



Engineering & Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00

PAGE

1 di/of 76

TITLE: Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO EOLICO SINDIA

## PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

File: GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00\_Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	15/12/2021	PRIMA EMISSIONE	V. Quartararo	G. Alfano	L. Sblendido

### GRE VALIDATION

COLLABORATORS	Alessandro Puosi	Alessandro Puosi
	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT  <b>SINDIA</b>	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER			COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION					
	<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>R</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>W</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

CLASSIFICATION:	COMPANY	UTILIZATION SCOPE
-----------------	---------	-------------------

This document is property of Enel Green Power 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 Green Power Spa.



Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

PAGE

2 di/of 76

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDURE DA ESPLETARE DA PARTE DEL PROPONENTE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>9</b>
4.1	COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....	13
4.1.1	<i>Aerogeneratori .....</i>	<i>13</i>
4.1.2	<i>Fondazioni aerogeneratori .....</i>	<i>16</i>
4.1.3	<i>Piazzole aerogeneratori.....</i>	<i>16</i>
4.1.4	<i>Viabilità di impianto .....</i>	<i>17</i>
4.1.5	<i>Site Camp (area di cantiere).....</i>	<i>21</i>
4.1.6	<i>Elettrodotto interrato MT.....</i>	<i>21</i>
4.1.7	<i>Stallo di Trasformazione e Sottostazione Multiutente 150/33 kV.....</i>	<i>22</i>
4.1.8	<i>Elettrodotto interrato AT .....</i>	<i>24</i>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO .....</b>	<b>25</b>
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE.....	25
5.2	ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE.....	31
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL SITO .....</b>	<b>44</b>
6.1	INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	44
6.2	IDROGEOLOGIA .....	55
6.2.1	<i>Assetto idrogeologico locale.....</i>	<i>58</i>
<b>7</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO DELLE AREE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>SITI A RISCHIO POTENZIALE .....</b>	<b>63</b>
8.1	SCARICHI DI ACQUE REFLUE INDUSTRIALI .....	63
8.2	SITI INDUSTRIALI E AZIENDE A RISCHIO INCIDENTE RILEVANTE (RIR).....	63
8.3	BONIFICHE SITI CONTAMINATI .....	65
8.4	VICINANZA A STRADE DI GRANDE COMUNICAZIONE.....	66
8.5	DISCARICHE E/O IMPIANTI DI RECUPERO E SMALTIMENTO RIFIUTI .....	66
<b>9</b>	<b>AREE DI INTERESSE NATURALISTICO .....</b>	<b>67</b>
<b>10</b>	<b>STIMA PRELIMINARE DEL VOLUME DI SCAVO.....</b>	<b>69</b>
10.1	PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA .....	71
10.2	TEST DI CESSIONE .....	75
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>76</b>



Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

PAGE

3 di/of 76

## 1 PREMESSA

Con riferimento al progetto dell'impianto eolico, comprensivo delle opere di connessione, proposto da ENEL GREEN POWER ITALIA S.R.L., nei comuni di Macomer, Sindia, Borore (ricadenti nella provincia di Nuoro) e Santu Lussurgiu, Scano di Montiferro (ricadenti nella provincia di Oristano), il presente documento illustra il "Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo", redatto in conformità all'art. 24 del D.P.R. n. 120 del 2017.

Vengono in esso riportate le informazioni relative alle procedure da seguire, in fase esecutiva, per la corretta gestione delle terre e rocce da scavo.

## 2 QUADRO NORMATIVO

La normativa nazionale in ambito di gestione delle terre e rocce da scavo, prevede come disciplina principale di riferimento il D.Lgs. 152/2006 art.186.

In data 22/08/2017 è entrato in vigore il DPR 120/2017, "Regolamento recante disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo", ai sensi dell'art. 8 del decreto-legge n. 133 del 2014, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 164 del 2014. Prima dell'approvazione del Regolamento erano previsti tre livelli di procedura:

- Opere soggette ad AIA/VIA: DM 161/2012
- Scavi < 6.000 mc non soggette ad AIA/VIA: art. 41-bis legge 9 agosto 2013 n.43
- Scavi > 6.000 mc non soggette ad AIA/VIA: art. 186 Dlgs 152/2006

Il nuovo regolamento abroga il D.M. 161/2012 e tutte le altre norme di riferimento sulla materia (l'articolo 184 -bis, comma 2 -bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152; gli articoli 41, comma 2 e 41 -bis del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 agosto 2013, n. 98) ed introduce gli elementi di semplificazione di seguito riportati:

### **Deposito intermedio (art.5):**

- 1. Il deposito intermedio delle terre e rocce da scavo può essere effettuato nel sito di produzione, nel sito di destinazione o in altro sito a condizione che siano rispettati i seguenti requisiti:**

a) il sito rientra nella medesima classe di destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione, nel caso di sito di produzione i cui valori di soglia di contaminazione rientrano nei valori di cui alla colonna B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, oppure in tutte le classi di destinazioni urbanistiche, nel caso in cui il sito di produzione rientri nei valori di cui alla colonna A, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del medesimo decreto legislativo;

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 4 di/of 76
---	---	--

- b) l'ubicazione e la durata del deposito sono indicate nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21;
- c) la durata del deposito non può superare il termine di validità del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21;
- d) il deposito delle terre e rocce da scavo è fisicamente separato e gestito in modo autonomo anche rispetto ad altri depositi di terre e rocce da scavo oggetto di differenti piani di utilizzo o dichiarazioni di cui all'articolo 21, e a eventuali rifiuti presenti nel sito in deposito temporaneo;
- e) il deposito delle terre e rocce da scavo è conforme alle previsioni del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21 e si identifica tramite segnaletica posizionata in modo visibile, nella quale sono riportate le informazioni relative al sito di produzione, alle quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21.
- 2. Il proponente o il produttore può individuare nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21, uno o più di siti di deposito intermedio idonei. In caso di variazione del sito di deposito intermedio indicato nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21, il proponente o il produttore aggiorna il piano o la dichiarazione in conformità alle procedure previste dal presente regolamento.**
- 3. Decorso il periodo di durata del deposito intermedio indicato nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21, viene meno, con effetto immediato, la qualifica di sottoprodotto delle terre e rocce non utilizzate in conformità al piano di utilizzo o alla dichiarazione di cui all'articolo 21 e, pertanto, tali terre e rocce sono gestite come rifiuti, nel rispetto di quanto indicato nella Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152..**

**Comunicazione preventiva trasporto (art.6):** si prevede l'eliminazione dell'obbligo di comunicazione preventiva all'Autorità competente di ogni trasporto avente ad oggetto terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti generate nei cantieri di grandi dimensioni (obbligo già previsto nella prima parte dell'Allegato VI al D.M. 161/2012, ora abrogato).

**Procedura di qualificazione come sottoprodotti e piano di utilizzo (art.9):** viene introdotta una procedura più spedita per attestare che le terre e rocce da scavo generate nei cantieri di grandi dimensioni soddisfano i requisiti stabiliti dalle norme europee e nazionali per essere qualificate come sottoprodotti. Tale procedura, che opera con meccanismi



 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 5 di/of 76
---	---	--

analoghi a quelli della Segnalazione certificata di inizio attività, in coerenza alle previsioni della Direttiva 2008/98/UE, non subordina più la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti alla preventiva approvazione del Piano di utilizzo da parte dell'autorità competente, ma prevede che il proponente, decorsi 90 giorni dalla presentazione del piano di utilizzo all'Autorità competente, possa avviare la gestione delle terre e rocce da scavo nel rispetto del Piano di utilizzo.

**Modifiche al Piano di utilizzo (art.15):** viene introdotta una procedura più spedita per apportare “*modifiche sostanziali*” al Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotto generate nei cantieri di grandi dimensioni. Tale procedura riprende quella menzionata al punto precedente, e si sostanzia nella trasmissione all'Autorità competente del Piano modificato, corredato di idonea documentazione a supporto delle modifiche introdotte. L'autorità competente verifica d'ufficio la completezza e la correttezza amministrativa della documentazione presentata e, entro 30 giorni dalla presentazione del piano di utilizzo aggiornato, può chiedere in un'unica soluzione integrazioni della documentazione. Decorso tale termine la documentazione si intende comunque completa. Decorsi 60 giorni dalla trasmissione del piano di utilizzo aggiornato, senza che sia intervenuta richiesta di integrazione documentale da parte dell'autorità competente, è possibile procedere in conformità al piano di utilizzo aggiornato. La speditezza deriva dall'aver eliminato, rispetto alle previsioni contenute nel D.M. 161/2012, la necessaria preventiva approvazione del Piano di utilizzo modificato. Tale previsione semplifica quella previgente, anche sotto il profilo degli effetti, in quanto, nel caso di una modifica riguardante il quantitativo che non sia regolarmente comunicata, consente di qualificare sottoprodotti almeno il quantitativo delle terre e rocce gestite in conformità al Piano; la norma prevede infatti che solo per le quantità eccedenti scatterà l'obbligo di gestirle come rifiuti.

**Proroga del Piano di utilizzo (art.16):** Si prevede la possibilità di prorogare di due anni la durata del Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo generate nei cantieri di grandi dimensioni, tramite una comunicazione al Comune e all'ARPA/APPA competente (tale possibilità non era prevista nel D.M. 161/2012, che prevedeva solo la possibilità di apportare modifiche sostanziali).

**Attività di analisi delle ARPA/APPA (art. 10 comma 2):** Sono previsti tempi certi, pari a 60 giorni, per lo svolgimento delle attività di analisi affidate alle ARPA/APPA per la verifica della sussistenza dei requisiti dichiarati nel Piano di utilizzo delle le terre e rocce da scavo

 <p><b>Engineering &amp; Construction</b></p>	 <p>WE ENGINEERING</p>	<p>GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b></p> <p>PAGE 6 di/of 76</p>
---	---	---

generate nei cantieri di grandi dimensioni (il D.M. 161/2012 non stabiliva il termine entro il quale dovevano essere ultimati tali accertamenti tecnici).

**Modifica o proroga del Piano di utilizzo nei piccoli cantieri:** Si prevede la possibilità di apportare modifiche sostanziali o di prorogare il Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo - generate in cantieri di piccole dimensioni o in cantieri di grandi dimensioni relativi ad opere non sottoposte a VIA o AIA - con una procedura estremamente semplice, che si sostanzia in una comunicazione (tale possibilità non risultava prevista dal D.M. 161/2012).

**Deposito temporaneo terre e rocce qualificate rifiuti (art.23):** Viene introdotta una disciplina specifica per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti, che tiene conto delle peculiarità proprie di questa tipologia di rifiuto prevedendo pertanto quantità massime ammesse al deposito superiori a quelle ordinariamente previste nel Dgls 152/2006, che invece risulta applicabile indistintamente a tutte le tipologie di rifiuti.

**Siti oggetto di bonifica (artt. 25 e 26):** Sono introdotte nuove condizioni in presenza delle quali è consentito l'utilizzo, all'interno di un sito oggetto di bonifica, delle terre e rocce ivi scavate, estendendo il regime semplificato già previsto dall'art. 34 del D.L. 133/2014. Altresì sono previste procedure uniche per gli scavi e la caratterizzazione dei terreni generati dalle opere da realizzare nei siti oggetto di bonifica. In estrema sintesi, le nuove disposizioni estendono l'applicazione delle procedure attualmente previste dal menzionato art. 34 del D.L. 133/2014 a tutti i siti nei quali sia attivato un procedimento di bonifica, con l'obiettivo di garantire agli operatori un riferimento normativo unico chiaro che consenta loro di realizzare opere anche in detti siti.

**Utilizzo in sito nell'ambito di opere sottoposte a VIA (art.24 comma 3):** Viene introdotta una specifica procedura per l'utilizzo in sito delle terre e rocce escluse dal campo di applicazione dei rifiuti e prodotte nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a Valutazione di impatto ambientale. In mancanza di tale procedura, sino ad oggi, in sede di VIA non è stato possibile autorizzare operazioni di utilizzo in sito ai sensi dell'art. 185, comma 1, lettera c) del Dgls 152/2006.

**Garanzie finanziarie:** Il regolamento non prevede la necessità di idonee garanzie finanziarie qualora l'opera di progettazione e il relativo Piano di utilizzo non vadano a buon fine (come precedentemente previsto dall'art. 4, comma 3, del D.M. 161/2012). Tale disposizione non è

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 7 di/of 76
---	---	--

stata confermata in quanto non prevista dalla vigente normativa europea e non giustificata da esigenze di tutela ambientale e sanitaria.

La Normativa nazionale quindi non esclude a priori il materiale da scavo dall'ambito dei rifiuti (terre e rocce da scavo risultano rifiuti speciali - codice CER 170504) ma, considerandoli come sottoprodotti, ne prevede il riutilizzo secondo precisi criteri e nel rispetto di determinati requisiti tecnici e ambientali. Nella fattispecie, salvaguardando le caratteristiche di "non contaminazione" e le modalità di riutilizzo, uno dei punti cruciali del disposto normativo ad oggi vigente, è il sito di riutilizzo.

L'operatore infatti può scegliere di gestire i materiali di risulta dagli scavi, secondo i seguenti scenari (che possono anche coesistere nel medesimo intervento, per quantità ben distinte di materiali):

- in caso di riutilizzo al di fuori del sito di produzione (secondo il regime di sottoprodotti ai sensi dell'art. 4 del DPR 120/2017) per cantieri di grandi dimensioni sottoposti a VIA (volumi di scavo >6000 mc), si fa riferimento al Capo II, del Titolo I, del DPR 120/2017;
- in caso di riutilizzo al di fuori del sito di produzione (secondo il regime di sottoprodotti ai sensi dell'art. 4 del DPR 120/2017), per piccoli cantieri (volumi di scavo < 6000 mc) e grandi cantieri non soggetti a VIA o AIA, si fa riferimento al Capo III e Capo IV, del Titolo I, del DPR 120/2017;
- in caso di riutilizzo nello stesso sito di produzione si fa riferimento al Titolo IV del DPR 120/2017; l'articolo di pertinenza risulta essere l'art. 24, richiamante l'art. 185 *del D.Lgs. 152/2006* che regola la gestione dei progetti con produzione di terre e rocce non contaminate, riutilizzate in sito allo stato naturale;
- in caso di gestione del materiale attraverso lo smaltimento in qualità di rifiuto, si fa riferimento al Titolo III del DPR 120/2017.

### **3 PROCEDURE DA ESPLETARE DA PARTE DEL PROPONENTE DEGLI INTERVENTI**

Le terre e rocce da scavo prodotte durante la realizzazione delle opere in progetto non verranno classificate come sottoprodotto bensì verranno utilizzate nel sito di produzione delle

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 8 di/of 76
---	---	--

stesse in accordo all'articolo 24 del D.P.R. 120/2017, la quantità eccedente verrà conferita a centro autorizzato al recupero e/o a discarica.

Secondo il citato articolo 24 del D.P.R. 120/2017, ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. La non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017.

I risultati delle analisi sui campioni dovranno essere confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

Relativamente alle terre e rocce da scavo non conformi alle CSC, verranno gestiti in conformità alla Parte IV - D.Lgs 152/06 e destinati ad idonei impianti di smaltimento.

Nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'allegato 10.

Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale, le matrici materiali di riporto sono sottoposte al test di cessione effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure

semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla G. U. n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del D.lgs 152/2006, o comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

Si definisce materiale di riporto di cui all'art. 41 del D.L. 69/2013 una "miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito, e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri".

La caratterizzazione di base è effettuata a carico del produttore delle terre e rocce da scavo.

La produzione di terre e rocce da scavo avviene nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a VIA, pertanto la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è effettuata

 <p><b>Engineering &amp; Construction</b></p>	 <p>WE ENGINEERING</p>	<p>GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b></p> <p>PAGE 9 di/of 76</p>
---	---	---

in via preliminare, in funzione del livello di progettazione definitiva e in fase di stesura dello studio di impatto ambientale (SIA), attraverso il presente Piano.

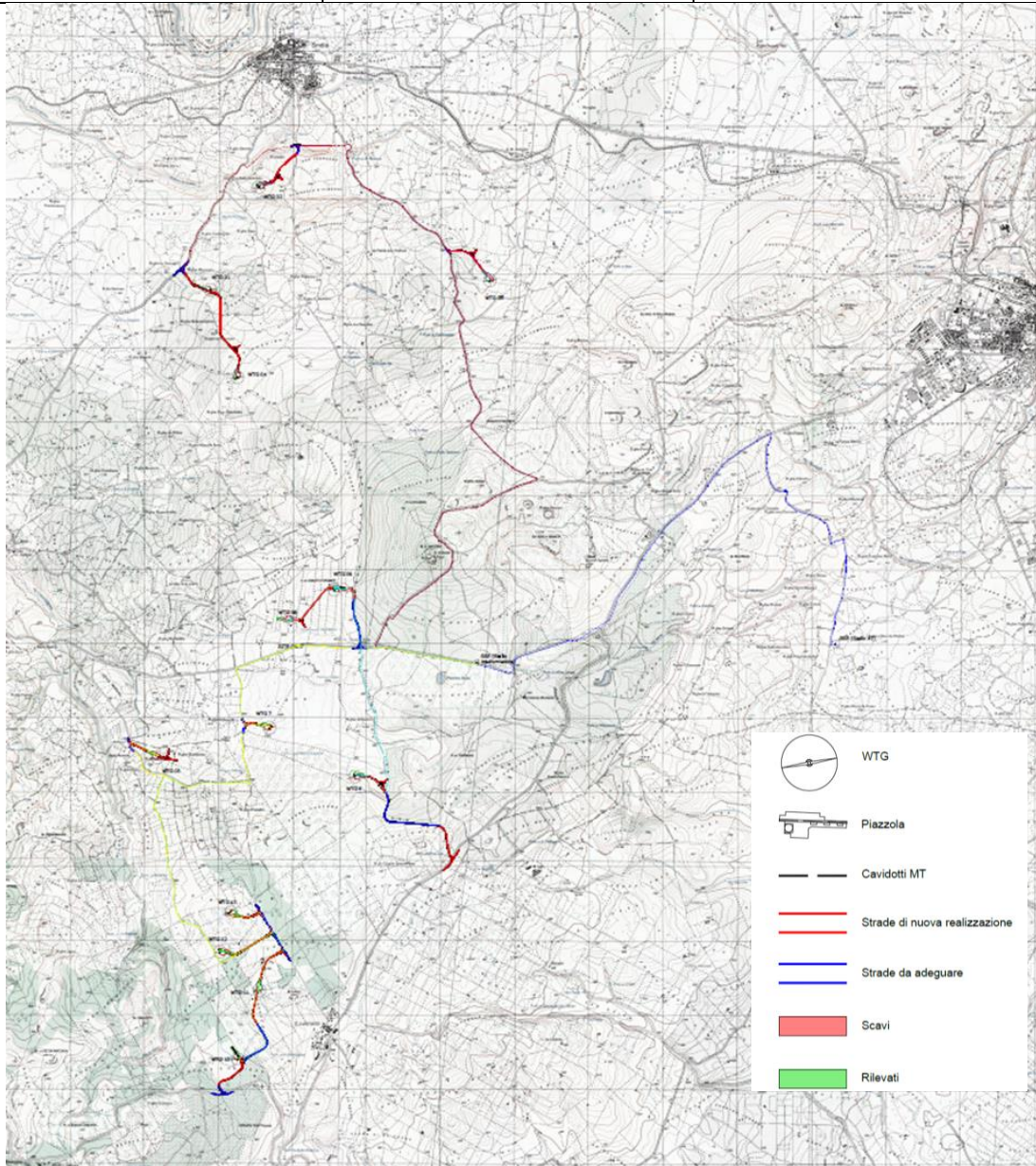
In fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, in conformità alle previsioni del presente documento, il proponente o l'esecutore:

- effettua il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale, in conformità con quanto pianificato in fase di autorizzazione;
- redige, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito progetto in cui sono definite:
  - le volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;
  - la quantità delle terre e rocce da riutilizzare;
  - la collocazione e durata dei depositi delle terre e rocce da scavo;
  - la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.
- gli esiti delle attività eseguite, ai sensi del comma 3 dell'art. 24 del DPR 120/2017, sono trasmessi all'autorità competente ed all'Arpa Sardegna, prima dell'avvio dei lavori.

#### **4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO**

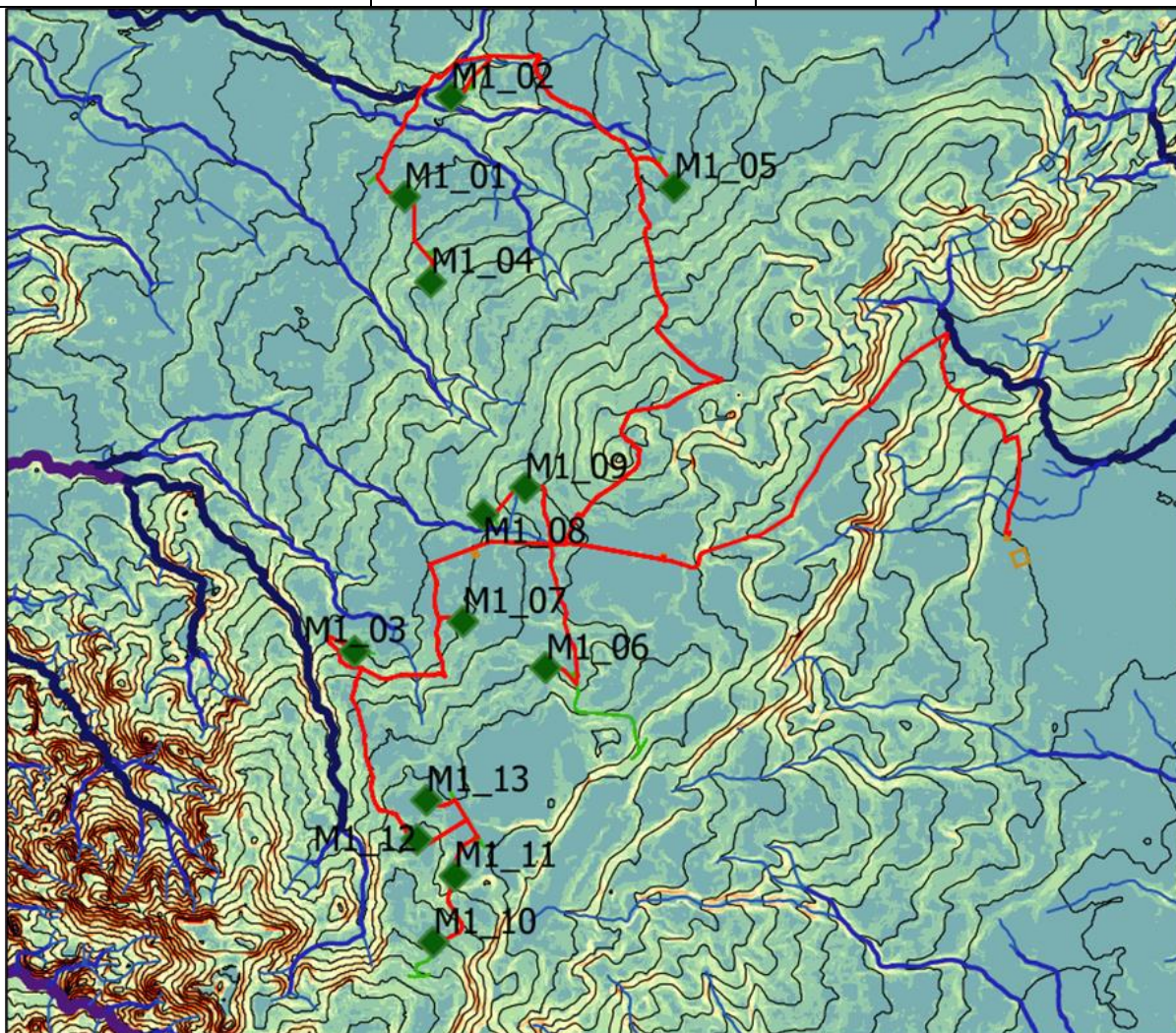
Il parco eolico è costituito da N.13 aerogeneratori e relative opere di connessione, interessa i comuni di Macomer, Sindia, Borore (ricadenti nella provincia di Nuoro) e Santu Lussurgiu, Scano di Montiferro (ricadenti nella provincia di Oristano). L'impianto, proposto in aree distanti da centri abitati, si sviluppa altimetricamente tra le quote comprese fra 496 m (WTG 1) e 798 m.s.l.m. (WTG 10); l'orografia del territorio è caratterizzata dalla presenza di una serie di versanti che degradano con pendenze variabili tra 5 e 30 per cento.





**Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area di intervento su Carta Tecnica Regionale**





**Figura 2. Carta delle pendenze dell'area; i toni caldi indicano le pendenze maggiori (indicate in % in legenda. Equidistanza delle curve di livello 25 m.**

L'impianto è costituito da n.13 aerogeneratori di potenza nominale singola pari a 6 MW, per una potenza nominale complessiva pari a 78 MW.

I tredici aerogeneratori sono divisi in cinque sottogruppi (Clusters). All'interno di ogni cluster gli aerogeneratori sono connessi con collegamento di tipo "entra-esce" rigido alla linea MT di distribuzione a 33kV. L'immissione in rete dell'energia prodotta dal parco eolico, riferita alla potenza di 78MW, avverrà mediante il collegamento tra la sottostazione multiutente SSE150kV e la SE di trasformazione 380/150 kV TERNA, ubicata nelle immediate vicinanze della stessa. In particolare, i cluster si collegheranno in MT allo stallo trasformatore 150/33 kV da realizzare nel comune di Macomer (Foglio 42). In uscita dallo stallo trasformatore verrà realizzato un collegamento in cavo AT interrato fino allo stallo 150 kV della sottostazione multiutente da realizzare sempre nei comune di Macomer (Foglio 56). Dallo stallo linea della SSE 150 kV si avrà il collegamento in cavo interrato AT alla Cabina di

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE
		<b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b>  PAGE 12 di/of 76

trasformazione 380/150 kV TERNA, ubicata nelle immediate vicinanze.

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della sottostazione multiutente e la nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta nuova stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Le coordinate degli aerogeneratori costituenti l'impianto, espresse nel sistema di riferimento UTM-WGS84 (fuso 33), risultano:

ID AEROGENERATORE	UTM-WGS84		ALTITUDINE (m.s.l.m.)
	EST	NORD	
WTG1	469804.00	4457600.00	496
WTG2	470459.00	4458984.00	474
WTG3	469092.00	4451296.00	622
WTG4	470168.00	4456420.00	546
WTG5	473567.00	4457724.00	596
WTG6	471755.00	4451043.00	700
WTG7	470600.00	4451697.00	646
WTG8	470884.78	4453175.77	650
WTG9	471470.00	4453559.00	702
WTG10	470171.00	4447238.00	795
WTG11	470465.00	4448164.00	730
WTG12	469934.00	4448677.00	753
WTG13	470081.00	4449217.00	735

**Tabella 1: Coordinate degli aerogeneratori in progetto**

Propedeutico all'esercizio dell'impianto saranno la realizzazione della sottostazione multiutente e di tutte le opere accessorie e di servizio per la costruzione e gestione dell'impianto, quali:

- Piazzole di montaggio e manutenzione per ogni singolo aerogeneratore;
- Viabilità interna di accesso alle singole piazzole sia per le fasi di cantiere che per le fasi di manutenzione;
- Cavidotti MT (33 kV) interrati interni all'impianto di connessione tra i singoli aerogeneratore;



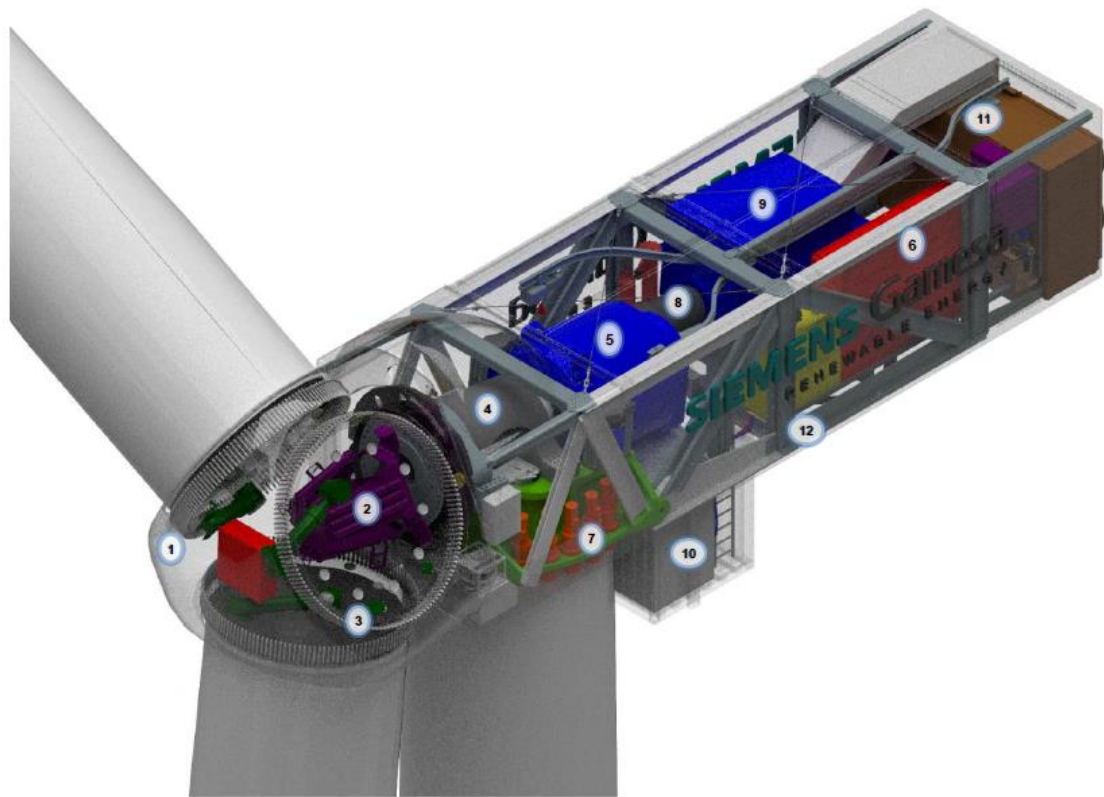
 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	<i>GRE CODE</i> <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> <i>PAGE</i> 13 di/of 76
---	---	---

- Cavidotto MT (33 kV) di veicolazione dell'energia prodotta dall'intero parco eolico allo stallo di trasformazione 150/33 kV;
- Stallo trasformatore 150/33 kV con predisposizione di quadro MT (ubicata nel comune di Macomer foglio 42)
- Cavidotto AT (150 kV) di collegamento tra lo stallo trasformatore e la SSE multiutente;
- Sottostazione utente 150 kV (ubicata nel comune di Macomer foglio 56);
- Cavidotto AT di connessione tra la sottostazione utente e la Futura Stazione di trasformazione TERNA 380/150 kV (ubicata nel comune di Macomer foglio 56).

#### 4.1 COMPONENTI DELL'IMPIANTO

##### 4.1.1 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico hanno tutti lo stesso numero di pale (tre) e la stessa altezza. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.



1 Hub	7 Yaw system
2 Pitch system	8 High speed shaft
3 Blade bearings	9 Generator
4 Low speed shaft	10 Transformer
5 Gearbox	11 Cooling system
6 Electrical cabinets	12 Rear Structure

**Figura 3- Allestimento navicella dell'aerogeneratore**

### Rotore

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

Diametro: 170 m

Superficie massima spazzata dal rotore: 22.697 m<sup>2</sup>

Numero di pale: 3

Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

### Torre

Tipo tubolare in acciaio e/o in cemento armato.

**Pale**

Il materiale di cui risulta costituita la pala è composto da una matrice in fibra di vetro e carbonio pultrusi. La pala utilizza un design basato su profili alari. La lunghezza della singola pala è pari a 83,33 m.

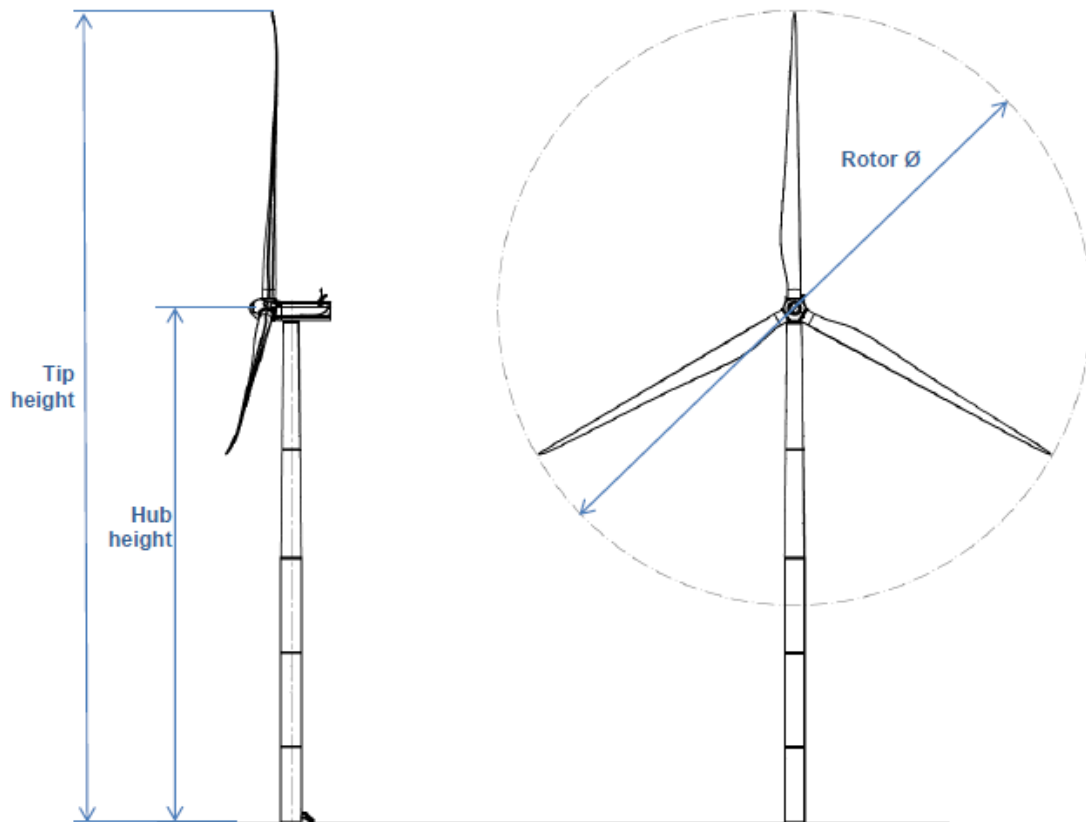


Figura 4- Dimensioni aerogeneratore tipo

Altezza della punta (Tip height)	200 m
Altezza del mozzo (Hub height)	115 m
Diametro del rotore (Rotor Ø)	170 m

Tabella 2- Dimensioni aerogeneratore tipo

**Generatore**

Tipo DFIG asincrono, potenza massima 6150 kW



Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

PAGE

16 di/of 76

#### 4.1.2 Fondazioni aerogeneratori

Le opere di fondazione degli aerogeneratori, completamente interrate, saranno del tipo diretto consistenti in plinti in cemento armato.

Per maggiori approfondimenti si rinvia agli elaborati progettuali "GRE.EEC.D.25.IT.W.15066.00.043\_Tipico Fondazioni Aerogeneratore" e "GRE.EEC.R.25.IT.W.15066.00.049\_Calcoli preliminari fondazioni aerogeneratori"

#### 4.1.3 Piazzole aerogeneratori

In fase di cantiere e di realizzazione dell'impianto sarà necessario approntare delle aree, denominate piazzole degli aerogeneratori, prossime a ciascuna fondazione, dedicate al posizionamento delle gru ed al montaggio di ognuno dei 13 aerogeneratori costituenti il Parco Eolico.

Internamente alle piazzole si individuano le seguenti aree:

- ✓ Area della gru di supporto
- ✓ Area di stoccaggio delle sezioni della torre
- ✓ Area di stoccaggio della navicella
- ✓ Area di stoccaggio delle pale
- ✓ Area di assemblaggio della gru principale
- ✓ Area di stoccaggio dei materiali e degli strumenti necessari alle lavorazioni di cantiere

Le dimensioni delle diverse aree sono rappresentate nell'elaborato "GRE.EEC.D.25.IT.W.15066.00.045\_Tipico piazzola-piante e sezioni".

La realizzazione di tutte le piazzole sarà eseguita mediante uno spianamento dell'area circostante ciascun aerogeneratore, prevedendo una pendenza longitudinale della singola piazzola compresa tra 0,2% e 1% utile al corretto deflusso delle acque superficiali.

Nella zona di installazione della gru principale la capacità portante sarà pari ad almeno 4 kg/cm<sup>2</sup>, tale valore può scendere a 2 kg/cm<sup>2</sup> se si prevede di utilizzare una base di appoggio per la gru; la sovrastruttura è prevista in misto stabilizzato per uno spessore totale di circa 30 cm.

Il terreno esistente deve essere adeguatamente preparato prima di posizionare gli strati della sovrastruttura. È necessario raggiungere la massima rimozione del suolo e un'adeguata compattazione al fine di evitare cedimenti del terreno durante la fase d'installazione dovuti al posizionamento della gru necessaria per il montaggio.

#### 4.1.4 Viabilità di impianto

L'accesso al sito da parte dei mezzi di trasporto degli aerogeneratori, avverrà attraverso le strade esistenti. Al fine di limitare al minimo gli interventi di adeguamento, sono state prese in considerazione nuove tecniche di trasporto finalizzate a ridurre al minimo gli spazi di manovra degli automezzi. Rispetto alle tradizionali tecniche di trasporto è previsto l'utilizzo di mezzi che permettono di modificare lo schema di carico durante il trasporto e di conseguenza limitare i raggi di curvatura, le dimensioni di carreggiata e quindi i movimenti terra e l'impatto sul territorio.

Le aree di ubicazione degli aerogeneratori risultano raggiungibili dalla viabilità di impianto di nuova realizzazione. La presenza della viabilità esistente ha consentito, in fase di redazione del progetto, di minimizzare gli effetti derivanti dalla realizzazione dei tratti di strada in progetto, limitati alle zone dove non è presente alcun tipo di viabilità fruibile e/o adeguabile, portando allo sviluppo della nuova viabilità di accesso, tra le strade esistenti e/o adeguate e le piazzole di servizio degli aerogeneratori.



Figura 5- Tracciato planimetrico viabilità di nuova realizzazione.

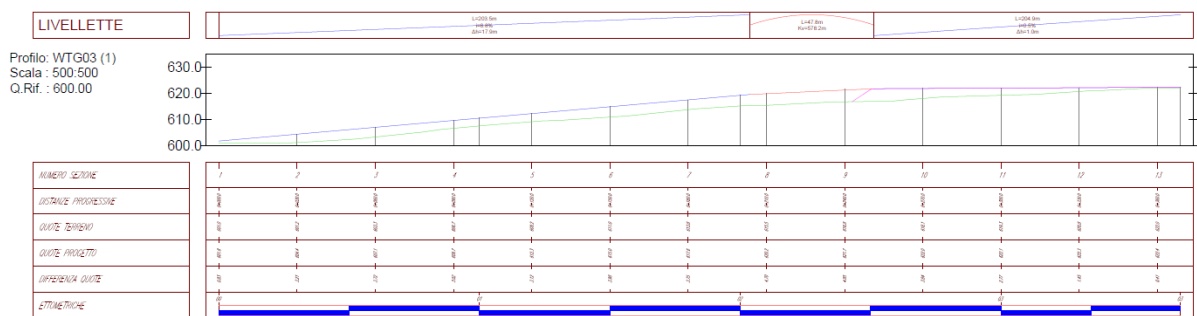


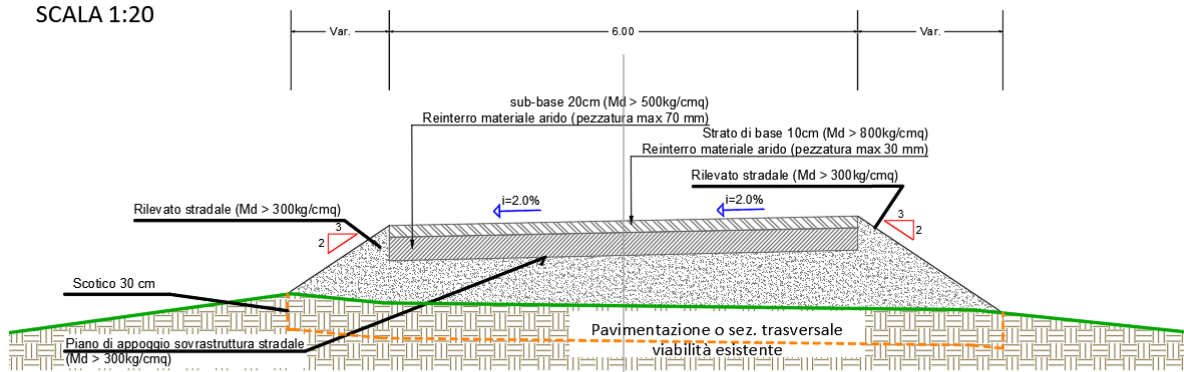
Figura 6- Profilo longitudinale tratto di viabilità di nuova realizzazione. Fonte: elaborato di progetto "GRE.EEC.D.25.IT.W.15066.00.052\_Profilo longitudinali stradali"

Nel caso di adeguamento di strade esistenti e/o di creazione di strade nuove, la larghezza normale della strada in rettiliflo fra i cigli estremi (cunette escluse) è fissata in 6 m.

Il profilo trasversale della strada è costituito da una falda unica con pendenza dell'1%.

Nei tratti in trincea o a mezza costa la strada è fiancheggiata, dalla cunetta di scolo delle acque, in terra rivestita, di sezione trapezoidale (superficie minima 0,30 m<sup>2</sup>). Nelle zone in riporto in cui la pendenza naturale del terreno non segue la pendenza del rilevato in progetto, ma risulta alla stessa contraria, per evitare che la base del rilevato possa essere scalzata nel tempo, verrà previsto un fosso di raccolta delle acque di pioggia, al piede del rilevato, al fine di convogliare le acque meteoriche verso il primo impluvio naturale. Le scarpate dei rilevati avranno l'inclinazione indicata nelle sagome di progetto oppure una diversa che dovesse rendersi necessaria in fase esecutiva in relazione alla natura e alla consistenza dei materiali con i quali dovranno essere formati.

SEZIONE TIPICA VIABILITÀ DA REALIZZARE IN RILEVATO  
SCALA 1:20



SEZIONE TIPICA VIABILITÀ DA REALIZZARE IN SCAVO  
SCALA 1:20

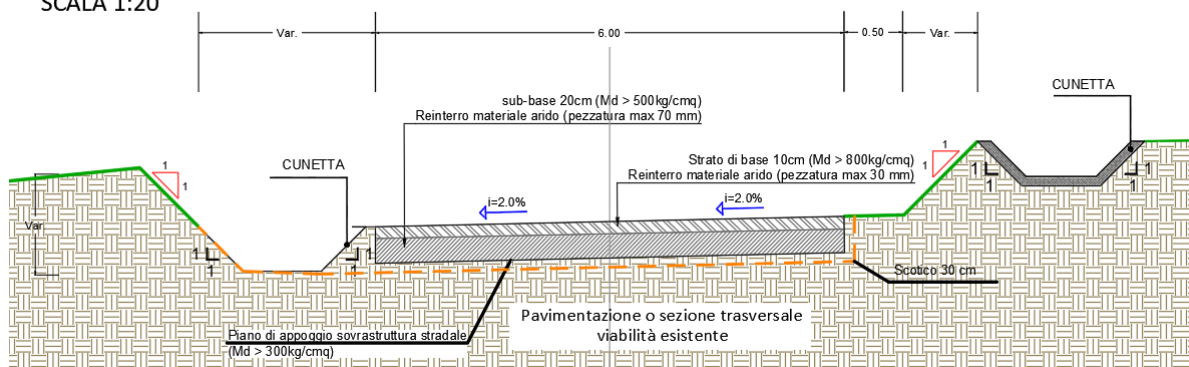


Figura 7- Sezione trasversale viabilità di nuova realizzazione. Fonte: elaborato di progetto "GRE.EEC.D.25.IT.W.15066.00.044\_Tipico sezioni stradali con particolari costruttivi"





Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

PAGE

19 di/of 76

Nelle sezioni in scavo ed in riporto, il terreno più superficiale (scotico) viene rimosso per una profondità di circa 30 cm.

Il terreno del fondo stradale deve essere sempre privo di radici e materiale organico (deve essere rimosso uno strato adeguato di terreno) e adeguatamente compattato, almeno al 90% della densità del proctor modificata.

I materiali per la sovrastruttura stradale (sottobase e base) possono essere il risultato di una corretta frantumazione dei materiali del sito di scavo o importati dalle cave disponibili. In entrambi i casi il materiale deve avere una granulometria adeguata e le proprietà delle parti fini devono garantire un comportamento stabile durante i cambi di umidità. I materiali per lo strato di base e per lo strato di sottobase devono essere A1, secondo ASTM D3282–AASHTO M145 (la percentuale massima di materiale fine che passa attraverso lo 0,075 mm deve essere del 15%). La dimensione massima degli aggregati deve essere rispettivamente di 30 mm e 70 mm per lo strato di base e lo strato di sottobase.

Dopo la compattazione, il terreno deve avere un modulo di deformazione minimo  $M_d > 500 \text{ kg / cm}^2$  e  $M_d > 800 \text{ kg / cm}^2$  (da verificare nella fase esecutiva in loco mediante prove di carico sulla piastra) rispettivamente per lo strato di sotto base e lo strato di base.

