

SCALA  <b>N.A.</b>	SEDE PROGETTO  <b>CAGLIARI</b>		FORMATO  <b>A4</b>	
REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	02/10/2023	Ing. R. Sacconi	Innova Service S.r.l. Arch. G. R. Porpiglia	DS Italia 13 S.r.l.
DATA  <b>02/10/2023</b>	TIPO DI EMISSIONE  <b>Prima Emissione</b>			
<b>Committente- Sviluppo progetto FV:</b> <b>DS Italia 13 S.r.l.</b> Via del Plebiscito n. 112 - Roma (RM) P.IVA 16380561007 		<b>Studio di progettazione:</b> <b>LA SIA S.p.A.</b> Viale L. Schiavonetti, 28600173-Roma (RM) P.IVA 08207411003 		
<b>PROGETTO</b> <b>Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Ittiri” della potenza di picco di 22.371,3 kWp e potenza di immissione di 18.010,0 kW e delle relative opere di connessione alla RTN nel comune di Ittiri (SS)</b>				
TITOLO ELABORATO		<b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>		
<b>Coordinamento Progettisti:</b> <b>INNOVA SERVICE S.r.l.</b> Via Santa Margherita, 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it 				
<b>GRUPPO DI LAVORO:</b> <b>per INNOVA SERVICE S.r.l.</b> Giorgio Roberto Porpiglia - Architetto Silvio Matta - Ingegnere Elettrico Aurora Melis - Geometra Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Marta Camba - Geologo <b>per La SIA S.p.A.</b> Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Stefano Cherchi - Archeologo Franco Milito - Agronomo Francesco Paolo Pinchera - Biologo Rita Bosi - Dottore Agronomo				
NOME ELABORATO  <b>REL_SP_IDRO</b>				REV  <b>00</b>

**Provincia di Sassari**

**COMUNE DI  
ITTIRI**

***PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO***

***AGRO-FOTOVOLTAICO***

***DENOMINATO "38330 ITTIRI"***

***DELLA POTENZA DI 23.371 kW***

***IN LOCALITÀ "Coros-Monte Callistro" NEL COMUNE DI ITTIRI***

**RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Normative di riferimento.....	3
1.2 Bibliografia e studi.....	4
<b>2. Inquadramento Geografico.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Inquadramento Climatico .....</b>	<b>9</b>
3.1 Precipitazioni.....	11
3.2 Temperature .....	14
<b>4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico .....</b>	<b>17</b>
4.1 Litologie significative all'area di progetto .....	22
4.2 Geomorfologia significativa al progetto all'area di progetto .....	24
<b>5. Inquadramento Idrogeologico .....</b>	<b>27</b>
5.1 Idrografia superficiale.....	27
5.2 Idrografia sotterranea .....	30
<b>6. Conclusioni .....</b>	<b>32</b>

## 1. PREMESSA

In supporto al progetto per la realizzazione di un impianto Agro - fotovoltaico della potenza di 22,3 MWp in loc. Coros-Monte Callistro nel Comune di Ittiri (SS), 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, è stata incaricata per la redazione della Relazione Idrogeologica, con l'obiettivo analizzare le caratteristiche idrogeologiche e idrografiche dell'area interessata dal suddetto lavoro.

### 1.1 Normative 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:

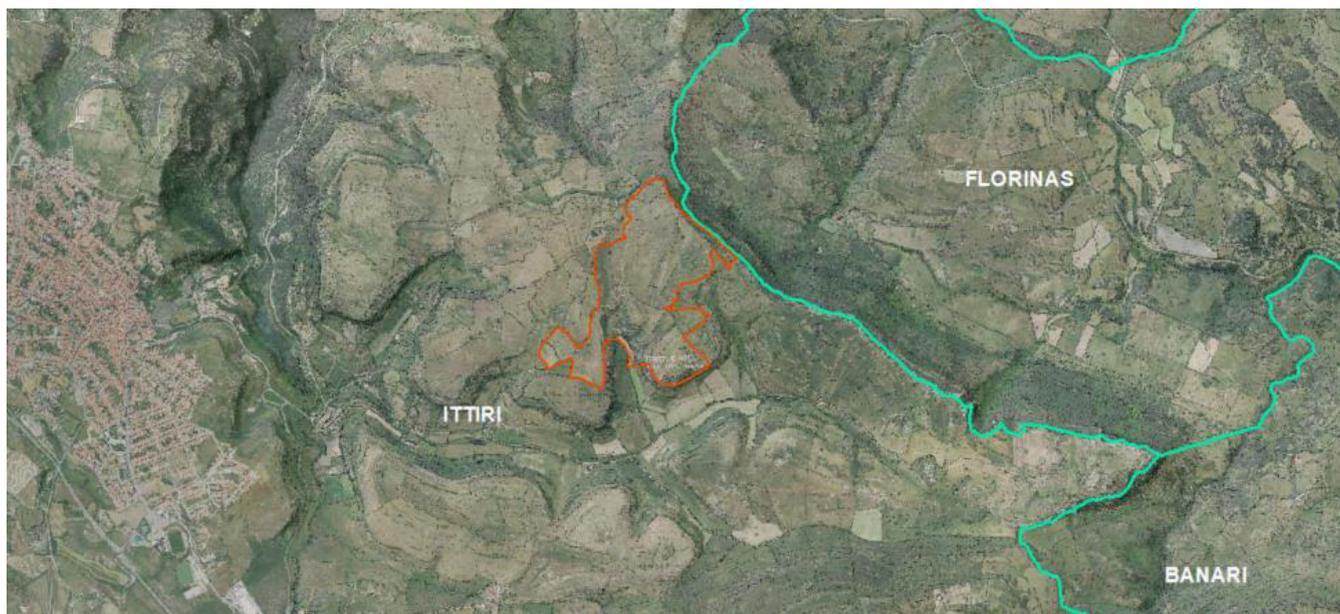
- Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- Carta della Permeabilità dei suoli e substrati, 2019
- Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- ARPA – Dati meteoroclimatici
- Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- Piano di Tutela 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

Ittiri è un comune della provincia di Sassari, facente parte della regione storica del Coros nel Logudoro. È collocata su un altipiano a 450 metri sul livello del mare e, il territorio è morfologicamente caratterizzato da altipiani costituiti da rocce prevalentemente trachitiche e basaltiche. Confina con il comune di Bessude, Banari, Florinas, Ossi, Putifigari, Thiesi, Uri, Usini e Villanova Monteleone.

