

IMPIANTO AGROVOLTAICO SAN MARTINO

Relazione geologica sismica

Il Geologo

Dott. Agostino Scalercio



REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	23/09/2022	PRIMA EMISSIONE	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido

VALIDO PER IMPIANTO AGROVOLTAICO "SAN MARTINO"

PROGETTO DEFINITIVO

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
1.1 GENERALITÀ	3
1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	4
1.3 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE	5
1.4 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	8
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE	9
3.2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE	21
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	26
4.1. INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI	26
5. VINCOLI TERRITORIALI	33
5.1. PAI	33
5.2. PGRA	35
5.3. PUC COMUNE DI GALTELLÌ	36
6. IDROGEOLOGIA	40
6.1. CLIMA	40
6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE	45
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE	47
8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI	47
8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA	47
8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE	47
8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI	48
8.2. SISMICITÀ STORICA	49
8.3. MACROZONAZIONE SISMICA - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	50
9. LIQUEFAZIONE	52
10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	53
10.1 CATEGORIA TOPOGRAFICA	54
11. LITOSTRATIGRAFIA LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	55
12. CONCLUSIONI	56

1. PREMESSA

1.1 GENERALITÀ

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrovoltaiico, per la generazione di energia elettrica, comprensivo delle opere di connessione, proposto da POWERTIS S.R.L., nel territorio comunale di Galtelli (NU) in Sardegna, per una potenza nominale installata pari a 58,2516 MWp ed una potenza in immissione pari a 48,108 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto agrovoltaiico, mediante cavi interrati in media tensione a 30 kV, alla futura Sottostazione Utente 30/150 kV, in progetto in prossimità all'area di impianto. Dalla futura Sottostazione Utente 30/150 kV, l'energia prodotta dall'impianto agrovoltaiico, sarà trasportata in AT a 150 kV, attraverso cavidotto interrato di nuova realizzazione su strada esistente, alla Cabina Primaria della sottostazione esistente Galtelli, all'interno della quale sarà prevista la realizzazione di un nuovo stallo a 150 kV per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per come descritto nell'STMG T0737886.

La presente relazione si completa con i seguenti allegati ed elaborati grafici, cui si rimanda per maggiori dettagli:

PROGETTO DEFINITIVO	
Titolo	Scala
Carta Geolitologica	1:5.000
Carta Geomorfologica	1:5.000
Carta Litotecnica	1:5.000

Tabella 1 – Allegati alla Relazione Geologica ed elaborati di riferimento

Nel corpo della relazione viene descritto l'assetto geologico-litostratigrafico-idrogeologico, geomorfologico e sismico del sito destinato agli interventi in progetto.

È stata verificata la compatibilità degli interventi da un punto di vista ambientale e nei confronti dell'assetto geomorfologico-idrogeologico del territorio, nonché con gli eventuali vincoli territoriali presenti, al fine di soddisfare gli adempimenti emergenti dalla normativa nazionale e regionale, ovvero in ottemperanza al "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)".

In fase esecutiva, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate. Se il confronto tra i dati forniti dalla presente relazione e quelli provenienti da osservazioni dirette dovesse evidenziare differenze sostanziali, nel pieno rispetto del D.M. 17/01/2018, le indagini dovranno essere necessariamente integrate e le opere adeguate alle eventuali criticità riscontrate.

1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto complessivo ha una potenza DC nominale di 58,2516 MWp e una potenza nominale AC complessiva di 48,108 MVA con rapporto DC/AC 1,2109.

L'energia dell'impianto complessivo è derivante da 88.260 moduli fotovoltaici suddivisi in 5 gruppi (PS1-PS2-PS3-PS4-PS5) connessi a Power Station con inverter centralizzati INGECON® SUN 3825T C615 (PS1-PS2-PS3-PS4-PS5), ed altri 5 gruppi (PS6-PS7-PS8-PS9-PS10) connessi a Power Station collegate a String Inverter SUN2000-215KTL

L'energia sarà convogliata dalle singole Power Station, attraverso cavi in media tensione, alla Sottostazione Utente 30/150 kV di nuova realizzazione in prossimità dell'area di impianto. Dalla sottostazione si svilupperà un cavidotto AT a 150 kV di lunghezza pari a circa 1,3 km verso la Cabina Primaria di Galtelli, dove è previsto la realizzazione di un nuovo stallo a 150 kV per l'impianto in oggetto.

Dati tecnici Impianto	
Numero totale moduli	88.260
Tipo di modulo	660Wp, <i>Canadian Solar HiKu7 Mono CS7N-660MS</i>
Potenza DC impianto	58,2516 MWp
Potenza AC impianto	48,108 MVA
DC/AC	1,2109
Struttura di sostegno moduli fotovoltaici tipo 1	N. 1.471 – Tracker monoassiale 2x30
Asse principale struttura	Nord-Sud
Potenza Inverter centralizzati	3409 kVA
Potenza string inverter	200 kVA
Power station da 3409 kVA	12
String inverter 200 kVA	36

Tabella 1 - Scheda Tecnica dell'Impianto

Moduli fotovoltaici: I moduli fotovoltaici considerati sono in silicio monocristallino da 132 [2x(11x6)] celle e potenza 660Wp ed efficienza fino a 21.2% con performance lineare garantita 30 anni. I moduli sono provvisti di cornice in lega di alluminio anodizzato. Dimensioni 2384x1303x35mm, peso 35,7 kg.

Struttura fotovoltaica: La struttura fotovoltaica di sostegno sarà di tipo mobile (tracker) ed avrà un angolo variabile da +60° a -60° nella direzione E-O.

Nella configurazione elettrica di progetto, il raggiungimento della potenza di 58,2516 MWp, prevede l'installazione di tracker 2x30 P con orientamento verticale dei moduli (Portait) e monoasse orizzontale a file indipendenti.

Le dimensioni del tracker sono pari a 5,13x40,40m, che consentirà l'installazione di 60 moduli.

1.3 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE

L'obiettivo del lavoro è stato quello di fornire una visione d'insieme delle caratteristiche generali del sito investigato ed un modello geologico-tecnico di dettaglio; in particolare, lo studio è stato impostato seguendo quelle che sono le direttive ministeriali e regionali, allo scopo di:

- definire le principali caratteristiche geologiche;
- definire i lineamenti geomorfologici del territorio e la loro tendenza evolutiva;
- definire le caratteristiche litostratigrafiche del sito in esame e le relative caratteristiche geotecniche;
- ricostruire lo schema di circolazione idrica sotterranea e superficiale, ovvero i caratteri idrogeologici e idraulici;
- definire il comportamento dei terreni nei confronti del rischio sismico.

Nella presente fase progettuale non vengono definite in maniera dettagliata le caratteristiche geometriche e geotecniche dei litotipi, dato che sarà approfondito nella successiva fase di progetto mediante una adeguata campagna di indagini geognostiche.

1.4 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- ✓ R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- ✓ L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- ✓ Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

- ✓ Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: "Istruzioni 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- ✓ L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- ✓ D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- ✓ Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
- ✓ Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 "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. Istruzioni per l'applicazione". (Pres. Cons. Superiore — Servizio Tecnico Centrale).
- ✓ L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";
- ✓ D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- ✓ D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- ✓ D.M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- ✓ D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";

- ✓ D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";
- ✓ L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 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 (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- ✓ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 pubblicate sulla G.U. n° 29 del 04.02.2008;
- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 14/01/2008. Circolare 02/02/2009 n° 617 C.S.LL.PP;
- ✓ O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: "Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico";
- ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- ✓ DGR n. 28/56 del 26.07.07 "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici";
- ✓ DGR n. 3/17 del 16.1.2009, "Modifiche allo "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici (DGR n. 28/56 del 26.07.07)";
- ✓ DGR n. 27/16 del 1.6.2011, "Linee guida attuative del decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10.9.2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", e modifica della Delib. G.R. n. 25/40 dell'1.7.2010";
- ✓ DGR n. 45/34 del 12 novembre 2012, "Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla Delib. G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 e s.m.i.";
- ✓ DGR n. 40/11 del 07.08.2015, "Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione degli impianti alimentati da fonti di energia eolica".
- ✓ Delibera Consiglio Regionale 27/11/2020 "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili".

È necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che la fase di progetto non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica. È necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con verifiche nel corso

dei lavori, adottando il cosiddetto “Metodo Osservazionale”, volto al controllo e all’eventuale modifica di quelle variabili di progetto sensibili alle caratteristiche geologiche e geotecniche effettivamente riscontrate.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L’area oggetto del presente studio ricade nel territorio comunale di Galtelli, alla località San Martino, e le aree sono comprese fra le quote 165 e 260 m circa s.l.m..

Il centro abitato più prossimo a quello delle aree di impianto è quello di Galtelli, posto circa 1,3 km a nord.

Nell’elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di carte topografiche, tecniche e tematiche e in particolare sono state utilizzati i livelli WMS disponibili sul sito del GeoPortale Nazionale, i livelli WMS, WFS e gli shapefile disponibili sul SITR della Regione Sardegna, ivi comprese le tematiche della pericolosità e del rischio idraulico e da frana. Per l’area in oggetto è disponibile la cartografia geologica CarG in scala 1:50.000, poiché ricadente del Foglio 500 “Nuoro Est”, nonché i relativi nei livelli informativi in formato shapefile forniti dalla Regione Sardegna in forma vettoriale, liberamente scaricabili e utilizzati in questa sede in ambiente GIS. Sono state inoltre consultate le tavole di Piano del PUC del comune di Galtelli, disponibili anche in formato shapefile sul portale istituzionale.

Di seguito un elenco delle fonti cartografiche.

- Servizi vettoriali Sardegna: <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserver/ows>
- Servizi raster sardegna: <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserverraster/ows>
- GeoPortale Nazionale, servizi di consultazione WMS: [Servizio WMS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati vettoriali WFS: [Servizio di scaricamento WFS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati raster WCS: [Servizio di scaricamento WCS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000 ISPRA: [CartoWeb \(isprambiente.it\)](#)

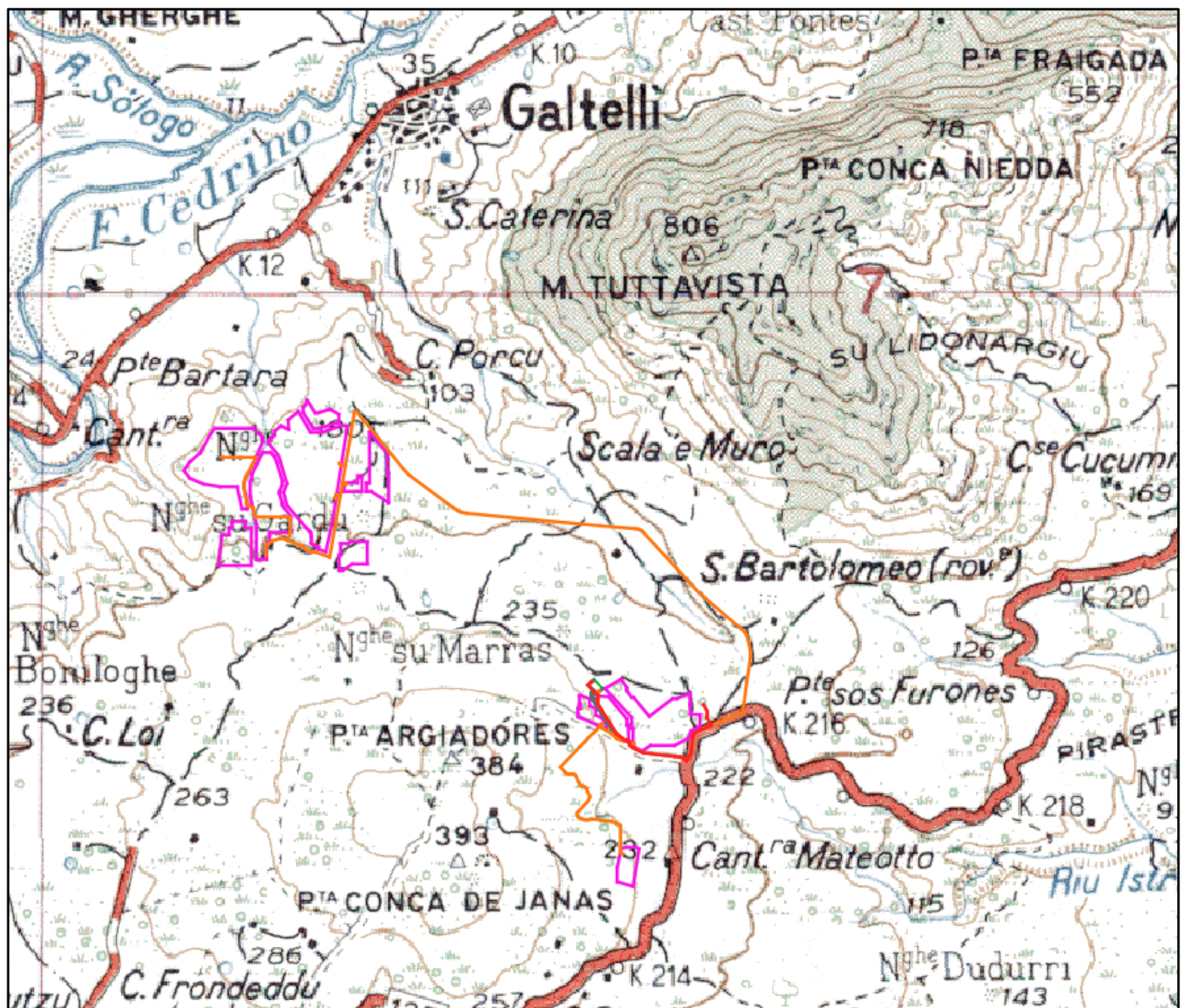


Figura 1: Inquadramento territoriale (non in scala) dell'area di impianto e del cavidotto su base Carta Topografica d'Italia in scala 1:100.000, da GeoPortale Nazionale. Le aree di impianto sono indicate con il perimetro rosso.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE

L'inquadramento geologico che qui segue riprende largamente quanto riportato nelle note illustrative del Foglio Geologico CarG 500, "Nuoro Est", che sono i fogli della cartografia CarG più prossimi all'area di studio e relativa bibliografia.

La Sardegna è usualmente divisa in tre complessi: il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-ercinico, le coperture sedimentarie e vulcaniche tardo-erciniche, mesozoiche e cenozoiche.

Il basamento sardo è un segmento della catena ercinica sud-europea, considerata una catena collisionale, con subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione a partire dal

Siluriano, e collisione continentale con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo durante il Devoniano e il carbonifero. In Sardegna la geometria collisionale della catena ercinica è ancora ben riconoscibile. Secondo alcuni autori il margine armoricano sovrascorso è rappresentato dal complesso metamorfico di alto grado che affiora nella Sardegna settentrionale, mentre il margine del Gondwana subdotto è rappresentato da un complesso metamorfico di basso e medio grado, a sua volta suddiviso in Falde interne e Falde esterne, che affiora nella Sardegna centrale e sud-orientale. I due complessi sono separati dalla Linea Posada-Asinara, lungo la quale si rinvencono relitti di crosta oceanica.

Alla strutturazione collisionale segue nel tardo-ercinico un'evoluzione caratterizzata da: collasso gravitativo della catena, metamorfismo di alto T/P, messa in posto delle plutoniti che formano il Batolite sardo-corso.

Dopo l'Orogenesi ercinica altri settori di crosta sono stati incorporati nella catena pirenaica, nelle Alpi e nell'Appennino, mentre il settore di crosta che attualmente costituisce il Blocco sardo-corso non è stato coinvolto in eventi orogenici di qualche rilevanza. Le deformazioni più importanti sono di carattere trascorrente e si manifestano tra l'Oligocene ed il Miocene.

La successione stratigrafica attualmente riconosciuta parte dal Mesozoico, tali successioni appartengono alla piattaforma connessa con l'evoluzione del margine passivo sud-europeo, costituita prevalentemente da calcari e da dolomie. I depositi più diffusi, riferiti al Terziario, sono rappresentati da vulcaniti e da sedimenti clastici e carbonatici. Le vulcaniti sono costituite da lave andesitiche alternate a flussi piroclastici saldati e non saldati a chimismo riolitico e riodacitico.

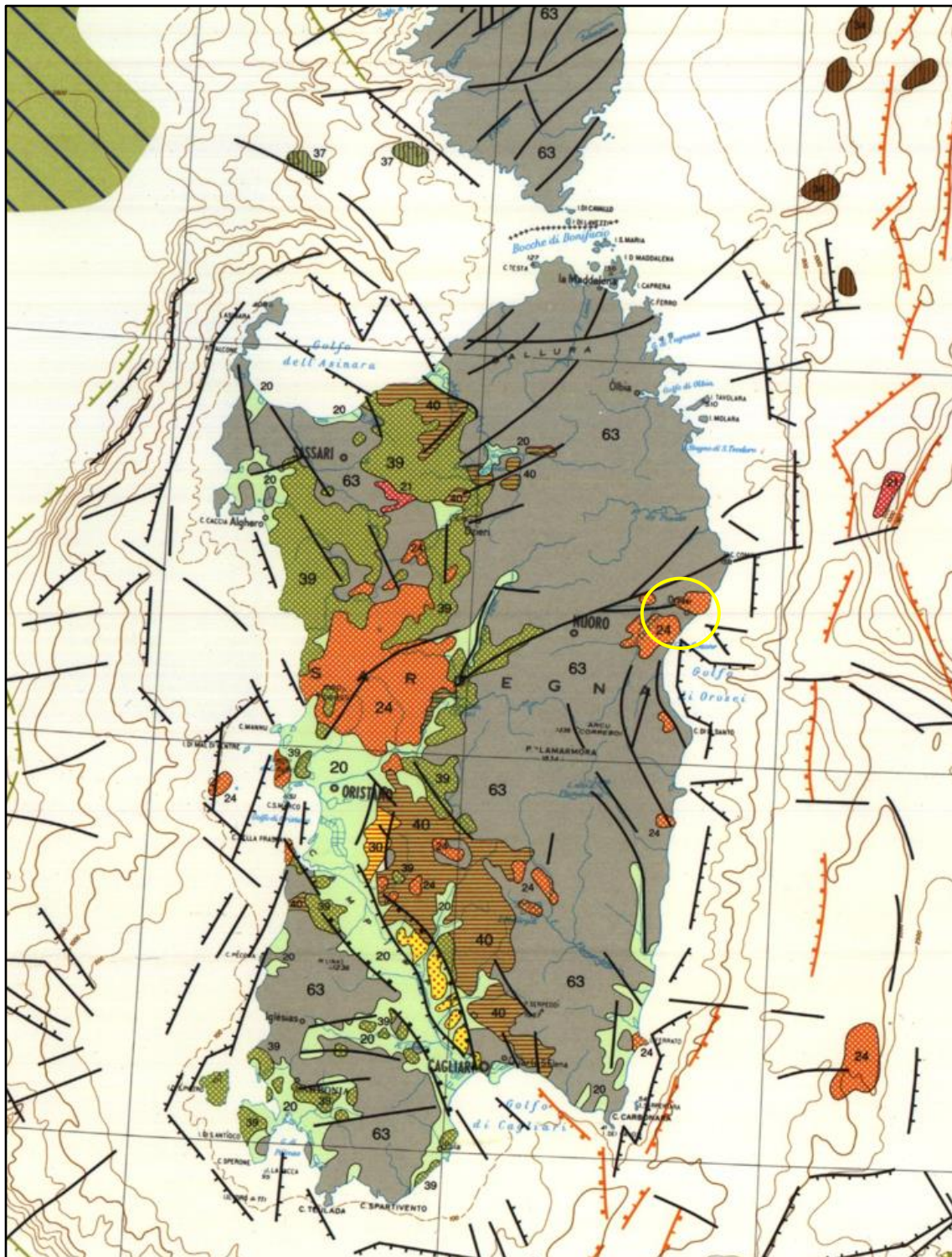
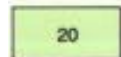


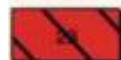



Figura 2: Synthetic Structural-Kinematic Map of Italy– Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – scala 1:500.000

POSTCOLLISIONAL EXTENSIONAL BASINS AND CORSICA-SARDINIA BLOCK



MIDDLE PLIOCENE p.p. to RECENT (~2.4 to 0 Ma)

- 
Continental and subordinate marine deposits, *Upper Pleistocene-Holocene*
- 
Extension-related volcanic and subvolcanic bodies (alkaliolivinic and tholeiitic), *Pleistocene*
- 
Subduction-related volcanic rocks (calcalkaline, shoshonitic) and high-potassium volcanics, mostly *Pleistocene*
- 
Domains with hypothesized presence of oceanic crust (Marsili Basin), *uppermost Pliocene-Pleistocene p.p.*

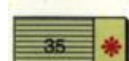





EARLY PLIOCENE p.p. to MIDDLE PLIOCENE p.p. (~4.5 to ~2.4 Ma)

- 
Extension-related volcanic rocks (alkaliolivinic, tholeiitic)

TORTONIAN p.p. to MESSINIAN p.p. (~10 to ~6 Ma)

- 
Extension-related volcanic rocks (Hyblean Region, Strait of Sicily)
- 
North Tyrrhenian shallow plutonic bodies and minor volcanic rocks

OLIGOCENE p.p. to TORTONIAN p.p. (~33 to ~10 Ma)

- 
Vienna and Graz extensional basins (*Middle Miocene-Lower Pliocene*), including * calcalkaline flows and pyroclastic rocks (*Middle Miocene*)
- 
Intramontane basins, *Miocene*
- 
Extension-related volcanics (tristanites, tholeiites), Western Mediterranean, *Lower Miocene*, 18 Ma
- 
Domains with oceanic crust, *Aquitanian-Burdigalian p.p.* (most of the Western Mediterranean); *Middle Miocene?-Tortonian p.p.?* (SW of Sardinia)
- 
Subduction-related volcanic rocks (calcalkaline, Sardinia), 30 to 13 Ma
- 
Rhine-Bresse Graben system and deposits of the Western Sardinia Grabens, *Oligocene p.p.-Lower Miocene*

- 
Foreland, including (v) Paleocene and Oligocene volcanic rocks (mainly basalts) and subvolcanic bodies of the Lessinian and Euganean areas

Figura 3: Legenda della Synthetic Structural-Kinematic Map of Italy – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – scala 1:500.000

