
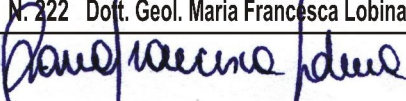


| | | |
|---|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it |   | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
| ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it | | PAGINA 1 di 27 |

REGIONE SARDEGNA


PROVINCIA DI ORISTANO

IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW


ORDINE DEI GEOLOGI
 REGIONE SARDEGNA
 N. 222 Dott. Geol. Maria Francesca Lobina





ORDINE INGEGNERI
 PROVINCIA CAGLIARI
 N. 3453 Dott. Ing. Giuseppe Frongia


| | | | | | |
|---|---|---|--|---------------|--------------|
| OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO | TITOLO RELAZIONE SISMICA | | | | |
| PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA | <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri </td> <td style="vertical-align: top;"> CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ce.Pi.Sar (Chiroterofauna) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia) </td> </tr> </table> | GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri | CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ce.Pi.Sar (Chiroterofauna) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia) | | |
| GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri | CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ce.Pi.Sar (Chiroterofauna) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia) | | | | |
| Cod. pratica 2022/0301c Nome File: SR-NS-RC11-a Relazione sismica | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | Giugno 2023 | Emissione per procedura di VIA | MFL | GF | SR |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE | ESEG. | CONTR. | APPR. |
| Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione. | | | | | |

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenja Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgenjarenewables@sorgenja.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO O INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA |

Sommario

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | GENERALITÀ | 1 |
| 1.1 | Premessa | 1 |
| 1.2 | Richiami normativi | 1 |
| 1.3 | Inquadramento topografico e territoriale | 2 |
| 1.4 | Descrizione sommaria del progetto | 7 |
| 2 | CARATTERISTICHE SISMICHE | 8 |
| 2.1 | Premessa | 8 |
| 2.2 | Sismicità storica | 9 |
| 2.3 | Caratterizzazione sismogenetica | 15 |
| 3 | PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE | 17 |
| 3.1 | Premessa | 17 |
| 3.2 | Classificazione sismica | 17 |
| 3.3 | Pericolosità sismica | 21 |
| 3.4 | Categoria di sottosuolo | 22 |
| 3.5 | Azione sismica | 22 |
| 3.6 | Risposta sismica locale | 24 |

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it  | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 1 di 27 |

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

Nell'ambito delle attività a supporto della progettazione un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella Provincia di Oristano, in agro dei comuni di Seneghe e Narbolia su iniziativa della Sorgenia Renewables S.r.l.⁽¹⁾, lo scrivente geologo *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽²⁾ ha ricevuto incarico per l'espletamento dello studio geologico, geotecnico e sismico di supporto.

In questa sede la trattazione è incentrata sulla sismicità locale, la pericolosità sismica e la prevedibile categoria di sottosuolo, sulla base dei soli dati in possesso dello scrivente acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per altre iniziative edilizie e da informazioni estratte dalla letteratura geologica e dalla cartografia geotematica regionale.

Si rimanda alla successiva fase progettuale l'esecuzione di una prospezione ad hoc, ad esempio mediante stendimenti sismici a rifrazione di tipo MASW con la quale determinare il parametro delle velocità di taglio equivalenti (V_{s_n}) funzionale allo studio sulla risposta sismica della struttura in progetto ai sensi del paragrafo 3.2 del D.M. 17.01.2018 «*Norme tecniche per le costruzioni*».


1.2 Richiami normativi

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «*Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni*» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «*Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009 «*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008*»;
- D.M. 14.01.2008 «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 «*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003 «*Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri*»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*»;

⁽¹⁾ Sede legale in Via Algardi n. 4 a Milano.

⁽²⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 2 di 27 |

- Circ.Min.LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono;
- 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*» e relativa Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988;
- Legge n. 464 del 04.08.1984 «*Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della direzione generale delle miniere del Ministero dell'Industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale*»;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*» che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il *Lavori Pubblici*».

1.3 Inquadramento topografico e territoriale

Il settore in studio è ubicato nella Sardegna Occidentale, nella Provincia di Oristano, nei territori comunali di Seneghe e Narbolia, nel versante meridionale del complesso vulcanico del Montiferro, a Nord ovest dei due centri abitati.

Il sito è raggiungibile dalla periferia ovest di Seneghe, imboccando la strada *Piazzale Montiferru* che, percorsa in direzione ovest, conduce a *Monte Mesu 'e Rocca* e più a Sud a *Monte Rassu* ed alla relativa viabilità interpodereale.


Dall'abitato di Narbolia l'areale è invece raggiungibile percorrendo verso Sud la S.P. 11, in direzione Riola Sardo per poi svoltare dopo circa 1 km dal centro abitato, sulla strada di collegamento alla S.S. 292 "Nord Occidentale Sarda" ed accedere agevolmente alla viabilità interpodereale.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio dell'I.G.M.I. 514 "Cuglieri" [scala 1:50.000]
- Sezione" dell'I.G.M.I. 514-II "San Vero Milis" [scala 1:25.000]
- Sezione" della C.T.R. 514-110 "Monte Mesu" [scala 1:10.000]



Figura 1.1 – Inquadramento geografico dei comuni di Seneghe e Narbolia.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 3 di 27 |