FONDO STRADALE E RILEVATO	
Proprietà	Valore minimo
Classificazione materiale	A1, A2 o A3 secondo ASTM Classificazione D3282 o AASHTO M145
% Massima passante al setaccio 0,075 mm	35%
Compattazione minima in sito	90% Proctor Modificato
CBR minimo dopo la compattazione (condizioni sature)	5%
Minimo $M_d$ in sito	30 MPa

Tabella 3- Caratteristiche materiale fondo stradale e rilevato, requisiti minimi per fondo stradale e rilevato

STRATO DI BASE	
Proprietà	Valore minimo
Classificazione del Suolo	A1, secondo ASTM D3282– AASHTO M145
Diametro massimo degli Inerti	<30mm
% Massima passante al setaccio #200	<15%
LL per il passaggio dei materiali al #40	<40
PI per il passaggio dei materiali al #40	<8
Compattazione minima in sito	>95% Proctor Modificato
CBR Minimo	>60%
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles Abrasion Test)	<35
Minimo $M_d$ in sito	>80 MPa

**Tabella 4- Caratteristiche materiale strato di base, requisiti minimi del materiale**

STRATO DI SOTTOBASE (SUB-BASE)	
Proprietà	Valore minimo
Classificazione materiale	A1, secondo ASTM D3282– AASHTO M145
Diametro massimo degli Inerti	<70mm
% Massima passante al setaccio #200	<15%
LL per materiale che passa al setaccio da 0,425 mm	<40
PI per materiale che passa al setaccio da 0,425 mm	<8
Compattazione minima in sito	>95% Proctor Modificato
CBR Minimo	>40%
Minimo $M_d$ in sito	>50 MPa

**Tabella 5- Caratteristiche materiale strato di sottobase, requisiti minimi del materiale**

Il progetto prevede tratti di viabilità di nuova realizzazione per una lunghezza complessiva pari a circa 7,5 km ed adeguamento della viabilità esistente interna al parco per una lunghezza pari a circa 3 km.

Per la realizzazione della viabilità interna di impianto si distinguono due fasi:

- Fase 1: realizzazione strade di cantiere (sistemazione provvisorie);



 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 21 di/of 76
---	---	---

- Fase 2: realizzazione strade di esercizio (sistemazioni finali)

#### Fase 1

Durante la fase di cantiere è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali, internamente all'area di impianto. La viabilità dovrà consentire il transito, dei mezzi di trasporto delle attrezzature di cantiere nonché dei materiali e delle componenti di impianto.

La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi in riferimento al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 6,00 m. Le livellette stradali per le strade da adeguare, seguiranno quasi fedelmente le pendenze attuali del terreno.

Con le nuove realizzazioni della viabilità di cantiere verrà garantito il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in sito.

#### Fase 2

Terminata la fase di cantiere si provvede alla risistemazione con apporto di vegetazione di essenze erbacee, arbustive ed arboree autoctone laddove presenti.

#### **4.1.5 Site Camp (area di cantiere)**

Prossima alla WTG 8, è prevista l'ubicazione di un'area destinata allo svolgimento delle attività logistiche di gestione dei lavori, allo stoccaggio dei materiali e delle componenti da installare oltre che al ricovero dei mezzi di cantiere. L'area di superficie pari a 50mx100m, verrà sottoposta alla pulizia e all'eventuale spianamento del terreno con finitura in stabilizzato. Al termine del cantiere verrà dismessa e riportata allo stato ante operam.

Per ulteriori approfondimenti si rinvia all'elaborato "GRE.EEC.D.25.IT.W.15066.00.047\_Tipico aree di cantiere (site camp)".

#### **4.1.6 Elettrodotto interrato MT**

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, mediante cavi interrati a tensione 33 kV, dall'impianto allo Stallo di Trasformazione 150/33 kV, ubicato nel Comune di Macomer (foglio 42), e da qui verrà convogliata alla Sottostazione Multiutente (SSE), anch'esso ubicato nel

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 22 di/of 76
---	---	---

Comune di Macomer (foglio 56), attraverso cavo interrato a tensione 150 kV. L'immissione in rete dell'energia prodotta, riferita alla potenza di 78 MW, avverrà mediante collegamento tra la Sottostazione Multiutente (SSE) e la Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 380/150 kV TERNA di nuova realizzazione, ubicata nelle immediate vicinanze.

La configurazione elettrica dell'impianto prevede cinque sottogruppi di aerogeneratori (cluster):

- Cluster 1, comprende gli aerogeneratori: WTG 1 e WTG 4;
- Cluster 2, comprende gli aerogeneratori: WTG 2 e WTG 5;
- Cluster 3, comprende gli aerogeneratori: WTG 10, WTG 11 e WTG 12;
- Cluster 4, comprende gli aerogeneratori: WTG 6, WTG 8 e WTG 9
- Cluster 5, comprende gli aerogeneratori: WTG 3, WTG 7 e WTG 13

Il collegamento tra ogni aerogeneratore e quello tra ogni cluster e lo Stallo di Trasformazione avviene mediante cavi tipo ARE4H5E 18/30 (36) kV di sezioni opportune. La profondità di posa dei cavi di potenza MT non risulta inferiore ad 1 m.

Il percorso del cavidotto MT, così costituito, si sviluppa dall'area di impianto fino allo Stallo di Trasformazione 150/33 kV, per circa 36 km.

#### **4.1.7 Stallo di Trasformazione e Sottostazione Multiutente 150/33 kV**

L'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto avverrà mediante lo Stallo di trasformazione 150/33 kV (ubicato a Macomer, foglio 42), collegato con la Sottostazione Multiutente 150 kV (ubicato a Macomer, foglio 56).

Lo Stallo di Trasformazione, che occupa una superficie pari a 51,20 m x 35,90 m, sarà così allestito:

- n. 1 montante trasformatore (completo di trasformatore AT/MT),
- Edificio di controllo in cui risultano allocati i quadri di potenza e controllo relativi all'Impianto Utente.

Il montante trasformatore comprenderà sostanzialmente le seguenti apparecchiature:

- Trasformatore 150/33 kV da 85.8/90 MVA ONAN-ONAF;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 150 kV con sostegno;
- Trasformatore di corrente con sostegno, per misure e protezione;
- Interruttore tripolare 150 kV;
- Trasformatore di tensione induttivo con sostegno, per misure e protezione;

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 23 di/of 76
---	---	---

- Sezionatore tripolare orizzontale 150 kV;
- Terminale cavo aria

La Sottostazione Multiutente, che occupa una superficie pari a 110 m x 51,20 m, sarà si composta:

- n. 2 stalli trasformatori per altri utenti
- n. 1 stallo arrivo da stallo trasformatore Sindia
- n. 1 stallo linea

Nel dettaglio, lo stallo arrivo dallo stallo trasformatore Sindia, sarà così composto:

- Terminale cavo aria;
- Sezionatore tripolare orizzontale 150 kV;
- Trasformatore di tensione induttivo con sostegno, per misure e protezione;
- Interruttore tripolare 150 kV;
- Trasformatore di corrente con sostegno, per misure e protezione;
- Sezionatore tripolare orizzontale 150 kV;

Sia lo Stallo di Trasformazione che la Sottostazione Multiutente saranno opportunamente recintati e dotati di ingresso carraio collegati al sistema viario più prossimo. Altri ingressi consentiranno l'accesso diretto dall'esterno, al locale misure ed alla sala controllo, senza necessità di accedere alle aree della sottostazione e dello stallo trasformatore, entrambe le aree saranno provviste di un adeguato impianto di terra, internamente alle stesse saranno previsti edifici di comando e controllo, di dimensioni in pianta 30,50 m x 6,70 m ed altezza fuori terra 2,70 m, per lo Stallo Trasformatore, e di dimensioni in pianta 14.10 m x 6,70 ed altezza fuori terra 2,70 m, per la Sottostazione Multiutente. Tali edifici saranno destinati ad accogliere i quadri di comando e controllo della stazione e gli apparati di tele-operazione.

La costruzione degli edifici sarà di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura di tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Nel dettaglio, l'edificio dello Stallo Trasformatore conterrà:

- Locale comune produttori;
- Locale contatori;

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE
		<b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b>
		PAGE
		24 di/of 76

- Sala server WTG;
- Sala quadri BT;
- Locale trasformatore servizi ausiliari TSA;
- Locale MT;
- Ufficio
- Locale magazzino.

L'edificio della Sottostazione Multiutente conterrà:

- Locale contatori
- Sala quadri BT
- Ufficio
- Locale Magazzino

La recinzione della sottostazione sarà del tipo ad elementi prefabbricati in cemento armato vibrato (c.a.v.), costituita da un basamento fuori terra di altezza pari a circa 0,60 m e dalla soprastante ringhiera a pettine di tipo aperta di altezza pari a 1,90 m, per un'altezza complessiva pari a 2,50 m.

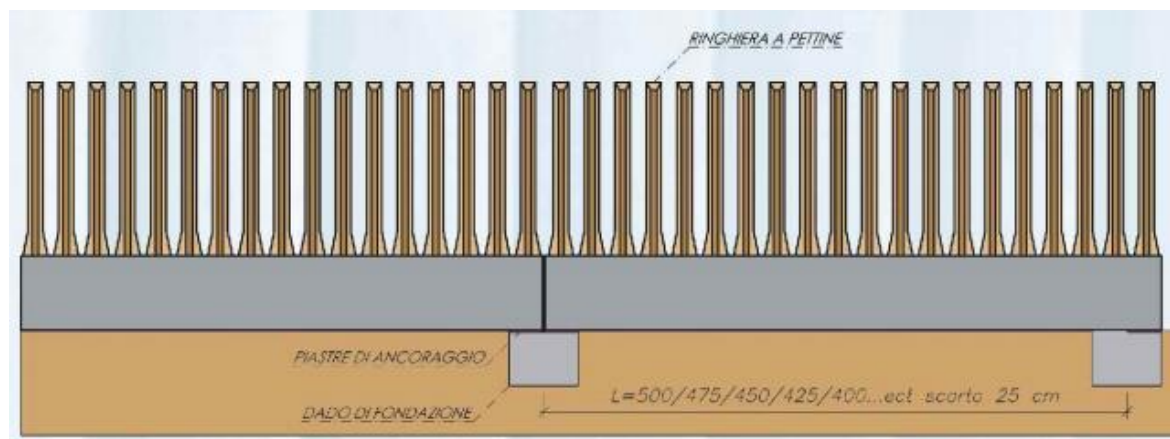


Figura 8- Recinzione sottostazione 150/33 kV\_ Tipologico con ringhiera a pettine in c.a.v.

#### 4.1.8 Elettrodotto interrato AT

Relativamente al cavidotto AT a 150 kV, si prevede la posa di cavi trifase con struttura unipolare in rame a 150 kV con conduttori disposti a trifoglio a profondità di circa 1.6m per il collegamento in antenna della SSE 150/33 kV alla sezione 150 kV della nuova Stazione di

Trasformazione TERNA 380/150 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri - Selargius", come riportato nel preventivo STMG (Codice pratica 202001594) rilasciato da Terna. La realizzazione della SSE ed il relativo cavidotto di connessione alla SE costituiscono impianto d'utenza per la connessione e sono oggetto di analisi nel presente documento.

I cavi saranno conformi alle caratteristiche dell'allegato A3 al codice di rete TERNA.

Di seguito si riporta una sezione dello scavo.

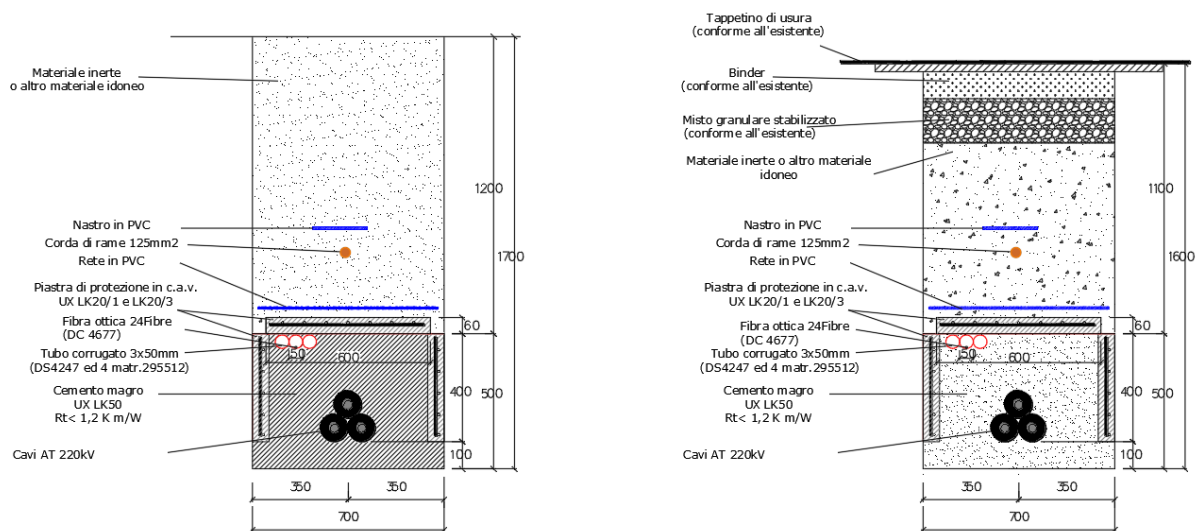


Figura 9: Tipico di sezione cavidotto AT su strada e su terreno agricolo

## 5 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

### 5.1 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



Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

PAGE

26 di/of 76

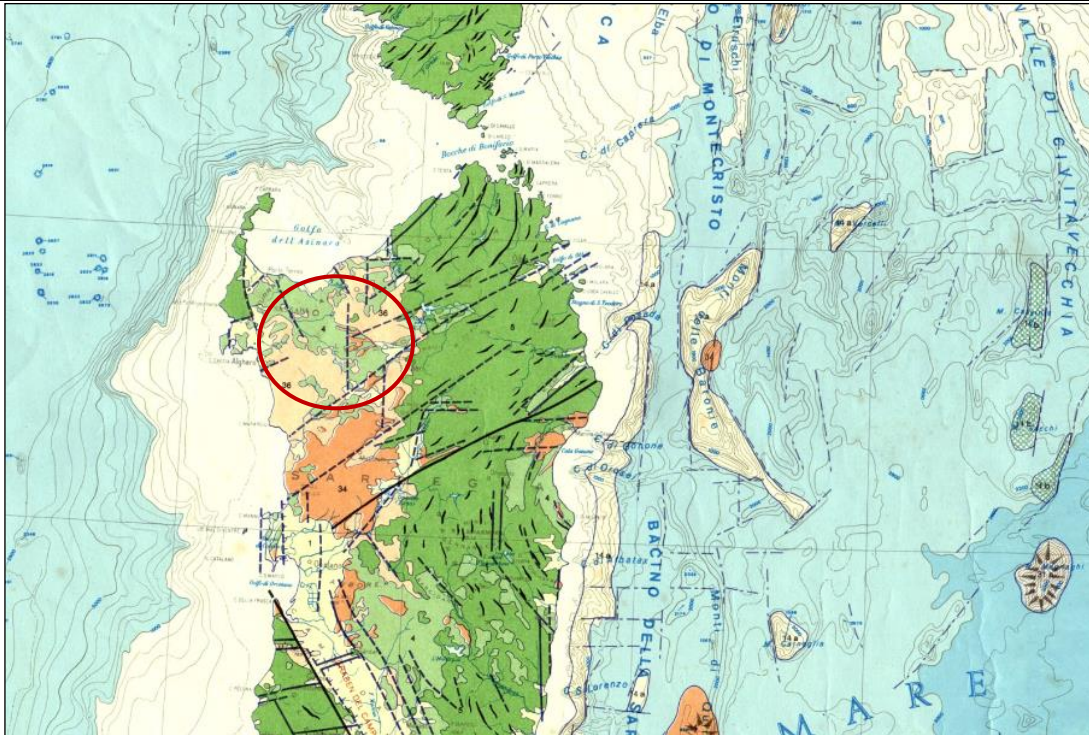
il margine armoricano sovrascorso è rappresentato dal complesso metamorfico di alto grado che affiora nella Sardegna settentrionale, mentre il margine del Gondwana subdotto è rappresentato da un complesso metamorfico di basso e medio grado, a sua volta suddiviso in Falde interne e Falde esterne, che 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.





### UNITÀ ALPINE E SARDO-CORSE

- 4 «Massiccio» sardo-corso, Maures-Esteref, Giura svizzero. Nuclei cristallini prepermiani ( 5 ) e coperture ( 4 ).
- 6 «Zona dell'Inneso-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 – Vulcaniti centrotirreniche. a) Seamounts in prevalenza tholeitici; b) ad affinità non determinata. 31
- 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). 32 33
- Vulcaniti basaltiche di piattaforma: Pantelleria, Linosa, Iblei, Etna, Ustica-Anchise, Sardegna p.p. Centri vulcanici sottomarini storici del Canale di Sicilia (Δ). 34
- Magmatismo acido mio-pliocenico appenninico:** plutoniti dell'I. d'Eiba, I. del 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. 35
- Vulcanismo terziario contemporaneo a fasi compressive alpine: Sardegna p.p. (andesiti-riodaciti); Calabria (limburgiti-andesiti, non cartografate). 36

Figura 10: Carta Tettonica d'Italia – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – sca 1:500.000

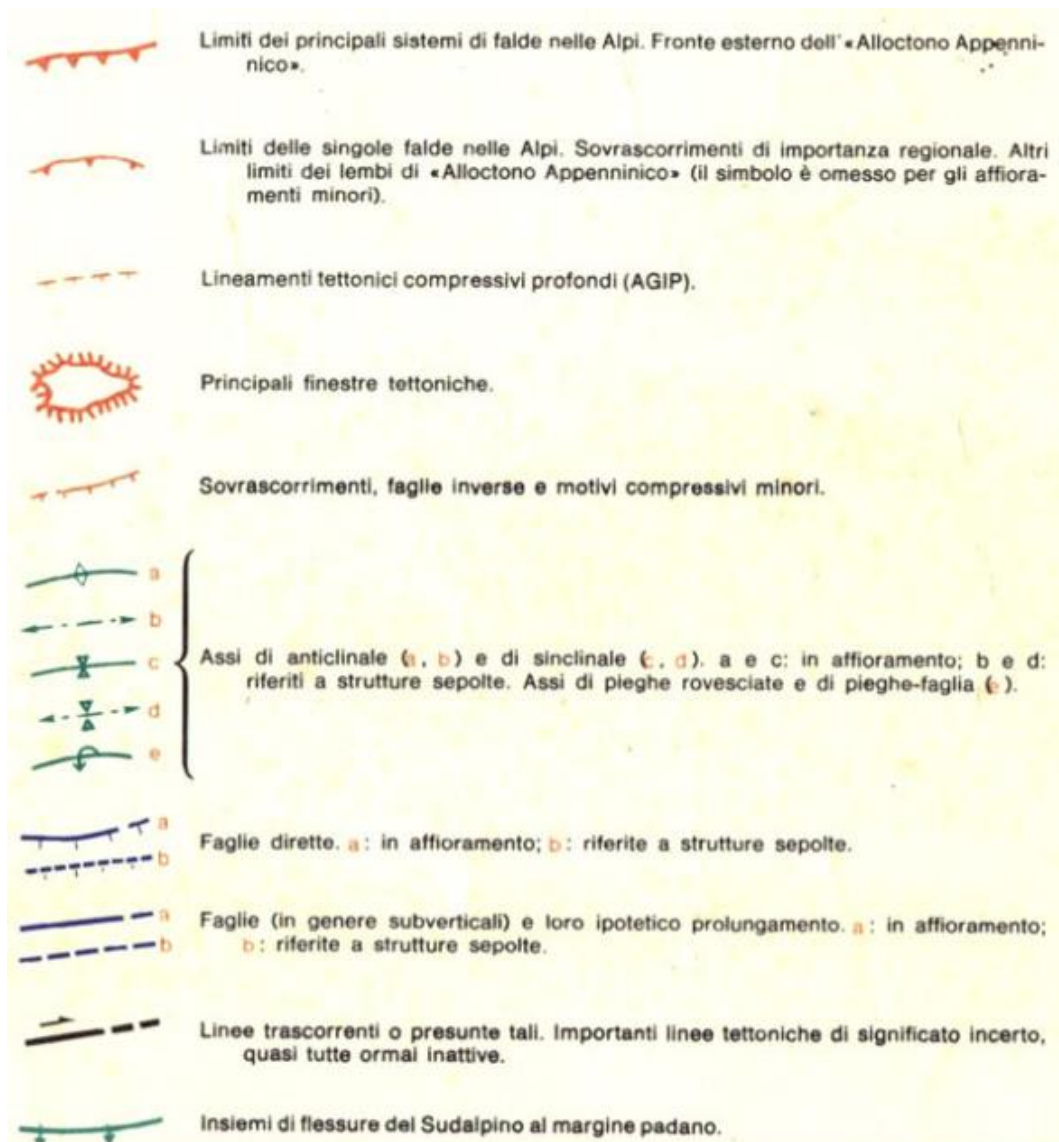
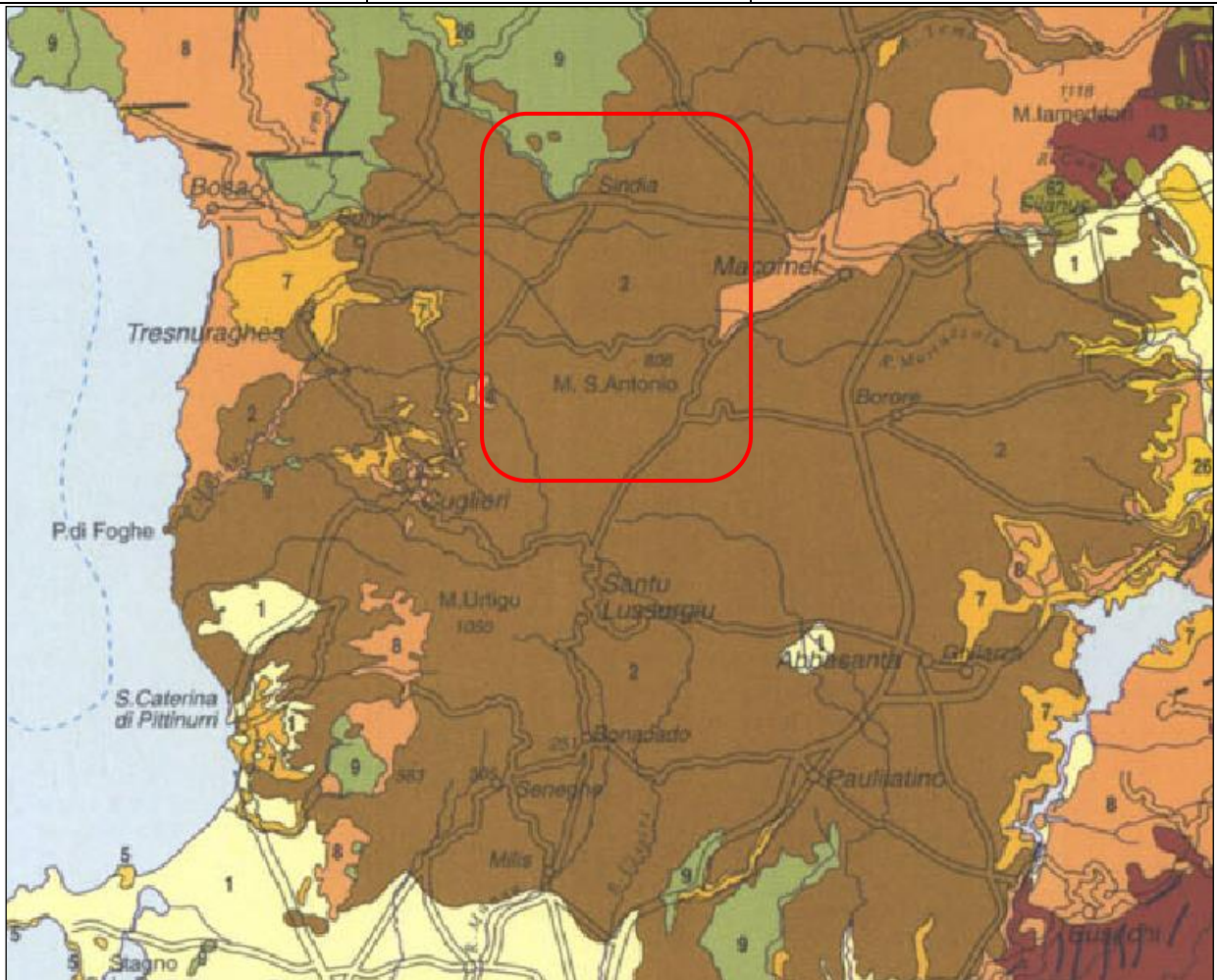


Figura 11: Legenda Carta Tettonica d'Italia – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – sca 1:500.000





**Figura 12: 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-Leucomonzograni 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-alcini. 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”.

