione geologica - Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Px; in estese colate. PLIOCENE SUP.

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

Intervento	Litologia interessata
Cavidotto	Materiale antropico – Viabilità stradale

5. CARATTERI 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 5 km². Il suddetto rilevamento ha ricompreso anche parte della limitrofa area collinare di Pedra in Cuccuru (454,00 m s.l.m.) e Tanca Aperta (526,00 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 12: Area oggetto di intervento caratterizzata da una morfologia pianeggiante caratterizzata dalla formazione basaltica del Pliocene – Pleistocene – Località Cherbos

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

- **Coltre superficiale:** costituita da terreno vegetale, presenta uno spessore in media pari a 0,20 m;
- **Deposito sedimentario argilloso di alterazione dei basalti:** costituita da argille ad alta plasticità di colore marrone scuro. Spessore circa 0,20 m – In diversi punti del settore in esame non risulta essere presente in quanto si è in presenza di roccia affiorante;
- **BASALTI DEL PLATEAU – Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA).** Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Px; in estese colate. **PLIOCENE SUP;**
- **BASALTI DEL PLATEAU – Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) - Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx (PLIOCENE – PLEISTOCENE);**

Gli scavi previsti per la messa in opera degli interventi in progetto (linee elettriche in cavo sotterraneo – trackers – cabine elettriche – viabilità interna – nuova recinzione perimetrale) andranno ad

Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato “Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”

interessare le suddette formazioni litologiche, che caratterizzano l’intera area in esame e si presentano con un scarso grado di escavabilità.



Figura 13: Terreno uso agricolo all’interno dell’area oggetto di intervento – Loc. Maghedda Porcus



Figura 14: Loc. Maghedda Porcus – Sito caratterizzato dalla presenza della roccia basaltica in affioramento

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

Intervento	Litologia interessata
Cavidotto	Materiale antropico – Sequenza pavimentazione stradale – Sequenza banchina stradale

Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato “Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”



Figura 15: Terreno uso agricolo all’interno dell’area oggetto di intervento – Loc. Preizza



Figura 16: Loc. Preizza – Sito caratterizzato dalla presenza della roccia basaltica in affioramento

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

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.