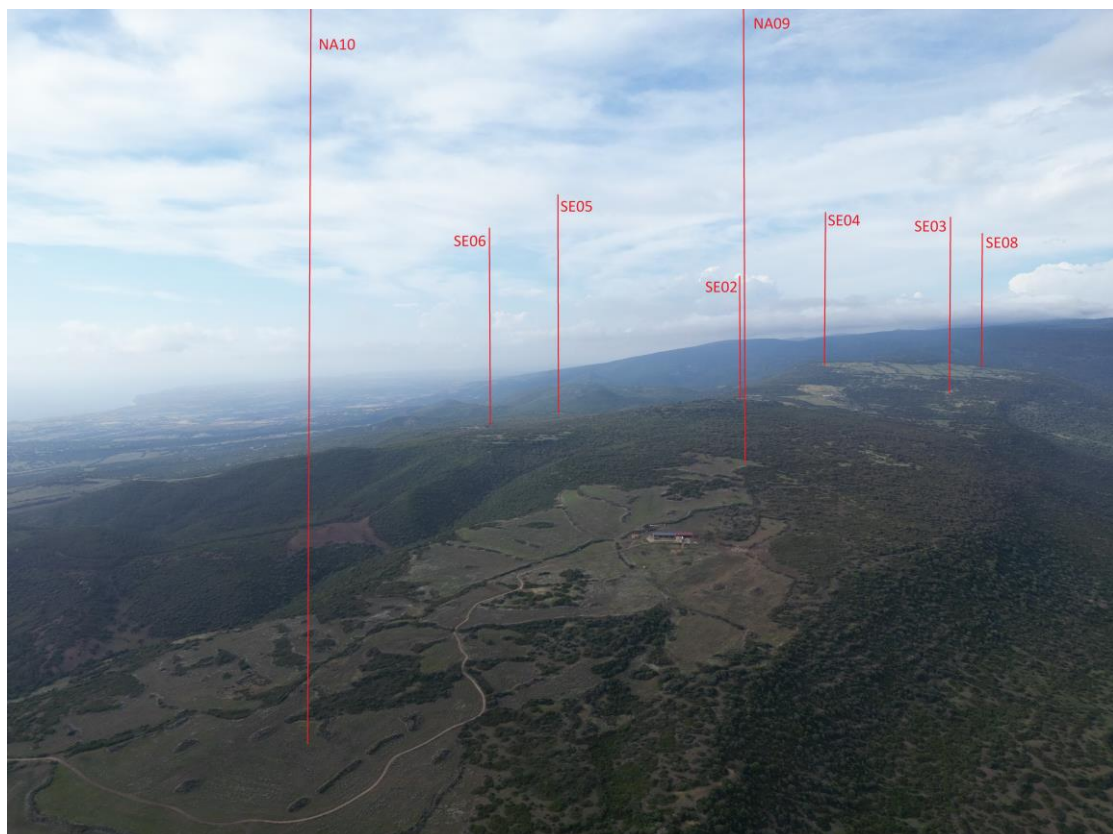
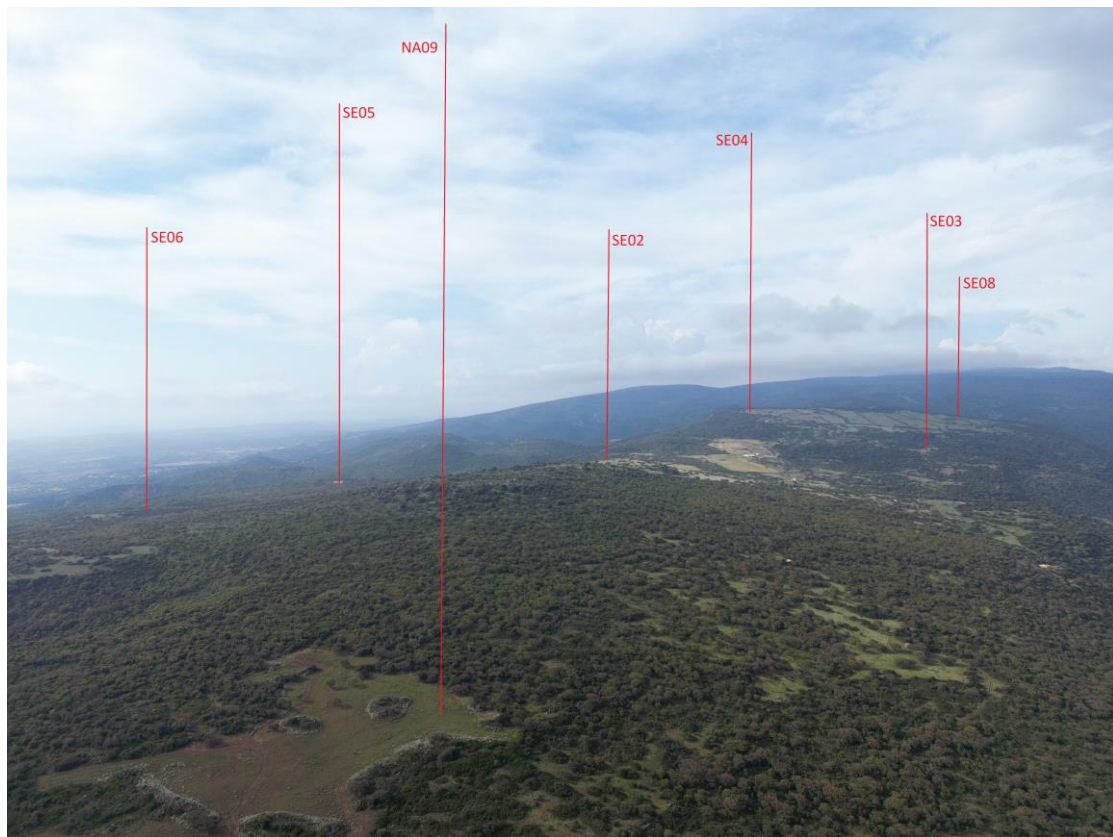



Figura 1.2 – Vista generale dell'area che ospiterà il parco eolico.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 4 di 27 |