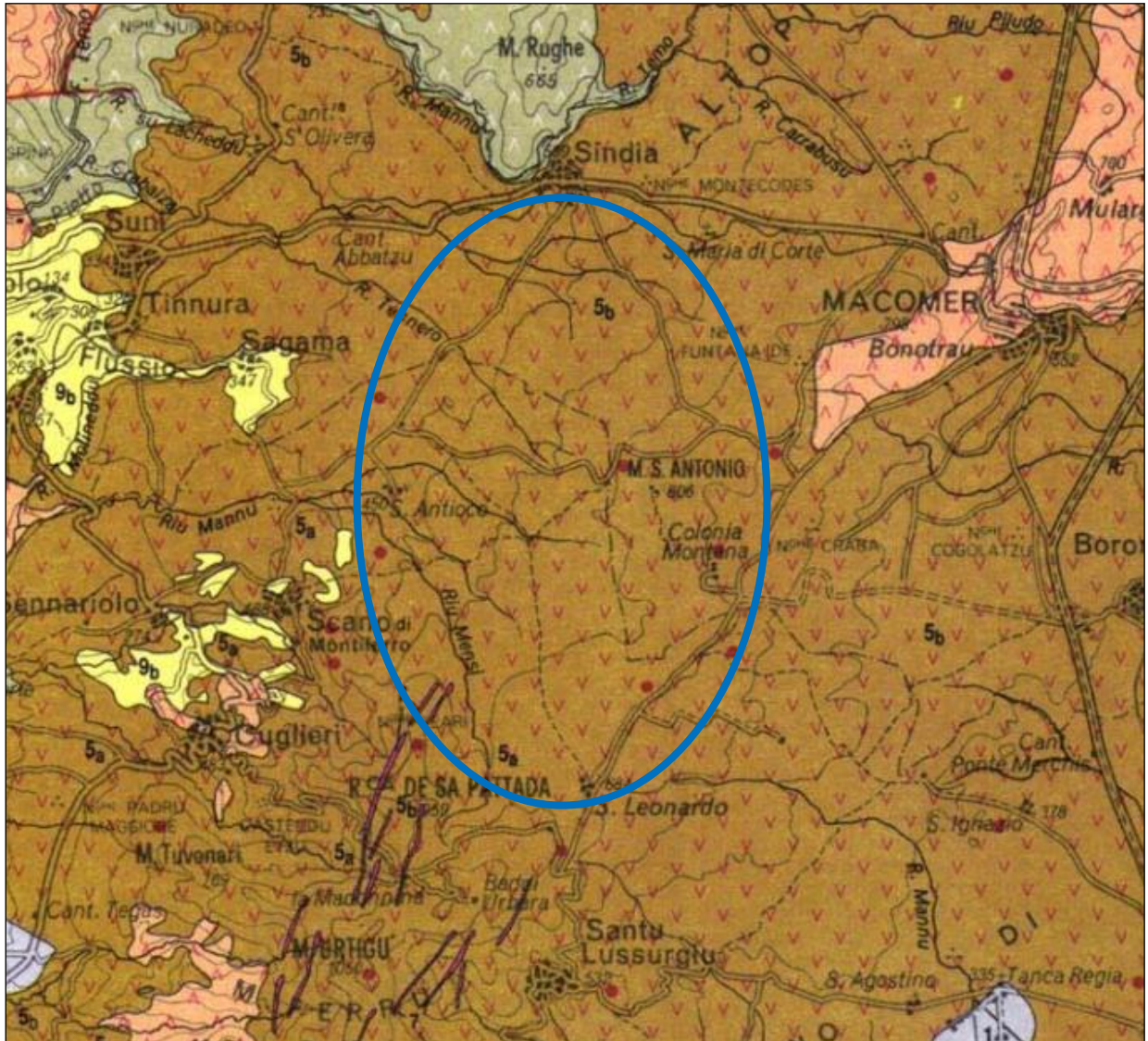
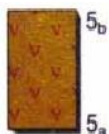


Figura 13: Stralcio Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000. Fonte [Cartografia geologica / Ordine Regionale dei Geologi della Sardegna.](#)



5<sub>b</sub> Basalti alcalini e transizionali, basaniti, trachibasalti e hawaiiiti, talora con noduli peridotitici; andesiti basaltiche e basalti subalcini; 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.**

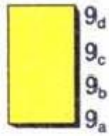
*Alkaline and transitional basalts, basanites, trachybasalts and hawaiites with peridotitic nodules; basaltic andesites and subalkaline basalts; at the bottom, and between lava flows, fluvial-lacustrine conglomerates, sands and clays (e.g. **Nuraghe Casteddu Formation**) (Montiferro; Campeda; Baronie; 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.***



 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 <b>WE ENGINEERING</b>	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b>
		PAGE 31 di/of 76



Filoni a composizione trachibasaltica, alcalibasaltica e hawaïitica (Montiferro) **7. Pliocene - Pleistocene.**  
*Dikes with trachybasaltic, alkalibasaltic and hawaïitic composition (Montiferro) 7. Pliocene - Pleistocene.*



Arenarie marnose, siltiti, calcareniti sublitorali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 12 e N 13, Molluschi (*Amusiopecten spinulosus*, *Fiabellepecten 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 ziziniæ*, *Pecten jossilingi*, *Amusiopecten baranensis*, *Aequipeecten 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)*



Rioliti, riodaciti, 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.*



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. Antioco); 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 gabbri e gabbronoriti in corpi ipoabissali (Arburese: M. Arcuentu, M. Nureci); quarzodioriti porfiriche (porfiriti di alghero Auct.), (Nurra: Calabona) **12. Oligocene sup. - Miocene inf..**

**Figura 14: Legenda Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000; [Cartografia geologica | Ordine Regionale dei Geologi della Sardegna.](#)**

## 5.2 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:

□p<sup>2</sup> 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 M1\_01, M1\_02, M1\_03, M1\_04, M1\_05, M1\_06, M1\_07, M1\_08, M1\_09, M1\_11, M1\_12, M1\_13.

- mp<sup>1</sup> Basalti alcalini e trachibasalti di colore grigio perla a grana fine, con noduli peridotitici; sono presenti all'intorno dell'area di studio, in particolare nell'area di Macomer;
- mp<sup>2</sup> Basalti alcalini e trachibasalti a grossi fenocristalli di plagioclasti; sono presenti all'intorno dell'area di studio e rappresentano i terreni di riferimento per la WTG M1\_10;
- Trachiti, trachiti fonolitiche e fonoliti in domi e colate;
- ms Arenarie, arenarie calcaree, arenarie marnose e marno-arenacee fossilifere; sono presenti localmente nell'intorno dell'area di studio.
- Rioliti e riodaciti essenzialmente in facies ignimbratica a fiamme, ricche in elementi xeno litici; sono presenti al di fuori dell'area di realizzazione delle WTG, verso ovest;
- Andesiti augitico-ipersteniche con intercalati tufi pomicei e arenacei; sono presenti a nord dell'area di studio, in corrispondenza dell'abitato di Sindia.

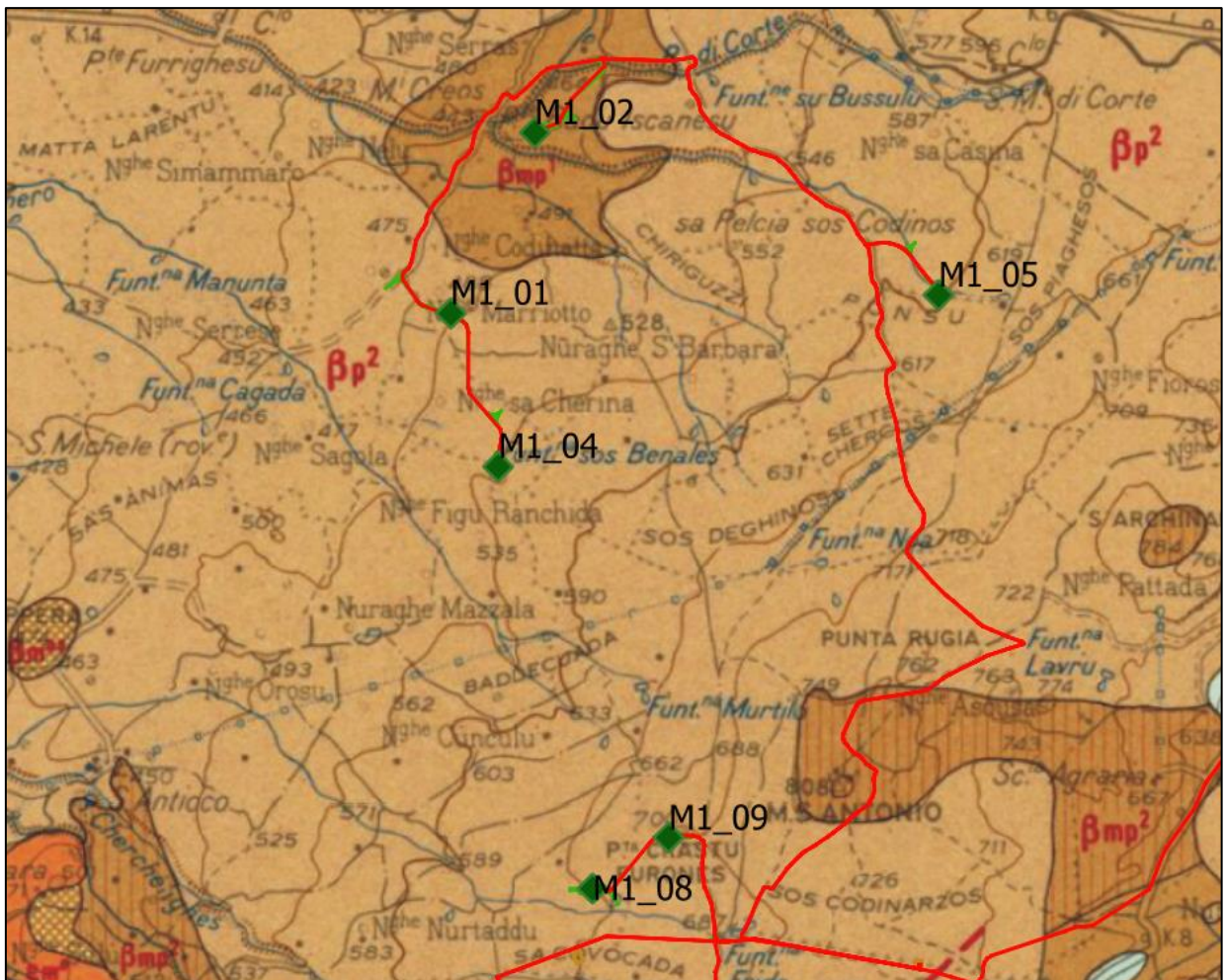


Figura 15: Stralcio carta geologica d'Italia, foglio 205-206 "Capo Mannu-Macomer"; area nord (fonte [CartoWeb \(isprambiente.it\)](http://CartoWeb.isprambiente.it)).



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.

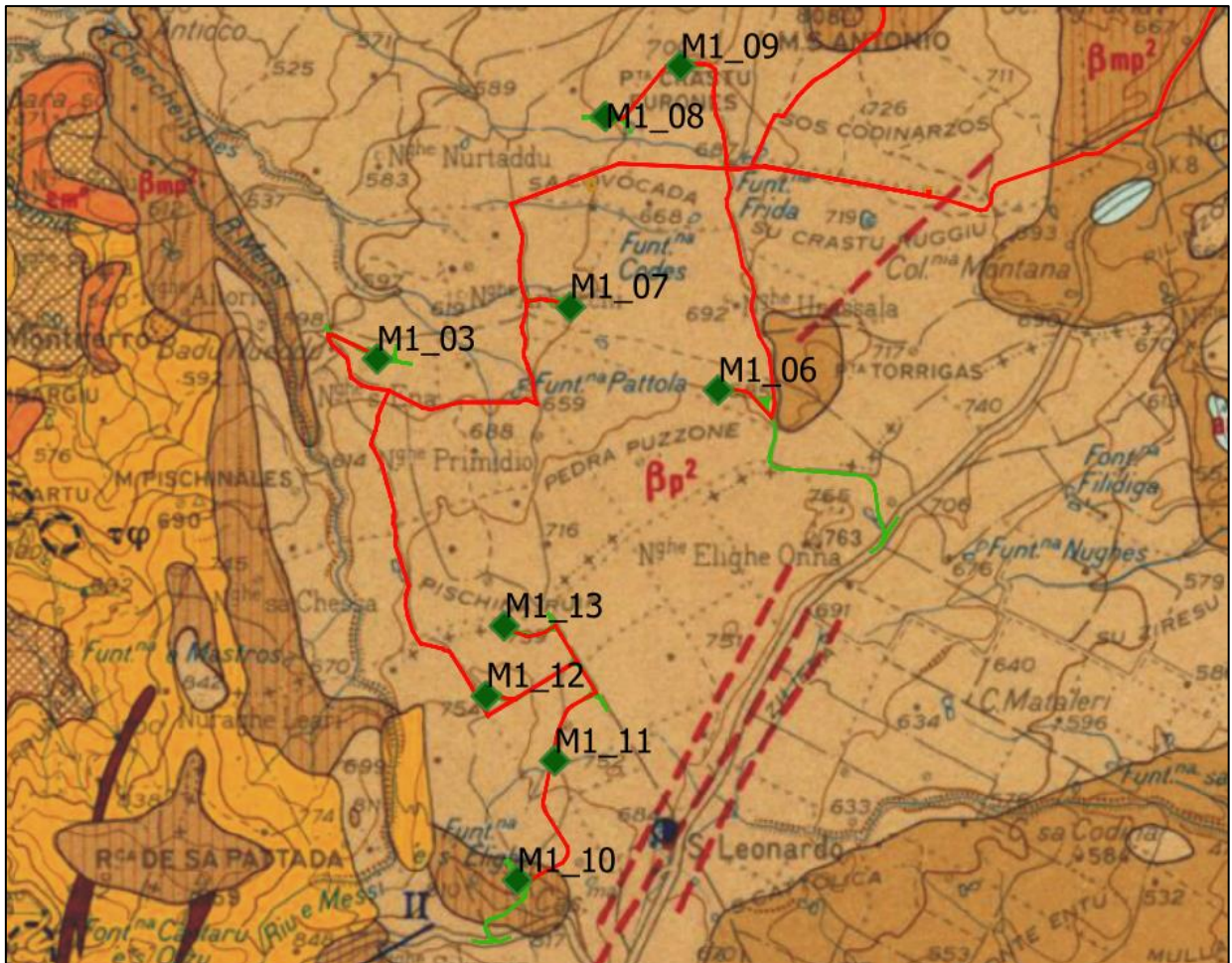


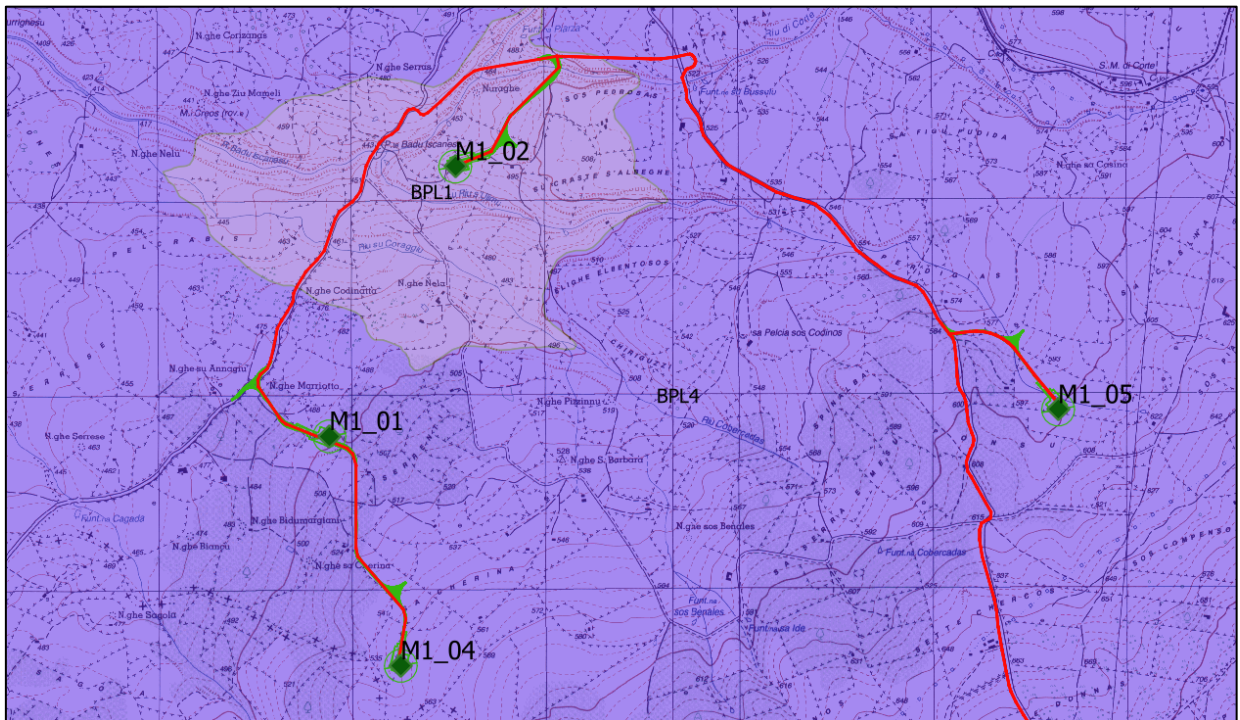
Figura 16: Stralcio carta geologica d'Italia, foglio 205-206 "Capo Mannu-Macomer"; area sud (fonte [CartoWeb \(isprambiente.it\)](http://CartoWeb.isprambiente.it)).

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

La maggior parte dell'area ricade nell'Unità dei Basalti dei Plateau, 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.

Localmente (ad esempio in M1\_02) è presente la Subunità di Campeda (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti e più raramente andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Plagioclasio, Ortopirosseno, Clinopirosseno e Olivina. Basalti e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Plagioclasio, Olivina, Clinopirosseno.

Nella zona meridionale è presente una maggiore varietà litologica, essendo presenti anche l'UNITÀ DI ROCCA SA PATTADA (basalti alcalini e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Plagioclasio e Cinopirosseno), la 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. Localmente, in corrispondenza di alcune aste fluviali e bassi morfologici, sono presenti modesti spessori di natura alluvionale e colluviale. Di seguito si riportano gli stralci elaborati in ambiente GIS con il dettaglio della litologia attesa.



**Figura 17: Carta Litologica: Subunità di Campeda (BPL1) e Subunità di Sindia (BPL4).**



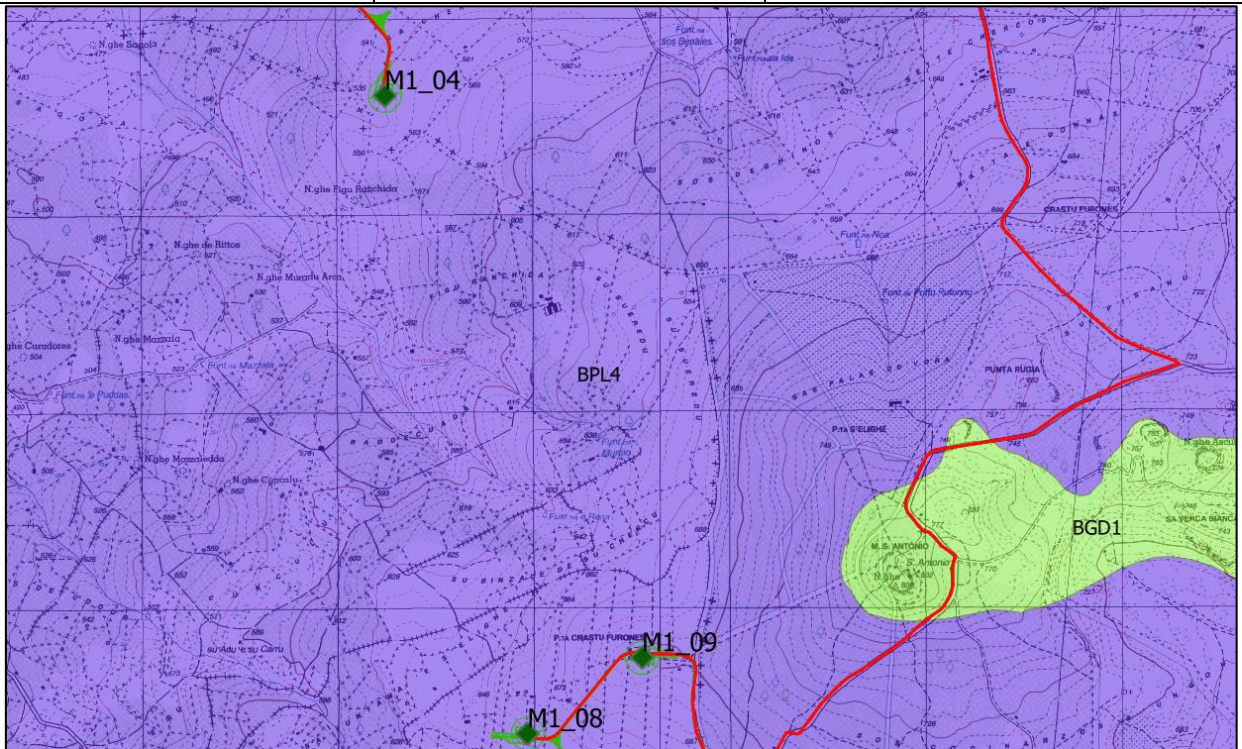


Figura 18: Carta Litologica: Basalti del Logudoro (BGD1) e Subunità di Sindia (BPL4).