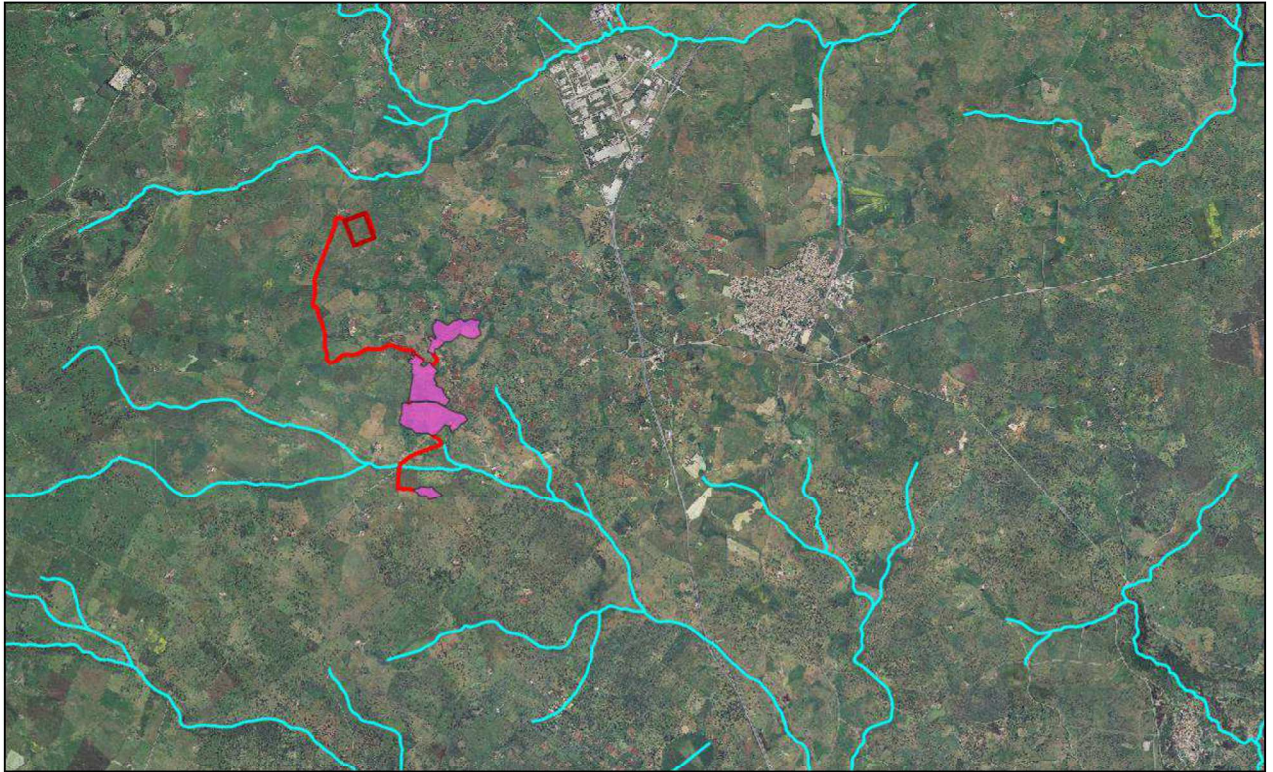


Figura 17: Immagine ortofoto – Territorio comunale di Borore e Macomer /Area intervento e reticolo idrografico superficiale

La natura litologica dei terreni affioranti nell’area indagata influenza in maniera netta il carattere idrogeologico della zona interessata dallo studio. I corsi d’acqua presentano generalmente alvei irregolari e incisi, con andamento sub parallelo e sub angolare, marcando le direttrici tettoniche principali che influenzano le direzioni di decorso superficiale, e spesso anche di quella sotterranea.

L’area oggetto di intervento ricade all’interno del sub bacino idrografico del Rio Siddo. Quest’ultimo risulta individuato nella cartografia IGM, nelle cartografia CTR e risulta individuato nel reticolo idrografico regionale.

Il Rio Siddo, che durante il suo percorso interessa i territori comunali di Santulussurgiu , Borore, Norbello, Soddì e Aidomaggiore, confluisce direttamente nel lago Omodeo.

Il reticolo idrografico documenta una bassa densità di drenaggio (non si supera il 3° ordine gerarchico), con il Fiume Tirso principale corso d’acqua presente in prossimità dell’area in studio.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
"Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"**

L'alveo si presenta inciso, con una folta vegetazione tipica di ambiente fluviale e con un percorso in parte rettilineo con anse fluviali poco sviluppate.

Gli interventi in progetto distano circa 4850,0 metri dal punto di origine del corso d'acqua, quest'ultimo ubicato ad una altitudine pari a circa 665,00 m s.l.m., alla base del rilievo collinare di Muramente e Cossu (690,0 metri s.l.m.).

Il tratto del rio Siddo oggetto di studio è un rio caratterizzato da un letto di media estensione (da 3,0 a 10,0 metri), per la maggior parte del suo tracciato risulta invaso dalla vegetazione e scorre all'interno della piana basaltica sopra menzionata.

Per quanto concerne la circolazione idrica sotterranea, 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 presenti.

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

Per quanto riguarda il complesso vulcanico andesitico plio-pleistocenico, che costituisce la litologia predominante all'interno dell'intera area in studio, si è risaliti ad un valore di conducibilità idraulica K compreso tra 10^{-4} - 10^{-6} cm/s.

In definitiva, per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, è stato riconosciuto un solo complesso idrogeologico principale facente parte del distretto vulcanico dell'Altopiano basaltico di Abbasanta: a) Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) - Andesiti basaltiche subcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx (PLIOCENE – PLEISTOCENE).

Tali acquiferi, ospitanti falde idriche in pressione profonde e/o sub superficiali, caratterizzano gran parte del territorio comunale di Borore e Macomer. Per quanto riguarda il settore oggetto di intervento, si esclude la presenza della falda idrica sotterranea superficiale impostata sulle lave vulcaniche fratturate, al contatto con le formazioni litoidi ad aspetto sano.

Non verrà intercettata nessuna falda idrica sotterranea superficiale durante le operazioni di realizzazione degli interventi in progetto e le ulteriori litologie presenti (depositi palustri e sedimenti argillosi di alterazione del substrato basaltico) non sono sede di acquiferi superficiali e/o profondi.

