



**REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI CARBONIA**
Provincia del Sud Sardegna



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE MALADEDU" DELLA POTENZA DI 28 507.500 kW
IN LOCALITÀ "MALADEDU" NEL COMUNE DI CARBONIA

Identificativo Documento

REL_SP_02_IDRO

ID Progetto	GBM	Tipologia	R	Formato	A4	Disciplina	AMB
-------------	-----	-----------	---	---------	----	------------	-----

Titolo

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

FILE: **REL_SP_02_IDRO.pdf**

IL PROGETTISTA

Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Andrea Casula
Geom. Fernando Porcu
Dott. in Arch. J. Alessia Manunza
Geom. Vanessa Porcu
Dott. Agronomo Giuseppe Vacca
Archeologo Marco Cabras
Geol. Marta Camba
Ing. Antonio Dedoni

COMMITTENTE

INNOVO DEVELOPMENT 4 SRL

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.	Settembre 2023	Prima Emissione	Blu Island Energy	Innov Development 4 Srl	Innov Development 4 Srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può
tassativamente essere diffuso o copiato
su qualsiasi formato e tramite qualsiasi
mezzo senza preventiva autorizzazione
formale da parte di Green Island Energy SAs



Provincia del Sud Sardegna

COMUNE DI CARBONIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO

AGRO-FOTOVOLTAICO

DENOMINATO "GREEN AND BLUE MALADEDU"

*DELLA POTENZA DI **28 507.500 kW***

IN LOCALITÀ "MALADEDU" NEL COMUNE DI CARBONIA

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

1. Premessa	1
1.1 Normativa di riferimento.....	1
1.2 Bibliografia e studi	2
2. Inquadramento geografico	3
3. Inquadramento Climatico	7
4. Inquadramento geologico	11
4.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto.....	11
4.2 Inquadramento geomorfologico.....	16
4.3 Inquadramento idrogeologico	17
4.4 Idrografia superficiale.....	18
4.2 Idrografia sotterranea	21
5. Conclusioni.....	23

1. Premessa

In supporto al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Green & Blue Maladeddu" della potenza di 28 507.500 kW nel Comune di Carbonia loc. *Maladeddu* il committente **INNOVO DEVELOPMENT 4 S.R.L.**, ha incaricato la Dott.ssa Geol. Marta Camba, iscritta all'Ordine dei Geologi della Sardegna sez.A n°827, sede legale in via delle fontane n°11, 09012 Capoterra (CA), P.Iva 03920410929, per la redazione della Relazione Idrogeologica.

1.1 Normativa di riferimento

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.

- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.

- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.

- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)

- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale

- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale

- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici

- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.

- Norme Tecniche di Attuazione PAI approvate con la Deliberazione del comitato istituzionale n. 15 del 22/11/2022 ed entrate in vigore con la pubblicazione sul B.U.R.A.S. n.55 del 01/12/2022

1.2 Bibliografia e studi

Nel presente studio sono state utilizzate le informazioni, dati topografici e tematici resi disponibili dai database Regionali e Nazionali:

Regione Autonoma della Sardegna:

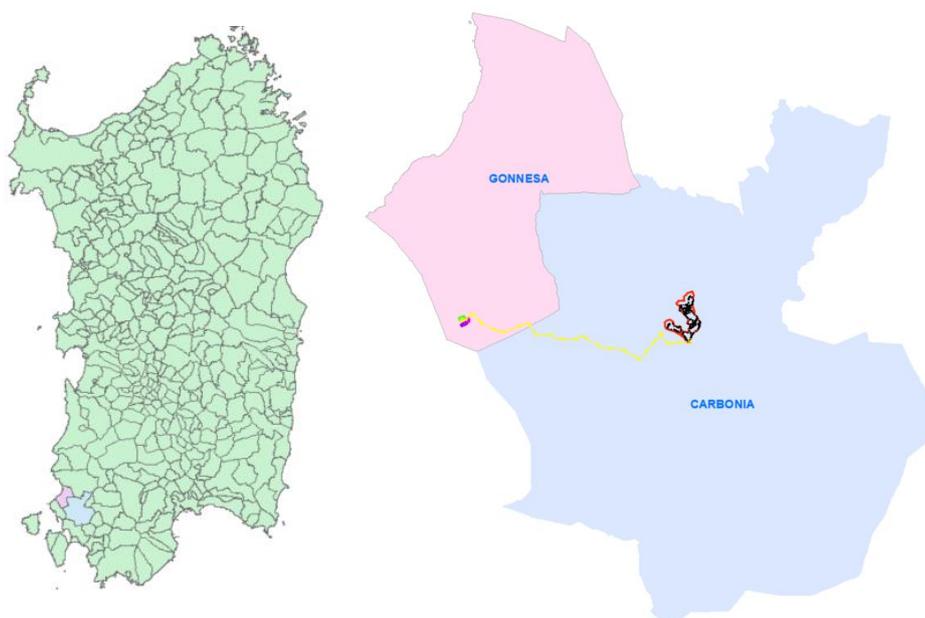
- Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- Carta della Permeabilità dei suoli e substrati, 2019
- Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- ARPA – Dati meteorologici
- Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- Piano di Tutela delle Acque
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- SardegnaGeoportale - DTM passo 1 e 10 metri
- SardegnaGeoportale - Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- SardegnaGeoportale - Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000

I.S.P.R.A - Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale:

- Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100.000
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:50.000

2. Inquadramento geografico

L'area interessata dal progetto ricade all'interno del territorio comunale di Carbonia, nello specifico in prossimità di Cortoghiana (frazione del comune di Carbonia) mentre le sottostazioni nel Comune di Gonnese. Carbonia è uno dei principali centri urbani presenti nel sud-ovest della Sardegna. La città è situata nella storica regione del Sulcis, precisamente nella parte settentrionale, denominata Alto Sulcis, in passato a vocazione mineraria. Carbonia si trova a circa 65 km a ovest di Cagliari.



L'inquadramento cartografico:

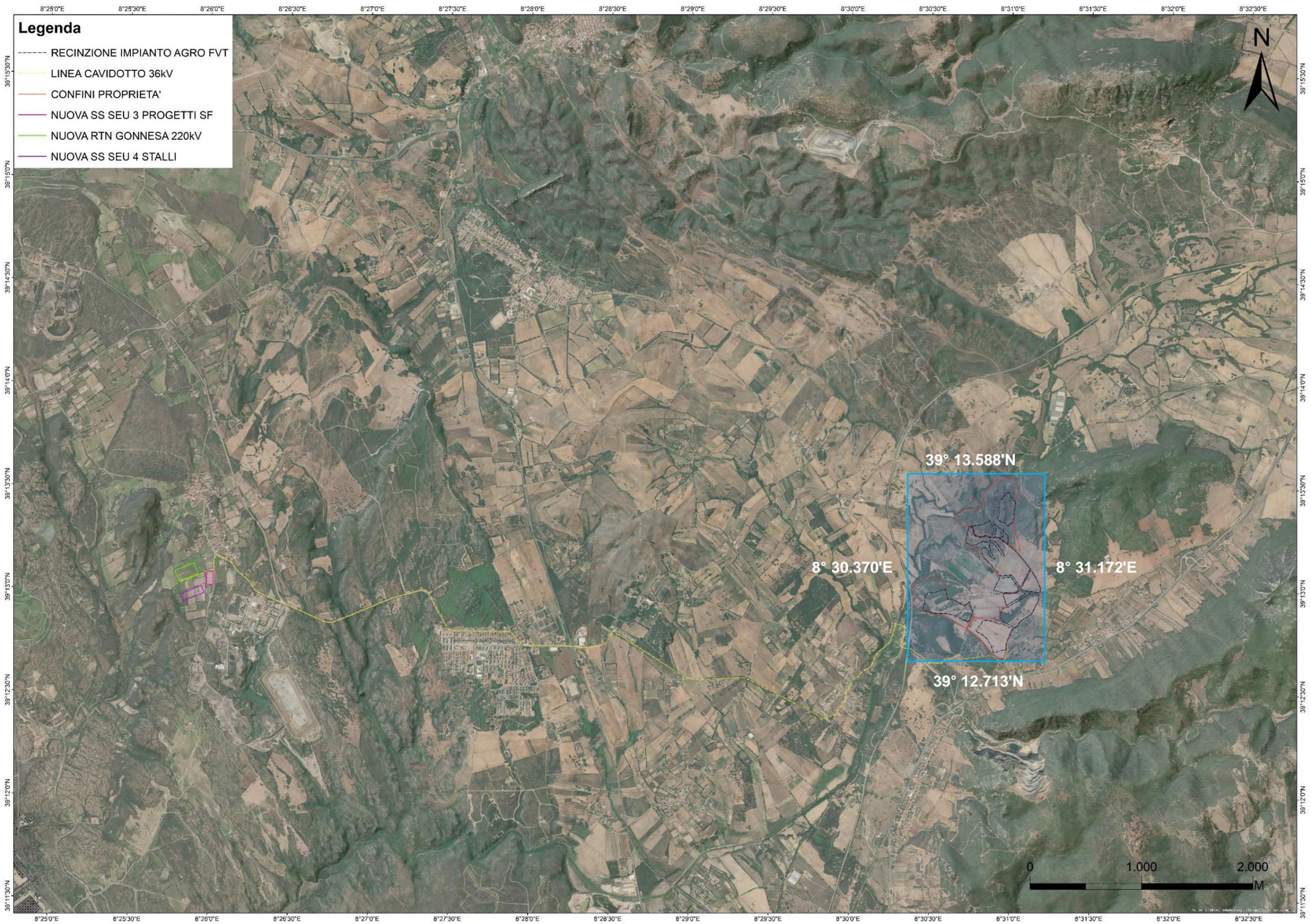
I.G.M. Serie 25 foglio 555 II "Villamassargia"