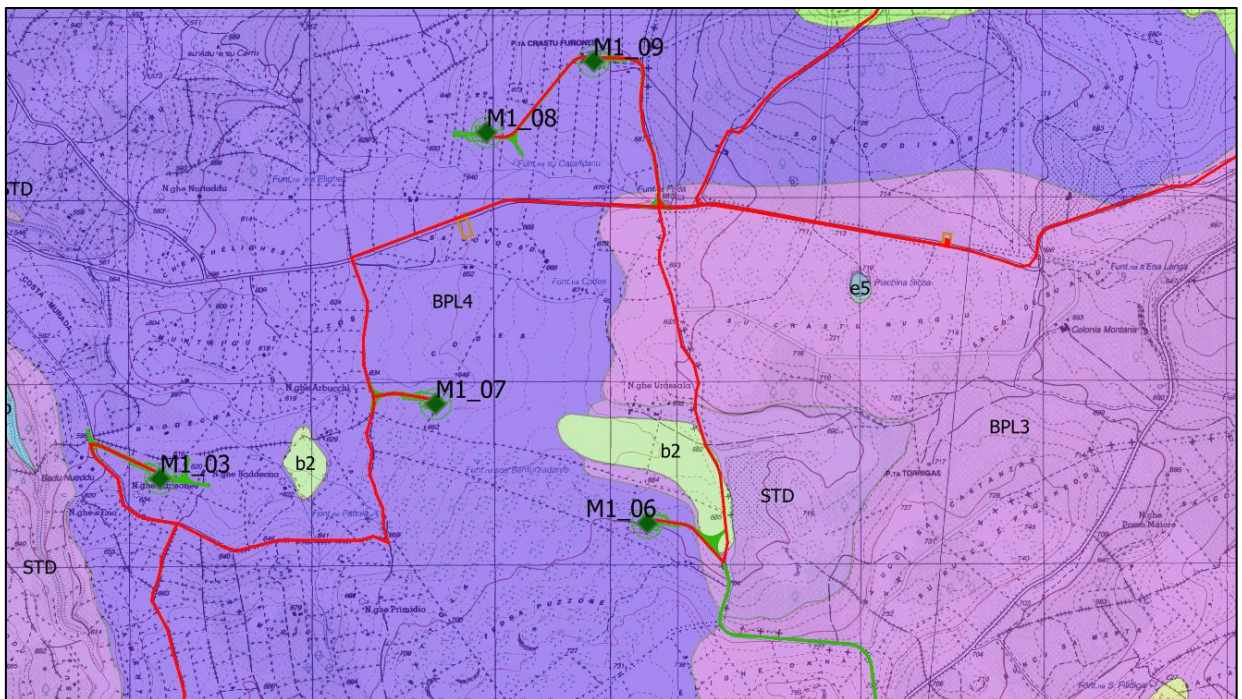
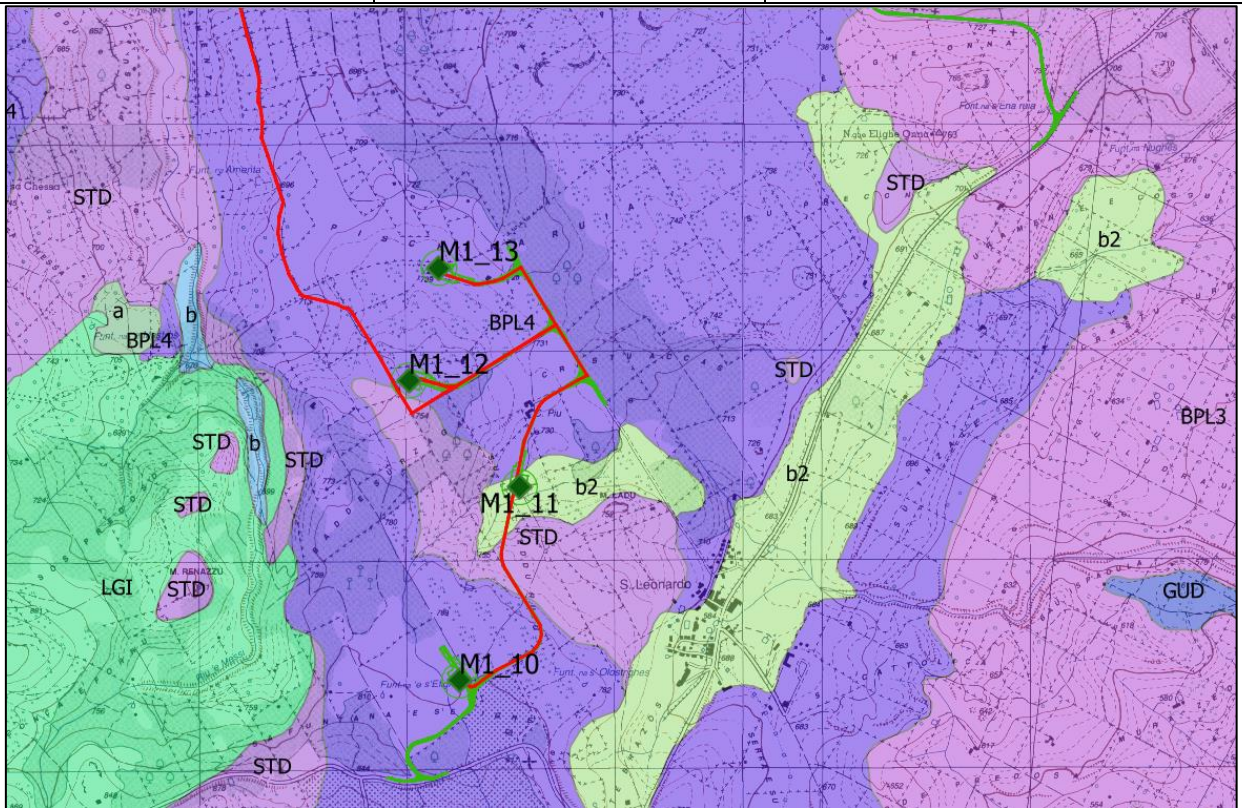


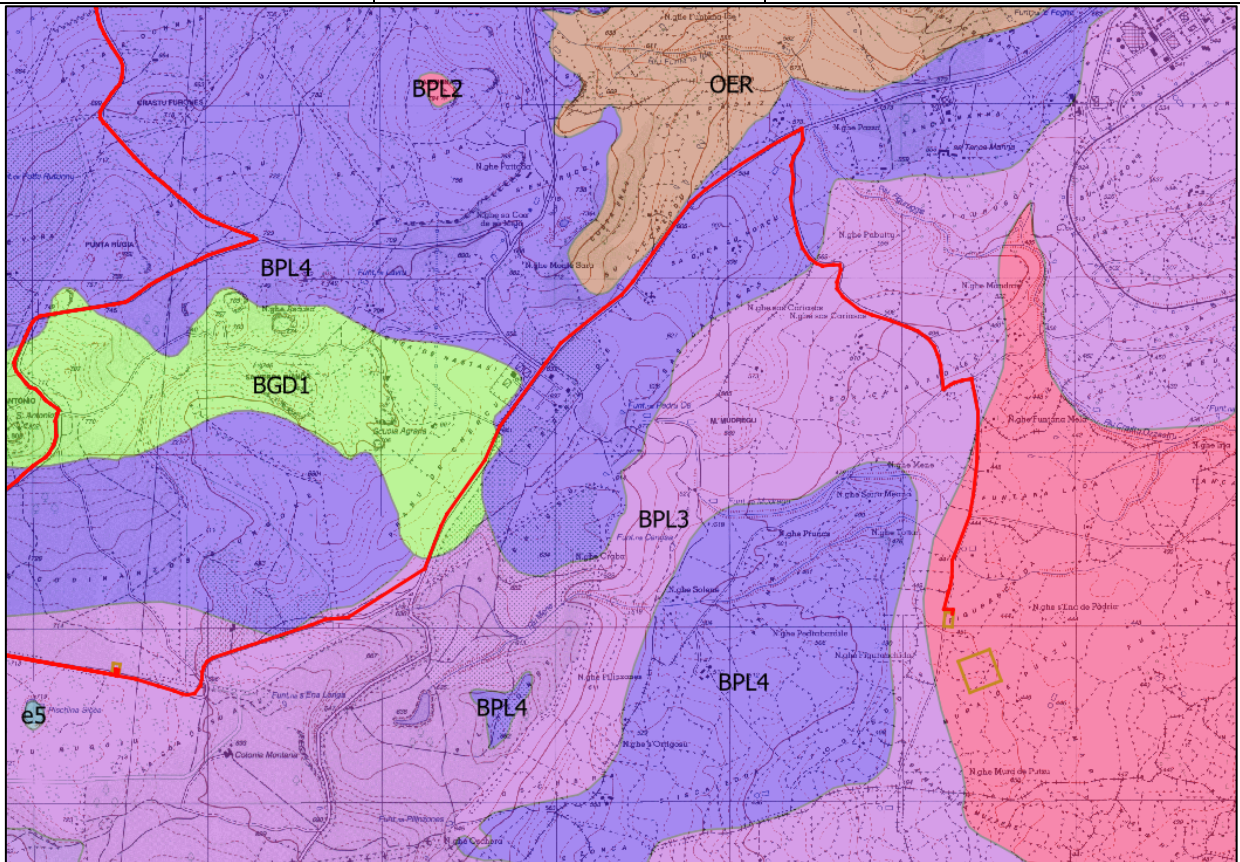
Figura 19: Prodotti eluvio-colluviali (b2), Unità di Rocca Pattada (STD), Subunità di Funtana di Pedru Oe (BPL3) e Subunità di Sindia (BPL4).





**Figura 20: Sedimenti alluvionali (b), prodotti eluvio-colluviali (b2), Unità di Rocca Pattada (STD), UNITÀ DI SANTU LUSSURGIU (LGI) e Subunità di Sindia (BPL4).**





**Figura 21: Area della Sottostazione Utente: Subunità di Dualchi dei Basalti della Campeda-Planargia.**

Facendo riferimento alle precedenti figure le sigle indicano le seguenti litologie e unità:

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

**b** SEDIMENTI ALLUVIONALI. OLOCENE.

**LGI** UNITÀ DI SANTU LUSSURGIU. Trachiti, trachiti fonolitiche e fonoliti in cupole di ristagno e colate; depositi piroclastici stratificati e breccie vulcaniche. (3.2 Ma: Beccaluva et alii, 1976-77; 2.8 Ma: Coulon et alii, 1974). PLIO-PLEISTOCENE.

**STD** UNITÀ DI ROCCA SA PATTADA. Basalti alcalini e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl e Cpx. PLIO-PLEISTOCENE.

**BPL1** Subunità di Campeda (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti più raramente andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx e Ol. Basalti e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx. PLIOCENE.

**BPL3** Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Px; in estese colate. PLIOCENE SUPERIORE.

**BPL4** Subunità di Sindia (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, e rari xenocristalli quarzosi; in colate. Trachibasalti, trachibasalti debolmente alcalini, da olocristallini ad ipocristallini. PLIOCENE.

**BGD1** Subunità di Thiesi (BASALTI DEL LOGUDORO). Basaniti ad analcime, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx, con abbondanti noduli peridotitici; in colate. ( $2,3 \pm 0,2$  Ma;  $2,1 \pm 0,1$  Ma: Beccaluva et alii, 1981). Hawaiiiti olocristalline, porfiriche. PLIOCENE.



**Figura 22:** Basalti olocristallini compatti della subunità di Sindia presso M1\_10. Coordinate 470254.04 m E-4447220.88 m N.





***Figura 23: Basalti porfirici a fenocristalli pirossenici (Basaniti) con fessurazione colonnare lungo la strada fra Scano Montiferro e la zona delle WTG M1\_07 e M2\_08. Coordinate 466584.30 m E-4452536.52 m N.***



*Figura 24: mineralizzazioni dendritiche di idrossidi di manganese nei vacuoli delle colate basaltiche. Dintorni di M1\_10. Coordinate 470258.90 m E-4447221.19 m N.*





**Figura 25: Profilo di alterazione dei Basalti della Subunità di Sindia lungo la strada di accesso alla WTG M1\_12. Coordinate 470307.92 m E-4448731.99 m N. l'alterazione chimica è piuttosto profonda e ha causato la perdita della consistenza litoide dell'orizzonte superficiale in affioramento, che risulta sostanzialmente friabile.**

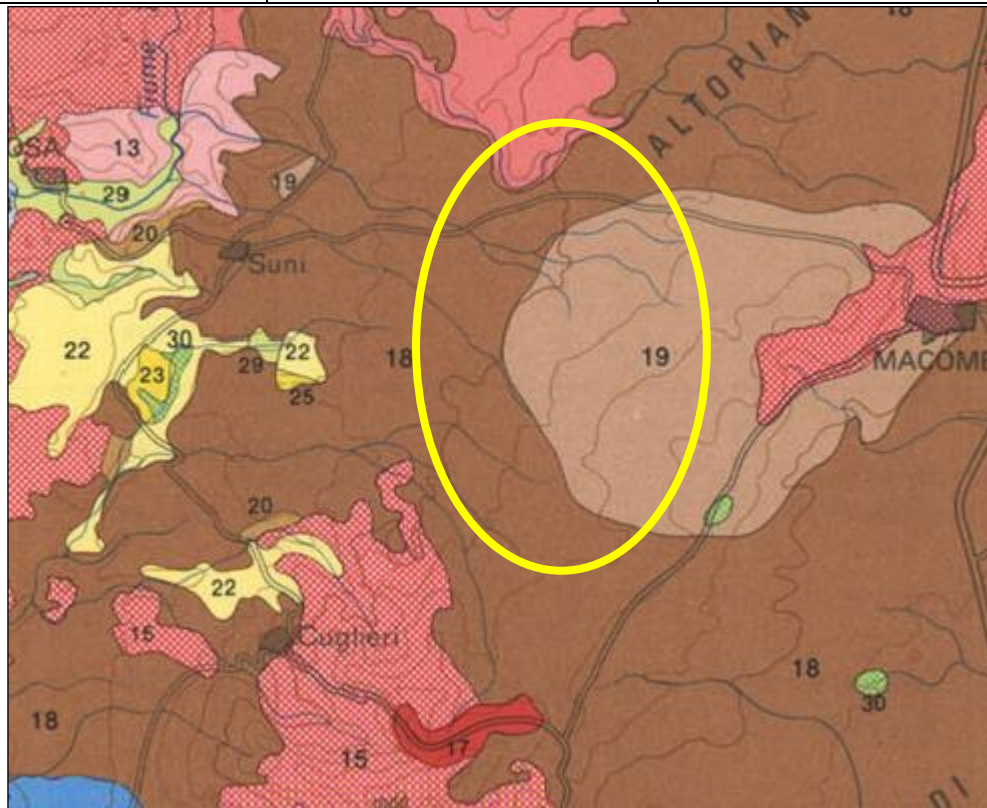




**Figura 26: Grosso fenocristallo plagioclasico nei basalti della Subunità di Sindia. Circa 640 m da M1\_08 (coordinate 470429.59 m E-4453348.40 m N).**

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).





<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 27: Stralcio carta dei suoli della Sardegna e relativa legenda (A. Aru et alii, 1989).



*Figura 28: Profilo di pedogenizzazione nei pressi di M1\_10, con moderata presenza di scheletro. Coordinate 470251.92 m E-4447220.45 m N.*

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL SITO

### 6.1 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 si presenta discontinua, con modesti rilievi di forma tabulare (residui di plateau basaltici) che caratterizzano morfologicamente l'area, separati da selle



Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

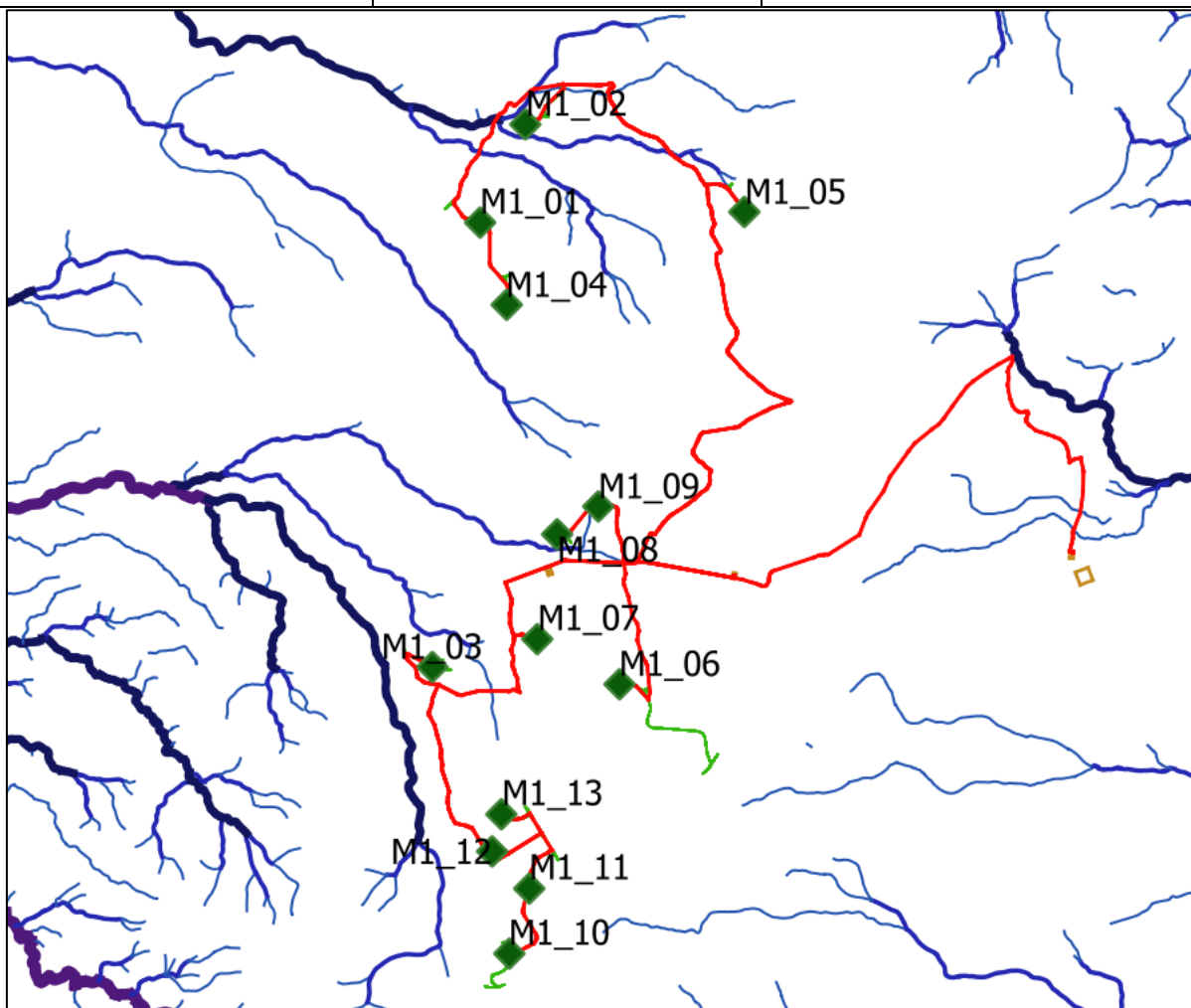
PAGE

45 di/of 76

morfologiche. Spesso le aree sommitali ospitano strutture nuragiche (Nuraghe di Monte Sant'Antonio, Nuraghe Ascusa, Nuraghe Tamuli, Nuraghe Elighe Onna 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.

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 del reticolo idrografico, tratti dal Portale Cartografico della Regione Sardegna. Il reticolo idrografico è tipicamente a graticcio, con assenza di controllo tettonico rilevabile e la densità di drenaggi è piuttosto bassa, con una netta simmetria fra i versanti est, più umidi e a più alta densità di drenaggio, e quelli est, più secchi e a densità minore. Le WTG M1\_08 e M1\_09 risultano a distanza di circa 100 m da fossi di Horton 2 e 1 rispettivamente.





- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Figura 29: Reticolo idrografico dell'intera area; nella figura, elaborate in ambiente GIS, vengono riportati gli ordini Horton secondo quanto riportato nel Portale Cartografico 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.**

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 Tennero presso M1\_04 o il Riu Messi a ovest di M1\_12, 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.



