



ENEL CODE

GRE.EEC.R.25.IT.W.15067.00.055.00

PAGE

1 di/of 46

TITLE: RELAZIONE GEOLOGICA SISMICA

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**RELAZIONE GEOLOGICA SISMICA**

Il Tecnico

Dott. Geol. Agostino Scalercio



File:GRE.EEC.R.25.IT.W.15067.00.055.00\_Relazione Geologica Sismica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	15/12/2021	PRIMA EMISSIONE	A.S.	A.S.	L.S.

**ENEL VALIDATION**

Centers of competence

PE

COLLABORATORS

VERIFIED BY

VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

Macomer 2

EO

**ENEL CODE**

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	R	25	IT	W	15067	00	055	00

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Produzione S.p.a.. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Produzione S.p.a.



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.25.IT.W.15067.00.055.00**

PAGE

2 di/of 46

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 GENERALITÀ.....	3
1.2 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE .....	3
1.3 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE.....	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO .....	6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE .....	7
3.2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE .....	13
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	21
4.1. INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....	21
5. VINCOLI TERRITORIALI .....	27
6. IDROGEOLOGIA .....	29
6.1. CLIMA.....	29
6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE .....	32
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	37
8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI .....	37
8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA .....	37
8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE .....	37
8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI .....	38
8.3 SISMICITÀ STORICA .....	39
8.4 MACROZONAZIONE SISMICA - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	40
9. LIQUEFAZIONE.....	41
10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	43
10.1 CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	44
11. RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INDAGATI .....	44
12. CONCLUSIONI.....	46

## 1. PREMESSA

### 1.1 GENERALITÀ

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologico-tecnica del sito interessato dal progetto dell'impianto Eolico Macomer2 e delle relative opere di connessione, proposto da ENEL GREEN POWER (EGP) nei territori comunali di Macomer (aerogeneratore M2\_05), Borore (aerogeneratori M2\_03, M2\_04) e Santu Lussurgiu (aerogeneratore M2\_1, M2\_2, M2\_7, M2\_8).

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

PROGETTO DEFINITIVO	
Titolo	Scala
Carta Geolitologica	1:15.000
Carta Geomorfologica	1:15.000
Carta Geologica	1:15.000
Carta Idrogeomorfologica	1:15.000

**Tabella 1.1 – 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)".

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 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.

### 1.3 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 al 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 nei territori comunali di Macomer (NU), Borore (NU) e Santu Lussurgiu (OR); le WTG sono poste a quote comprese fra circa 470 (in territorio di Borore) e circa 640 m.s.l.m in territorio di Santu Lussurgiu.

I riferimenti geografici più prossimi all’area di interesse sono il centro abitato di Macomer a nord, il centro abitato di Borore a est e Santu Lussurgiu a sud-ovest.

Nell’elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di carte topografiche, tecniche e tematiche ed 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 non è invece disponibile la cartografia geologica CarG in scala 1:50.000, poiché ricadente del Foglio 498 “Macomer”, indisponibile, mentre risulta consultabile la carta in scala

1:100.000, Foglio 160 "Sassari", che risulta però piuttosto datata (1950-1960 i rilevamenti). si sottolinea che nei livelli informativi forniti dalla Regione Sardegna c'è anche il tematismo della carta geologica in scala 1:50.000, in forma vettoriale.

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 \(isprambiente.it\)](#)

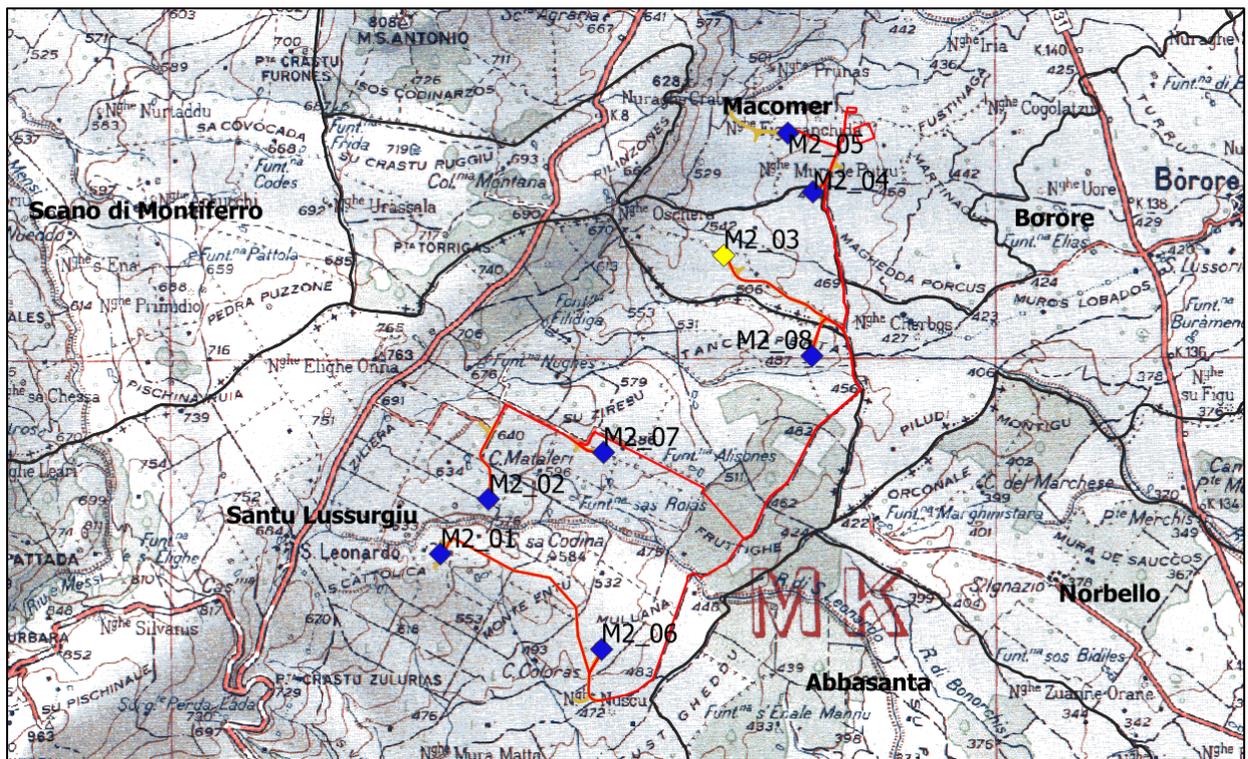


Figura 1: Inquadramento territoriale (non in scala) dell'area di studio (zona nord) su base Carta Topografica d'Italia in scala 1:100.000, da Geoportale Nazionale (con indicazione delle WTG e dei territori comunali).

### 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 459, "Sassari" e 528 "Oristano", 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 rinvergono 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.



### UNITÀ ALPINE E SARDO-CORSE

- 4 5 **«Massiccio» sardo-corso, Maures-Esterel, Giura svizzero.** Nuclei cristallini prepermi ( 5 ) e coperture ( 4 ).
- 6 7 **«Zona dell'ineso-elvetica» e «Zona ultraelvetica».** Massicci cristallini «esterni» precarboniferi ( 7 ) (Argentera, Pelvoux-Belledonne, M. Bianco-Aiguilles Rouges, Aar, Tavetsch, nuclei cristallini del M. Chétif e del Gottardo) e coperture ( 6 ).

### MAGMATISMO POST-ERCINICO

Vulcanismo plio-pleistocenico legato ai processi di oceanizzazione del Mediterraneo occidentale

- a b 31 – Vulcaniti centrotirreniche. a) Seamounts in prevalenza tholeitici; b) ad affinità non determinata.
- 32 33 – Vulcaniti di margine di bacino (magmi in prevalenza «mediterranei»: sistema toscano-laziale-campano, I. Ponziane, ed I. Eolie p.p. (32); basamento andesitico delle Eolie (Alicudi, Filicudi, Panarea, Lipari p.p., Salina p.p.) (33).
- 34 – Vulcaniti basaltiche di piattaforma: Pantelleria, Linosa, Iblei, Etna, Ustica-Anchise, Sardegna p.p. Centri vulcanici sottomarini storici del Canale di Sicilia (Δ).
- 35 **Magmatismo acido mio-pliocenico appenninico:** plutoniti dell'I. d'Elba, I. dei Giglio, I. di Montecristo, di Gavorrano e vulcaniti dell'I. di Capraia, di S. Vincenzo e Roccastrada, di Montecatini e Orciatto, della Tolfa, dei Ceriti e di Manzianna.
- 36 **Vulcanismo terziario contemporaneo a fasi compressive alpine:** Sardegna p.p. (andesiti-riodaciti); Calabria (limburgiti-andesiti, non cartografate).

Figura 2: Carta Tettonica d'Italia – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – sca 1:500.000

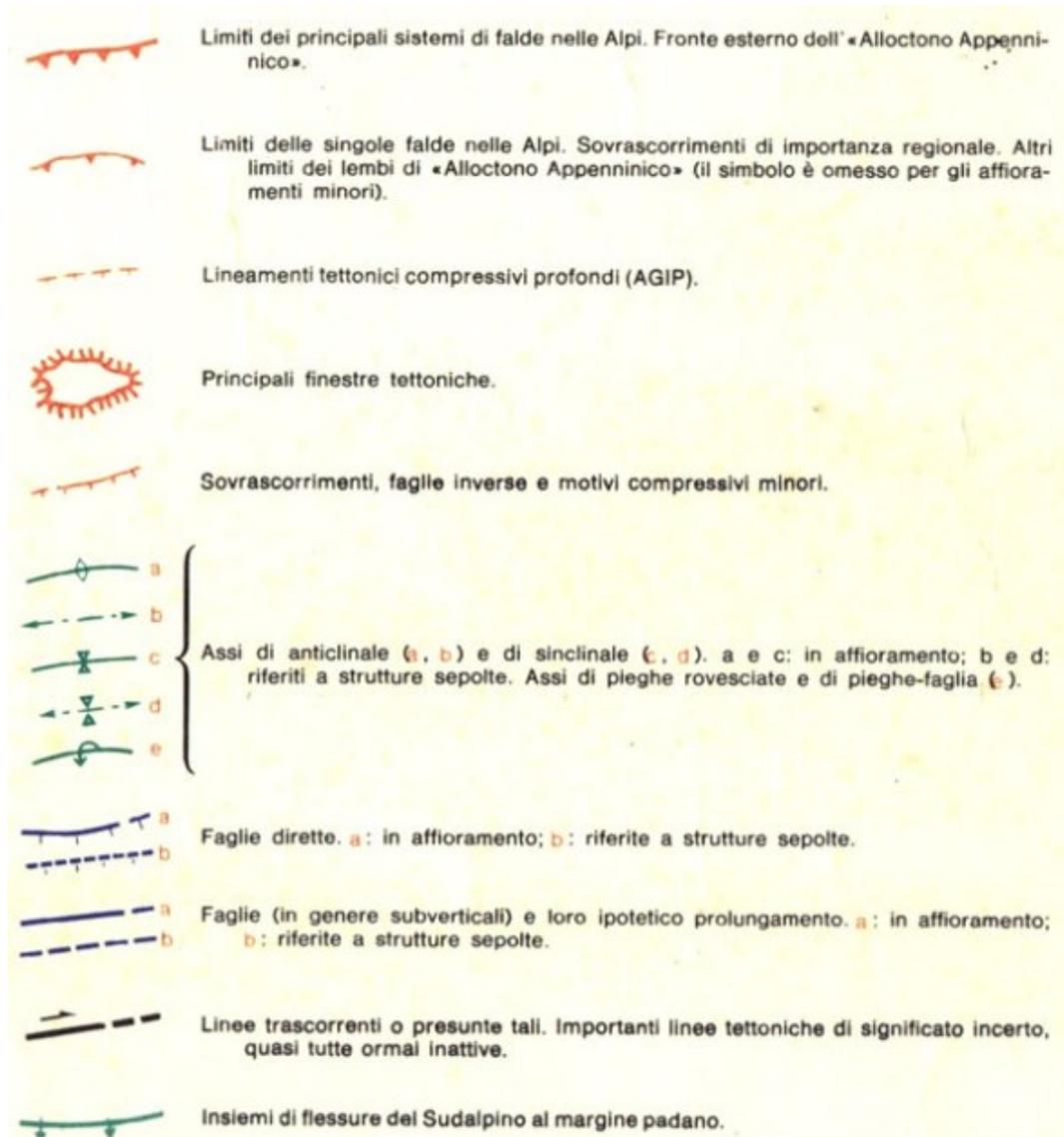
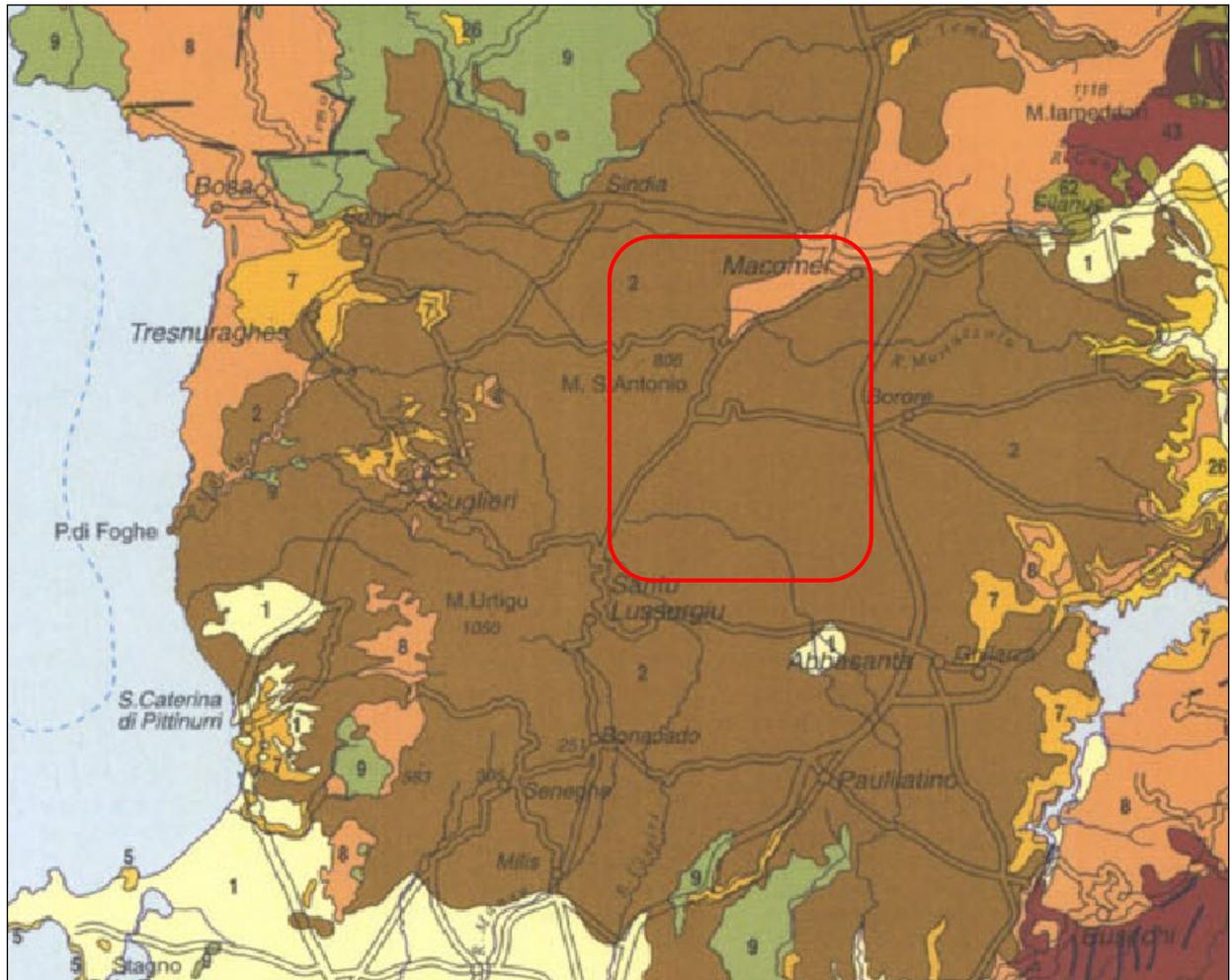


Figura 3: Legenda Carta Tettonica d'Italia – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – sca 1:500.000



**Figura 4: Stralcio Carta Geologica e strutturale della Sardegna e della Corsica; 1-Depositi alluvionali olocenici, 2-Basalti Alcalini e transizionali del plio-pleistocene, 5-marne e calcari evaporitici messiniani, 7-Conglomerati, breccie e calcareniti burdigaliano-serravalliani, 8-Rioliti e riolaciti ignimbriche burdigaliano-aquitaniane, 9-Andesiti e basalti burdigaliano-aquitaniane, 26-Conglomerati e breccie, marne, marne arenacee, calcari, tufiti marine del post-Eocene medio-Burdigaliano inferiore-medio, 38-Successioni vulcano-sedimentarie andesitiche, dacitiche e riolitiche del Paleozoico, 39-Leucomonzograniti a biotite del Paleozoico, 57-Paragneiss e micascisti paleozoici.**

Come è possibile osservare l'area rientra interamente nella zona caratterizzata dalla serie basaltica del Plio-Pleistocene.