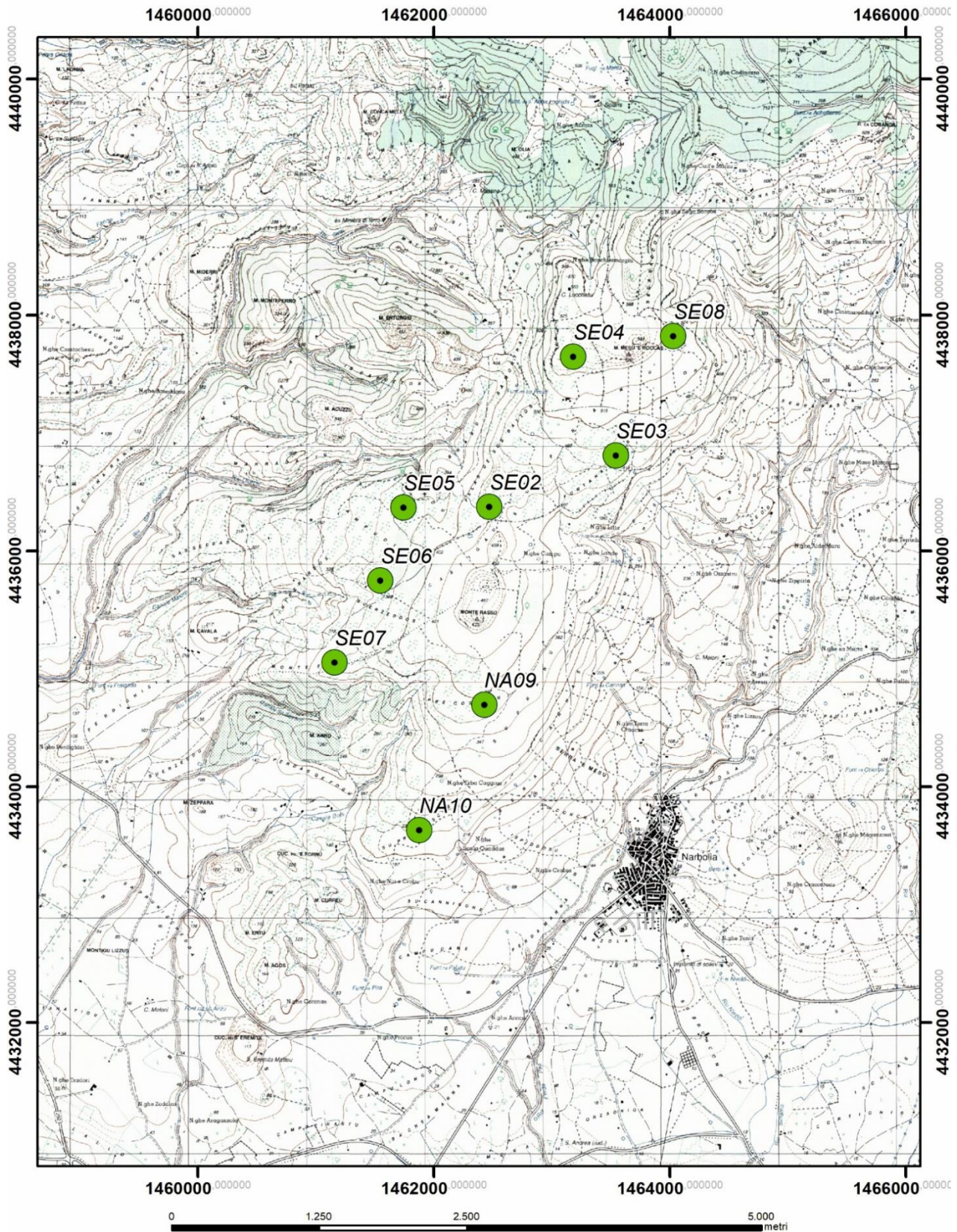



Figura 1.3 - Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio cartografia IGMI (scala 1:50.000).

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 5 di 27 |

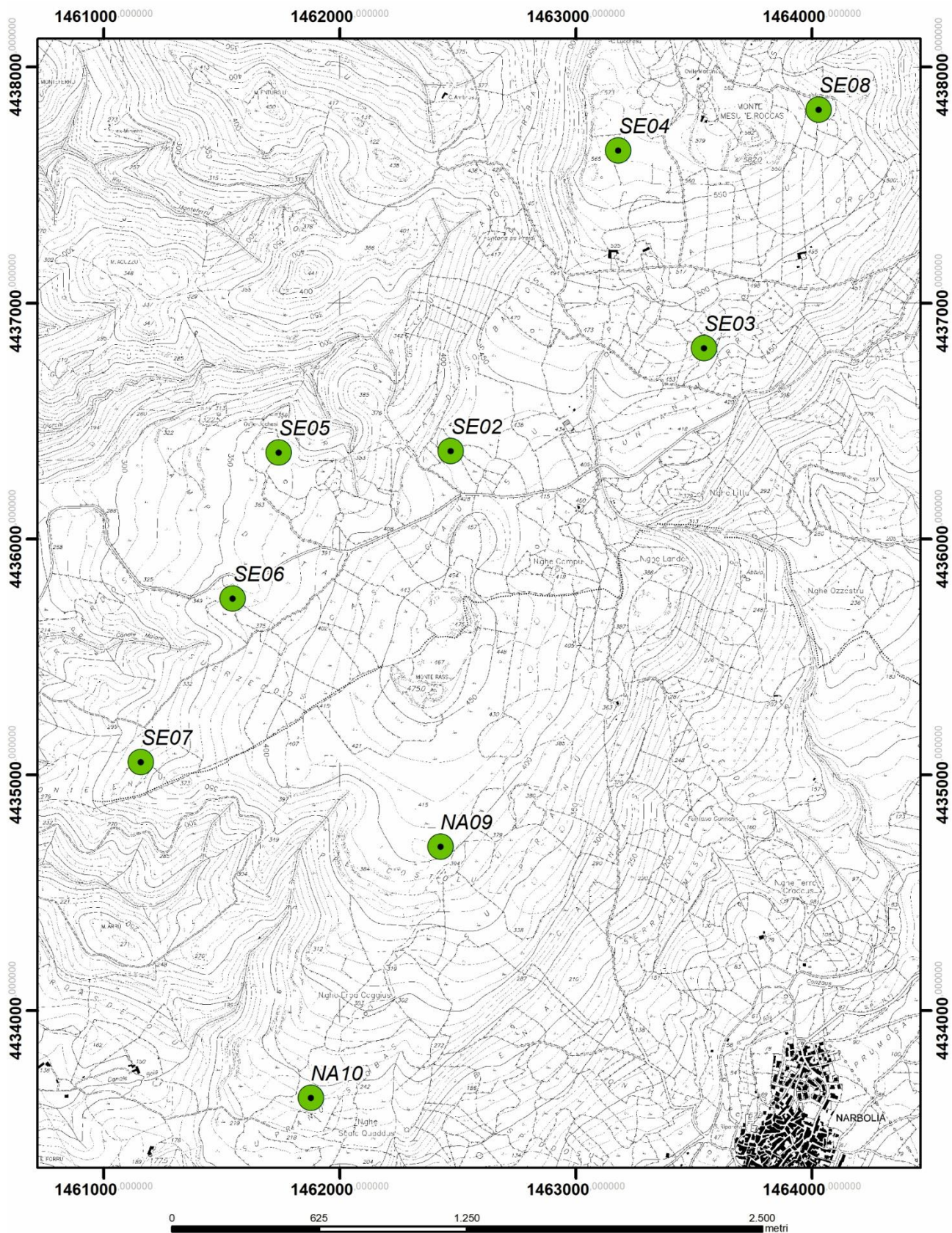



Figura 1.4 – Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio cartografia CTR (scala 1:10.000).