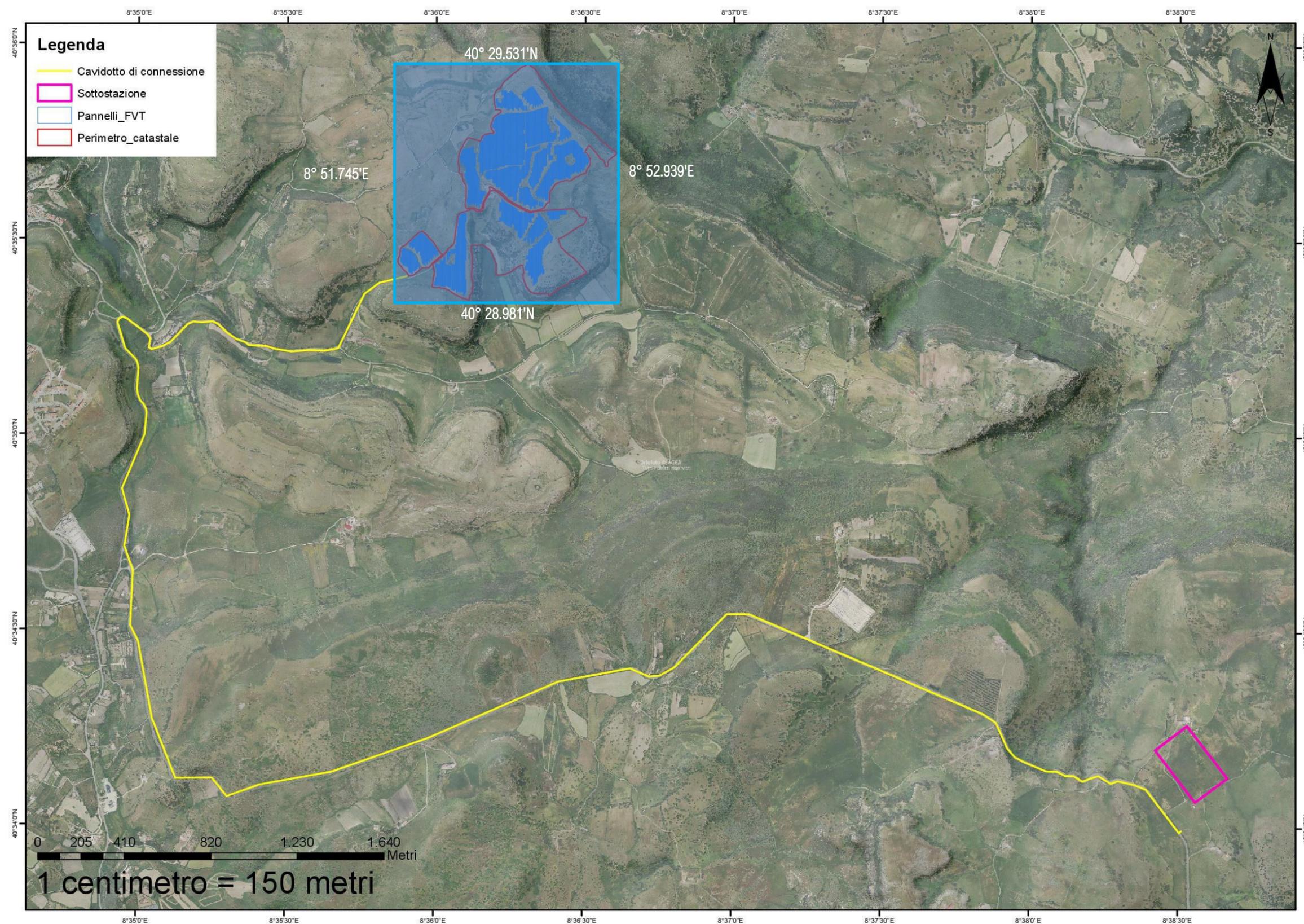


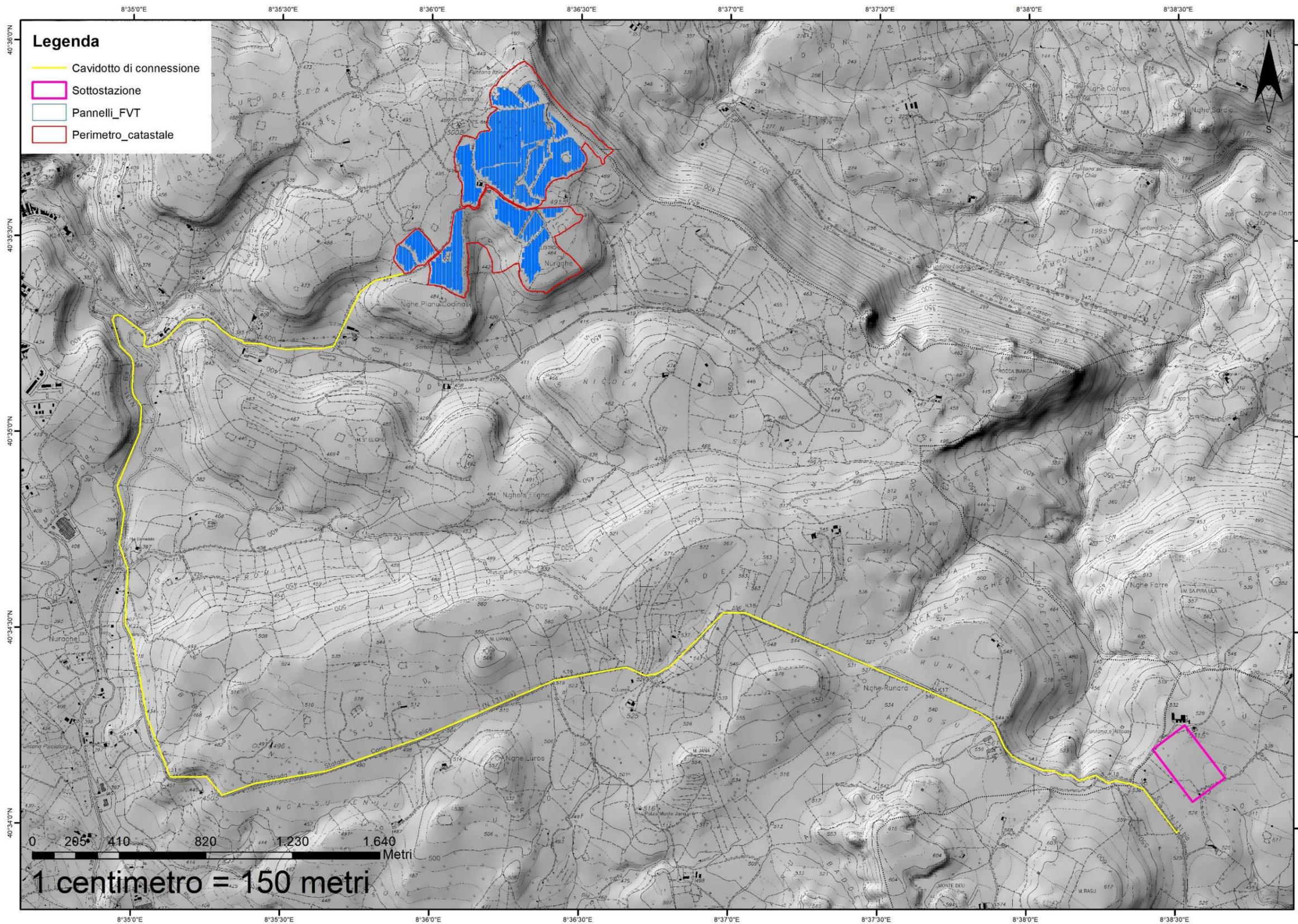
Nello specifico, si riporta l'inquadramento cartografico dell'area oggetto di intervento:

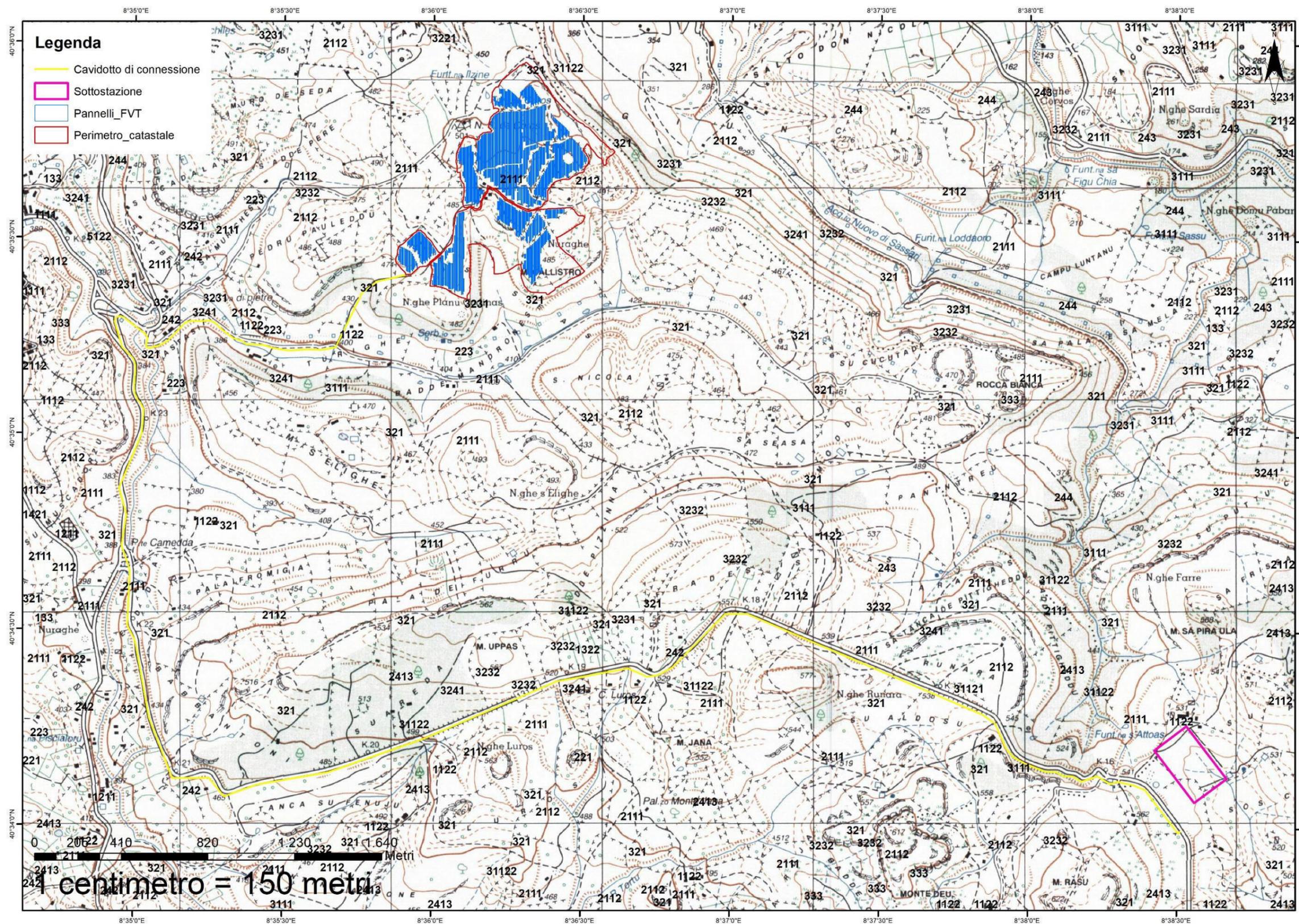
- I.G.M. Serie 25 foglio 479 I "Ittiri"
- CTR – scala 1:10000 – sez. **479040** "Diga 'E su Bidighinzu"; sez. **459160** "Monte Corona 'e teula"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio **193** "Bonorva"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50.000 – foglio **479** "Ittiri"

Le coordinate WGS84 dell'area interessata dal progetto:

Latitudine Nord	Latitudine Sud	Longitudine Ovest	Longitudine Est
40° 29.531'N	40° 28.981'N	8° 51.745'E	8° 52.939'E







### 3. Inquadramento Climatico

Il Clima della Sardegna viene generalmente classificato come Mediterraneo Interno, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Dal punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura.

Per quanto riguarda l'analisi delle **temperature**, la media annuale dei valori massimi di temperatura per la Sardegna è di 20.4°C; il mese più caldo è solitamente luglio (media delle massime 30.5°C). Le temperature minime annue sono mediamente 10.5°C, il mese più freddo gennaio (temperatura minima media del mese 4.9°C). Differenze rilevanti si possono registrare in regioni microclimatiche dell'isola: le aree del Campidano e del Sulcis raggiungono valori di temperatura mediamente più alti rispetto al resto della Sardegna, con temperature massime in agosto quasi mai al di sotto dei 34°C. La regione è caratterizzata da un numero medio di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 30,1 °C (SU95p) che varia tra 5 e 55, con picchi di circa 55 giorni/anno a sud, mentre il numero medio di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera al di sotto di 0 °C (FD) varia tra 0 e 12, con picchi di circa 12 giorni/anno sull'area montuosa centrale.

L'andamento delle **precipitazioni** varia considerevolmente in differenti microregioni della Sardegna: le zone più piovose sono il Limbara, l'altopiano di Campeda, il massiccio del Gennargentu e l'Ogliastra. Le aree più aride sono le regioni del sud-ovest dell'isola, la Nurra e il Campidano, nonché altre aree spot lungo la fascia costiera. I valori più bassi si registrano solitamente nella parte sud-occidentale dell'isola, dove i cumulati annuali non superano i 380-400 mm; la regione più piovosa è quella del Gennargentu dove quasi sempre si superano i 1200 mm annui. La media climatica per la Sardegna si attesta quindi intorno ai 650/700 mm. Il territorio regionale presenta condizioni siccitose durante il periodo estivo, caratterizzato da un numero massimo di giorni annui consecutivi senza precipitazione (CDD) che varia da circa 60 a 80.

## ***Analisi variabilità climatica della Sardegna***

Per quanto riguarda l'inquadramento climatico, verranno riportati nei paragrafi seguenti, i dati relativi all'ultimo report annuale reso disponibile dall'ARPAS relativo all'annata ottobre 2021-settembre 2022. La climatologia di riferimento utilizzata per i confronti è quella relativa al periodo 1981-2010.

Il report 2021-2022 ha registrato cumulati di pioggia superiori alla media climatica 1981-2010 sulla Sardegna centromeridionale e inferiori alla media sulla Sardegna settentrionale. Sulle zone poco piovose del Nord Sardegna i cumulati sono stati inferiori alla media di oltre il 10% con deficit pluviometrici sino a - 50% nel Sassarese.

Sul Centro-Sud dell'Isola il rapporto tra il cumulato 2021- 2022 e la media climatologica sono risultati compresi tra 1 e 1.25.

Rispetto alla climatologia 1981-2010, le piogge dell'annata confermano l'andamento degli anni successivi al 2017-2018 (un anno particolarmente asciutto), tutti caratterizzati da un'anomalia leggermente positiva. Su gran parte dell'Isola i cumulati hanno superato generalmente i 600 mm.

I cumulati massimi hanno interessato i rilievi principali, con valori anche sopra i 1000 mm su Gennargentu, Montiferru, Limbara e Monti del Sulcis. La località più piovosa dell'annata è stata nel sud Sardegna a Pula Is Cannoneris dove sono caduti 1319.8 mm, seguita da Arzana Sicca d'Erba con 1139.6 mm. Cumulati inferiori ai 600mm si sono avuti nel Sassarese, nella Valle del Coghinas, nell'Oristanese e nel Medio-Basso Campidano.