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".

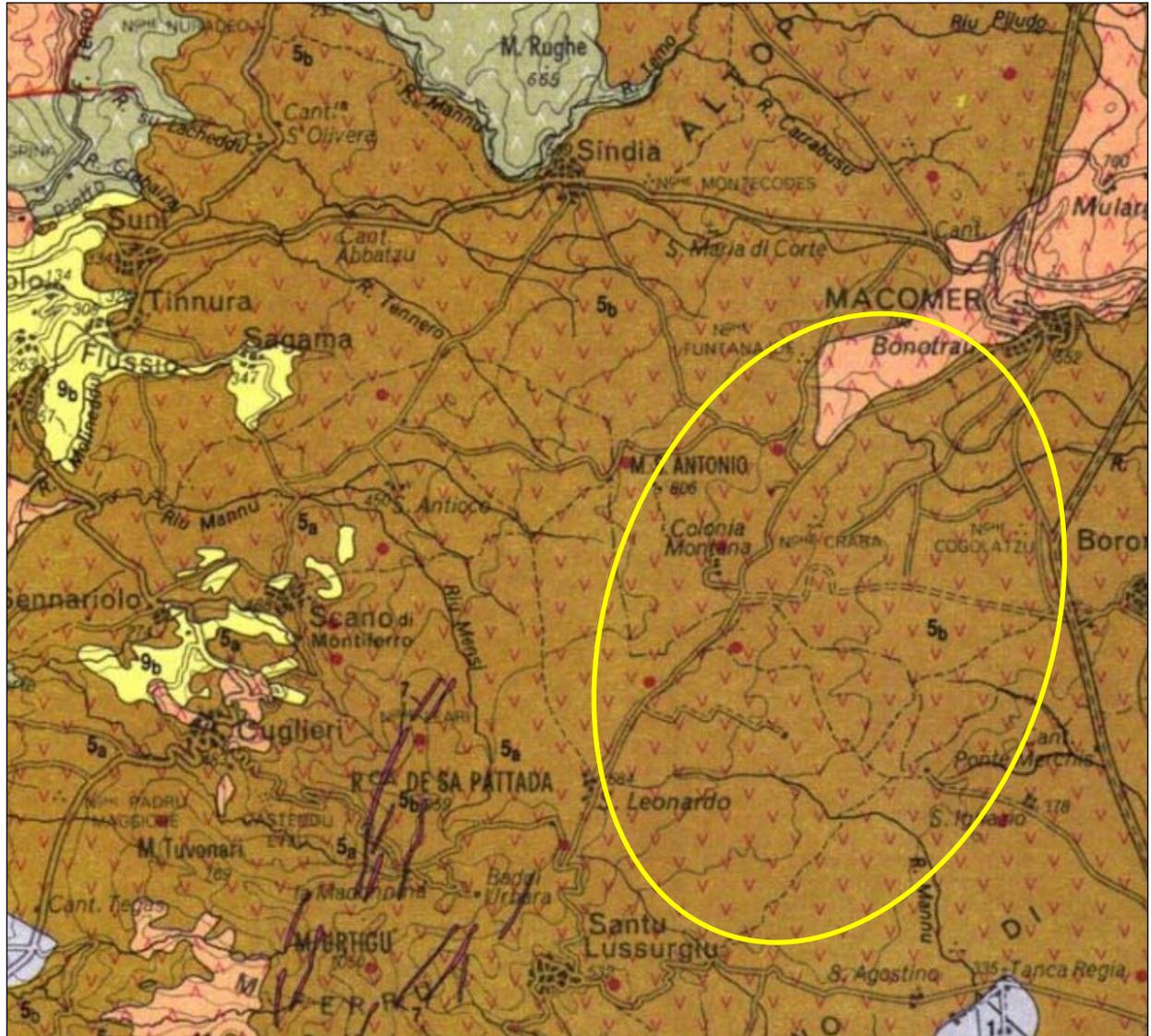
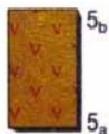


Figura 5: Stralcio Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000. Fonte [Cartografia geologica | Ordine Regionale dei Geologi della Sardegna](#).



5<sub>b</sub> 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**) (Montiferro; Campeda; Baronie; Orosei; Marmilla: M.te Arci; etc.); coni di scorie basaltiche (Logudoro; etc.) 5<sub>b</sub>. **Pliocene - Pleistocene.**

5<sub>a</sub> Trachiti, trachiti fonolitiche, fonoliti, fonoliti tefritiche e tefriti fonolitiche in cupole e colate, talora in bancate scoriacee (Montiferro; Marmilla: M.te Arci; Sarrabus: Capo Ferrato) 5<sub>a</sub>. **Pliocene.**

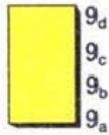
*Alkaline and transitional basalts, basanites, trachybasalts and hawaiites with peridotitic nodules; basaltic andesites and subalkaline basalts; at the bottom, and between lava flows, fluvial-lacustrine conglomerates, sands and clays (e.g. **Nuraghe Casteddu Formation**) (Montiferro; Campeda; Baronie; Orosei; Marmilla: Monte Arci; etc.); cones of scoriaceous basalts (Logudoro; etc.) 5<sub>b</sub>. **Pliocene - Pleistocene.***

*Trachytes, phonolitic trachytes, phonolites, thephritic phonolites, phonolitic thephrites in lava domes and scoriaceous lava flows (Montiferro; Marmilla: Monte Arci; Sarrabus: Capo Ferrato) 5<sub>a</sub>. **Pliocene.***



Filoni a composizione trachibasaltica, alcalibasaltica e hawaiiitica (Montiferro) 7. **Pliocene - Pleistocene.**

*Dikes with trachybasaltic, alkalibasaltic and hawaiitic composition (Montiferro) 7. **Pliocene - Pleistocene.***


 9<sub>d</sub>  
9<sub>c</sub>  
9<sub>b</sub>  
9<sub>a</sub>

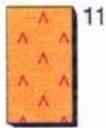
Arenarie marnose, siltiti, calcareniti sublitorali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 12 e N 13, Molluschi (*Amusiopecten spinulosus*, *Flabellipecten fraterculus*, *Pecten benedictus*) (formazione delle Arenarie di Pirri Auct.) (Campidano: Cagliari; Sassarese; Logudoro) **9<sub>d</sub>. Serravalliano 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<sub>c</sub>. 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 ziziniiae*, *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<sub>b</sub>. 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<sub>a</sub>. Burdigaliano sup. - ? Serravalliano.**

### Ciclo vulcanico calcalino oligo-miocenico (14 - 32 Ma) *Oligocene-Miocene calcaline volcanic cycle (14-32 Ma)*



11

Rioliti, riolaciti, daciti e subordinatamente comenditi, in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e rare colate, a cui si associano prodotti freatomagmatici ("fall" e "surge"); talora livelli epiclastici intercalati (Sulcis; Mandrolisai; Allai, Asuni, Ruinas; Oristanese; Paulilatino; Valle del Tirso; Fordongianus; Logudoro; Anglona; Planargia) **11. Oligocene sup. - Miocene inf. medio.**

*Ignimbrites, lava domes and rare lava flows of rhyolitic, rhyodacitic, dacitic and locally comenditic composition, with fall and surge deposits; intercalations of sedimentary and epiclastic deposits (Sulcis; Mandrolisai; Allai, Asuni, Ruinas; Oristanese: Paulilatino; Valle del Tirso; Fordongianus; Logudoro; Anglona; Planargia) 11. Upper Oligocene - Lower Middle Miocene.*



12

Andesiti, andesiti basaltiche e rari basalti ad affinità tholeiitica e calcalina, talora brecciati, in colate, cupole di ristagno (Planargia: Montresta, Tresnuraghes; Oristanese: Bauladu; Marmilla: Aies; Sulcis: Narcao, S. Antico); lave dacitiche e andesitiche in cupole e filoni (Valle del Cixerri; Campidano: Monastir; Planargia: C. Marargiu; Sulcis: Pula, Carbonia, Sarroch); andesiti, basalti andesitici e latiti ad affinità da calcalina alta in K a shoshonitica (Anglona); localmente gabbrì e gabbroonoriti in corpi ipoabissali (Arburese: M. Arcuentu, M. Nureci); quarzodioriti porfiriche (porfiriti di alghero Auct.), (Nurra: Calabona) **12. Oligocene sup. - Miocene inf.**

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 attraverso la cartografia geologica ufficiale disponibile; in mancanza della cartografia in scala 1:50.000 si farà quindi riferimento alla cartografia in scala 1:100.000, che pur datata, rappresenta comunque la cartografia di riferimento. Nell'area sono affioranti quindi i seguenti terreni, riportandone la nomenclatura come nella cartografia appena citata:

$\beta p^1$  Basalti alcalini grigi con intercalati trachibasalti e basalti devolmente alcalini. talora porfirici per la presenza di cristalli di olivina; pur non essendo terreni di fondazione di WTG risultano molto prossimi alle M2\_04 e M2\_08 e M2\_03.

$\beta p^2$  Basalti debolmente alcalini e trachibasalti con microcristalli e noduli olivini e pirossenici; tale litologia rappresenta quella più diffusa in tutta l'area e costituisce i terreni di riferimento delle WTG M2\_02, M2\_05, M2\_07.

$\beta mp^1$  Basalti alcalini e trachibasalti di colore grigio perla a grana fine, con noduli peridotitici; costituisce i terreni di riferimento delle WTG M2\_01, M2\_04, M2\_06, M2\_08;

$\beta mp^2$  Basalti alcalini e trachibasalti a grossi fenocristalli di plagioclasti; sono

presenti a nord-ovest dell'area di studio;

$\tau\phi$  Trachiti, trachiti fonolitiche e fonoliti in domi e colate; sono presenti più a ovest, nella zona di Scano Montiferro:

ms Arenarie, arenarie calcaree, arenarie marnose e marno-arenacee fossilifere; sono presenti localmente nell'intorno dell'area di studio:

$\tau\iota 3$  Rioliti e riodaciti essenzialmente in facies ignimbratica a fiamme, ricche in elementi xenolitici; sono presenti al di fuori dell'area di realizzazione delle WTG, nei pressi di Macomer;

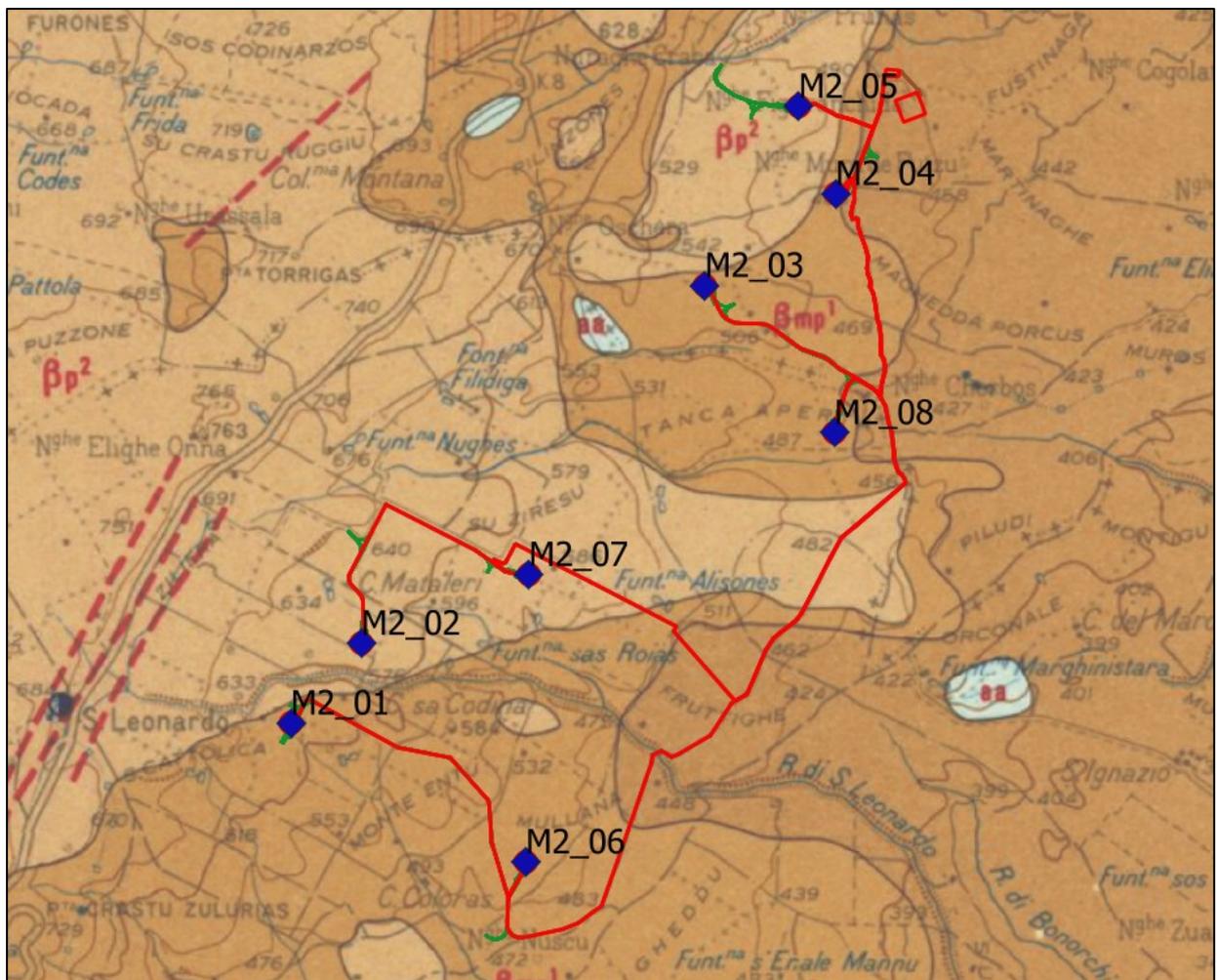


Figura 7: Stralcio carta geologica d'Italia, foglio 205-206 "Capo Mannu-Macomer"; (fonte [CartoWeb \(isprambiente.it\)](http://CartoWeb.isprambiente.it)). Cavidotti MT in rosso, cavidotto AT in marrone.