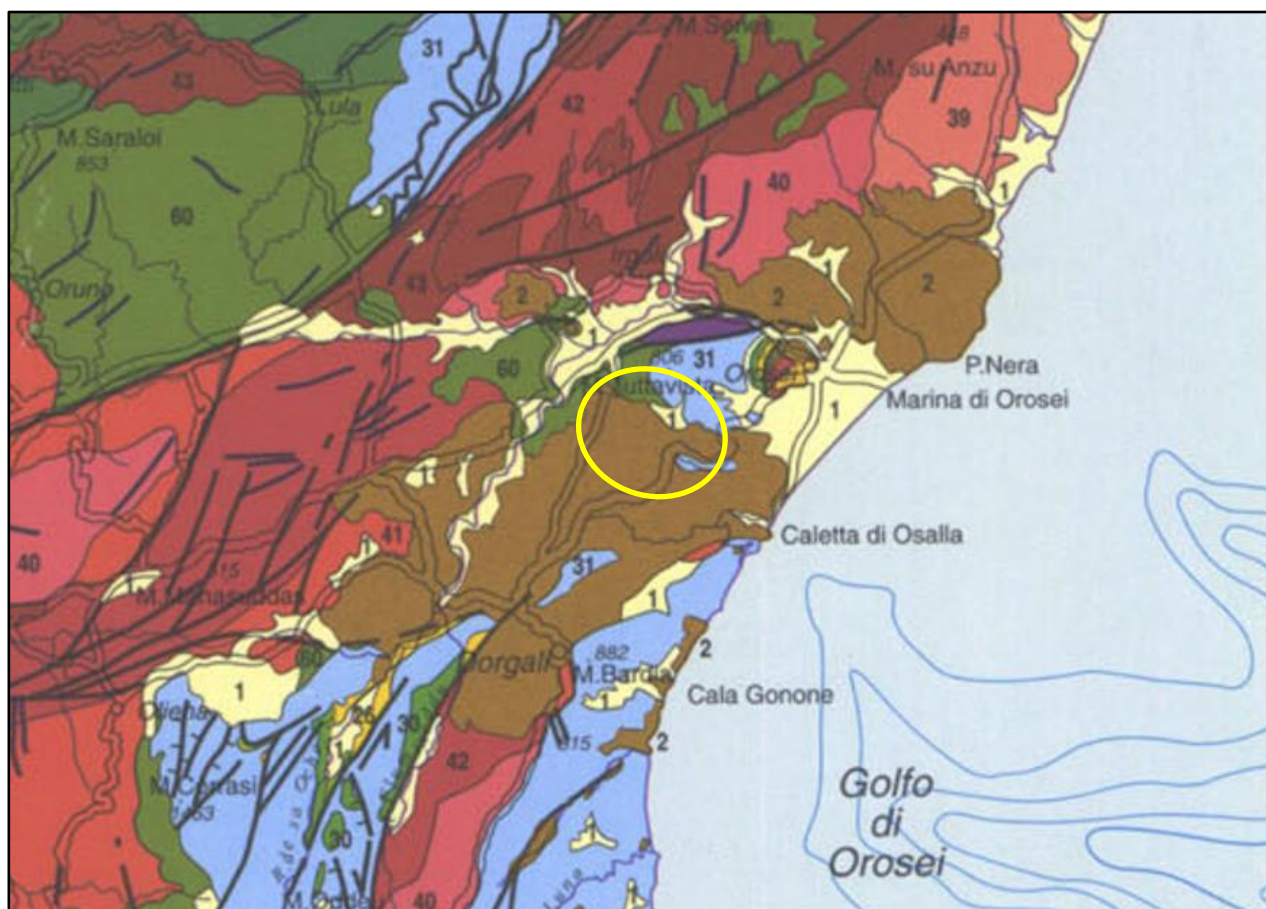


Figura 4: Stralcio Carta Geologica e strutturale della Sardegna e della Corsica; 1-Depositi alluvionali olocenici, 2-Basalti Alcalini e transizionali del plio-pleistocene, 26-Conglomerati e breccie, marne, marne arenacee, calcari, tufiti marine del post-Eocene medio-Burdigaliano inferiore-medio, 31-Calcarei dolomitici e dolomie, calcari micritici, calcari oolitici e ampelitici del Lias-Malm, 40-Monzograniti a biotite e sieniti del Paleozoico, 41-Granodioriti a orneblenda-biotite e monzograniti a biotite paleozoici, 42-Graniti e monzograniti peralluminosi del paleozoico, 60-Metarenarie, quarziti e metapeliti di basso grado metamorfico delle falde interne in facies scisti verdi (Paleozoico).

Nella carta geologico-strutturale di Sardegna e Corsica l'area rientra interamente nel settore caratterizzato dalla serie basaltica alcalina e transizionale del Pliocene-Pleistocene, senza ulteriori differenziazioni.

Nella più accurata Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000 a cura del Comitato per il Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna (edizione 1996) l'area rientra nel gruppo denominato 5b, ovvero "Basalti alcalini e transizionali, basaniti, trachibasalti e hawaii, talora con noduli peridotitici; andesiti basaltiche e basalti sub-alcalini. Alla base, o intercalati, sono presenti conglomerati, sabbie e argille lacustri" e 5a "Trachiti, trachiti fonolitiche, fonoliti, fonoliti tefritiche in cupole e colate, talora in bancate scoriacee".

Nell'area del Foglio 500 "Nùoro Est" affiorano formazioni del basamento metamorfico paleozoico, corpi plutonici del Paleozoico superiore e successioni sedimentarie e vulcaniche, non

metamorfiche, permiane, giurassico-cretaciche, eoceniche, oligo-mioceniche, plioceniche e quaternarie.

Le unità litostratigrafiche distinte sono raggruppate secondo l'ordine stratigrafico, dal basso verso l'alto, in:

- Basamento metamorfico paleozoico;
- Complesso intrusivo tardo-paleozoico;
- Corteo filoniano;
- Successione vulcano-sedimentaria tardo-paleozoica;
- Successione sedimentaria mesozoica;
- Successione sedimentaria cenozoica;
- Successione vulcano-sedimentaria plio-pleistocenica;
- Depositi quaternari dell'area continentale;
- Depositi quaternari dell'area marina.

- BASAMENTO METAMORFICO PALEOZOICO

Le metamorfiti affioranti nel Foglio 500 "Nùoro Est" vengono distinte in due insiemi sulla base della loro posizione rispetto alla faglia trascorrente terziaria nota come Faglia di Nùoro che attraversa l'intera Sardegna con direzione circa N60.

La maggior parte delle metamorfiti presenti nel Foglio 500 "Nùoro Est" è costituita da alternanze monotone di metapeliti e metarenarie, filladi, quarziti, rari marmi e metavulcaniti, sovente di incerta datazione.

Le metamorfiti affioranti a S della Faglia di Nùoro e della Faglia del Cedrino sono state attribuite alla formazione delle filladi grigie del Gennargentu e precisamente all'Unità tettonica della Barbagia.

Le metamorfiti ubicate a nord delle citate faglie sono comprese all'interno del Complesso metamorfico di medio grado e attribuite alla nuova formazione delle Filladi di Lula.

Il complesso si presenta molto composito, sia in termini di assetto tettono-strutturale, con un gran numero di Unità e Subunità, sia in termini composizionali e quindi di definizione petrografica. La litologia più diffusa è quella dei monzograniti.

- CORTEO FILONIANO

Nel basamento cristallino è rappresentata la varietà di litotipi che caratterizzano il corteo filoniano tardo-paleozoico, con un ampio spettro composizionale e da rapporti complessi con le rocce incassanti. Sono presenti filoni di micrograniti, di porfidi, di aplo-pegmatiti, femici e idrotermali a quarzo prevalente.

- **SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA TARDO-PALEOZOICA**

Lembi della successione vulcano-sedimentaria tardo-paleozoica affiorano alle pendici settentrionali del M. Tuttavista, immediatamente ad E dell'abitato di Galtelli. Costituiscono gli affioramenti più settentrionali delle successioni permiane che interessano vasti settori della Sardegna centro-orientale. Le successioni tardo-paleozoiche mostrano al letto alcuni metri di conglomerato basale, discordante sul basamento metamorfico, cui seguono circa 100 m di vulcaniti acide, costituite da piroclastiti da riolitiche a riolacitiche, in facies ignimbratica.

- **SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA**

Nel settore centro-orientale del Foglio 500 "Nùoro Est" affiora una potente successione mesozoica di età compresa tra il Giurassico medio ed il Cretacico superiore, comprendente tutti i termini ascrivibili al Mesozoico della Sardegna orientale.

Si tratta di una successione che comprende modestissimi spessori di brecce e arenarie quarzose, una potente formazione di dolomie e calcari dolomitizzati (Formazione di Dorgali), talora comprendente una componente terrigena, formazioni calcarenitiche e calciruditiche e calcilutitiche al tetto, localmente con noduli di selce. È presente una potente formazione prevalentemente biocostruita, costituita da calcari, calcareniti e calciruditi alternate a calcilutiti laminate

- **SUCCESSIONE SEDIMENTARIA CENOZOICA**

Tale successione sedimentaria è costituita da due sole formazioni nell'area del Foglio 500: la Formazione di Monte Cardiga (calcari bioclastici argilloso-arenacei e calcareniti appartenenti a una piccola scaglia tettonica) e i Conglomerati di Cuccuru 'e Flores, costituiti prevalentemente da calciruditi con subordinate arenarie e calcilutiti con scarsa matrice ed elementi solitamente angolosi o poco arrotondati. Le ruditi sono solitamente poligeniche.

- **SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA PLIO-PLEISTOCENICA**

Tale successione risulta di notevole importanza, in quanto le aree di impianto e in particolare le strutture fotovoltaiche, sono posizionate pressochè integralmente su tale successione, con specifico riferimento ai Basalti del Gollei, che rappresentano una delle due unità insieme alla Formazione di Nuraghe Casteddu. La descrizione di tale successione sarà quindi di maggior dettaglio rispetto a quelle precedenti.

FORMAZIONE DI NURAGHE CASTEDDU (NCA)

Questa formazione affiora con spessori ed estensione laterale discontinui, alla base e/o intercalata ai basalti dei Gollèi ed è costituita da ghiaie e sabbie alluvionali e subordinate argille, sciolte o irregolarmente cementate, più o meno grossolane, clino-stratificate, ad elementi principalmente di granitoidi, di scisti e rocce filoniane immersi in una matrice sabbiosa o sabbioso-siltosa.

Poichè la formazione è costituita da livelli intercalati entro la successione basaltica, il suo spessore è difficilmente valutabile, con spessore medio ipotizzabile in circa 15-20 m. Solo nel settore di Nuraghe Casteddu la formazione raggiunge gli spessori maggiori, intorno ai 30 m.

Il limite inferiore è nettamente discordante sulle formazioni più antiche; il limite superiore è erosivo. Solitamente i sedimenti sottostanti ai basalti poggiano sul basamento paleozoico e solo localmente sulle formazioni terziarie.

La formazione presenta, nella parte basale, strutture sedimentarie tipiche del sistema deltizio di un corso d'acqua; la presenza di grandi blocchi suggerisce che il corso d'acqua riceveva apporti da torrenti locali interessati da dinamiche di trasporto di massa tipo debris flow. Verso l'alto la formazione deltizia passa a sedimenti fluviali costieri che indicano la progradazione dei canali alimentatori della piana alluvionale. La datazione varia dal Pliocene superiore (Piacenziano) al Pleistocene inferiore (Calabriano).

BASALTI DEI GOLLÈI (BGO)

Con questo nome vengono definite le alternanze di lave (BGO) e scorie (BGOa, facies Nuraghe su Cungiadu) a composizione essenzialmente basaltica affioranti diffusamente nella Sardegna orientale, con una estensione di circa 130 km².

L'attività vulcanica, principalmente subaerea, è caratterizzata da emissione di lave basaltiche impilate a formare un esteso plateau. La successione di lave presenta alla base e al suo interno interstratificazioni con i depositi continentali della formazione di Nuraghe Casteddu.

Nell'area sono stati riconosciuti diversi centri eruttivi, principalmente coni di scorie e all'intensa attività lavica è associata una modesta attività esplosiva, marcata da depositi di caduta di scorie

(BGOa) e da flussi piroclastici cineritici poco saldati. Spesso ai coni di scorie sono associati i dicchi di alimentazione delle colate (BGOB, facies Biristeddi). Sono presenti inoltre basalti a pillow e piroclastiti di flusso (BGOc, facies Rio Osalla) da strutture di alta energia (da base surge).

La lava, quando non alterata, è grigia, da chiara a scura su frattura fresca, mentre in superficie spesso è rossastra o bruna per incipiente alterazione. La tessitura è debolmente porfirica per fenocristalli di olivina e/o pirosseno in massa di fondo spesso microcristallina, microcristalli biancastri di plagioclasio.

In alcune colate sono osservabili inclusi peridotitici più o meno abbondanti, di piccole dimensioni costituiti principalmente da cristalli di olivina e in parte di pirosseno.

I caratteri petrografici mostrano una variabilità molto limitata ed è possibile distinguere:

1. basalti a sola olivina in fenocristalli spesso alterati in iddingsite. La massa di fondo contiene plagioclasio (in quantità generalmente superiore al 50% ed a composizione variabile tra An 50% e An 65%) e in misura minore olivina, clinopirosseno e opachi, e talora una piccola frazione vetrosa.
2. basalti con fenocristalli di olivina, clinopirosseno in quantità sempre subordinata noduletti peridotitici;
3. basalti ad ortopirosseno, con tessitura doleritica e senza noduli peridotitici.

L'attività vulcanica è essenzialmente subaerea. Le singole colate sono massive, con evidenti vescicolazioni nelle parti basale e sommitale.

La presenza di superfici con struttura a corde (con lunghezza d'onda dell'ordine di alcuni centimetri), l'assenza di lave a blocchi, e gli spessori limitati insieme all'estensione delle singole colate, testimoniano in generale la bassa viscosità delle lave.

Alla base delle colate deposte in acqua sono frequenti strutture di raffreddamento tipo "pillow lavas", soprattutto a contatto con i sedimenti alluvionali della formazione di Nuraghe Casteddu.

Abbastanza comuni la presenza di alterazioni del tipo "esfoliazione cipollare" e le fessurazioni colonnari "a canne d'organo". Le fessurazioni da raffreddamento talora formano complicati schemi di colonne più o meno ricurve a chevron o a ventaglio.

Lo spessore totale della successione raggiunge i 150 m nella zona presso il centro eruttivo di P.ta Conca 'e Janas - P.ta Argiadores (immediatamente a sud dell'area di installazione dei moduli fotovoltaici. La potenza delle singole colate in genere va da alcuni decimetri ad alcuni metri, con intercalazioni scoriacee o raramente cineritiche in media più sottili, specie nelle aree più distali rispetto ai centri eruttivi, in accordo con la bassa viscosità di questi magmi.

- DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

Si tratta di depositi di origine fluviale, in parte terrazzati, a granulometria molto variabile e di depositi di origine gravitativa, sia di tipo detritico, sia di tipo franoso in senso stretto, con questi ultimi nettamente subordinati rispetto a quelli detritici. I depositi di tipi alluvionale sono presenti anche nell'area di impianto e costituiscono i prodotti presenti in corrispondenza del reticolo idrografico. La granulometria è generalmente medio-fine, ma possono essere presenti anche elementi clastici di dimensione decimetrica.

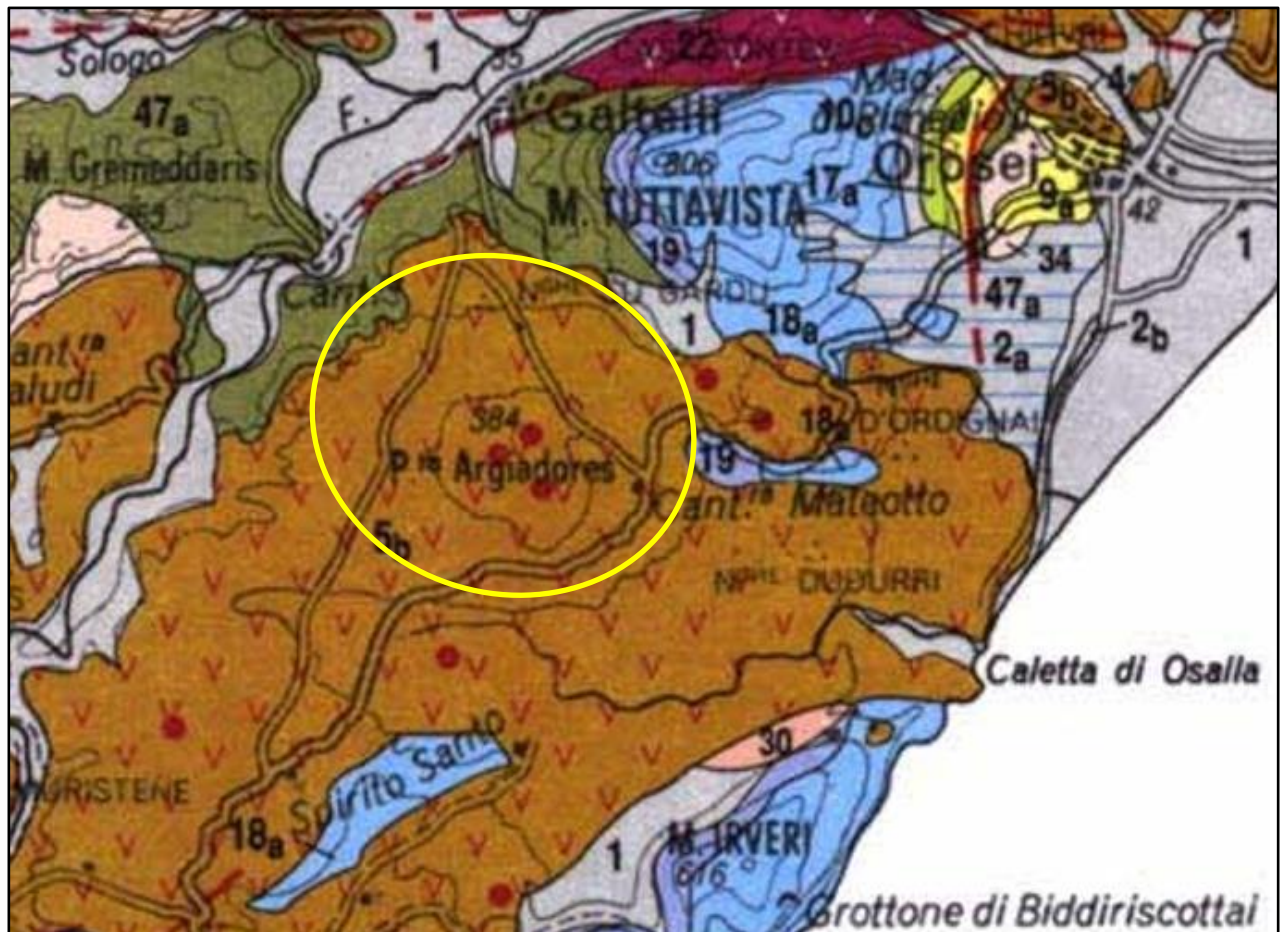


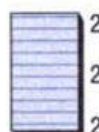
Figura 5: Stralcio Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000. Fonte [Cartografia geologica | Ordine Regionale dei Geologi della Sardegna](#).

DEPOSITI QUATERNARI QUATERNARY DEPOSITS



1

Ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali, travertini **1. Olocene.**
Alluvial, colluvial, eolian and littoral gravels, sands, silts, sandy clays, travertine 1. Holocene.

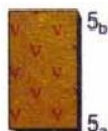


2_c

2_b

2_a

Arenarie eoliche con Cervidi (*Megaceros verticornis*, *Dama dama*) e Proboscidi (*Elephas melitensis*) (Arenarie wurmiane Auct.) (Nurra; Iglesias; etc.) **2_c**. Conglomerati, arenarie e biocalcareni di spiaggia (Panchina Auct.), con Molluschi (*Mytilus senegalensis*, *Spondylus gaederopus*, *Strombus bubonius*, *Patella ferruginea*, *Conus testudinarius*) e Celenterati (*Cladocora coespitosa*) **2_b**. **Pleistocene sup.**
Conglomerati, sabbie, argille più o meno compatte, in terrazzi e conoidi alluvionali (Alluvioni antiche Auct.) **2_a**. ? **Pliocene - Pleistocene.**



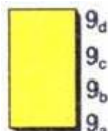
5_b

5_a

Basalti alcalini e transizionali, basaniti, trachibasalti e hawaiiiti, talora con noduli peridotitici; andesiti basaltiche e basalti subalcalini; alla base, o intercalati, conglomerati, sabbie e argille fluvio-lacustri (es. **Formazione di Nuraghe Casteddu**) (Montiferru; Campeda; Baronie; Orosei; Marmilla: M.te Arci; etc.); coni di scorie basaltiche (Logudoro; etc.) **5_b**. **Pliocene - Pleistocene.**

Trachiti, trachiti fonolitiche, fonoliti, fonoliti tefritiche e tefriti fonolitiche in cupole e colate, talora in bancate scoriacee (Montiferru; Marmilla: M.te Arci; Sarrabus: Capo Ferrato) **5_a**. **Pliocene.**

*Alkaline and transitional basalts, basanites, trachybasalts and hawaiites with peridotitic nodules; basaltic andesites and subalkaline basalts; at the bottom, and between lava flows, fluvial-lacustrine conglomerates, sands and clays (e.g. **Nuraghe Casteddu Formation**) (Montiferru; Campeda; Baronie: Orosei; Marmilla: Monte Arci; etc.); cones of scoriaceous basalts (Logudoro; etc.) **5_b**. **Pliocene - Pleistocene.**
*Trachytes, phonolitic trachytes, phonolites, thephritic phonolites, phonolitic thephrites in lava domes and scoriaceous lava flows (Montiferru; Marmilla: Monte Arci; Sarrabus: Capo Ferrato) **5_a**. **Pliocene.****



9_d

9_c

9_b

9_a

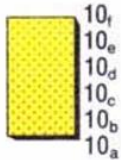
Arenarie marnose, siltiti, calcareniti sublitorali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 12 e N 13, Molluschi (*Amusiopecten spinulosus*, *Fiabellepten fraterculus*, *Pecten benedictus*) (formazione delle Arenarie di Pirri Auct.) (Campidano: Cagliari; Sassarese; Logudoro) **9_d**. **Serravalliano medio - ? sup.**

Marne e marne arenacee epibatiali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 8 - N 11 / N 12, Molluschi pelagici (*Vaginella austriaca*, *Clio distefanoi*, *C. caralitana*, *C. pulcherrima*), Molluschi bentonici (*Abra longicallus*, *Ficus conditus*), Coralli Bianchi (formazione di Fangario Auct.) (Campidano: Cagliari; Logudoro; Marmilla) **9_c**. **Langhiano medio-sup. - Serravalliano inf.**

Marne arenacee e siltose, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 7 e N 8, Molluschi pelagici (*Vaginella austriaca*, *V. rotundata*, *Clio pulcherrima*), Molluschi bentonici (*Gigantopecten zizinae*, *Pecten jossilingi*, *Amusiopecten baranensis*, *Aequipecten submalvinae*, *Ficus conditus*, *Abra longicallus*, etc.), Echinoidi (*Schizaster* sp.), Coralli Bianchi; (formazione delle Marne di Gesturi, formazione della Marmilla p.p. Auct.) (Marmilla; Trexenta, Campidano, Sassarese, Logudoro, Gallura) **9_b**. **Burdigaliano sup. - Langhiano medio-sup.**

Conglomerati e sabbie a matrice argillosa, con elementi del basamento ercinico e subordinate vulcaniti terziarie (Logudoro: Oppia Nuova, Tula); conglomerati e arenarie deltizi (Baronie: Orosei) **9_a**. **Burdigaliano sup. - ? Serravalliano.**

Depositi continentali e successione marina Post Eocene medio - Miocene inf. *Post Middle Eocene - Lower Miocene continental and marine deposits*

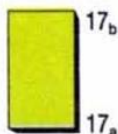


Conglomerati e arenarie continentali con banchi di selce, tufiti, tufi pomicei (Lacustre Auct. p.p.), con Piante (*Bombacoxylon owenii*, *Arganioxylon sardum*, *Pinuxylon zobelianum*, *Palmoxylon sardum*, etc.) (Lago Omodeo, Anglona) **10_f**. **Burdigaliano**.