CTR – scala 1:10000 – sez. 555150 "Barbusi"

Carta Geologica d'Italia – scala 1:100000 – foglio 555 "Iglesias"

Le coordinate WGS84 dell'area interessata dal progetto:

<i>Latitudine Nord</i>	<i>Latitudine Sud</i>	<i>Longitudine Ovest</i>	<i>Longitudine Est</i>
39° 13.588'N	39° 12.713'N	8° 30.370'E	8° 31.172'E



- Legenda**
- RECINZIONE IMPIANTO AGRO FVT
 - LINEA CAVIDOTTO 36kV
 - CONFINI PROPRIETA'
 - NUOVA SS SEU 3 PROGETTI SF
 - NUOVA RTN GONNESA 220kV
 - NUOVA SS SEU 4 STALLI

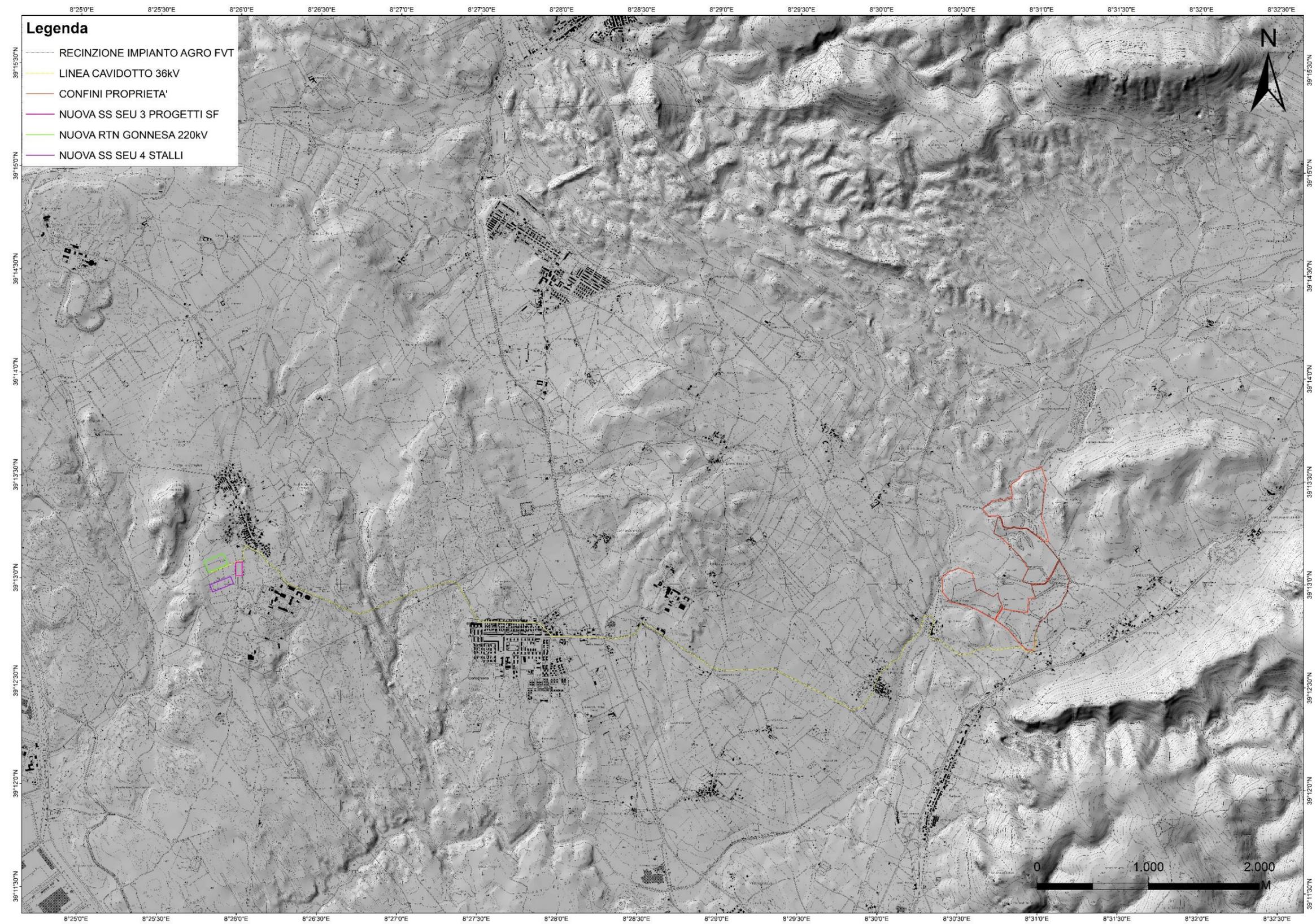


Figura 2-Inquadramento topografico su CTR 1:10.000

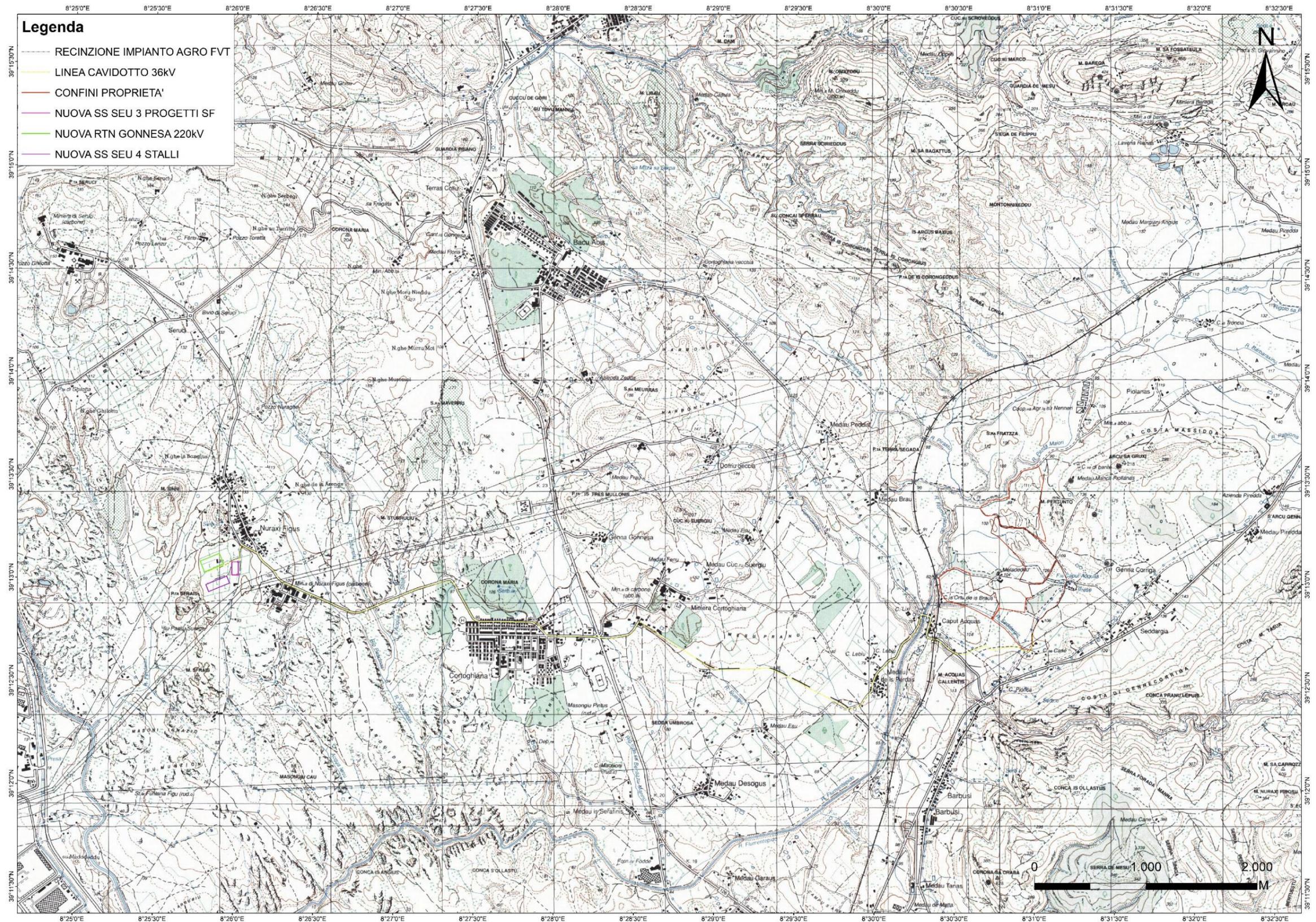


Figura 2-3 Inquadramento topografico su IGM Serie 1:25.000

3. Inquadramento Climatico

Precipitazioni

La climatologia di riferimento utilizzata per i confronti è quella relativa al periodo 1981-2010.