La stazione meteorologica meno piovosa dell'annata è stata Sassari Università, con 375.4 mm. All'interno dell'annata 2021-2022, l'ultimo trimestre del 2021 è quello che ha mostrato cumulati superiori alla corrispondente media climatica, grazie soprattutto alle abbondanti piogge del mese di novembre, mentre il primo quadrimestre del 2022, cioè la seconda parte della stagione piovosa, ha presentato condizioni di deficit climatico su tutta l'Isola. Le piogge della terza parte dell'annata (maggio-settembre 2022) sono state in linea con la climatologia sia come cumulati sia come caratteristiche dei fenomeni, con un prevalere di precipitazione temporalesche, quindi localizzate e con una forte variabilità spaziale.

Dal mese di febbraio e fino al mese di aprile si è registrato un progressivo calo dei valori con condizioni vicino alla media e moderatamente siccitoso e alcune aree caratterizzate da condizioni molto siccitoso ed estremamente siccitoso (particolarmente in febbraio e marzo).

A partire dal mese di gennaio, invece, si sono registrate condizioni siccitose nel settore Nord-occidentale della Sardegna; nella parte meridionale, invece, a partire da gennaio si sono

avute condizioni umide, per via delle piogge superiori alla media dei mesi di marzo, maggio, agosto e settembre.

Per quanto riguarda le temperature, le medie annuali delle minime risultano in linea o leggermente superiori rispetto alla media climatologica di riferimento, mentre le massime mostrano un'anomalia positiva rispetto alla media climatica decisamente più marcata, con una media di +1.2 °C fino a superare +1.5 °C nella parte Sud-occidentale dell'Isola.

Il mese più freddo è stato gennaio, con medie delle temperature minime negative (fino circa a -2 °C) sul Gennargentu e sui Monti di Alà dei Sardi; nello stesso mese temperature medie prossime a zero si sono registrate sulle Barbagie, nonché sul Marghine e sulle grandi vallate circostanti.

L'anomalia climatica evidenzia un raffreddamento generalizzato fino ai quasi a -2 °C del settore orientale, causato dalle prolungate avvezioni fredde da nord-est che hanno caratterizzato il periodo. La temperatura minima assoluta dell'annata, pari a -8.36 °C, è stata misurata nella stazione di Villagrande Strisaili il 27 gennaio

Le temperature massime hanno iniziato a essere sensibilmente superiori alle corrispondenti medie climatiche già dal mese di maggio, diventando particolarmente elevate nel periodo estivo. Risultano di rilievo le anomalie climatiche del mese di giugno, pari a +4.3 °C come media regionale. Nel periodo maggio-settembre si sono registrati numerosi giorni con temperature massime superiori ai 35 °C, con picchi superiori a 80 giorni in alcune stazioni; si tratta di valori sensibilmente superiori rispetto a quelli dei tre anni precedenti (dal 50% al 75% in più rispetto al numero medio del triennio 2019-21). Le temperature massime giornaliere nel trimestre caldo hanno superato i 40 °C per diversi giorni in alcune località (fino a 18 giorni nella stazione Ozieri c.ra Fraigas), raggiungendo in alcuni casi picchi superiori a 44 °C, nel mese di giugno. (*ARPAS -- Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2021 - settembre 2022*)

### 3.1 Precipitazioni

L'analisi delle precipitazioni che segue (ARPAS) si basa sulle precipitazioni sull'annata e su determinati sottoperiodi. 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 agraria 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.

Le zone meno interessate dalle precipitazioni sono state il Sassarese, la piana di Ozieri, l'Oristanese e il Medio-Basso Campidano. Il cumulato 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 del 10% e localmente anche sotto il 50% nel Sassarese. Nel Sud Sardegna i cumulati sono invece stati

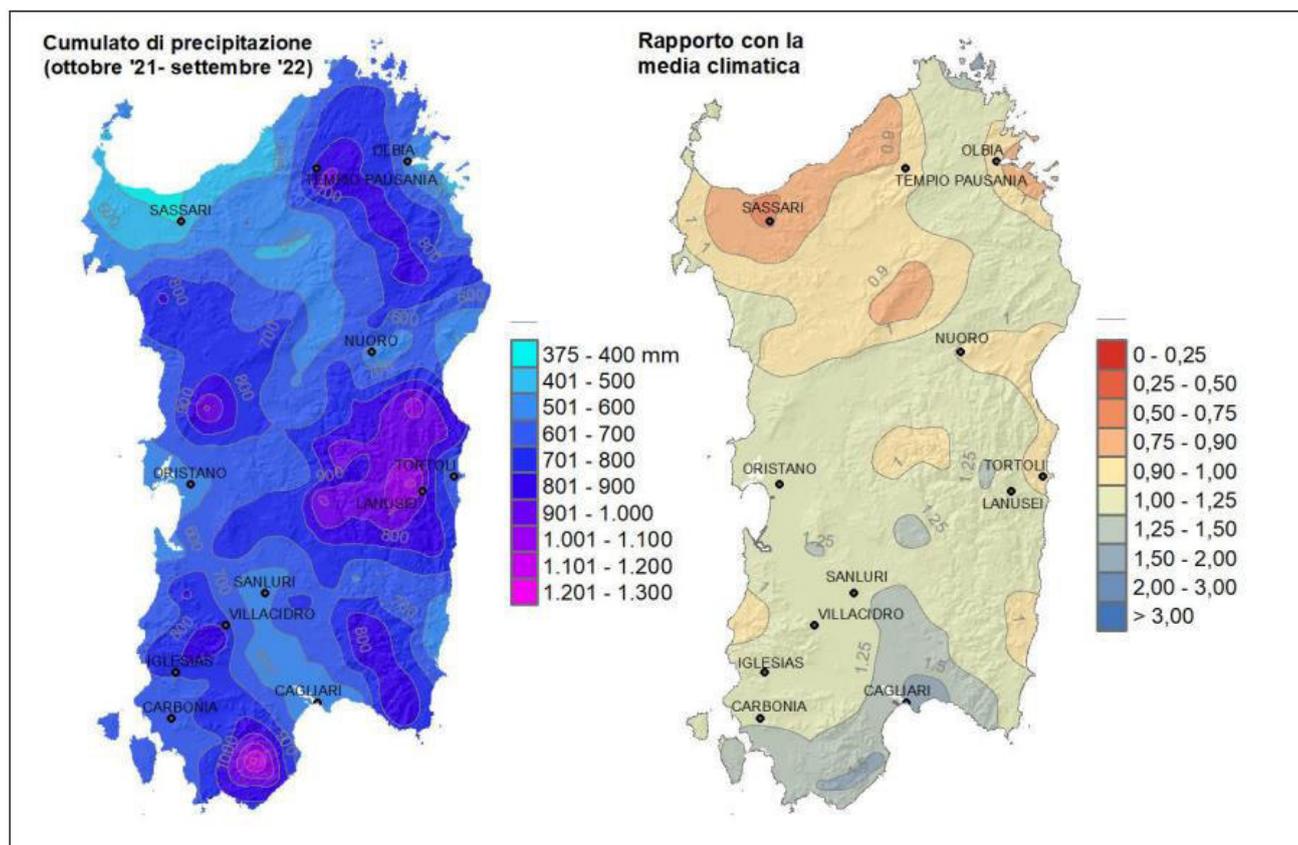


Figura 3-1 : Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2021 a settembre 2022

al di sopra della media, almeno sopra il 25% e localmente sino al 50% in più nel Sulcis e nel Cagliariitano.

La Figura 3.2 mostra la 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.

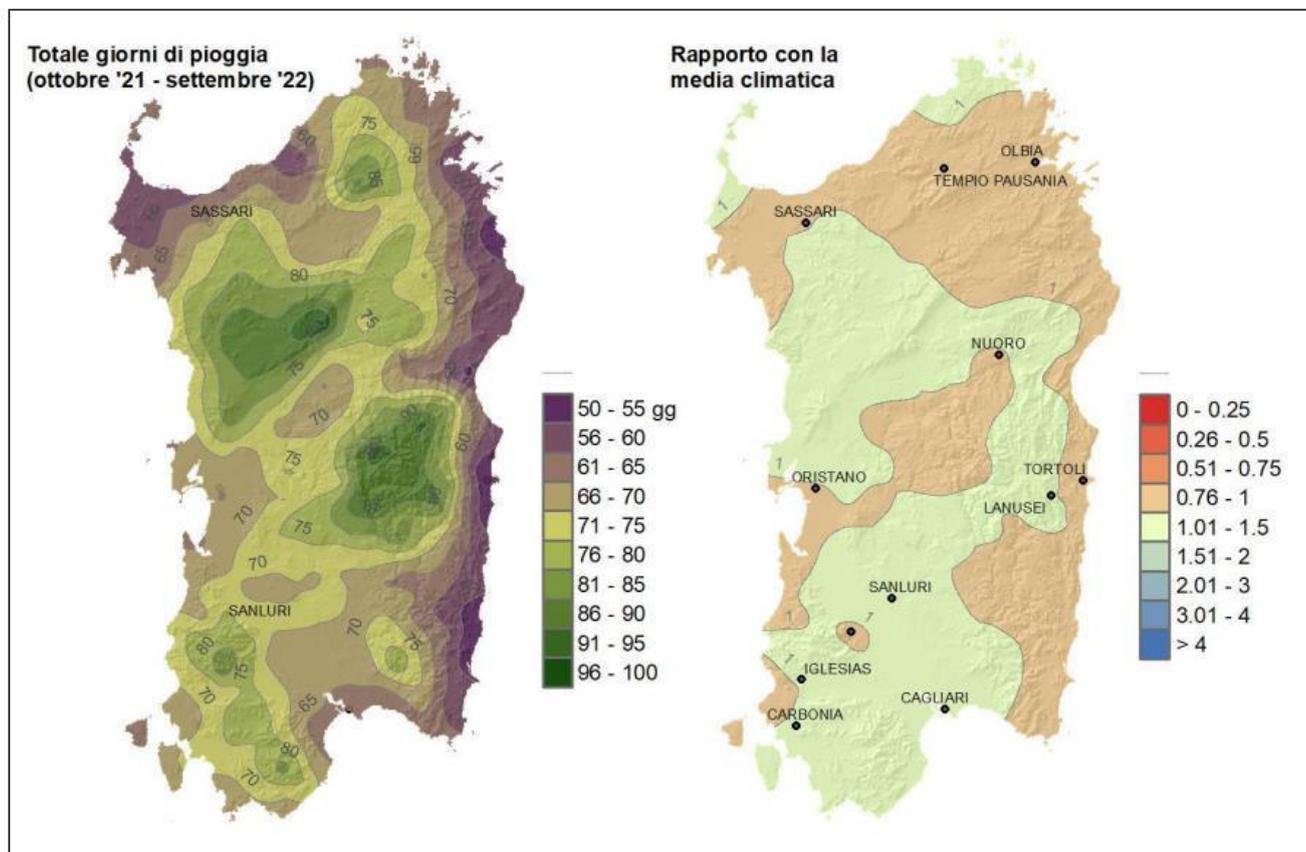


Figura 3-2 Numero di giorni piovosi da ottobre 2021 a aprile 2022 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica

### 3.2 Temperature

L'analisi di dettaglio della situazione climatica della Regione Sardegna, periodo climatico di riferimento 1981-2010, ha permesso di caratterizzare la variabilità climatica osservata a livello locale e di valutare, ad elevata risoluzione, le anomalie climatiche attese in futuro per effetto dei cambiamenti climatici.

