

# REGIONE SARDEGNA

Provincia del Sulcis Iglesiente

COMUNI DI CARBONIA E IGLESIAS



| REV. | DESCRIZIONE                | DATA     | REDATTO | CONTROL. | APPROV.    |
|------|----------------------------|----------|---------|----------|------------|
| 1    | EMISSIONE PER ENTI ESTERNI | 27/05/22 | ANTEX   | FURNO C. | NASTASI A. |
| 0    | EMISSIONE PER COMMENTI     | 20/05/22 | ANTEX   | FURNO C. | NASTASI A. |

|   |                         |   |       |                   |
|---|-------------------------|---|-------|-------------------|
| Committente:  |                         |    |       |                   |
| <b>IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.p.A.</b>   |                         |   |       |                   |
| Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma<br>Partita I.V.A. 06977481008 - PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it |                         |   |       |                   |
| Società di Progettazione:   |                         | <i>Ingegneria &amp; Innovazione</i>   |       |                   |
|    |                         | Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409<br>Web: <a href="http://www.antexgroup.it">www.antexgroup.it</a> e-mail: <a href="mailto:info@antexgroup.it">info@antexgroup.it</a> |       |                   |
| Progetto:   |                         | Progettista/Resp. Tecnico:  |       |                   |
| <b>PARCO EOLICO DI "CARBONIA"</b>   |                         | Dott. Ing. Cesare Furno<br>Ordine degli Ingegneri<br>della Provincia di Catania<br>n° 6130 sez. A   |       |                   |
| Elaborato:  |                         | Geologo:  |       |                   |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA   |                         | Dott. Geol. Milko Nastasi<br>Ordine Regionale<br>dei Geologi di Sicilia<br>n° 3139 sez. A   |       |                   |
| Scala:  | Nome DIS/FILE:          | Allegato:   | F.to: | Livello:          |
| NA  | C20033S05-PD-RT-03.1-01 | 1/2   | A4    | <b>DEFINITIVO</b> |

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



## Sommario

|   |    |
|---|----|
| 1. Premessa -----   | 3  |
| 2. Fasi di lavoro -----   | 3  |
| 3. Inquadramento geografico-----  | 5  |
| 4. Inquadramento strutturale -----  | 6  |
| 5. Inquadramento geomorfologico-idrogeologico -----   | 8  |
| 5.1 morfologia-----   | 8  |
| 5.2 idrologia e idrogeologia-----   | 10 |
| 6. Inquadramento geologico (fonte: note illustrative foglio 555 iglesias) -----             | 15 |
| 7. Caratterizzazione del sito secondo le norme tecniche per le costruzioni (ntc 2018) ----- | 19 |
| 7.1 pericolosità sismica -----  | 20 |
| 8. Considerazioni geotecniche -----   | 22 |
| 9. Piano di indagini previsto -----   | 23 |
| 9.1 risultati delle indagini -----  | 25 |
| 10. Pericolosità geologica e idraulica -----  | 27 |
| 10.1 carte rischi e pericolosità pai-----   | 27 |
| 11. Considerazione sulla viabilità e le piazzole in progetto -----                          | 30 |
| 11.1 piazzole e rilevati -----  | 30 |
| 11.2 viabilità esterna -----  | 32 |
| 12. Opere idrauliche -----  | 33 |
| 13. Sottostazione -----   | 34 |
| conclusioni-----  | 35 |

## Indice delle figure

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000-----  | 5  |
| Figura 2 - Mappa dei vari siti dell'impianto in progetto -----  | 6  |
| Figura 3 - Schema tettonico della Sardegna settentrionale (da Oggiano et al., 2009) -----             | 7  |
| Figura 4 - Immagine rappresentativa delle strutture geomorfologiche presenti sovrapposte al DTM ----- | 9  |
| Figura 5 - schema idrogeologico del foglio 555 "Iglesias"-----  | 10 |
| Figura 6 - pozzo nelle vicinanze dell'aerogeneratore SM04-----  | 11 |
| Figura 7 - pozzo nelle vicinanze dell'aerogeneratore C01-----   | 12 |
| Figura 8 - pozzo nelle vicinanze dell'aerogeneratore SR10-----  | 13 |
| Figura 9 - Layout con carta della permeabilità -----  | 14 |
| Figura 10 - Area con litologia e turbine in evidenza-----   | 18 |
| Figura 11 - Distribuzione dei terremoti in Sardegna e nei mari adiacenti-----                         | 21 |
| Figura 12 - cartografia PAI della pericolosità e del rischio geomorfologico-----                      | 28 |
| Figura 14 - stralcio della carta della pericolosità alluvioni con il layout di impianto-----          | 29 |
| Figura 15 - stralcio della carta geologica, allegato 2b-----  | 34 |

|   |  |   |        |       |
|---|--|---|--------|-------|
|  | <p align="center"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> |  |        |       |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.3 |

## 1. PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico "Carbonia", con potenza nominale installata pari a 66 MW, da realizzarsi nei territori dei Comuni di Carbonia e Iglesias nella Provincia di Sulcis Iglesiente. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6 MW per ogni aerogeneratore.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Gonnessa, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 220 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 220 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 220 kV "Sulcis - Oristano".

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Antex Group in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti, è in possesso di un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato ISO 9001:2015 per attività di "Servizi tecnico-professionali di ingegneria multidisciplinare".

## 2. FASIDILAVORO

Per adempiere alle considerazioni fatte nella premessa, in questa fase di progetto definitivo, sono stati eseguiti sopralluoghi, ricerche bibliografiche, consultata la cartografia P.A.I. vigente e le varie carte tematiche della zona, il tutto per accertare le condizioni geologiche della zona e cercare di definire a grandi linee il modello geologico.

A corredo dello studio effettuato sono stati prodotti i seguenti allegati, dividendo l'area in due settori:

|   |  |   |        |       |
|---|--|---|--------|-------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> | <br>Ingegneria & Innovazione |        |       |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.4 |

- All. 1 - Corografia, scala 1:25000;
- All. 2a - Carta Geologica, scala 1:10000;
- All. 2b - Carta Geologica, scala 1:10000;
- All. 3a - Carta idrogeologica, scala 1:10000;
- All. 3b - Carta idrogeologica, scala 1:10000;
- All. 4a - Carta geomorfologica scala 1:10000;
- All. 4b - Carta geomorfologica scala 1:10000;
- All. 5a - Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico Rev. 42, scala 1:15000;
- All. 5b - Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico Rev. 42, scala 1:10000;
- All. 6a - Carta della pericolosità e rischio idraulica Rev. 41, scala 1:15000;
- All. 6b - Carta della pericolosità e rischio idraulica Rev. 41, scala 1:10000;
- All. 7a - Carta del pericolo alluvioni (Art.8), scala 1:10000;
- All. 7b - Carta del pericolo alluvioni (Art.8), scala 1:10000;

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in questa fase verrà eseguita consultando la letteratura geologica presente e lavori eseguiti in zona e pubblicati online, ubicati nelle zone limitrofe in cui sono presenti formazioni geologiche con caratteristiche simili alla nostra area di studio.

Ovviamente è da sottolineare che, questo approccio non è esaustivo ai fini della ricostruzione di un modello geologico ben definito, saranno necessari in fase esecutiva studi geognostici diretti ed indiretti al fine di caratterizzare al meglio i primi 10 metri di terreno sul quale insisteranno le fondazioni delle turbine.

Le norme, alla quale si è fatto riferimento sono elencate di seguito:

- le norme vigenti in tema di LL.PP. e in particolare dal D.M. del 17.01.2018 (NTC) e ss.mm.ii. e relativa circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.
- le linee guida edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).
- **D.M LL.PP. 11.03.1988** "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- **Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988** – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Al fine di verificare la fattibilità del progetto in esame e definire al meglio il modello geologico in fase di progetto definitivo, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame, spinte fino ad un intorno utile a definire le caratteristiche sopra menzionate.

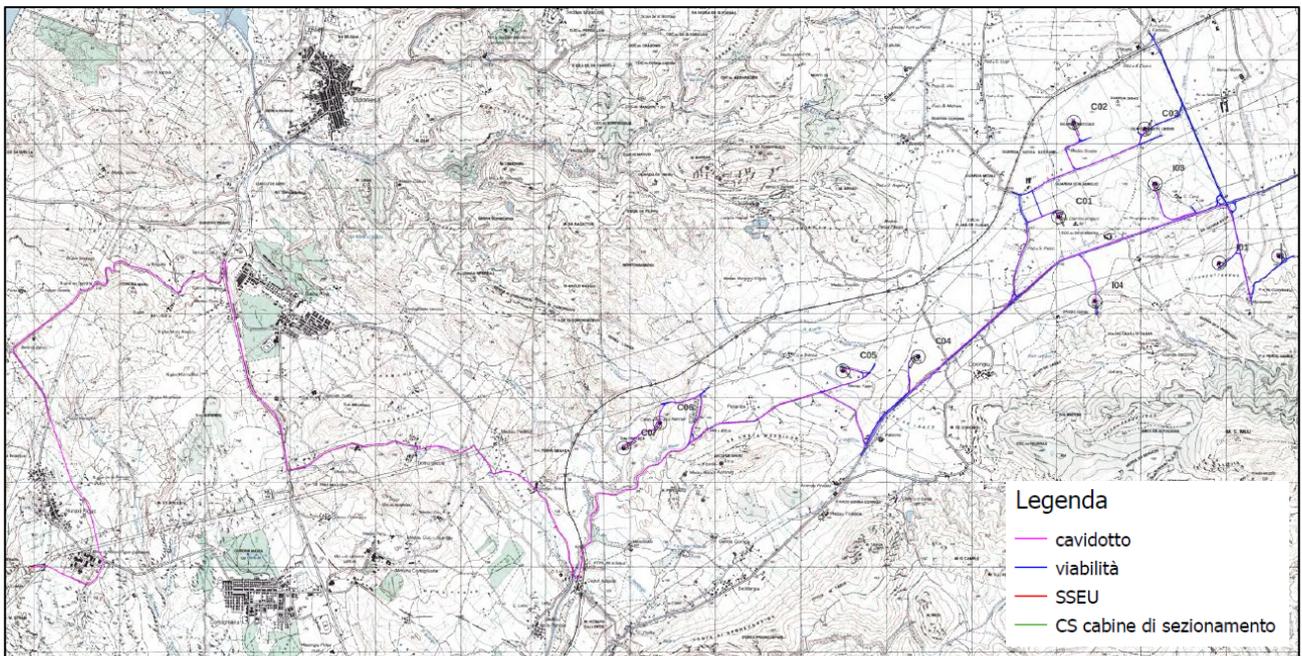


Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000

L'area sulla quale verranno installate le turbine e relativa viabilità ricade nei fogli 555 II Villamassargia, 555 III Portoscuso della Carta Topografica d'Italia in scala 1: 25.000 dell'IGMI (fig.1).

Le turbine sono ubicate nel territorio comunale Carbonia e Iglesias in provincia del Sulcis Iglesiente in un'area scarsamente antropizzata con un utilizzo prettamente agricolo.

Il cavidotto invece è previsto che segua per lo più la viabilità interna al parco per poi proseguire nel territorio di Gonnese su cui insisterà anche la SSEU dell'impianto.

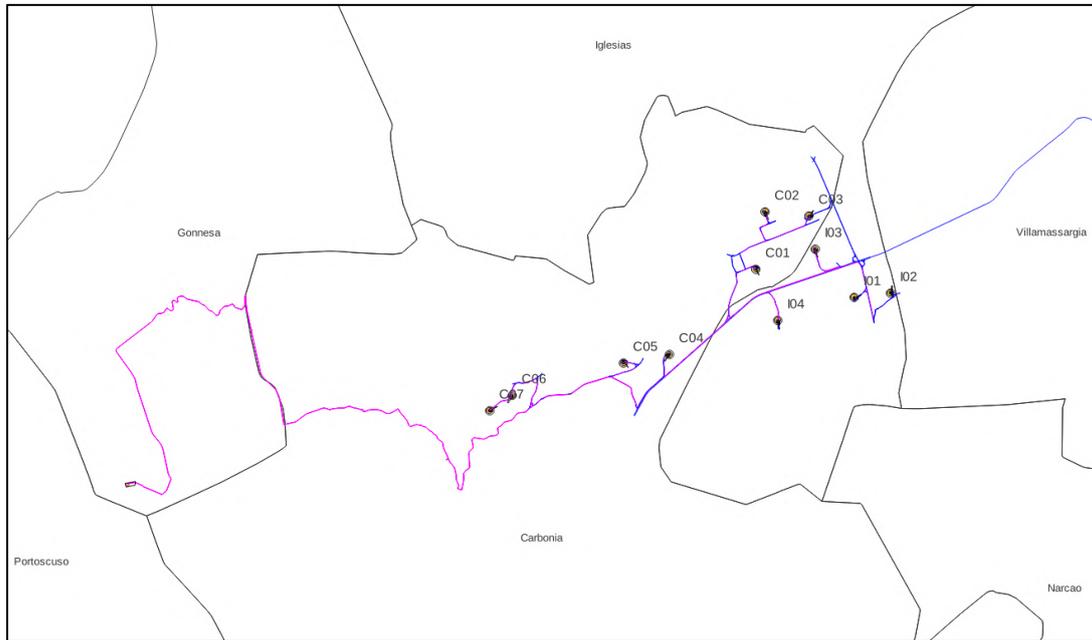


Figura 2 - Mappa dei vari siti dell'impianto in progetto

#### 4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE

(fonte note CARG foglio 555 Iglesias [https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/555\\_IGLESIAS/Foglio.html](https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/555_IGLESIAS/Foglio.html) )

La Sardegna è classicamente divisa in tre complessi geologici che affiorano per estensioni circa equivalenti: il basamento metamorfico ercinico, il complesso magmatico tardo-paleozoico, le successioni sedimentarie e vulcaniche tardo-paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche (fig.3).