Arenarie, conglomerati, tufiti più o meno arenacee, calcari sublitorali, con Foraminiferi planctonici, Molluschi pelagici (*Vaginella depressa*, *Clio triplicata*, etc.), Molluschi bentonici (*Pecten corsicanus*, *Ostrelinella negleta*), Coralli hermatipici, Echinoidi, etc. (Molassa a *vaginella*, Arenarie di Gesturi, Formazione della Marmilla p.p. Auct.) (Anglona: Castelsardo; Sarcidano-Mandrolisai: Genoni, Asuni; Arburese: Funtanazza; etc.); marne argillose ittiolitiche, arenarie e siltiti con Molluschi bentonici (*Pereiraia gervaisi*, *Tympanotonos margaritaceus*) (formazione delle Marne di Ales Auct.) (Marmilla: Ales; Arburese: Funtanazza; etc.) **10_e**. Calcari selciosi, siltiti, arenarie e conglomerati fluviali, con intercalazioni di tufi riolitici, con resti di Piante (*Glyptostrobus europaeus*, *Sequoia cf. sternbergi*, *Cinnamomophyllum scheuchzeri*, etc.), Ostracodi, Alghe (Characee), Molluschi (*Planorbis exiguus*, *Lymnaea pachigaster*, *Helix cf. ramondi*) (Lacustre p.p. Auct.) (Logudoro: Oschiri, Berchidda; Anglona: Arburese: Funtanazza; Nurra: Porto Conte) **10_d**. Conglomerati fluviali, talora arrossati, a elementi di basamento cristallino (Logudoro: Piano Ladu; Anglona: Casteldoria); conglomerati poligenici continentali, arenarie e calcareniti con Nummuliti rimaneggiati (Baronie: M. Albo, La Caletta, M. Tuttavista; Barbagia: Lanaitto) **10_c**. **Formazione di Ussana** - Conglomerati poligenici e arenarie continentali, con matrice argillosa rossastra; nella parte alta microconglomerati, arenarie e siltiti, litorali, con Ostreidi, Mitilidi, Ceritidi (Campidano: Monastir, Nuraminis); conglomerati fluviali (Marmilla; Trexenta; Sarrabus: M. Genis; Gerrei: S. Nicolò Gerrei; Sarcidano: Villanovatulo; etc.) **10_b**. **Oligocene sup. - Aquitaniano**.

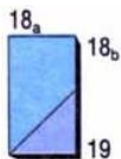
Formazione del Cixerri - Conglomerati, arenarie e siltiti argillose rossastra, continentali, poggianti sopra calcari e argille paralici con Carofite e Palinomorfi del Luteziano (Iglesiente: Tanca Aru, etc.) **10_a**. **Post Eocene medio - Oligocene**.

Successioni marine e transizionali del Trias medio p.p.- Cretaceo inferiore *Middle Triassic p.p.- Lower Cretaceous marine and transitional successions*



SUCCESSIONE DELLA SARDEGNA OCCIDENTALE (Nurra, Isola di S. Antioco)-Depositi carbonatici di piattaforma: calcari, calcari dolomiti, calcari oolitici e calcari bioclastici, sublitorali (facies "Urgoniana"), con Foraminiferi bentonici (*Trocholina alpina*, *Glomospira urgoniana*, *Orbitolinopsis inflata*, etc.), Alghe (*Salpingoporella genevensis*), Rudiste, Briozoi, Chaetidi, Serpulidi; alla base: marne e calcari marnosi paralici (facies "Purbeckiana"), con Carofite e Ostracodi **17_b**. **Berriasiano - Aptiano inf.**

SUCCESSIONE DELLA SARDEGNA ORIENTALE (Barbagia: Supramonte; Baronie: Orosei, M.te Albo, etc.)-Depositi carbonatici di piattaforma: calcari bioclastici e marnosi, calcari oolitici, selciosi (facies "Urgoniana"), con Cefalopodi (*Neocomites neocomiensis*, *Leopoldia leopoldina*, *Acanthodiscus radiatus*), Brachiopodi (*Sardope sardoa*, *Sellithyrus deningeri*, <<T.>> *ichnusae*, <<T.>> *oroseina*); alla base: marne e calcari marnosi paralici (facies "Purbeckiana"), con Carofite e Ostracodi **17_a**. **Berriasiano - Albiano inf.**



SUCCESSIONE DELLA SARDEGNA OCCIDENTALE (Nurra: Olmedo, M. Doglia, etc.; Sulcis: Porto Pino)-Depositi carbonatici di piattaforma: dolomie e calcari dolomiti, calcari bioclastici, calcari oolitici, calcari ad oncoidi, calcari selciferi, calcari micritici, calcari marnosi e marne, con Alghe (*Clypeina jurassica*, *Salpingoporella annulata*), Crinoidi (*Pentacrinus* sp.), Brachiopodi (*Sardorhynchia crassa* = *Rhynchonella spathica*, *Terebratula* sp., *Rinconella* sp.), Foraminiferi bentonici (*Vidalina martana*, *Trocholina alpina*, *Timidonella sarda*, *Nautiloculina oolithica*), Bivalvi (*Pholadomia exaltata*), Belemniti, Ammoniti, Briozoi, Coproliti (*Favreina prusensis*), Pollini, Spore, Ostracodi; alla sommità: dolomie e calcari dolomiti scuri lacustri, con Carofite (*Munieria baconica*), costituenti il passaggio alla facies "Purbeckiana" in Nurra **18_b**. **Lias - Malm.**

SUCCESSIONE DELLA SARDEGNA ORIENTALE (Barbagia: Supramonte; Baronie: M.te Albo, M.te Tuttavista; Sarcidano, etc.)-Depositi carbonatici di piattaforma: **Formazione di M.te Bardia**, **Formazione di M.te Tului** - Calcari bioclastici, calcari oolitici e micritici, talora selciosi, da litorali a circolitorali, con Alghe (*Actinoporella podolica*, *Pseudoclypeina farinacciae*), Foraminiferi bentonici (*Feurtillia frequens*) e Nerinee **18_a**. **Dogger-Malm.**

Formazione di Dorgali - Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomiti, da litorali a circolitorali, con Foraminiferi bentonici (*Spiralocoonulus giganteus*, *Trocholina conica*) e Foraminiferi planctonici (*Globigerina oxfordiana*), Calcisfere (*Cadosina parvula*), Alghe calcaree, Belemniti, Ammoniti, Echinodermi; conglomerati, arenarie quarzose, siltiti e argille fluvio-deltizi, con livelli lignitiferi e con resti di Piante (*Ptilophyllum hirsutum*, *Nilssonina orientalis*) e Sporomorfi (formazione di Genna Selole Auct.) **19**. **Dogger - Malm.**

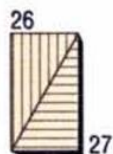
Complesso vulcanico del Carbonifero sup. - Permiano / ? Trias inf. *Upper Carboniferous - Permian / ? Lower Triassic volcanic succession*



Rioliti e riolaciti in espandimenti ignimbrici e colate, porfidi in ammassi subvulcanici, lave, breccie andesitiche, subordinati espandimenti dacitici (Gallura: P.ta Salici; Baronie: Galtelli; Ogliastra: Perdasdefogu, M. Ferru di Tertenia; Gerrei: Escalaplano; Arburese: P.ta Acqua Durci); rioliti alcaline in espandimenti ignimbrici (Nurra: M. S. Giusta) **22**. **Carbonifero sup. - Permiano sup. - ? Trias inf.**

Ignimbrites and lava flows of rhyolitic and rhyodacitic composition, porphyritic subvolcanic bodies, lava flows, andesitic breccias, subordinate dacitic lava flow (Gallura: P.ta Salici; Baronie: Galtelli; Ogliastra: Perdasdefogu, M. Ferru near Tertenia; Gerrei: Escalaplano; Arburese: P.ta Acqua Durci); *alkaline rhyolitic ignimbrites* (Nurra: M. S. Giusta) **22**. **Upper Carboniferous - Upper Permian - ? Lower Triassic.**

Complesso plutonico del Carbonifero sup. - Permiano *Upper Carbonifous - Permian plutonic complex*



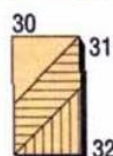
Leucograniti equigranulari (Gallura: Limbara; Sarrabus: Rio Picocca, San Vito; Sulcis), etc. **26**.
Leucograniti a Grt (Baronie: P.ta Tepilora), etc. **27**.

Equigranular leucogranites (Gallura: Limbara; Sarrabus: Rio Picocca, San Vito; Sulcis), etc. 26.
Grt bearing leucogranites (Baronie: P.ta Tepilora), etc. 27.



Monzograniti equigranulari (Goceano: Buddusò, Bortamelone; Gallura: Costa Paradiso), etc. **28_b**. Monzograniti inequigranulari (Gallura: Calangianus, Arzachena; Barbagia: Olzai), etc. **28_a**. Sieniti sodiche (Sarrabus: Villasimius) **29**.

Equigranular monzogranites (Goceano: Buddusò, Bortamelone; Gallura: Costa Paradiso), etc. 28_b.
Inequigranular monzogranites (Gallura: Calangianus, Arzachena; Barbagia: Olzai), etc. 28_a.
Sieniti sodiche (Sarrabus: Villasimius) 29.



Granodioriti, monzogranitiche equigranulari (Marghine: Bolotana; Gallura: S. Antonio; Barbagia: Gavoi), etc. **30**. Granodioriti, monzogranitiche inequigranulari (Gallura: Monti; Barbagia: Orotelli), etc. **31**. Granodioriti tonalitiche (Barbagia: Mamoiada; Ogliastra: Villagrande; Goceano: Benetutti), etc. **32**.

Equigranular monzogranitic granodiorites (Marghine: Bolotana; Gallura: S. Antonio; Barbagia: Gavoi), etc. 30.
Inequigranular monzogranitic granodiorites (Gallura: Monti; Barbagia: Orotelli), etc. 31.
Tonalitic granodiorites (Barbagia: Mamoiada; Ogliastra: Villagrande; Goceano: Benetutti), etc. 32.

Successioni terrigene di età incerta *Terrigenous sedimentary rocks of uncertain age*



Alternanze di metarenarie, quarziti e filladi (Postgotlandiano Auct. p.p.) (Gennargentu; Barbagia: Seulo; Ogliastra; Goceano) **47_b**. Metarenarie e filladi a Bt (Barbagia: Orune; Nurra) **47_a**. Successioni terrigene prevalentemente attribuite al Cambriano-Ordoviciano inf. e subordinatamente all'Ordoviciano sup. e al Devoniano-Carbonifero inf..

Metasandstones, quartzites and phyllites (Postgotlandiano Auct. p.p.) (Gennargentu; Barbagia: Seulo; Ogliastra; Goceano) 47_b.
Metasandstones and Bt-bearing phyllites (Barbagia: Orune; Nurra) 47_a.
Mostly Cambrian-Lower Ordovician terrigenous rocks, but also partly Upper Ordovician and Devonian-Lower Carboniferous terrigenous rocks.

Figura 6: Legenda Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000; [Cartografia geologica | Ordine Regionale dei Geologi della Sardegna.](#)

3.2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE

Il dettaglio delle condizioni geologiche può essere desunto facilmente attraverso la sovrapposizione fra il layout di progetto e gli shapefile dei tematismi CarG disponibili nel Portale Cartografico della Regione Sardegna.

Nelle figure le sigle si riferiscono alle seguenti Unità o Subunità che interessano direttamente le aree di impianto:

bc Depositi alluvionali. Limi e argille. In affioramento, sulla base del rilievo di superficie effettuato, si è appurato che in realtà nella parte interna dei reticoli idrografici la sedimentazione fine è estremamente scarsa, se non assente, e l'escavazione fluviale ha messo spesso a nudo il tetto delle colate basaltiche. Olocene.



Foto 1: Reticolo idrografico con denudamento del tetto delle colate basaltiche in luogo dei previsti sedimenti limo-argillosi.

BGO BASALTI DEI GOLLEI. Hawaiiiti, subordinati basalti alcalini e mugeariti, andesiti basaltiche subalcaline; in grandi espandimenti lavici e colate, coni di scorie, dicchi, livelli piroclastici. Approfondimenti sulla natura petrografica e strutturale dei Basalti del Gollei sono riportati nel paragrafo precedente. Occorre sottolineare che quasi l'intera area di impianto è posta su tali terreni, che ospitano una modesta copertura pedogenica di colore bruno-rossastro.

Pliocene medio-superiore - Pleistocene inferiore.



Foto 2: Ciglio di colata basaltica poco a valle delle strutture fotovoltaiche.



Foto 3: Elementi litoidi di natura basaltica (Basalti del Gollei) sul suolo nell'area di impianto

Il tracciato del caviodotto interessa anche le seguenti unità:

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

ORS2c Litofacies nel Subsistema di Su Gologone (SINTEMA DI OROSEI). Detriti di versante tipo "Éboulis ordonnées". Pleistocene superiore.

Di seguito si riportano gli stralci elaborati in ambiente GIS della carta geologica costruita con i tematismi della Regione Sardegna.

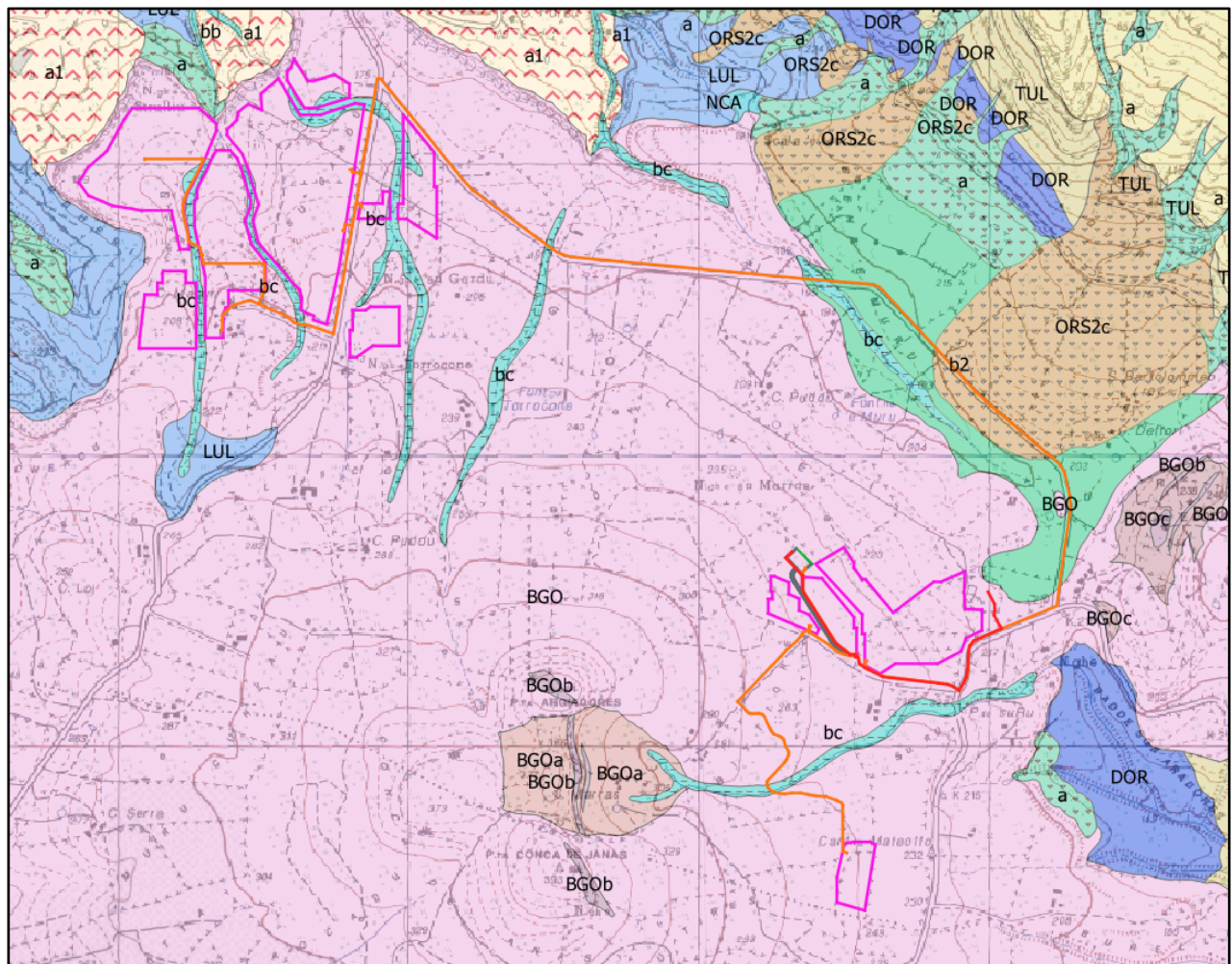
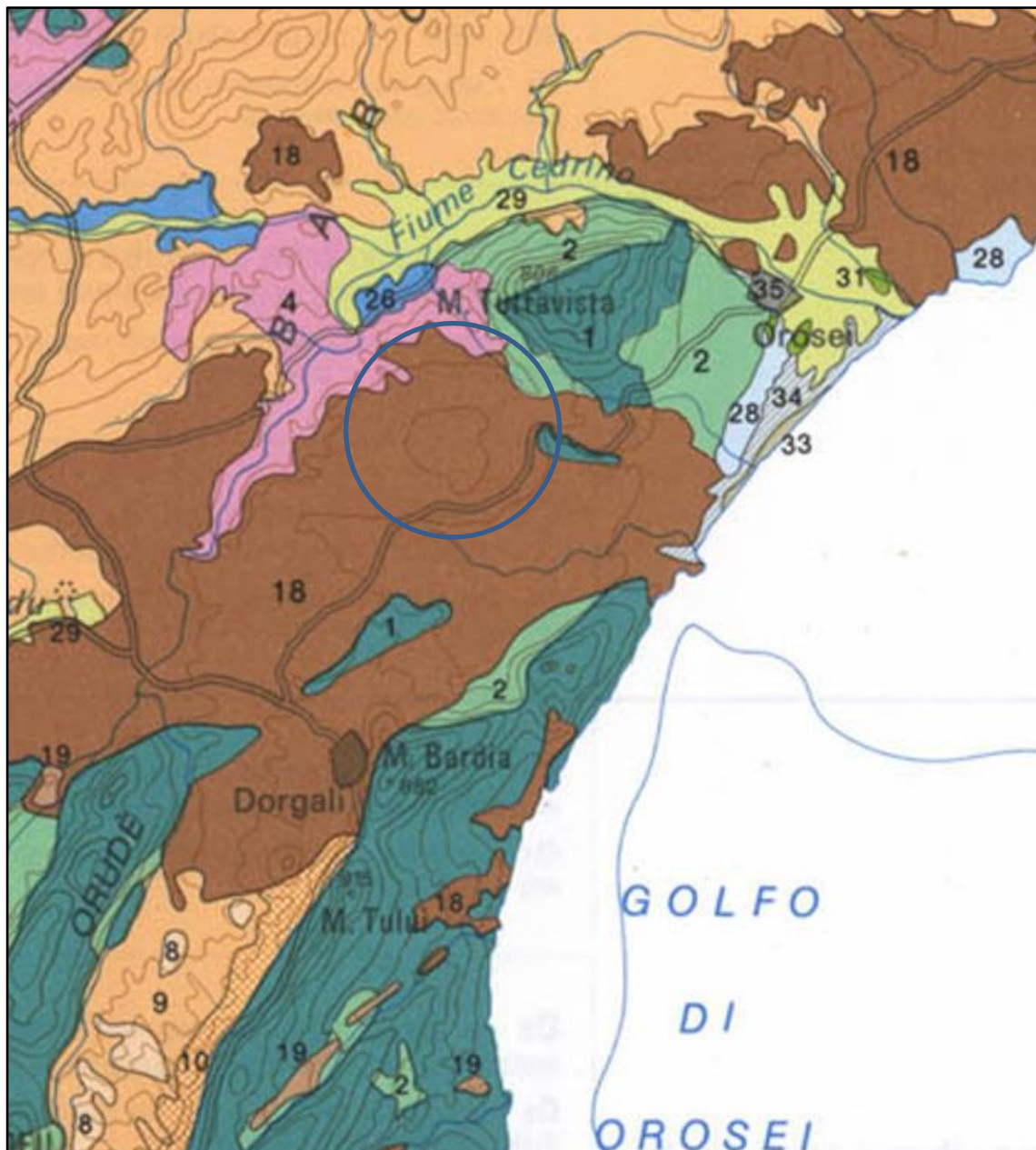


Figura 7: Carta Litologica: a-Depositi detritici di versante; a1-Depositi di frana; bc-Depositi alluvionali a grana limosa e argillosa; ORS2c- Litofacies nel Subsistema di Su Gologone (Sintema di Orosei). Detriti di versante tipo "Éboulis ordonnées". Pleistocene superiore; BGO-Basalti del Gollei; BGOa-Facies Nuraghe su Cungiadu (coni di scorie); BGOb-Facies Biristeddi (dicchi). BGOc-Facies Rio Osalla (piroclastiti in prevalenza cineritiche). GNS; DOR-Formazione di Dorgali. Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circalitorali, con foraminiferi e alghe calcaree; TUL-Formazione di Monte Tului. Calcareniti oolitiche e oolitico-bioclasiche, in alternanza con calcilutiti; GNS-Formazione di Genna Selole. Conglomerati quarzosi e quarzoareniti; alla base livelli carboniosi e argille; LUL-Filladi di Lula. Filladi, filladi carboniose, quarziti con subordinate metarenarie

quarzoso-micacee; Fonte SITR Sardegna ed elaborazione in ambiente GIS.