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 6 di 27 |

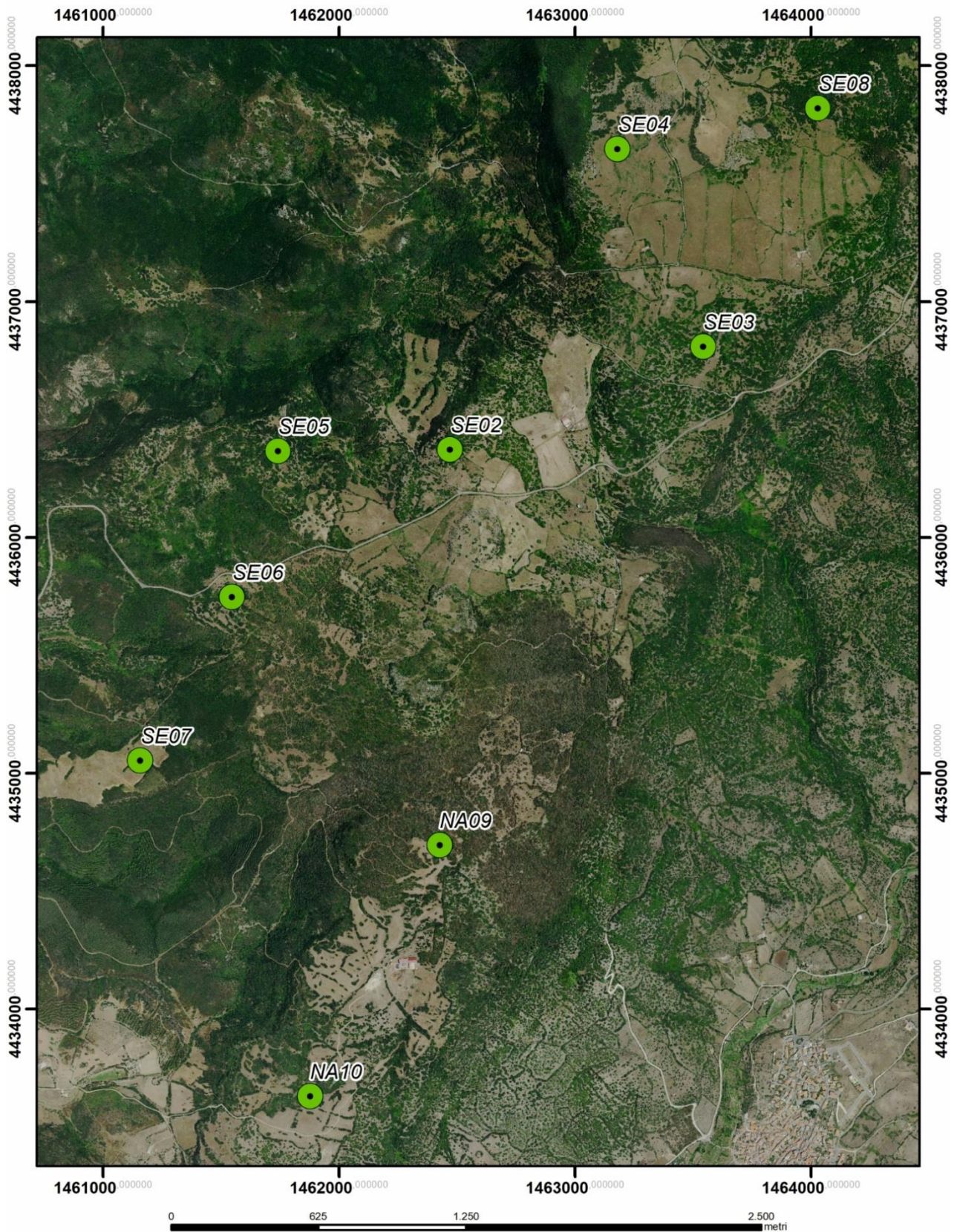




Figura 1.5 - Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio ortofotogrammetrico (scala 1:25.000).

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it  | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 7 di 27 |

1.4 Descrizione sommaria del progetto

L'impianto in progetto erogherà una potenza massima di 75 MW, in accordo con la soluzione di connessione indicata da Terna, e sarà costituito da n. 9 aerogeneratori distribuiti lungo due assi orientati circa NE-SO che complessivamente, si estendono in linea d'aria per circa 4 km.

Il primo asse, che si sviluppa interamente nel territorio di Seneghe, comprende n. 7 aerogeneratori, mentre altri due aerogeneratori sono ubicati in territorio di Narbolia, immediatamente ad Est del primo asse e parallelo ad esso, secondo la seguente dicitura.

Ciascun aerogeneratore sarà costituito da 3 pale, con diametro massimo delle turbine di 163 m, altezza massima della torre di 118 m e altezza complessiva di 199,5 m.

Stante il fatto che la viabilità locale è interamente e agevolmente camionabile anche per il trasporto di generatori di grande taglia (multimegawatt) e delle relative parti complementari (conci di torre e pale), si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo di alcune tratte.

Gli aerogeneratori saranno installati in piazzole accessibili a partire dalla nuova viabilità di accesso, con piste in terra battuta di larghezza di circa 5 m. Le piste saranno realizzate in misto stabilizzato e compattato con uno strato di fondazione in pietrisco costipato.

L'elettrodotto interrato, previsto sotto le piste di accesso al parco eolico e la viabilità pubblica dell'area, collegherà in MT gli aerogeneratori raggruppandoli in n. 3 sottocampi: all'uscita di questi, l'elettrodotto di connessione permetterà di immettere l'energia elettrica prodotta in rete presso la nuova stazione elettrica (SE) in agro del comune di Solarussa.


La suddetta raccoglierà le linee in cavo interrato a 30 kV provenienti dal parco eolico che saranno attestate ad un quadro elettrico in MT, installato all'interno di un locale dedicato.