La grande variabilità litologica e di età delle rocce della Sardegna trova riscontro anche nel Foglio 555 "Iglesias" che comprende rocce sedimentarie, metamorfiche, intrusive ed effusive che documentano numerosi periodi geologici dal Cambriano al Quaternario.

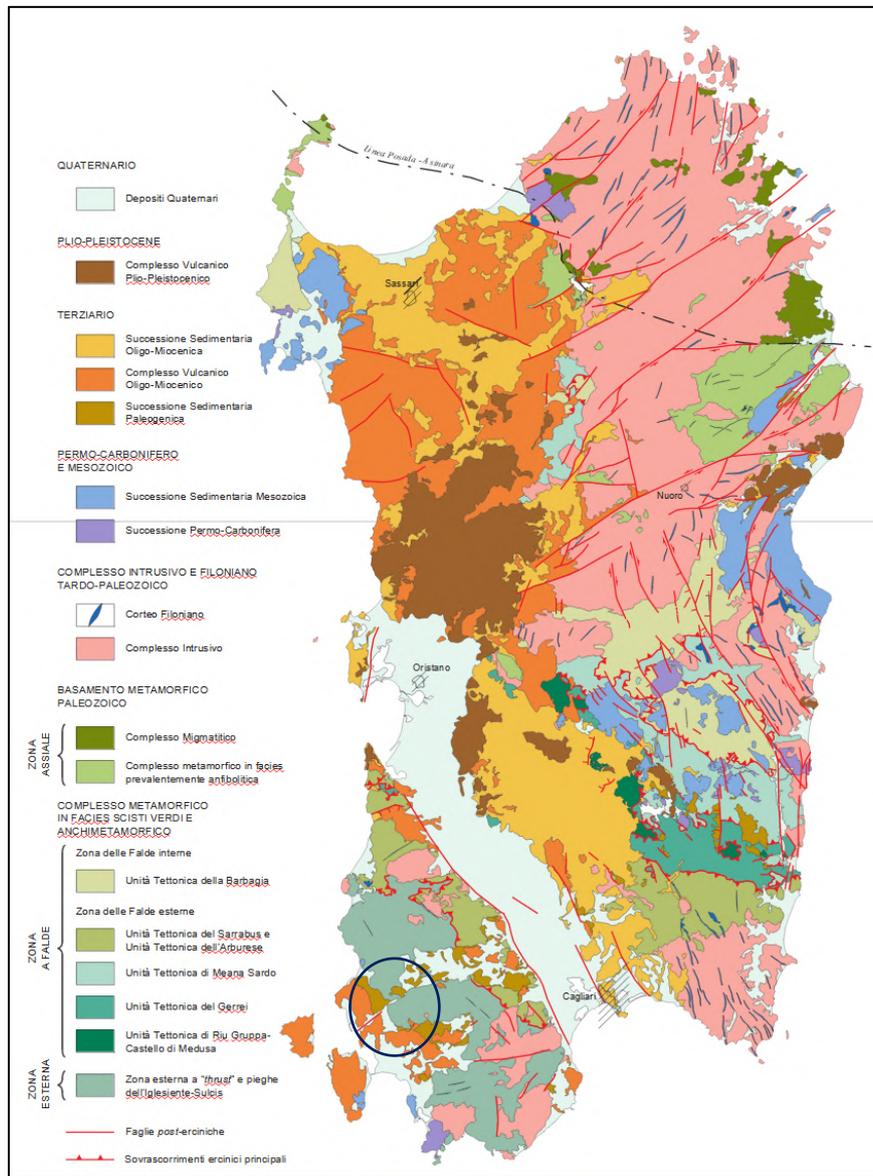


Figura 3 - Schema tettonico della Sardegna settentrionale (da Oggiano et al., 2009)

Il basamento sardo è un segmento della catena ercinica sud-europea le cui strutture principali trovano la loro prosecuzione nei Mauri, nella Montagna Nera e nel Massiccio Centrale Francese (ARTHAUD & MATTE, 1977b).

Esiste un sostanziale accordo tra i diversi Autori nel considerare la catena ercinica come un orogene derivato dalla subduzione di crosta oceanica, con metamorfismo di alta pressione a partire dal Siluriano, e collisione continentale con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo durante il Devoniano e il Carbonifero (MATTE, 1986a; 1986b; CARMIGNANI et alii, 1994b).

Questa fase di convergenza è seguita da una tettonica estensionale post-collisionale che iniziò nel Carbonifero superiore (CARMIGNANI et alii, 1992a) e proseguì con movimenti trascorrenti nel Permiano (ARTHAUD & MATTE, 1977a).

## 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

### 5.1 Morfologia

La morfologia del Foglio 555 "Iglesias" è fortemente controllata sia dalle caratteristiche litologiche, giaciture e strutturali delle rocce affioranti, sia dai movimenti tettonici più recenti che hanno interessato questa parte dell'Isola. La grande eterogeneità litologica ed il complesso assetto tettonico dell'area hanno generato una molteplice variabilità di forme che caratterizzano l'insieme del paesaggio del Foglio Iglesias.

In generale, le caratteristiche morfologiche e fisiografiche del Foglio possono essere suddivise principalmente in tre aree differenti, ad ognuna delle quali corrisponde la prevalenza di un determinato assetto strutturale e di un certo litotipo rispetto ad altri. Queste tre zone sono caratterizzate dall'affioramento predominante dei seguenti litotipi: rocce metamorfiche paleozoiche intensamente deformate dalla tettonica ercinica, rocce vulcaniche terziarie blandamente deformate dalla tettonica terziaria, infine, i depositi quaternari. A queste aree principali se ne aggiungono altre due di minore importanza: quella dei plutoni granitici e quella dei sedimenti mesozoici.

Il basamento paleozoico del Foglio Iglesias è costituito prevalentemente da metarenarie (formazione di Nebida), da rocce carbonatiche (formazione di Gonnesa) e da metamorfiti prevalentemente pelitico-arenacee (formazioni cambriano-ordoviciane) (cfr. § IV - 1.). Questi tre gruppi affiorano con estensioni simili e sono caratterizzate da morfologie sensibilmente diverse. L'interferenza tra diverse fasi deformative ha determinato una distribuzione degli affioramenti carbonatici ("Anello metallifero") attorno al nucleo delle "Arenarie".

In generale, le aree carbonatiche costituiscono i rilievi più elevati, come le due cime più alte del Foglio: P.ta Campu Spina (m 939 s.l.m.) e P.ta S. Michele (m 939 s.l.m.), mentre le metarenarie (formazione di Nebida) e soprattutto le formazioni silicoclastiche cambriano-ordoviciane costituiscono spesso i fondovalle (ad es. la valle di Cabitza, di Acquaresi, di Reigraxius, di Malacalzetta, etc.). Poche sono le eccezioni: ad es., nell'entroterra di Nebida o nei rilievi tra Villamassargia e Terraseo, dove sia la formazione di Nebida che la formazione di Cabitza si elevano sulle aree carbonatiche (rispettivamente ad Arcu Su Filixi e P.ta Baretta). Inoltre, sia l'abitato di Iglesias che quello di Terraseo sono costruiti su superfici di erosione impostate sulla formazione di Gonnesa e depresse rispetto alle aree circostanti, costituite dalle formazioni di Nebida e Cabitza. I rilievi in corrispondenza delle rocce carbonatiche cambriane sono il risultato di una forte erosione differenziale, legata alla giacitura quasi sempre sub-verticale e all'azione morfogenetica del clima e soprattutto

dell'acqua, che svolge la sua attività erosiva in superficie per quanto riguarda le rocce terrigene poco permeabili, e principalmente in profondità per quanto riguarda i carbonati, interessati da carsismo (cfr. § VII - 1.). La morfologia delle rocce carbonatiche risulta quindi caratterizzata da rilievi generalmente dolci, con reticoli idrografici poco diffusi e poco sviluppati e con andamento spesso ortogonale rispetto alla direzione del rilievo. Nella zona tra Acquaresi, Nebida ed Iglesias ed in quella tra Corongiu ed Astia, ad es., dove i rilievi carbonatici hanno un andamento arcuato legato a strutture plicative, i corsi d'acqua hanno un andamento tipicamente radiale. In corrispondenza di questi corsi d'acqua sono localmente presenti valli sospese (valle di Acquaresi, o tratti di costa a falesia). Nell'area tra Buggerru ed Acquaresi e nel massiccio del Marganai, dove gli affioramenti carbonatici cambriani sono molto diffusi, le sommità dei versanti presentano morfologie dolci ed arrotondate, bruscamente intersecate da profonde incisioni (Barraxiutta, Sa Duchessa, etc.). La più famosa è il canyon fluvio-carsico di Riu Gutturu Cardaxius, disposto in direzione E-W e più aperto nella parte a valle, dove affiorano litotipi non carbonatici, mentre tende a restringersi, con pareti verticali e strapiombanti alte fino a circa 200 m, dove affiorano i calcari cambriani in giacitura subverticale.

Le quote vanno dai 95 m ai 186 m c.a s.l.m. e dai sopralluoghi, dalla analisi del DTM con risoluzione 10 metri e dalla carta geomorfologica 1:500000 fornito dalla Regione Sardegna, sono stati segnati in carta (all.4) cresta, vallecicola a V, vallecicole a U e ruscellamento, con l'intera area che ha una leggera pendenza, intorno al 3 %, verso SW. Fig.4.

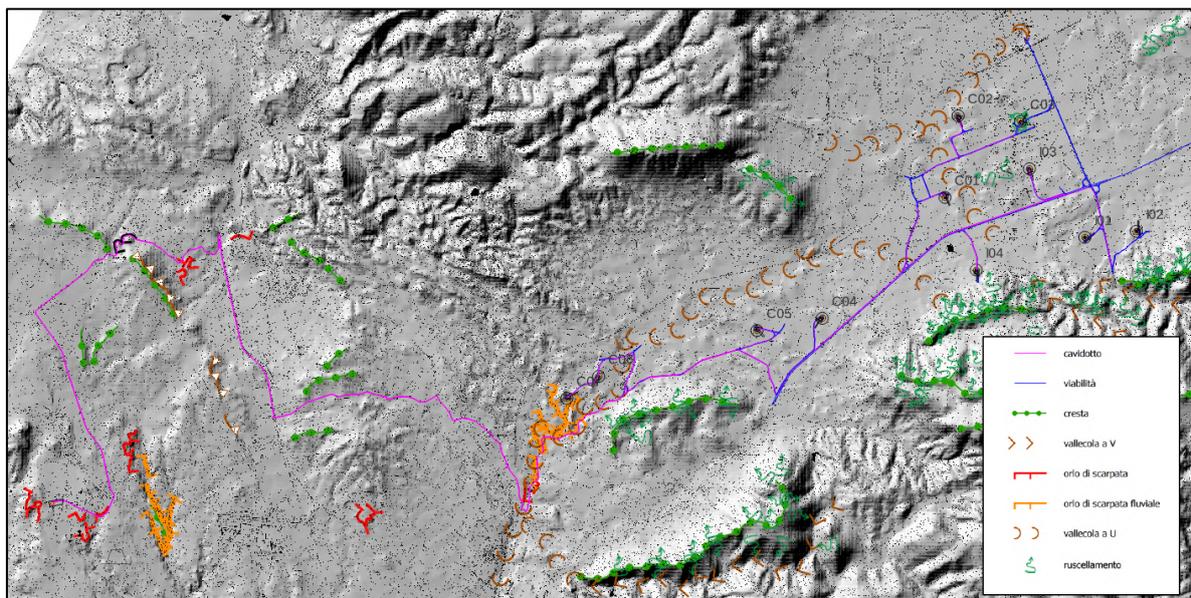


Figura 4 - Immagina rappresentativa delle strutture geomorfologiche presenti sovrapposte al DTM

## 5.2 Idrologia e idrogeologia

Il territorio occupato dal layout si trova tra i bacini del Sulcis e del Flumini Mannu, infatti le acque di ruscellamento confluiscono all'interno del Riu Cixerri (Bacino Flumini Mannu) e Riu Flumentipido che appartiene al bacino del Sulcis.

L'idrogeologia del Foglio Iglesias, ed in particolare quella del settore centro-occidentale, ha risentito per un lungo periodo delle attività minerarie.

Infatti, l'eduazione dalla miniera di Monteponi e la galleria di scolo Umberto I hanno modificato fortemente il chimismo e la naturale distribuzione delle acque nel sottosuolo.