**Figura 30: Forme di erosione per dissoluzione su basalti nell'area di Nuraghe Sant'Antonio, circa 1,4 km a est di M1\_09 (coordinate 472828.23 m E-4453931.33 m N).**





Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

PAGE

48 di/of 76





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



**Orlo di scarpata**  
*Edge of scarp*



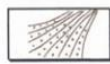
**Rottura di pendio convessa**  
*Convex nickpoint*



**Rottura di pendio concava**  
*Concave nickpoint*



**Rilievo isolato, inselberg**  
*Isolated hill, inselberg*



**Falda, deposito di glaciai (Pleistocene)**  
*Talus cone, glaciai deposits*

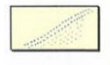


**Morfologia carsica**  
*Karst forms*



**Ruscellamento diffuso**  
*Slope wash*

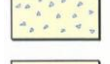
**Depositi superficiali**  
*Superficial deposits*



**Sabbie di spiaggia (Olocene)**  
*Beach sands*



**Sabbie eoliche (Olocene)**  
*Eolian sands*



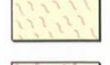
**Depositi per gravità (Olocene)**  
*Talus heaps*



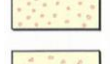
**Alluvioni (Olocene)**  
*Alluvial deposits*



**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*



**Calcarei, 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*

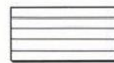


**Rocce effusive acide**  
*Acid effusive rocks*

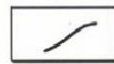


**Rocce effusive basiche**  
*Basic effusive rocks*

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



**Piattaforma di abrasione**  
*Wave cut platform*



**Arenarie e conglomerati di spiaggia**  
*Beach - rocks*



**Cordone litorale**  
*Offshore bar*

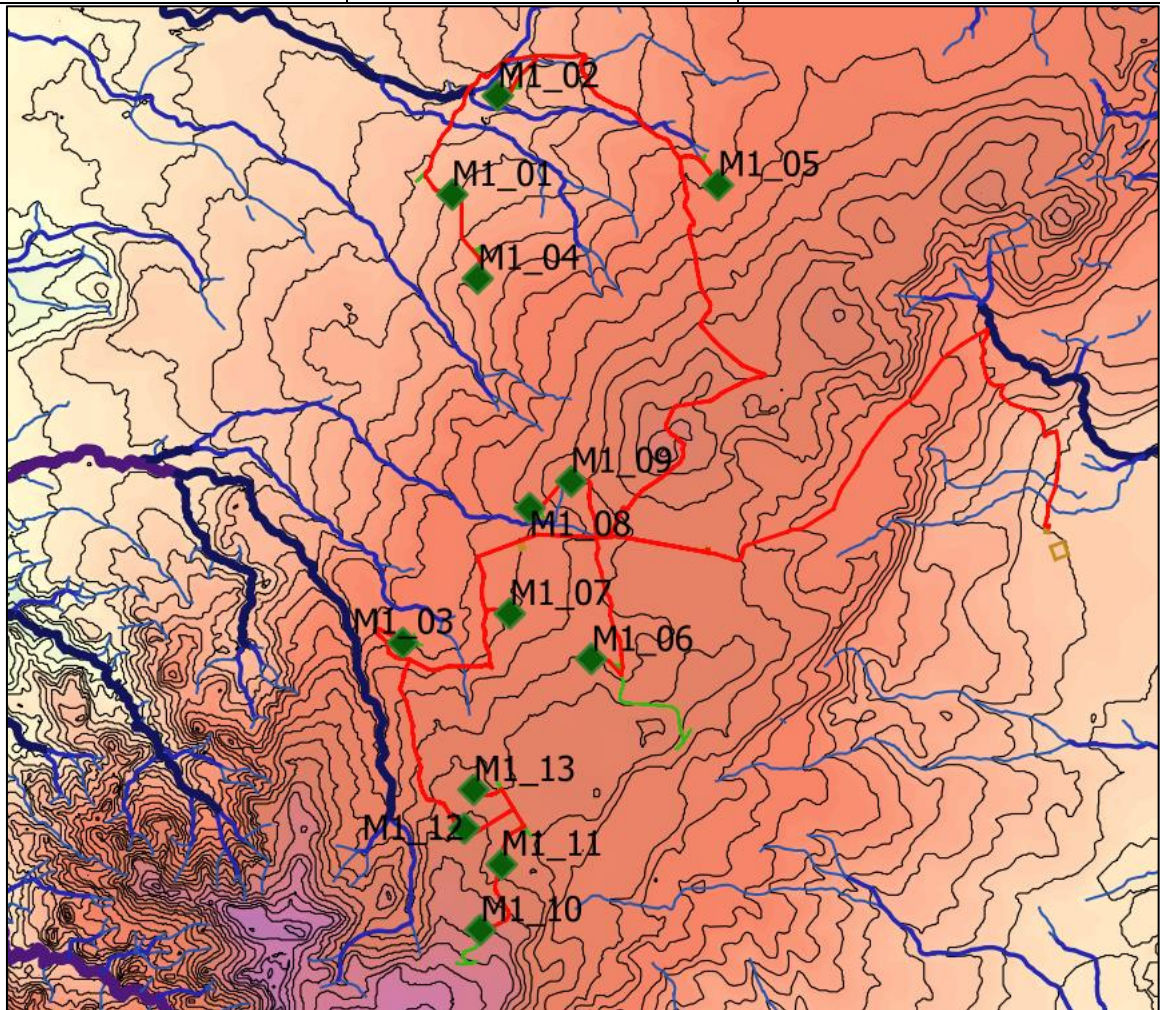


**Falesia sommersa**  
*Submerged cliff*

**Figura 31: Stralcio Carta Geomorfologica della Sardegna marina e continentale (A. Ulzega, 1984).**

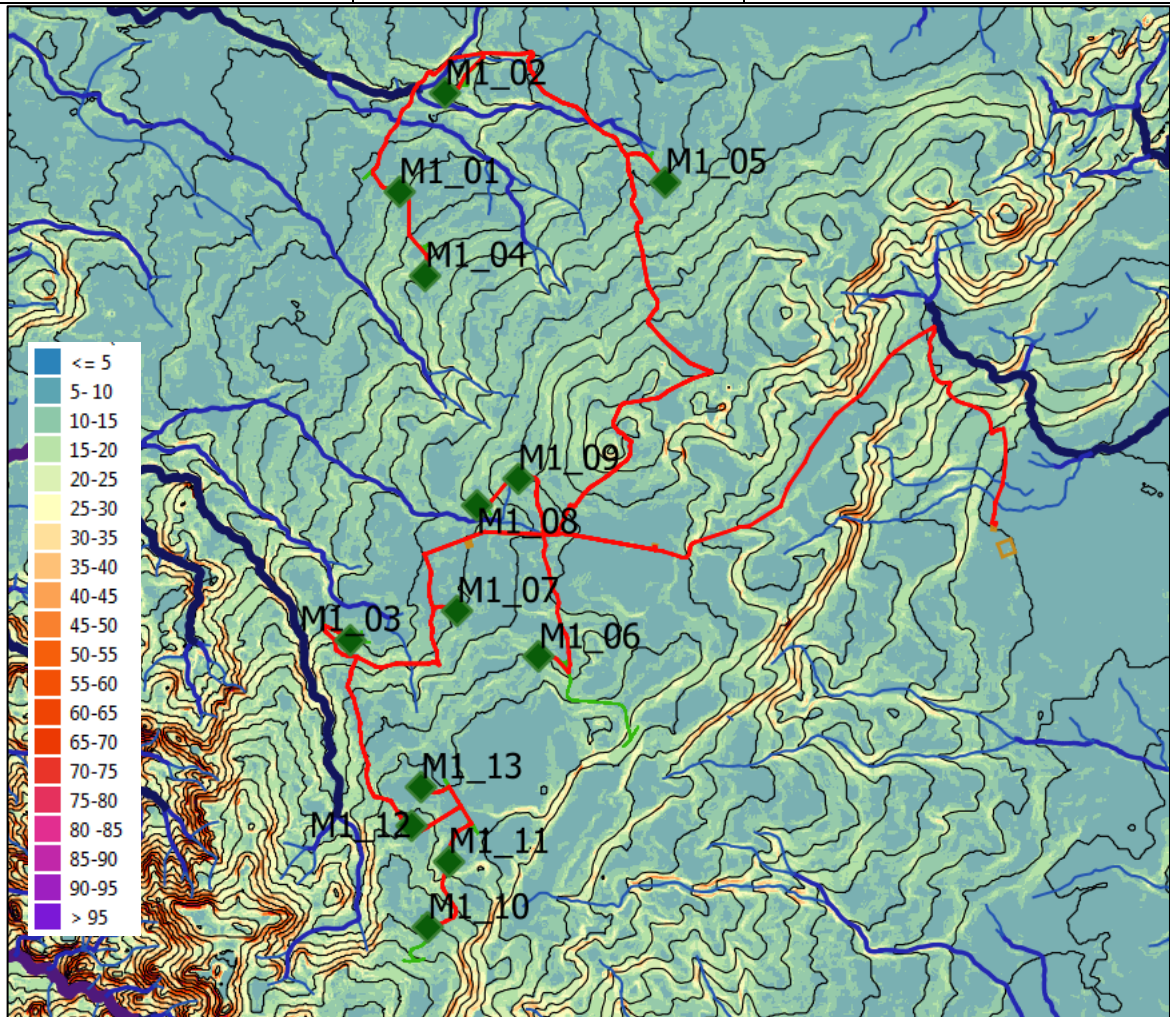
Morfologicamente, ad ampia scala, si avverte una netta diversificazione fra il settore settentrionale e il settore meridionale: nel settore settentrionale sono minori sia la quota media, sia le pendenze medie, che si annalzano in particolare immediatamente a ovest dell'area di realizzazione dell'impianto, 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 32: Modello digitale di elevazione del suolo del settore in oggetto; i toni caldi indicano le maggiori elevazioni. Le curve di livello hanno equidistanza 25 m. Tematismi in ambiente GIS a partire dal DTM 5k della Sardegna.**





**Figura 33: Carta delle pendenze dell'area; i toni caldi indicano le pendenze maggiori (indicate in % in legenda. Equidistaza delle curve di livello 25 m.**

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.



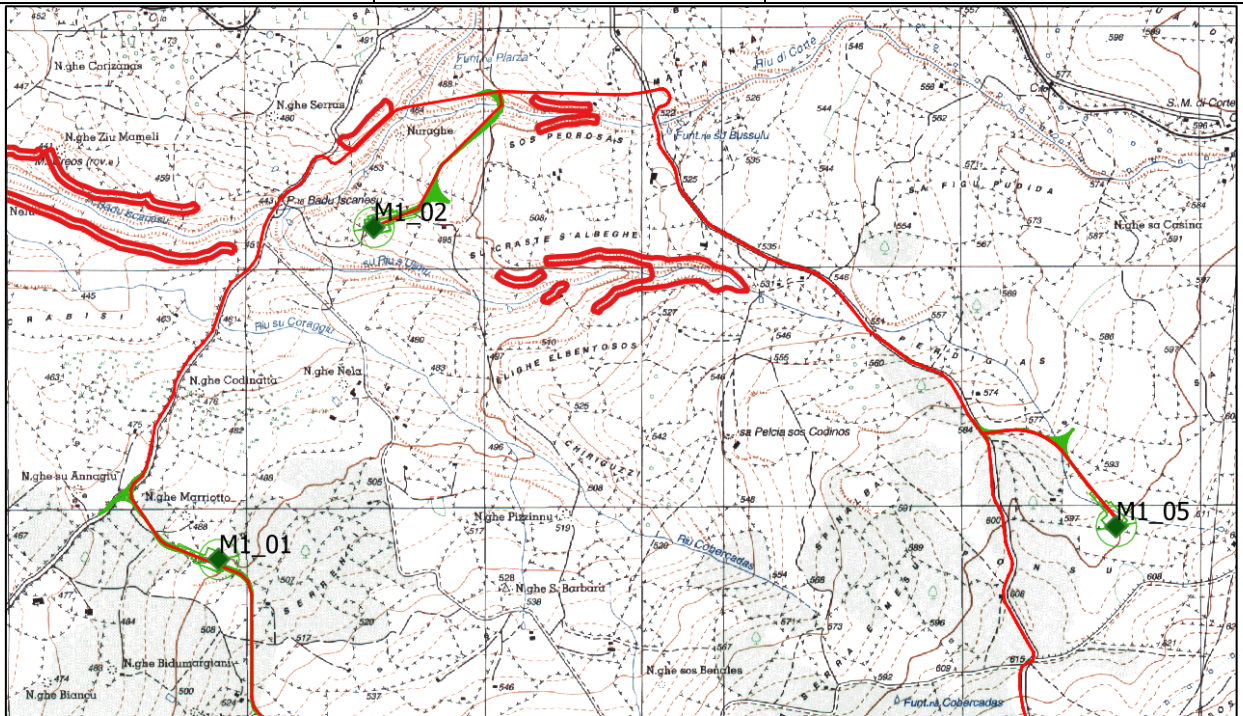


Figura 34: Delimitazione dei fenomeni gravitativi; fonte GeoPortale Sardegna e GeoPortale Nazionale.

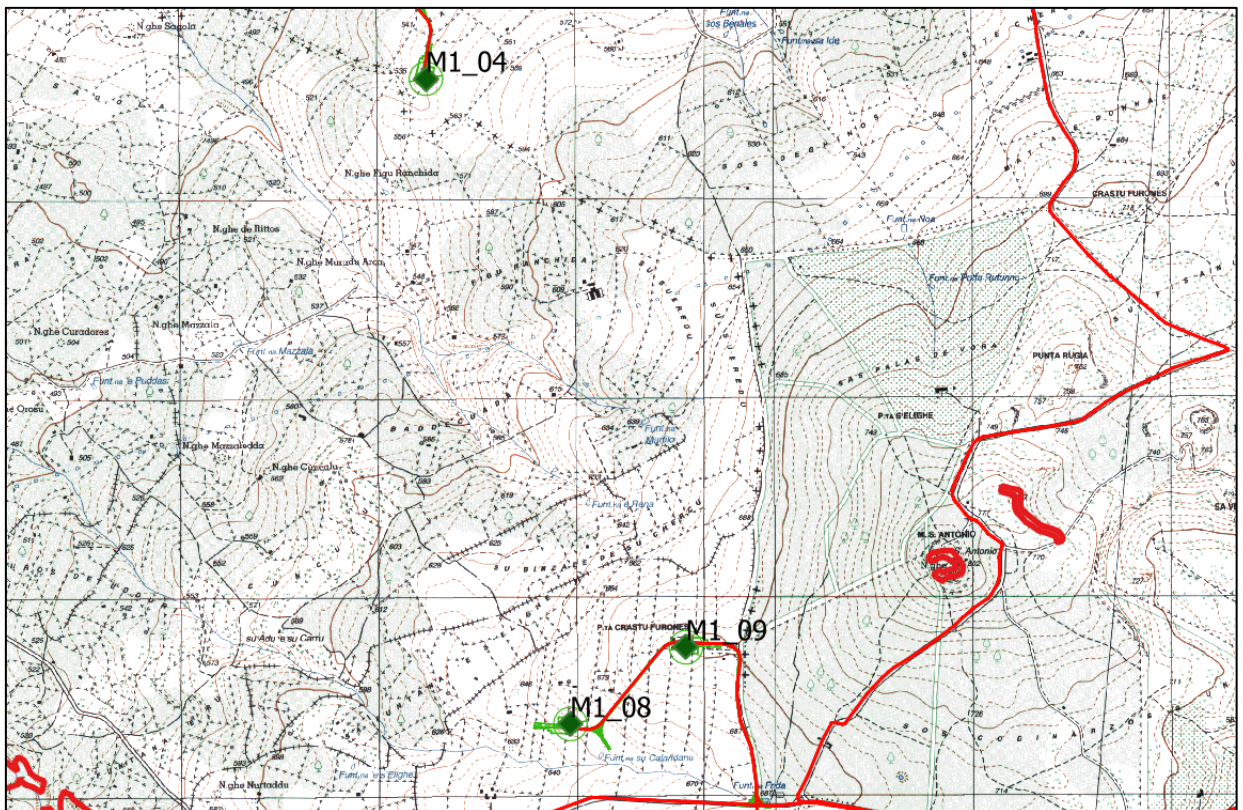
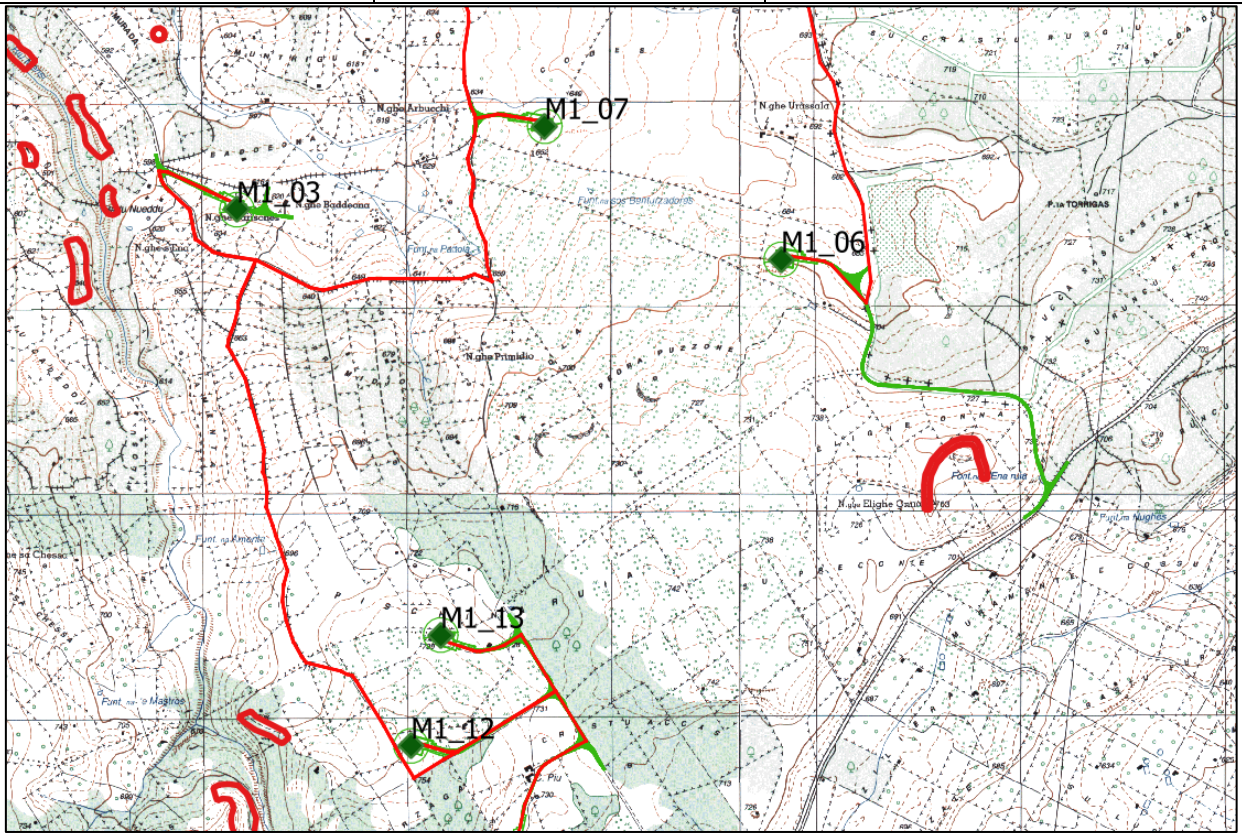


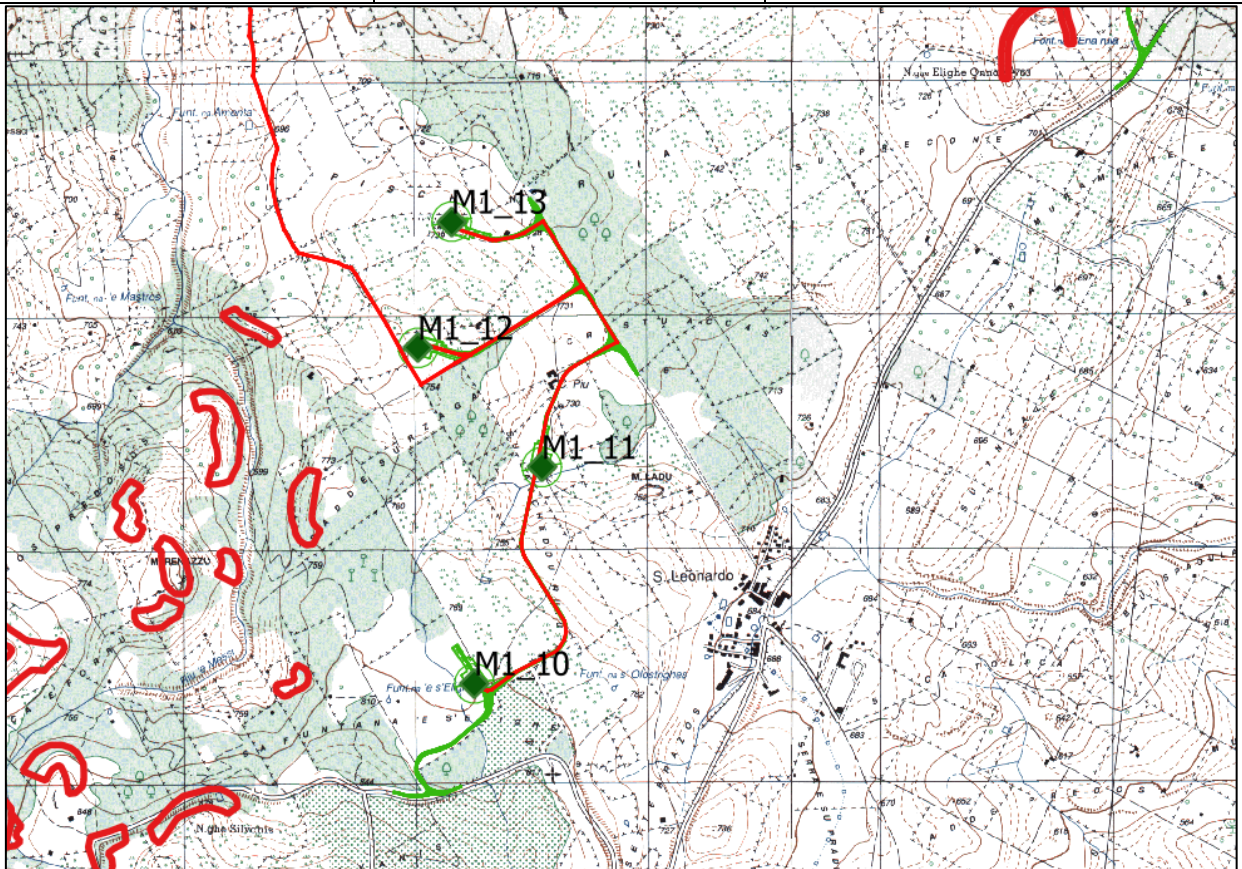
Figura 35: Delimitazione dei fenomeni gravitativi; fonte GeoPortale Sardegna e GeoPortale Nazionale.