Tali carte geologiche, ad ampia scala, non tengono conto di eventuali coperture e orizzonti colluviali, che localmente possono avere spessore cospicuo e che possono avere una certa importanza per la realizzazione delle strutture di fondazione. Dalle cartografie non si evince inoltre lo stato di alterazione/fratturazione delle serie effusive.



Il maggior dettaglio delle conoscenze geologiche dell'area proviente dai tematismi digitalizzati disponibili nei database geotopografici della Regione Sardegna, che rende disponibili in formato vettoriale i tematismi litologici alla scala 1:50.000.

Tutta l'area di impianto ricade nell'Unità nell'Unità dei Basalti dei Plateau e quasi totalmente nella Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA): basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Plagioclasio, Olivina, Pirosseno; in estese colate. Tutte le WTG ricadono in questa Subunità, eccettuata la M2\_05, che ricade nella Subunità di Sindia (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA): Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Olivina, Plagioclasio, e rari xenocristalli quarzosi; in colate. Presenti inoltre trachibasalti, trachibasalti debolmente alcalini, da olocristallini ad ipocristallini.

più a est dell'area di impianto affiorano i terreni della Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA): Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Plagioclasio, Clinopirosseno, Ortopirosseno, Olivina; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Plagioclasio, Clinopirosseno, Olivina.

Sono anche presenti affioramenti, poco estesi, dell'UNITÀ DI NURAGHE GENNA UDA: andesiti basaltiche subalcaline (Genna Uda, M.te Urtigu, N.ghe Aranzola e N.ghe Tradori). Plio-Pleistocene.

i terreni più recenti sono rappresentati dai depositi delle coltri eluvio-colluviali: detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE.

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

Nelle figure le sigle si riferiscono alle seguenti Unità o Subunità:

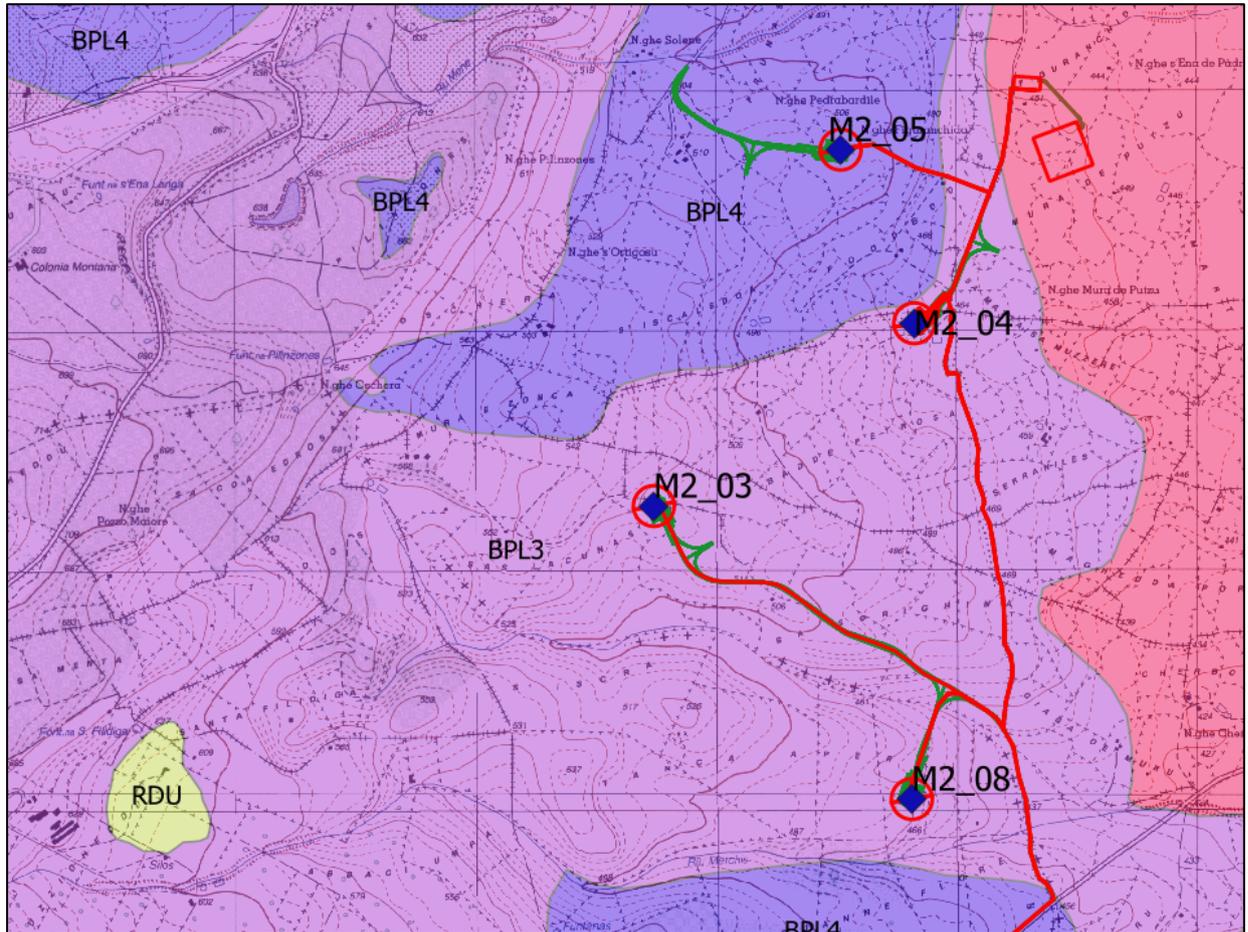
b2 Coltri eluvio-colluviali

BPL2 Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA): Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche;

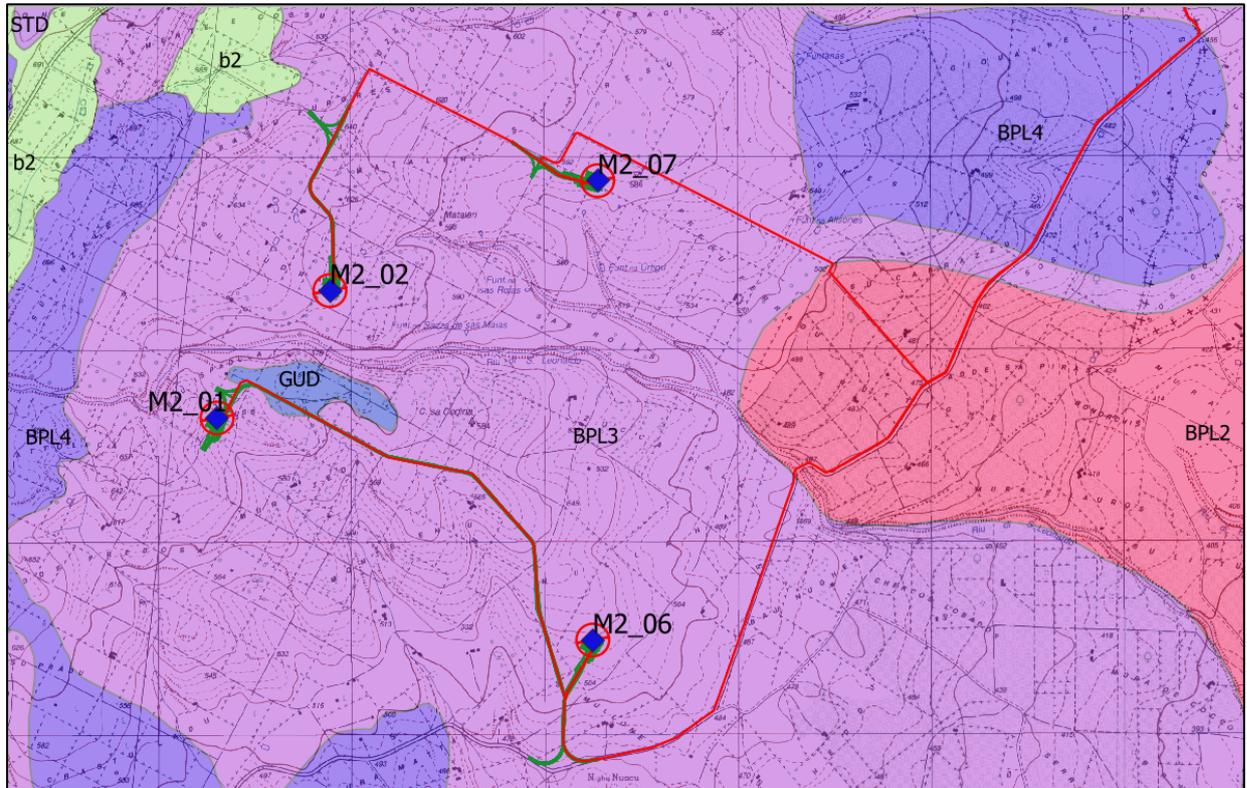
BPL3 Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA): basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici;

BPL4 Subunità di Sindia (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA): Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici;

GUD UNITÀ DI NURAGHE GENNA UDA (APPARATO VULCANICO DEL MONTIFERRO): andesiti basaltiche subalcaline.



**Figura 8: Carta Litologica: Subunità di Funtana di Pedru Oe (BPL3) e Subunità di Sindia (BPL4). Fonte SITR Sardegna ed elaborazione in ambiente GIS.**



**Figura 9: Subunità di Funtana di Pedru Oe (BPL3), Subunità di Sindia (BPL4), depositi eluvio-colluviali (b2) e Unità di Nuraghe Genna Uda. Fonte SITR Sardegna ed elaborazione in ambiente GIS.**



**Figura 10: Basalti-trachibasalti della Subunità di Funtana di Pedro Oe, qui in parte fortemente vescicolati; circa 700 m dalla WTG M2\_06.**

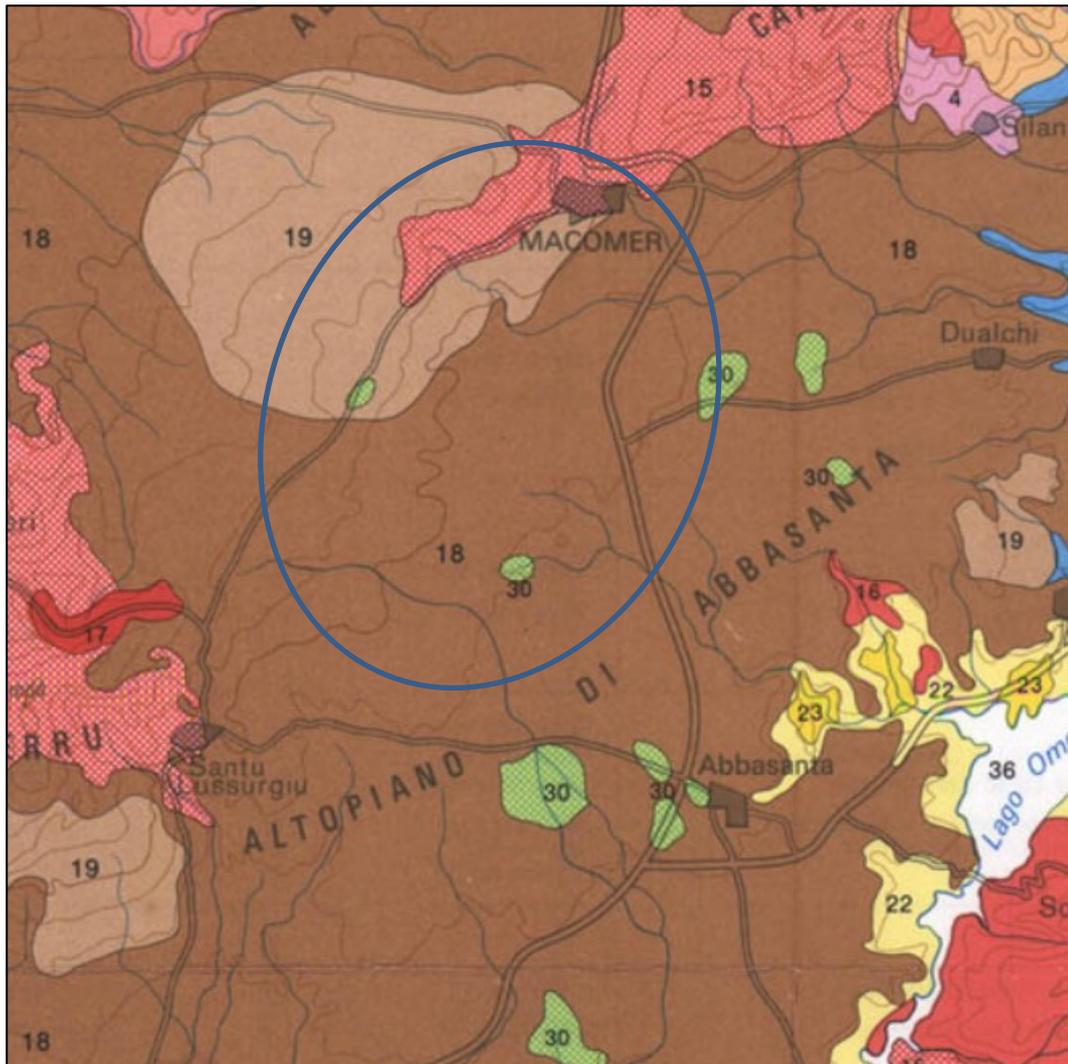


**Figura 11: Basalti-trachibasalti della Subunità di Funtana di Pedro Oe, qui in parte molto fratturati, con fratturazione irregolare a circa 700 m dalla WTG M2\_06.**



**Figura 12: Trachibasalti della Subunità di Funtana di Pedro Oe, molto fratturati, parzialmente alterati, con fratturazione irregolare, posti a circa 490 m dalla WTG M2\_08.**

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 19, suoli evolventisi su rocce effusive basiche e relativi depositi colluviali e di versante, che rappresentano il substrato roccioso nudo (lithic xerorthents, 18) e typic e lithic xerochrepts (19), mentre rari sono i suoli evolventisi su substrati alluvionali (30).



<b>E</b> 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
<b>L</b> Paesaggi su alluvioni (a), (b), (c) e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei (d) dell'Olocene Landscapes on alluvial deposits (a), (b), (c) and conglomerates, eolian deposits and calcareous crusts (d) of the Holocene		
29	Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents	Eutric, Calcaric e Mollic Fluvisols
30	Typic Pelloxererts Typic Chromoxererts	Eutric e Calcic Vertisols

Figura 13: Stralcio carta dei suoli della Sardegna e relativa legenda (A. Aru et alii, 1989).



Figura 14: Suolo rosso piuttosto evoluto su *parental material* basaltico a circa 550 m dalla WTG M2\_02.