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

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

Per quanto concerne infine il reticolo idrografico di seguito lo schema riassuntivo:

Intervento	Reticolo idrografico
Parco Agrivoltaico	Il sito oggetto di intervento non viene interessato dal reticolo idrografico superficiale
Cavidotto	Il tracciato oggetto di intervento interessa il reticolo idrografico e compluvi naturali/artificiali di raccolta acque in due punti ubicati in prossimità del Parco Agrivoltaico

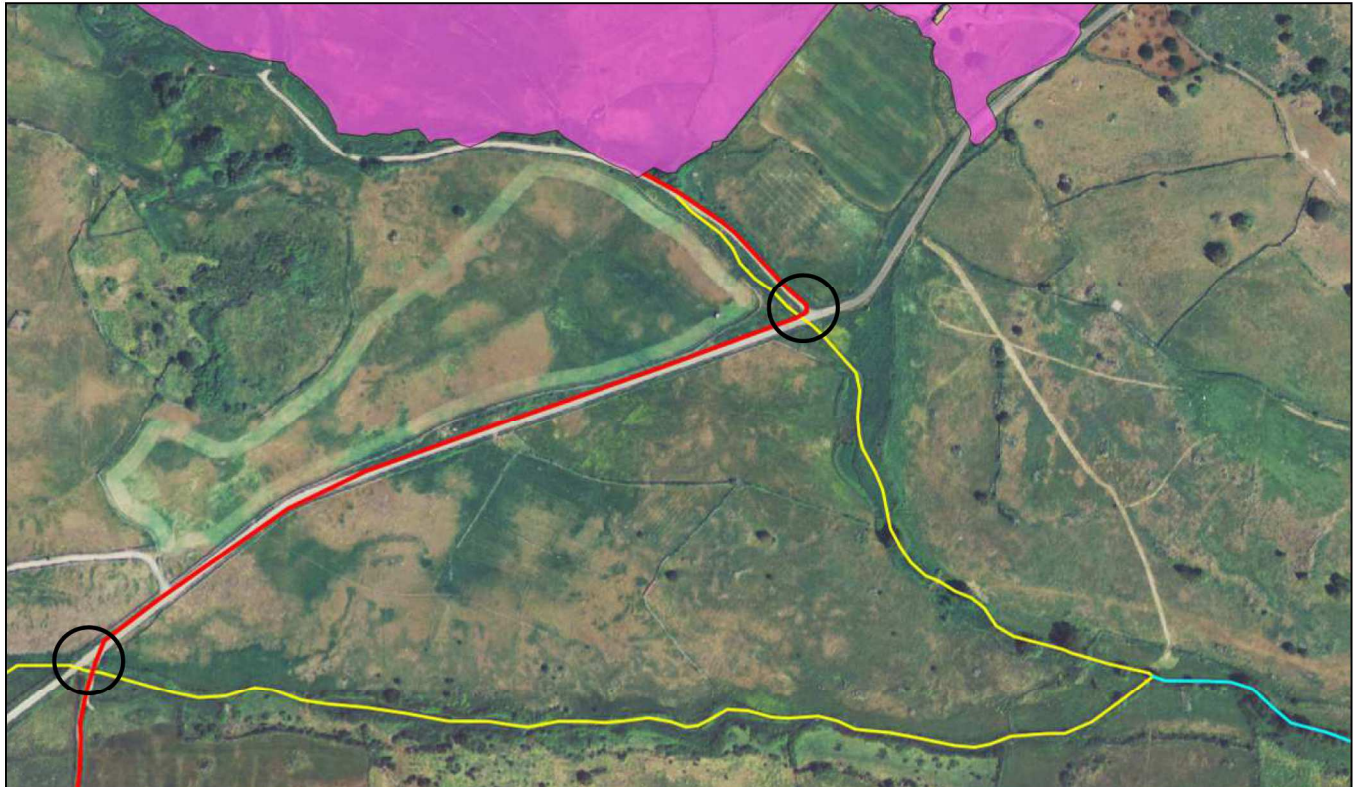


Figura 18: Area d'intervento su ortofoto – Tracciato del cavidotto in progetto e interferenze con i corpi idrici superficiali (due in totale – cerchio colore nero)

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

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	$T_R=30$			$T_R=60$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=476$			$T_R=976$			$T_R=2476$		
	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, Sicilina, Lampedusa, Linosa, Ponza, Pinnacolo, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,256	0,274	2,70	0,303	0,314	2,71	0,307	0,351	2,76	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	2,91	0,476	0,707	3,07	0,517	0,832	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,30	0,400	0,534	2,30	0,400	0,661	2,30	0,490	0,776	2,30	0,400	0,901	2,30	0,400	1,036	2,30	0,400	1,500	2,30	0,400	1,967	2,30	0,400	2,723	2,30	0,400
Alcidi, Filicudi	0,330	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, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,51	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,63	0,316	3,748	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.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