L'elettrodotto interrato in AT sarà composto da una terna di conduttori unipolari realizzati in alluminio, schermati e tensione massima pari a 170 kV. I cavi saranno direttamente interrati in una trincea di sezione 80 cm, ad una profondità di scavo minima di 1,50 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compattati.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

Per le finalità del presente elaborato, gli aerogeneratori (NAn e SEn) sono suddivisi in due distinti gruppi ("Cluster") per semplicità di descrizione, a partire da quello in posizione più orientale:

- Cluster Est - Narbolia NA09 -NA10
- Cluster Ovest – Seneghe SE02, SE03, SE04, SE05, SE06, SE07, SE08

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 8 di 27 |

2 CARATTERISTICHE SISMICHE

2.1 Premessa

Le caratteristiche di sismicità del Blocco Sardo-Corso, che rappresenta un segmento della Catena Ercinica Sud-Europea formatosi a partire dal Paleozoico e separatosi dalla stessa durante il Miocene inferiore, sono da porre in relazione con l'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale e delle catene montuose che lo circondano. Nel Miocene superiore, la strutturazione dell'attuale margine orientale dell'Isola si protrae fino a parte del Quaternario: in questo periodo, i principali eventi che hanno condizionato la tettonica distensiva della Sardegna sono rappresentati dalla migrazione dell'Arco Appenninico settentrionale sull'avanfossa del margine adriatico e, soprattutto, l'apertura del Bacino Tirrenico meridionale.

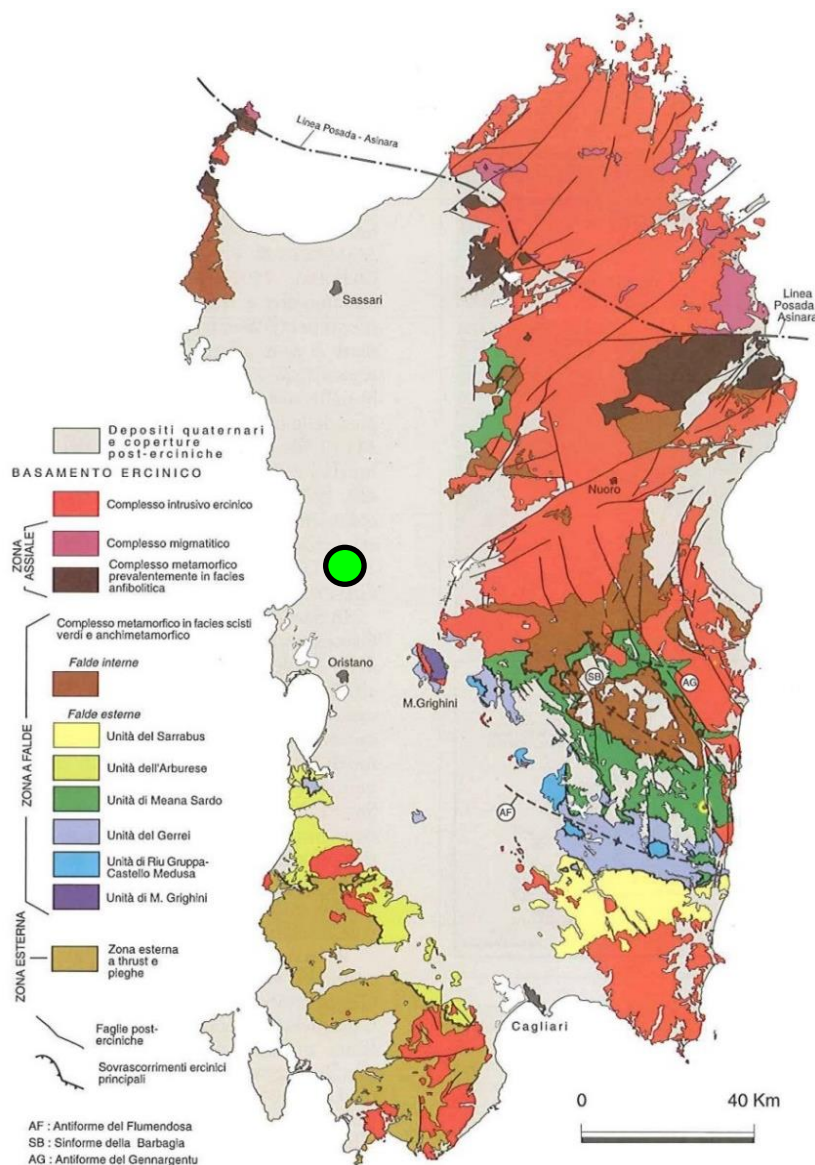




Figura 2.1 – Schema dei principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (da Carmignani et al. 2001).

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it  | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 9 di 27 |

2.2 Sismicità storica

Benché sia acclarata la bassa sismicità della Sardegna conseguente alla generale stabilità geologica del blocco sardo-corso (gli ultimi episodi vulcanici dell'isola vengono fatti risalire a circa 90.000 anni fa, nel Pleistocene superiore, con l'emissione di lave e formazione di coni di scorie nel settore dell'Anglona), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici.

Negli ultimi secoli non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze⁽³⁾. In un recente lavoro, Meletti et al.⁽⁴⁾ (2020) hanno revisionato tutte le informazioni disponibili relative ai terremoti fatti registrare in Sardegna dal 1616, data del primo terremoto di cui si abbia notizia, al 2019. Nelle tabelle di Figura 2.2 e Figura 2.3 sono riportati i parametri analizzati in questa sede relativi a tutti i terremoti di interesse per la Sardegna.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, consultabili dal sito web "DBMI15", per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius.

Alcuni terremoti segnalati (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania).


Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001), è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola.

Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco ad ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e 40 km di profondità.

Sono segnalati eventi tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).


⁽³⁾ <https://ingvterremoti.wordpress.com/2016/06/04/i-terremoti-nella-storia-cagliari-adi-4-juny-terremotus-factus-est-1616/>.

⁽⁴⁾ ISSN 1590-2595 "Quaderni di Geofisica – La sismicità Storica dell'isola senza terremoti", Anno 2020, numero 163.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 10 di 27 |