Figura 5 - schema idrogeologico del foglio 555 "Iglesias"

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

Figura 6 - pozzo nelle vicinanze dell'aerogeneratore SM04

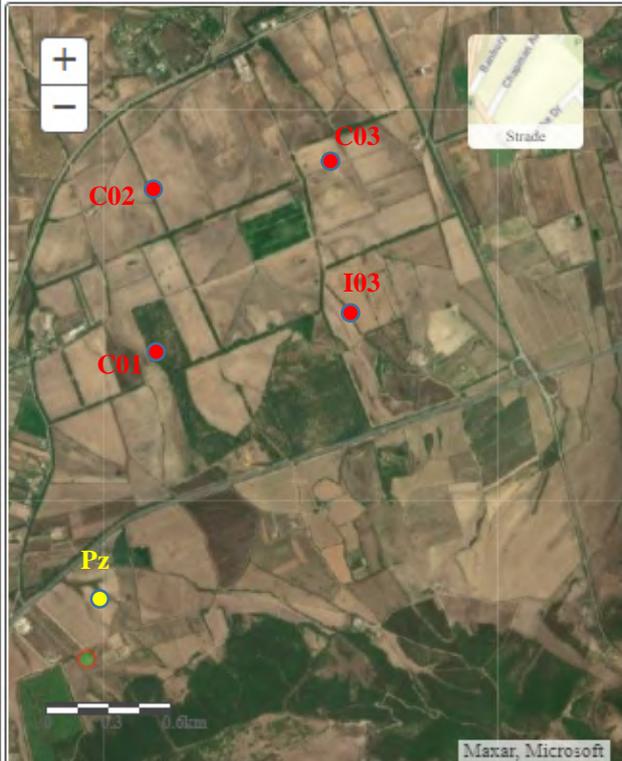
|   |                     |   |                  |               |
|---|---------------------|---|------------------|---------------|
|     |                     | <p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>                 |                  |               |
| <p>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</p>  |                     |   |                  |               |
| <p><b>Dati generali</b></p>   |                     | <p><b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b></p>                            |                  |               |
| <p>Codice: 186797<br/>                 Regione: SARDEGNA<br/>                 Provincia: CARBONIA-IGLESIAS<br/>                 Comune: IGLESIAS<br/>                 Tipologia: PERFORAZIONE<br/>                 Opera: POZZO PER ACQUA<br/>                 Profondità (m): 80,00<br/>                 Quota pc slm (m): 165,00<br/>                 Anno realizzazione: 1999<br/>                 Numero diametri: 1<br/>                 Presenza acqua: SI<br/>                 Portata massima (l/s): 0,600<br/>                 Portata esercizio (l/s): 0,400<br/>                 Numero falde: 1<br/>                 Numero filtri: 0<br/>                 Numero piezometrie: 1<br/>                 Stratigrafia: NO<br/>                 Certificazione(*): NO<br/>                 Numero strati: 0<br/>                 Longitudine WGS84 (dd): 8,568458<br/>                 Latitudine WGS84 (dd): 39,242339<br/>                 Longitudine WGS84 (dms): 8° 34' 06.46" E<br/>                 Latitudine WGS84 (dms): 39° 14' 32.42" N</p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p> |                     |  |                  |               |
| <p><b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b></p>   |                     |   |                  |               |
| Progr   | Da profondità (m)   | A profondità (m)  | Lunghezza (m)    | Diametro (mm) |
| 1   | 0,00                | 80,00   | 80,00            | 200           |
| <p><b>FALDE ACQUIFERE</b></p>   |                     |   |                  |               |
| Progr   | Da profondità (m)   | A profondità (m)  | Lunghezza (m)    |               |
| 1   | 55,00               | 74,00   | 19,00            |               |
| <p><b>MISURE PIEZOMETRICHE</b></p>  |                     |   |                  |               |
| Data rilevamento  | Livello statico (m) | Livello dinamico (m)  | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
| gen/1999  | 40,00               | 60,00   | 20,00            | 0,400         |

Figura 7 - pozzo nelle vicinanze dell'aerogeneratore C01

| <br>Istituto Nazionale per lo Studio e la Cura degli Ambienti<br>Istituzione Nazionale per lo Studio e la Cura degli Ambienti  | <b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>                 |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
|---|---|----------------------|----------------------|------------------|------------------------|------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------------|---|--------|--------|-------|--|----------|---|-------|-------|-------|--|---------|---|-------|-------|------|--|---------|---|-------|-------|-------|--|---------------|---|-------|-------|-------|--|-------------------|---|-------|-------|------|--|----------|---|-------|--------|-------|--|---------------|---|--------|--------|------|--|-----------|----|--------|--------|------|--|---------------|--|
| <b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>  |   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <b>Dati generali</b>  | <b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>                                   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| Codice: 195530<br>Regione: SARDEGNA<br>Provincia: CARBONIA-IGLESIAS<br>Comune: VILLAMASSARGIA<br>Tipologia: PERFORAZIONE<br>Opera: POZZO PER ACQUA<br>Profondità (m): 126,00<br>Quota pc slm (m): 120,00<br>Anno realizzazione: 1990<br>Numero diametri: 1<br>Presenza acqua: SI<br>Portata massima (l/s): 2,000<br>Portata esercizio (l/s): 2,000<br>Numero falde: 3<br>Numero filtri: 1<br>Numero piezometrie: 1<br>Stratigrafia: SI<br>Certificazione(*): NO<br>Numero strati: 10<br>Longitudine WGS84 (dd): 8,599572<br>Latitudine WGS84 (dd): 39,266231<br>Longitudine WGS84 (dms): 8° 35' 58.47" E<br>Latitudine WGS84 (dms): 39° 15' 58.44" N<br><br>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia  |  |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>  |   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>126,00</td> <td>126,00</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table>   | Progr   | Da profondità (m)    | A profondità (m)     | Lunghezza (m)    | Diametro (mm)          | 1                      | 0,00  | 126,00 | 126,00 | 250   |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| Progr   | Da profondità (m)   | A profondità (m)     | Lunghezza (m)        | Diametro (mm)    |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 1   | 0,00  | 126,00               | 126,00               | 250              |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <b>FALDE ACQUIFERE</b>  |   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>56,00</td> <td>57,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>86,00</td> <td>87,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>119,00</td> <td>120,00</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table>   | Progr   | Da profondità (m)    | A profondità (m)     | Lunghezza (m)    | 1                      | 56,00                  | 57,00 | 1,00   | 2      | 86,00 | 87,00 | 1,00         | 3 | 119,00 | 120,00 | 1,00  |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| Progr   | Da profondità (m)   | A profondità (m)     | Lunghezza (m)        |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 1   | 56,00   | 57,00                | 1,00                 |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 2   | 86,00   | 87,00                | 1,00                 |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 3   | 119,00  | 120,00               | 1,00                 |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <b>POSIZIONE FILTRI</b>   |   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>50,00</td> <td>126,00</td> <td>76,00</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table>   | Progr   | Da profondità (m)    | A profondità (m)     | Lunghezza (m)    | Diametro (mm)          | 1                      | 50,00 | 126,00 | 76,00  | 180   |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| Progr   | Da profondità (m)   | A profondità (m)     | Lunghezza (m)        | Diametro (mm)    |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 1   | 50,00   | 126,00               | 76,00                | 180              |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>   |   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>set/1990</td> <td>14,00</td> <td>64,00</td> <td>50,00</td> <td>1,500</td> </tr> </tbody> </table>   | Data rilevamento  | Livello statico (m)  | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s)          | set/1990               | 14,00 | 64,00  | 50,00  | 1,500 |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| Data rilevamento  | Livello statico (m)   | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m)     | Portata (l/s)    |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| set/1990  | 14,00   | 64,00                | 50,00                | 1,500            |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <b>STRATIGRAFIA</b>   |   |                      |                      |                  |                        |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>11,00</td> <td>11,00</td> <td></td> <td>CONGLOMERATO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11,00</td> <td>26,00</td> <td>15,00</td> <td></td> <td>ARENARIA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>26,00</td> <td>56,00</td> <td>30,00</td> <td></td> <td>SILTITE</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>56,00</td> <td>57,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>I FALDA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>57,00</td> <td>74,00</td> <td>17,00</td> <td></td> <td>SCISTI GRIGIO</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>74,00</td> <td>86,00</td> <td>12,00</td> <td></td> <td>SCISTO INQUARZATO</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>86,00</td> <td>87,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>II FALDA</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>87,00</td> <td>119,00</td> <td>32,00</td> <td></td> <td>SCISTO GRIGIO</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>119,00</td> <td>120,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>III FALDA</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>120,00</td> <td>126,00</td> <td>6,00</td> <td></td> <td>SCISTO GRIGIO</td> </tr> </tbody> </table> | Progr   | Da profondità (m)    | A profondità (m)     | Spessore (m)     | Età geologica          | Descrizione litologica | 1     | 0,00   | 11,00  | 11,00 |       | CONGLOMERATO | 2 | 11,00  | 26,00  | 15,00 |  | ARENARIA | 3 | 26,00 | 56,00 | 30,00 |  | SILTITE | 4 | 56,00 | 57,00 | 1,00 |  | I FALDA | 5 | 57,00 | 74,00 | 17,00 |  | SCISTI GRIGIO | 6 | 74,00 | 86,00 | 12,00 |  | SCISTO INQUARZATO | 7 | 86,00 | 87,00 | 1,00 |  | II FALDA | 8 | 87,00 | 119,00 | 32,00 |  | SCISTO GRIGIO | 9 | 119,00 | 120,00 | 1,00 |  | III FALDA | 10 | 120,00 | 126,00 | 6,00 |  | SCISTO GRIGIO |  |
| Progr   | Da profondità (m)   | A profondità (m)     | Spessore (m)         | Età geologica    | Descrizione litologica |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 1   | 0,00  | 11,00                | 11,00                |                  | CONGLOMERATO           |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 2   | 11,00   | 26,00                | 15,00                |                  | ARENARIA               |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 3   | 26,00   | 56,00                | 30,00                |                  | SILTITE                |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 4   | 56,00   | 57,00                | 1,00                 |                  | I FALDA                |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 5   | 57,00   | 74,00                | 17,00                |                  | SCISTI GRIGIO          |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 6   | 74,00   | 86,00                | 12,00                |                  | SCISTO INQUARZATO      |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 7   | 86,00   | 87,00                | 1,00                 |                  | II FALDA               |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 8   | 87,00   | 119,00               | 32,00                |                  | SCISTO GRIGIO          |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 9   | 119,00  | 120,00               | 1,00                 |                  | III FALDA              |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |
| 10  | 120,00  | 126,00               | 6,00                 |                  | SCISTO GRIGIO          |                        |       |        |        |       |       |              |   |        |        |       |  |          |   |       |       |       |  |         |   |       |       |      |  |         |   |       |       |       |  |               |   |       |       |       |  |                   |   |       |       |      |  |          |   |       |        |       |  |               |   |        |        |      |  |           |    |        |        |      |  |               |  |

Figura 8 - pozzo nelle vicinanze dell'aerogeneratore SR10

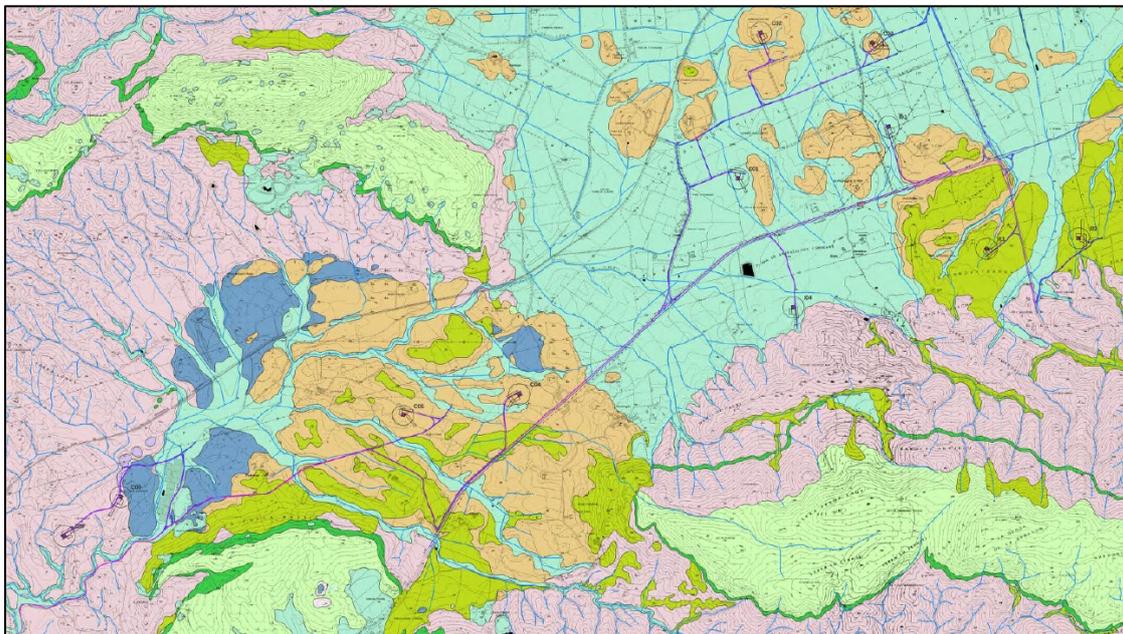
Dai pozzi riportati precedentemente vicino gli aerogeneratori si può notare come la falda oscilla dai 50 m ai 60 m di profondità, evidenziato così la probabile presenza di una falda superficiale e di una più profonda.