In Figura 3-1 si riportano i cumulati totali dell'annata 2021-2022 e il relativo rapporto con la media climatica. I cumulati massimi hanno interessato i rilievi principali dell'Isola, con valori anche sopra i 1000 mm su Gennargentu, Montiferru, Limbara e Monti del Sulcis. La località più piovosa dell'annata è stata Pula Is Cannoneris dove sono caduti 1319.8 mm; segue Arzana Sicca d'Erba con 1139.6 mm. Su gran parte dell'Isola i cumulati hanno superato generalmente i 600 mm. Nell'area di Carbonia, i cumulati massimi dell'anno 21-22 hanno raggiunto circa i 600 mm.

Le zone meno interessate dalle precipitazioni sono state il Sassarese, la piana di Ozieri, l'Oristanese e il Medio-Basso Campidano. Il cumulo più basso dell'annata, pari a 375.4 mm, è stato registrato nella stazione di Sassari Università.

I cumulati sopra descritti sono stati in media o leggermente al di sopra della media climatica su gran parte della regione, con valori del rapporto compresi tra 1 e 1.25. Sulle zone deficitarie del Nord Sardegna i cumulati sono invece stati inferiori alla media almeno

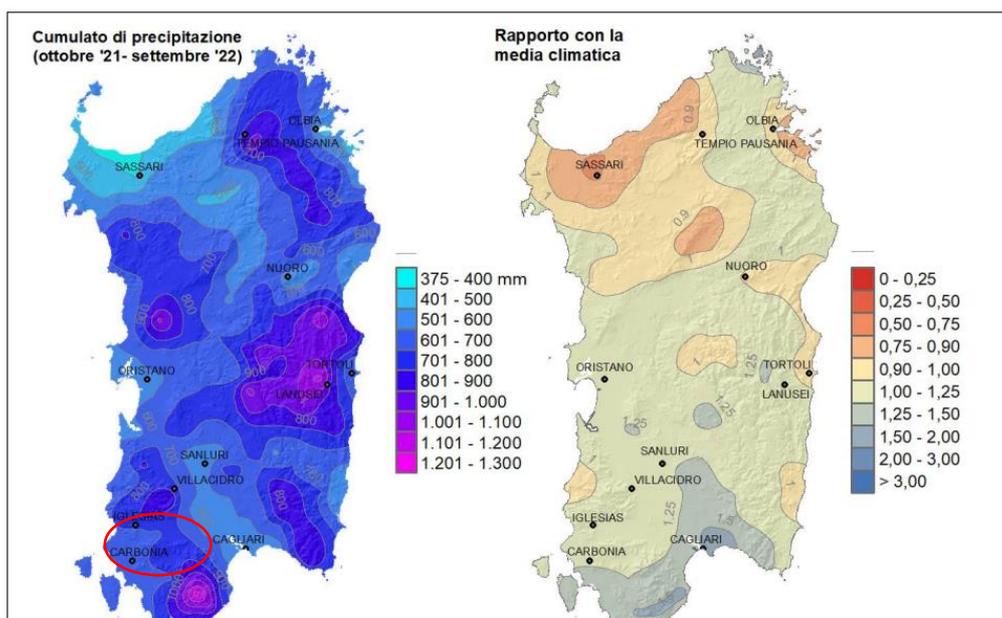


Figura 3-1 : Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2021 a settembre 2022

del 10% e localmente anche sotto il 50% nel Sassarese. Nel Sud Sardegna i cumulati sono invece stati al di sopra della media, almeno sopra il 25% e localmente sino al 50% in più nel Sulcis e nel Cagliariitano.

In Figura 3-2 si riporta l'anomalia standard media del cumulato di precipitazione tra ottobre e settembre dal 1870 al 2022. L'elaborazione comprende un numero di stazioni variabile per ogni annata. Le anomalie relative al periodo 1870-1922 sono costruite su un numero di stazioni relativamente basso rispetto al periodo successivo. Da tale grafico si evince che sino agli anni '80 del '900, l'anomalia standard di precipitazione ha avuto sì oscillazioni periodiche ma si è mantenuta mediamente su valori superiori alla media, eccetto per alcuni brevi sotto-periodi. Negli ultimi 40 anni invece l'anomalia ha mantenuto l'oscillazione ma ha assunto più spesso valori negativi. La tendenza per gli anni successivi al 2017 (anno particolarmente poco piovoso) è quella del mantenimento di un'anomalia leggermente positiva.

In riferimento alla distribuzione dei giorni di pioggia e il relativo rapporto con la media climatica, nelle regioni centrali e sui rilievi maggiori le precipitazioni sono state frequenti, con valori sino a 100 giorni sul Gennargentu e più diffusamente superiori ai 70 giorni. La costa orientale con la Nurra e l'Anglona sono state le sub-regioni in cui le precipitazioni sono state meno frequenti, con valori inferiori ai 60 giorni e localmente anche inferiori a 55 giorni. Queste frequenze portano la Sardegna Orientale, Settentrionale e una fascia che va dall'Oristanese a Nuoro passando per la Piana di Ottana a essere in linea o al di sotto della media climatica con valori del rapporto da 0,75 a 1. Le restanti zone hanno invece ricevuto precipitazione con frequenza al di sopra della media, sino al 50% in più.

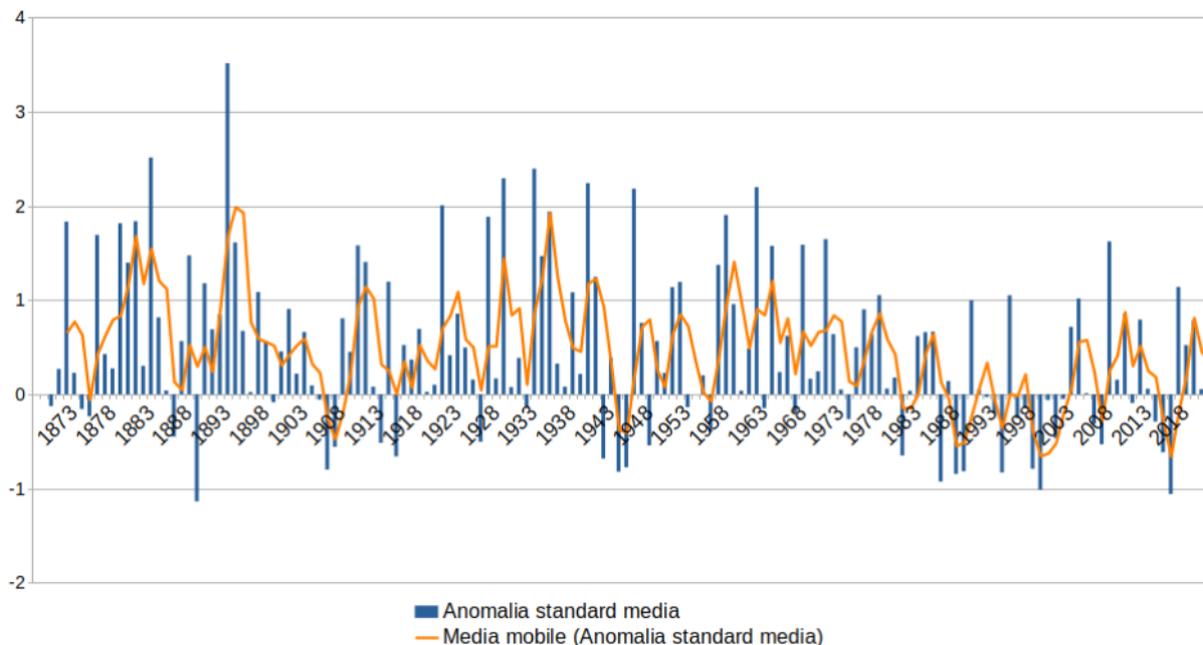


Figura 3-2 Andamento ultrasecolare del cumulo di precipitazione in Sardegna

Temperature

La media annuale delle temperature massime, mostrata in Figura 3-3, mostra anch'essa una chiara distribuzione altitudinale, con le vette montane frequentemente sotto i 18 °C, che si innalzano fino ai 22 °C comuni sulle coste. L'influsso mitigatore del mare, meno evidente che nella distribuzione delle minime, riesce comunque a confinare nell'entroterra le zone più calde, con la notevole eccezione della costa sulcitana, dove la stazione marina di Porto Pino registra spesso temperature eccezionalmente alte.