La Sardegna è dotata di una cartografia pedologica ad ampia scala, che di seguito si riporta, nella quale si può osservare che l'intera zona è caratterizzata sostanzialmente da due classi di suolo, riportati con la numerazione 18 e 2, suoli evolventisi su rocce effusive basiche e relativi depositi colluviali e di versante, che rappresentano il substrato roccioso nudo (lithic xerorthents, 18), mentre rari sono i suoli evolventisi su substrati calcareo-dolomitici e dei rispettivi detriti, presenti solamente in brevi tratti del caviodotto ai piedi del Monte Tuttavista (2, lithic e typic xerorthents, lithic e typic rhodoxeralfs, lithic e typic xerochrepts).



A Paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante Landscapes on limestones, dolomites and dolomitic limestones of the Paleozoic and Mesozoic and their slope deposits		
1	Rock outcrop Lithic Xerorthents	Rock outcrop Eutric e Lithic Leptosols
2	Lithic e Typic Xerorthents Lithic e Typic Rhodoxeralfs Lithic e Typic Xerochrepts Rock outcrop	Eutric e Lithic Leptosols Chromic Luvisols Eutric e Chromic Cambisols Rock outcrop

E Paesaggi su rocce effusive basiche (basalti) del Pliocene superiore e del Pleistocene e relativi depositi di versante e colluviali Landscapes on basic effusive rocks (basalts) of the Upper Pliocene and Pleistocene and their slope and colluvial deposits		
18	Rock outcrop Lithic Xerorthents	Rock outcrop Eutric e Lithic Leptosols
19	Typic e Lithic Xerochrepts Typic e Lithic Xerorthents	Eutric Cambisols Eutric e Lithic Leptosols

Figura 8: Stralcio carta dei suoli della Sardegna e relativa legenda (A. Aru et alii, 1989).

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

4.1. INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area oggetto di studio fa parte di un settore collinare, appartenente alla fascia a carattere eruttivo compresa fra il Monte Tuttavista a nord, di natura calcareo-dolomitica e la dorsale del Monte Bardia, anch'essa a composizione calcareo-dolomitica. Quasi l'intera area di impianto ricade nel bacino idrografico del fiume Cedrino, eccettuata la porzione più a est, che ricade in un bacino minore a recapito costiero, il Riu Sos Aradores (sub-bacino Posada-Cedrino secondo la definizione dello shapefile della Regione Sardegna). Tutti i segmenti fluviali presenti intorno alle strutture fotovoltaiche sono del I ordine e costituiscono quindi i rami sorgentisi del reticolo idrografico locale.

Le aste fluviali sul versante est della dorsale eruttiva hanno decorso breve ed elevate pendenze, con reticolo poco sviluppato; il Cedrino possiede invece ordine Horton-Strahler elevato (ordine 7), reticolo idrografico complesso e sviluppato, con pattern a graticcio, ma con un certo controllo da parte degli elementi tettono-strutturali.

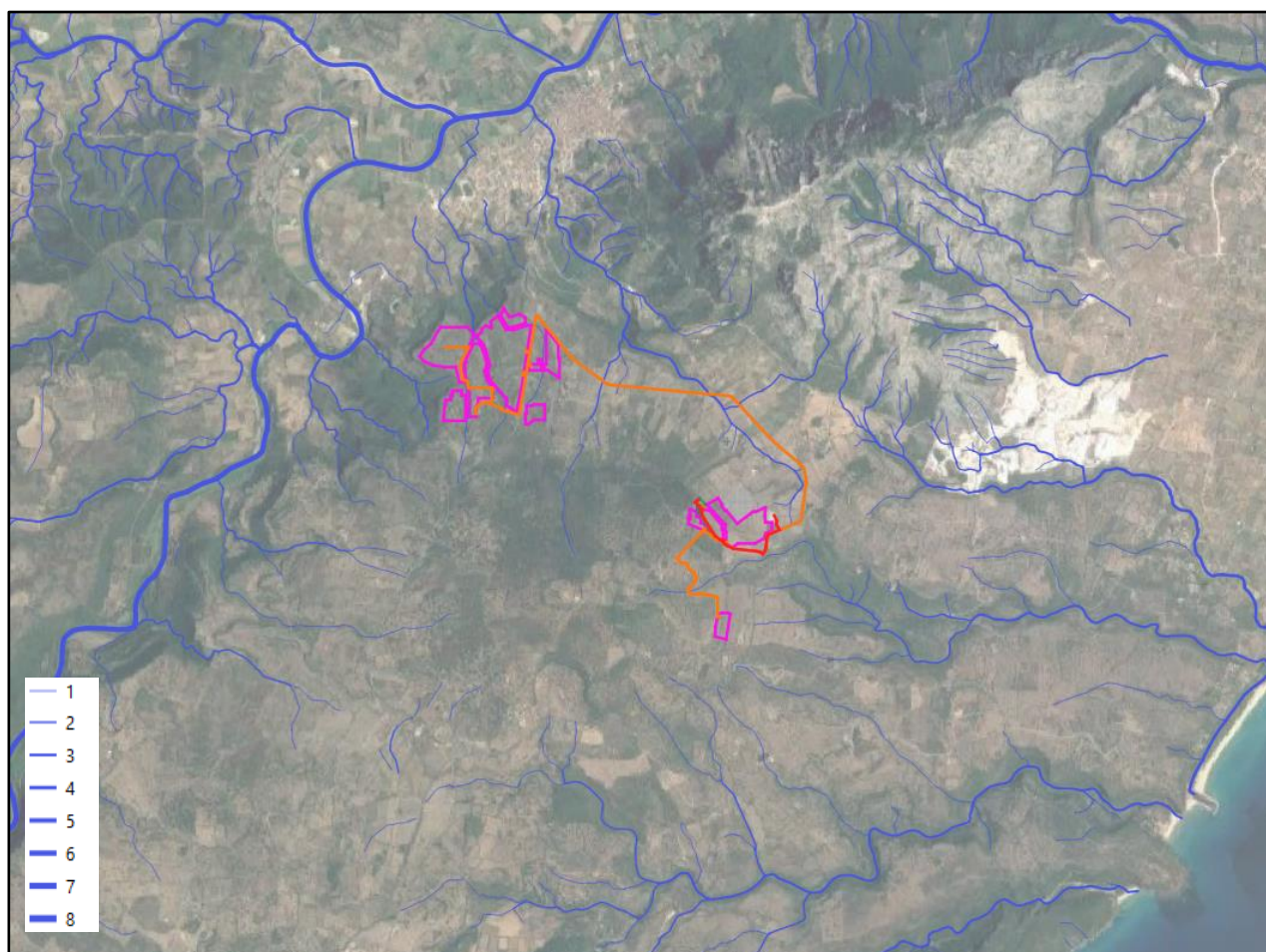
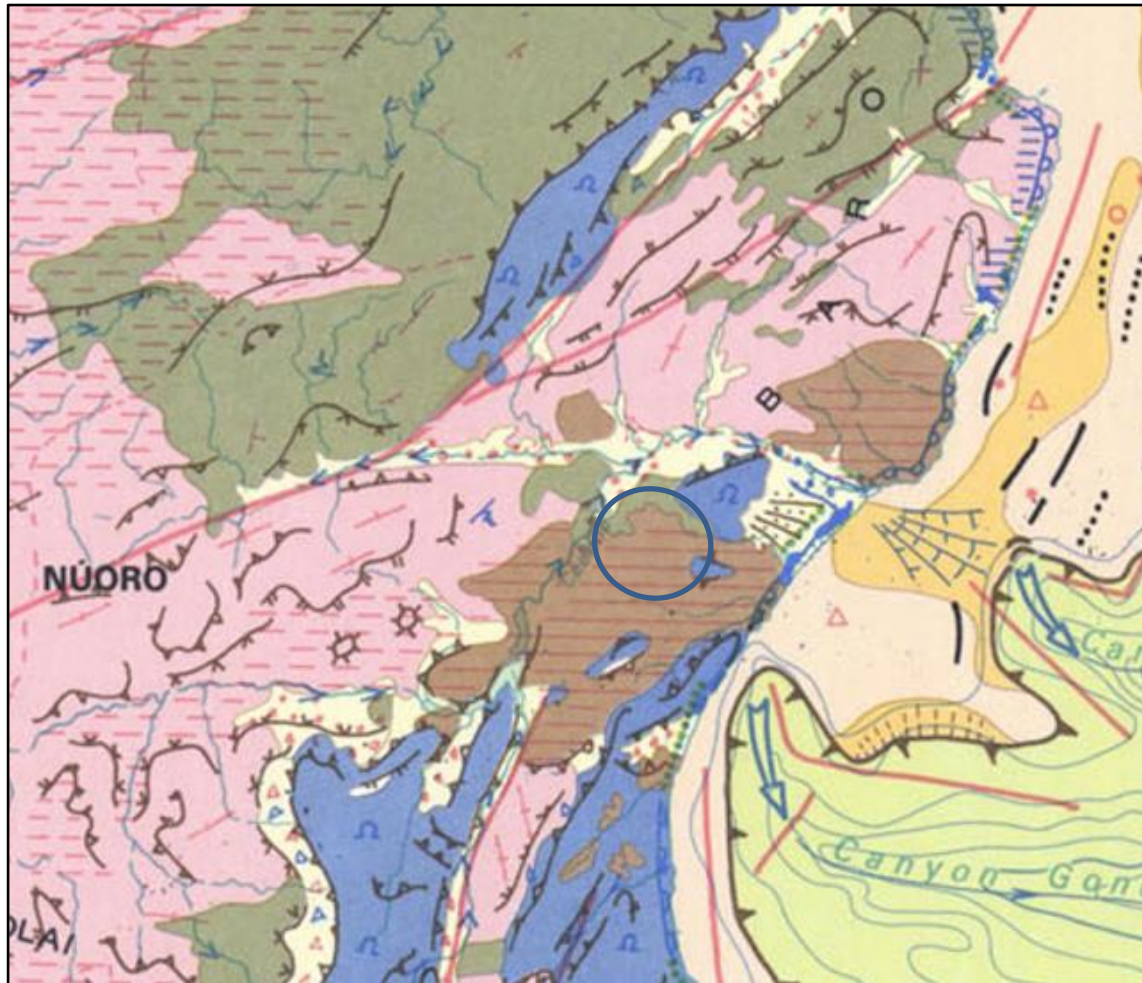


Figura 9: Reticolo idrografico dell'intera area; nella figura, elaborate in ambiente GIS, vengono riportati gli ordini Horton-Strahler secondo quanto riportato nel SITR della Regione Sardegna. Appare evidente che l'area è dominata dal bacino del fiume Cedrino, che rappresenta la massima asta drenate dell'area, il cui contributo idrico principale arriva in sinistra idrografica da parte del torrente Sologo. Al centro è evidente l'andamento centripeto del reticolo idrografico minore a partire dai centri eruttivi di Conca de Janas e Punta Argiadores. I bacini idrografici sono desunti dal database di ISPRA.



Forme e depositi di versante
Slope landforms and deposits

	Orlo di scarpata <i>Edge of scarp</i>
	Rottura di pendio convessa <i>Convex nickpoint</i>
	Rottura di pendio concava <i>Concave nickpoint</i>
	Rilievo isolato, inselberg <i>Isolated hill, inselberg</i>
	Falda, deposito di glaciai (Pleistocene) <i>Talus cone, glaciai deposits</i>
	Morfologia carsica <i>Karst forms</i>
	Ruscellamento diffuso <i>Slope wash</i>

Depositi superficiali
Superficial deposits

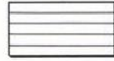
	Sabbie di spiaggia (Olocene) <i>Beach sands</i>
	Sabbie eoliche (Olocene) <i>Eolian sands</i>
	Depositi per gravità (Olocene) <i>Talus heaps</i>
	Alluvioni (Olocene) <i>Alluvial deposits</i>
	Arenarie e conglomerati di spiaggia (Pleistocene sup.) <i>Beach sandstones and conglomerates</i>
	Arenarie eoliche (Pleistocene sup.) <i>Eolian sandstones</i>
	Alluvioni (Pleistocene) <i>Alluvial deposits</i>
	Depositi per gravità (Pleistocene) <i>Talus heaps</i>

Litologie del substrato
Bedrock

	Calcarei, dolomie <i>Limestones, dolomites</i>
	Marne, marne arenacee, calcareniti marnose <i>Marls, sandy marls, marly calcarenites</i>
	Arenarie, conglomerati <i>Sandstones, conglomerates</i>
	Scisti, scisti arenacei, argiloscisti, metamorfiti <i>Shales, arenaceous shales, mudstones, metamorphic rocks</i>
	Rocce intrusive <i>Intrusive rocks</i>
	Rocce effusive acide <i>Acid effusive rocks</i>
	Rocce effusive basiche <i>Basic effusive rocks</i>

Livelli marini quaternari

Quaternary sea levels



Piattaforma di abrasione

Wave cut platform



Arenarie e conglomerati di spiaggia

Beach - rocks



Cordone litorale

Offshore bar



Falesia sommersa

Submerged cliff

Figura 10: Stralcio Carta Geomorfologica della Sardegna marina e continentale (A. Ulzega, 1984).

Il reticolo idrografico si presenta prevalentemente piuttosto inciso e le valli abbastanza strette, mostrando localmente le caratteristiche dei canyons e delle forre. Tale assetto è da mettere in correlazione in parte con le caratteristiche di elevata resistenza all'erosione dei litotipi calcareo-dolomitici, basaltici e granitoidi, in parte con l'innalzamento pleistocenico della dorsale eruttiva della Conca de Janas. Appare piuttosto evidente dagli stralci elaborati in ambiente GIS che seguono, che le maggiori pendenze e disarticolazioni verticali sono presenti in corrispondenza delle grandi elevazioni dei massicci calcareo-dolomitici (Monte Irveri, Monte Tuttavista, Monte Bardia, Monte S'Ospile) e dei bordi esterni degli spandimenti basaltici, spesso verticali, ma con minore altezza delle scarpate, come immediatamente a nord-ovest dell'area di posa dei moduli fotovoltaici nell'area di Nuraghe Strulliu.

L'area di impianto è dominata dalla morfologia classicamente conica dei centri eruttivi corrispondenti alla Conca de Janas-Punta Argiadores, con pendenze moderate o basse, interrotte da rotture di pendenza convesse corrispondenti agli avanzamenti delle singole colate, come visibile in diverse aree dell'impianto di progetto.

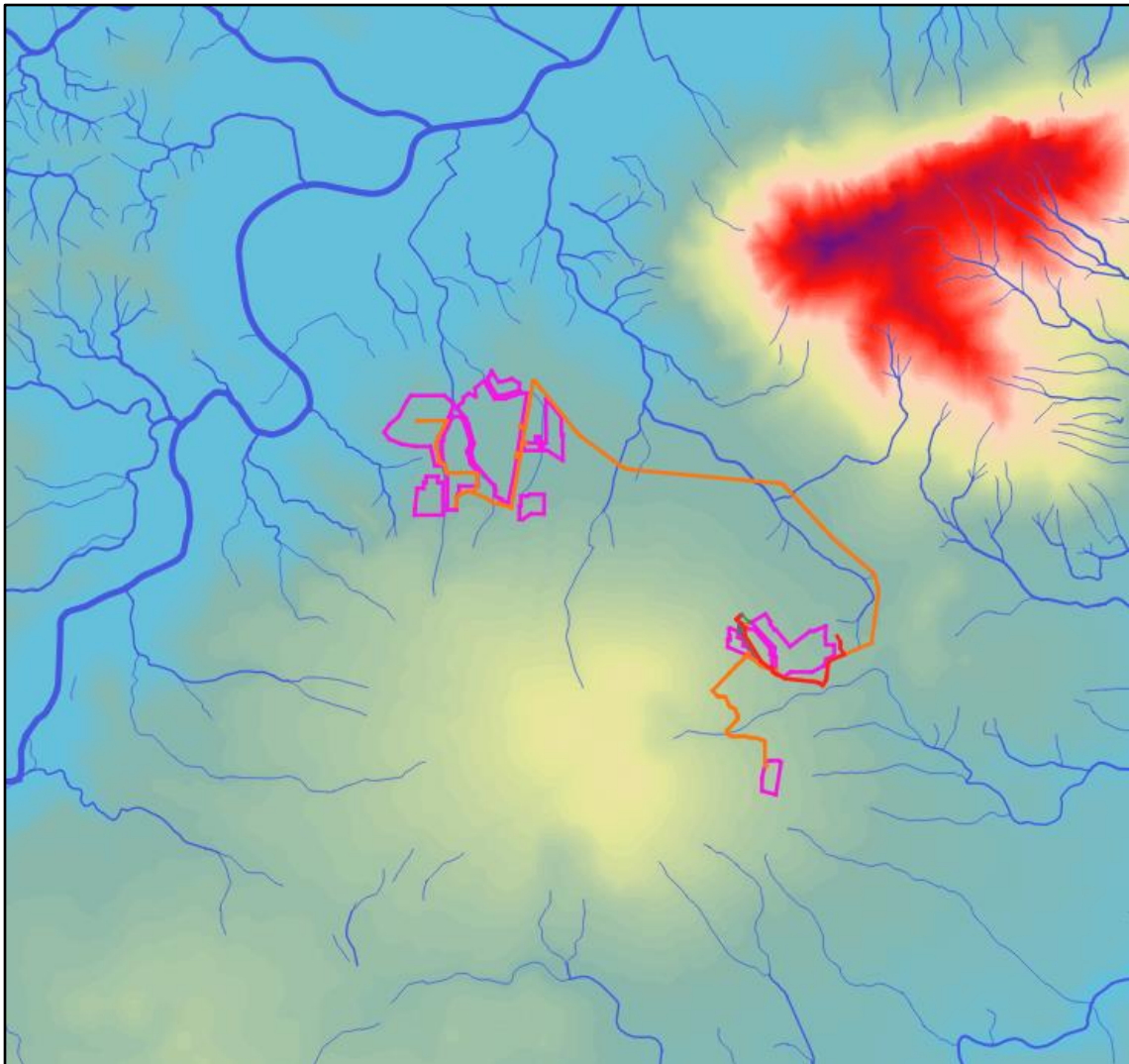


Figura 11: Modello digitale di elevazione del suolo del settore in oggetto; i toni caldi indicano le maggiori elevazioni. Il reticolo idrografico è tematizzato secondo l'ordine Strahler. Tematismi in ambiente GIS a partire dal DTM 5k della Sardegna. Risulta evidentissima la grande elevazione (nei toni del rosso) del Monte Tuttavista, mentre nella parte centrale dell'immagine (toni giallo-verdi) la più modesta elevazione della struttura vulcanica Conca de Janas-Punta Argiadores.

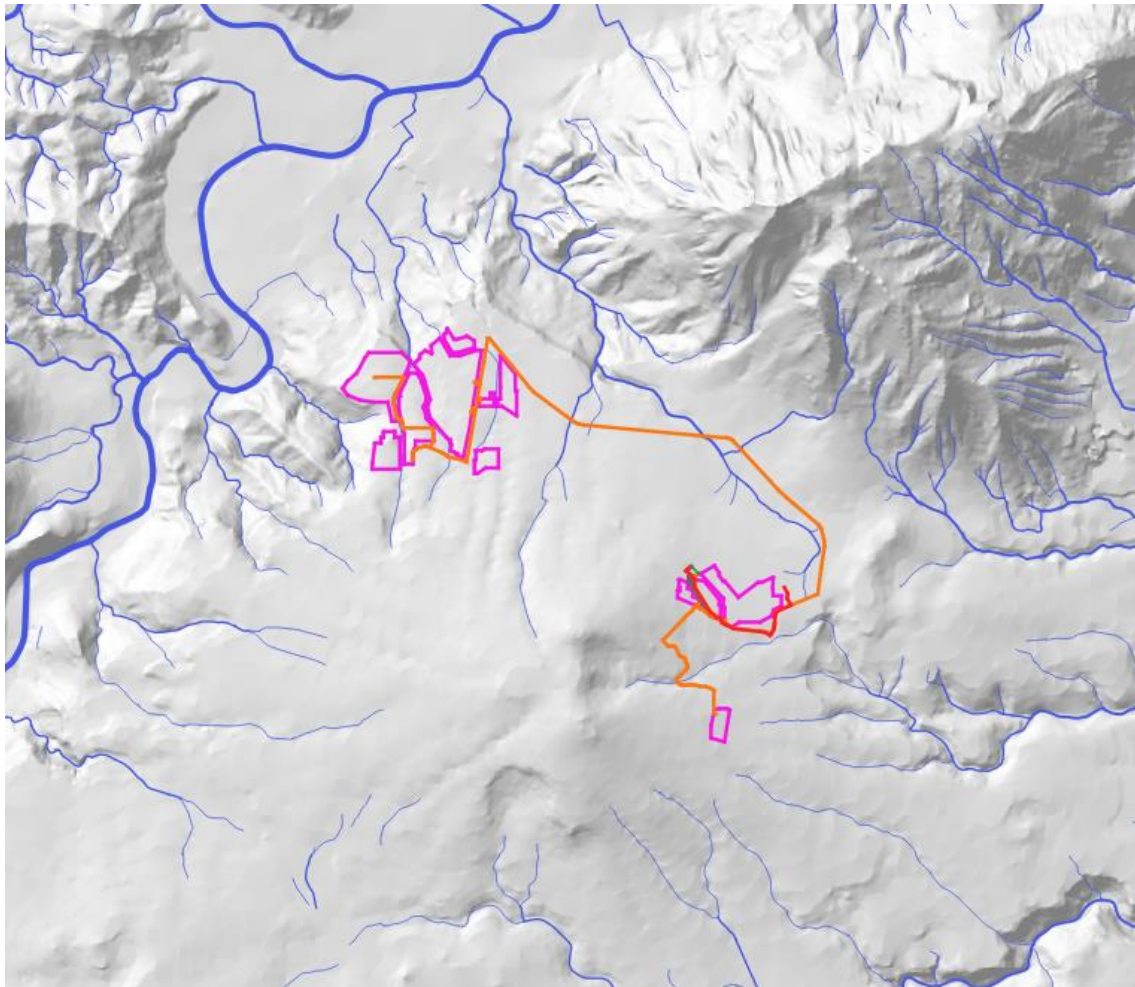


Figura 12: Modello digitale ombreggiato del suolo del settore in oggetto. Il reticolo idrografico è tematizzato secondo l'ordine Strahler. Tematismi in ambiente GIS a partire dal DTM 5k della Sardegna. Risulta ben individuabile la struttura vulcanica conica Conca de Janas-Punta Argiadores e i bordi nord-occidentali degli spandimenti lavici che si affacciano sulla valle del Cedrino. Si nota molto chiaramente l'andamento centripeto del reticolo idrografico a partire dal centro eruttivo.