La profondità della falda effettiva sarà verificata in fase esecutiva mediante campagna geognostica.

Per quanto riguarda la permeabilità dell'area è stata visualizzata la carta della permeabilità dei substrati della Sardegna 1:25000 scaricata dal geoportale della Sardegna

[http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameappt/?map=download\\_raster](http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameappt/?map=download_raster).

Da questa carta si può vedere come l'area oggetto di studio è caratterizzata da diverse zone a permeabilità variabile da bassa a medio alta, in relazione ai terreni attraversati. (fig. 9)



**Legenda**

-  cavidotto
-  viabilità
-  Permeabilità alta per carsismo e fratturazione
-  Permeabilità alta per porosità
-  Permeabilità bassa per fratturazione
-  Permeabilità bassa per porosità
-  Permeabilità media per fratturazione
-  Permeabilità medio alta per carsismo e fratturazione
-  Permeabilità medio alta per fratturazione
-  Permeabilità medio alta per porosità
-  Permeabilità medio bassa per fratturazione
-  Reticolo idrografico

*Figura 9 – Layout con carta della permeabilità*

## 6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (fonte: note illustrative foglio 555 Iglesias)

La Sardegna è classicamente divisa in tre insiemi geologici che affiorano per estensioni circa equivalenti: il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-paleozoico e le successioni sedimentarie e vulcaniche tardo-paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche.

La grande variabilità litologica e di età delle rocce della Sardegna trova riscontro anche nel Foglio 555 "Iglesias" che comprende rocce sedimentarie, metamorfiche, intrusive ed effusive che documentano numerosi periodi geologici dal Cambriano al Quaternario.

Nel Foglio affiorano soprattutto rocce metamorfiche di età paleozoica, deformate e blandamente metamorfosate dall'orogenesi ercinica.

Rocce granitoidi tardo-paleozoiche affiorano con estensioni modeste lungo il bordo nordorientale del Foglio; i primi depositi discordanti del Carbonifero, che rappresentano il più antico ciclo sedimentario post-ercinico, si trovano a SW di Iglesias (formazione di Rio San Giorgio).

Rocce sedimentarie mesozoiche affiorano limitatamente presso la costa di Fontanamare, mentre rocce sedimentarie e vulcaniche terziarie e depositi quaternari affiorano diffusamente in varie aree del Foglio.

Dal foglio CARG 555 "Iglesias" si può notare come l'area di studio interessa varie formazioni:

- depositi quaternari;
- depositi alluvionali pleistocenici;
- Argille siltose;
- Calcari e calcari arenacei;
- Metarenarie e metasiltiti;

### **Terreno vegetale;**

Rappresenta l'orizzonte superficiale dall'originario piano campagna, non sempre presente e con spessori estremamente diversificati (da pochi cm a poco più di 1 metro) derivante dall'alterazione in posto degli orizzonti superficiali delle formazioni affioranti.

### **Depositi alluvionali (WTG I03, I04 e C01)**

Questi depositi sono rappresentati sia da sedimenti attuali sia da quelli messi in posto durante le modificazioni oloceniche dell'ambiente fisico. Tra questi depositi sono compresi anche depositi alluvionali terrazzati posti a quote inferiori rispetto a quelle dei terrazzi pleistocenici. I depositi più rappresentati sono quelli di pianura alluvionale, che mostrano passaggi progressivi a quelli di conoide alluvionale.

|   |  |   |        |        |
|---|--|---|--------|--------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> |  <p style="text-align: center;">Ingegneria &amp; Innovazione</p> |        |        |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.16 |

### **Subsistema di Portoscuso (WTG I01, I02)**

È rappresentato da depositi di conoide e di piana alluvionale, depositi eolici e depositi di versante.

L'inquadramento cronostratigrafico di questi depositi è basato su osservazioni stratigrafiche, morfostatigrafiche, su alcune determinazioni radiometriche con il 14C eseguite su depositi dei fogli adiacenti.

I depositi del subsistema di Portoscuso:

- 1) poggiano su depositi tirreniani;
- 2) sono precedenti a quelli olocenici;
- 3) sono stati messi in posto in condizioni aride e fredde;
- 4) spesso sono intercalati tra loro (ad es., a Fontanamare, lungo la strada tra Barbusi e Villamassargia).

I depositi alluvionali sono in genere grossolani (ghiaie grossolane sino a blocchi), a spigoli subangolosi e subarrotondati. Questi depositi localmente presentano stratificazioni incrociate concave e planari, in genere di limitata ampiezza e profondità.

Ai livelli ghiaiosi sono intercalati lenti e livelli di sedimenti fini (sabbie e silt).

### **Formazione del Cixerri (WTG C02, C03, C05, C04)**

Questa formazione (PECORINI & POMESANO CHERCHI, 1969) affiora diffusamente nella Sardegna centro-meridionale e nell'area del Foglio Iglesias (Valle del Cixerri, Bacu Abis, entroterra di Porto Paglia, etc.).

A Piolas poggia in discordanza sia sul basamento paleozoico sia sul "Miliolitico" che sul "Lignitifero", mentre altre zone fuori dal Foglio e diversi sondaggi mostrano un passaggio concordante e graduale tra il "Lignitifero" e la formazione

del Cixerri. La formazione è intrusa da andesiti ipoabissali oligo-aquitani o ricoperta in discordanza da vulcaniti e conglomerati del Miocene inferiore.

La formazione è costituita da arenarie, conglomerati, marne ed argille siltose, alla base talora si trovano noduli concrezionari ferruginosi (Astia).

I conglomerati sono di solito mal classati, costituiti da ciottoli poligenici, eterometrici, di norma ben arrotondati e con diametri variabili tra 2 a 30 cm.

Le arenarie sono quarzoso-feldspatiche, in genere grossolane, con stratificazione incrociata.

Presso Villamassargia (poco a N di Corongiu Acca) sono stati rilevati calcari a Lymnea alla base della formazione.

Procedendo dal basso verso l'alto della formazione, è possibile riconoscere un trend evolutivo da sedimenti con granulometria fine e medio-fine a depositi grossolani (CARMIGNANI et alii, 2004; PASCII et alii, in stampa). Le porzioni inferiori sono infatti caratterizzate da una relativa abbondanza di depositi clastici a

granulometria da fine a media (soprattutto argille e arenarie e subordinati livelli microconglomeratici) (ad es. presso Villamassargia e presso Pesus e Perdaxius nel Foglio Carbonia).

Procedendo verso l'alto della successione le porzioni fini tendono a diminuire e diventano progressivamente più importanti prima le frazioni arenacee e poi quelle conglomeratiche, tipiche delle porzioni sommitali. Questi conglomerati sono generalmente mal classati, costituiti da ciottoli poligenici, eterometrici, di norma ben arrotondati e con diametri variabili tra 2 a 30 cm. Specialmente alla base delle intercalazioni conglomeratiche più potenti sono frequenti le superfici erosive. Anche la maturità composizionale dei conglomerati diminuisce verso l'alto: i ciottoli dei conglomerati alla base della formazione sono costituiti prevalentemente da quarzo e "liditi", mentre nei livelli sommitali sono presenti anche graniti, filladi, porfidi, calcari, marne, etc., e perfino porzioni arenacee riferibili alla stessa formazione del Cixerri (Pesus nel Foglio Carbonia).

#### **Membro di punta Sa Broccia (WTG C06)**

Il membro di Punta Sa Broccia (AGU1) rappresenta la porzione basale, caratterizzata da prevalenti metaconglomerati e metabrecce alternati a metarenarie e metasiltiti, nettamente discordanti principalmente sulla formazione di Cabitzza e subordinatamente sulle diverse formazioni pre-caradociane: "Calcari ceroidi" (GNN2), "Dolomie rigate" (GNN1) ed "Arenarie" sia del membro di Punta Manna (NEB2) che di Matoppa (NEB1), presso Gonnese.

Nel settore di Iglesias, di Nebida e di Gonnese il contatto di base è marcato dalla presenza di olistoliti costituiti da grossi blocchi di "Calcari ceroidi" (gn) e "Dolomie gialle" (dg) appartenenti alla formazione di Gonnese.

#### **membro di Medau Murtas (WTG C07)**

è costituito da una monotona successione di metasiltiti e metapeliti e di subordinate metarenarie con laminazioni piano-parallele. Il colore di queste litologie è prevalentemente rosso vinaccia e localmente verdolino. Spesso questi litotipi non presentano strutture sedimentarie e raramente sono presenti laminazioni piano-parallele. Nei livelli di metapeliti si osservano talvolta caratteristiche macchie di riduzione (reduction spot) di colore verde-giallastro, di dimensioni da millimetriche a centimetriche e di forma ellittica dovuta alla deformazione. Nella parte alta di questo intervallo sono presenti anche livelli di arenarie grossolane ad elementi quasi esclusivamente di quarzo organizzati in laminazioni incrociate. Gli spessori maggiori, fino a circa 200 m, si trovano a N di Domusnovas.

Il contenuto fossilifero di tutta la formazione è molto scarso come nel membro di Punta Sa Broccia presso Bacu Abis (PILLOLA, 1982; LOI et alii, 1995). Altri resti fossili, tra cui l'artropode Tariccoia arrusensis (HAMMAN et alii, 1990) già rinvenuto nel membro di Rio Is Arrus da TARICCO (1922) e resti di piante, non

hanno valore cronostratigrafico. In altri casi si tratta di rare tracce di limivori, rinvenute nel membro di Medau Murtas presso Domusnovas e presso Rosas (nel Foglio 556 "Assemini" LASKE et alii, 1994).