In questa distribuzione di massime mediate è chiaro anche il gradiente latitudinale, con il Nord più fresco del Centro e il Centro più fresco del Sud, anche se bisogna notare che le temperature massime di picco sono spesso più alte a Settentrione, specie nella Valle del Coghinas. E le vallate interne sono appunto le uniche aree a salire sopra i 24 °C. Lo scostamento di questo campo termico rispetto alla media climatica è mostrato in Figura 3-3 , e conferma la tendenza al riscaldamento. Gallura e Baronia risultano più calde della media di oltre 0.5°C; il Sulcis e la Costa Verde sono più caldi di quasi 2°C; in mezzo c'è tutto il resto dell'Isola, più caldo della media di quasi 1.5°C. Anche quest'annata ha avuto quindi massime decisamente sopra la media, e ciò è dovuto principalmente al contributo delle onde di calore estive, frequenti, persistenti e che hanno colpito soprattutto i due terzi occidentali

dell'Isola. Il settore Nord-orientale si è scaldato relativamente poco a causa delle avvezioni da nord-est, gelide tra novembre e marzo, e relativamente fresche nel resto dell'annata.

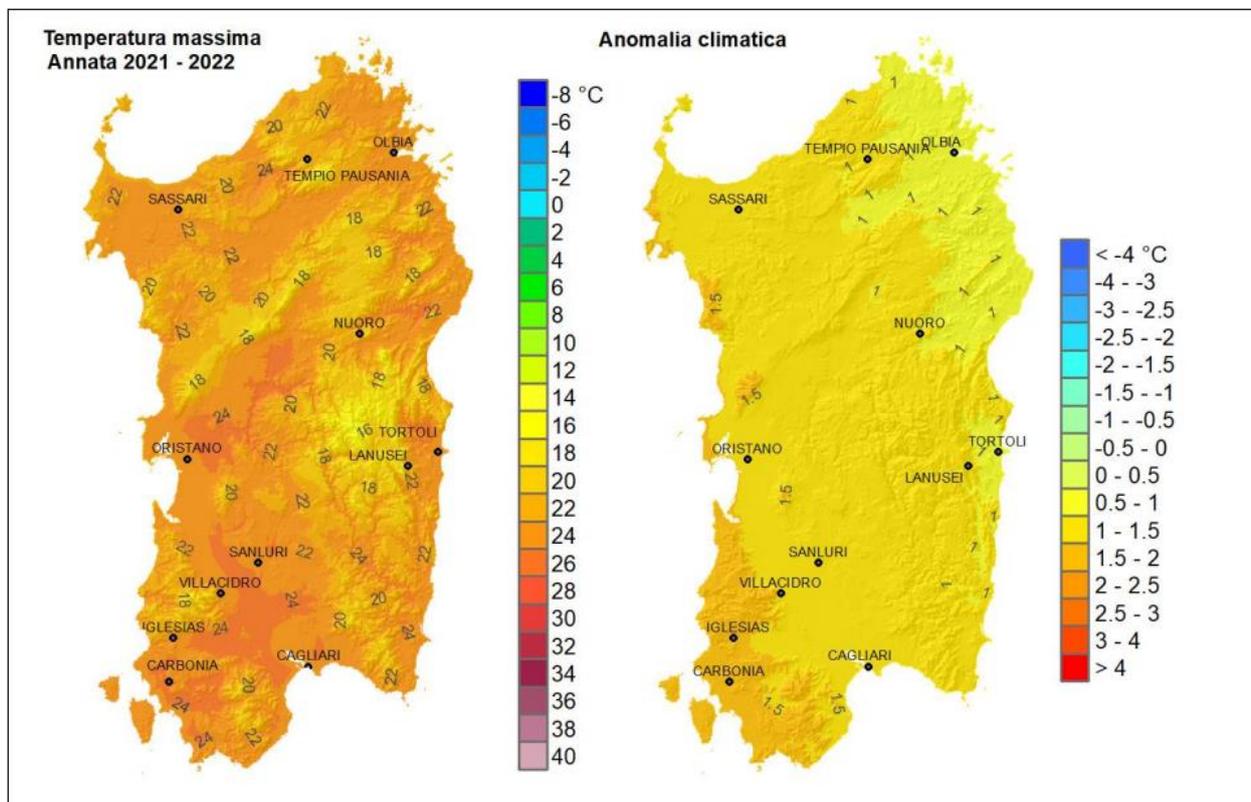


Figura 3-3 Media annuale delle temperature massime 2021-2022

Allargando la prospettiva temporale alla scala secolare, è importante vedere come è variata negli anni la differenza delle temperature massime registrate in Sardegna dal 1880 rispetto a una climatologia di riferimento (qui si è usata quella del trentennio 1971-2000). L'andamento di questo indice è mostrato in Figura 3-4, che evidenzia tre periodi: un quarantennio freddo (1880-1920) con massime costantemente inferiori alla media, spesso di oltre un grado; un settantennio altalenante (1920-1990) con massime talvolta inferiori, talvolta superiori alla media, ma con una anomalia più piccola, generalmente inferiore in valore assoluto a 1 °C; e infine un trentennio caldo (1990-oggi) con massime costantemente sopra la media climatica, con scostamenti che in anni recenti hanno raggiunto e superato i +2 °C. L'annata 2021-2022 si colloca pienamente in quest'ultima tendenza, con un'anomalia che sfiora i +1.5 °C.

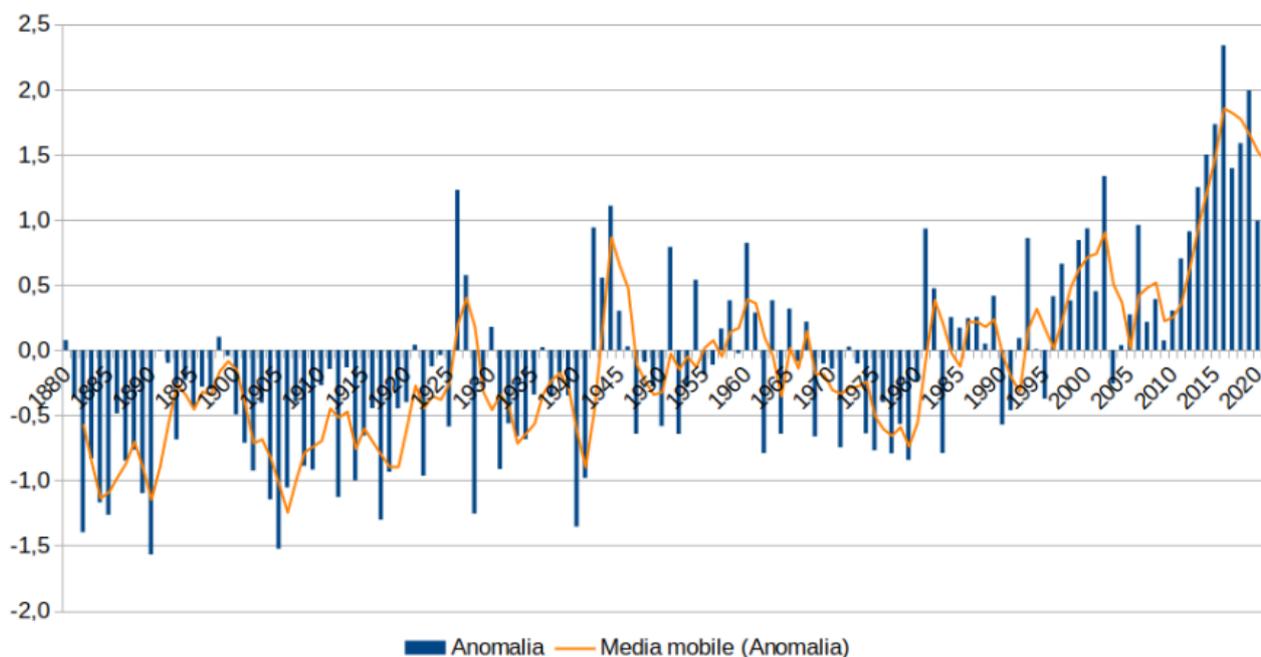


Figura 3-4 Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 rispetto alla climatologia

4. Inquadramento geologico

4.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto

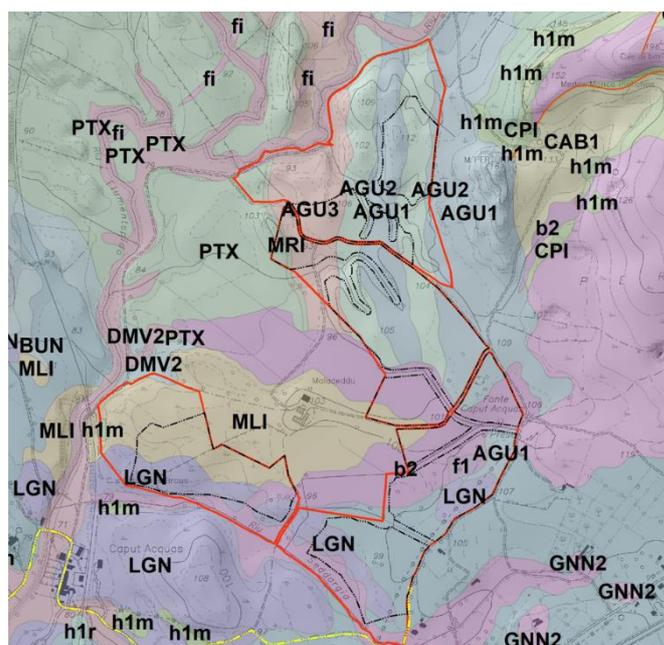
Nello specifico, le litologie interessate dal progetto sono le seguenti:

b2., Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica.
OLOCENE

f1., Travertini. Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi, con tracce di gusci vegetali e gusci di invertebrati.