L'annata 2021-2022 è stata eccezionale sotto il profilo termico, ed è necessario usare diversi indicatori per mostrarne appieno la particolarità. Un primo indicatore utile è sicuramente la media annuale delle temperature minime, mostrata in Figura 3.3 a sinistra. È evidente il gradiente altimetrico, con i rilievi del Gennargentu che scendono sotto gli 8 °C; solo altre piccole zone condividono queste basse temperature, e tra queste c'è sicuramente da notare come i monti di Alà dei Sardi siano freddi almeno quanto il Marghine, che è più elevato; inoltre spicca l'anomalia fredda di Campu Giavesu e Piana di Santa Lucia, la zona a bassa quota più particolare della Sardegna per il regime termico. Si nota inoltre che Monte Limbara, pur elevato quanto il Marghine e posto più a nord, risulti apprezzabilmente più caldo. Scendendo a quote inferiori le temperature tipiche aumentano, e ampie zone collinari si attestano intorno ai 10 °C. L'effetto mitigatore del mare produce lungo la fascia costiera temperature tipiche intorno ai 12 °C. Infine, l'estensione delle zone con temperature tipiche maggiori di 12 °C, sensibilmente più grande al Sud dell'Isola, è indice dell'influenza della latitudine.

La relativa mappa delle anomalie climatiche (Figura 3.3 a destra) indica per le temperature minime un'annata pienamente allineata con la climatologia, con l'unica eccezione dei rilievi, soprattutto quelli meridionali, che risultano leggermente più caldi della media.

La media annuale delle temperature massime, mostrata in Figura 3.4 a sinistra, mostra

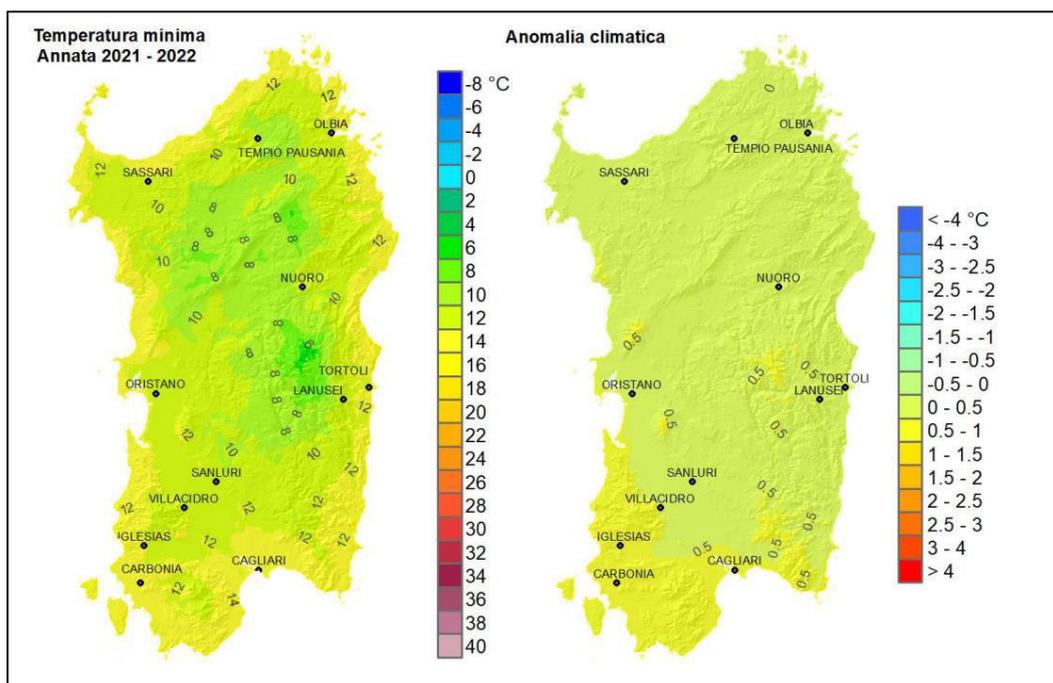


Figura 3-3 Media annuale delle temperature minime 2021-2022

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 longitudinale, 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 3.4 a destra, 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.

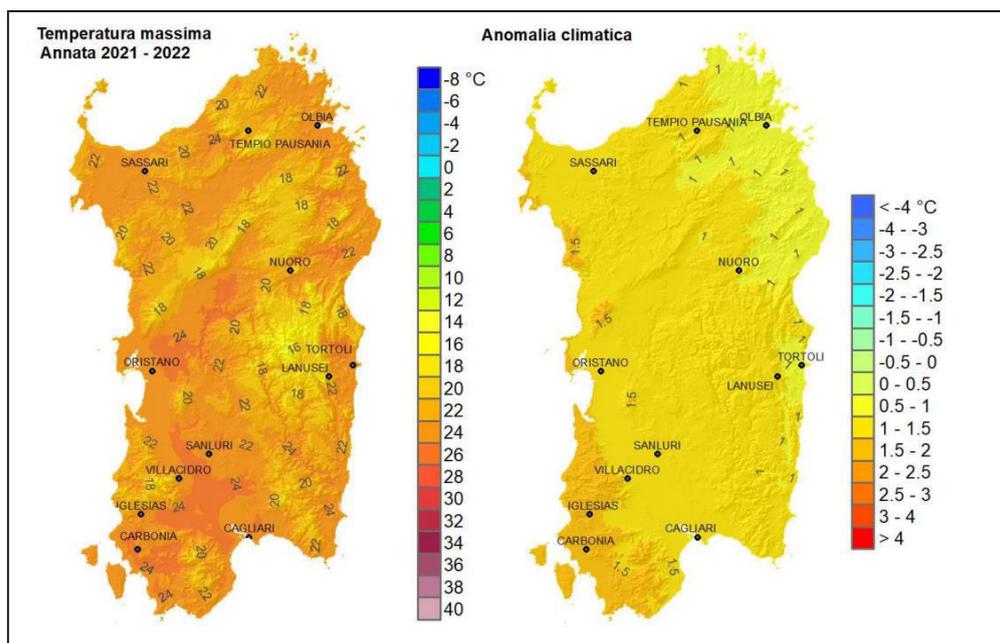


Figura 3-4 Media annuale delle temperature massime 2021-2022

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 3.5, 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  $1\text{ }^\circ\text{C}$ ; 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  $+2\text{ }^\circ\text{C}$ . L'annata 2021-2022 si colloca pienamente in quest'ultima tendenza, con un'anomalia che sfiora i  $+1.5\text{ }^\circ\text{C}$ .

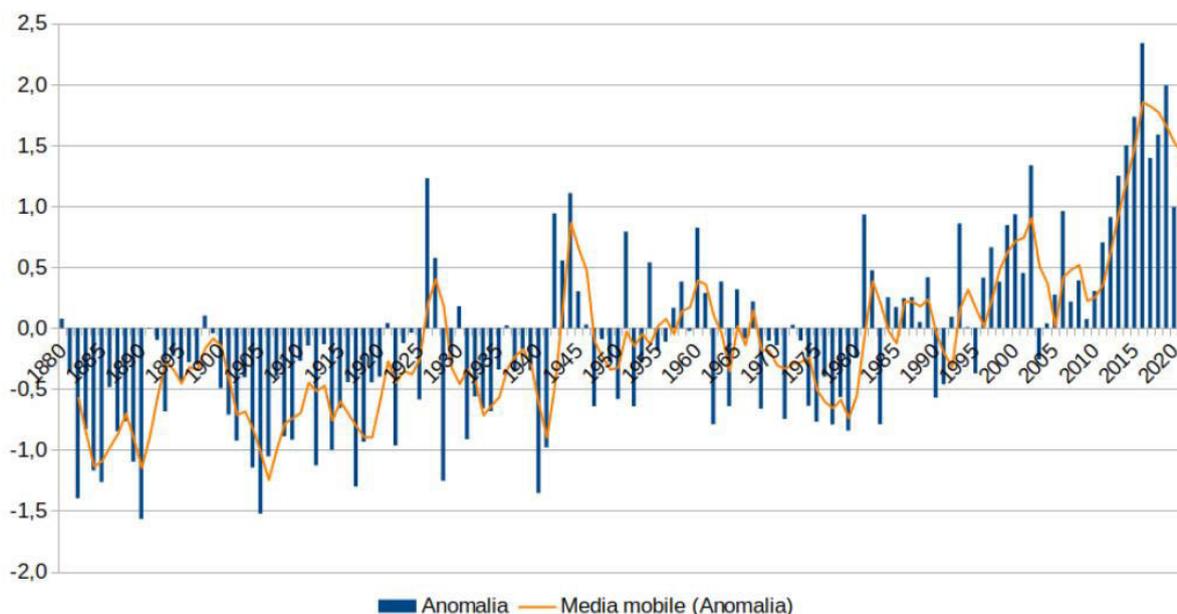


Figura 3-5 Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 rispetto alla climatologia

#### 4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

Di seguito vengono descritte le unità presenti nell'area vasta:

##### Depositi Olocenici

**bb**\_Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE

**ba**\_Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

**b**\_Depositi alluvionali. OLOCENE

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

**a**\_Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE

**a1a**\_Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE

### **Successione sedimentaria Miocenica**

**NST\_FORMAZIONE DI MONTE SANTO.** Si tratta di calcari che mostrano una larga variabilità di facies e giaciture; poggiano, talora in eteropia, sia sulle marne della Formazione di Borutta (RTU) che sulle sabbie della Formazione di Florinas (LNS), mentre a Ittiri poggiano direttamente sulle vulcaniti. In genere gli affioramenti sovrastanti la formazione di Florinas sono *grainstone* che denotano una grande energia, presentano stratificazione incrociata o cliniformi, presenza di abbondanti alghe calcaree talvolta in accumuli di *alga ball*, oltre a coralli del genere *Tarbellastrea* e *Porites* Lo spessore è variabile, con un massimo di 50 m. (Serravalliano – Tortoniano)

**RESa\_Litofacies** nella FORMAZIONE DI MORES. successione di calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi, e calcari a componente terrigena variabile, con faune a gasteropodi “Turritle”, ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope), riferibili al Miocene inferiore (Burdigaliano). Il passaggio alla soprastante formazione di Borutta (RTU) presenta spesso caratteri eteropici, infatti può esser sormontata direttamente dalla Formazione di Monte Santo (NST). (Burdigaliano superiore)

**LRM\_FORMAZIONE DEL RIO MINORE.** Si tratta prevalentemente di un deposito epiclastico costituito da cineriti stratificate, biancastre o verdastre per alterazione a cui si associano conglomerali, arenarie, calcari silicizzati e selci grigio nerastre in livelli e lenti di spessore variabile. Le facies cineritiche contengono talvolta resti di palme del Burdigaliano oltre ad alghe e ostracodi. L’ambiente è tipicamente lacustre con spessori che possono superare i 100 m (Burdigaliano)

### **Successione Vulcanica Oligo-Miocenica**

**ILV\_UNITÀ DI MONTE SA SILVA.** Piroclastiti di flusso pomiceo-cineritiche, di colore bianco-grigiastro, non saldate, ricche di fenoclasti (plagioclasio, quarzo, biotite), con litici di vulcaniti di dimensioni da 3 a 10 cm, e pomici di dimensioni variabili tra il centimetro e 5 cm. Le piroclastiti sono per lo più massive, in alcuni casi mostrano livelli grossolanamente stratificati per effetto della concentrazione dei litici ma senza evidente gradazione. Il chimismo

dei depositi è riolitico, e gli spessori in affioramento sono in genere di 10-20 metri ma localmente possono arrivare a quasi 100 m. (Burdigaliano).