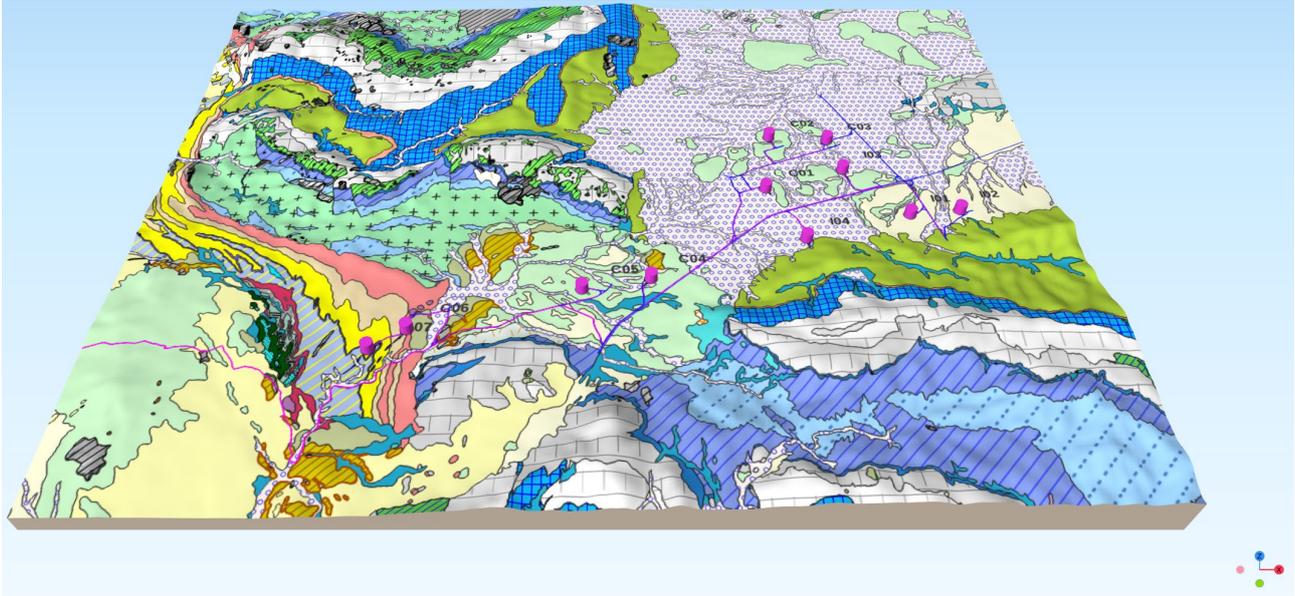


Figura 10 - Area con litologia e turbine in evidenza

**Legenda**

- caviotto
- viabilità
- ▨ Depositi antropici. Discariche industriali. OLOCENE
- ▨ Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE
- ▨ Depositi antropici. Discariche per rifiuti solidi urbani. OLOCENE
- ▨ Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE
- ▨ Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
- ▨ Depositi alluvionali. OLOCENE
- ▨ Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
- ▨ Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE
- ▨ Litofacies nel Subistema di Portosuso (SISTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossoane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
- ▨ Litofacies nel Subistema di Portosuso (SISTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP.
- ▨ FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siliose di colore rossastro, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. EOCENE MEDIO - Pliocene
- ▨ LIGNITIFERO AUCT. Calcarei di colore biancastro con resti di bivalvi e oognoni di corallo, breccie cementate e rari livelli carboniosi; a tetto, talvolta, livello decimetrico di calcare organogeno con resti di limnee. EOCENE INF.-MEDIO
- ▨ MILIOLITICO AUCT. Calcarei e calcari arenacei, spesso ricchissimi in milioliti di ambiente lagunare. EOCENE INF. (YPRESIANO)
- ▨ Litofacies nella formazione del MILIOLITICO AUCT. Talora, alla base conglomerati poligenici a prevalenti clasti di quarzo e litidi, verso l'alto arenarie quarzose a cemento carbonatico. EOCENE INF. (YPRESIANO)
- ▨ BUNTSANDSTEIN AUCT. Alternanza di arenarie, argilliti, siltiti, livelli marnosi con gesso e conglomerati poligenici alla base ("Verrucano" sensu Gasperi & Gelmini, 1979). TRIASSICO MEDIO (ANISICO)
- ▨ Filoni intermedio-basici a composizione andesitica o basaltica, a volte porfirici, con fenocristalli di Am, generalmente molto alterati, in massa di fondo da africa a microcristallina. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- ▨ Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
- ▨ FORMAZIONE DI CAMPO PISANO. Alternanze di metacalcari, metacalcari marnosi rosati, metasiltiti grigie e metacalcari grigio-rosati a struttura nodulare, talora silicizzati, ricchi in frammenti di fossili. CAMBRIANO INF.-MEDIO (LENIANO-AMGAJANO)
- ▨ FORMAZIONE DI GENNA MUXERRU. Metapeliti e metasiltiti nere carboniose con intercalazioni di litidi e metarenarie nere, con graptoliti. SILURIANO INF. (LLANDOVERY)
- ▨ FORMAZIONE DI MONTE ORRI. Alternanze di metasiltiti e metarenarie medio-fini verdastre, quarzoso-feldspatiche, con laminazioni piano-parallele ed incrociate caratterizzate da livelli millimetrici di minerali pesanti e bioturbazioni;
- ▨ FORMAZIONE DI PORTIXEDDU. Metasiltiti e metargilliti massive grigio-verdi scure, raramente rossastre, con rari livelli millimetrici piano-paralleli e orizzonti a noduli fosfatici bianchi; la formazione è molto ricca in brachiopodi, briozoi, crinoidi.
- ▨ Litofacies nel Membro del Calcere coriolo (FORMAZIONE DI GONNESA). Dolomie e calcari domitici di colore da grigio a nocciola, massivi (□Dolomia gialla□ Auct.). CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO MEDIO)
- ▨ Litofacies nel Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA). Alla base calcari oolitici e oncolitici con subordinate intercalazioni di metarenarie e metasiltiti. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO)
- ▨ Membro del Calcere coriolo (FORMAZIONE DI GONNESA). Calcarei grigi massivi, talora nerastri, spesso dolomitizzati. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO)
- ▨ Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA). Dolomie grigio chiare ben stratificate e laminare, spesso con laminazioni stromatolitiche, con noduli e livelli di selce scura alla base. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP.-LENIANO)
- ▨ Membro di Cuccuruneddu (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Alternanze ritmiche torboliche di strati centimetrici e decimetrici di metarenarie micacee e metasiltiti di colore grigio o nocciola, con laminazioni piano-parallele e incrociate, e strati di metapeliti
- ▨ Membro di Gini (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Metapeliti, metasiltiti e subordinatamente metarenarie medio-fini massive, di colore grigio scuro e nero, con rari livelli a laminazioni piano-parallele caratterizzati da granuli di quarzo
- ▨ Membro di Matoppa (FORMAZIONE DI NEBIDA). Metarenarie e metasiltiti, con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose, con rari livelli carbonatici. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO)
- ▨ Membro di Medau Murtas (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metarenarie e metasiltiti viola e verdi, con laminazioni piano-parallele, e subordinati metaconglomerati e breccie prevalentemente quarzose. ORDOVICIANO ?MEDIO-SUP.
- ▨ Membro di Punta Camisonis (FORMAZIONE DI CABITZA). Alternanze di strati di metarenarie grossolane e metasiltiti grigio-verdi con laminazioni piano parallele ed incrociate. CAMBRIANO MEDIO - ORDOVICIANO INF. (MAYAIANO-TREMACOC)
- ▨ Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA). Metarenarie quarzose e siltiti, con laminazioni incrociate e piano-parallele, verso l'alto alternanze di calcari, talvolta ricchi in archeocisti, e dolomie con bioturbazioni, spesso silicizzate. CAMBRIANO INF
- ▨ Membro di Punta S'Argiola (FORMAZIONE DI DOMUSNOVAS). Metasiltiti e metapeliti massive, spesso carbonatiche, di colore rosso-violaceo con frequenti livelli fossiliferi (brachiopodi, briozoi, crinoidi);
- ▨ Membro di Punta Sa Broccia (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metaconglomerati e metabreccie eterometrici, poligenici, alternati a metasiltiti e metarenarie violacee. ORDOVICIANO ?MEDIO-SUP.
- ▨ Membro di Punta Su Finu (FORMAZIONE DI CABITZA). Alternanze ritmiche di metasiltiti e metapeliti rosso-violacee verdi; subordinati livelli di metarenarie quarzoso-feldspatiche con laminazioni piano parallele e incrociate. CAMBRIANO MEDIO - ORDOVICIANO INF
- ▨ Membro di Rio Is Arus (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metasiltiti e metapeliti di colore grigio con subordinate metarenarie. ORDOVICIANO ?MEDIO-SUP.
- ▨ Membro di Rio Cza de Mesu (FORMAZIONE DI CABITZA). Monotone alternanze di metasiltiti e metapeliti di colore verde e grigio con laminazioni parallele; nella parte basale sono presenti rari livelli di metarenarie a grana media con laminazioni tipo HCS. CA
- ▨ Travertini. Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi, con tracce di resti vegetali e gusci di invertebrati. Derivano in parte da acque termali. OLOCENE
- Giacitura egli strati
- Faglia Carta
- Faglia Diretta Presunta
- Faglia Inversa Certa
- ... Faglia Presunta

## 7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018)

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

Vista la costruzione in oggetto, l'opera è soggetta alle considerazioni della seguente tabella, seguendo le indicazioni scritte nelle N.T.C. 2018.

|   |   |
|---|---|
| <b>S.L.U. stati limite ultimi (2.1 NTC)</b>                       | Capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;   |
| <b>VITA NOMINALE (2.4.1 NTC)</b>                                  | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale $\geq 50$ (punto 2 della tab. <b>2.4.I NTC</b> )   |
| <b>CLASSI D'USO (2.4.2 NTC)</b>                                   | <b>Classe IV:</b> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.   |
| <b>COEFFICIENTE <math>C_u</math> (2.4.3 NTC)</b>                  | 2 ( <b>Tab. 2.4.II</b> )  |
| <b>Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): (3.2.1 NTC)</b> | A seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali; |
| <b>CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (3.2.2 NTC)</b>                        | <b>T1:</b> Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \neq 15^\circ$   |

Inoltre c'è da dire che la **verifica della sicurezza** nei confronti degli **stati limite ultimi (SLU)** di resistenza si ottiene con il "*Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali*" di sicurezza tramite l'equazione

$$Ed \leq Rd$$

con:

**Ed** = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico.

|   |  |   |        |        |
|---|--|---|--------|--------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> | <br>Ingegneria & Innovazione |        |        |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.20 |

**R<sub>d</sub>** = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $N_V$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

### 7.1 Pericolosità sismica

A completamento delle elaborazioni relative a MPS04 (mappa della pericolosità sismica) eseguite dall' INGV ed il dipartimento di protezione civile è stata redatta una **valutazione standard (10%, 475 anni) di  $a_{max}$  (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04.**

Per cui per quanto concerne il territorio Sardo viene riportato quanto segue:

**Sardegna.** Per la valutazione della pericolosità sismica di un territorio esteso come quello della Sardegna occorrerebbe: a) poter definire una o più ZS; b) in alternativa, utilizzare un approccio a sismicità diffusa. Entrambe queste ipotesi sono percorribili ma producono risultati poco stabili data la bassissima sismicità dall'isola e aree circostanti. Il catalogo CPTI04 riporta solo due eventi di magnitudo  $\leq 5M_w$  (1924 e 1948). In occasione dell'evento del 1948 sono state osservate intensità pari a 6MCS in alcune località della Sardegna nordoccidentale. I terremoti più recenti (avvenuti nel 2000, 2004 e 2006), tutti di  $M_w < 5$  e localizzati in mare, hanno prodotto in terraferma effetti di modesta entità.

Tenendo conto del fatto che:

- la sismicità è bassa, anche a livello strumentale (fig.11);
- i dati storici non segnalano danni significativi, si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore di default pari a 0.050g.

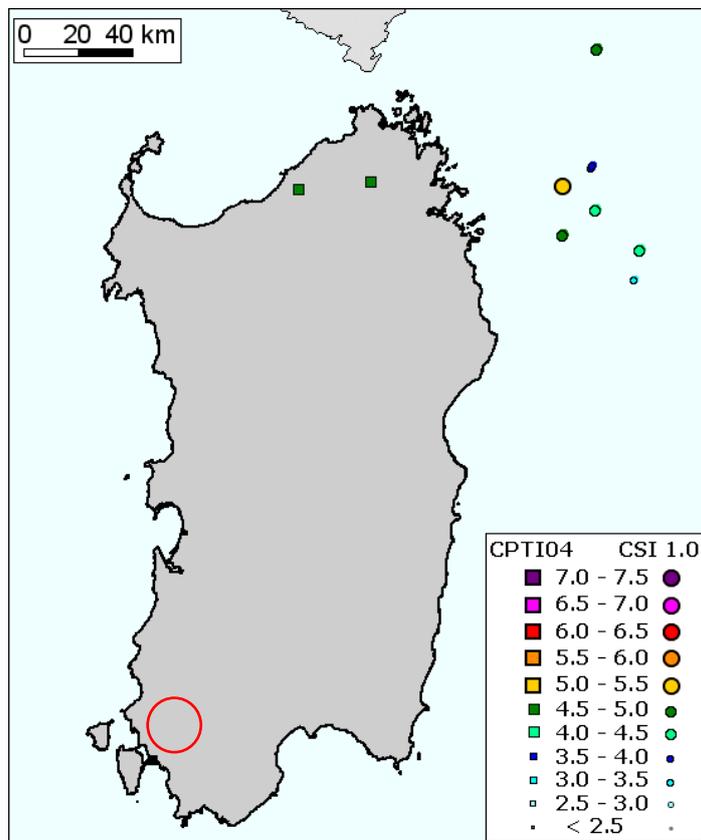


Figura 11 - Distribuzione dei terremoti in Sardegna e nei mari adiacenti

| 1       | 2                    | 3         | 4        | 5                        | 6                      | 7                      | 8                              | 9                                      | 10                             | 11                             | 12                          | 13                |
|---------|----------------------|-----------|----------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| N. nodo | Località             | Longitud. | Latitud. | Prop. di riclass. (1998) | amax in MPS04 50mo (g) | amax in MPS04 84mo (g) | Zona sismica secondo OPCM 3274 | Valore di ancoraggio secondo OPCM 3274 | amax in questo studio 50mo (g) | amax in questo studio 84mo (g) | Valore di amax adottato (g) | Spettro suggerito |
| 42096   | Stromboli N          | 15.2204   | 38.8214  |                          | 0.0777                 | 0.0866                 |                                |  | 0.1956                         | 0.2290                         | 0.1956                      | ad hoc            |
| 42318   | Stromboli S          | 15.2191   | 38.7714  | 2                        | 0.0802                 | 0.0898                 | 2                              | 0.25                                   | 0.2024                         | 0.2391                         | 0.2024                      | ad hoc            |
| 42982   | Panarea E            | 15.0875   | 38.6234  |                          | 0.1041                 | 0.1170                 |                                |  | 0.2034                         | 0.2423                         | 0.2034                      | ad hoc            |
| 42981   | Panarea O            | 15.0236   | 38.6243  | 2                        | 0.1185                 | 0.1302                 | 2                              | 0.25                                   | 0.1969                         | 0.2340                         | 0.1969                      | ad hoc            |
| 43196   | Filicudi             | 14.5758   | 38.5796  | 2                        | 0.0936                 | 0.1031                 | 2                              | 0.25                                   | 0.1960                         | 0.1961                         | 0.25                        | zona 2            |
| 43415   | Alicudi E            | 14.3836   | 38.5314  | 2                        | 0.0698                 | 0.0779                 | 2                              | 0.25                                   | 0.2439                         | 0.2491                         | 0.25                        | zona 2            |
| 43414   | Alicudi O            | 14.3199   | 38.5319  |                          | 0.0660                 | 0.0740                 |                                |  | 0.2471                         | 0.2519                         | 0.25                        | zona 2            |
| 42508   | Ustica N             | 13.1708   | 38.7345  |                          | 0.0388                 | 0.0437                 |                                |  | 0.1198                         | 0.1281                         | 0.15                        | zona 3            |
| 42730   | Ustica S             | 13.1711   | 38.6845  | NC                       | 0.0407                 | 0.0462                 | 2                              | 0.25                                   | 0.1407                         | 0.1492                         | 0.15                        | zona 3            |
| 50924   | Pantelleria          | 11.9365   | 36.8234  |                          | 0.0177                 | 0.0204                 |                                |  |                                |                                |                             | zona 4            |
| 50925   |                      | 11.9987   | 36.8243  |                          | 0.0187                 | 0.0214                 |                                |  |                                |                                |                             | zona 4            |
| 51146   |                      | 11.9376   | 36.7734  |                          | 0.0166                 | 0.0195                 |                                |  |                                |                                |                             | zona 4            |
| 51147   |                      | 11.9998   | 37.7743  | NC                       | 0.0177                 | 0.0204                 | 4                              | 0.05                                   |                                |                                | 0.05                        | zona 4            |
| 51148   |                      | 12.0619   | 36.7752  |                          | 0.0186                 | 0.0213                 |                                |  |                                |                                |                             | zona 4            |
| 51369   |                      | 12.0008   | 36.7243  |                          | 0.0165                 | 0.0194                 |                                |  |                                |                                |                             | zona 4            |
| 51370   |                      | 12.0629   | 36.7252  |                          | 0.0175                 | 0.0203                 |                                |  |                                |                                |                             | zona 4            |
| 56706   | Lampedusa            | 12.5760   | 35.5308  | NC                       | <0.025                 |                        | 4                              | 0.05                                   |                                |                                | 0.05                        | zona 4            |
| 55157   | Linosa               | 12.8779   | 35.8831  | NC                       | <0.025                 |                        | 4                              | 0.05                                   |                                |                                | 0.05                        | zona 4            |
|         | Sardegna Nord        | -         | -        | NC                       | <0.025                 |                        | 4                              | 0.05                                   |                                |                                | 0.05                        | zona 4            |
|         | Sardegna Sud         | -         | -        | NC                       | <0.025                 |                        | 4                              | 0.05                                   |                                |                                | 0.05                        | zona 4            |
| 43646   | Lipari               | 14.9565   | 38.4752  | 2                        | 0.1829                 | 0.2053                 | 2                              | 0.25                                   |                                |                                | 0.1829                      | ad hoc            |
| 43868   | Vulcano (Vulcanello) | 14.9554   | 38.4252  | 2                        | 0.1880                 | 0.2112                 | 2                              | 0.25                                   |                                |                                | 0.1880                      | ad hoc            |
| 43200   | Salina (Malfa)       | 14.8310   | 38.5768  | 2                        | 0.1626                 | 0.1805                 | 2                              | 0.25                                   |                                |                                | 0.1805                      | ad hoc            |