PVM2b., Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali.

MLI., MILIOLITICO AUCT. Calcari e calcari arenacei, spesso ricchissimi in milioliti di ambiente lagunare.



LGN.,LIGNITIFERO AUCT. Calcari di colore biancastro con resti di bivalvi e oogoni di carofite, breccie cementate e rari livelli carboniosi; a tetto, talvolta, livello decimetrico di calcare organogeno con resti di limnee.

AGU3.,Membro di Medau Murtas (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metarenarie e metasiltiti viola e verdi, con laminazioni piano-parallele, e subordinati metaconglomerati e breccie prevalentemente quarzose.

AGU2.,Membro di Rio Is Arrus (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metasiltiti e metapeliti di colore grigio con subordinate metarenarie.

AGU1.,Membro di Punta Sa Broccia (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metaconglomerati e metabreccie eterometrici, poligenici, alternati a metasiltiti e metarenarie violacee.

MRI.,FORMAZIONE DI MONTE ORRI. Alternanze di metasiltiti e metarenarie medio-fini verdastre, quarzoso-feldspatiche, con laminazioni piano-parallele ed incrociate caratterizzate da livelli millimetrici di minerali pesanti e bioturbazioni.



Figura 4-5 Ubicazione sondaggi ISPRA

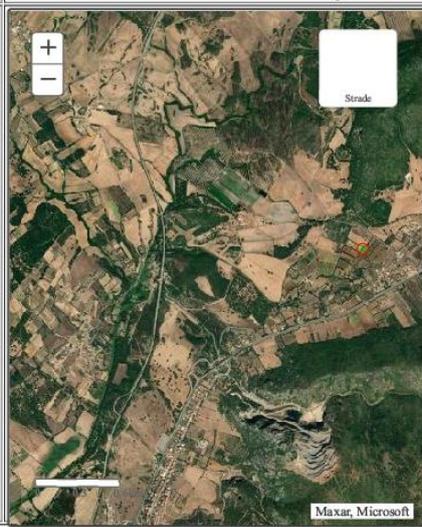
 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale			
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
<p> Codice: 182637 Regione: SARDEGNA Provincia: CARBONIA-IGLESIAS Comune: CARBONIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO IDROPOTABILE (ACQUEDOTTISTICO) Profondità (m): 58,00 Quota pc slm (m): 117,00 Anno realizzazione: 1996 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 40,000 Portata esercizio (l/s): 33,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 9 Longitudine WGS84 (dd): 8,522625 Latitudine WGS84 (dd): 39,215400 Longitudine WGS84 (dms): 8° 31' 21.46" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 12' 55.45" N </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	16,00	16,00	400	
2	16,00	58,00	42,00	311	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	57,00	58,00	1,00		
POSIZIONE FILTRI					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	8,00	50,00	42,00	250	
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
dic/1996	6,80	11,30	4,50	33,000	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00	QUATERNARIO	SUOLO AGRARIO
2	1,00	6,30	5,30	QUATERNARIO	ARGILLE ROSSASTRE E BEIGE A PLASTICITA' ELEVATA
3	6,30	45,00	38,70	CAMBRIANO INFERIORE	ROCCIA CARBONATICA COSTITUITA DA METACALCARI DI COLORE VARIABILE DA GRIGIO PERLA A BLUASTRO, COMPATTO, CON TRACCE DI CALCITE SPATICA DA M. 12 A 13
4	45,00	46,00	1,00	CAMBRIANO INFERIORE	METACALCARI DI COLORE GRIGIO, ABBONDANTE CALCITE PER PER CIRCA IL 70%
5	46,00	48,00	2,00	CAMBRIANO INFERIORE	50 % DI CALCITE 50 % DI METACALCARI GRIGI
6	48,00	53,00	5,00	CAMBRIANO INFERIORE	METACALCARI DI COLORE GRIGIO
7	53,00	54,00	1,00	CAMBRIANO INFERIORE	METACALCARI COMPATTI CON PRESENZA DI CALCITE SPATICA
8	54,00	57,00	3,00	CAMBRIANO INFERIORE	METACALCARI COMPATTI ABBONDANTE CALCITE SPATICA BIANCA PER IL 70 %
9	57,00	58,00	1,00	CAMBRIANO INFERIORE	ARGILLE CIOTTOLAME

Figura 4-2 Scheda perforazione S01

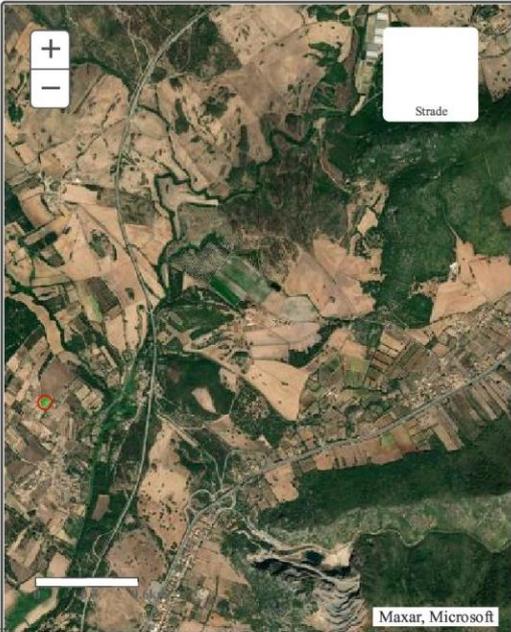
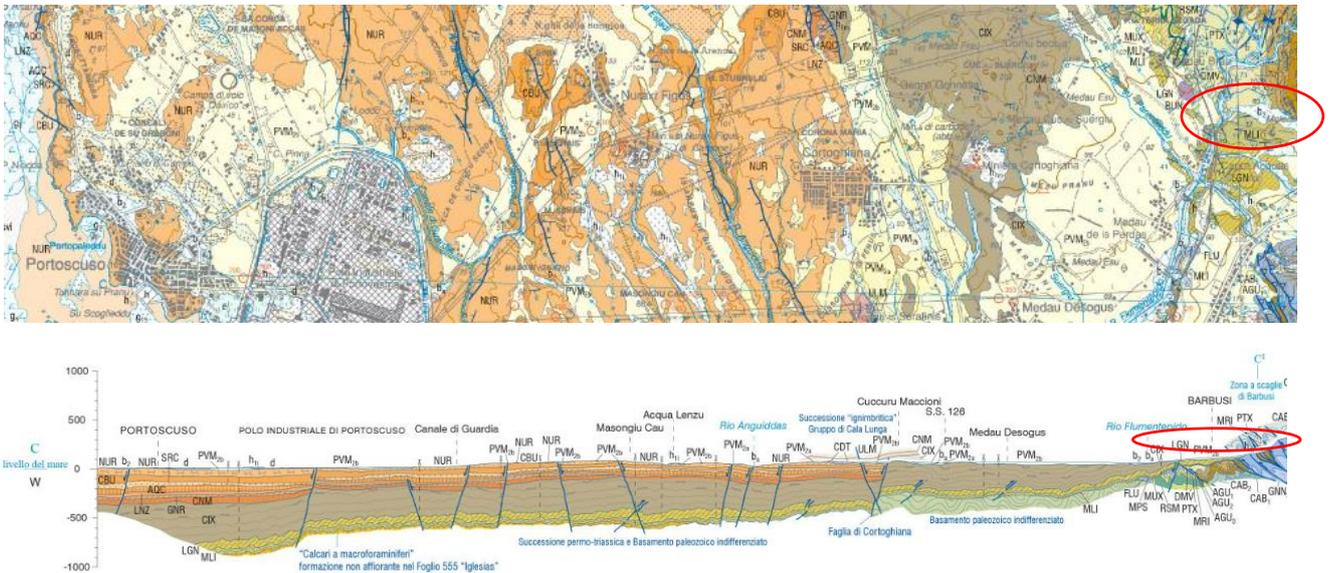
 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale			
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
<p> Codice: 182918 Regione: SARDEGNA Provincia: CARBONIA-IGLESIAS Comune: CARBONIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 100,00 Quota pc slm (m): 85,00 Anno realizzazione: 2005 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1,000 Portata esercizio (l/s): 0,800 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 8,498736 Latitudine WGS84 (dd): 39,212900 Longitudine WGS84 (dms): 8° 29' 55.45" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 12' 46.45" N </p> <p> (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia </p>					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	12,00	12,00	273	
2	12,00	100,00	88,00	204	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	60,00	100,00	40,00		
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
lug/2005	35,00	48,00	13,00	0,800	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	12,00	12,00		SABBIA
2	12,00	40,00	28,00		ARENARIE COMPATTE
3	40,00	50,00	10,00		SCISTI
4	50,00	65,00	15,00		ARGILLA
5	65,00	100,00	35,00		SCISTI CON INTERCALAZIONI DI CARBONE PRESENZA D'ACQUA

Figura 4-3 Scheda perforazione S02

Le schede soprariportate sono rese disponibili dall'archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (ISPRA) e riguardano le due perforazioni più prossime all'area interessata dal progetto.