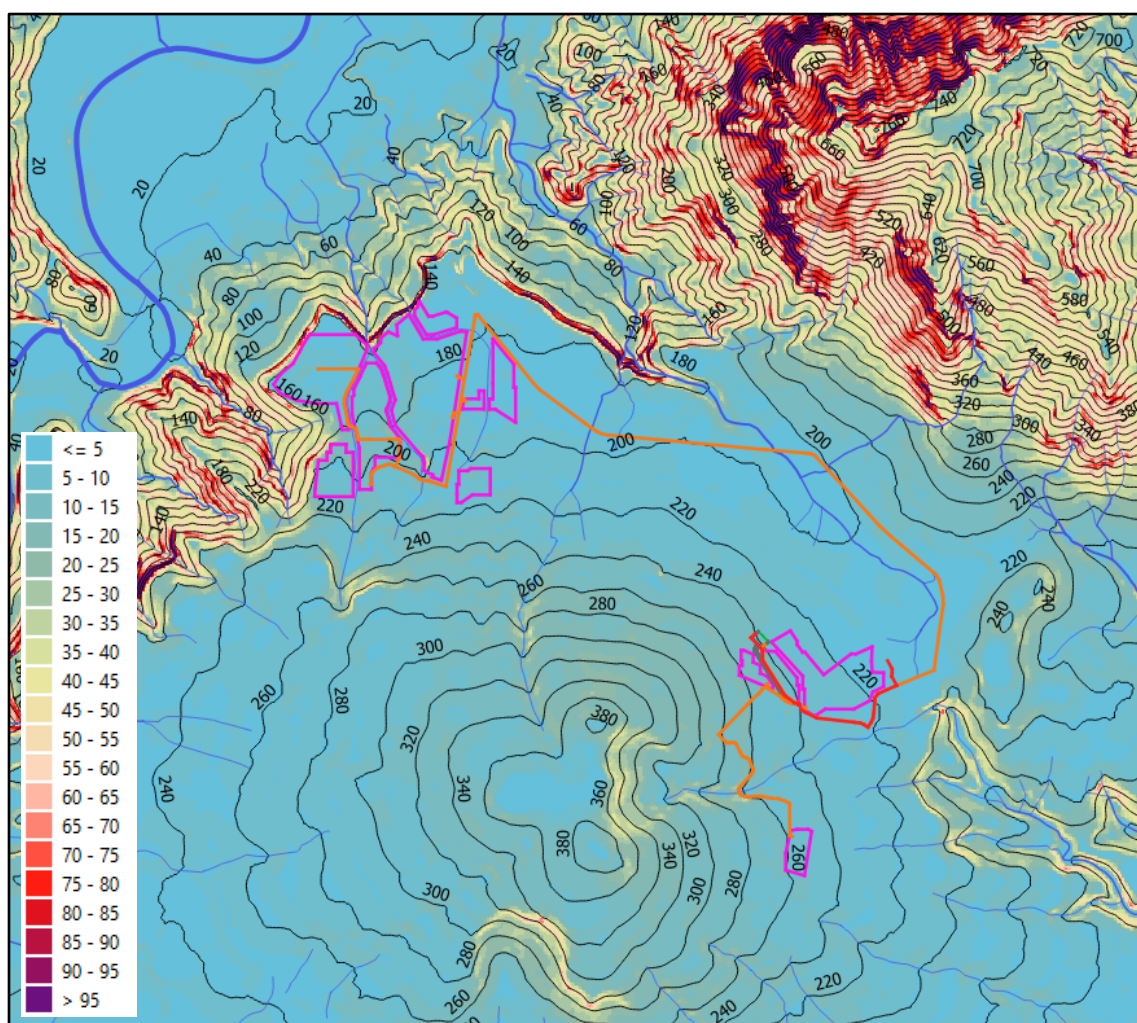


Figura 13: Carta delle pendenze dell'area; i toni caldi indicano le pendenze maggiori (indicate in % nella legenda). Appare chiaro che l'area è caratterizzata da pendenze generalmente basse e moderate in tutto il settore centrale, con aumenti localizzati, ascrivibili ai fronti di avanzamento delle colate laviche (nastriformi in vicinanza delle aree di impianto) e più diffusamente nei grandi rilievi calcareo-dolomitici a nord e a sud.

Per quanto riguarda i fenomeni gravitativi occorre dire che l'area si presenta sostanzialmente piuttosto stabile e la presenza di fenomeni franosi è legata all'evoluzione morfologica delle scarpate legate alla presenza dei plateaux basaltici con forme delle aree in frana tipicamente nastriforme e segue l'andamento delle scarpate e delle aree più acclivi che bordano i plateaux. Tali fenomeni non sono attualmente mappati nel database IFFI. La degradazione dei versanti più acclivi derivante dalla gravità è in maniera più consistente individuabile in corrispondenza dei rilievi calcareo-dolomitici, come ad esempio in corrispondenza del Monte Tuttavista, in cui aree con crollo di blocchi sono mappati anche nel database IFFI, di cui si riporta a seguire stralcio in ambiente GIS del livello WMS del GeoPortale Nazionale.

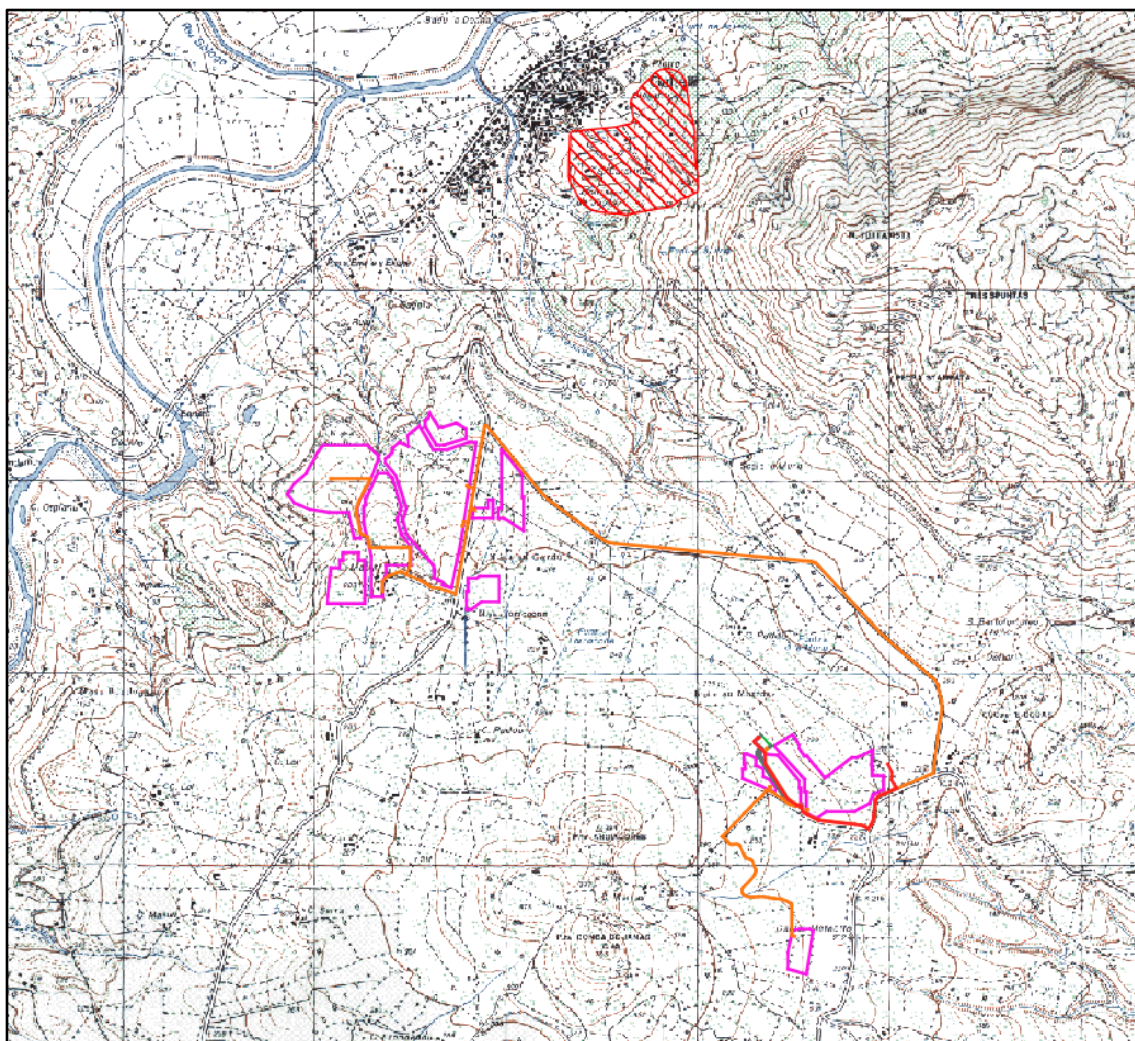


Figura 14: Delimitazione dei fenomeni gravitativi secondo quanto riportato nel database WMS del GeoPortale Nazionale. Le aree in retinato rosso corrispondono aree caratterizzate da crolli e ribaltamenti; non sono segnalati fenomeni con ulteriori cinematiche.

5. VINCOLI TERRITORIALI

5.1. PAI

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI), del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni della L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico del territorio; esso ha valore di piano sovraordinato e prevale sullo strumento urbanistico locale.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR (in questo caso Distretto Sardegna) adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al

pericolo di inondazione e all'assetto della costa, relativo alla dinamica delle linee di rive e al pericolo dell'erosione costiera.

I tematismi del vigente piano sono disponibili in formato vettoriale (shapefile) sul sito istituzionale del GeoPortale della Sardegna (<http://webgis.regione.sardegna.it/geoserver/ows>) e sono stati caricati in ambiente GIS per la sovrapposizione e visualizzazione unitamente ad altri layers; lo sfondo è costituito dalla cartografia in scala 1:25.000.

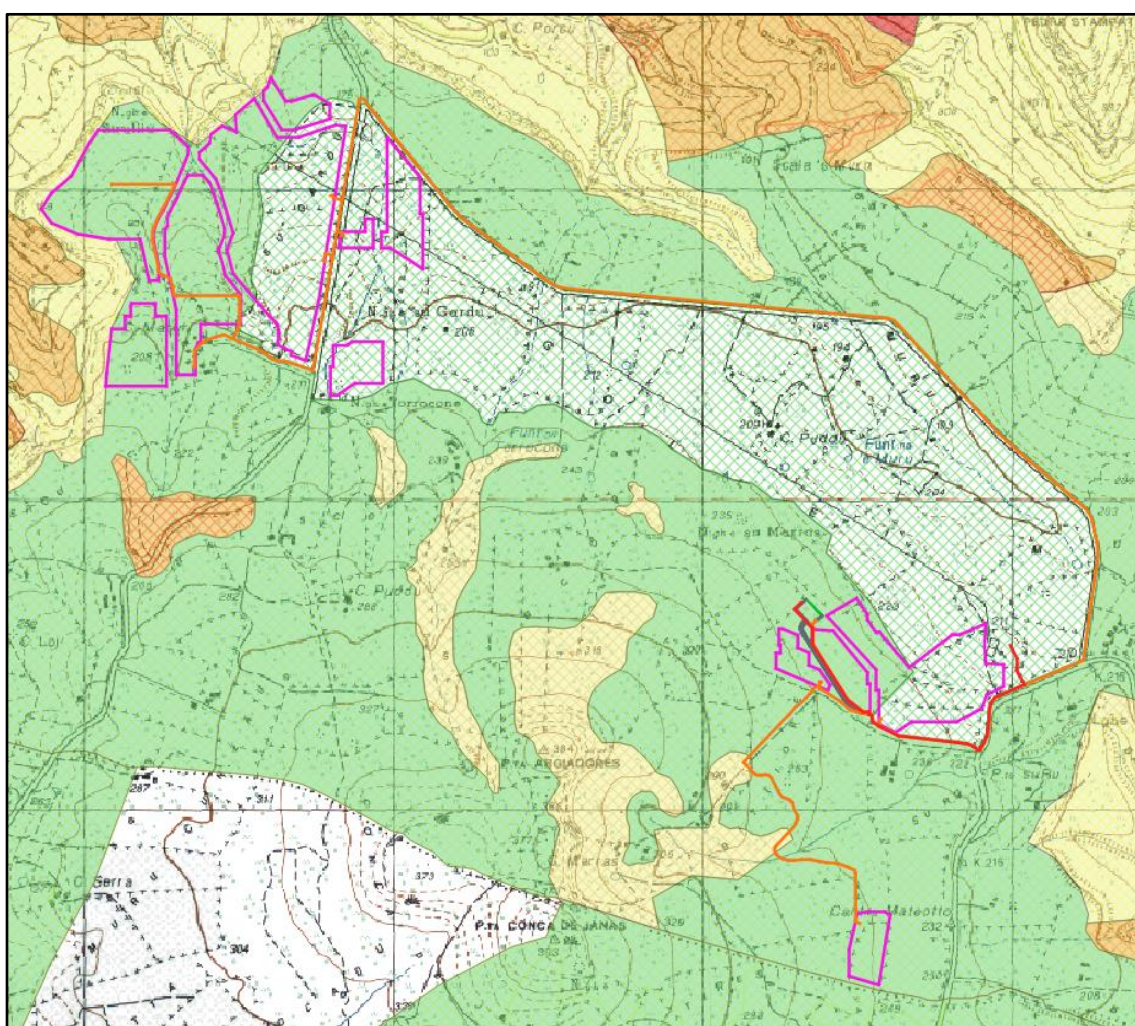
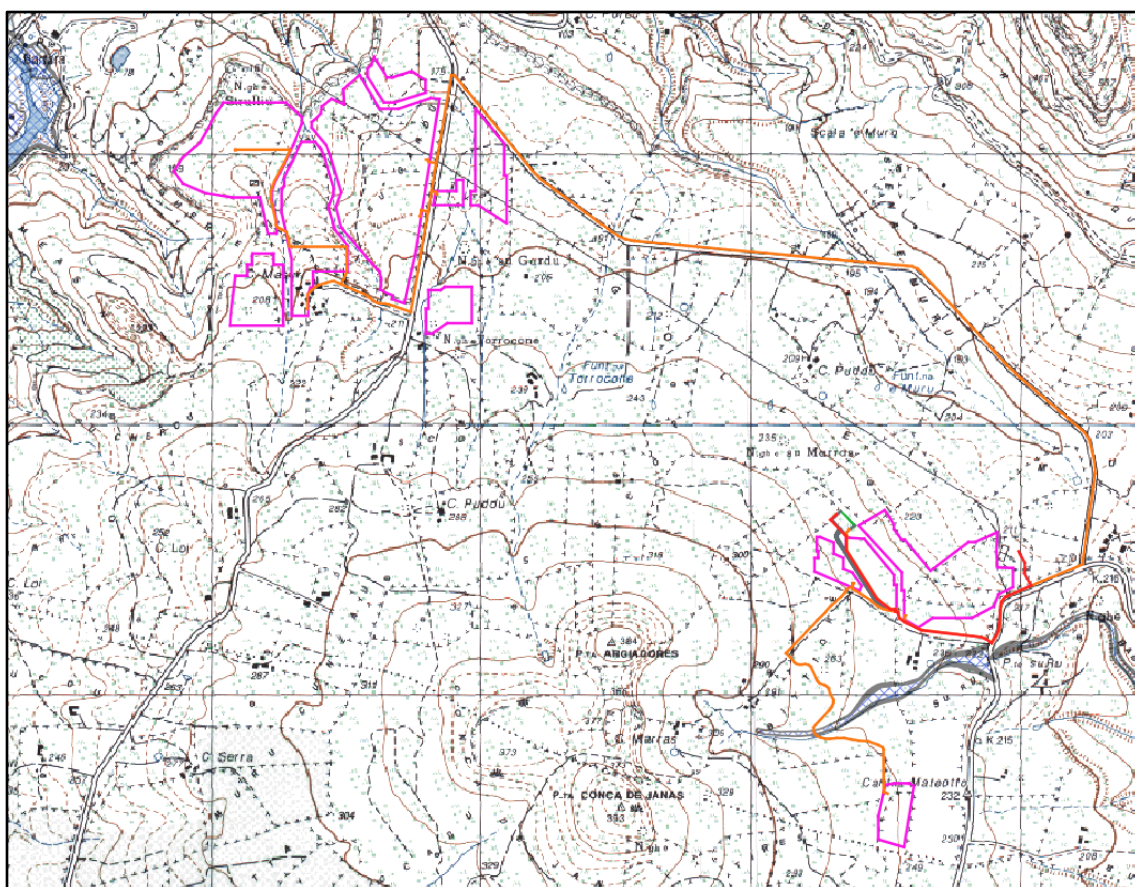


Figura 15: Elaborazione in ambiente GIS con i tematismi delle aree a pericolo da frana e relativo rischio. Fonte <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserver/ows>. Tutte le aree di impianto ricadono



Rischio Idraulico





-  Ri1
-  Ri2
-  Ri3
-  Ri4

Figura 16: Perimetrazione delle aree a rischio alluvione secondo quanto riportato dal PAI – Autorità di Bacino della Regione Sardegna. Fonte [Strumenti - Sardegna Geoportale \(regione.sardegna.it\)](http://Strumenti - Sardegna Geoportale (regione.sardegna.it))

5.2. PGRA

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni riporta le aree a rischio alluvionamento per differenti tempi di ritorno, individuando quindi areali a pericolosità alta, media e bassa. Le aree a pericolosità bassa sono quelle che necessitano di più alti tempi di ritorno per causarne la sommersione da parte dell'onda di piena.

Le aree di progetto sono situate in posizione molto elevata rispetto alle aree di alluvionamento principali, corrispondenti al *floodplain* del fiume Cedrino. Tutti i fossi minori presente nell'area di impianto e in un suo immediato intorno, non definiscono aree considerate a rischio alluvionamento ai sensi del vigente PGRA del Distretto Sardegna, così come mostrato dallo stralcio di seguito riportato, elaborato in ambiente GIS.

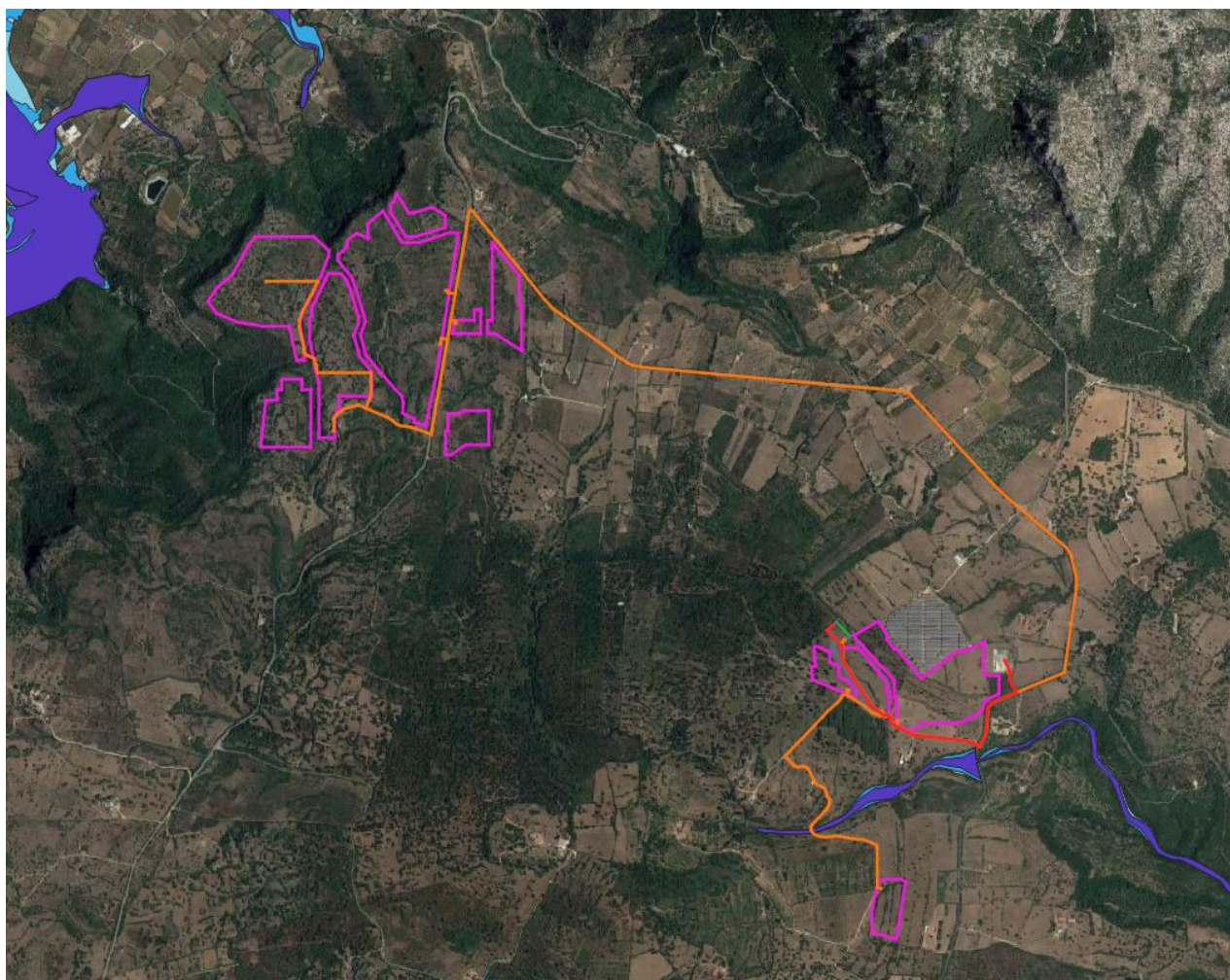


Figura 17: Inquadramento in ambiente GIS dell'area di progetto e di un suo intorno con sovrapposizione dei tematismi del PGRA. Fonte [Strumenti - Sardegna Geoportale \(regione.sardegna.it\)](http://strumenti.sardegna.gov.it)

5.3. PUC COMUNE DI GALTELLÌ

Il Piano Urbanistico del Comune di Galtelli ha recepito quanto riportato da PAI e PGRA e ha ulteriormente dettagliato la perimetrazione delle aree inondabili, che sono state verificate per tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni e a cui è stato attribuito il relativo livello di Rischio. La novità sostanziale rispetto alla formulazione del PAI consiste nella perimetrazione di ulteriori aree dei fossi minori; in particolare, per ciò che riguarda la progettazione, viene considerata allagabile l'area della piccola asta drenante intorno al Nuraghe Su Gardu e nell'area indicata dal medesimo toponimo nella cartografia IGM 1:25.000, come ben visibile nello stralcio riportato a seguire, in cui vengono mostrati e le aree allagabili con i relativi tempi di risposta e il rischio idraulico risultante.