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.25.IT.W.15067.00.055.00**

PAGE

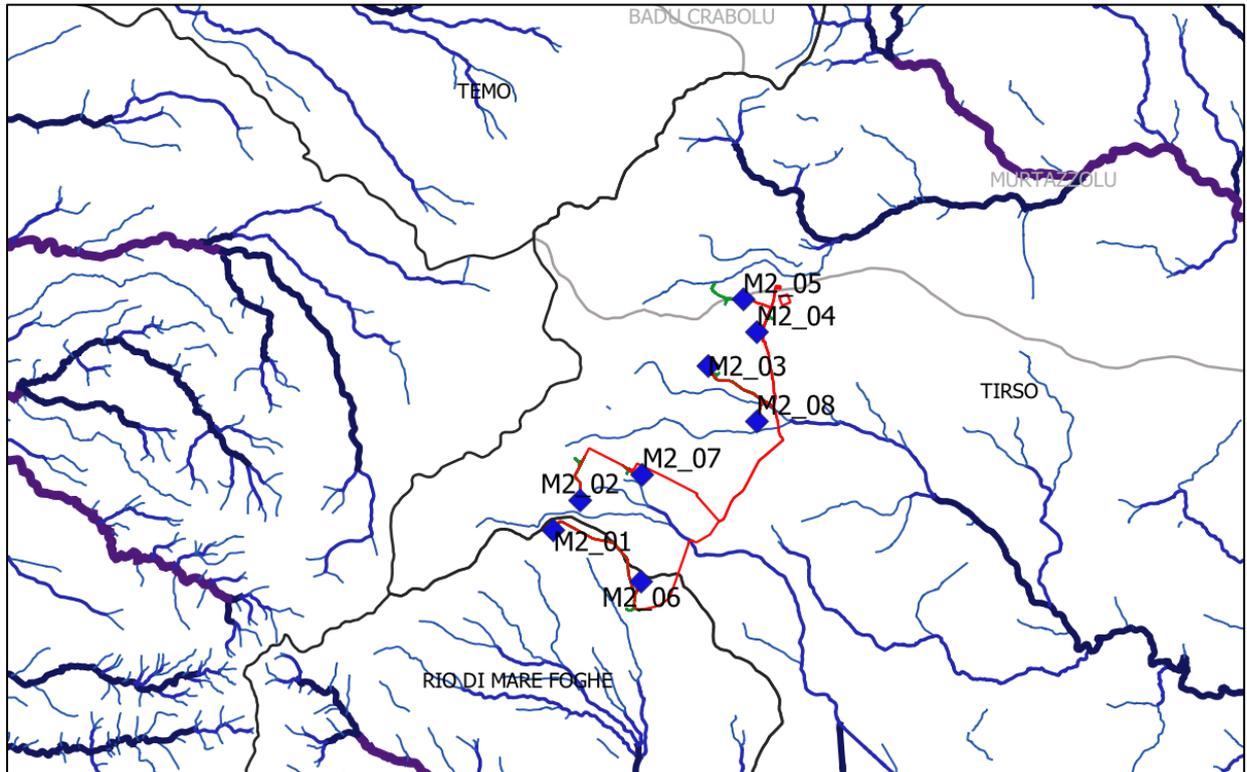
21 di/of 46

## **4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

### **4.1. INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI**

L'area oggetto di studio fa parte di un settore collinare e in parte montano, appartenente alla fascia di rilievo compreso fra i Monti Ferru (massima elevazione della zona il Monte Urtigu, a sud, 1050 m) e i monti a nord-ovest di Macomer (Monte Cuguruttu-Monte Santu Padre, 1025 m). Tale amplissima dorsale (l'impianto si sviluppa interamente a est di essa) si presenta discontinua, con modesti rilievi di forma tabulare (residui di plateau basaltici) che caratterizzano morfologicamente l'area, separati da selle morfologiche. Spesso le aree sommitali ospitano strutture nuragiche (Nuraghe di Monte Sant'Antonio, Nuraghe Craba, Nuraghe Oschera, Nuraghe Ascusa, Nuraghe Tamuli, Nuraghe Elighe Onna, Nuraghe Mandras e altri). Il paesaggio assume una forma blandamente ondulata, nel quale la continuità è interrotta da piccole e medie scarpate, corrispondenti a colate laviche a chimismo basaltico, che a causa dell'erosione differenziale emergono dal paesaggio circostante. La dorsale separa il bacino del Tirso e del lago Omodeo a ovest e il bacino del Riu Marate e del fiume Temo a sud-ovest e nord-ovest rispettivamente. L'area di impianto Macomer 2 rientra quindi nel Bacino del Tirso.

Poiché l'area è prossima alla dorsale le aste fluviali presenti sono di basso ordine gerarchico secondo la definizione di Horton, come ben visibile nella figura a seguire, nella quale si riporta una elaborazione GIS degli ordini Horton-Strahler del reticolo idrografico, tratti dal Sistema Informativo Territoriale (SITR) della Regione Sardegna. Il reticolo idrografico è tipicamente a graticcio, con assenza di controllo tettonico rilevabile e densità di drenaggio piuttosto bassa, con una netta asimmetria fra i versanti est, più umidi e a più alta densità di drenaggio, e quelli est, più secchi e a densità minore. Tutto l'impianto ricade a est del discluvio e ricade nel bacino principale del Tirso e del Rio di Mare Foghe. La WTG M2\_08 è quella che risulta a minore distanza da aste fluviali (circa 225 m).



**Figura 15: 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. La zona bianca che attraversa il settore da sud-ovest a nord-est corrisponde all'ampia dorsale che caratterizza l'area fra i Monti Ferru e i monti a nord di Macomer. In nero i bacini principali, in grigio i bacini secondari (fonte ISPRA).**

Il reticolo idrografico si presenta prevalentemente poco inciso e le valli si presentano molto svasate, a testimoniare una scarsa attività di approfondimento degli alvei (*deepning*), solitamente attribuita a fenomeni di sollevamento regionale (*uplift*), che in Sardegna risultano attualmente nulli o trascurabili; fanno eccezioni piccoli tratti fluviali in cui la maggiore freschezza morfologica è invece da addebitare a fattori morfoselettivi (per esempio il Riu di San Leonardo fra M2\_01 e M2\_02 o il Riu Siddo a sud di M2\_08, in cui il settore vallivo mostra un tipico aspetto *V-shaped*). Le superfici pianeggianti o sub-pianeggianti che caratterizzano l'area sono sovente interpretate come piattaforme di abrasione marina in epoca quaternaria.



**Forme e depositi di versante**  
*Slope landforms and deposits*

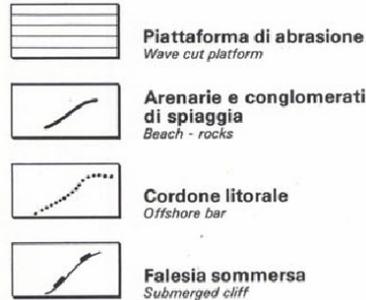
-  **Orlo di scarpata**  
*Edge of scarp*
-  **Rottura di pendio convessa**  
*Convex nickpoint*
-  **Rottura di pendio concava**  
*Concave nickpoint*
-  **Rilievo isolato, inselberg**  
*Isolated hill, inselberg*
-  **Falda, deposito di glaciai (Pleistocene)**  
*Talus cone, glacial deposits*
-  **Morfologia carsica**  
*Karst forms*
-  **Ruscaldamento diffuso**  
*Slope wash*

**Depositi superficiali**  
*Superficial deposits*

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

**Litologie del substrato**  
*Bedrock*

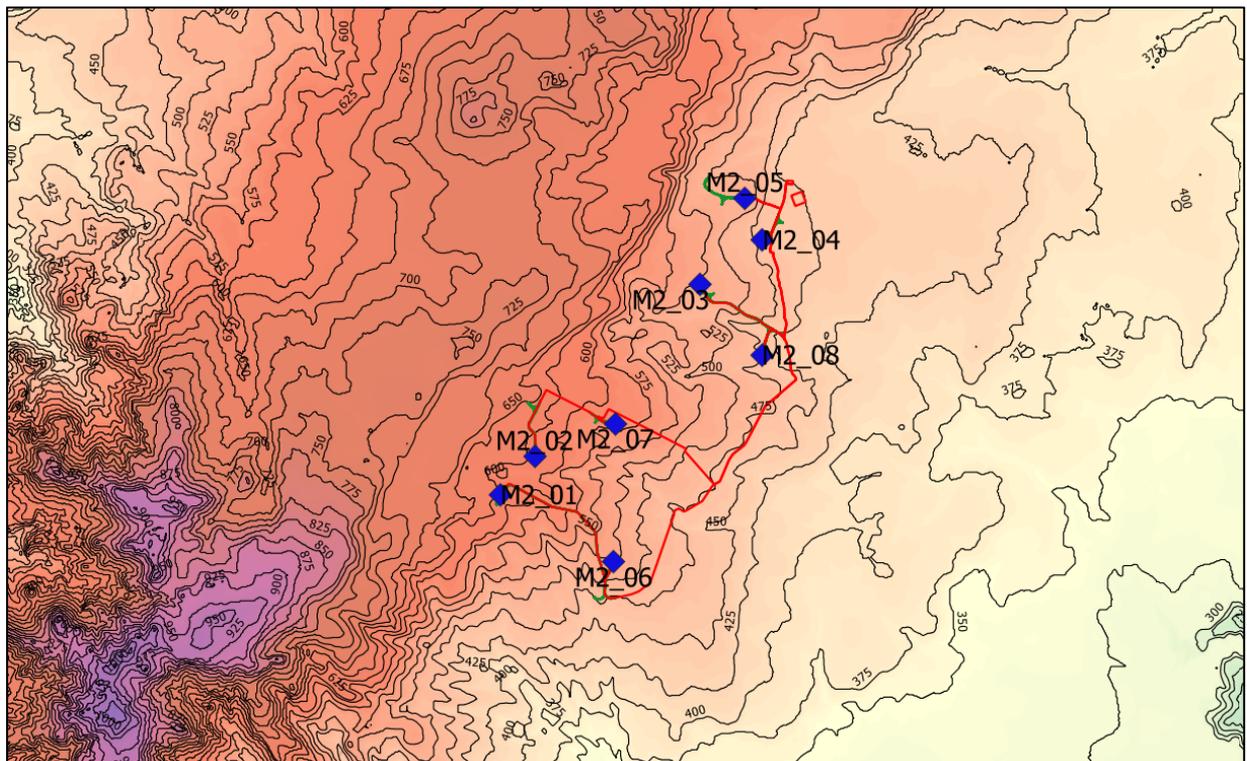
-  **Calcari, dolomie**  
*Limestones, dolomites*
-  **Marne, marne arenacee, calcareniti marnose**  
*Marls, sandy marls, marly calcarenites*
-  **Arenarie, conglomerati**  
*Sandstones, conglomerates*
-  **Scisti, scisti arenacei, argilloscisti, metamorfiti**  
*Shales, arenaceous shales, mudstones, metamorphic rocks*
-  **Rocce intrusive**  
*Intrusive rocks*
-  **Rocce effusive acide**  
*Acid effusive rocks*
-  **Rocce effusive basiche**  
*Basic effusive rocks*

**Livelli marini quaternari**
*Quaternary sea levels*


**Figura 16: Stralcio Carta Geomorfologica della Sardegna marina e continentale (A. Ulzega, 1984).**

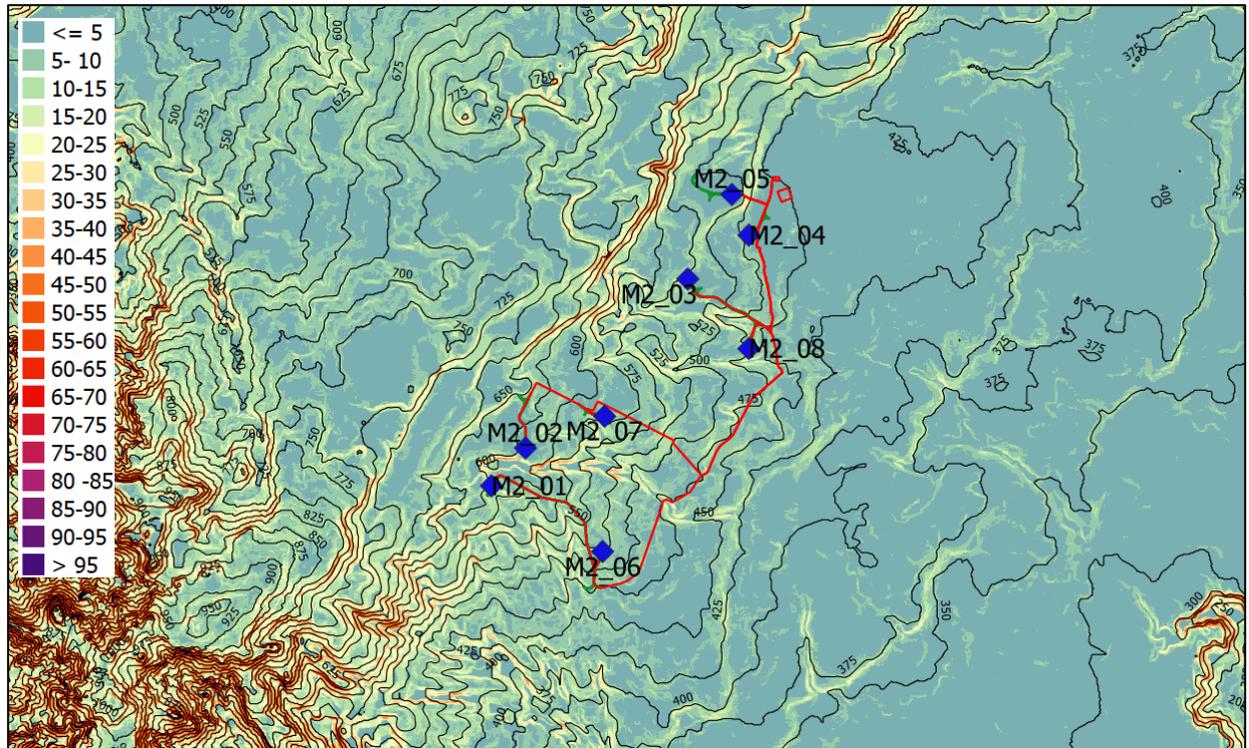
Morfologicamente, ad ampia scala, si avverte una netta diversificazione fra il settore settentrionale e il settore meridionale: nel settore settentrionale sono minori sia la quota media, sia le pendenze medie, che si annalzano in particolare immediatamente a ovest dell'area di realizzazione dell'impianto, in corrispondenza dei Monti Ferru, dove le pendenze e le disarticolazioni morfologiche verticali possono essere rilevanti.

A seguire si riportano uno stralcio della Carta di Elevazione e uno stralcio della Carta delle Pendenze, entrambe con sovrapposizione del reticolo idrografico; tutti i tematismi sono elaborati a partire dai dati del GeoPortale Sardegna.



**Figura 17: 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. Le curve di livello hanno equidistanza 25 m. Tematismi in ambiente GIS a partire dal DTM 5k della Sardegna. Risulta evidentissima l'ampia dorsale che dai Monti Ferru (in magenta), si diparte verso nord-est e sul cui versante orientale sono**

poste tutte le WTG.



**Figura 18: Carta delle pendenze dell'area; i toni caldi indicano le pendenze maggiori (indicate in % nella legenda). Equidistanza delle curve di livello 25 m. Appare chiaro che l'area è caratterizzata da pendenze generalmente basse e moderate, con aumenti localizzati, in genere ascrivibili ai fronti di avanzamento delle colate laviche.**

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; la forma delle aree in frana è tipicamente nastriforme e segue l'andamento delle scarpate e delle aree più acclivi che bordano i plateaux, in particolare laddove i plateaux sono incisi dal reticolo idrografico.