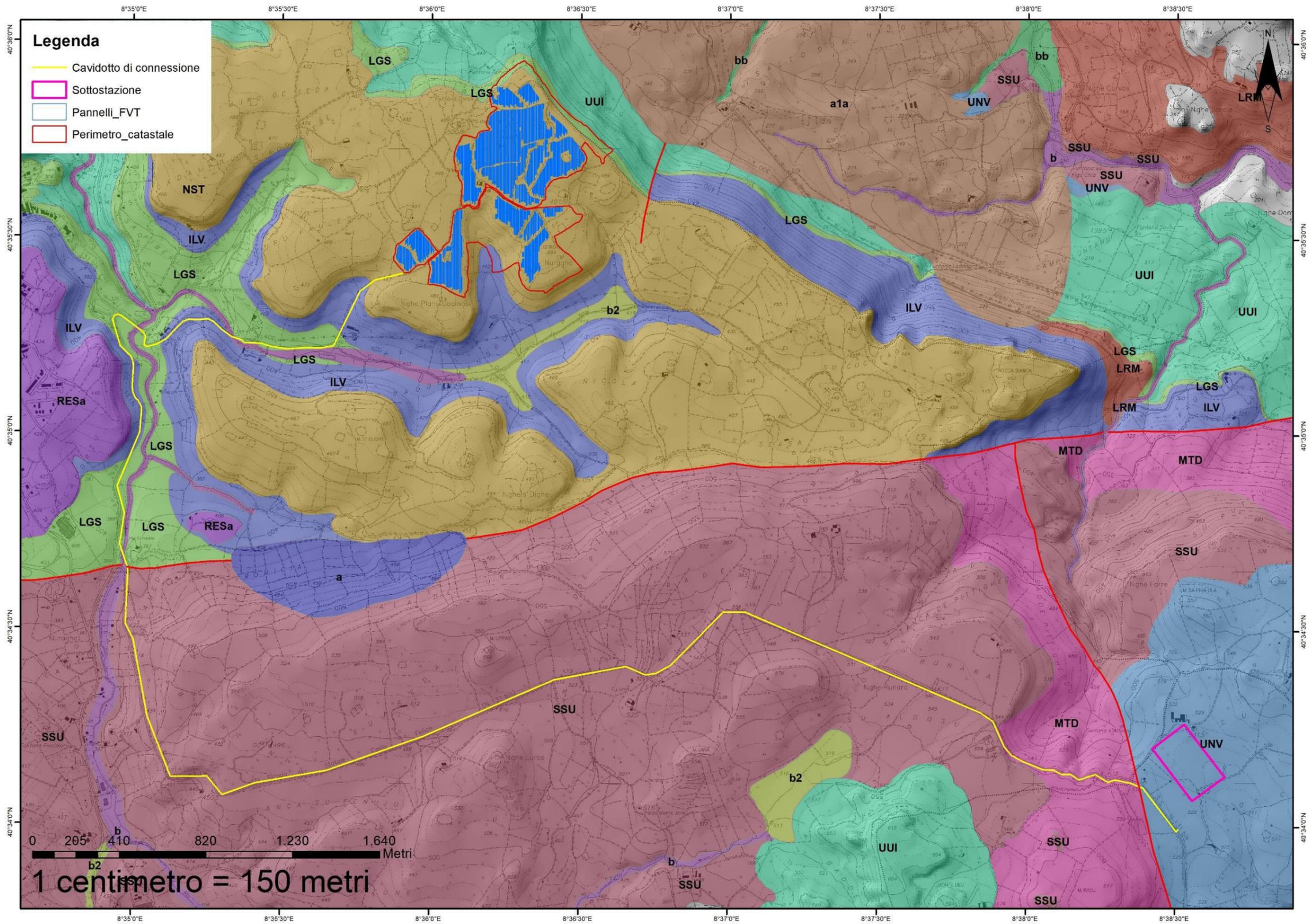
**LGS\_UNITÀ DI MONTE LONGOS.** Sono piroclastiti di flusso e si caratterizzano per la colorazione prevalentemente nerastra, talvolta violacea alla base, e per l'elevato grado di saldatura; l'aspetto è infatti generalmente vetroso, con presenza di numerosi cristalli di plagioclasio, di pirosseno e biotite, e talvolta con piccole fiamme di colore nero. Dove è possibile osservare il contatto con le piroclastiti sottostanti (UUI) si rileva che i depositi di flusso sono preceduti da livelli di ceneri di caduta dello spessore di qualche centimetro, talvolta con pomici e litici centimetrici, e che alla base sono caratterizzati da scarsa saldatura e da una forte concentrazione di litici e fenocristalli; il grado di saldatura aumenta rapidamente verso l'alto del deposito e, in taluni casi, macroscopicamente non si ha evidenza di tessitura vitroclastica per effetto della devettrificazione della matrice visibile in sezione sottile. Lo spessore di questa unità è in genere ridotto a 3-5 m. (Burdigaliano)

**UUI\_UNITÀ DI URI\_** Si tratta di piroclastiti i cui affioramenti si osservano dalla zona ad E di Ittiri fino a W di Uri con una certa continuità. Su questa unità si osservano repentine variazioni di spessore e di giacitura delle bancate, che rilevano una messa in posto su morfologie articolate impostate sulle unità più antiche, in depressioni vallive che venivano riempite dal deposito di flusso e che nella zona di M. Ozzastru (W di Uri) sono ancora leggibili. Questa unità ha permesso di precisare meglio la correlazione di Ittiri, dove sono presenti prodotti lavici, e quella di Uri-Olmedo caratterizzata da soli prodotti di vulcanismo esplosivo. (Burdigaliano)

**UNV\_UNITÀ DI NURAGHE VITTORE.** colate di andesiti basaltiche e basalti, con caratteristiche prevalenti di autobrecce, e daciti porfiriche. Le lave coerenti hanno colore grigio scuro e tessitura porfirica per fenocristalli di plagioclasio, pirosseno e olivina in pasta di fondo microcristallina. Presentano frequente fratturazione tipo *platy jointing* secondo la direzione di flusso. Le lave a blocchi sono costituite da blocchi irregolari e eterometrici di lava, debolmente vescicolati, a tessitura clasto-sostenuta, con arrossamento dovuto ad alterazione idrotermale. I rapporti con le piroclastiti a contatto a letto (SSU) e a tetto (UUI) sono caratterizzati da disconformità. (Burdigaliano inferiore)

**SSU\_UNITÀ DI SU SUERZU.** Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, saldati, e con tessitura paratassitica, di colore rossastro, con fiamme grigiastre di dimensioni comprese tra 2 cm e 20 cm, e litici centimetrici costituiti da altre ignimbriti o da andesiti. Nell'area a est di Ittiri è presente un prodotto di aspetto ossidianaceo, probabilmente originato dalla silicizzazione di una piroclastite, di colore grigio da chiaro a scuro, con spessore limitato (7-8 m), preceduto da cineriti bianche contenenti frustoli carboniosi e litici e lapilli accrezionali. I depositi di Su Suerzu sono delimitati dalle Lave di Pala Mantedda (MTD) a letto, e dai corpi di Nuraghe Vittore (UNV) a tetto, con rapporti di disconformità. La composizione chimica delle ignimbriti è riodacitica, mentre lo spessore varia tra 15-20 m fino a 70 m. Burdigaliano.

**MTD\_UNITÀ DI PALA MANTEDDA.** Le lave di Pala Mantedda sono costituite da un'alternanza, potente un centinaio di metri, di colate e duomi, a chimismo da andesitico a dacitico, che costituiscono il rilievo di Pala Mantedda. Le colate, di colore grigio-rossastro, sono tiltate verso ESE e presentano verso il basso, le classiche posizioni autoclastiche. In affioramento presentano basso indice di porfiricità, con fenocristalli di plagioclasio e pirosseni e rara olivina immersi in una pasta di fondo vetrosa. Sulla base delle evidenze stratigrafiche e mineralogiche, le lave sarebbero ascrivibili alla serie andesitica infriore (Chattiano-Aquitano)

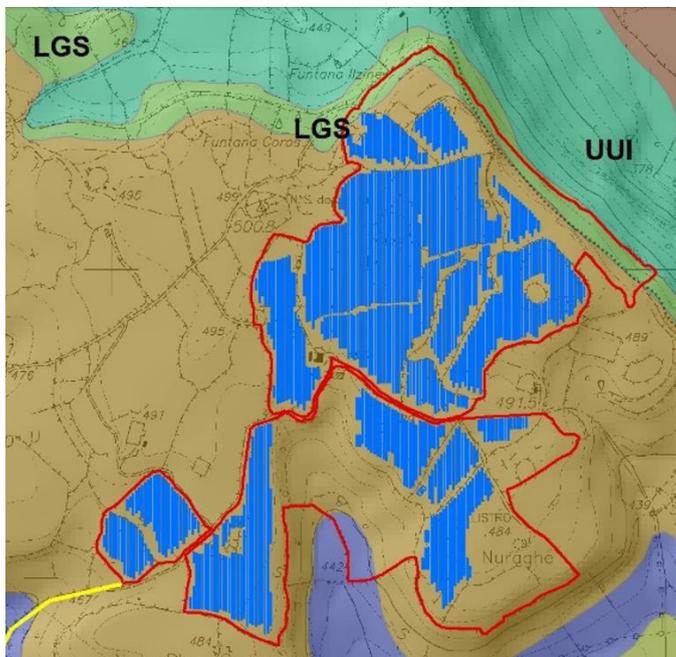


#### 4.1 Litologie significative all'area di progetto

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

**NST – FORMAZIONE DI MONTE SANTO.** *Calcarei bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali; calcareniti*

Calcarei bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali, e calcareniti. Poggiano sulle piroclastiti dell'Unità di Monte Silva e piroclastiti in facies ignimbratica dell'unità di Uri.



Lo spessore è variabile, con un massimo di 50 m. L'associazione fossilifera permette di riferire tali depositi al Serravalliano - Tortoniano.

Nella pagina successiva si può osservare la scheda relativa ad una perforazione eseguita in prossimità dell'area interessata dal progetto e resa disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (legge 464/84). La stratigrafia riporta la presenza di calcareniti lungo tutta la verticale di esplorazione sin a profondità elevate.