Riepilogo dei dati relativi alle isole: valori di amax proposti da MPS04, da questo studio, e valori finali adottati; spettri suggeriti.

Per quanto riguarda la categoria di sottosuolo, ci baseremo, anche in questo caso, su dati bibliografici e su progetti eseguiti nei dintorni dell'area in esame, in condizioni litostratigrafiche simili.

Considerando che i vari litotipi presenti ci si aspetterebbe un  $V_{s30}$  compreso tra 180 m/s e 800 m/s, considerando anche che i primi metri siano molto fratturati, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **categoria che va da C a B**:

#### categoria B

*" Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina)".*

#### Categoria C

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Queste valutazioni dovranno essere confermate in fase di progetto esecutivo con una campagna sismica atta a definire al meglio il valore di  $V_{s30eq}$  misurato e le caratteristiche sismiche dell'area in esame.

## 8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Nella zona oggetto di studio, dai rilevamenti eseguiti in fase di sopralluogo in loco, si è potuto constatare la natura dei vari litotipi è prettamente alluvionale con qualche zona dove sono presenti rocce sedimentarie metapelitiche o metasiltitiche.

Per una maggiore sicurezza ed in base ai dati ottenuti dalla letteratura potranno essere utilizzati i seguenti dati geotecnici:

| sabbie ghiaiose sabbiose – argille siltose |                  |                          |                                 |
|--|------------------|--------------------------|---------------------------------|
| $\gamma =$                                 | <b>1.80-2.10</b> | <b>T/m<sup>3</sup></b>   | <b>Peso di volume</b>           |
| $\phi' =$                                  | <b>28-32</b>     | <b>°</b>                 | <b>(angolo di attrito)</b>      |
| $C' =$                                     | <b>0 – 0.2</b>   | <b>Kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>(coesione)</b>               |
| $E =$                                      | <b>100-2000</b>  | <b>Kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>(modulo di deformazione)</b> |

| Peliti e Siltiti |                      |                          |                                 |
|------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| $\gamma =$       | <b>2.0-2.2</b>       | <b>T/m<sup>3</sup></b>   | <b>Peso di volume</b>           |
| $\phi' =$        | <b>30-332</b>        | <b>°</b>                 | <b>(angolo di attrito)</b>      |
| <b>C' =</b>      | <b>0</b>             | <b>Kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>(coesione)</b>               |
| <b>E =</b>       | <b>2000 - 600000</b> | <b>Kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>(modulo di deformazione)</b> |

Questi sono dati ricavati empiricamente e che non soddisfano a pieno il concetto di modello geotecnico indicato nelle NTC 2018, per cui è necessario integrare questi dati.

In fase esecutiva saranno necessari dei sondaggi geognostici e sismici per ottenere i dati necessari ad ottemperare alla normativa vigente.

## 9. PIANO DI INDAGINI PREVISTO

Per definire il modello geologico e geotecnico del crinale sul quale sorgeranno le turbine, secondo la normativa vigente, occorrono indagini mirate ed esaustive in un intorno utile a caratterizzare la zona.

La normativa a cui si dovrà fare riferimento è la seguente:

- norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)
- Ordinanza del Consiglio dei Ministri OPCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 (G.U. n. 105 del 8/05/2003)
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, quale vigente al 20 febbraio 2013
- Linee guida ISPRA
- Eurocodici 7 e 8
- Raccomandazioni A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)
- Norme CNR-UNI (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Ente Italiano di Unificazione) ISO

Standards.

- ANISIG Modalità Tecnologiche e norme di misurazione e contabilizzazione per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche.
- Raccomandazioni ISMR (International Society for Rock Mechanics)
- Norme ASTM (American Society to Testing and Materials)

La campagna geognostica ha lo scopo di:

- A. Ricostruire in 3D la successione stratigrafica per il Modello Geologico di Riferimento (MGR);
- B. ricostruire nell'ambito del Volume significativo, mediante parametrizzazione, l'assetto geotecnico per la definizione del Modello Geotecnico;
- C. ricostruire l'andamento della falda;

- D. effettuare la Modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione, per la determinazione delle azioni sismiche.

Per definire l'azione sismica di progetto si deve poi valutare l'effetto della risposta sismica locale (RSL), facendo riferimento al volume significativo sismico, ossia a quella porzione di sottosuolo compresa tra il piano campagna ed il basamento rigido da cui parte il moto sismico.

### **Sondaggi geognostici:**

È richiesto il numero minimo di due sondaggi per ogni turbina della profondità minima di 10 m, eseguiti "a rotazione, con carotaggio continuo" utilizzando un carotiere semplice o doppio, a seconda della natura del terreno.

Le carote dovranno essere riposte nelle apposite cassette catalogatrici, atte alla loro conservazione, ove saranno riportati, in modo indelebile, il numero del sondaggio e la profondità di riferimento.

Le cassette dovranno essere fotografate e le foto dovranno essere allegate nella relazione illustrativa finale a cura del geologo.

I sondaggi dovranno essere ubicati sulle planimetrie e la stratigrafia del terreno attraversato, dovrà essere corredata da:

- elementi relativi ai campionamenti ed alle prove "in situ";
- descrizione approssimata dei singoli strati;
- quota campioni prelevati;
- quota falda;
- RQD (se il litotipo attraversato lo permette);
- percentuale di carotaggio;
- foto cassetta e ubicazione.

Per ognuno dei sondaggi previsti si dovranno prelevare minimo 2 campioni per poterli fare analizzare e ricavarne i dati geotecnici necessari.

In funzione dei terreni indagati dovranno essere previste delle prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test), nelle formazioni a comportamento non coesivo, in modo da ottenere dati sufficienti relativamente al volume di terreno significativo per la realizzazione dell'opera.

### **Analisi di laboratorio:**

I campioni, che si suppone siano tutti rimaneggiati o a disturbo limitato, saranno analizzati per restituire i parametri geotecnici necessari per il calcolo fondazionale.

Saranno quindi ricavati i seguenti dati:

- granulometria;
- limiti di atterberg;
- peso di volume;
- angolo di attrito;
- coesione;
- prove di taglio diretto;
- resistenza alla compressione monoassiale;
- modulo di young dinamico o di elasticità;
- modulo di young statico o di elasticità;

#### Indagini geofisiche:

L'influenza del profilo stratigrafico sulla RSL (risposta sismica locale) viene valutata con riferimento alle 7 categorie del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione, definite dalle NTC di cui al D.M. 17-01-2018, in relazione alle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo.

In particolare, il parametro da considerare è rappresentato dalla velocità media equivalente ( $V_{s30}$ ) delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità a partire dal piano di imposta delle fondazioni.

Per cui dovranno essere eseguite:

- 2/3 indagini down hole della profondità di 30 m da realizzare in punti strategici per la copertura delle aree occupate dal layout.
- Minimo 5 indagini Masw da eseguire nelle aree dove sono evidenziate cambiamenti di litologia o condizioni geomorfologiche particolari.
- Indagine RSL (risposta sismica locale) per ognuna delle turbine in oggetto.

Le indagini sopra descritte saranno realizzate da ditte e/o professionisti specializzati per garantire qualità e professionalità.

I sondaggi dovranno essere seguiti da un geologo professionista, per la redazione dei report delle indagini e la certificazione delle stratigrafie ottenute.

### **9.1 Risultati delle indagini**

I risultati delle indagini e delle prove effettuate dovranno essere riportati integralmente in un apposito elaborato, completo di tabelle e grafici dei risultati originali delle prove in sito ed in laboratorio. Dovranno

|   |  |   |        |        |
|---|--|---|--------|--------|
|  | <p align="center"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> | <br>Ingegneria & Innovazione |        |        |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.26 |

essere prodotte la Relazione geologica e la Relazione geotecnica (conformemente al disposto del D.M. 11 marzo 1988)

**1. Relazione Geologica e la Relazione sulle Indagini**, a firma di un tecnico abilitato, con all'interno i seguenti elaborati grafici:

- ✓ inquadramento geologico generale alla scala dello strumento urbanistico con eventuale sezione geologica esplicativa;
- ✓ carta geomorfologia con rappresentazione dei processi morfologici in atto e/o potenziali;
- ✓ carta geologica-geotecnica di dettaglio in scala 1:500-1:2000 con ubicazione delle prove in sito effettuate;
- ✓ sezione/i significativa/e geologico-geotecnica/che di dettaglio in scala opportuna (1:100-1:500) contenente la ricostruzione stratigrafica in base alle indagini ad hoc od esistenti.

**2. Relazione Geotecnica**, a firma di tecnico abilitato, deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa, che illustri i risultati delle prove eseguite ed i dati raccolti, indicando chiaramente le caratteristiche fisiche e meccaniche di interesse geotecnico degli strati interessati, finalizzate alla scelta tipologica ed al calcolo delle fondazioni del fabbricato e comunque degli elementi costruttivi che si intendono realizzare.

La Relazione Geotecnica, dovrà contenere di norma i seguenti elaborati:

- ✓ planimetria con ubicazione delle indagini, a scala del progetto;
- ✓ documentazione ed elaborazione delle prove in sito e delle analisi di laboratorio;
- ✓ caratterizzazione litologica-geotecnica del terreno di fondazione ed acquisizione dei parametri necessari per la scelta ed il dimensionamento delle fondazioni e per la previsione dei cedimenti;
- ✓ valutazione della permeabilità dei terreni, localizzazione della/e falda/e idrica/che, escursione del livello piezometrico;
- ✓ metodologie di scavo delle fondazioni, stabilità dei fronti di scavo;
- ✓ sistemi di drenaggio degli scavi e relativo dimensionamento;
- ✓ capacità portante ultima del terreno per fondazioni superficiali;
- ✓ valutazione della costante di sottofondo  $K_r$  per il dimensionamento delle opere di fondazione superficiali su terreno elastico alla Winkler, in relazione alla larghezza della fondazione stessa;
- ✓ risultato della  $V_{s30}$  o in alternativa della  $N_{spt}$  (per terreni granulari) e del valore di  $C_u$  (per terreni coesivi), al fine di identificare la categoria del suolo di fondazione così come prescritto dal D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- ✓ Verifica della suscettibilità di eventuale liquefazione dei depositi sabbiosi.

## 10. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA

Per pericolosità geologica s'intende il complesso di fenomeni geologici, (morfologici, tettonici, idrogeologici, sismici, ecc..) la cui evoluzione induce un rischio o un danno per l'ambiente antropico.

Ne deriva che, a parità di fenomeno che induce il rischio, la pericolosità è anche funzione dell'ambiente in cui essa si sviluppa: in aree molto antropizzate (alta densità abitativa), il rischio assume valori massimi, mentre in aree non antropizzate (scarsa densità abitativa), lo stesso fenomeno acquista pericolosità bassa o, addirittura, nulla.

La pericolosità geologica può incidere sul territorio con rischi diretti, come ad esempio, nel caso di fenomeni franosi in aree antropizzate, o con rischi indiretti, quali quelli provocati dall'inquinamento delle falde idriche, che costituiscono un pericolo per la salute pubblica.