| Year | Mo | Da | Ho | Mi | Epicentral Area | Ref | com. | NOm | Ix | Lat | Lon | M |
|------|----|----|----|----|-------------------------|----------|------|-----|-----|--------|-------|-----|
| 1610 | 06 | 04 | | | Sardegna merid. | MELAL020 | ZZ | - | - | - | - | - |
| 1616 | 06 | 04 | 14 | | Sardegna merid. | MELAL020 | | 10 | D | 39.131 | 9.502 | 4.9 |
| 1619 | 06 | 24 | 16 | | Sardegna merid. | MELAL020 | UNK | 1 | 4-5 | 39.256 | 9.168 | 3.9 |
| 1771 | 08 | 17 | 13 | | Sardegna merid. | MELAL020 | | 2 | 3 | 39.223 | 9.121 | 3.2 |
| 1771 | 08 | 17 | 18 | | Sardegna merid. | MELAL020 | | 7 | 5 | 39.213 | 8.936 | 4.4 |
| 1835 | 03 | 06 | | | Sardegna merid. | MELAL020 | D | 1 | 3 | 39.223 | 9.121 | 3.2 |
| 1838 | 02 | 02 | | | Agro sassarese | MELAL020 | ZZ | - | - | - | - | - |
| 1855 | 06 | 11 | | | Cagliari | MELAL020 | ZD | - | - | - | - | - |
| 1870 | 06 | 20 | 08 | 22 | Ittireddu | MELAL020 | ZZ | - | - | - | - | - |
| 1870 | 07 | 04 | 17 | 45 | Nuorese | MELAL020 | | 4 | 5 | 40.477 | 9.383 | 4.2 |
| 1898 | 12 | 15 | | | San Vito | MELAL020 | ZZ | - | - | - | - | - |
| 1901 | 01 | 18 | 16 | 30 | Gergei | MELAL020 | UNK | 7 | 5 | 39.699 | 9.102 | 4.2 |
| 1901 | 01 | 18 | 17 | | Gergei | MELAL020 | | 1 | F | 39.654 | 9.129 | 3.7 |
| 1901 | 03 | 22 | 13 | | Gergei | MELAL020 | | 1 | 4-5 | 39.699 | 9.102 | 3.9 |
| 1906 | 04 | 03 | 16 | 20 | Sardegna Settentrionale | MELAL020 | | 6 | 3 | 41.048 | 9.599 | 3.2 |
| 1922 | 07 | 18 | 20 | 30 | Nuorese | MELAL020 | | 1 | 3 | 40.215 | 8.803 | 3.2 |
| 1922 | 07 | 18 | 22 | 30 | Nuorese | MELAL020 | | 1 | 3 | 40.215 | 8.803 | 3.2 |
| 1924 | 01 | 24 | 02 | 22 | Sardegna Nord. Occ. | MELAL020 | NM | - | - | - | - | - |
| 1948 | 11 | 13 | 09 | 52 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 59 | 5-6 | 40.941 | 8.958 | 4.7 |
| 1948 | 11 | 13 | 12 | 00 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 2 | F | 40.913 | 9.302 | 3.7 |
| 1948 | 11 | 13 | 12 | 48 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 1 | F | 40.903 | 9.104 | 3.7 |
| 1948 | 11 | 13 | 22 | 45 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 1 | 3 | 40.914 | 8.713 | 3.2 |
| 1948 | 11 | 16 | 21 | 57 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 10 | 5 | 40.903 | 9.104 | 4.2 |
| 1948 | 11 | 17 | 00 | | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 2 | 3 | 40.903 | 9.104 | 3.2 |
| 1948 | 11 | 20 | 01 | | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 2 | 4-5 | 40.903 | 9.104 | 3.9 |
| 1948 | 11 | 20 | 02 | 07 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 1 | F | 40.929 | 9.065 | 3.7 |
| 1948 | 11 | 20 | 02 | 15 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 2 | 4-5 | 40.903 | 9.104 | 3.9 |
| 1948 | 11 | 20 | 13 | 45 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 1 | 4-5 | 40.903 | 9.104 | 3.9 |
| 1948 | 11 | 20 | 15 | 36 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 1 | 5-6 | 40.929 | 9.065 | 4.4 |
| 1948 | 11 | 21 | 21 | 50 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 4 | 5-6 | 40.948 | 8.938 | 4.4 |

Figura 2.2 – Sismi registrati in Sardegna dal 1610 al 1948 (estratto da Meletti et al., 2020).


| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 11 di 27 |

| Year | Mo | Da | Ho | Mi | Epicentral Area | Ref | com. | NOm | Ix | Lat | Lon | M |
|------|----|----|----|----|--------------------|----------|------|-----|-----|--------|--------|-----|
| 1948 | 12 | 08 | 04 | 30 | Sassarese | MELAL020 | | 4 | 3 | 40.926 | 9.020 | 3.2 |
| 1948 | 12 | 08 | 13 | 15 | Sassarese | MELAL020 | | 4 | 3 | 40.926 | 9.020 | 3.2 |
| 1948 | 12 | 08 | 13 | 45 | Sassarese | MELAL020 | | 7 | 5-6 | 40.931 | 8.983 | 4.4 |
| 1948 | 12 | 08 | 23 | 00 | Sassarese | MELAL020 | | 3 | 3 | 40.944 | 9.009 | 3.2 |
| 1948 | 12 | 29 | 21 | 45 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 5 | 5 | 40.948 | 8.938 | 4.2 |
| 1949 | 01 | 06 | 17 | 30 | Mar di Sardegna | MELAL020 | | 4 | 5-6 | 40.948 | 8.938 | 4.4 |
| 1960 | 05 | 25 | 22 | | Calagianus | BSING | | 1 | 5 | 40.933 | 9.117 | 3.5 |
| 1970 | 06 | 18 | 09 | 03 | Mare di Sardegna | ISC | | 13 | 4 | 40.950 | 7.420 | 4.8 |
| 1976 | 07 | 15 | 09 | 18 | Medio Tirreno | BSING | NM | | | 41.400 | 9.800 | - |
| 1977 | 05 | 29 | 16 | 19 | Biancareddu | BSING | NM | | | 40.783 | 8.183 | 2.7 |
| 1977 | 06 | 27 | 19 | 36 | Valverde | BSING | NM | | | 40.583 | 8.383 | 3.0 |
| 1977 | 08 | 28 | 09 | 45 | Canale di Sardegna | ISC | | 20 | 5 | 38.235 | 8.187 | 5.4 |
| 2000 | 04 | 26 | 13 | 28 | Tirreno centrale | ISC | | - | - | 40.929 | 10.077 | 4.3 |
| 2000 | 04 | 26 | 13 | 37 | Tirreno centrale | ISC | | 46 | 5-6 | 40.955 | 10.097 | 4.8 |
| 2001 | 03 | 03 | 01 | 54 | Tirreno centrale | ISC | | 1 | 3-4 | 40.884 | 9.990 | 4.0 |
| 2004 | 12 | 12 | 11 | 52 | Tirreno centrale | ISC | | 19 | 3-4 | 41.015 | 9.967 | 4.1 |
| 2004 | 12 | 18 | 09 | 12 | Tirreno centrale | ISC | | 13 | 4-5 | 40.958 | 10.050 | 4.6 |
| 2006 | 03 | 24 | 10 | 43 | Capo Teulada | ISC | | 2 | 4-5 | 38.924 | 8.931 | 4.0 |
| 2011 | 07 | 02 | 14 | 43 | Mare di Corsica | ISC | | - | - | 42.004 | 7.617 | 4.2 |
| 2011 | 07 | 07 | 19 | 21 | Mare di Corsica | ISC | | 5 | 4 | 42.087 | 7.593 | 5.1 |
| 2012 | 03 | 04 | 03 | 47 | Mare di Corsica | ISC | | 2 | 2-3 | 42.080 | 7.565 | 4.4 |

Figura 2.3 – Sismi registrati in Sardegna dal 1648 al 2112 (estratto da Meletti et al., 2020).