A seguire si riportano stralci della cartografia di base in scala 1:25.000 con le aree considerate a pericolo di frana secondo i tematismi del GeoPortale Sardegna e secondo quanto riportato nel database IFFI del GeoPortale Nazionale; appare di immediata evidenza che nelle vicinanze delle WTG non sono cartografati fenomeni franosi. Il dettaglio sulle caratteristiche dei fenomeni sarà riportato nel paragrafo sul PAI.

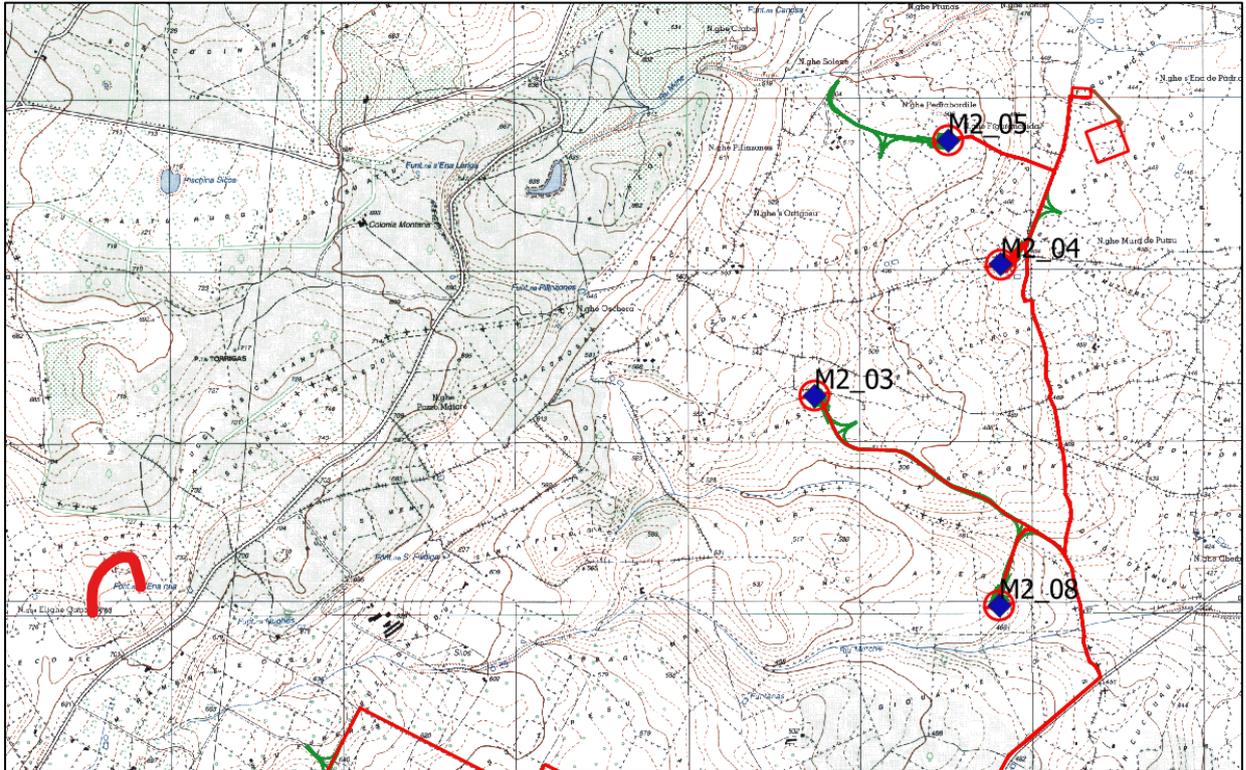


Figura 19: Delimitazione dei fenomeni gravitativi; fonte GeoPortale Sardegna e GeoPortale Nazionale.

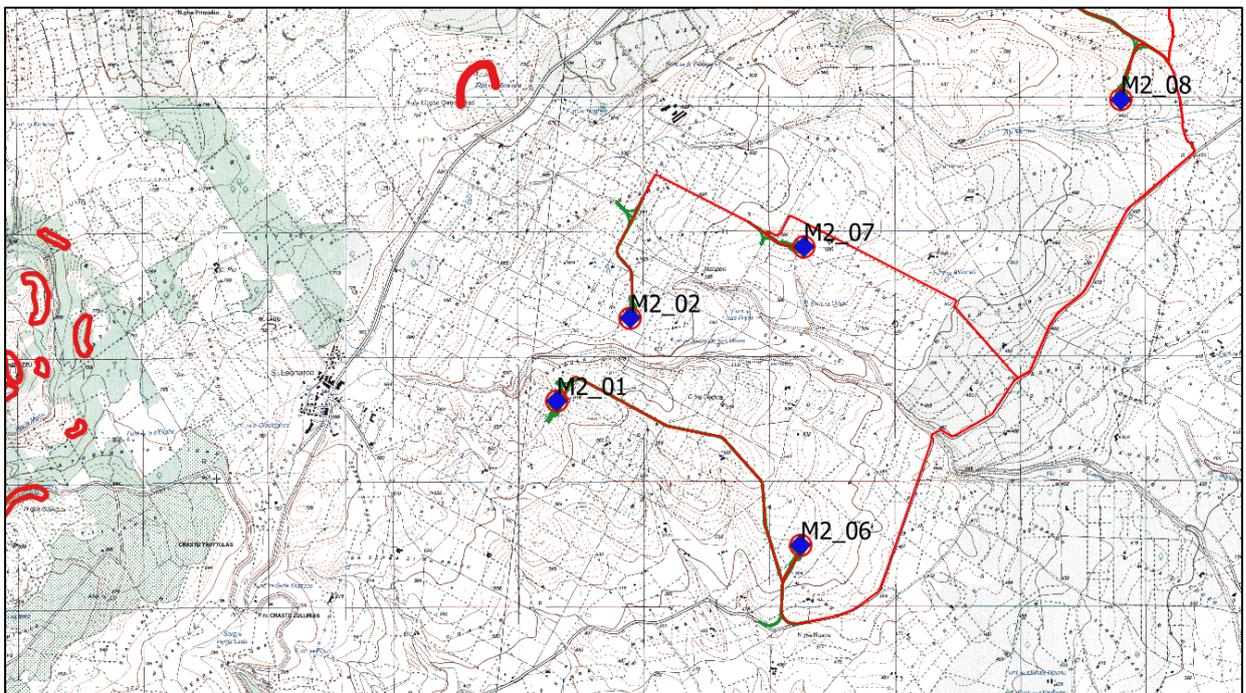


Figura 20: Delimitazione dei fenomeni gravitativi; fonte GeoPortale Sardegna e GeoPortale Nazionale.



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.25.IT.W.15067.00.055.00**

PAGE

27 di/of 46

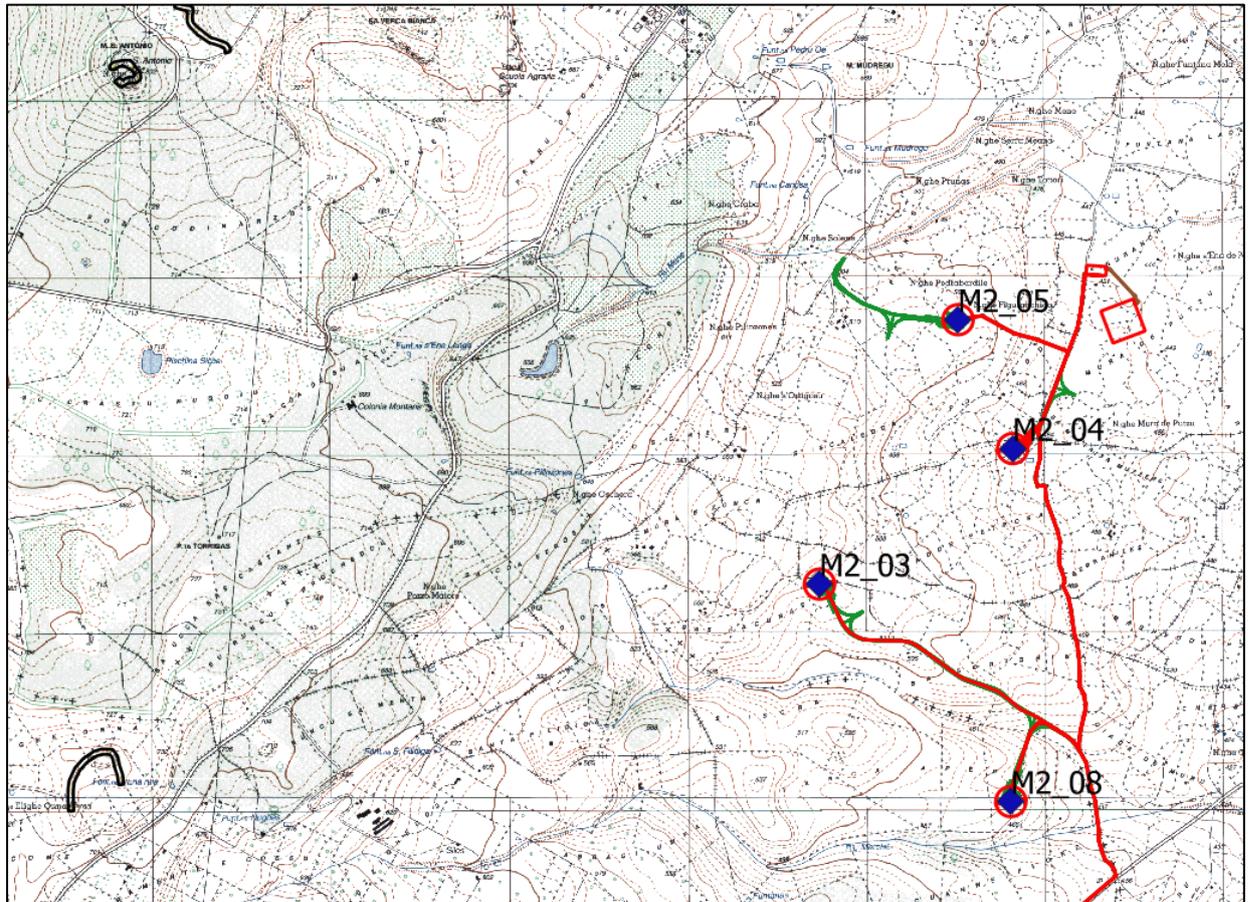
## 5. VINCOLI TERRITORIALI

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 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 1:100.000.

Appare immediatamente chiaro che nessuna WTG è interessata da vincoli da frana o da esondazione e anche quando presenti risultano a grande distanza dalle WTG, essendo concentrati nella zona dei Monti Ferru, molto più a ovest e raramente nei pressi della dorsale, come per esempio nei pressi del Nuraghe Elighe Onna.



pericolo frana		rischio frana		pericolo idraulico		rischio idraulico	
	Hg0		Rg0		Hi1		Ri1
	Hg1		Rg1		Hi2		Ri2
	Hg2		Rg2		Hi3		Ri3
	Hg3		Rg3		Hi4		Ri4
	Hg4		Rg4				

Figura 21: Elaborazione in ambiente GIS con i tematismi delle aree a pericolo da frana e idraulico e le relative aree considerate a rischio. Fonte <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserver/ows>. Come ben visibile tutte le aree vincolate sono poste molto più a ovest. Zona Nord dell'impianto.

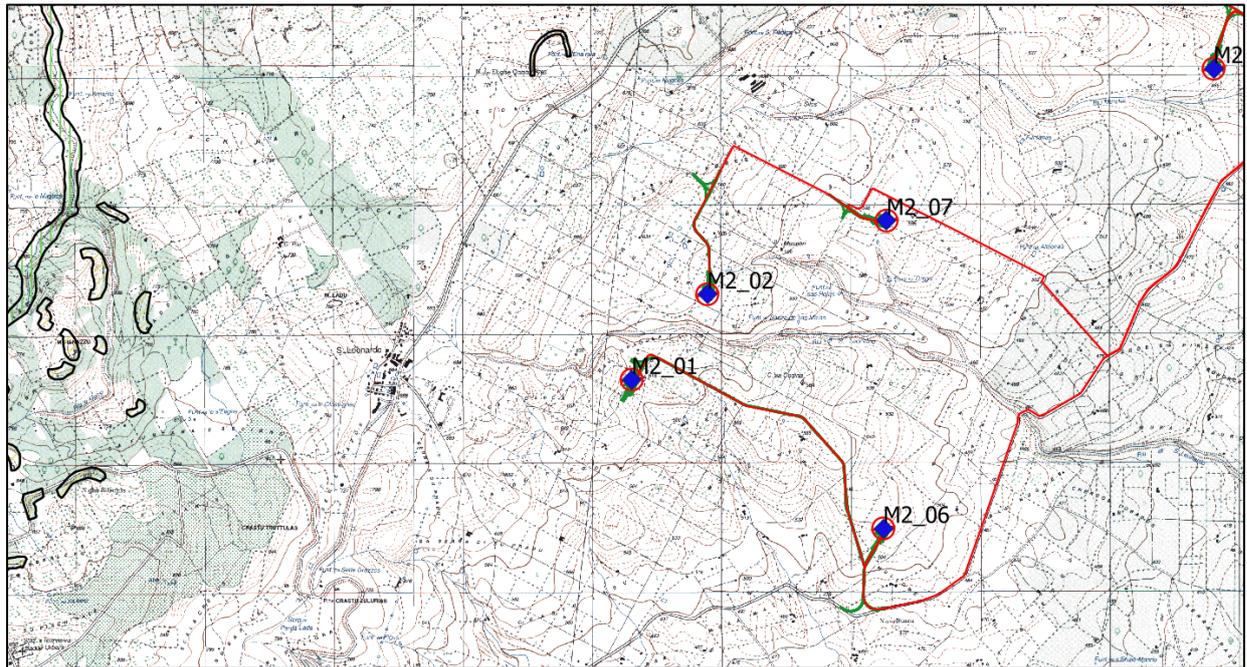


Figura 22: Elaborazione in ambiente GIS con i tematismi delle aree a pericolo da frana e idraulico e le relative aree considerate a rischio. Fonte <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserver/ows>. Come ben visibile tutte le aree vincolate sono poste molto più a ovest. Zona sud dell'impianto.