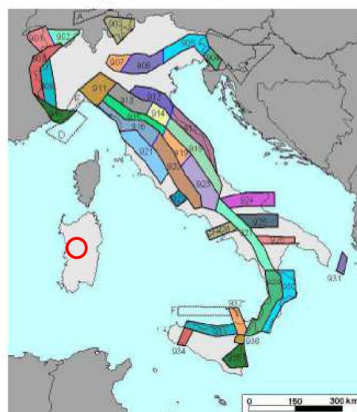
Nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone” all’allegato 1.A sono individuate quattro zone sismiche con accelerazione orizzontale massima convenzionale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



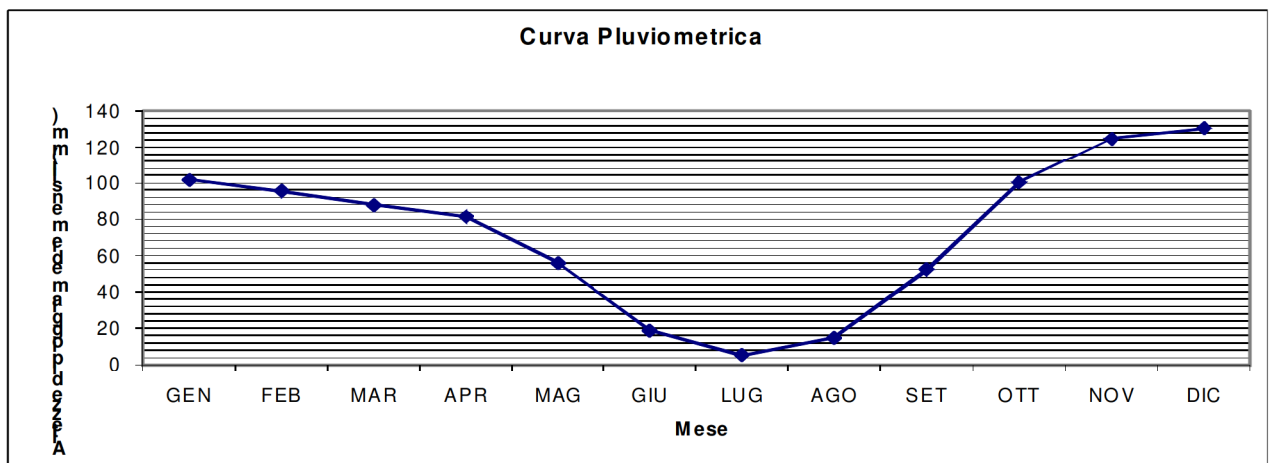
Zonazione Sismogenetica

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. LINEAMENTI CLIMATICI

L'inquadramento idrogeologico e geomorfologico non può prescindere da un'attenta analisi dei parametri microclimatici relativi alla zona in studio. Tale premessa, in numerosi casi, rimane teorica e poco applicabile, sia per la difficoltà oggettiva di reperire dati statistici presso gli enti preposti sia per le frequenti carenze quali-quantitative da cui essi sono affetti. Nella fattispecie la presenza di una stazione pluviometrica all'interno del comune di Borore (410,0 m s.l.m.) costituisce una circostanza estremamente positiva, consentendo di fruire di dati strettamente correlati all'area di indagine e quindi assai rappresentativi della reale situazione in situ, sia pure attraverso le necessarie mediazioni statistiche. I dati acquisiti dal Nuovo SISS sono relativi ad un modulo di 70 anni calcolato dal 1922 al 1992. Il quadro di acquisizione dei dati è stato completato con quelli termometrici relativi alla stazione di Borore (410,0 m s.l.m.). Anche in questo caso i tempi di osservazione sono lunghi con un modulo di 68 anni (1924-1992).