 		<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>			
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>					
<b>Dati generali</b>		<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>			
<p> <b>Codice:</b> 170723  <b>Regione:</b> SARDEGNA  <b>Provincia:</b> SASSARI  <b>Comune:</b> ITTIRI  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 105,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 400,00  <b>Anno realizzazione:</b> 2002  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 0,500  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 0,350  <b>Numero falde:</b> 1  <b>Numero filtri:</b> 1  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> SI  <b>Numero strati:</b> 1  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 8,576261  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 40,584839  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 8° 34' 34,54" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 40° 35' 05,43" N                 </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>					
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	<b>Diametro (mm)</b>	
1	0,00	105,00	105,00	219	
<b>FALDE ACQUIFERE</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>		
1	90,00	93,00	3,00		
<b>POSIZIONE FILTRI</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	<b>Diametro (mm)</b>	
1	89,50	93,50	4,00	160	
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>					
<b>Data rilevamento</b>	<b>Livello statico (m)</b>	<b>Livello dinamico (m)</b>	<b>Abbassamento (m)</b>	<b>Portata (l/s)</b>	
apr/2002	61,00	86,00	25,00	0,350	
<b>STRATIGRAFIA</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Spessore (m)</b>	<b>Età geologica</b>	<b>Descrizione litologica</b>
1	0,00	105,00	105,00	MIOCENE MEDIO	MARNE E CALCARI MARNOSI DI COLORE BIANCO-GIALLO, PASSANTI VERSO IL BASSO A CALCARENITI PIU' O MENO FOSSILIFERE

## 4.2 Geomorfologia significativa al progetto all'area di progetto

La geomorfologia dell'area vasta è ascrivibile ad una morfologia collinare articolata, le cui quote più elevate non superano i 550 metri. La maggior parte di questi rilievi sono modellati sulle calcareniti, calciruditi e talora su litologie vulcaniche. La relativa uniformità dell'altezza dei rilievi, che aumenta gradatamente verso Est, ed il fatto che alla medesima quota si rinvengono formazioni di età differente, suggeriscono che in passato questo settore sia stato caratterizzato da un'estesa superficie di spianamento.

La morfologia attuale sarebbe il risultato della progressiva dissezione di questo altopiano da parte delle acque dilavanti e dei corsi d'acqua. I corsi d'acqua principali ed in particolare il Riu d'Ottava a N, il Riu Mascari al centro e il Riu Mannu nel settore meridionale hanno disseccato profondamente il rilievo, generando in corrispondenza delle formazioni calcaree profonde gole delimitate da pareti verticali e sub-verticali.

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. L'area interessata dal progetto, si presenta alquanto articolata.

I depositi calcarei post varisici sono stati incisi dallo scorrimento delle acque superficiali, la cui azione, ha portato a giorno le litologie sottostanti e la conseguente formazione di una morfologia dominata dalla presenza di altipiani e relative valli.

Nello specifico, l'area di interesse progettuale è collocata su un alto topografico calcareo.

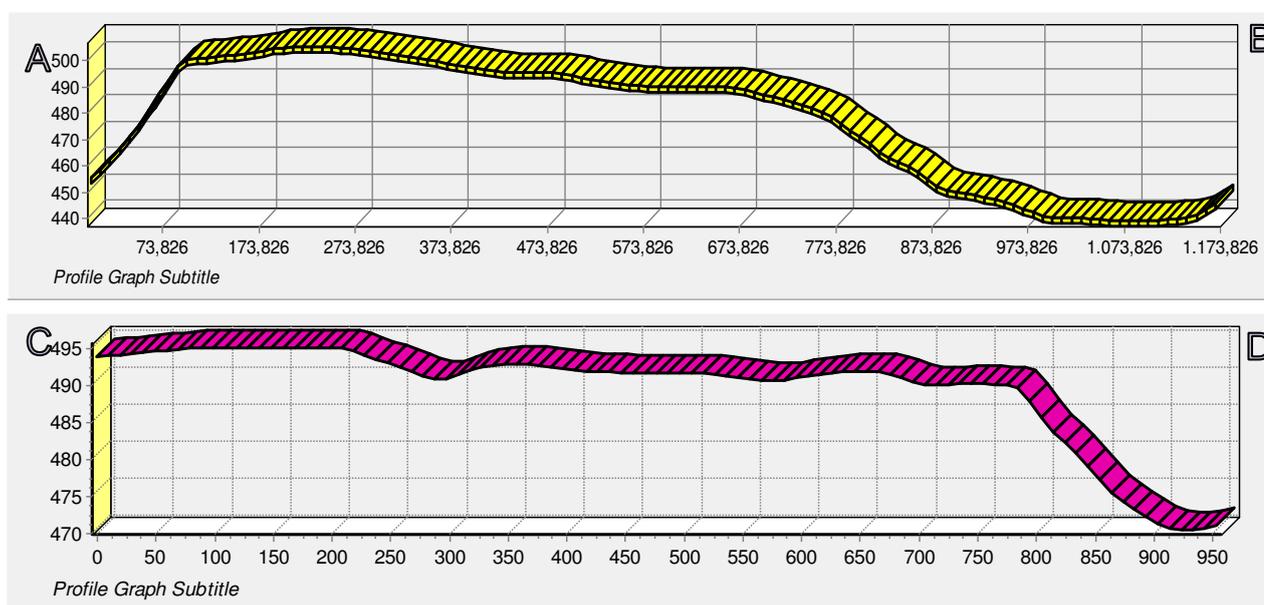
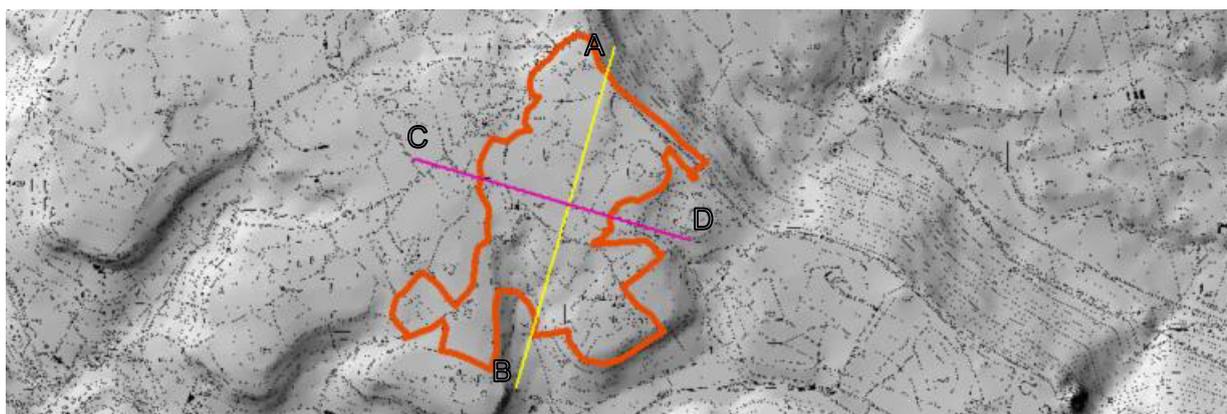


Figura 4-1 Profili altimetrici dell'area di interesse

Come si può osservare dalle immagini sottostanti, il substrato roccioso è per lo più affiorante e ne consegue una scarsa frazione di suolo e una vegetazione quasi del tutto rada. Si mostra invece più folta e rigorosa sulle scarpate, dovuta ad una condizione di presenza di maggior porzione di suolo e permeabilità delle conoidi di detrito. La presenza di tale vegetazione conferisce ai versanti una maggior stabilità e resistenza all'erosione.

Nonostante la sua conformazione morfologica, l'area in oggetto non ha indizi di franosità censiti dal progetto IFFI. Le cornici dell'altopiano sono invece caratterizzate da pericolosità geomorfologica e, pertanto, inserite all'interno di aree considerate a pericolo di frana dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) vigente;

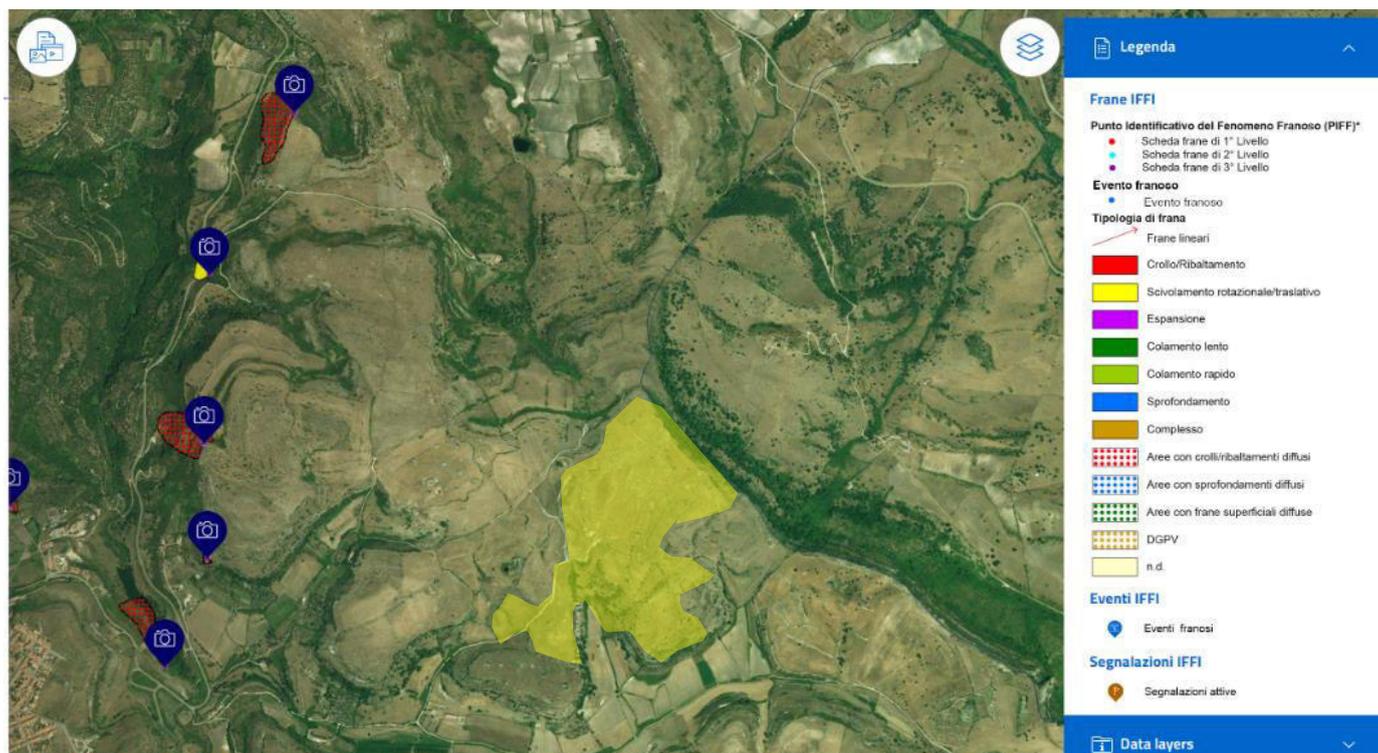


Figura 4-2 Censimento frane\_Progetto IFFI (ISPRA)



Figura 4-3 Area interessata dal progetto



Figura 4-4 Dettaglio affioramenti rocciosi calcarenitici

## 5. Inquadramento Idrogeologico

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, facente parte del comune di Ittiri, è inclusa nel Sub – Bacino n°3 Coghinas Mannu Temo.