Il database DBMI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) non indica alcun evento con epicentro nei Comuni di Narbolia e Seneghe piuttosto che in quelli adiacenti.

Verò è che l'evento del 20.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale è stato avvertito nel Comune di Seneghe ed in quelli limitrofi seppur con intensità inferiore a 1 tale da non determinare alcun danno ai manufatti.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 12 di 27 |

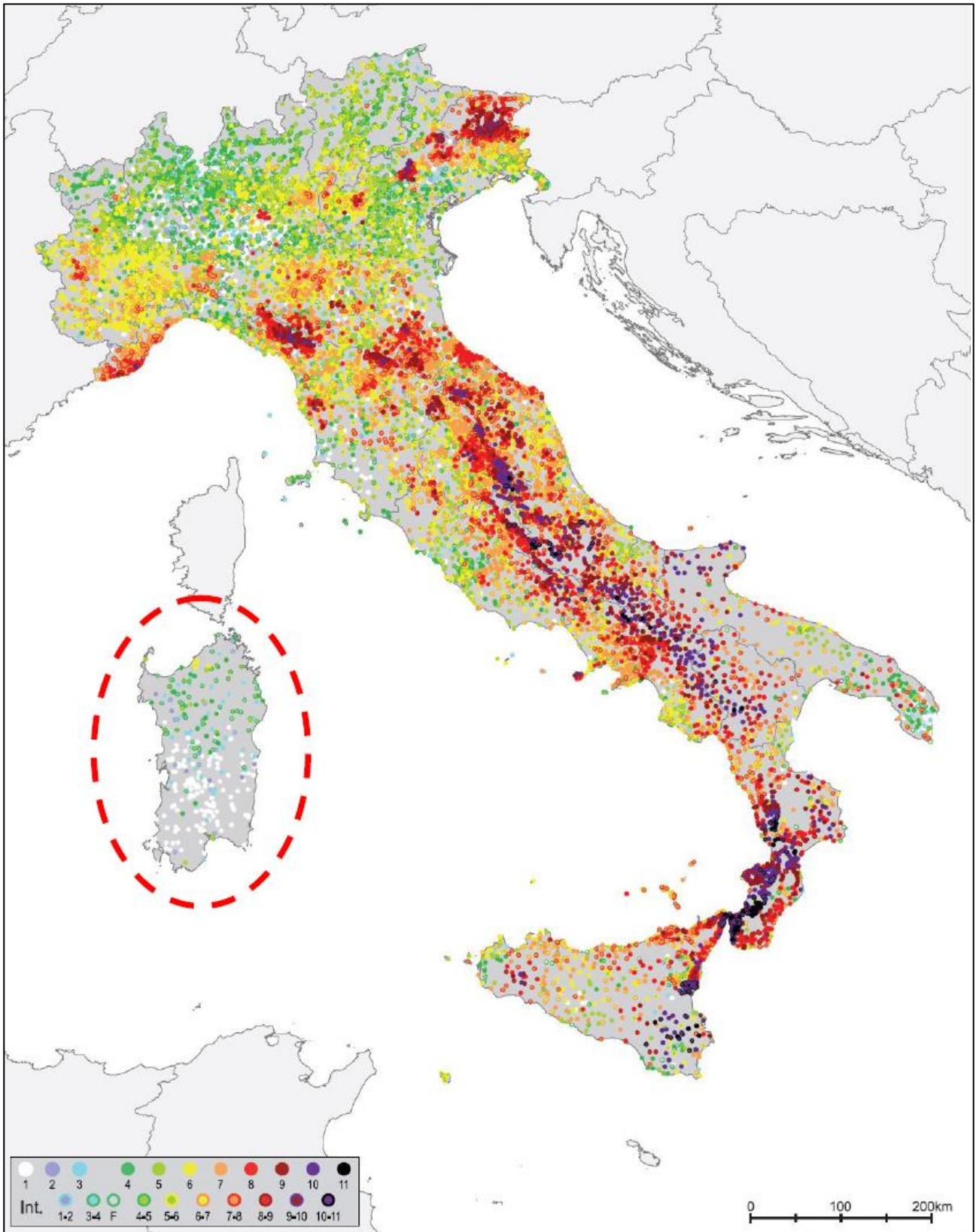



Figura 2.4 – Localizzazione degli epicentri dei terremoti storici italiani riportati nel database DBMI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 13 di 27 |