Il sondaggio S01 riporta uno spessore superficiale di suolo di circa un metro sotto il quale è presente un banco d'argilla con elevato indice di plasticità. Alla profondità di circa 6,30 è presente substrato roccioso carbonatico presumibilmente appartenente alla Formazione di Gonnese (calcarei ceroidi).

La stratigrafia del sondaggio S02 è costituita da i primi 12 metri da sabbie di origine eolica e presumibilmente appartenenti alla litofacies PVM2b del subsistema di portovesme. A circa 40 metri di profondità è presente un substrato arenitico compatto.



Tettonica e caratteri geostrutturali

Nel carbonifero superiore – permiano, successivamente alla tettonica collisionale, si è sviluppata una tettonica distensiva che ha interessato tutta la trasversale della catena ercinica e tutto lo spessore della crosta. Nei livelli strutturali più profondi sia nella zona assiale, che nella zona a falde interne ed esterne, la tettonica distensiva è stata associata a deformazioni duttili pervasive e a metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione, mentre nei livelli strutturali più superficiali sono frequenti zone di taglio estensionali e faglie dirette a basso e alto angolo.

Dalla carta geologica emerge che l'area vasta è caratterizzata dalla presenza di una famiglia di faglie normali aventi prevalente direzione Nord Sud. Una delle faglie dirette più estese e con maggiori rigetti è quella di cortoghiana, che affiora per circa 5 km presso l'omonimo centro abitato. La faglia è diretta NNW-SSE ed immerge verso SSW; mette a contatto la formazione del cixerri con tutte le piroclastiti del gruppo del monte Sirai. I rigetti della faglia sono di circa 250 metri.

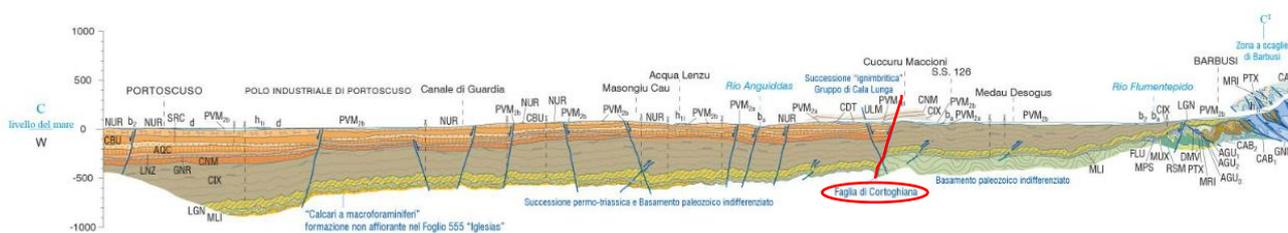


Figura 4-5 Scheda perforazione S01

4.2 Inquadramento geomorfologico

La Geologia del territorio di Carbonia è costituita da rocce calcareo - dolomitiche e scistoso arenacee (scisti etc.) dell'Era Paleozoica, e dalle rocce sedimentarie e vulcaniche dell'Era Terziaria. Le prime litologie danno luogo a morfologie diverse a seconda della differente erodibilità e risposta alle azioni orogenetiche. Le aree calcareo - dolomitiche mostrano localmente rilievi dolci ed arrotondati (Monte San Giovanni etc.) ma non mancano le balze, i dirupi e le rotture di pendio originate dalle azioni tettoniche (pieghe, faglie) e dal Carsismo. Le aree scistoso-arenacee presentano spesso morfologie aspre, con creste e tipiche "schiene d'asino".

Dove differenti litologie vengono in contatto si osservano i prodotti dell'erosione differenziale; è il caso dei filoni quarziticci che si ergono in alcune zone del territorio circostante (Monte San Giovanni) oppure, le balze della parte sommitale del Gruppo di Nebida dove strati calcarei ed arenacei ritmicamente sovrapposti danno luogo a tipiche "gradonate" (Serra Scoris). Le caratteristiche generali sono collinari e pianeggianti, avendosi altimetrie al di sotto dei 500 m (M. te Scorra 478 slm. e M. te San Giovanni m 424 s.l.m.).

L'area geomorfologicamente significativa è quell'area all'interno della quale gli agenti morfodinamici vanno ad interessare indirettamente o direttamente l'opera oggetto di studio.

La presenza di diverse litologie all'interno dell'area interessata dal progetto e, la loro differente erodibilità nei confronti dei maggiori agenti geomorfodinamici, si evince da una prima analisi visiva. La parte del lotto sul quale sorgeranno corpi dei moduli fotovoltaici collocati più a Nord, è costituita da un'elevata rocciosità, sulla quale sono ben visibili le incisioni dello scorrimento delle acque di superficiali.



Figura 4-8 Settore Nord caratterizzato da elevata rocciosità e topografia irregolare

I corpi dei moduli fotovoltaici collocati più a sud saranno posizionati su dei lotti che posseggono una morfologia caratterizzata da una topografia tutto sommato pianeggiante.



Figura 4-10 Settore Sud caratterizzato da una topografia pianeggiante

4.3 Inquadramento idrogeologico

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, facente parte del comune di Carbonia e Gonnese, è inclusa nel Sub – Bacino n°1 Sulcis.

Nello specifico, l'area è compresa all'interno del bacino idrografico del Rio Flumentepido il quale è costituito dalle seguenti aste principali: **Rio Flumentepido**, Rio Ariena, Rio Travigus, Rio Casas, Rio Barbaraxinu, Rio Pabionis, Rio Perda Maiori, Rio Margiani Angius, Rio Is Corongius, Rio Pirastu, **Rio Seddargia**, Canale Peddori, Rio de sa Parenteddu, "Canale Barbusi" (Fiume_19001), Fosso Mauconi, Rio Suergiu, Rig.lo de sa Benazzu Mannu, Rio Pescinas, Rio Sturruliu, Rio Anguiddas, Fiume_20991

Il bacino del Rio Flumentepido è quello con superficie maggiore (82,8 kmq), per il 71% entro i confini comunali (40% circa dell'intero territorio comunale);