**Figura 36: Delimitazione dei fenomeni gravitativi; fonte GeoPortale Sardegna e GeoPortale Nazionale.**



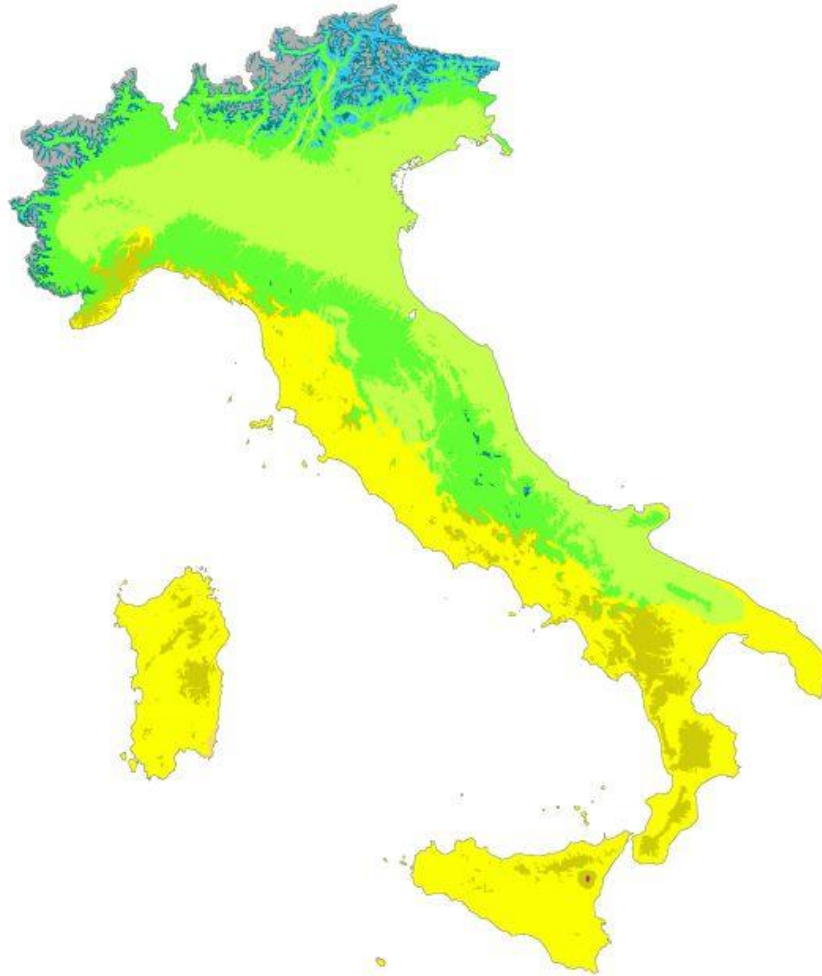


**Figura 37: Delimitazione dei fenomeni gravitativi; fonte GeoPortale Sardegna e GeoPortale Nazionale.**





## 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)	

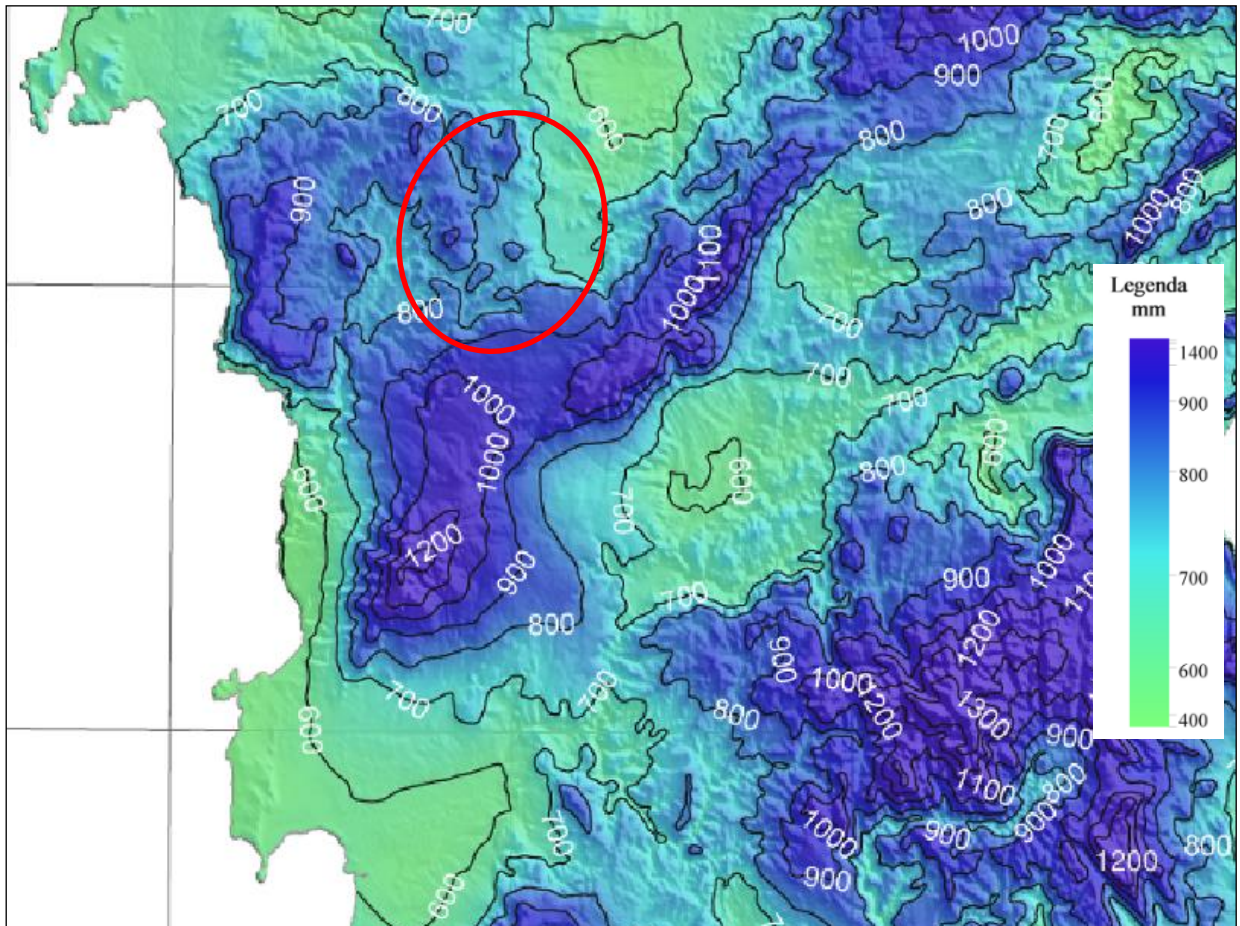
\*Isotherm used to separate temperate (C) and continental (D) climates is  $-3^{\circ}\text{C}$   
 Data source: Climate types calculated from data from WorldClim.org

**Figura 39 – 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

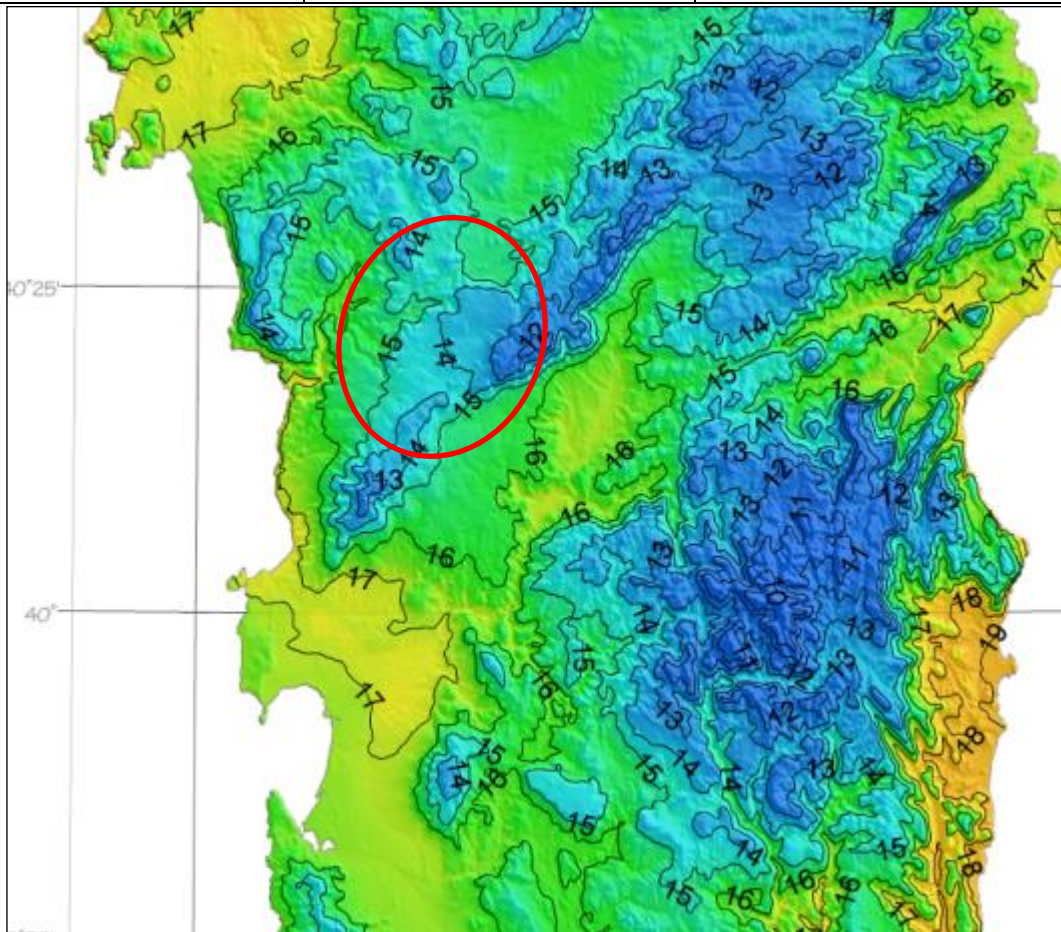


bassa, anche minore di 600 mm/anno, piuttosto aride, e le aree montane, in cui la piovosità, anche a fronte di quote piuttosto contenute, registra valori che eccedono i 1000 mm. In particolare proprio l'area di studio, corrispondente a un'area di dorsale, rappresenta un'area a discreta piovosità.



**Figura 40: 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 41: 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://DatiClimatici(sardegna-clima.it)).*

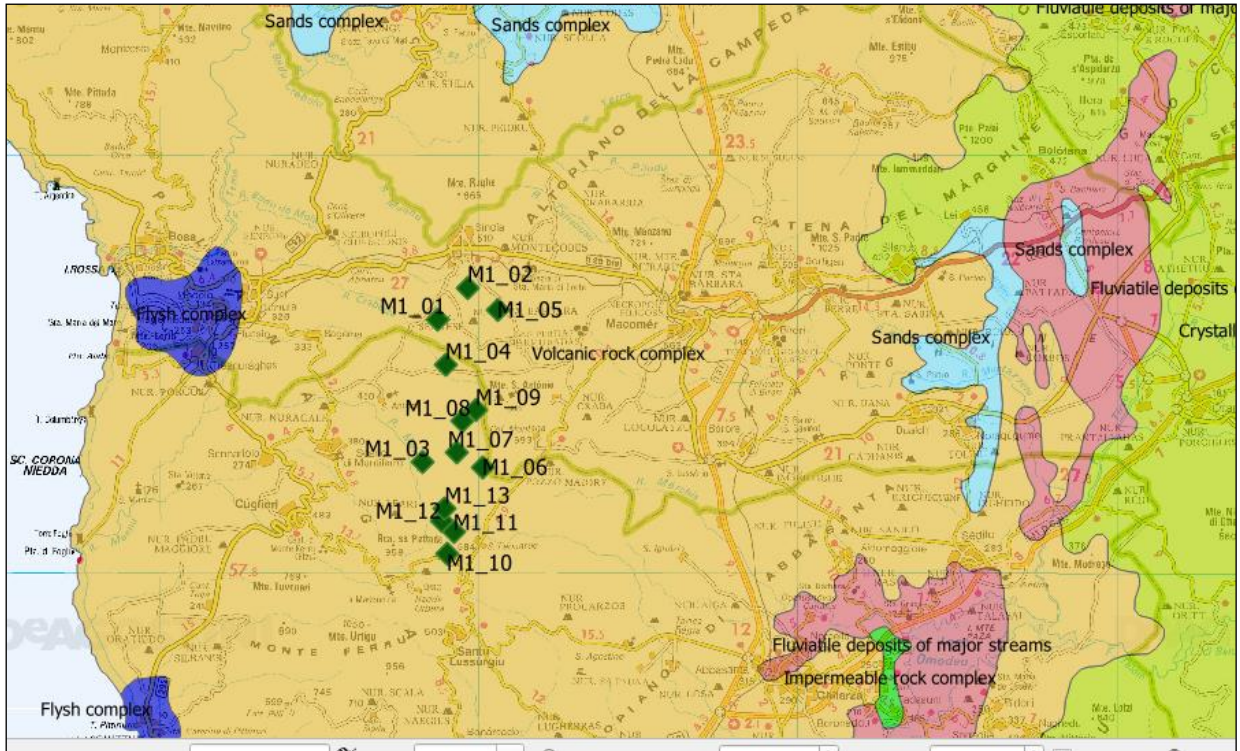
### 6.2.1 Assetto idrogeologico locale

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 42: 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 bassa permeabilità (per fratturazione), eccettuato M1\_02, inserita in un contesto a permeabilità media ed M1\_11, posta in un contesto con permeabilità medio-alta per porosità.

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





Engineering & Construction



GRE CODE

**GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00**

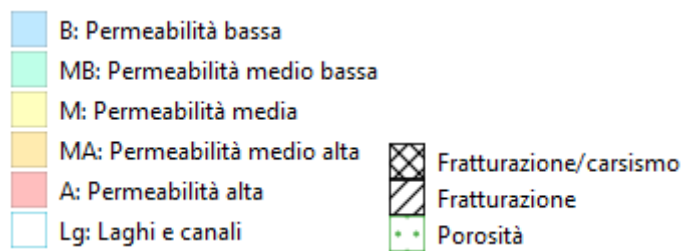
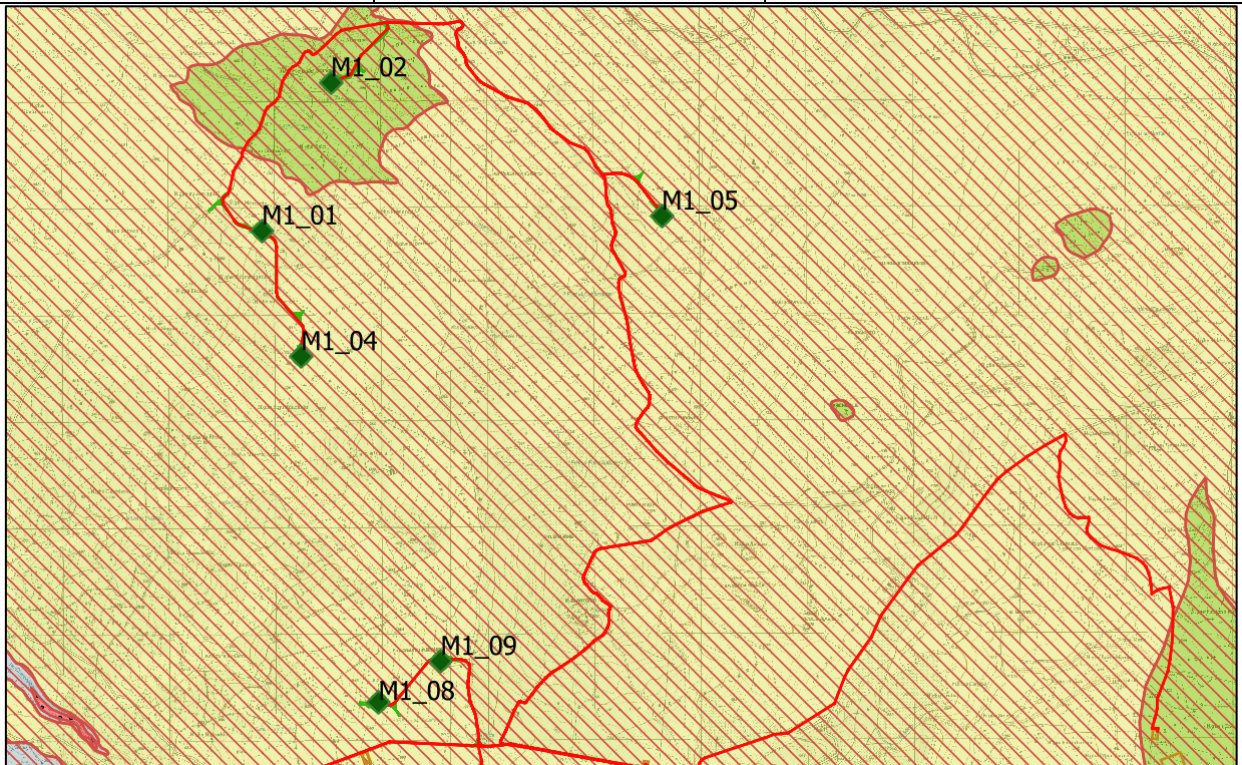
PAGE

60 di/of 76

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 mesima 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). Molto spesso le sorgenti prendono il nome locale di "Funtana".

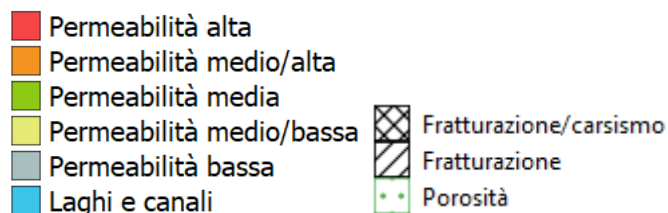
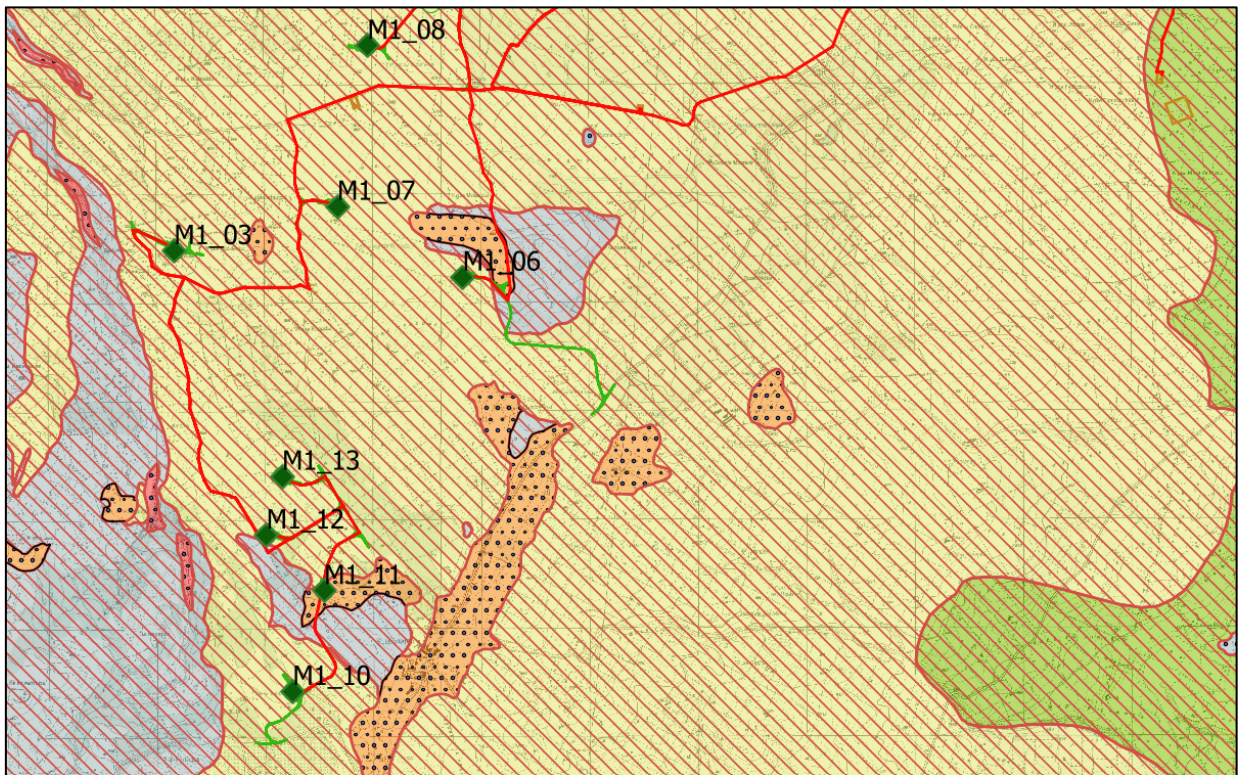
Con elevata probabilità l'area è caratterizzata da un acquifero multifalda molto complesso, ma in parziale collegamento per fenomeni di drenanza, mentre i sottili orizzonti alluvionali possono localmente ospitare una falda freatica a pelo libero, di alta permeabilità e modesta trasmissività, a causa 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 43: Carta della permeabilità del settore nord dell'impianto. Tematismi a partire da quelli disponibili nel geodatabase della Regione Sardegna.**





**Figura 44:** Carta della permeabilità del settore sud 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 obliteate da operazioni antropiche e/o disseccate dall'incipiente desertificazione che interessa parte della Sardegna.

## 7 DESTINAZIONE D'USO DELLE AREE ATTRAVERSADE

Per la definizione della destinazione urbanistica delle aree impegnate dell'impianto eolico si rinvia ai certificati di destinazione urbanistica.



 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 63 di/of 76
---	---	---

## 8 SITI A RISCHIO POTENZIALE

Le informazioni sui siti a rischio potenziale, vista l'assenza di un unico database specifico, sono state raccolte da varie fonti quali Ministero dell'ambiente (MATTM), ISPRA, Regione Sardegna, Provincia di Nuoro, Provincia di Oristano e ARPA Sardegna. L'analisi ha riguardato la raccolta di dati circa la presenza nel territorio di possibili fonti contaminanti quali:

- scarichi di acque reflue industriali;
- siti industriali e aziende a rischio incidente rilevante;
- bonifiche siti contaminati;
- vicinanza a strade di grande comunicazione.
- Discariche e/o impianti di recupero e smaltimento rifiuti

La possibile interferenza tra i siti censiti e le aree interessate dal progetto è nel seguito valutata sulla base delle informazioni geografiche disponibili. Poiché l'escavazione di terreno è prevista solo in corrispondenza delle aree di realizzazione dell'impianto eolico e delle opere di connessione, queste possono essere considerate le uniche aree in cui detta interferenza può realizzarsi.

### 8.1 Scarichi di acque reflue industriali

Considerato che le aree di intervento, risultano essere a vocazione agricola (a meno di alcuni tratti di cavidotti) è da escludere l'interferenza con eventuali sistemi di scarico di acque reflue industriali

### 8.2 Siti industriali e aziende a rischio incidente rilevante (RIR)

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha redatto in collaborazione con il Servizio Rischio Industriale di ISPRA un inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti, assoggettati agli obblighi di cui al D.Lgs. 105/2015.