### 5.1 Idrografia superficiale

Il bacino del riu Mannu di Porto Torres drena il settore settentrionale della piana della Nurra e una larga porzione dell'altopiano collinare del Logudoro. Si tratta di una sorta di tavolato, moderatamente ondulato e leggermente inclinato verso Nord, al centro del quale si trova la città di Sassari. Rilievi montuosi

sono presenti solo nella zona di testata presso i limiti meridionali del bacino, ove sono presenti i rilievi vulcanici dei monti Cherpa (658 m s.m.), Ferulusu (631 m s.m.) e Pelau (730 m s.m.).

La struttura geologica si caratterizza per la presenza di un tavolato costituito da lave basaltiche o riolitiche, plioceniche, poggianti su un substrato costituito da formazioni mioceniche prevalentemente marine (per lo più marne arenacee), che a loro volta in parte si sovra-impongono, in parte mostrano rapporti di interdigitazione con lave e vulcaniti acide del ciclo oligo-miocenico.

La copertura vulcanica è continua soprattutto nell'area di testata, dove costituisce tra l'altro l'ossatura dei principali rilievi, via via che si sposta verso nord prevalgono le formazioni sedimentari mioceniche, coperte a tratti da affioramenti residuali di lave plioceniche. All'interno di tale territorio sub-pianeggiante, a seguito del progressivo sollevamento tettonico dell'area, il reticolo idrografico principale ha scavato delle valli larghe e profonde con un dislivello, tra superficie originale e fondovalle alluvionale, che nel settore centrale del bacino può raggiungere i 150 m.

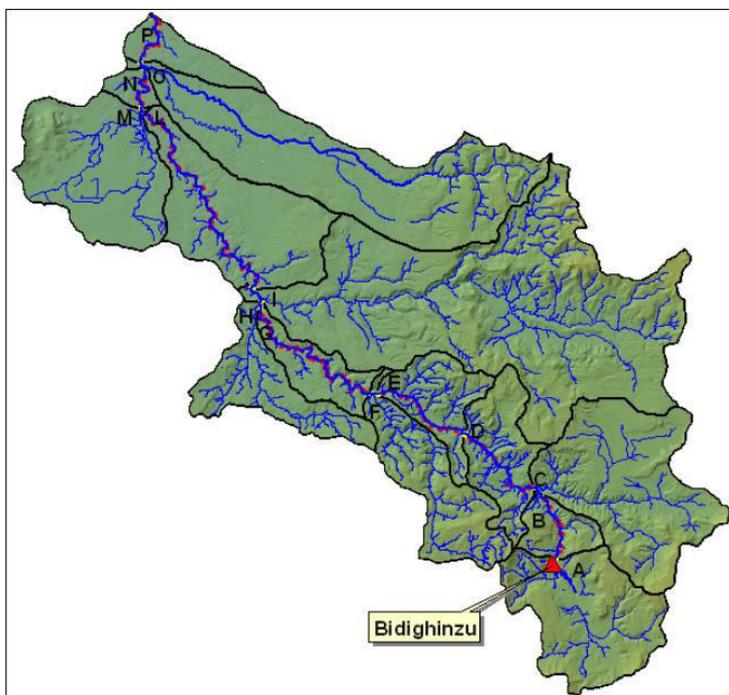


Figura 5-1 Suddivisione in sottobacini del bacino idrografico del Flumini Mannu di Porto Torres; in rosso è

Il Mannu di Porto Torres nasce da un'ampia conca ubicata poco ad Ovest dell'abitato di Thiesi. Si tratta di un'area a debole pendenza circondata da rilievi vulcanici che toccano i 500 m di altitudine, con punte fino a oltre 700 m (monte Pelao).

Il riu Mannu di Porto Torres è compreso tra la diga del Bidighinzu e lo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di 59 km. L'alveo presenta tre tratti a pendenza media circa costante: nei primi 7 km di monte (tratto montano) è pari al 2,1%, nel tratto medio-vallivo, lungo circa 23,5 km, la pendenza media è pari allo 0,57% ed infine nel tratto vallivo, lungo 28 km, è circa lo 0,14%.

Il primo tratto del corso d'acqua prende il nome dalla diga da cui trae origine, riu Bidighinzu, e scorre in un fondovalle inciso naturale, con alta densità di vegetazione in prossimità dell'alveo. Dopo circa 10 km, i versanti diventano meno acclivi e si allargano, permettendo la coltivazione dei pendii e delle strette aree golenali; il fondovalle rimane ben definito e si sviluppa con andamento sinuoso che aumenta progressivamente verso valle; in prossimità dell'alveo la densità di vegetazione rimane alta.

Il corso d'acqua scorre con queste caratteristiche in direzione nord-ovest, nel territorio compreso tra gli abitati di Usini ed Uri, fino all'altezza del ponte sulla S.S. 291 in prossimità di Bancalli. Da questa zona sino al centro abitato di Porto Torres, la valle si allarga ulteriormente ed il territorio è interamente interessato da coltivazioni agricole sino in prossimità dell'alveo di magra, che risulta ancora densamente vegetato.

Il bacino del Riu Mannu di Porto Torres, in riferimento allo studio effettuato in sede di stesura del PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali) è stato suddiviso in 14 sottobacini.

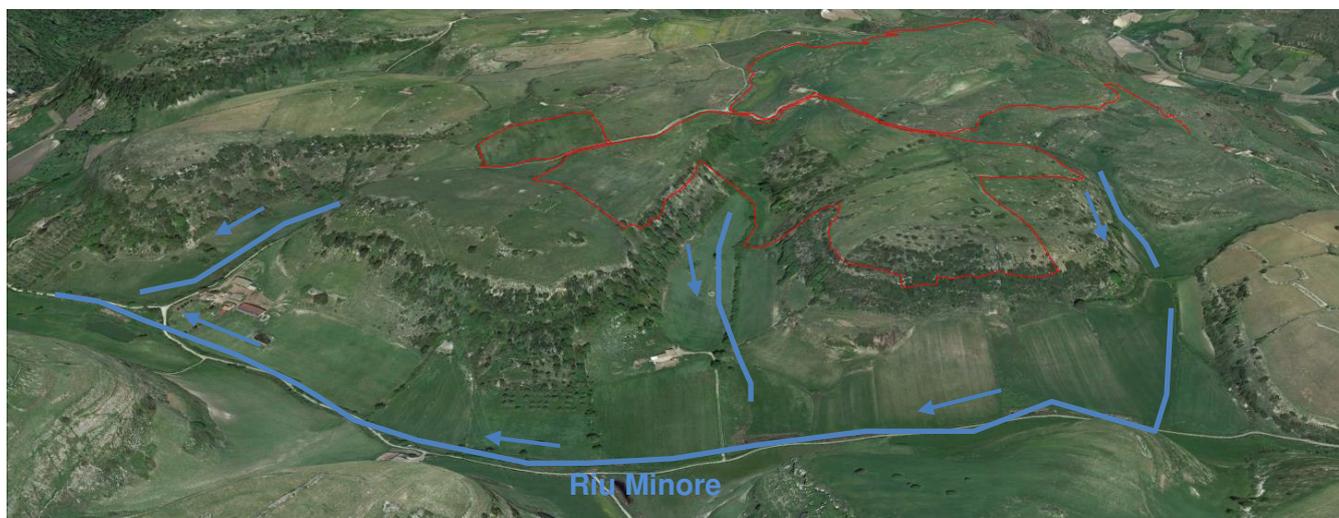
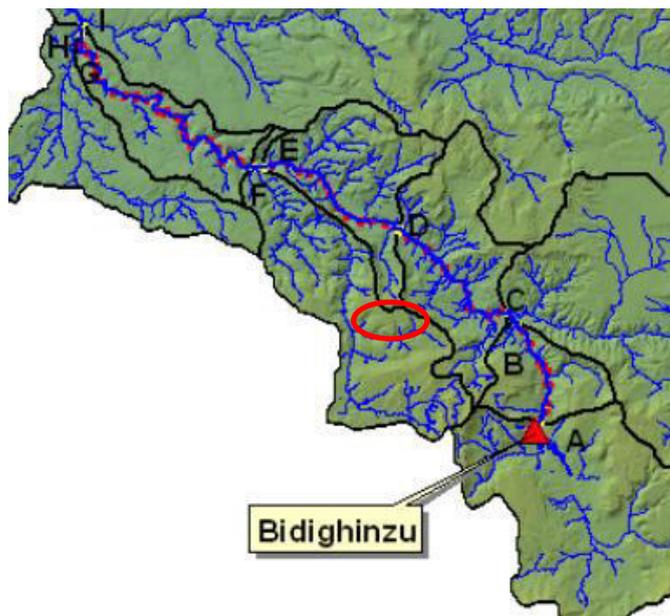


Figura 5-2 Idrografia locale

L'area in cui sorgerà il progetto è compresa all'interno del sub bacino idrografico del Riu Minore (**Sottobacino F**), affluente sinistro del Riu Mannu di Porto Torres.

Le acque meteoriche ricadenti sull'altopiano calcareo in parte vengono immagazzinate dal substrato litoide avente un modesto grado di fratturazione e, le acque che invece prendono parte al ruscellamento vengono raccolte lungo le linee di impluvio, schematizzate in figura 5-2, e riversate nell'alveo del Riu Minore.



Le acque superficiali all'interno del lotto hanno una direzione di scorrimento verso Sud determinata dalla lieve pendenza che caratterizza la superficie in questione e dalla presenza di piccoli impluvi/depressioni.

Si riportano nella tabella seguente, per i bacini individuati, le seguenti caratteristiche geografiche, fisiografiche e morfometriche: superficie del bacino S (km<sup>2</sup>), altitudine massima Hmax (m s.m.), altitudine media Hmedia (m s.m.), altitudine minima (altitudine sezione di chiusura), Hmin (m s.m.), lunghezza dell'asta L (km) e pendenza media dell'asta i (m/m).