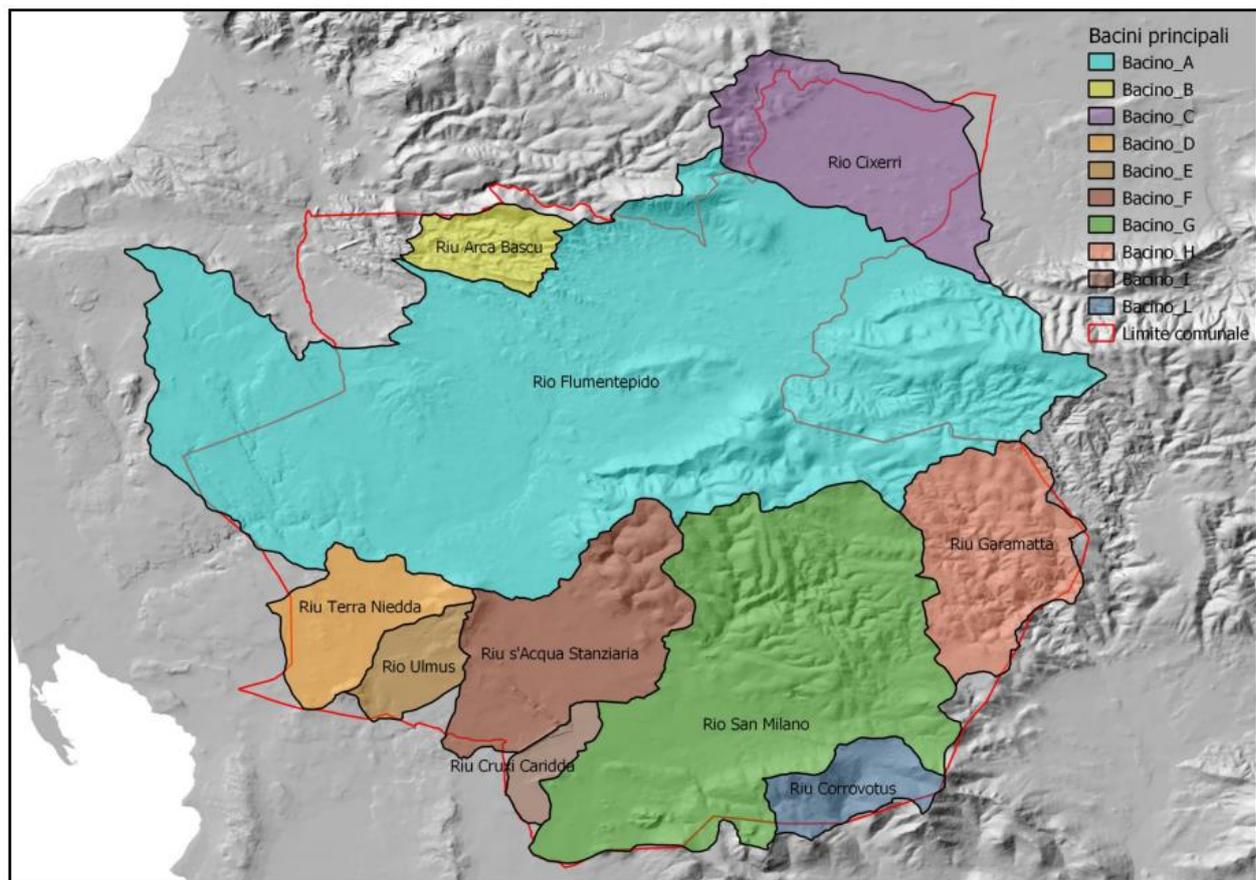


Figura 4-11 Bacini idrografici Comune di Carbonia - Fonte Variante PAI Carbonia

4.4 Idrografia superficiale

Dal punto di vista idrografico, i corsi d'acqua presenti nel Sulcis-Iglesiente, hanno per lo più un carattere torrentizio; solo pochi presentano un regime perenne, anche in subalveo: le portate sono, infatti, in stretta correlazione con le condizioni di piovosità per cui diminuiscono sensibilmente durante il periodo estivo; i corsi d'acqua principali che

caratterizzano l'area di studio sono il Rio Flumentepido e il Rio Seddargia fiume appartenente alla sinistra idrografica del Rio Flumentepido.

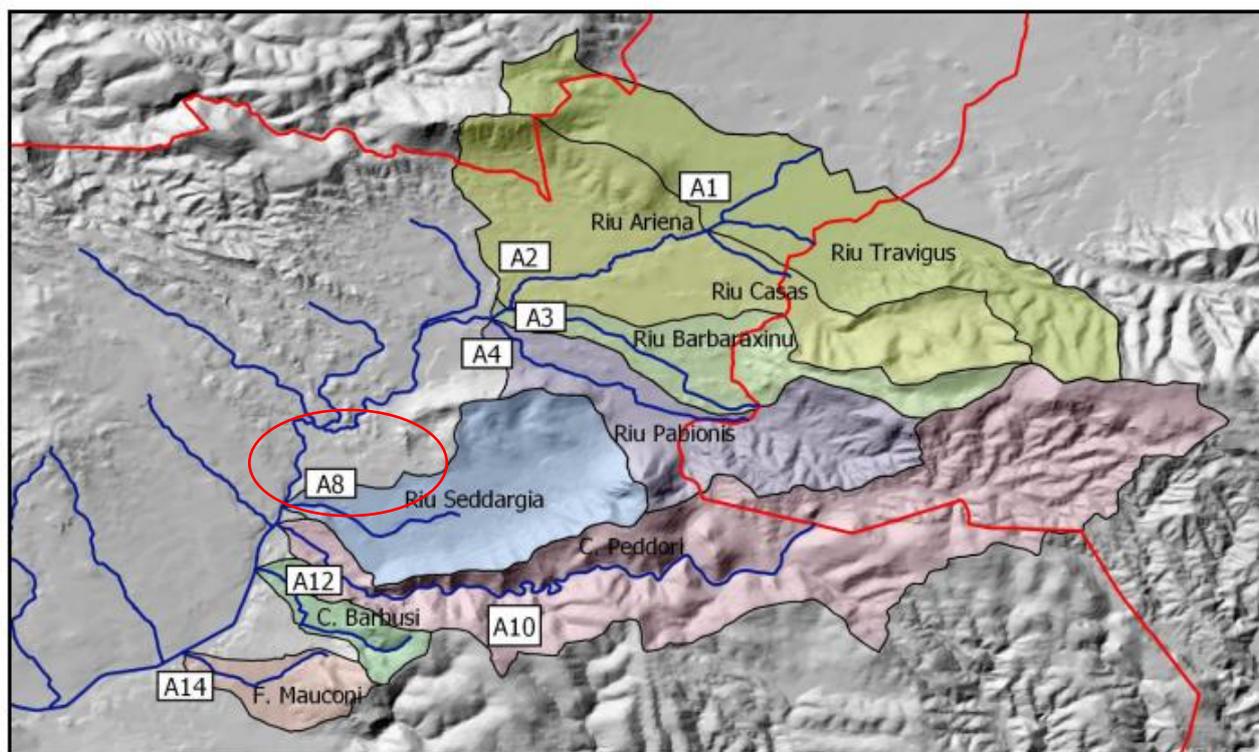


Figura 4-12 Sub-bacini sinistra idraulica sistema drenante Rio Flumentepido

Nella figura sopra riportata vengono indicati i bacini idrografici relativi alla sinistra idraulica del sistema del rio Flumentepido. L'area su cui sorgerà il progetto è compresa in parte all'interno del bacino idrografico del rio Seddargia e la restante è collocata in un settore caratterizzato da elementi idrografici di limitata estensione, motivo per cui non sono riportati sulla tavola derivante dallo studio riguardante Variante PAI effettuato recentemente.

Verso valle, l'asta del Flumentepido compie una doppia curva e la pianura alluvionale continua ad allargarsi fino a raggiungere la un'ampiezza massima di circa 350 m, in corrispondenza della curva a monte del ponte della Ferrovia Carbonia-Villamassargia.

A valle del ponte, in corrispondenza con gli innesti del Rio Seddargia e del Canale Peddori sulla sinistra e del Rio Parenteddu sulla destra, la geometria dei meandri appare interrompersi poiché l'alveo si presenta sostanzialmente canalizzato, assumendo un andamento abbastanza rettilineo per circa 4 km, fino al ponte della SS 126, a valle del quale si ha l'innesto sulla destra del Benazzu Mannu (che interseca a sua volta la SS126 in tre

punti nel tratto a monte) e risultano individuabili un'area estrattiva in sponda sinistra e la Fornace Fodde in sponda destra. (Fonte Studio Art.8 Carbonia).

Id. Bacino	Corso d'acqua	Superficie (kmq)	Pendenza bacino	Quota min. (m)	Quota max (m)
A1	Riu Travigus	6.80	0.186	128.10	613.76
A2	Riu Ariena	14.08	0.178	100.38	613.76
A3	Riu Ariena	16.87	0.172	98.90	613.76
A4	Riu Pabionis	4.27	0.277	98.90	471.98
A8	Riu Seddargia	4.63	0.191	69.80	453.06
A10	Canale Peddori	12.29	0.315	68.50	611.80
A12	C. Barbusi (Fiume 19001)	0.90	0.245	63.00	369.09
A14	Fosso Mauconi	1.18	0.200	56.30	340.71

Di seguito si riporta la tabella con le portate massime (mc/sec) desunti dallo studio Idraulico effettuato in sede di studio di variante PAI del Comune di Carbonia, dei bacini caratterizzanti l'area in cui sorgerà il progetto.

Comparto drenante	Sub-bacino	Id sez.	Sup. (kmq)	Portate max (mc/sec)			
				Tr=50	Tr=100	Tr=200	Tr=500
Rio Flumentepido	Riu Ariena 2	A1	6.799	23.01	30.27	38.02	48.94
	Riu Ariena 3	A2	14.082	48.83	63.94	80.01	102.46
	Riu Ariena 4	A3	16.872	59.18	77.35	96.63	123.51
	Riu Pabionis	A4	4.271	16.42	21.35	26.58	33.87
	Riu Margiani Angius	A5	3.435	17.98	22.52	27.29	34.02
	Rio Flumentepido 1	A6	27.582	75.74	97.83	121.34	154.16
	Riu Pirastu	A7	3.623	15.75	20.20	24.89	31.45
	Riu Seddargia	A8	4.633	15.59	20.33	25.41	32.73
	Rio Flumentepido 2	A9	37.351	95.30	122.28	150.86	190.56
	Canale Peddori	A10	12.295	32.58	42.14	52.31	66.53
	Riu de sa Parenteddu	A11	2.586	12.81	16.16	19.68	24.65
	Canale Barbusi	A12	0.904	7.09	8.58	10.12	12.26
	Rio Flumentepido 5	A13	56.433	136.42	174.55	214.83	270.67
	Fosso Mauconi	A14	1.181	9.08	10.99	12.97	15.74
	Riu Suergiu	A15	0.899	4.56	5.77	7.04	8.82
	Rio Flumentepido 7	A16	61.973	146.69	186.65	228.68	286.73
	Rig.lo Benazzu Mannu	A17	5.034	26.16	32.91	39.96	49.68
	Rio Flumentepido 8	A18	70.203	156.40	197.44	240.36	299.29
	Riu Anguiddas 1	A19	7.335	32.96	41.96	51.44	64.73
	Fiume 20991	A20	2.185	15.44	18.83	22.34	27.25
Riu Anguiddas 2	A21	9.938	50.22	63.22	76.77	95.47	
Rio Flumentepido 9	A	82.816	186.13	233.71	283.27	351.09	

4.2 Idrografia sotterranea

In un'area geologicamente tanto complessa e litologicamente molto eterogenea non è agevole individuare i rapporti che legano la piezometria nei diversi complessi idrogeologici. Sulle formazioni paleozoiche i numerosi sondaggi esistenti hanno messo in evidenza una circolazione sia nei calcari cambriani sia negli scisti cambriano ordoviciani e, benchè la produttività sia molto diversa, è ipotizzabile una stretta connessione tra l'acquifero fessurato delle formazioni terrigene e quello intensamente carsificato.