## 6. IDROGEOLOGIA

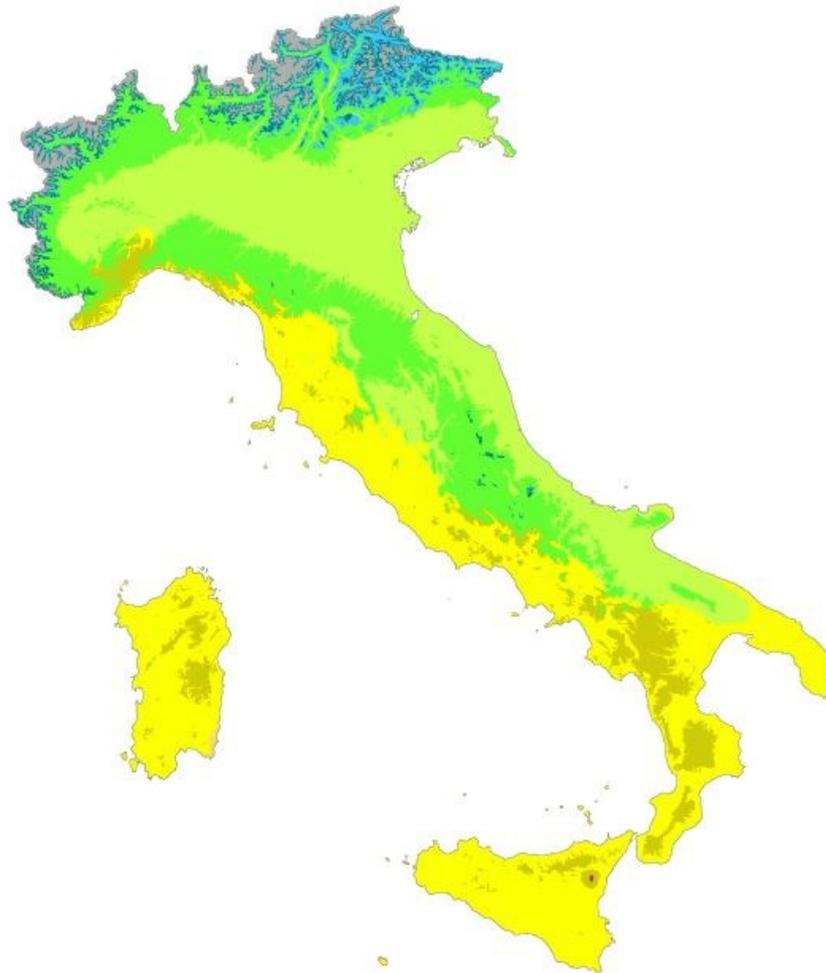
### 6.1. CLIMA

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](http://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.

La stazione pluviometrica di Macomer ha registrato, per il periodo 1922-1992, una pioggia media di 905,6 mm

## 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)	

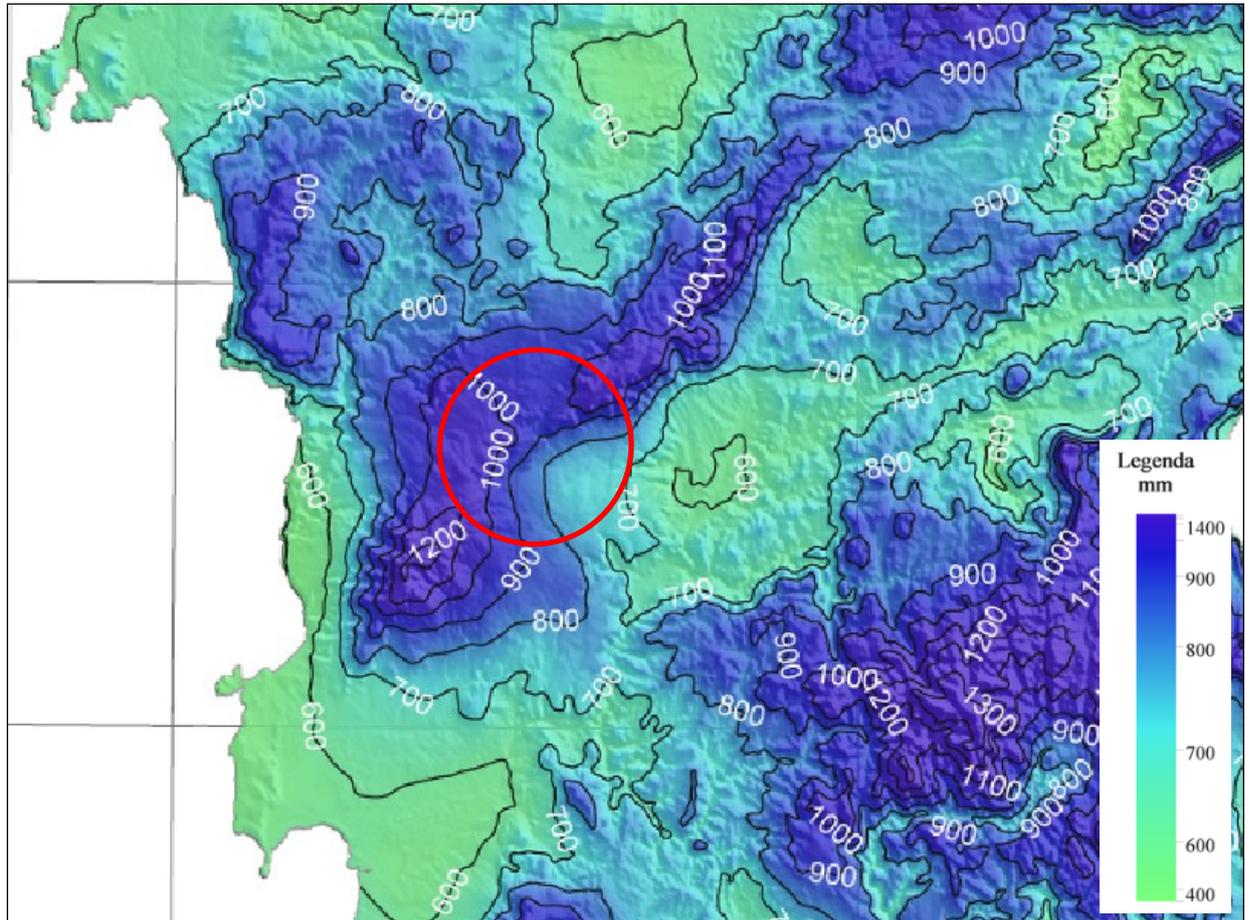
\*Isotherm used to separate temperate (C) and continental (D) climates is  $-3^{\circ}\text{C}$

Data source: Climate types calculated from data from WorldClim.org

Figura 23: 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. In particolare proprio l'area di dorsale rappresenta un'area a discreta piovosità.



**Figura 24:** 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 la zona della dorsale in cui è previsto l'impianto, più fresca delle aree circostanti. Appare evidente l'influsso marino sui Monti Ferru, che risultano più caldi rispetto ad altre aree di quota simile, ma più interne.

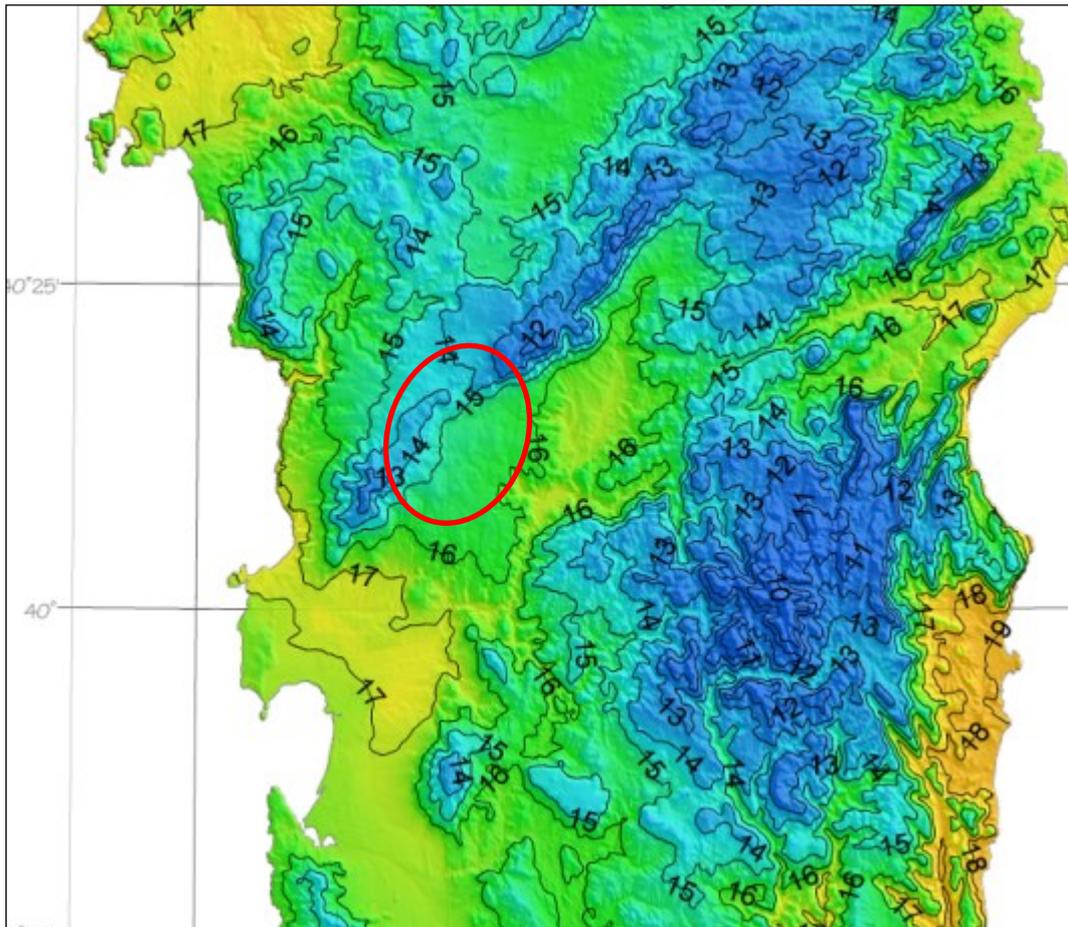
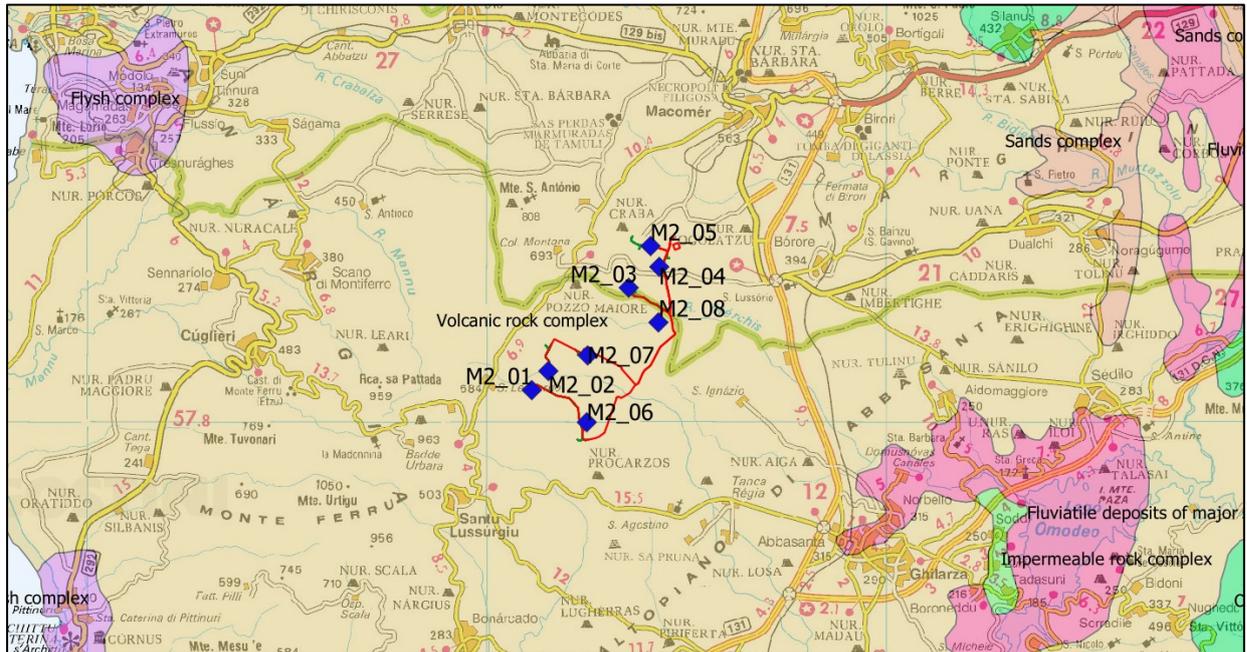


Figura 25: Dati termometrici elaborati da Sardegna-clima.it su dati del Servizio idrografico della Sardegna per il periodo 1922-1991. Fonte [Dati Climatici \(sardagna-clima.it\)](http://Dati Climatici (sardagna-clima.it)).

## 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.

Ad ampia scala è presente un unico complesso idrogeologico, corrispondente al complesso delle rocce vulcaniche, secondo quanto riportato dai file vettoriali del GeoPortale Nazionale. 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.



**Figura 26 - Estratto della Carta Idrogeologica in scala 1:500.000 del GeoPortale Nazionale; l'intera area rientra nel complesso delle rocce vulcaniche.**

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 non sono presenti terreni interessati da carsismo (non sono presenti nell'area terreni a chimismo carbonatico), 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, in cui i filetti fluidi si muovono in funzione del diametro efficace dei meati e del grado di interconnessione fra i meati stessi. In particolare tutte le WTG ricadono in aree caratterizzate da una permeabilità medio-bassa (per fratturazione).

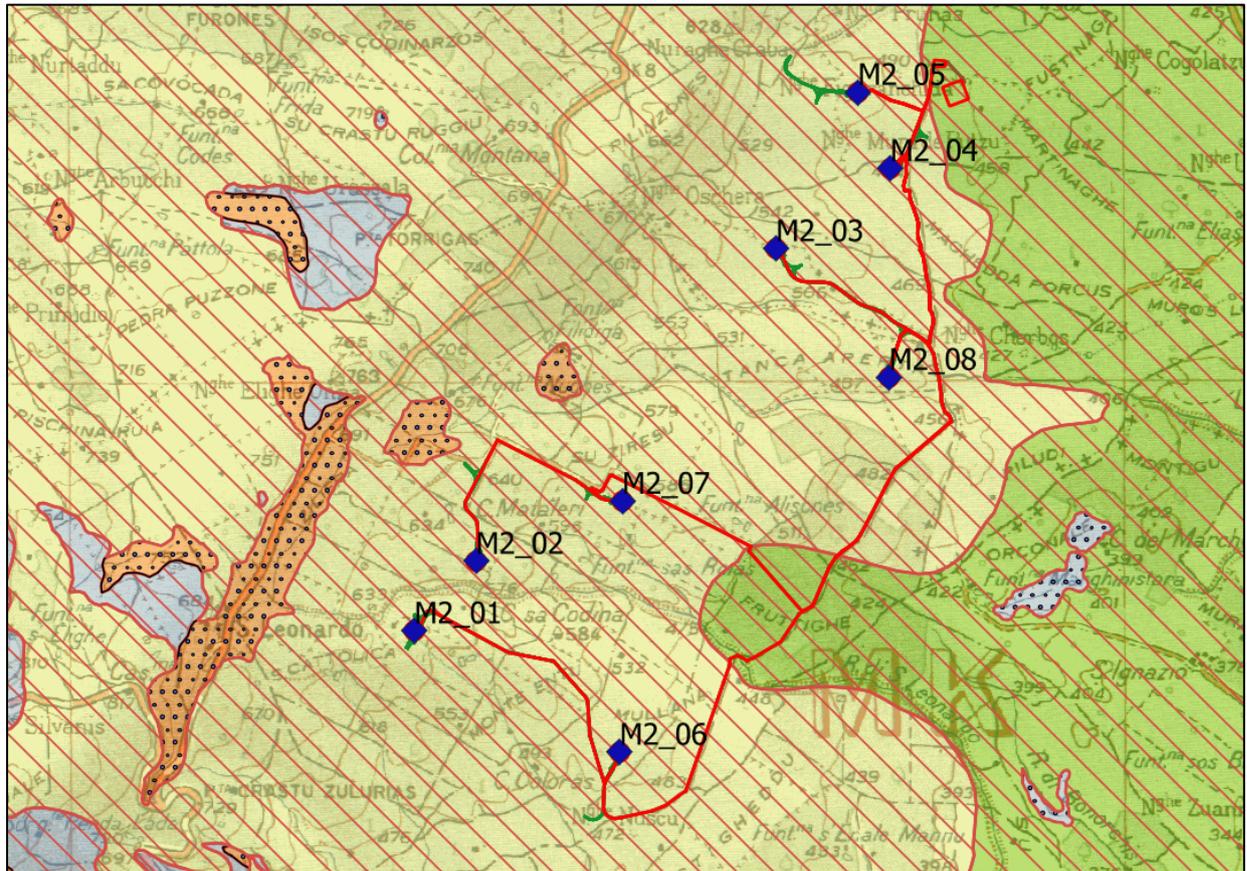
In generale quindi la circolazione idrica avviene prevalentemente per fratturazione e risente quindi della rete di discontinuità; solitamente tale rete è più fitta in superficie (minore spaziatura delle fratture e maggiore pervasività delle stesse) e decresce con l'aumentare del carico litostatico. A 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. 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 un gran numero di sorgenti, a varie quote stratigrafiche, talvolta allineate lungo la medesima linea di quota, a testimoniare la presenza di contrasti di permeabilità locali, spesso corrispondenti a singoli cicli di messa in posto dei tavolati basaltici (sorgenti per soglia di permeabilità o per discontinuità orizzontale). Molto spesso le sorgenti prendono il nome locale di “Funtana” (Funtana Mudregu, Funtana Canosa, Funtana Pilinzones, Funta Sas Roias e diverse altre). 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. 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’ampia area di dorsale della congiungente Crastu Nieddu - Crastu Truttulas - Monte Ladu - Elighe-Onna - Monte Sant’Antonio - Monte Pitzolu, rappresenta una importante area di ricarica delle falde locali, mentre immediatamente all’esterno di tale asse sono presenti le sorgenti e si irraggia il reticolo idrografico.