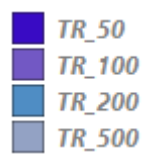
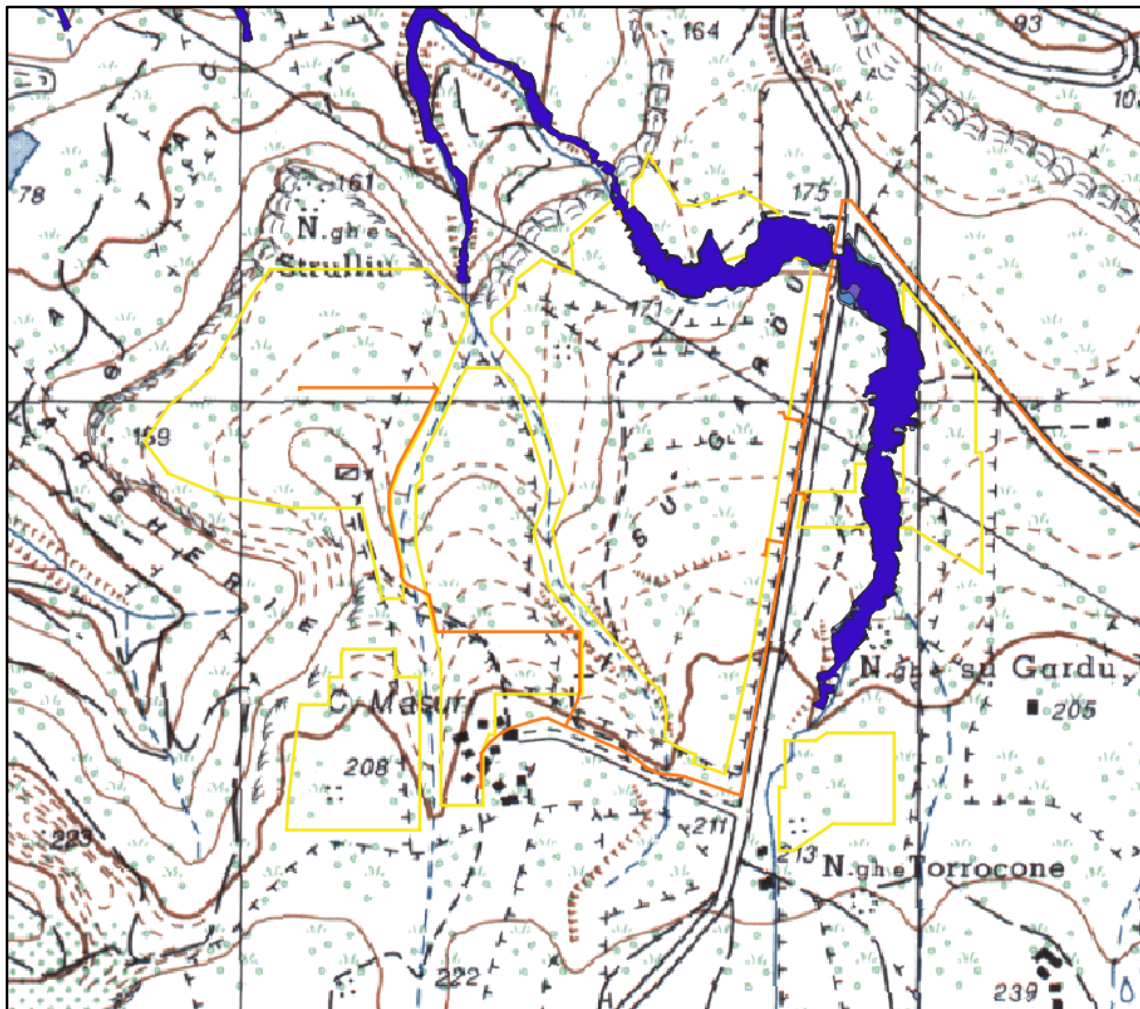
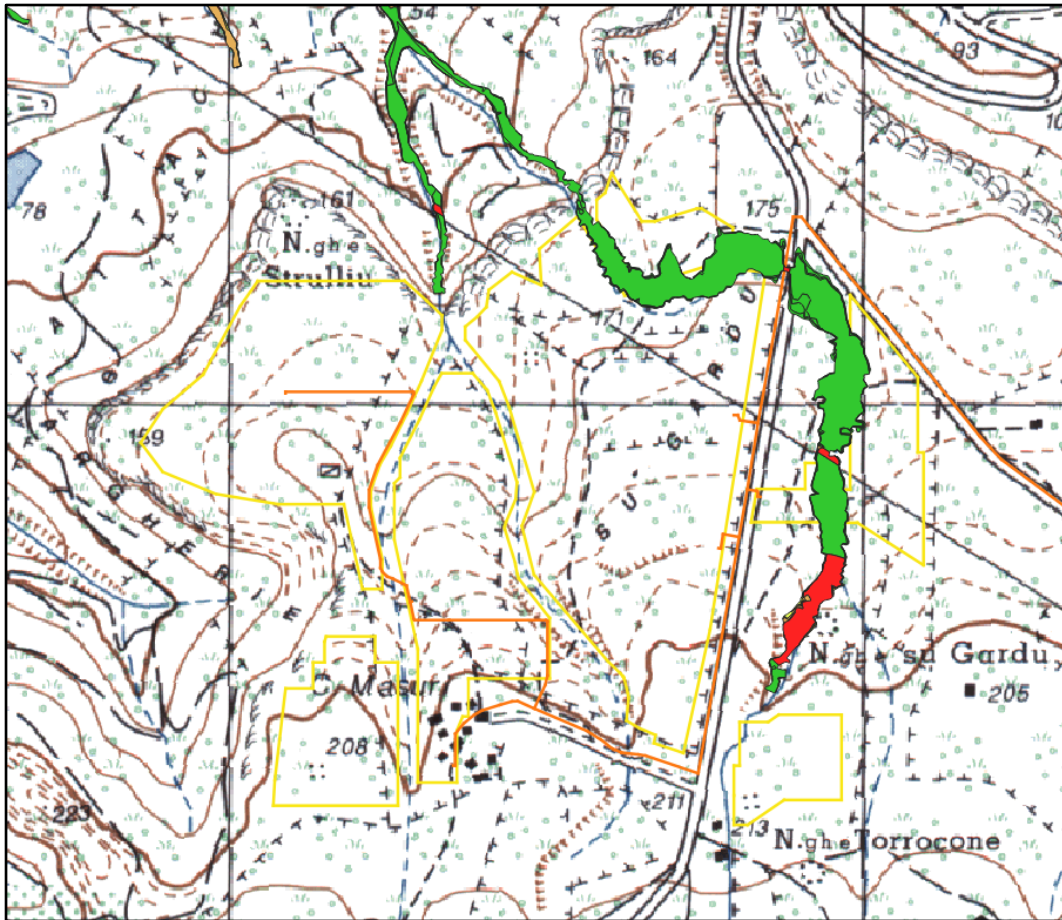


Figura 18: Perimetrazione delle aree allagabili del PUC del comune di Galtelli per rispettivi tempi di ritorno (fonte [PUC definitivo RAS 2022 - Google Drive](#)). Zona nord-ovest dell'impianto.



Rischio Idraulico



Figura 19: Attribuzione del rischio associato alle aree alluvionabili riportate nel PUC del comune di Galtelli; elaborazione in ambiente GIS su shapefile (fonte [PUC definitivo RAS 2022 - Google Drive](#)). Zona nord-ovest dell'impianto.

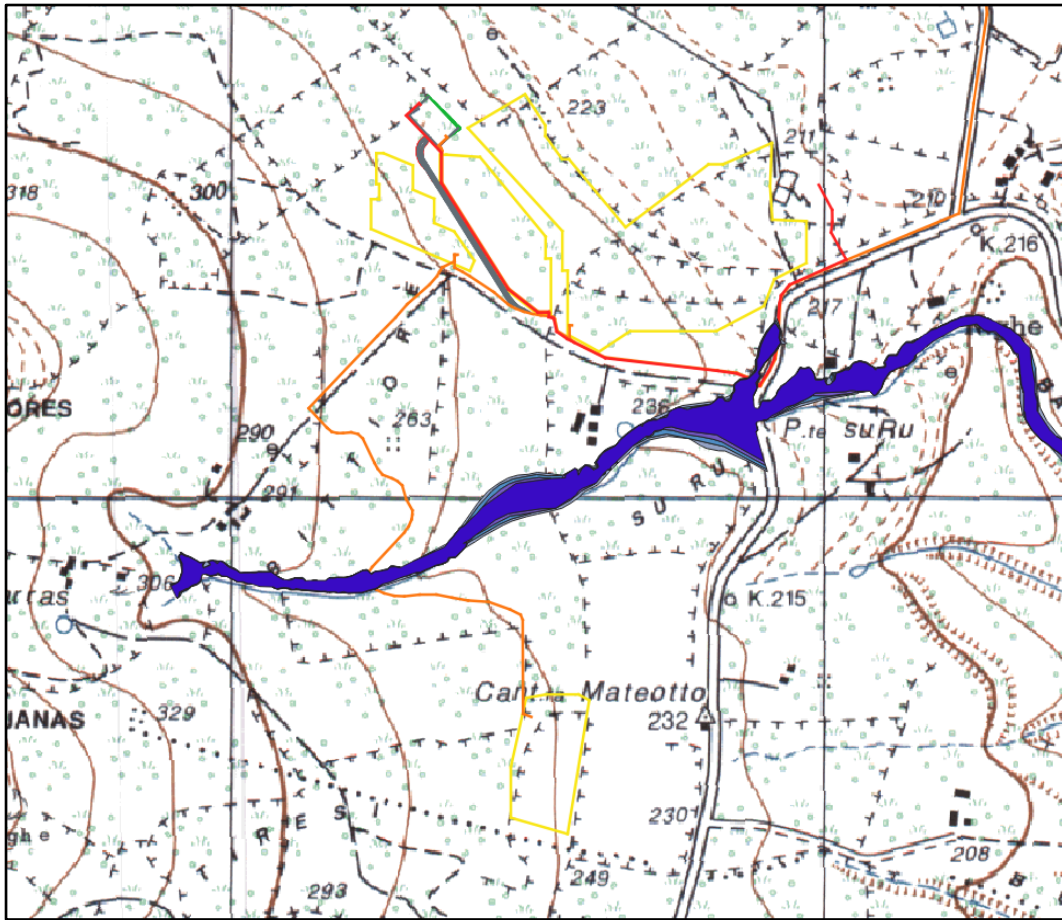
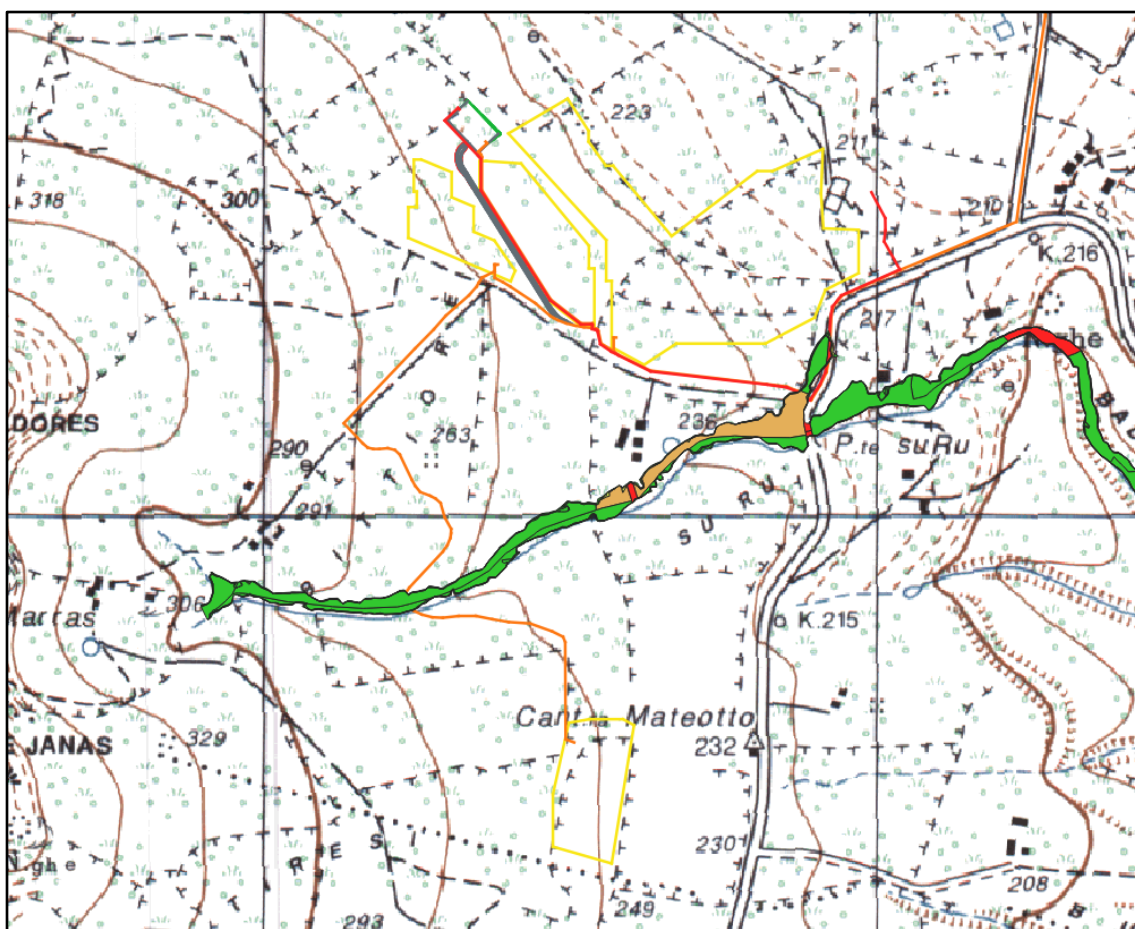


Figura 20: Perimetrazione delle aree allagabili del PUC del comune di Galtelli per rispettivi tempi di ritorno (fonte [PUC definitivo RAS 2022 - Google Drive](#)). Zona nord-ovest dell'impianto.



Rischio Idraulico

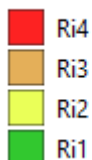


Figura 21: Attribuzione del rischio associato alle aree alluvionabili riportate nel PUC del comune di Galtelli; elaborazione in ambiente GIS su shapefile (fonte [PUC definitivo RAS 2022 - Google Drive](#)). Zona nord-ovest dell'impianto.

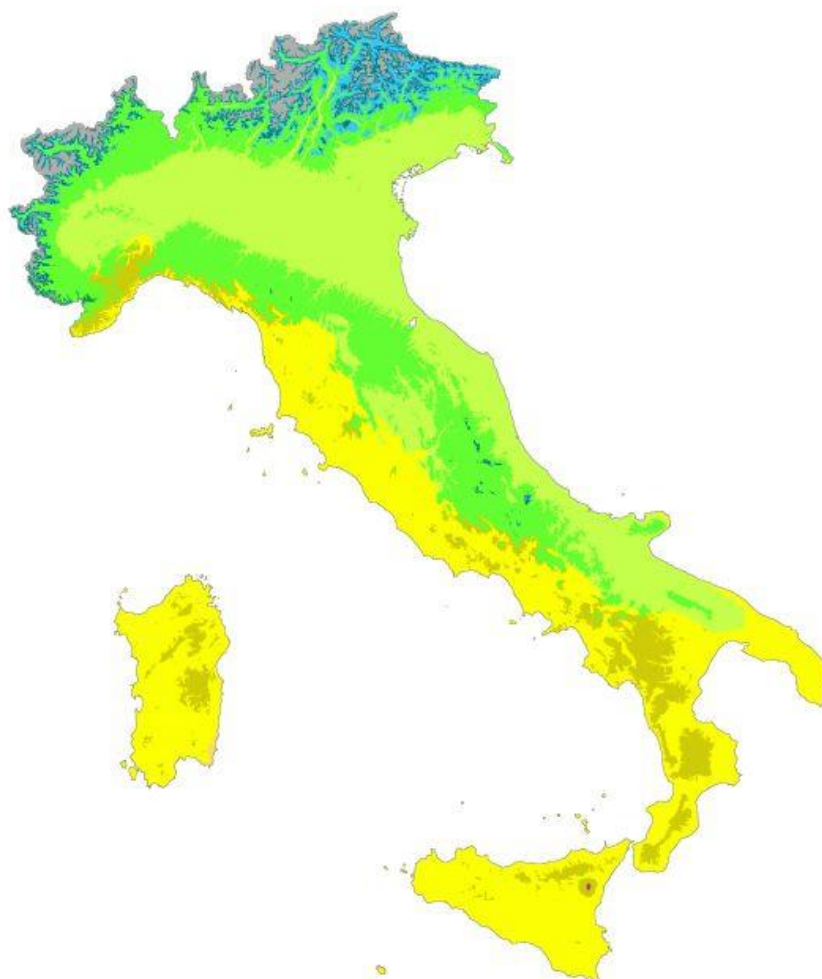
6. IDROGEOLOGIA

6.1. CLIMA

L'area in esame presenta un tipico clima mediterraneo con inverno mite ed estate calda e secca, ma con una tendenza negli ultimi anni a una certa tropicalizzazione del clima; nella classificazione di Köppen attuale, desunta dalla pagina internet worldclim.org, l'area è caratterizzata da clima Mediterraneo a estate calda (Csa, Hot Summer Mediterranean).

Elementi di climatologia e di distribuzione delle temperature, delle piogge e della evapotraspirazione potenziale sono riportati in varie fonti, fra cui Sardegna-Clima.it, in cui possono anche essere reperiti i dati di pioggia giornaliera per singola stazione a partire dagli anni '20.

Köppen climate types of Italy



Köppen climate type

EF (Ice-cap)	Cfb (Oceanic)
ET (Tundra)	Cfa (Humid subtropical)
Dfc (Subarctic)	Csb (Warm-summer mediterranean)
Dfb (Warm-summer humid continental)	Csa (Hot-summer mediterranean)
Dsc (Dry-summer subarctic)	BSk (Cold semi-arid)
Dsb (Warm-summer mediterranean continental)	BSh (Hot semi-arid)
Cfc (Subpolar oceanic)	

*Isotherm used to separate temperate (C) and continental (D) climates is -3°C
Data source: Climate types calculated from data from WorldClim.org

Figura 22: Classificazione climatica dell'Italia secondo il metodo di Köppen (fonte worldclim.org).

Di seguito si riporta una elaborazione dei dati medi di pioggia del periodo 1922-1991 effettuata dal sito Sardegna-Clima.it su dati dell'Ente Idrografico della Sardegna; risulta molto chiaro che la piovosità è fortemente influenzata dall'orografia locale, con un netto divario fra le aree di bassa quota, sia costiere che interne, caratterizzate da piovosità bassa o molto bassa, anche minore di

600 mm/anno, piuttosto aride, e le aree montane, in cui la piovosità, anche a fronte di quote piuttosto contenute, registra valori che eccedono i 1000 mm. Nella mappa di piovosità che si riporta a seguire è ben visibile il picco di piovosità locale, rappresentato dal Monte Tuttavista, che eccede molto ampiamente i 1000 mm annui, come pure la dorsale che dal Monte Irveri si allunga verso sud-ovest in direzione dei Monti del Gennargentu. Il modesto rilievo Conca de Janas-Punta Argiadores manifesta un picco di piovosità secondaria, piuttosto modesto, che spicca lievemente rispetto alle scarsamente piovose aree costiere e della valle del Cedrino.

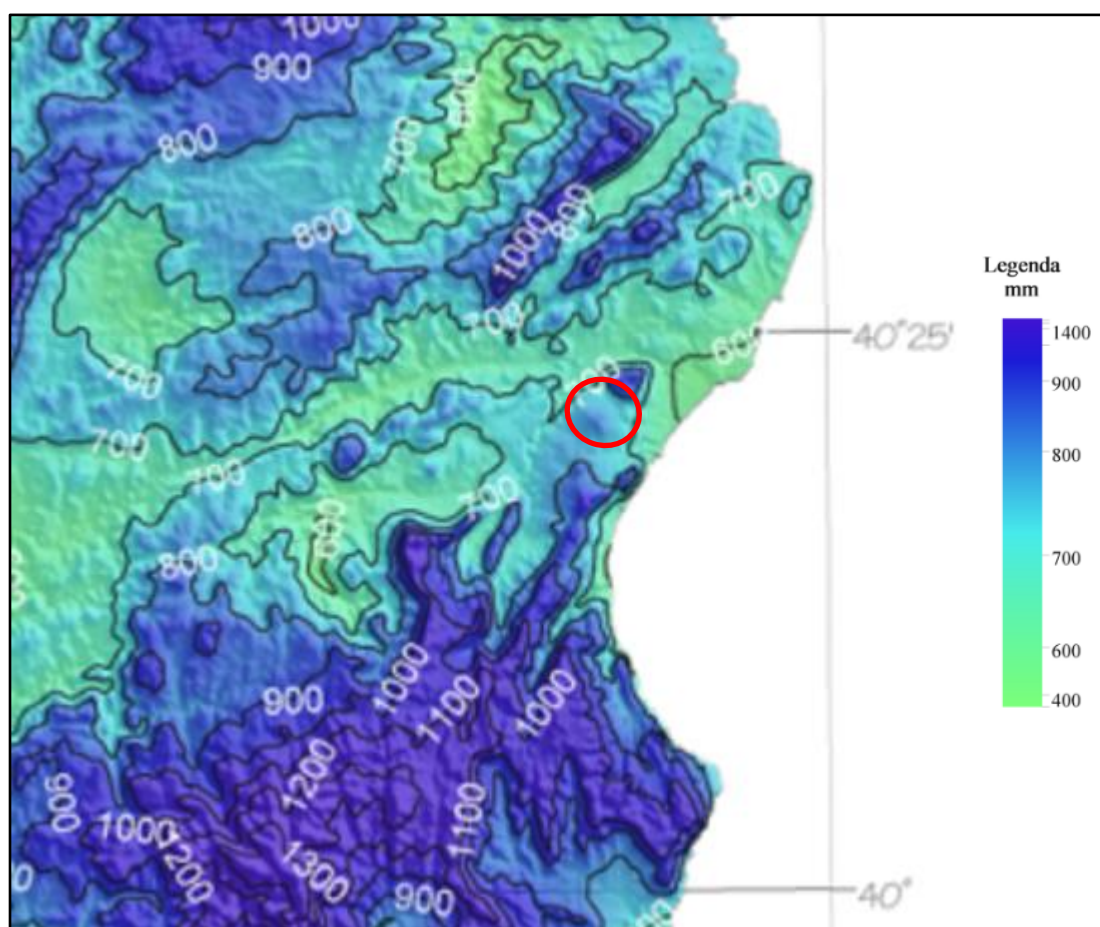


Figura 23: Dati pluviometrici elaborati da Sardegna-clima.it su dati del Servizio idrografico della Sardegna per il periodo 1922-1991. Fonte [Dati Climatici \(sardegna-clima.it\)](http://Dati Climatici (sardegna-clima.it)).