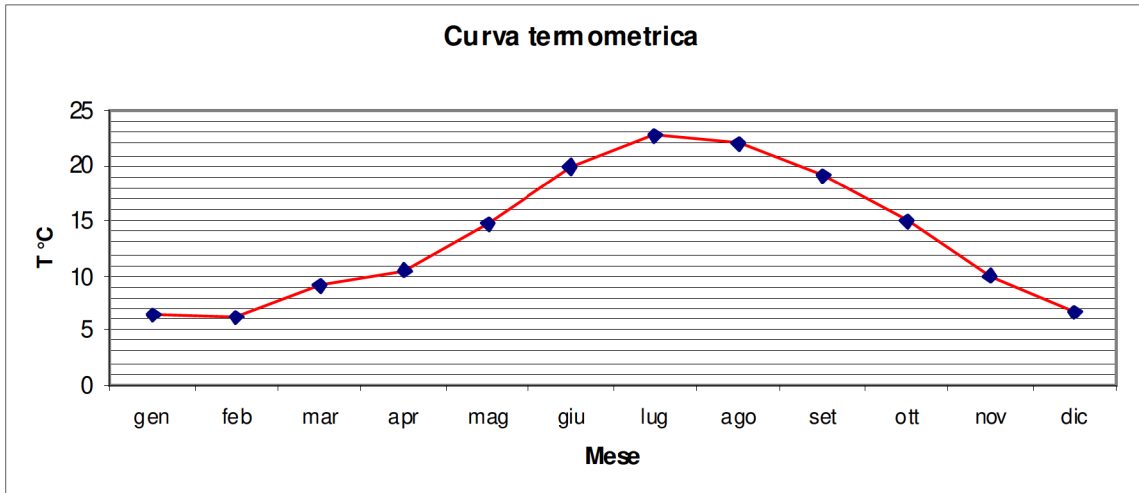
Il regime delle precipitazioni evidenzia una sostanziale omogeneità con quello medio delle coste della Sardegna, pur attestandosi su valori leggermente inferiori alla media regionale (715 mm annui contro 754 mm della media sarda). Le piogge si concentrano soprattutto nella stagione autunnale con eventi più rari nei primi mesi dell'inverno che tendono a decrescere rapidamente con l'approssimarsi della primavera e a scomparire quasi completamente in estate. Tale andamento si evince piuttosto chiaramente dal sottostante grafico delle precipitazioni in cui il minimo si colloca in luglio, con una media mensile di soli 5,4 mm di pioggia. Il massimo assoluto è ubicato nel mese di dicembre con quasi 130,6 mm di pioggia.



L'andamento delle temperature manifesta, com'era lecito attendersi, un trend esattamente opposto, con valori più bassi nei mesi invernali, il cui minimo si registra a febbraio con media diurna di 6,2 °C, e temperature più elevate nel periodo estivo con il massimo diurna assoluto ad luglio (22,8 °C).

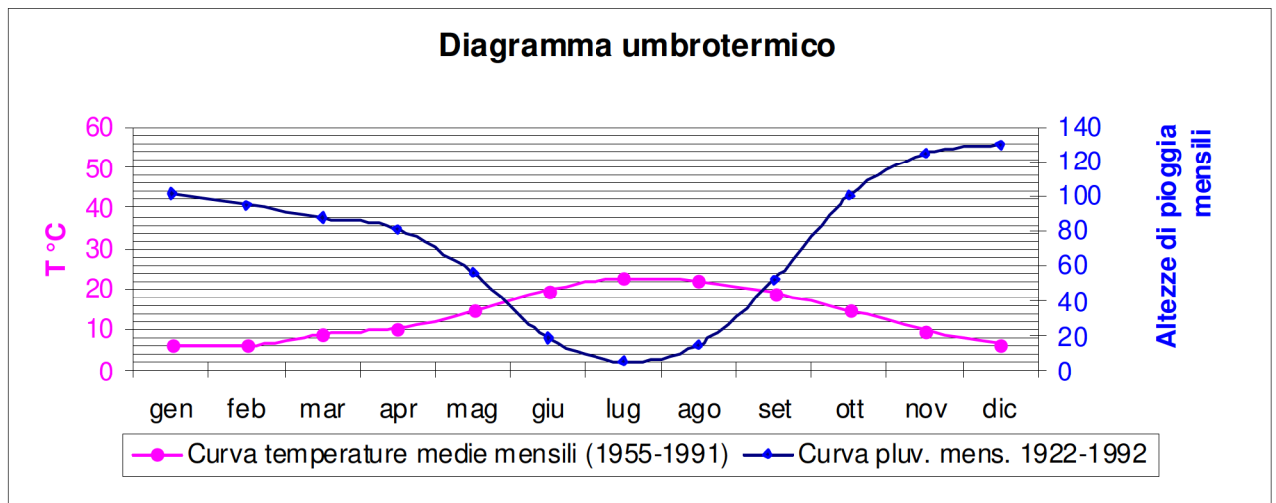
Di seguito è mostrato il grafico delle temperature medie diurne.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
"Sindia" sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località "Cherbos"**