Nell'area vasta possono essere individuati tre acquiferi principali:

- a) Acquifero sui depositi alluvionali
- b) Acquifero su rocce vulcaniche
- c) Acquifero su rocce paleozoiche

Dai risultati delle prove di emungimento effettuati dalla cassa per il mezzogiorno risulta che gli acquiferi alluvionali sono quelli che possiedono le caratteristiche più omogenee di permeabilità e trasmissività, mentre dalle vulcaniti e dagli scisti sono stati ricavati valori variabili, in genere bassi in relazione all'intensità di fratturazione. Anche i calcari, seppure in grado minore, forniscono parametri idrodinamici variabili per le stesse ragioni, ma in questo caso i valori sono sempre piuttosto elevati.

Nell'area interessata dal progetto, data la varietà delle litologie presenti, dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) si evince che la permeabilità dell'area in cui verrà installato l'impianto è di tipo secondario ovvero per fratturazione. Nel settore Nord è Bassa per Fratturazione mentre nel settore sud, il substrato risulta avere una fratturazione maggiore pertanto una permeabilità classificata come medio alta.

Dai sondaggi (S1-S2), resi disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (pag.19-20) sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere le quali oscillano ad una profondità compresa tra i 57 ai 60 metri dal p.c

Dalla carta delle isopieze resa disponibile dalle note illustrative del foglio CARG di Iglesias, si evince che l'acquifero è costituito da rocce a permeabilità bassissima.

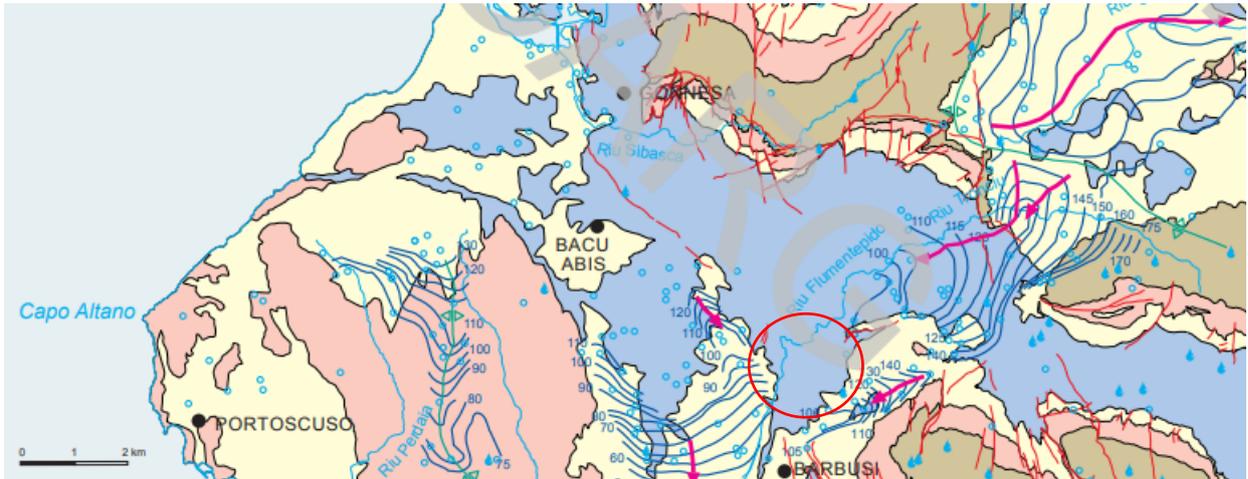
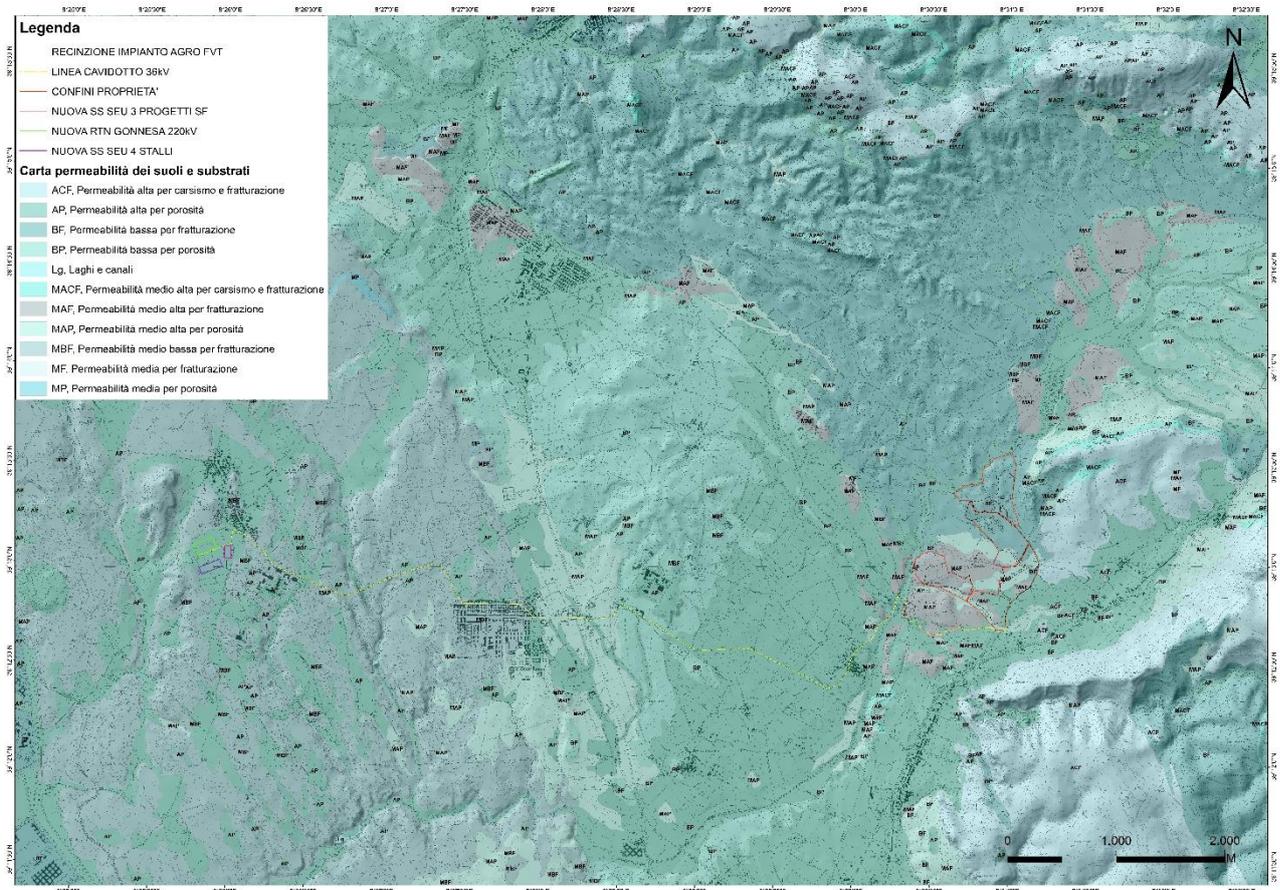


Figura 4-13 Carta idrogeologica CARG



5. Conclusioni

In base alle osservazioni effettuate nei paragrafi precedenti si riportano una serie di considerazioni riguardo l'idrogeologia, idrografia superficiale e possibili interferenze con il suddetto progetto.

Per quanto riguarda la componente idrica superficiale, i principali corsi d'acqua presenti riguardano il rio Flumentepido e il rio Seddargia, affluente sinistro. In un area geologicamente tanto complessa e litologicamente molto eterogenea non è agevole individuare i rapporti che legano la piezometria nei diversi complessi idrogeologici.

La litologia presente, costituita dai litologie aventi permeabilità prevalentemente medio bassa per fratturazione la falda presumibilmente raggiunge profondità di circa 60 metri dal piano campagna, pertanto, tale da non risentire delle attività caratterizzanti l'installazione del progetto e durante la fase di esercizio. Non sono dunque previste opere di mitigazione in quanto l'impatto sulle acque sotterranee è nullo.

Durante la fase di cantiere è prevista, l'individuazione di un'area circoscritta da adibire alla posa delle attrezzature e materiali e la realizzazione di momentanee trincee drenanti appositamente studiate e dimensionate al fine di una corretta regimazione delle acque superficiali.

Alla luce di quanto si è osservato dal presente studio, si attesta la compatibilità dell'impianto con la componente idrografica e idrogeologica senza significative alterazioni dell'equilibrio idrogeologico e variazioni dell'assetto idrogeomorfologico del terreno.

Dott.ssa Geol. Marta Camba