A seguire si riporta una elaborazione termometrica della medesima fonte, nella quale è evidente un comportamento pressoché speculare rispetto alla pluviometria, con temperature più fresche sulle alte dorsali, molto calde sulla costa e lungo il Cedrino, mentre l'area vulcanica mostra caratteristiche intermedie.

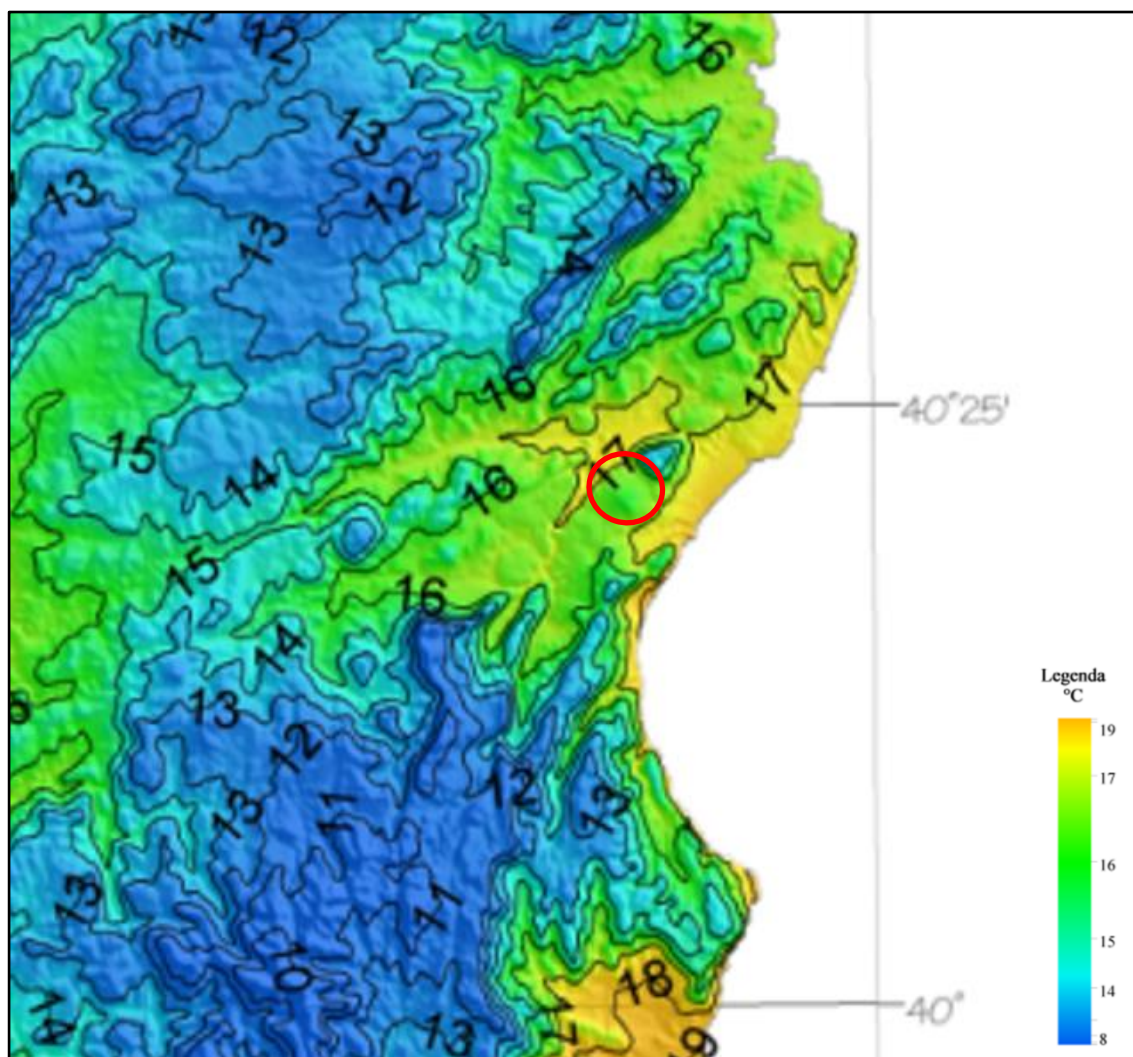


Figura 24: Dati termometrici elaborati da Sardegna-clima.it su dati del Servizio idrografico della Sardegna per il periodo 1922-1991. Fonte [Dati Climatici \(sardegna-clima.it\)](http://Dati Climatici (sardegna-clima.it)).

Di seguito si riporta una elaborazione tratta dal sito [Clima, condizioni meteo per mese, temperatura media Galtelli \(Italia\) - Weather Spark](http://Clima, condizioni meteo per mese, temperatura media Galtelli (Italia) - Weather Spark), in cui viene riportato il grafico della temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliera media, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite. Ancora a seguire si riportano elaborazioni circa le piogge medie mensili.

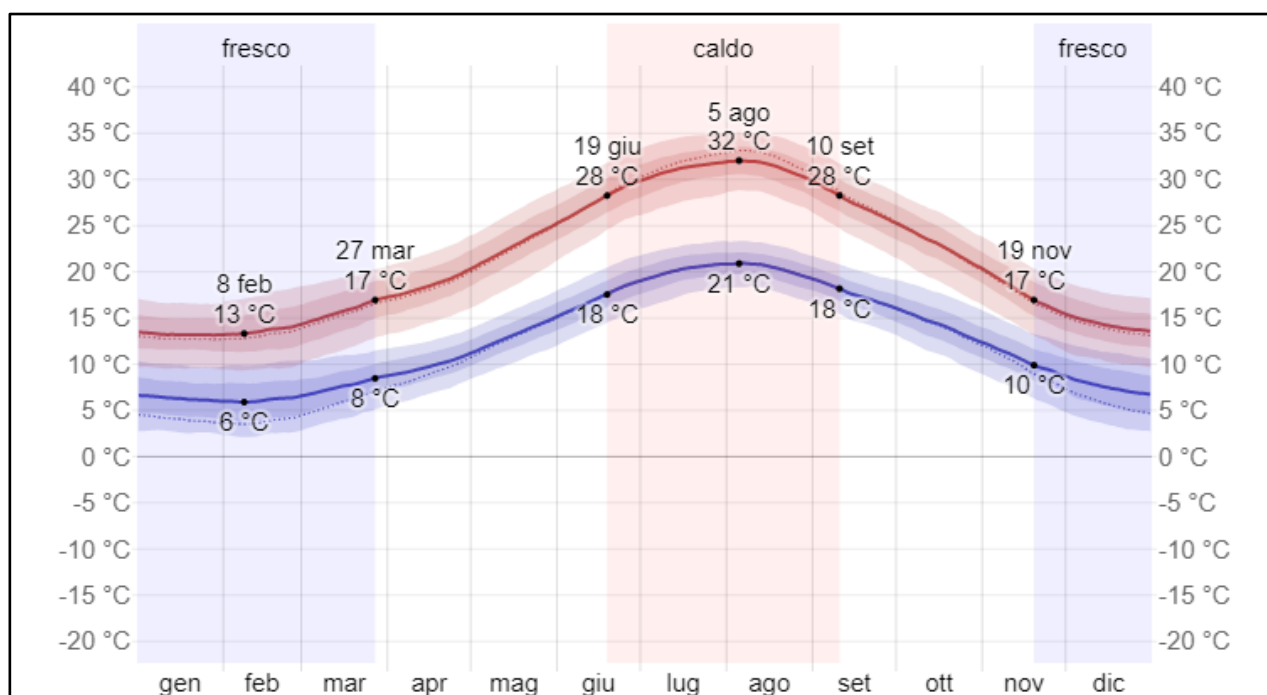


Figura 25: Temperature medie presso Galtelli. Elaborazione da fonte [Clima, condizioni meteo per mese, temperatura media Galtelli \(Italia\) - Weather Spark](#). Le massime temperature medie si registrano in agosto, mentre le minime si registrano nel periodo a cavallo fra gennaio e febbraio

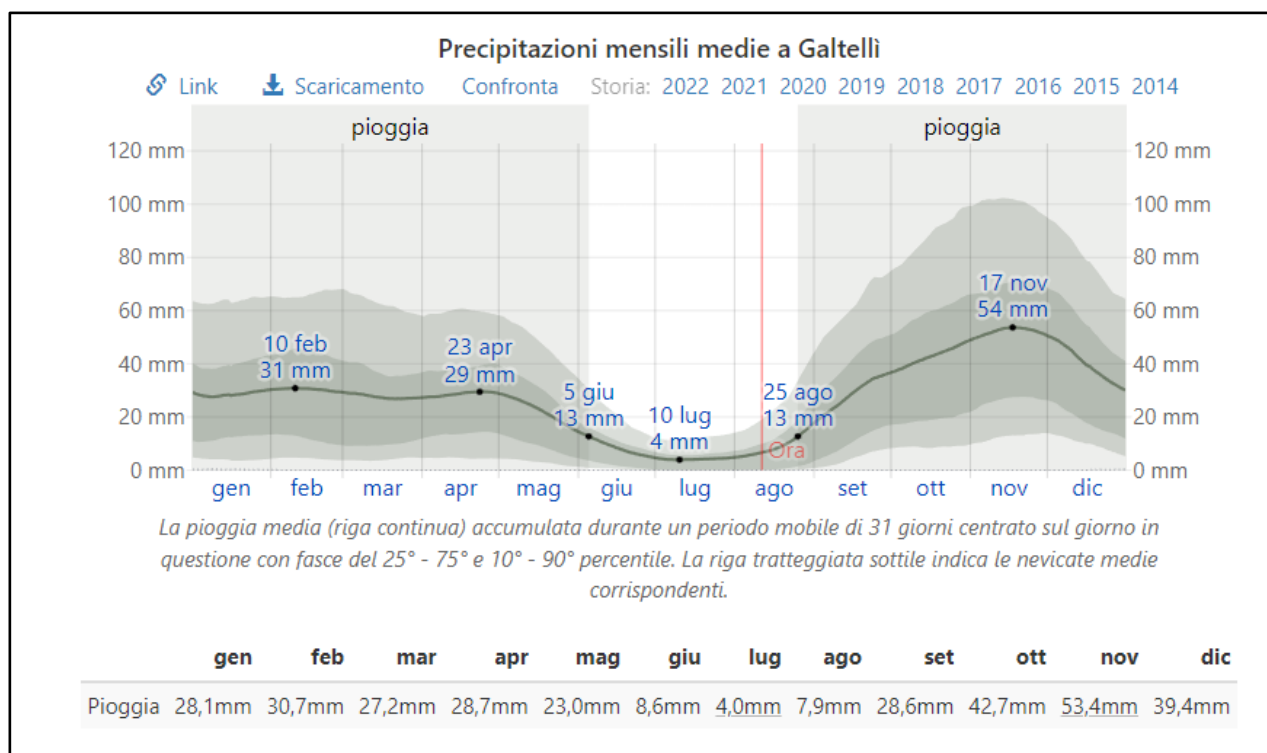


Figura 26: Piogge medie presso Galtelli. Elaborazione da fonte [Clima, condizioni meteo per mese, temperatura media Galtelli \(Italia\) - Weather Spark](#). Il mese più piovoso risulta novembre, con circa 53 mm, mentre quello meno piovoso risulta luglio, con soli 4 mm medi.

6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

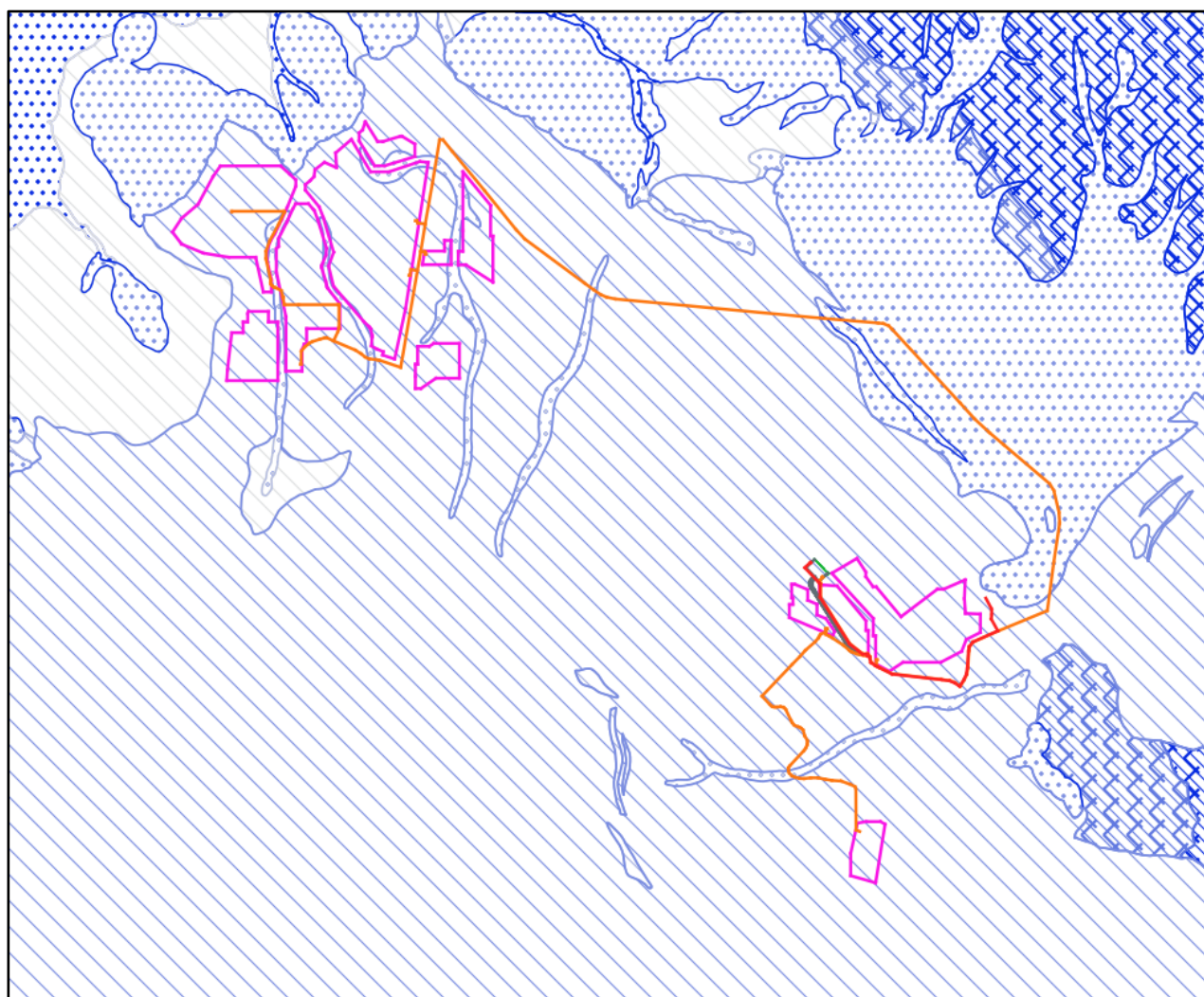
I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma tutti riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni; queste ultime sono stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa. Com'è noto le proprietà idrogeologiche dei terreni valutabili qualitativamente durante le fasi di rilevamento di campagna sono: il tipo di permeabilità, identificabile nella natura genetica dei meati (primaria o per porosità, e secondaria o per fessurazione), ed il grado di permeabilità relativa, definibile in prima analisi attraverso le categorie elevato, medio, scarso e impermeabile a cui sono associabili ampi intervalli di variazione del valore della conducibilità idraulica.

L'ottimo portale cartografico della Regione Sardegna riposta anche una suddivisione dei complessi idrogeologici, nel quale sono tematizzati sia la tipologia di permeabilità, suddivisa in carsismo/fratturazione, fratturazione e porosità; mentre da un punto di vista quantitativo vengono distinti i valori di permeabilità bassa, medio-bassa, media, medio-alta e alta.

Grazie ai tematismi messi a disposizione dalla Regione Sardegna è stato quindi possibile meglio discriminare il comportamento idrogeologico dei terreni. Dall'osservazione della cartografia che di seguito si riporta è evidente che i terreni interessati da carsismo sono relegati all'area del Monte Tuttavista, mentre la gran parte dei terreni sono caratterizzati esclusivamente da permeabilità per fratturazione (le litologie a prevalenza basaltica sono largamente dominanti). Solo localmente, in particolare in corrispondenza delle modeste aree caratterizzate da orizzonti alluvionali ed eluvio-colluviali, la permeabilità è per porosità, come pure nei terreni detritici, interessati però solamente dal passaggio del cavidotto.

In generale quindi la circolazione idrica avviene prevalentemente per fratturazione e risente quindi della rete di discontinuità; solitamente tale rete è più fitta in superficie (minore spaziatura delle fratture e maggiore pervasività delle stesse) e decresce con l'aumentare del carico litostatico. A profondità di qualche decina di metri tutte le discontinuità sono chiuse, eccetto quelle maggiori, legate alla presenza di lineamenti tettonici.

La morfologia superficiale incide in maniera non trascurabile sulle capacità di infiltrazione in falda, poiché terreni a bassa pendenza consentono tempi di stazionamento più lunghi dei filetti fluidi e quindi una maggior probabilità di infiltrazione in falda, mentre i settori a più elevata pendenza permettono un ruscellamento più rapido e minore potenziale di infiltrazione, consentendo quindi ai filetti fluidi di raggiungere in breve tempo le aste drenanti più prossime.















-  Permeabilità alta per carsismo e fratturazione
-  Permeabilità alta per porosità
-  Permeabilità medio-alta per carsismo e fratturazione
-  Permeabilità medio-alta per fratturazione
-  Permeabilità medio-alta per porosità
-  Permeabilità media per carsismo e fratturazione
-  Permeabilità media per porosità
-  Permeabilità media per fratturazione
-  Permeabilità medio-bassa per fratturazione
-  Permeabilità medio-bassa per porosità
-  Permeabilità bassa per fratturazione
-  Permeabilità bassa per porosità

Figura 27 - Carta della permeabilità dell'impianto e di un intorno significativo. Tematismi a partire da quelli disponibili nel geodatabase della Regione Sardegna. In rosso il perimetro delle aree di impianto.

Non si hanno informazioni di dettaglio sulle condizioni della falda, ma è possibile fare qualche valutazione sulla base della presenza delle sorgenti, che sono mappati nella carta IGM 1:25.000. Sono presenti alcune sorgenti, che spesso prendono il nome locale di "Funtana" (Funtana

Torrocone, Funtana E' Murru, ecc...). Molte volte tali funtane e i "pantani" che a essi si associano risultano secchi, poiché risentono di alimentazione piuttosto superficiale.

Con elevata probabilità l'area è caratterizzata da un acquifero multifalda molto complesso, ma in parziale collegamento per fenomeni di drenanza, mentre i sottili orizzonti alluvionali (e in parte quelli colluviali) possono localmente ospitare una falda freatica a pelo libero, di alta permeabilità e modesta trasmissività, a causa dell'esiguo spessore del materasso alluvionale; si suppone che tali falde siano sostanzialmente molto elusive ed effimere, poiché la loro alimentazione è legata fortemente ai cicli pluviometrici. Il contrasto di permeabilità fra i terreni dotati di porosità e i sottostanti terreni effusivi costituisce la barriera che permette l'instaurarsi delle falde a pelo libero in ambiente alluvionale (o eluvio-colluviale).

Non si hanno informazioni sulla circolazione profonda e in assenza di interpretazione e dati alternativi si ritiene che gli spartiacque superficiali corrispondano agli spartiacque della circolazione idrica profonda. Date le caratteristiche plano-altimetriche e di permeabilità dell'area si ritiene che il gradiente piezometrico sia piuttosto basso. L'area del complesso vulcanico rappresenta certamente un'area di ricarica della falda locale.

7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nella presente fase progettuale non sono disponibili indagini geognostiche, demandate alla fase successiva.

8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA

Come ampiamente noto la Sardegna è priva di sorgenti sismogenetiche note e caratterizzata da una sismicità storica pressoché assente, legata esclusivamente al risentimento locale di sismi a grande distanza.

8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE

Il primo passo per la definizione dell'azione sismica è quella di individuare le "sorgenti sismiche capaci" caratterizzanti l'area di studio. Per il presente studio si è fatto riferimento al DISS 3.2.1 (Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy) che individua per l'area oggetto del presente studio le sorgenti sismogenetiche.

Dall'osservazione della cartografia su WebGis è possibile osservare che l'area sarda non è caratterizzata dalla presenza di sorgenti sismogeniche; le sorgenti all'intorno sono posizionate a centinaia di chilometri e le più prossime sono **Northern Africa offshore East** (magnitudo massima

7,0), e la **Southern Tyrrhenian** (magnitudo massima 6,5), seguono quindi tutte le sorgenti sismogenetiche appenniniche e del Nordafrica. A causa della grande distanza nessuna di queste sorgenti è in grado di indurre deformazioni significative nel territorio o danni nel patrimonio antropico di qualche rilievo.