### 10.1 Carte rischi e pericolosità PAI

In virtù di quanto detto sopra e osservando la cartografia PAI ed il PUC del comune di Iglesias l'area è per lo più sgombra da vincoli tranne che per le turbine ubicate vicino al territorio di Iglesias.

#### Pericolosità geomorfologica:

l'area è scevra da pericolosità e rischio geomorfologico nelle aree ricadenti nel territorio di Carbonia, per quanto riguarda il territorio di Iglesias e Villamassargia invece è interessato da aree vincolate.

Sono presenti zone a pericolosità Hg4 nelle immediate vicinanze delle turbine in progetto, all'interno della quale sono presenti dei sinkholes, considerati come i principali dissesti idrogeologici dell'area, relativi alla subsidenza legata ai grandi vuoti di coltivazione mineraria, i sinkholes, ossia gli sprofondamenti legati al collasso gravitativo di strutture carsiche a poca profondità dal piano di campagna e infine, i problemi legati agli inquinamenti delle discariche minerarie.

La descrizione di questi fenomeni è descritta nel PUC di Iglesias e presenti nel censimento fatto da ISPRA, fonte: <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/il-progetto-sinkhole/index> , e nella relazione del foglio 555 Iglesias del CARG.

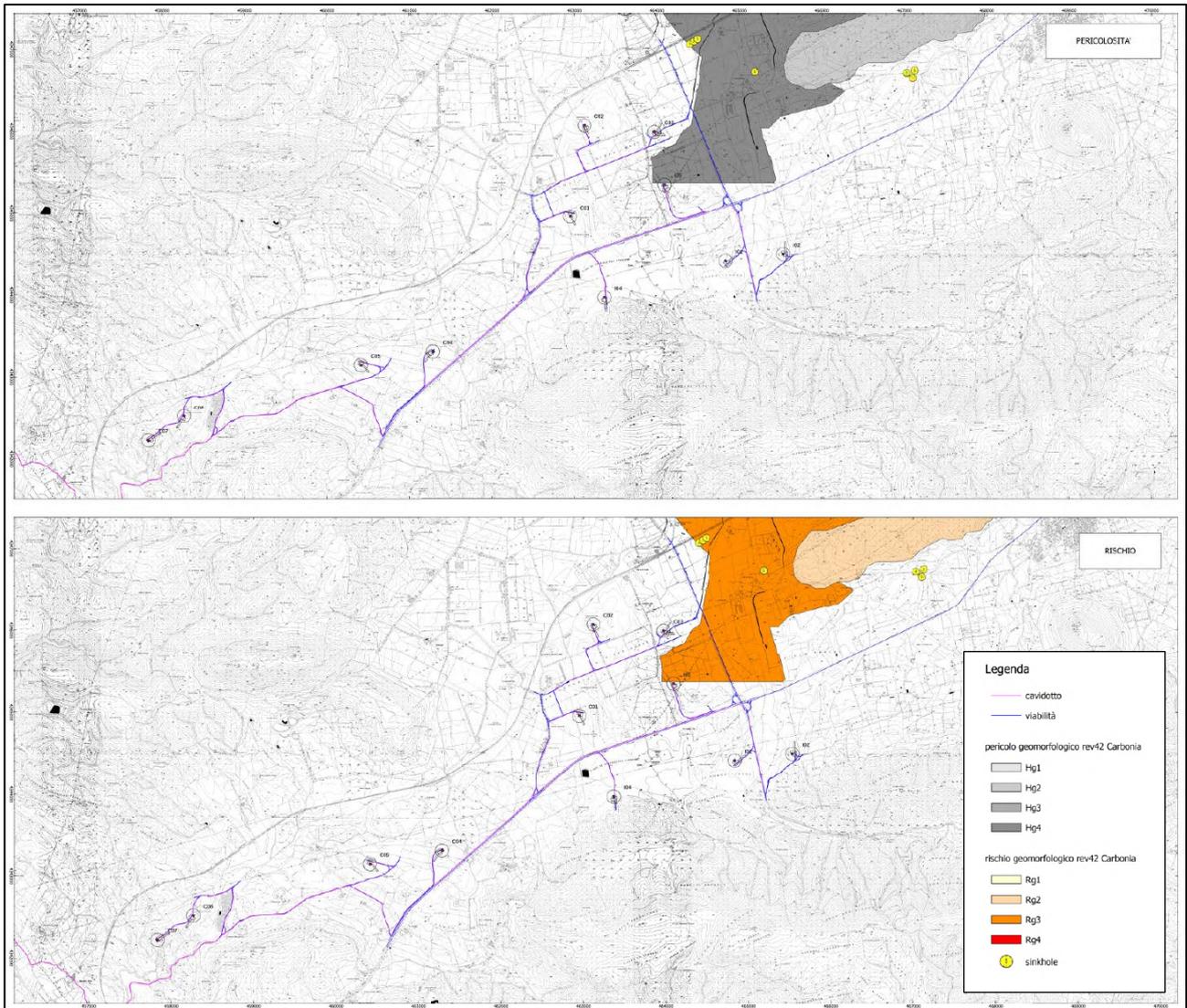


Figura 12 - cartografia PAI della pericolosità e del rischio geomorfologico

### Fenomeni di sprofondamento (sinkholes)

I sinkholes derivano da uno sprofondamento del terreno talvolta lento, altre volte improvviso od istantaneo, che provoca l'abbassamento del piano di campagna con conseguente creazione di voragini più o meno profonde. Le forme più frequenti rilevate nel Foglio Iglesias sono quelle sub-circolari o sub-ellittiche, con dimensioni che possono superare anche i 30x30 m. Altre volte gli sprofondamenti hanno forme irregolari e derivano da più sinkholes coalescenti. Le profondità possono essere molto diverse, anche in rapporto al diametro e variano da pochi metri fino a circa 20 m. Il fondo dello sprofondamento è spesso piatto o leggermente concavo e spesso ricoperto da depositi franati. In alcuni casi (ad es. a M. Ollastus) è visibile la cavità carsica sottostante. Le pareti sono spesso molto inclinate o verticali.

Gli sprofondamenti si sono verificati prevalentemente in un breve intervallo di tempo compreso tra il 1998 ed il 2002, spesso durante, o poco dopo, intense precipitazioni meteorologiche. Questi trovano spiegazione in due principali cause: l'abbassamento dei livelli piezometrici e l'erosione meccanica delle acque meteoriche nel sottosuolo.

È da sottolineare che queste aree sono comunque lontane dagli aerogeneratori e che quindi non sussistono problemi per la costruzione dell'impianto.

### Pericolosità e rischio idraulico:

Dal punto di vista idraulico non sono presenti aree vincolate nelle immediate vicinanze dei layout di impianto. Vedi allegati 6a e 6b.

### Pericolo alluvioni:

Dal punto di vista del pericolo alluvioni non sono presenti aree vincolate nelle immediate vicinanze degli aerogeneratori tranne una piccola parte di cavidotto, peraltro su strada esistente, è vicina o si sovrappone a delle aree a pericolosità Hi4.

Considerando come già detto che il cavidotto seguirà la strada esistente e che comunque sarà posizionato a circa un metro sottoterra questo pericolo alluvioni non desta preoccupazione per il passaggio del cavidotto stesso.

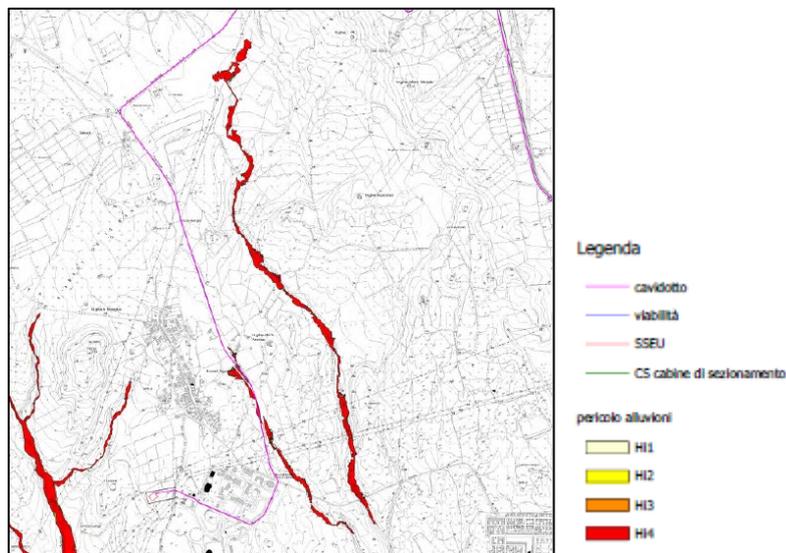


Figura 13 – stralcio della carta della pericolosità alluvioni con il layout di impianto

|   |  |   |        |        |
|---|--|---|--------|--------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> |  <p style="text-align: center;">Ingegneria &amp; Innovazione</p> |        |        |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.30 |

**Aree a rischio di vulnerabilità delle falde idriche:**

La falda si aggira intorno ai 50-60 m di profondità, per cui, visto anche l'oggetto del progetto non sussistono rischi per un eventuale inquinamento della falda.

**Vie preferenziali di drenaggio:**

L'area è caratterizzata da diversi impluvi e linee di deflusso dai quali le acque piovane trovano via preferenziale per scorrere e confluire nelle aste principali presenti.

Qualora necessitasse realizzare opere idrauliche o canali di scolo artificiali, soprattutto lungo la viabilità esistente o di nuova realizzazione, saranno valutate in fase di esecuzione.

**11. CONSIDERAZIONE SULLA VIABILITA' E LE PIAZZOLE IN PROGETTO**

**11.1 Piazzole e rilevati**

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare "gradonatura" dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle soprastrutture, specie nelle piazzole.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale.

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade e, o delle piazzole dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A.2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

**Tabella 1.1 Classificazione delle terre secondo la norma UNI-CNR 10006.**

| Classificazione Generale  | Terre ghiaio-sabbiose<br>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35% |       |      |          |       |       | Terre limo-argillose<br>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35% |      |      |      |       | Torbe e terre organiche palustri |      |
|---|--|-------|------|----------|-------|-------|---|------|------|------|-------|----------------------------------|------|
|   | A1   |       | A3   | A2       |       |       |   | A4   | A5   | A6   | A7    |                                  | A8   |
| Gruppo  | A 1-a  | A 1-b |      | A 2-4    | A 2-5 | A 2-6 | A 2-7   |      |      |      | A 7-5 | A 7-6                            |      |
| Sottogruppo   |  |       |      |          |       |       |   |      |      |      |       |                                  |      |
| Analisi granulometrica  |  |       |      |          |       |       |   |      |      |      |       |                                  |      |
| Frazione passante allo Staccio                                    |  |       |      |          |       |       |   |      |      |      |       |                                  |      |
| 2 UNI 2332 %  | ≤ 50   | -     | -    | -        | -     | -     | -   | -    | -    | -    | -     | -                                | -    |
| 0,4 UNI 2332 %  | ≤ 30   | ≤ 50  | > 50 | -        | -     | -     | -   | -    | -    | -    | -     | -                                | -    |
| 0,075 UNI 2332 %  | ≤ 15   | ≤ 25  | ≤ 10 | ≤ 35     | ≤ 35  | ≤ 35  | ≤ 35  | > 35 | > 35 | > 35 | > 35  | > 35                             | > 35 |
| Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332 |  |       |      |          |       |       |   |      |      |      |       |                                  |      |
| Limite liquido  | -  | -     | ≤ 40 | > 40     | > 40  | ≤ 40  | > 40  | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40  | > 40                             | > 40 |
| Indice di plasticità  | ≤ 6  | N.P.  | ≤ 10 | ≤ 10 max | ≤ 10  | > 10  | > 10  | ≤ 10 | ≤ 10 | > 10 | > 10  | > 10                             | > 10 |
| Indice di gruppo  | 0  |       | 0    | 0        |       |       | ≤ 4   | ≤ 8  | ≤ 12 | ≤ 16 | ≤ 20  |                                  |      |

Un parametro per caratterizzare la portanza del sottofondo è il “modulo resiliente” MR di progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali; la scelta di tale parametro è dettata, come riportato dal Bollettino CNR n. 178, dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione.

Tale valore può ricavarsi da prove sperimentali o da correlazioni teorico-sperimentali tra l'indice di portanza CBR ed il modulo di reazione k.