Sottobacino	S [km <sup>2</sup> ]	Hmin [m s.m.]	Hmax [m s.m.]	Hmedia [m s.m.]	L [km]	i [m/m]
A	51,0	295	729	452	10,6	0,04
B	62,9	177	729	440	15,2	0,04
C	132,1	168	735	400	15,9	0,04
D	158,4	110	735	388	22,0	0,03
E	180,1	82	735	371	28,5	0,02
F	215,6	80	735	373	29,0	0,02
G	232,2	42	735	356	40,0	0,02
H	261,7	39	735	333	40,4	0,02
I	444,8	35	759	318	41,4	0,02
L	501,1	8	759	292	57,8	0,01
M	558,3	7	759	270	68,3	0,01
N	563,3	3	759	268	71,7	0,01
O	660,9	3	759	255	72,1	0,01
P	674,7	0	759	250	75,8	0,01

Figura 5-3 Caratteristiche morfologiche, fisiografiche e altimetriche dei sottobacini del Riu Mannu di Porto Torres

Sottobacino	Area [km <sup>2</sup> ]	Q(T2) [m <sup>3</sup> /s]	Q(T50) [m <sup>3</sup> /s]	Q(T100) [m <sup>3</sup> /s]	Q(T200) [m <sup>3</sup> /s]	Q(T500) [m <sup>3</sup> /s]
A	51,0	8	63	80	100	120
B	62,9	13	106	127	149	171
C	132,1	35	251	304	357	420
D	158,4	44	310	375	441	521
E	180,1	52	358	433	508	603
F	215,6	62	428	518	608	722
G	232,2	68	464	562	660	785
H	261,7	76	521	632	742	882
I	444,8	127	865	1.050	1.230	1.470
L	501,1	143	972	1.180	1.380	1.650
M	558,3	158	1.070	1.310	1.540	1.830
N	563,3	160	1.080	1.320	1.550	1.850
O	660,9	186	1.270	1.530	1.800	2.150
P	674,7	189	1.290	1.560	1.840	2.190

Figura 5-4 Portate di riferimento dei sottobacini del Riu Mannu di Porto Torres

## 5.2 Idrografia sotterranea

La litologia interessata dal progetto possiede un tipo di permeabilità di secondo grado per fratturazione e carsismo. Nella cartografia IGM sono rese note una serie di sorgenti le quali sgorgano in corrispondenza del contatto tra la litologia calcarea e le ignimbriti appartenenti all'unità di Monte Longos. Il grado di permeabilità minore delle ignimbriti sottostanti, fa sì che le acque che prendono parte all'infiltrazione sulla litologia calcarea sovrastante vengono raccolte ed immagazzinate attraverso un sistema di fratture interconnesse e comunicanti tra loro. Tali sorgenti sono dette appunto sorgenti di contatto per limite di permeabilità e la loro portata è strettamente legata al regime delle precipitazioni.

Tuttavia, localmente il grado di permeabilità è funzione della presenza della quantità di materiale argilloso il quale, potrebbe essere presente in percentuali variabili e in caso di una presenza cospicua in alcune zone si può arrivare anche all'impermeabilità. Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio è prevalentemente medio alta per carsismo e fratturazione **MACF**.

Nelle schede rese disponibili dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere e livelli piezometrici, dai quali si evince

che nell'area è la falda è presente ad una profondità di circa 90 metri dal p.c.

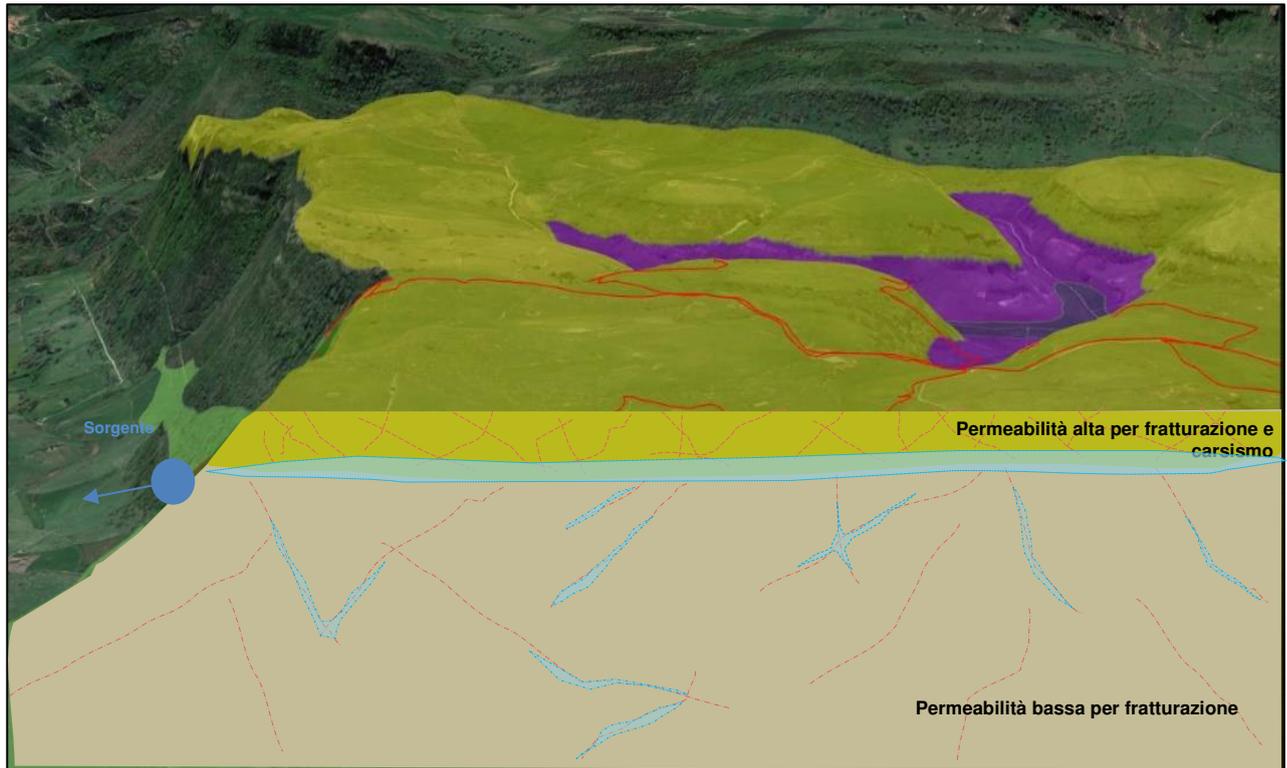


Figura 5-6 Schema circolazione idrica sotterranea locale

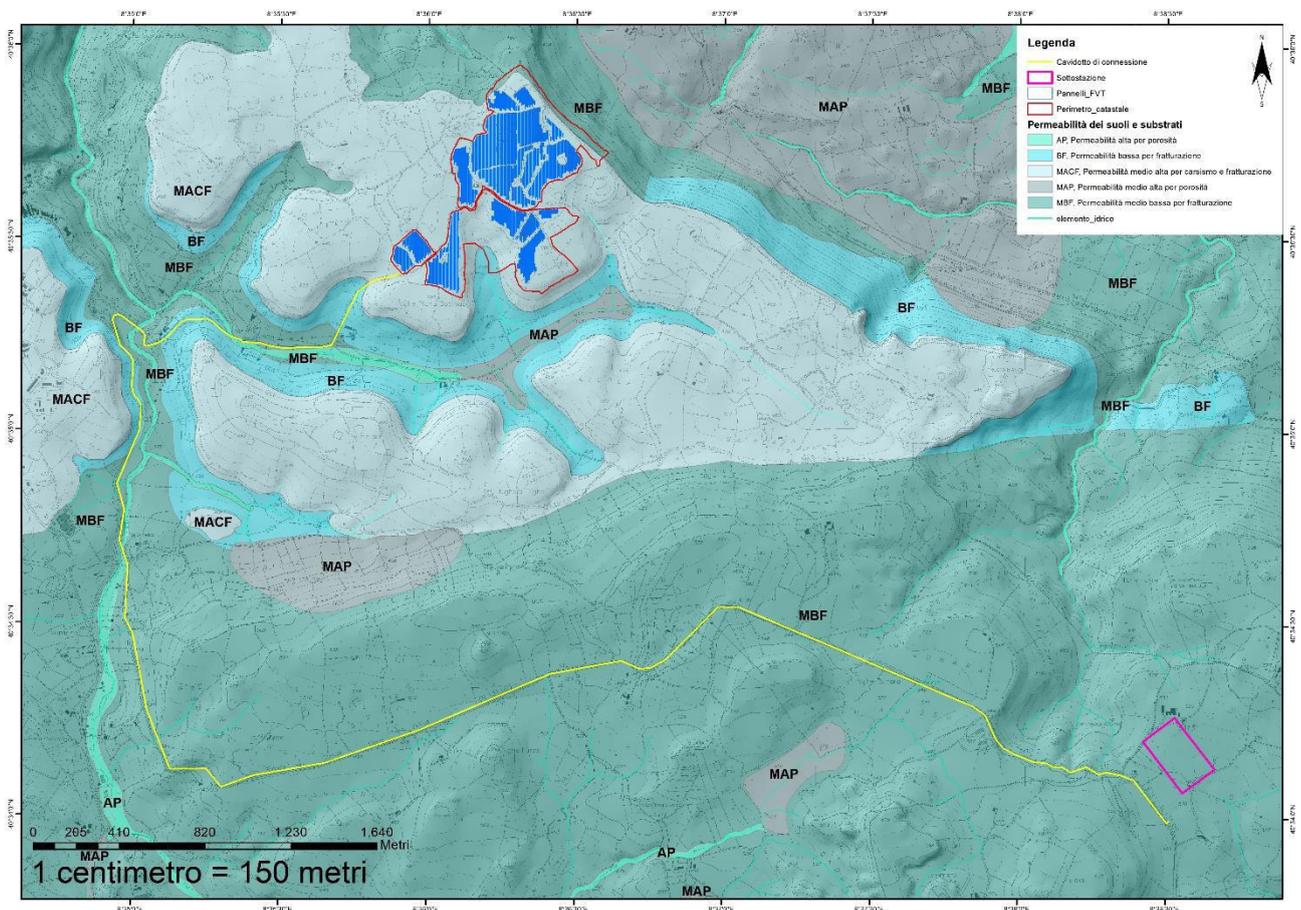


Figura 5-5 Carta delle permeabilità dei suoli e substrati

## 6. 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, l'area in cui sorgerà il progetto è compresa all'interno del sub bacino idrografico del Riu Minore (**Sottobacino F**), affluente sinistro del Riu Mannu di Porto Torres.

Le acque meteoriche ricadenti sull'altopiano calcareo in parte vengono immagazzinate dal substrato litoide avente un modesto grado di fratturazione e, le acque che invece prendono parte al ruscellamento vengono raccolte lungo le linee di impluvio, schematizzate in figura 5-2, e riversate nell'alveo del Riu Minore.

Le acque superficiali all'interno del lotto hanno una direzione di scorrimento verso Sud determinata dalla lieve pendenza che caratterizza la superficie topografica in questione.

In riferimento alle acque sotterranee, la litologia interessata dal progetto possiede un tipo di permeabilità di secondo grado per fratturazione e carsismo. Nella cartografia IGM sono rese note una serie di sorgenti le quali sgorgano in corrispondenza del contatto tra la litologia calcarea e le ignimbriti appartenenti all'unità di Monte Longos.

Il grado di permeabilità minore delle ignimbriti sottostanti, fa sì che le acque che prendono parte all'infiltrazione vengono raccolte ed immagazzinate attraverso un sistema di fratture interconnesse e comunicanti tra loro. Tali sorgenti sono dette appunto sorgenti di contatto per limite di permeabilità e la loro portata è strettamente legata al regime delle precipitazioni.

Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio è prevalentemente medio alta per carsismo e fratturazione **MACF**.

Nelle schede rese disponibili dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere e livelli piezometrici, dai quali si evince che nell'area è la falda è presente ad una profondità di circa 90 metri dal p.c, e pertanto, ad una profondità 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, sulla base dei dati desunti da tale studio preliminare, l'impatto sulle acque sotterranee è nullo.

Durante la fase di cantiere sarà 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***

Firmato digitalmente