**Figura 27 - Carta della permeabilità del settore nord dell'impianto. Tematismi a partire da quelli disponibili nel geodatabase della Regione Sardegna.**

Una parte delle sorgenti sono ben visibili anche da immagine satellitare, in quanto captate e utilizzate a fini irrigui o per abbeverare animali da pascolo, mentre in diversi casi è possibile osservare che sorgenti e/o vasche presenti nella cartografia IGM risultano oblitrate da operazioni antropiche e/o disseccate dall'incipiente desertificazione che interessa parte della Sardegna. Di seguito vengono riportate le sorgenti presenti nel database della Regione Sardegna nello shapefile relativo a sorgenti e fontanili della Carta Tecnica Regionale, con indicazione dei nomi dove disponibili; è possibile osservare che non sono segnalate sorgenti e fontanili immediatamente a ridosso delle WTG.

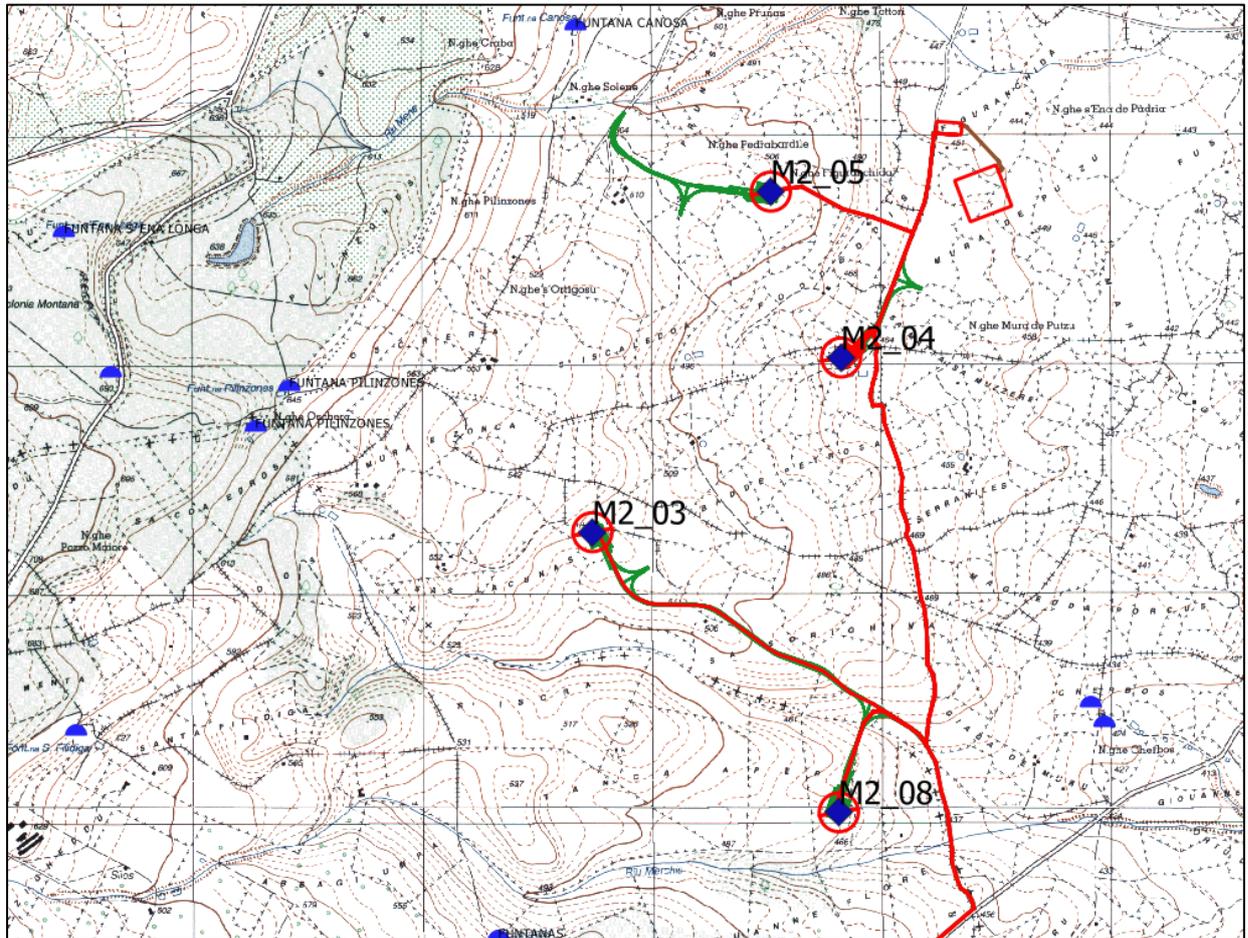
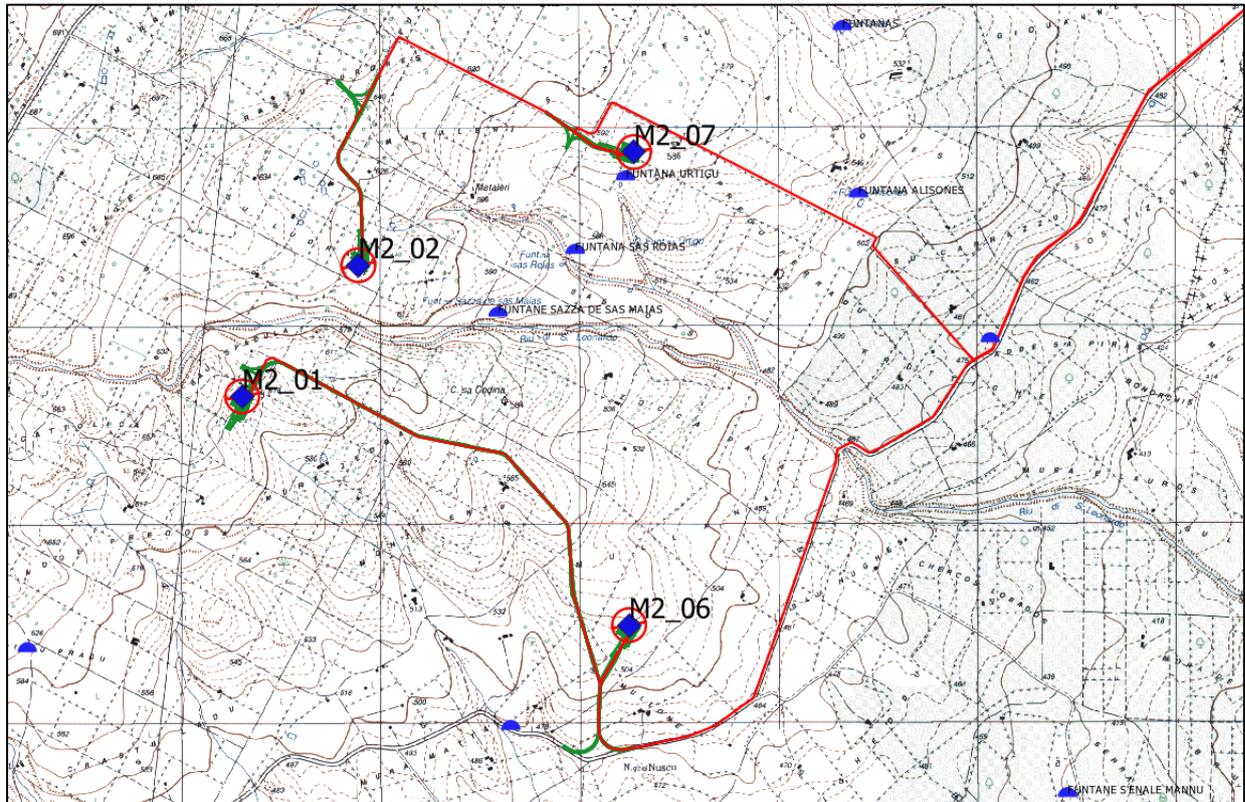


Figura 28 - Posizione e nome (dove disponibile) delle sorgenti e dei fontanili. Fonte SITR Sardegna, servizio di download [Download dati - Sardegna Geoportale](#). Zona nord dell'impianto.



**Figura 29 - Posizione e nome (dove disponibile) delle sorgenti e dei fontanili. Fonte SITR Sardegna, servizio di download [Download dati - Sardegna Geoportale](#). Zona sud dell'impianto.**

## 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

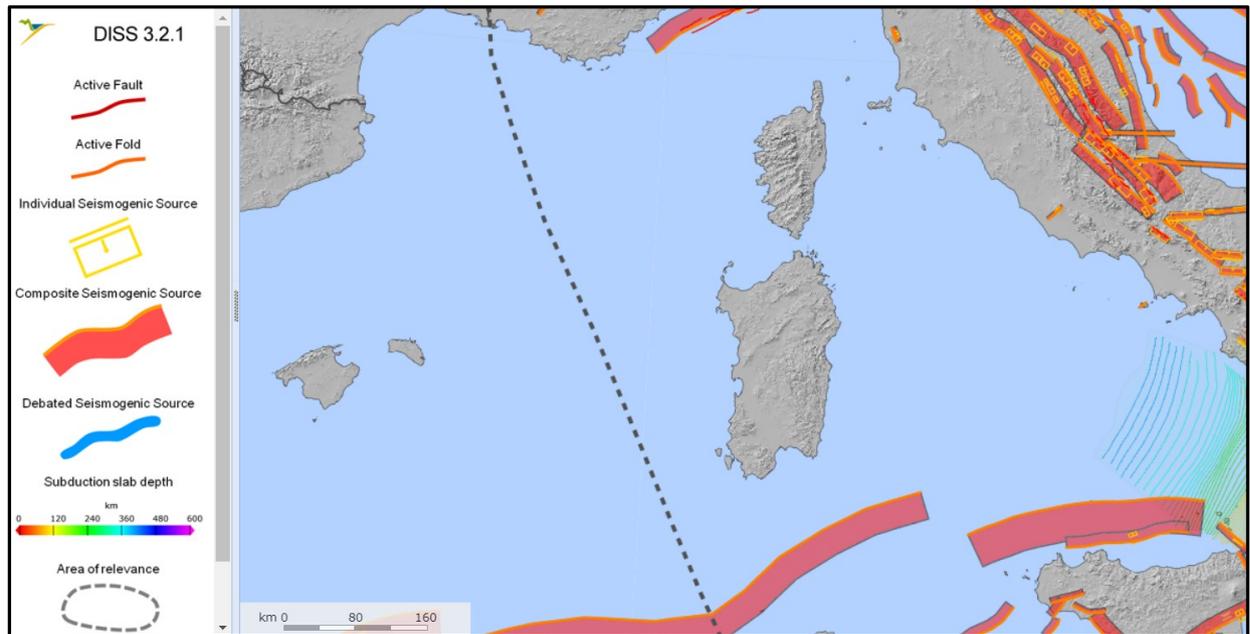
Come ampiamente noto la Sardegna è priva di sorgenti sismogenetiche note e caratterizzata da una sismicità storica pressoché assente, legata esclusivamente al risentimento locale di sismi a grande distanza.

#### 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 sismogenetiche; le sorgenti all'intorno sono posizionate

a centinaia di chilometri e le più prossime sono **Northern Africa offshore East** (magnitudo massima 7,0), **Imperia Promontory** (magnitudo massima 6,6) e la **Southern Tyrrhenian** (magnitudo massima 6,5), seguono quindi tutte le sorgenti sismogenetiche appenniniche. a causa della grande distanza nessuna di queste sorgenti è in grado di indurre deformazioni nel territorio o danni nel patrimonio antropico di rilievo.