Il metodo di dimensionamento, ed in questo caso di verifica delle pavimentazioni stradali utilizzato, prevede tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente MR riportati nella tabella seguente:

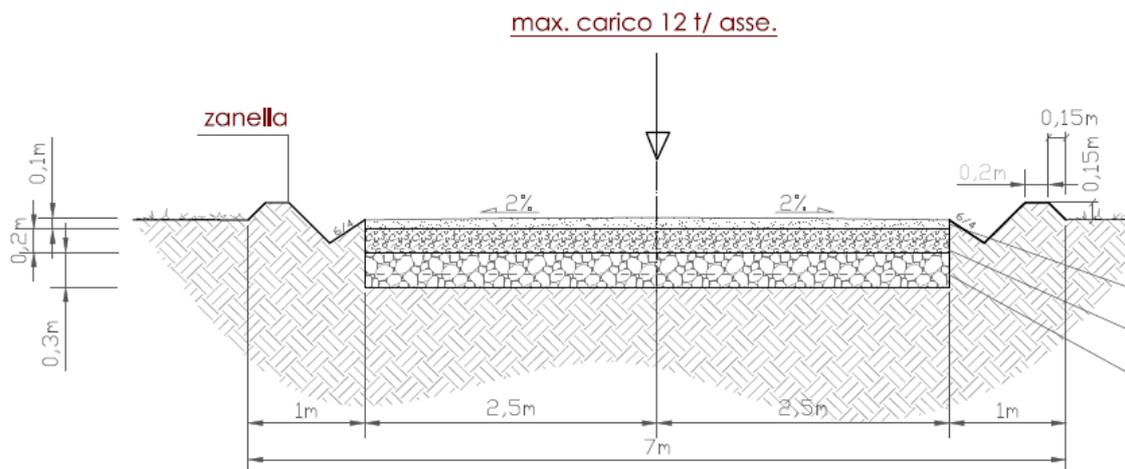
| <b>modulo resiliente del sottofondo</b> | <b>Indice CBR</b> | <b>Modulo di reazione</b>  |
|---|-------------------|----------------------------|
| $M_R = 150 \text{ N/mm}^2$              | CBR = 15%         | $k = 100 \text{ [kPa/mm]}$ |
| $M_R = 90 \text{ N/mm}^2$               | CBR = 9%          | $k = 60 \text{ [kPa/mm]}$  |
| $M_R = 30 \text{ N/mm}^2$               | CBR = 3%          | $k = 20 \text{ [kPa/mm]}$  |

Per soddisfare queste caratteristiche, potrebbe essere usato come sottofondo il materiale di risulta ottenuto dallo scavo delle fondazioni delle turbine, in conformità con il piano di utilizzo terre e rocce da scavo presentato all'autorità competente.

Per quanto riguarda invece la parte della sovrastruttura dovranno essere scavate e rimosse le terre presenti (non idonee) fino alla quota di posa prevista negli elaborati grafici.

Successivamente verranno realizzati la massicciata e il sottofondo stradale mediante riporti con materiale di cava per uno spessore complessivo di 30-40 cm.

La profondità del piano di posa è di 60 cm sopra il quale verranno posizionati 3 strati di materiale descritti nella sezione seguente in progetto.



## 11.2 Viabilità esterna

Tra le specifiche dettate dal Committente dell'opera riveste un ruolo importante la volontà di preservare l'“*habitus naturale*” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale.

Tali interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;
- ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;
- regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;
- ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento in taluni casi con materiali inerti come pietrame.

Nell'area di intervento non sono previste opere di bioingegneria per la stabilità di versanti, in quanto essendo terreni rocciosi non sono previsti possibili dissesti.

Per quanto riguarda la viabilità esterna, è possibile ritrovarsi versanti che hanno bisogno di interventi per migliorarne la sicurezza.

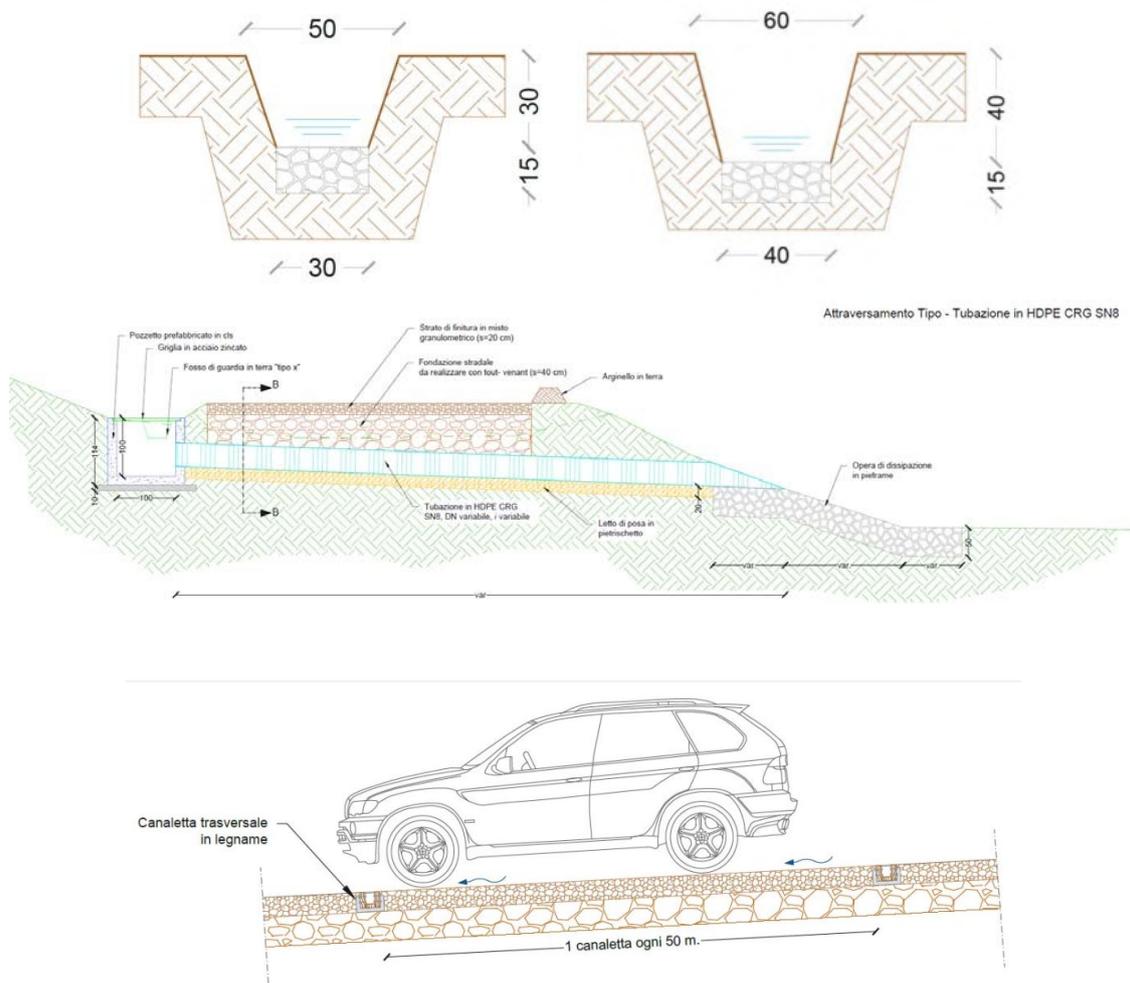
In fase esecutiva verrà analizzato lo stato di fatto dei punti ritenuti critici e sarà individuata la soluzione migliore da attuare, caso per caso.

## 12. OPERE IDRAULICHE

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

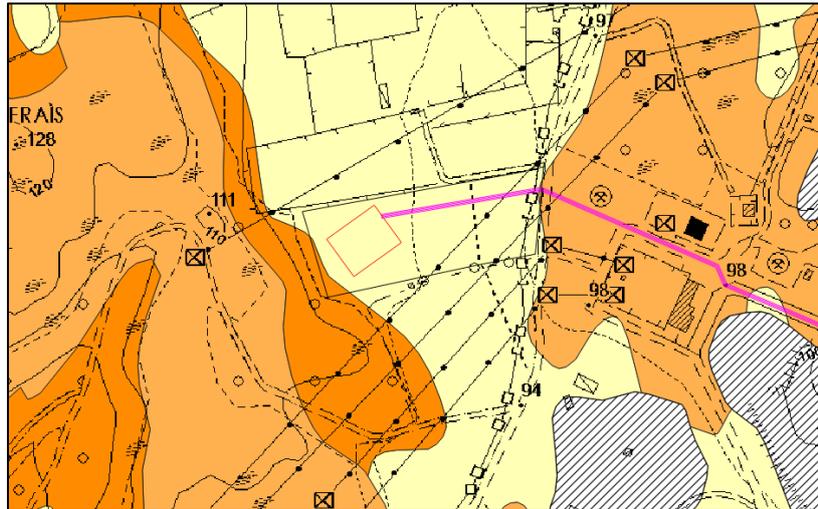
La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche, come ad esempio:



### 13. SOTTOSTAZIONE

L'energia prodotta dalle turbine confluirà nella sottostazione utente in progetto nel territorio di Gonnese, è caratterizzata da terreni sabbiosi e arenacei sui quali in fase esecutiva saranno eseguite le indagini necessarie a caratterizzare i terreni per le fondazioni necessarie.



- Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP.
- RIOLITI DI MONTE CROBU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Sa, Pl, e subordinati Px, Ol e Bt, da densamente saldati con tessitura eutassitica.
- RIOLITI DI NURAXI (Lipariti t4 Auct.). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Pl (con orlo di Sa), Sa, scarsi Opx, Cpx, Mag, di colore variabile da grigio ceruleo a bruno viola.
- cavidotto
- SSEU
- CS cabine di sezionamento

Figura 14 - stralcio della carta geologica, allegato 2b

Dal punto di vista idrogeologico non sono presenti vincoli che ostacolino le opere in progetto.

## CONCLUSIONI

Al fine di dare un giudizio sulla fattibilità del progetto in oggetto e definire le condizioni per realizzare al meglio il modello geologico e geotecnico in ottemperanza alle NTC 2018, in fase di esecuzione è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame.

Dopo aver eseguito il rilevamento geologico in loco, aver visionato i dati geognostici di letteratura su lavori eseguiti nei dintorni, si è potuto stabilire che:

**Geomorfologicamente** il sito non presenta criticità, presenta un andamento degradante verso SW con pendenze intorno al 3-4%, e con una leggera pendenza a NW.

Dal punto di vista **idrogeologico**, la falda rilevata nell'escavazione di pozzi nelle vicinanze (vedi paragrafo 5.2.) si attesta intorno ai 50-60 m.

Visto l'opera in oggetto, non c'è alcun rischio di inquinamento della falda, per cui non sussistono vincoli di sorta alla realizzazione del parco.

La permeabilità è variabile a seconda del litotipo attraversato ma tutti gli aerogeneratori ricadono all'interno di terreni ad alta permeabilità per porosità, questo però non comporta rischi per la falda in quanto le opere in progetto non producono inquinanti.

**Idraulicamente** la zona è caratterizzata da diverse incisioni tra i quali il Riu Flumentepido che sfocia a Ovest e il Gora de Mesu che poi diventa Riu Cixerri che sfocia nel Cagliariitano, diversi impluvi e linee di deflusso che confluiscono nelle aste fluviali principali, allontanando così anche le acque piovane che si riversano nei dintorni delle turbine in progetto.

**Geologicamente** l'area è caratterizzata da sedimenti di ambiente fluviale e da depositi sedimentari, con i primi decimetri caratterizzati da terreno agrario, da verificare in fase esecutiva con l'esecuzione di sondaggi geognostici e analisi di laboratorio su campioni prelevati in situ.

**Sismicamente** ci troviamo in zone a sismicità molto bassa, per i quali l'INGV ha dato una *valutazione standard (10%, 475 anni) di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04*, vedi paragrafo 7.1.

Dai dati di letteratura ci dovremmo trovare di fronte a suoli che si potrebbero associare alla categoria B o C, da confermare con le indagini sismiche da eseguire in fase esecutiva.

Per ottemperare alle NTC 2018 questi dati verranno implementati con indagini sismiche mirate in fase di esecutiva, nel quale non dovranno mancare le indagini MASW, Dohn Hole e RSL per ogni turbina in modo da misurare la risonanza del suolo ed evitare che vi sia il fenomeno della doppia risonanza che causerebbe seri problemi strutturali alle turbine.

|   |  |   |        |        |
|---|--|---|--------|--------|
|  | <p align="center"><b>PARCO EOLICO "CARBONIA"</b></p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA</p> | <br>Ingegneria & Innovazione |        |        |
|   |  | 27/05/2022  | REV: 1 | Pag.36 |

Il numero di suddette indagini sarà definito in fase di esecuzione, in modo da avere un quadro sicuro e completo.

**Geotecnicamente** parlando, in questa fase ci si è basati su dati di letteratura ottenuti da lavori eseguiti sulle stesse litologie.

Per ottemperare alle NTC 2018, dove si parla di modello geotecnico, dovranno essere confermati e soprattutto integrati i dati geotecnici in fase esecutiva, attraverso una campagna geognostica per conoscere i primi metri dei terreni interessati e caratterizzarli geotecnicamente, attraverso le indagini di laboratorio ottenute dai campioni di terreno prelevati.

A tal proposito nel capitolo 9 è stato redatto un piano contenente le indagini minime da eseguire, considerando che in base alle disposizioni e i commenti degli enti preposti al progetto definitivo le stesse indagini potrebbero variare in quantità e tipologia.

Quindi alla luce di quanto detto nei paragrafi precedenti il parco eolico in oggetto non presenta nessuna limitazione e nessun vincolo alla sua realizzazione.

Dal punto di vista dei vincoli PAI, sono presenti diverse aree che comunque non intaccano la fattibilità del progetto (vedi cap.10), per cui il progetto risulta fattibile dal punto di vista geologico.

FIRMA