La conoscenza delle medie pluviometriche e termometriche consente di caratterizzare quantitativamente il microclima dell'area in oggetto fornendo i parametri necessari all'impostazione dello studio idrogeologico. A tale scopo è opportuno fornire un quadro sintetico delle informazioni contenute nei due grafici sopra descritti, giungendo ad una sintesi che consenta di interpolare la tipologia climatica del sito relativamente ai periodi di maggiore apporto idrico ed a quelli nei quali è prevalente il deficit idrometrico.

Attraverso la fusione dei grafici precedenti si ottiene un ulteriore diagramma di sintesi, denominato umbrotermico, in cui è possibile riconoscere durata e collocazione temporale del periodo di aridità:



L'intervallo compreso tra le intersezioni delle due curve corrisponde alla durata del periodo di aridità che, nella fattispecie, si colloca tra maggio e settembre, in linea con quanto si registra comunemente nelle zone costiere della Sardegna. Nel periodo estivo si avrà, pertanto, un notevole deficit igrometrico con una prevalenza dell'evapotraspirazione sul bilancio idrologico, mentre il periodo autunno-invernale, caratterizzato da temperature più basse e precipitazioni più intense consentirà di chiudere in attivo il bilancio delle risorse idriche superficiali e sotterranee, con un positivo riscontro per l'alimentazione di sorgenti, pozzi e corsi d'acqua.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L’area in esame, di futura realizzazione del Parco Agrivoltaico Avanzato, è ubicata all’interno del territorio comunale di Borore (NU) e Macomer (NU), precisamente nella zona agricola ubicata in corrispondenza del passaggio tra i due limiti territoriali (località Cherbos). La suddetta area dista dal centro abitato di Borore circa 3,0 km e circa 2,4 km dalla Zona Industriale di Macomer.

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l’area in studio è ubicata all’interno del Sub-bacino n.2 “TIRSO”. 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 Fasce di salvaguardia Horton Strahler	Vincolo PAI Hg Art.8 c.2	Vincolo PAI Hi Art.8 c.2
Cavidotto	Borore Macomer	-	-	-	-	Classe Hi4 molto elevata	-	-
Parco Agrivoltaico	Borore Macomer	-	-	-	-	-	Hg0	-

L’area in esame, sottende un complesso geologico di età quaternaria e cenozoica, costituito principalmente dalle andesiti basaltiche – basalti del plateau basaltico plio - pleistocenico e dalle argille dell’Olocene.

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, è stato riconosciuto un solo complesso idrogeologico principale facente parte del distretto vulcanico dell’Altopiano basaltico di Abbasanta: a) Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) - Andesiti basaltiche subalcaline e trachibasalti e basalti debolmente alcalini. (PLIOCENE – PLEISTOCENE). Tali acquiferi, ospitanti falde idriche in pressione profonde e/o sub superficiali, caratterizzano gran parte del territorio comunale di Borore e Macomer. Per quanto riguarda il settore oggetto di intervento, si esclude la presenza della falda idrica sotterranea superficiale impostata sulle lave vulcaniche fratturate, al contatto con le formazioni litoidi ad aspetto sano. Non verrà intercettata nessuna falda idrica sotterranea superficiale durante le operazioni di realizzazione degli interventi in progetto e le ulteriori litologie presenti (depositi palustri e sedimenti argillosi di alterazione del substrato basaltico) non sono sede di acquiferi superficiali e/o profondi.

Bisogna comunque mettere in evidenza che i suddetti depositi argillosi di alterazione del substrato basaltico, quando presenti, danno spesso origine ad accumuli superficiali di acqua (pozze d’acqua nei periodi interessati da eventi pluviometrici) e relativo ristagno.

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato di potenza nominale pari a 30 MWp, denominato
“Sindia” sito nei Comuni di Borore (NU) e Macomer (NU), Località “Cherbos”**

Relativamente al reticolo idrografico superficiale, si conferma inoltre che il territorio interessato dal Parco Agrivoltaico 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 buone 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.

Novembre 2022

Dott. Geologo Nicola Demurtas