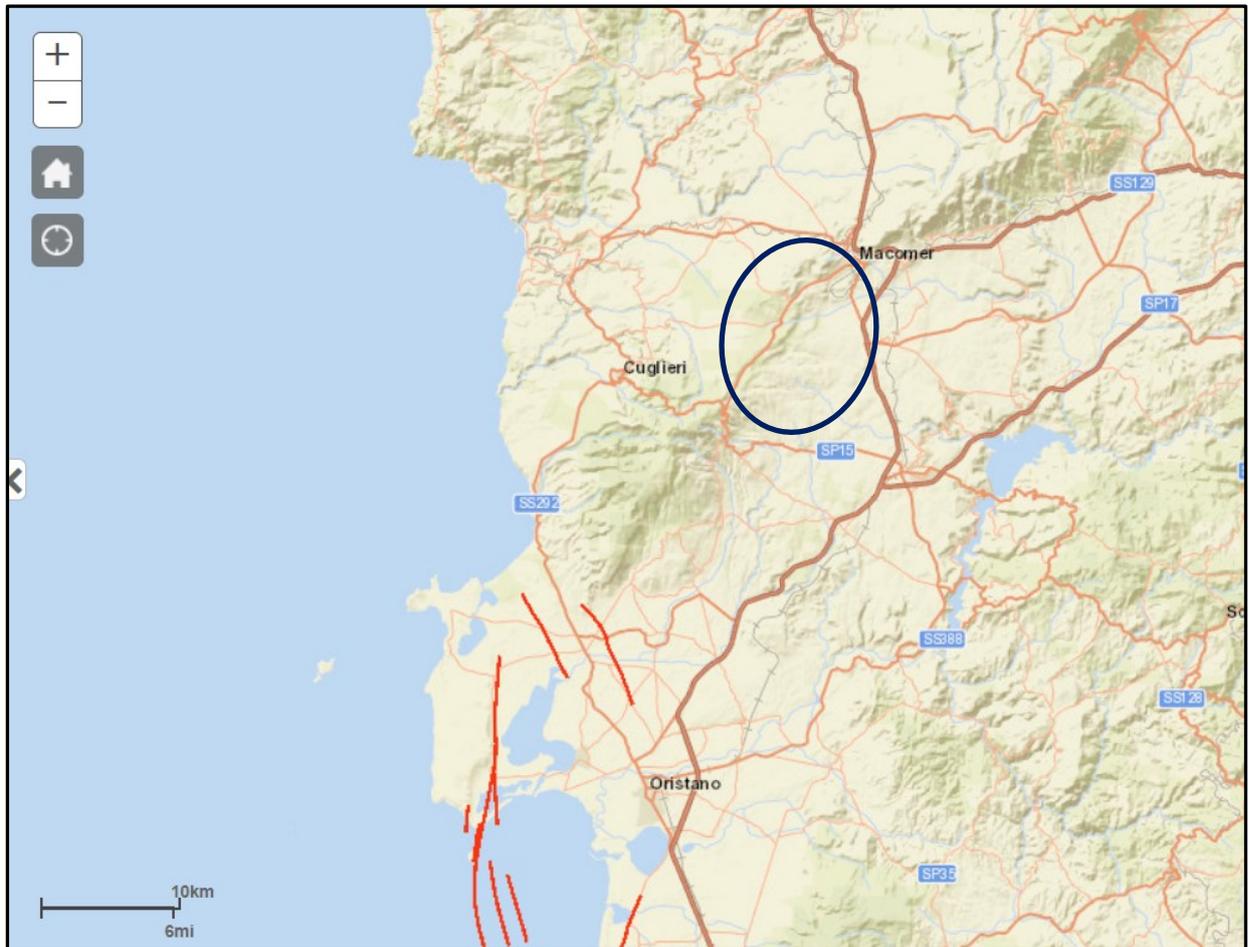
**Figura 30 - Le Sorgenti Sismogenetiche nell'intorno della Sardegna contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy"; per l'ubicazione dell'area in esame (progetto DISS - <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).**

### 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 vengono riportate nell'area più a sud-ovest, presso Oristano, in cui vengono riportate: la faglia di Baratili, una faglia cieca di attività pleistocenica a cinematismo normale del Graben del Campidano, con 8,7 km di sviluppo, la faglia di Stagno de is Bénas-Isca Maiori (7,3 km di sviluppo, cinematismo normale, *blind fault*) e la faglia Sinis 1, sempre a cinematismo normale, sub-verticale, anch'essa cieca, con sviluppo di circa 12,9 km.

Nessuno deisegmenti di faglia appena citati è collegato ad attività sismica in epoca storica.



#### Kinematics

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

Figura 31 - Le faglie capaci presenti in prossimità dell'area di studio, contenute nel database ITHACA (GeoMapView, ISPRA - <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>)

### 8.3 SISMICITÀ STORICA

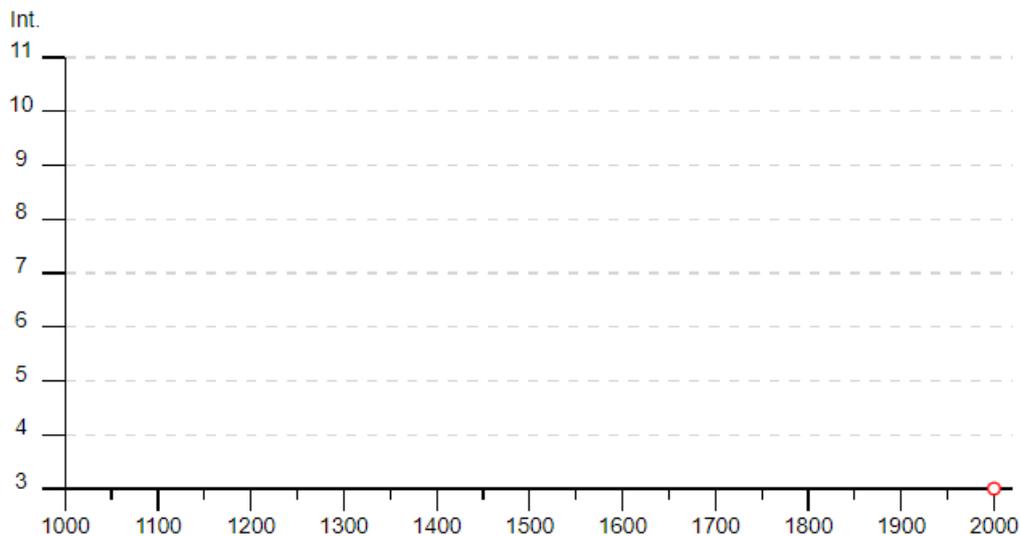
Per l'esame della sismicità storica sono disponibili le informazioni reperibili nel database INGV del progetto Emidius ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_place/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)), nel quale vengono riportati i terremoti per ciascuna località italiana.

Sono state verificate le località dell'area di impianto e per tutta l'area l'unico evento segnalato nel database è un sisma nell'area tirrenica; si riporta il tabulato per il comune di Macomer, ma i medesimi dati sono validi anche per gli altri comuni (Santu Ludssurgiu e Borore). Il risentimento macrosismico locale non è definito a causa dell'intensità troppo bassa risentita in situ.

## Macomer



PlaceID IT\_68488  
 Coordinate (lat, lon) 40.265, 8.779  
 Comune (ISTAT 2015) Macomer  
 Provincia Nuoro  
 Regione Sardegna  
 Numero di eventi riportati 1



► Personalizza il diagramma

Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
3	2000	04	26	13	37	4	Tirreno centrale	265		4.77

Figura 32 – Storia sismica di Macomer (NU); in ordinata: Intensità al sito (Is); in ascissa: anni; in alto in formato tabellare; non sono presenti sismi e l'unico riportato ha intensità locale non definita. Fonte [CPTI15-DBMI15 v3.0 \(ingv.it\)](#).

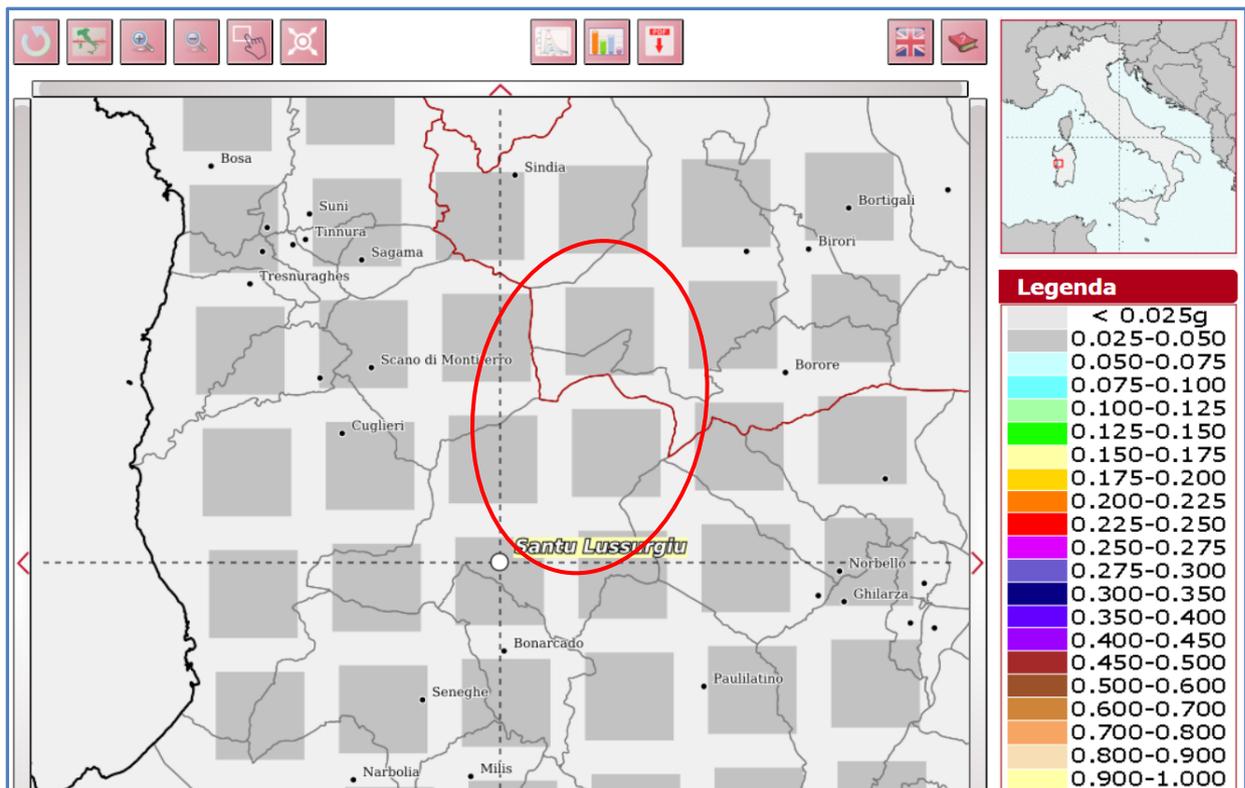
### 8.4 MACROZONAZIONE SISMICA - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

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 ag, che rappresenta l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. L'area in esame ricade nei comuni di Mcomer, Santu Lussurgiu e Borore, e rientra in zona sismica 4, a rischio sismico molto basso.

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

**Figura 33 - Livello di pericolosità delle zone sismiche suddivise in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).**

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.



**Figura 34 – 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)).**

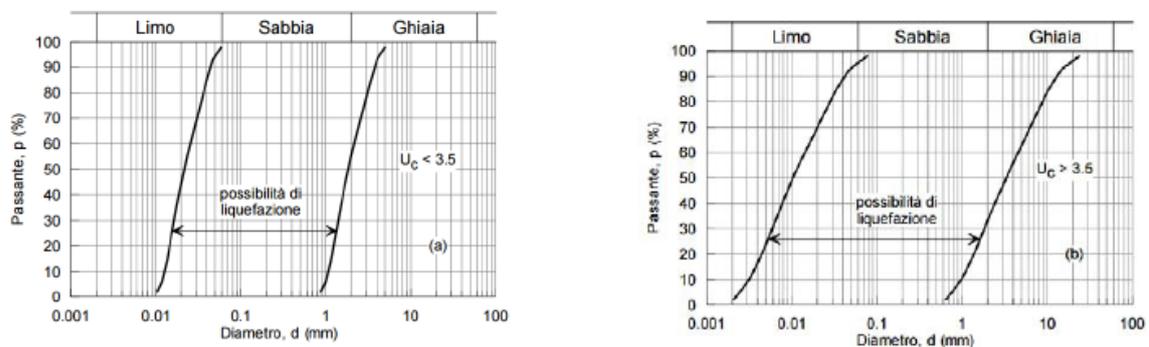
## 9. LIQUEFAZIONE

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 35 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC**

Alla luce delle caratteristiche sismiche dell'area, caratterizzata da sismicità molto bassa e dalle caratteristiche litologiche dei terreni, prevalentemente basaltici e trachibasaltici, 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". I valori di Vs sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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  $V_S$  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

Categoria	Descrizione
	scadenti con spessore massimo pari a 3 m
<b>B</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.
<b>C</b>	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.
<b>D</b>	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
<b>E</b>	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; tutte le WTG sono ubicate in contesto di versante, eccettuata la M2\_07, collocata su una blanda dorsale, caratterizzata però da un ridotto risalto morfologico e molto ampia, tale da configurarsi come categoria T1.

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 36 – Categori topografiche ai sensi delle NTC 2018**

In definitiva tutte le WTG ricadono in aree a categoria topografica T1.

## 11. RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INDAGATI

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 sono presenti due grandi categoria di terreno differenti, una afferente alla grande famiglia delle rocce di origine vulcanica, ovvero i basalti, le daciti, le riodaciti, ecc..,

mentre la seconda categoria è quella dei terreni sedimentari olocenici, rappresentati dalle alluvioni fluviali e dai prodotti eluvio-colluviali.

Le rocce vulcaniche sono inoltre interessate dai fenomeni di alterazione superficiale (weathering) e non si presentano quindi sempre nella forma litoide originaria; quando l'alterazione è sufficientemente profonda esse perdono l'aspetto di una roccia e si comportano geotecnicamente come una terra. Sarà precipuo compito delle indagini geognostiche verificare anche lo stato di alterazione dei litotipi vulcanici per verificarne il comportamento geotecnico. Di seguito viene riportata una tabella con i principali valori geotecnici per i terreni previsti. Talora si possono avere accumuli localizzati anche significativi di coltri eluvio-colluviali, in particolare nelle aree depresse o a bassa pendenza.

Complesso	Descrizione	$\phi$ (°)	C (kPa)	$c_u$ (kPa)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Modulo elastico E (Mpa)
Vulcanico integro/poco alterato	Basalti, andesiti, trachibasalti poco o nulla alterati, a consistenza litoide	36-42	100	250	2,7	95.000
Vulcanico molto alterato	Basalti, andesiti, trachibasalti molto alterati, privi di consistenza litoide	30-34	10	20	2,2	100
Coltri eluvio-colluviali	Coltri eterogranulari, molto variabili, mediamente limoso-sabbiose e in parte ghiaioso-argillose	22	5	12	1,7	9

**Tabella 2 – Parametri geotecnici di massima**

Sulla scorta di quanto verificato in base alla cartografia ufficiale disponibile è possibile esprimere un parere di massima sulle strutture di fondazione da adottare, che dovrà essere puntualmente verificato sulla scorta delle necessarie indagini in situ. Le affermazioni di seguito riportate hanno quindi un valore di larga massima.

M2-01                      Fondazioni superficiali (da verificare le condizioni morfologiche, che potrebbero indurre scavi non trascurabili)

M2-02                      Fondazioni superficiali

M2-03                      Fondazioni superficiali

M2-04                      Fondazioni superficiali

M2-05                      Fondazioni superficiali



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.25.IT.W.15067.00.055.00**

PAGE

46 di/of 46

M2-06 Fondazioni superficiali

M2-07 Fondazioni superficiali

M2-08 Fondazioni superficiali (da verificare le condizioni morfologiche, che potrebbero indurre scavi non trascurabili).

## 12. CONCLUSIONI

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologica, geomorfologica e geologico-tecnica del sito interessato dal progetto dell'impianto eolico denominato MACOMER 2 nei comuni di Macomer (NU), Borore (NU) e Santu Lussurgiu (OR).

Morfologicamente, la stabilità d'insieme dell'area appare buona e allo stato attuale non sono stati rilevati dissesti in atto o potenziali di tipo gravitativo, così come riportato dai tematismi del P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) relativo all'area in esame, disponibili sul sito del Portale Cartografico della Regione Sardegna, da cui si evince che i siti di posa delle WTG non sono interessati da vincoli per fenomeni franosi e tantomeno per rischio di esondazione.

Litologicamente le aree sono caratterizzate prevalentemente dai terreni delle serie eruttive vulcaniche, prevalentemente dei basalti e subordinatamente dei trachibasalti e delle andesiti; localmente sono presenti orizzonti non trascurabili di coltri eluvio-colluviali, ma che non dovrebbero impattare sensibilmente sulle opere di fondazione. Presuntivamente la categoria di suolo di fondazione varia fra la categoria B e la categoria A, mentre la categoria topografica è ovunque T1 (pendii poco acclivi).

Nelle successive fasi progettuali dovranno essere dettagliate le caratteristiche geolitologiche, geotecniche e sismostratigrafiche mediante una campagna di indagini appositamente realizzata.