Tale elenco viene aggiornato semestralmente, l'ultimo aggiornamento risale al 15 marzo 2021 (<https://www.minambiente.it/pagina/inventario-nazionale-degli-stabilimenti-rischio-di-incidente-rilevante-0>)

Nella provincia di Nuoro sono presenti le attività riportate nella tabella seguente:



Engineering &amp; Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00

PAGE

64 di/of 76

Provincia	Comune	Codice Ministero	Ragione Sociale	Attività
NUORO	BOLOTANA	NV056	TIRRENOGAS SRL	(14) Stoccaggio di GPL
NUORO	NUORO	NV077	MEDEA S.P.A.	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)

**Tabella 6-Attività degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante presenti nella Provincia di Nuoro**  
 ([https://www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it/seveso-query-105/inventario\\_listatolist.php?cmd=search&t=inventario\\_listato&z\\_IstRegione=%3D&x\\_IstRegione=20&z\\_IstProvincia=%3D&x\\_IstProvincia=091&z\\_IstComune=%3D&x\\_IstComune=&psearch=&psearchtype=](https://www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it/seveso-query-105/inventario_listatolist.php?cmd=search&t=inventario_listato&z_IstRegione=%3D&x_IstRegione=20&z_IstProvincia=%3D&x_IstProvincia=091&z_IstComune=%3D&x_IstComune=&psearch=&psearchtype=))

Nella provincia di Nuoro sono presenti le attività riportate nella tabella seguente:

Provincia	Comune	Codice Ministero	Ragione Sociale	Attività
ORISTANO	ORISTANO	NV014	ULTRAGAS TIRRENA SPA	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)
ORISTANO	ORISTANO	NV050	MEDEA SPA	(14) Stoccaggio di GPL
ORISTANO	SANTA GIUSTA	NV058	IVI PETROLIFERA SPA	(16) Stoccaggio e distribuzione all'ingrosso e al dettaglio (ad esclusione del GPL)
ORISTANO	SANTA GIUSTA	NV073	HIGAS S.R.L.	(15) Stoccaggio e distribuzione di GNL

**Tabella 7-Attività degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante presenti nella Provincia di Oristano**  
 ([https://www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it/seveso-query-105/inventario\\_listatolist.php?cmd=search&t=inventario\\_listato&z\\_IstRegione=%3D&x\\_IstRegione=20&z\\_IstProvincia=%3D&x\\_IstProvincia=095&z\\_IstComune=%3D&x\\_IstComune=&psearch=&psearchtype=](https://www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it/seveso-query-105/inventario_listatolist.php?cmd=search&t=inventario_listato&z_IstRegione=%3D&x_IstRegione=20&z_IstProvincia=%3D&x_IstProvincia=095&z_IstComune=%3D&x_IstComune=&psearch=&psearchtype=))

In particolare, tra gli stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante, quello più vicino all'area dell'impianto in progetto è lo stabilimento NV056 Tirrenogas S.r.l. nel comune di

 <p><b>Engineering &amp; Construction</b></p>	 <p>WE ENGINEERING</p>	<p>GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b></p> <p>PAGE 65 di/of 76</p>
---	---	--

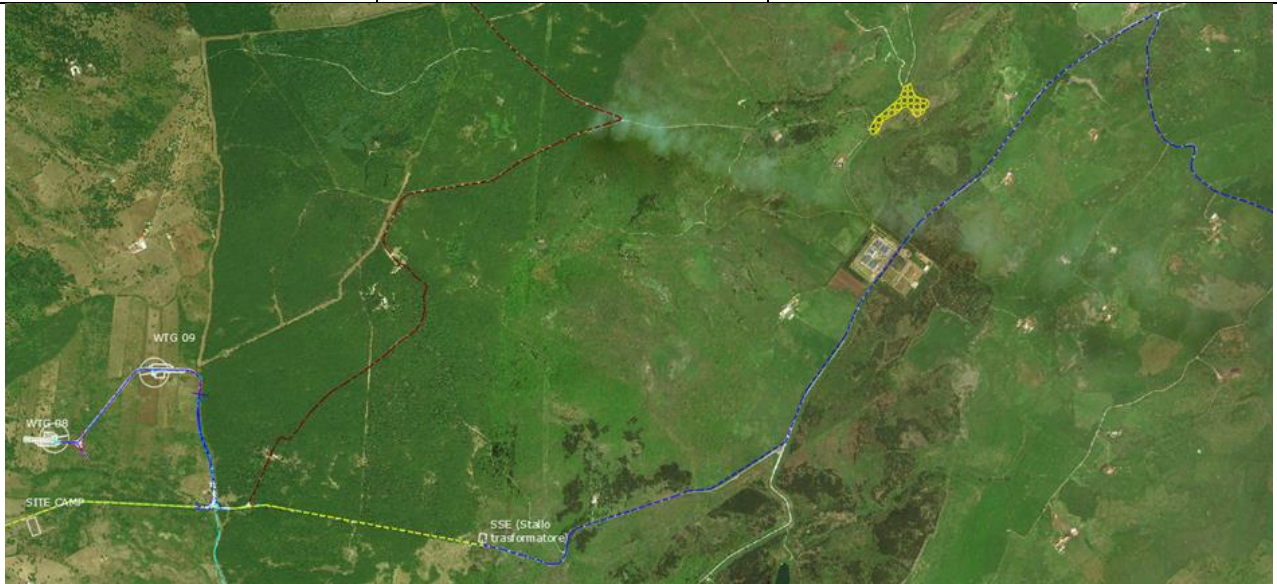
Bolotana (NU), distante circa 25 km dalla WTG più prossima e 20km dalla sottostazione in progetto.

### 8.3 Bonifiche siti contaminati

Per quanto riguarda i siti d'interesse nazionale ai fini della bonifica, questi sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.). I siti d'interesse nazionale sono stati individuati con norme di varia natura e perimetrati mediante decreto del MATTM, d'intesa con le regioni interessate.

Dalla sovrapposizione del layout di impianto, con la cartografia consultabile sul portale della Regione Sardegna, riferita alle "Aree di recupero Ambientale", nello specifico con il perimetro degli scavi, emerge la non ricadenza delle componenti di impianto all'interno di detta perimetrazione.





- Siti inquinati
  - Sito amianto
  - Sito inquinato
  - Area di rispetto del sito inquinato
- Aree minerarie dismesse
  -
- Discariche
  -
- Scavi
  -

*Figura 45 – Estratto dal Geoportale Sardegna (Fonte: <https://www.sardegna-geoportale.it/webgis2/sardegna-mappe/?map=ppr2006>)*

#### 8.4 Vicinanza a strade di grande comunicazione

Dall'analisi cartografica è emerso che le aree interessate dalle opere in progetto interferiscono, relativamente alle opere necessarie alla realizzazione del cavidotto interrato, con arterie di comunicazione stradale, nello specifico la SS 129bis, la SP 78 e la SP 43. Si specifica che le lavorazioni necessarie, che interessano in maniera limitata una corsia per una lunghezza di circa 8,8 km, verranno svolte in accordo a quanto stabilito dalla normativa vigente in materia stradale e di sicurezza sul lavoro

#### 8.5 Discariche e/o impianti di recupero e smaltimento rifiuti

Dall'analisi dei contenuti forniti dall'ISPRA emerge la presenza delle presenti discariche e/o impianti di recupero e smaltimento rifiuti:



**Figura 46: inquadramento area di impianto rispetto alla localizzazione di discariche e/o impianti di recupero e smaltimento rifiuti (Fonte: <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=comautmudoperazione&regid=20&nomereg=Sardegna&provid=091&nomeprov=Nuoro&comid=&nomecom=&ta=&cerca=cerca&p=1&opr=&opd=&rv=&tipogest=&tipogest1=&attivata=si&width=1920&height=1080>)**

La discarica più prossima all'impianto risulta essere I.C.A.N. srl distante circa 10 Km.

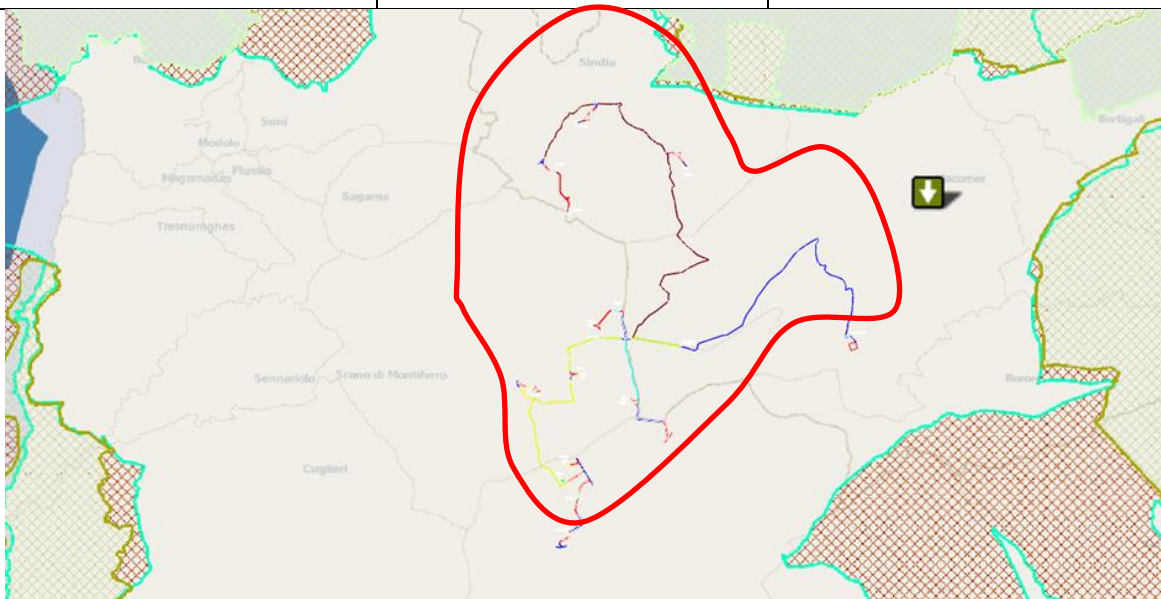
Dall'analisi del PPR della regione Sardegna non emerge alcuna interferenza delle opere in progetto con aree identificate quali discariche.

## 9 AREE DI INTERESSE NATURALISTICO

Dalla consultazione delle tematiche del Geoportale Nazionale e, in particolare:

- ✓ Dell'elenco Ufficiale delle Aree Protette EUAP;
- ✓ Della Rete Natura 2000 – Siti di Importanza Comunitaria SIC;
- ✓ Della Rete Natura 2000 – Zone di Protezione Speciale ZPS.

si evince che gli aerogeneratori e la sottostazione utente 150/33 kV, risultano esterni a Siti Rete Natura 2000, SIC, ZPS, ZSC, SIN e SIR, Aree importanti per l'avifauna IBA, Aree protette EUAP.



**Vincoli ambientali**

**Aree marine protette (dati indicativi)**

- ZONA A
- ZONA B
- ZONA C
- ZONA D

**Parchi Nazionali della Sardegna (dati indicativi)**

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA TA
- ZONA MA
- ZONA MB1
- ZONA MB
- ZONA TC
- ZONA TB

**SIC - Siti Interesse Comunitario Dicembre 2017**

- 

**ZPS - Zone Protezione Speciale Dicembre 2017**

- 

**SIC\_ZSC\_Agosto 2019**

- SIC
- ZSC

**SIC\_ZSC\_Aprile\_2020**

- SIC
- ZSC

**SIC\_ZSC\_Dic\_2020**

- SIC
- ZSC

**ZPS\_Dic\_2020**

- 

**Aree importanti per avifauna IBA**

- 

**Figura 47: Sovrapposizione dell'area in esame (in rosso) e delle perimetrazioni di Rete Natura 2000 (Fonte: [https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree\\_tutelate](https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree_tutelate))**

Per maggiori approfondimenti si rinvia all'elaborato:



 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 <b>WE ENGINEERING</b>	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b>
		PAGE 69 di/of 76

*GRE.EEC.D.26.IT.W.15066.00.076\_Aree naturali protette (Rete Natura 2000, Aree IBA Zone Ramsar, Parchi E Riserve, Siti Unesco, Rer)*

## 10 STIMA PRELIMINARE DEL VOLUME DI SCAVO

Per le terre e rocce da scavo prodotte nel sito di progetto, in prima analisi, essendovi un esubero rispetto alle attività che prevedono il rinterro, il materiale derivante dalle attività di scavi, correlate alla realizzazione delle opere civili, verrà conferito ad idoneo impianto di trattamento e/o discarica secondo le modalità previste dalla normativa vigente in materia.

Si precisa che il materiale derivante da scotico verrà riutilizzato in sito quale materiale destinato al rinverdimento delle scarpate, piazzole, ecc.

A valle della caratterizzazione, se il materiale risulterà idoneo, lo stesso verrà preliminarmente frantumato in sito ai fini del riutilizzo.

Relativamente alle lavorazioni previste si stimano i seguenti quantitativi di materiale:

Elemento	Scavo	Rinterro	Materiale riutilizzato	Materiale da conferire a discarica	Materiale da conferire a discarica
Piazzole	166531,04	101943,30	69%	52004,65	31%
Piazzole (scotico)	40916,34	40916,34	100%	0,00	0%
Fondazioni WTG	27430,00	16835,00	61%	10595,00	39%
Adeguamento strade	26155,79	23542,45	90%	2613,34	10%
Adeguamento strade (scotico)	13638,88	13638,88	100%	0,00	0%
Nuove strade <sup>(1)</sup>	58205,02	70788,11	100%	0,00	0%
Nuove strade (scotico)	36105,77	36105,77	100%	0,00	0%
Cavidotti MT	25034,91	22759,00	91%	2275,91	9%
Cavidotti AT	9671,55	4513,39	47%	5158,16	53%
Sottostazione	4600,49	78,88	2%	4521,61	98%
Sottostazione (Scotico)	1631,25	1631,25	100%	0,00	0%
<b>TOT</b>	<b>409921,04</b>	<b>332752,37</b>	<b>81%</b>	<b>77168,67</b>	<b>19%</b>

**Tabella 8: Volumi di scavo**

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 70 di/of 76
---	---	---

Circa l'81% del volume di terre e rocce da scavo, pari a **332752,37 mc**, sarà riutilizzato nello stesso sito di produzione per il rinterro delle fondazioni e dei cavidotti, per la formazione dei rilevati ed il ripristino parziale delle aree delle piazzole.

Il restante 19% del volume di terre e rocce da scavo, pari a **77168,67 mc**, sarà conferito ad idoneo centro autorizzato al recupero e/o scarica.

Per quanto riguarda il trasporto, a titolo esemplificativo, verranno impiegati camion con adeguata capacità, protetti superiormente con teloni per evitare la dispersione di materiale durante il tragitto.

Per le terre e rocce da scavo qualificate con i codici dell'elenco europeo dei rifiuti 17.05.04 o 17.05.03\* il deposito temporaneo di cui all'articolo 183, comma 1, lettera bb), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, si effettua, attraverso il raggruppamento e il deposito preliminare alla raccolta realizzati presso il sito di produzione, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) le terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti contenenti inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) 850/2004 sono depositate nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e sono gestite conformemente al predetto regolamento;
- b) le terre e rocce da scavo sono raccolte e avviate a operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative:
  - 1) con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
  - 2) quando il quantitativo in deposito raggiunga complessivamente i 4000 metri cubi, di cui non oltre 800 metri cubi di rifiuti classificati come pericolosi. In ogni caso il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;
- c) il deposito è effettuato nel rispetto delle relative norme tecniche;
- d) nel caso di rifiuti pericolosi, il deposito è realizzato nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute e in maniera tale da evitare la contaminazione delle matrici ambientali, garantendo in particolare un idoneo isolamento dal suolo, nonché la protezione dall'azione del vento e dalle acque meteoriche, anche con il convogliamento delle acque stesse.

 <p><b>Engineering &amp; Construction</b></p>	 <p>WE ENGINEERING</p>	<p>GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b></p> <p>PAGE 71 di/of 76</p>
---	---	--

Nell'ambito delle attività da eseguire il materiale da scavo proviene dalla realizzazione delle seguenti opere: strade, piazzali Sottostazione, cavidotti, fondazioni aerogeneratori, fondazione edificio Sottostazione e fondazioni apparecchiature elettromeccaniche di stazione, recinzione stazione.

Per la quantità eccedente del materiale da scavo proveniente da opere all'aperto, la gestione come rifiuto verrà trattata in conformità alla parte IV del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e con riferimento all'art. 23 del DPR 120/17.

In ottemperanza all'art.24 del DPR 120/2017, in fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, in conformità alle previsioni del presente «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti», il proponente o l'esecutore:

- effettua il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale, in conformità con quanto pianificato in fase di autorizzazione;
- redige, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito progetto in cui sono definite:
  - le volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;
  - la quantità delle terre e rocce da riutilizzare;
  - la collocazione e durata dei depositi delle terre e rocce da scavo;
  - la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.

### **10.1 Procedure di campionamento in fase di progettazione esecutiva**

Nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori verrà eseguita la caratterizzazione ambientale ai sensi dell'Allegato 4 del DPR 120/2017.

I campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo sono privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si abbia evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche sono condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione è riferita allo stesso. In caso di terre e rocce provenienti da scavi di



 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE
		<b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b>  PAGE 72 di/of 76

sbancamento in roccia massiva, ai fini della verifica del rispetto dei requisiti ambientali di cui all'articolo 4 del DPR 120/2017, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

Il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è di seguito riportato, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse:

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

**Tabella 9 – Set analitico minimale (Fonte: Allegato 4 del DPR 120/2017)**

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE
		<b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b>  PAGE 73 di/of 76

Ai sensi degli allegati 2 e 4 al DPR 120/2017, la caratterizzazione ambientale è eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio.

Qualora le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'allegato 10.

Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale, le matrici materiali di riporto saranno sottoposte al test di cessione effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, (G. U. n. 88 del 16 aprile 1998), per i parametri pertinenti di cui alla Tabella 1, ad esclusione del parametro amianto. Gli esiti analitici saranno confrontati con le concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del D.lgs 152/2006 al fine di accertare il rispetto e quindi confermare il riutilizzo in sito.

Per la definizione di matrice materiale di riporto si rimanda a quanto già specificato nel paragrafo 3.

#### Area di impianto ed elettrodotti interrati MT e AT

Per interventi di tipo areale, il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente.

<b>Dimensione dell'area</b>	<b>Punti di prelievo</b>
Inferiore a 2.500 mq	3
Tra 2.500 e 10.000 mq	3 + 1 ogni 2.500 mq
Oltre i 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq

**Tabella 10 – Procedure di campionamento in fase di progettazione (Fonte: Tabella 2.1, Allegato 2 del DPR 120/2017)**

Considerata l'area in scavo della singola piazzola, il piano di indagini prevede per ciascuna area destinata al montaggio dell'aerogeneratore, la realizzazione di 4 punti di indagine. Per ogni piazzola è previsto un prelievo nell'area di fondazione e tre prelievi nell'area esterna alla fondazione indicativamente nei punti perimetrali della piazzola. Per il punto in prossimità della fondazione verranno prelevati n.3 campioni corrispondenti alle profondità di: 0,5m 2,0m

 <b>Engineering &amp; Construction</b>	 WE ENGINEERING	GRE CODE <b>GRE.EEC.R.73.IT.W.15066.00.067.00</b> PAGE 74 di/of 76
---	---	---

e fondo scavo. Per il 3 punti esterni all'area di fondazione verranno prelevati rispettivamente 1, 2 e 3 campioni in accordo alle profondità di scavo e alla normativa vigente.

Per quanto riguarda i tratti di elettrodotti interrati (MT e AT), al fine di prelevare un numero di campioni di terreno sufficientemente rappresentativo del materiale di scavo prodotto durante la sua realizzazione, il piano delle indagini prevede la realizzazione di un punto di indagine ogni 500 m lineari di tracciato; in ogni caso deve essere effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia. Considerato che il tracciato dell'elettrodotto MT e AT interrato, al netto dei tratti in cavo che interessano le aree delle piazzole, avrà una lunghezza di circa 35000 m, al netto dei tratti interni alle aree di impianto già considerate, si prevedono 70 punti di campionamento. Per ciascuno di essi, considerata la profondità di scavo pari a 1,20m, verranno prelevati n.2 prelievi per un totale di 140 prelievi.

Per quanto riguarda le modalità di campionamento relative alla nuova viabilità in progetto, bisogna considerare che una parte del percorso dei cavidotti coincide con il tracciato previsto per le nuove strade. Di conseguenza, in corrispondenza della viabilità di nuova realizzazione e dei cavidotti (lunghezza totale di circa 6.900 m), si prevedono 14 punti di prelievo. Per ciascuno di essi verranno prelevati n.1 o 2 campioni in funzione della profondità di scavo. Pertanto il numero totale di campioni previsti è compreso tra n.14 e 28 campioni..

#### Sottostazione Multiutente e Stallo Trasformatore

Le superfici in pianta della Sottostazione Multiutente 150/33 kV e dello Stallo Trasformatore, risultano rispettivamente pari a circa 1.838,08 mq e 5.632 mq; il piano delle indagini prevede la realizzazione di 3 punti di indagine per la Sottostazione Multiutente (relativamente alle opere in progetto) e 6 punti di indagine per lo Stallo Trasformatore.

I campionamenti saranno effettuati per mezzo di escavatori meccanici o tramite carotaggio; i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche verranno così prelevati:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di



sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione delle terre e rocce da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

In genere i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali delle terre e rocce da scavo sono prelevati come campioni compositi per ogni scavo esplorativo o sondaggio in relazione alla tipologia ed agli orizzonti individuati.

Si dovrà porre cura a che ogni campione sia rappresentativo di una e una sola unità litologica, evitando di mescolare nello stesso campione materiale proveniente da strati di natura diversa o materiale del riporto con terreno naturale.

Ogni campione di terreno prelevato e sottoposto alle analisi sarà costituito da un campione rappresentativo dell'intervallo di profondità scelto.

Gli incrementi di terreno prelevati verranno trattati e confezionati in campo a seconda della natura e delle particolari necessità imposte dai parametri analitici da determinare.

## 10.2 Test di cessione

Per i materiali da scavo che dovranno essere necessariamente conferiti in discarica sarà obbligatorio eseguire il test di cessione ai sensi del DM 27/09/2010 ss.mm.ii., ai fini di stabilire i limiti di concentrazione dell'eluato per l'accettabilità in discarica. L'attribuzione del Codice CER, verrà eseguita con verifica delle caratteristiche chimico-fisiche del materiale, mediante esecuzione di "un set analitico".

Parametri	Limiti di concentrazione dell'eluato (L/S=10 l/kg mg/l)
As	0,05
Ba	2
Cd	0,004
Cr totale	0,05
Cu	0,2
Hg	0,001
Mo	0,05

Parametri	Limiti di concentrazione dell'eluato (L/S=10 l/kg mg/l)
Ni	0,04
Pb	0,05
Sb	0,006
Se	0,01
Zn	0,4
Cloruri	80
Fluoruri	1
Solfati	100
Indice Fenolo	0,1
DOC(*)	50
TDS(**)	400

(\*) Nel caso in cui i rifiuti non rispettino i valori riportati per il DOC al proprio valore di pH, possono essere sottoposti ai test con una proporzione liquido/solido L/S = 10 l/kg e con un pH compreso tra 7,5 e 8,0. I rifiuti possono essere considerati conformi ai criteri di ammissibilità per il carbonio organico disciolto se il risultato della prova non supera 50 mg/l.

(\*\*) È possibile servirsi dei valori per il TDS (Solidi disciolti totali) in alternativa ai valori per i solfati e per i cloruri.)

**Tabella 11- Tabella 2 del Decreto del Ministero dell'ambiente 27 Settembre 2010 s.m.i. - Rifiuti inerti per i quali è consentito lo smaltimento in discarica per rifiuti inerti senza preventiva caratterizzazione**

## 11 CONCLUSIONI

Il materiale scavato per la realizzazione dell'impianto eolico in progetto, costituito da 13 aerogeneratori di potenza singola pari a 6 MW, per una potenza complessiva di 78 MW, e delle relative opere di connessione, sarà escluso dalla disciplina dei rifiuti a condizione che rispetti i requisiti di cui all'art. 185, comma 1, lettera c) e ne venga verificata la non contaminazione mediante specifiche analisi chimiche, effettuate ai sensi dell'Allegato 4 del DPR 120/2017).

Circa l'81% del volume di terre e rocce da scavo, pari a **332752,37 mc**, sarà riutilizzato nello stesso sito di produzione per il rinterro delle fondazioni e dei cavidotti, per la formazione dei rilevati ed il ripristino parziale delle aree delle piazzole.

Il restante 19% del volume di terre e rocce da scavo, pari a **77168,67 mc**, sarà conferito ad idoneo centro autorizzato al recupero e/o discarica.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