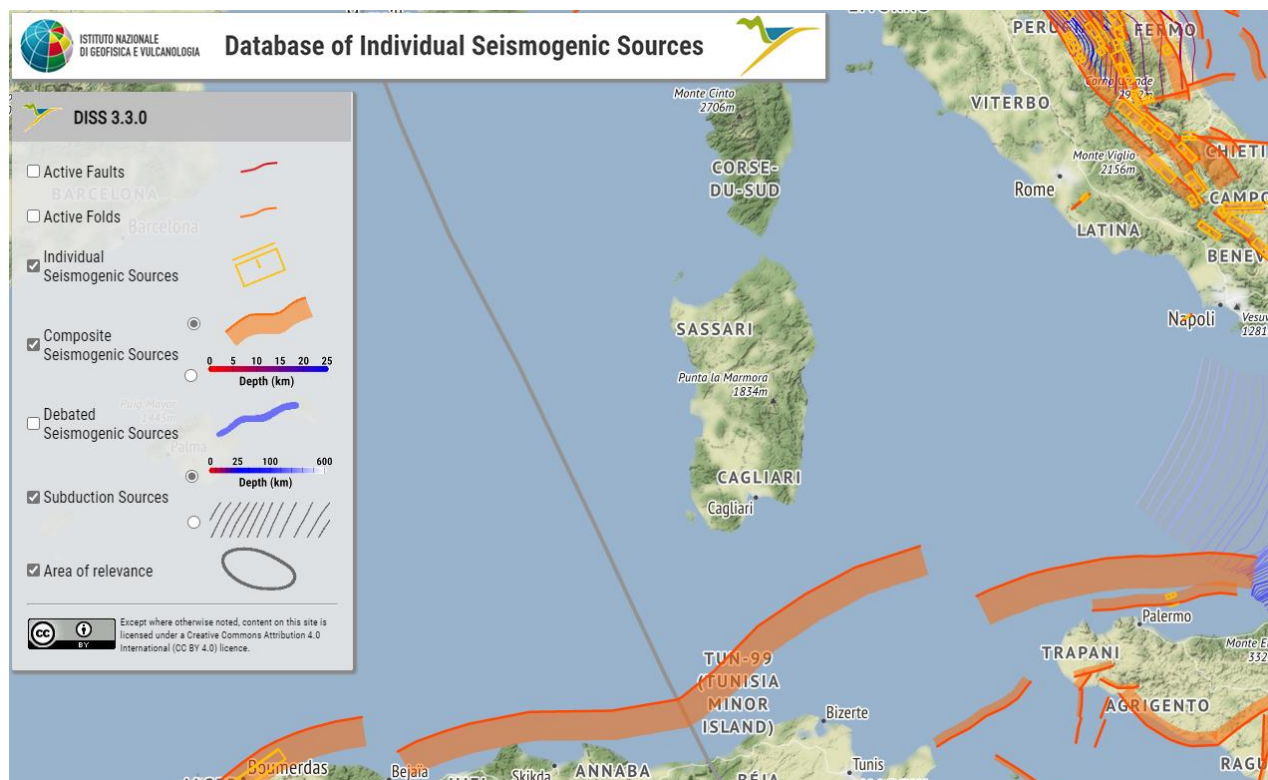
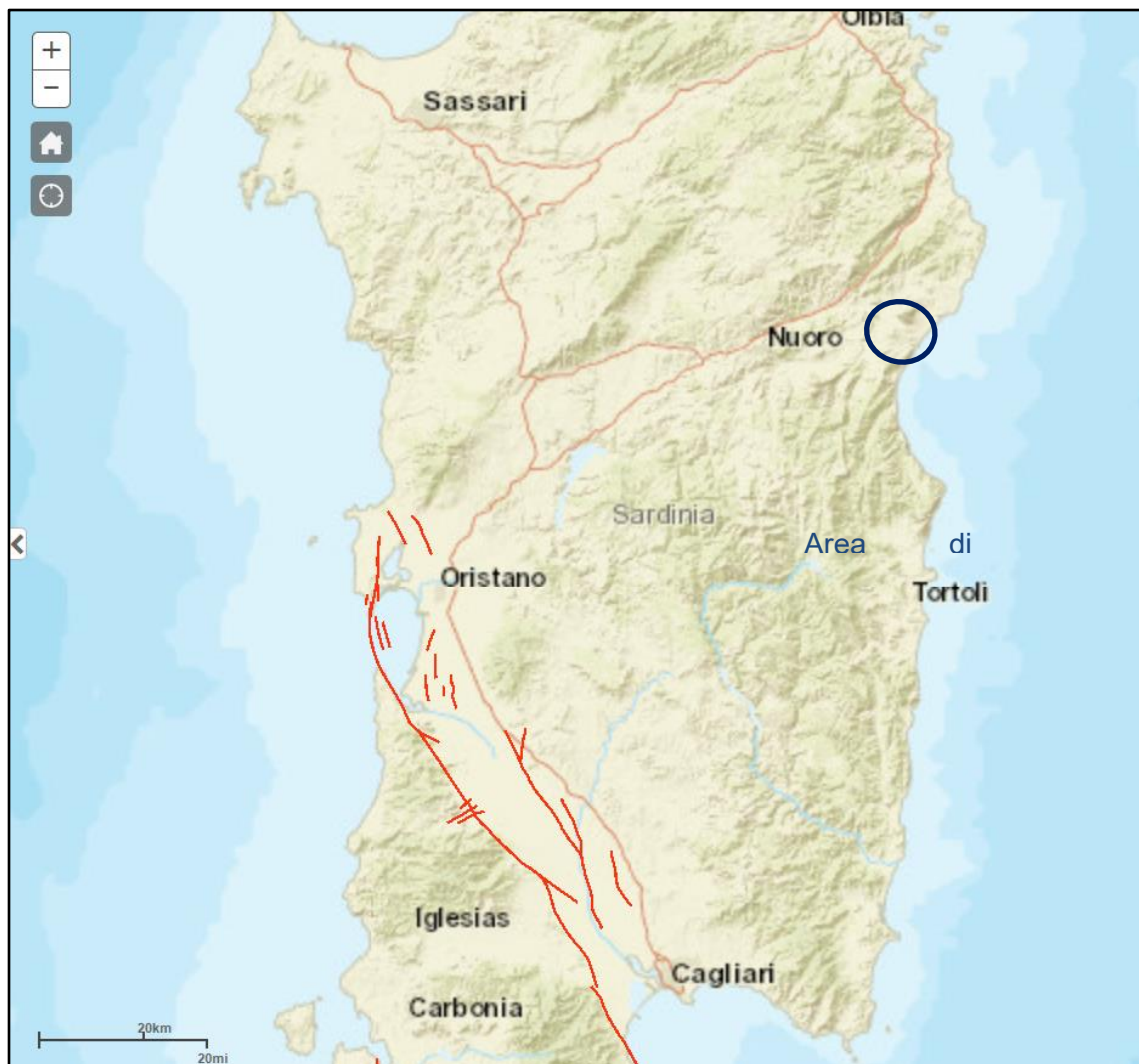


Figura 28 - Le Sorgenti Sismogenetiche nell'intorno della Sardegna contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy"; per l'ubicazione dell'area in esame (progetto DISS 3.3.0. - [DISS - Mapper \(ingv.it\)](http://DISS-Mapper(ingv.it))).

8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI

Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie con attività almeno pleistocenica che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano. ITHACA è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, per la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze di Protezione Civile.

L'area di diretto interesse non è interessata da faglie capaci, che in Sardegna sono presenti esclusivamente nella zona sud-occidentale e in particolare nel Campidanese, come ben visibile nello stralcio riportato.



Kinematics

- Unknown
- Normal Fault
- Oblique Fault
- - Reverse Fault
- - Strike Slip

Figura 29 - Le faglie capaci presenti in Sardegna, contenute nel database ITHACA (GeoMapView, ISPRA - [Viewer Progetto ITHACA \(isprambiente.it\)](https://viewer.progetto.ithaca.isprambiente.it))

8.2. SISMICITÀ STORICA

Per l'esame della sismicità storica sono disponibili le informazioni reperibili nel database INGV del progetto Emidius (https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/query_place/), nel quale vengono riportati i terremoti per ciascuna località italiana.

Per la località di Galtelli i dati sono estremamente scarsi, come per tutta la Sardegna e gli unici dati disponibili sono riferiti a sismi recenti in area tirrenica, che hanno comunque fornito risentimenti locali piuttosto modesti.

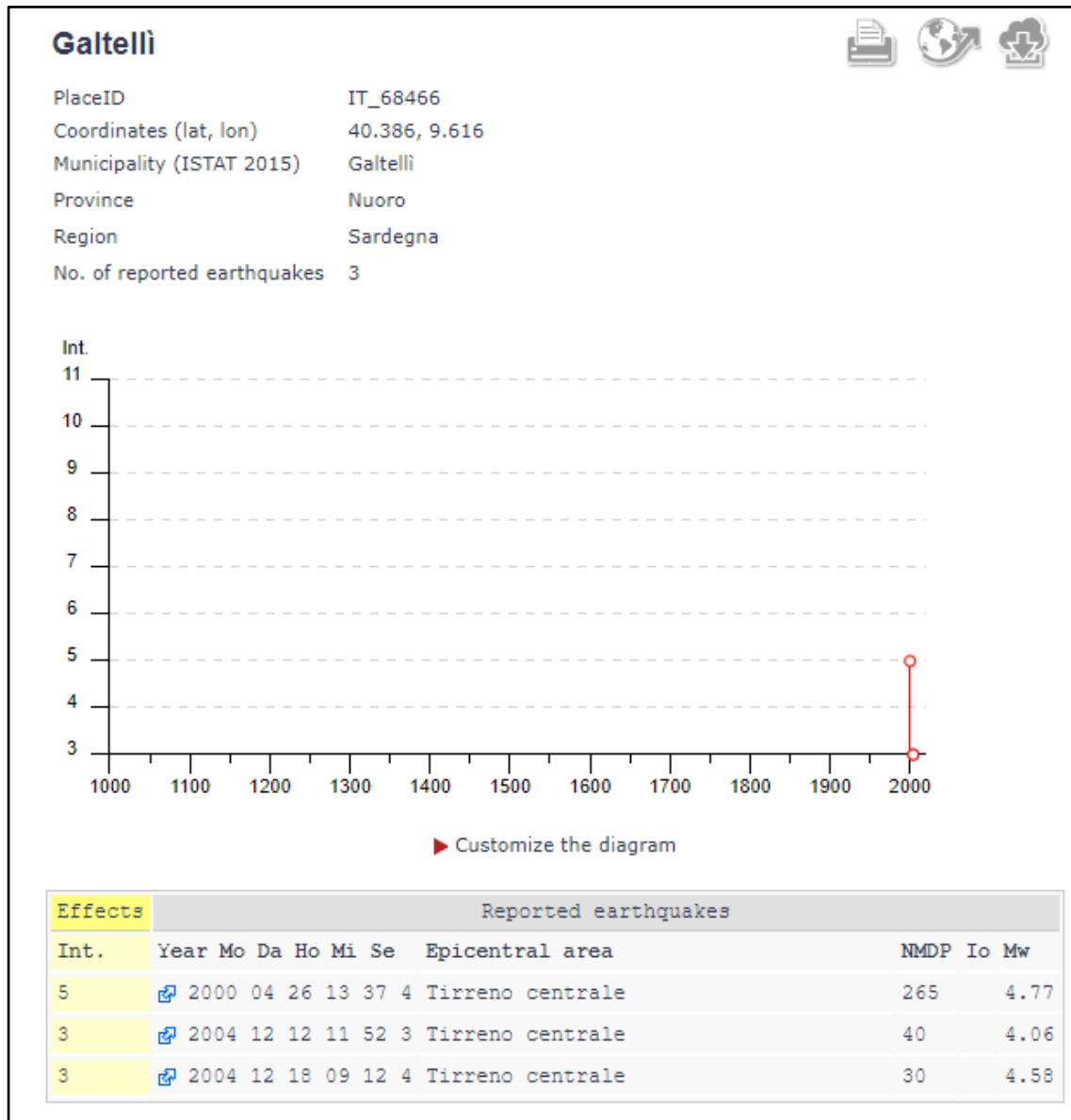


Figura 30 – Storia sismica di Galtelli; in ordinata: Intensità al sito (Is); in ascissa: anni; in alto in formato tabellare; sono presenti solo tre sismi, con un unico sima che ha raggiunto intensità locale pari a 5 della scala MCS. Fonte [CPTI15-DBMI15 v3.0 \(ingv.it\)](http://CPTI15-DBMI15 v3.0 (ingv.it)).

8.3. MACROZONAZIONE SISMICA - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

In data 24 ottobre 2005 entra in vigore il D.M. 14/09/2005 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. La norma suddivide il territorio in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di parametro a_g , che rappresenta l’accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. L’area in esame ricade nel comune di Galtelli.

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Figura 31 - Livello di pericolosità delle zone sismiche suddivise in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (NTC 2018).

Le accelerazioni a_g attese su suolo di categoria A, in tutta l'area di impianto (e in generale in tutta la Sardegna), rientrano nel range 0,025-0,050 g.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

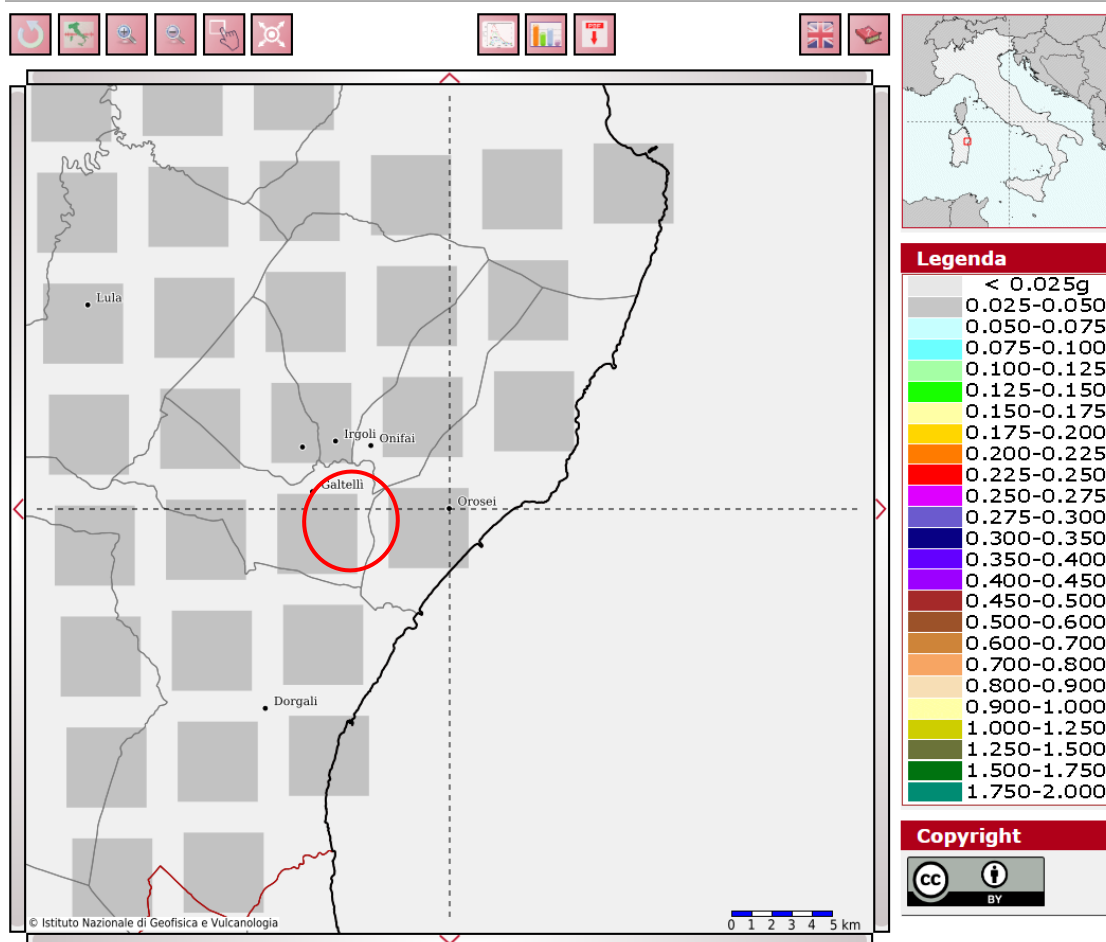


Figura 32 – accelerazioni al suolo attese per suolo di categoria A nel Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 dell'Istituto Nazionale Italiano di Geofisica e Vulcanologia (fonte [Modello di pericolosità sismica MPS04 \(ingv.it\)](http://ingv.it)).

9. LIQUEFAZIONE

Valutazioni circa la possibilità o meno di sviluppo di fenomeni di liquefazione durante eventuali attività sismiche vanno svolte in presenza di terreni granulari saturi, con fuso granulometrico a dominanza sabbiosa. La liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo, durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

L'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC2018), così come già indicato nelle NTC 2008, indica che le verifiche alla liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a 0.1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 23(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

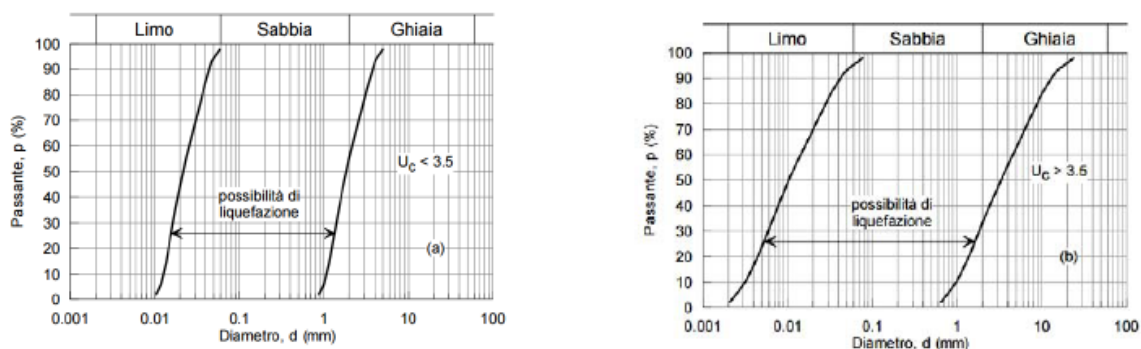


Figura 33 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC

Alla luce delle caratteristiche sismiche dell'area, caratterizzata da sismicità molto bassa e delle caratteristiche litologiche dei terreni, prevalentemente basaltici, si esclude che vi possano essere fenomeni di liquefazione dei sottofondi.

10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio "Vs".

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella seguente.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti

La caratterizzazione di tale importante parametro di progetto è demandata alla successiva fase progettuale. Situazioni geologiche simili conducono solitamente a categoria di tipo B se con copertura rilevante oppure A se l'ammasso vulcanico è in affioramento o quasi (situazione prevalente); decisamente improbabile che si possa ottenere una categoria "C". Tali asserzioni saranno verificate mediante opportune tecniche geofisiche.

10.1 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per quanto attiene la categoria topografica, l'area ricade in un contesto collinare a bassa-moderata pendenza e pertanto la categoria topografica è la T1, come da tabella seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 34 – Categorie topografiche ai sensi delle NTC 2018

11. LITOSTRATIGRAFIA LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Non essendo disponibili in tale fase progettuale indagini geognostiche, è possibile fornire per i terreni in oggetto solamente delle valutazioni di larga massima delle caratteristiche geotecniche. In linea generale i terreni mostrano esclusivamente una tipologia basaltica in tutte le aree di posa dei moduli fotovoltaici e tali terreni mostrano comportamento litoide quasi ovunque, eccettuato in una modesta fascia di alterazione superficiale da *weathering*. Solo localmente possono essere presenti orizzonti con una copertura eluvio-colluviale di spessore apprezzabile, in particolare nelle aree soggette al rimaneggiamento agrario, che sono state soggette, nel corso degli anni, a un periodico spietramento, con la rimozione dei blocchi basaltici superficiali, relegati in cumuli di spietramento, per selezionare un orizzonte agrario più fine; tale situazione vale in particolare per l'area a est, soggetta ad arature, mentre non vale (o vale in maniera limitata) per le aree più a ovest.

Sarà precipuo compito delle indagini geognostiche verificare la geometria delle coperture e lo stato di alterazione dei litotipi vulcanici. Il comportamento litoide dei terreni incide in maniera decisiva sulla progettazione della tipologia di fondazione; risulterà per esempio poco probabile realizzare sostegni ad infissione.

Di seguito viene riportata una tabella con i principali valori geotecnici per i terreni previsti.

<i>Complesso</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Spessore presunto (m)</i>	ϕ (°)	<i>C (kPa)</i>	<i>c_u (kPa)</i>	γ (t/m ³)
<i>Coltre eluvio-colluviale</i>	Colluvium eterogeneo	0,5	22-26	0	0	1,6
<i>Vulcanico molto alterato</i>	Basalti alterati	2	30-34	4	8	2,2
<i>Vulcanico integro/poco alterato</i>	Basalti	<i>Indef.</i>	36-42	100	250	2,7

Tabella 2 – Parametri geotecnici di massima

12. CONCLUSIONI

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrovoltaiico, per la generazione di energia elettrica, comprensivo delle opere di connessione, proposto da POWERDIS S.R.L., nel territorio comunale di Galtelli (NU) in Sardegna, per una potenza nominale installata pari a 58,2516 MWp ed una potenza in immissione pari a 48,108 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto agrovoltaiico, mediante cavi interrati in media tensione a 30 kV, alla futura Sottostazione Utente 30/150 kV, in progetto in prossimità all'area di impianto. Dalla futura Sottostazione Utente 30/150 kV, l'energia prodotta dall'impianto agrovoltaiico, sarà trasportata in AT a 150 kV, attraverso cavidotto interrato di nuova realizzazione su strada esistente, alla Cabina Primaria della sottostazione esistente Galtelli, all'interno della quale sarà prevista la realizzazione di un nuovo stallo a 150 kV per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per come descritto nell'STMG T0737886.

Da un punto di vista geologico l'area è caratterizzata da terreni prevalentemente basaltici, appartenenti ai Basalti del Gollei. Tale complesso è caratterizzato da una serie di colate basaltiche a basso angolo, che si dipartono dai centri eruttivi di Punta Argiadores e Conca de Janas, situati a sud dell'area di impianto e che rappresentano i punti culminanti nell'area meridionale; a settentrione il paesaggio è dominato dal Monte Tuttavista, che però risulta completamente al di fuori dell'area di impianto.

I terreni basaltici presentano un certo grado di fratturazione e alterazione nella porzione superficiale, dove presentano anche una coltre eluvio-colluviale, di spessore variabile, maggiore nelle zone depresse o pianeggianti, dove ha maggiore possibilità di accumulo rispetto alle aree di maggiore pendenza, in cui subisce il dilavamento da parte delle acque di ruscellamento.

La morfologia locale è chiaramente contraddistinta dai morfotipi vulcanici, con pendii dolcemente digradanti che corrispondono ai singoli spandimenti basaltici, con modesti gradini, di ordine metrico, corrispondenti agli stazionamenti dei fronti lavici. I cigli morfologici fortemente spiccati che aggettano sulla valle del Cedrino corrispondono ai bordi esterni degli spandimenti. La circolazione idrica avviene per mezzo di aste drenanti di modesto ordine gerarchico, spesso completamente prive di circolazione idrica e che quindi possiedono un regime sostanzialmente stagionale, se non occasionale; tuttavia alcune di queste aste sono caratterizzate da rischio di alluvionamento, per come perimetrato nello strumento urbanistico vigente del comune di Galtelli e di conseguenza il posizionamento dei pannelli deve necessariamente tener conto di tale vincolo. Un ulteriore vincolo di natura geologica è rappresentato dalla perimetrazione di aree in a pericolosità da frana, legate alla dinamica dei ciglioni dei suddetti spandimenti lavici affacciantisi sulla valle del Cedrino; anche



CODE CODICE

C21PWT008AFR05300

PAGE

57 di/of 57

tali aree devono essere escluse dalla posa dei moduli fotovoltaici. Vale la pena sottolineare che nell'intera area non sono presenti fenomeni franosi di alcun tipo, mentre effettivamente il bordo esterno dei ciglioni presenta caratteristiche tali da presentare rischio di crollo e ribaltamento di blocchi.

L'intera area sarda è caratterizzata da una sismicità assente o estremamente bassa, risentendo in maniera debole dei sismi a grande distanza. La categoria di sottosuolo di fondazione ipotizzabile, sulla scorta delle caratteristiche litologiche, è la categoria A, mentre la categoria topografica, date le modeste pendenze che caratterizzano l'area, è la T1.