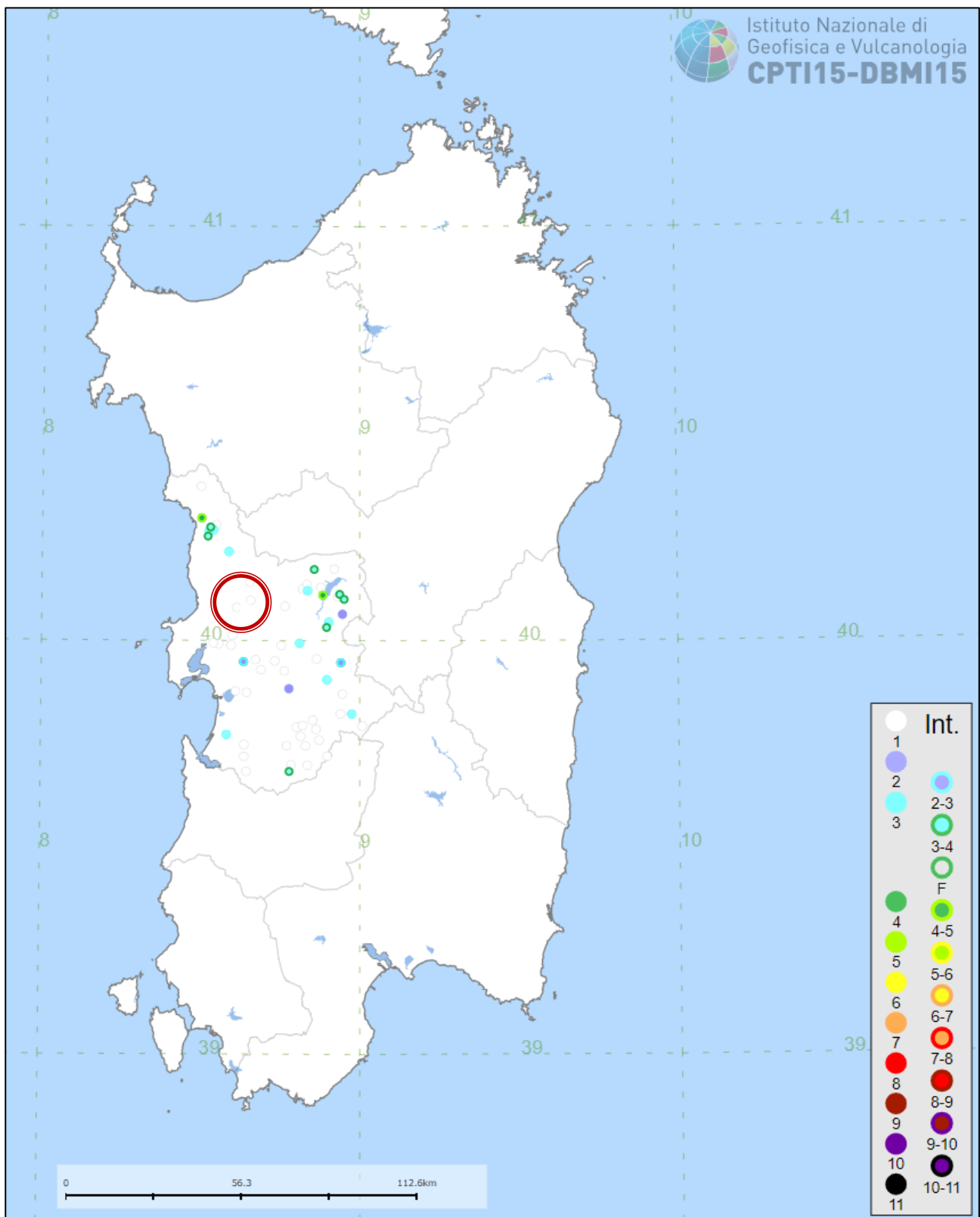

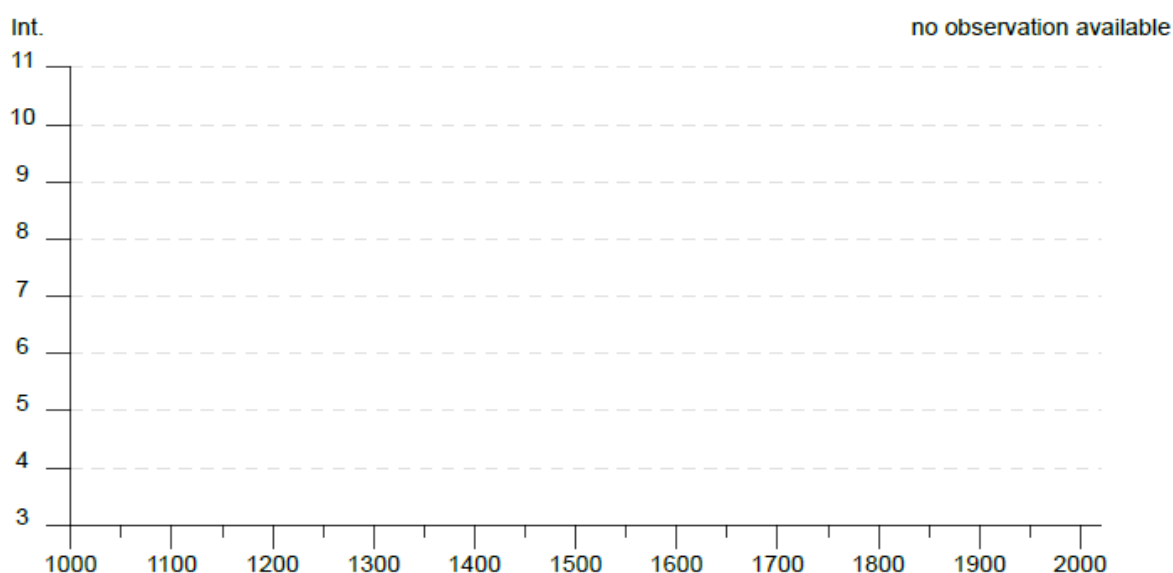


Figura 2.5 – Stralcio della carta delle intensità relative al terremoto del 26/04/2000 relativo all'area della Provincia di Oristano, estratto dal CPTI15-DBMI15.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenja Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgenjarenewables@sorgenja.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 14 di 27 |

Seneghe

| | |
|----------------------------|---------------|
| PlaceID | IT_68967 |
| Coordinate (lat, lon) | 40.080, 8.613 |
| Comune (ISTAT 2015) | Seneghe |
| Provincia | Oristano |
| Regione | Sardegna |
| Numero di eventi riportati | 1 |




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

Località vicine (entro 10km)

| Località | EQs | Distanza (km) |
|-----------------|-----|---------------|
| Bonarcado | 1 | 4 |
| Santu Lussurgiu | 1 | 8 |
| San Vero Milis | 1 | 8 |

Figura 2.6 – Intensità degli eventi registrati a Seneghe e paesi limitrofi.

Si può pertanto asserire che l'areale di intervento è caratterizzato da un livello di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 15 di 27 |

2.3 Caratterizzazione sismogenetica

Dalla consultazione della cosiddetta “Zonazione Sismogenetica ZS9” a cura dell’INGV tutta la regione Sardegna è scevra da sorgenti di particolare rilievo⁽⁵⁾.

A suffragio, dal database DISS relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo > 5,5 (Figura 2.7), si evince che il settore di intervento non è direttamente gravato da potenziali faglie sismogenetiche. Studi più recenti per la valutazione della pericolosità sismica nazionale⁽⁶⁾ (Stucchi et al., 2007) hanno prodotto risultati in accordo a quelli evidenziati dalla ZS9 in merito alla difficoltà di individuare per il territorio sardo una mappa delle sorgenti sismogenetiche a causa della bassa sismicità che caratterizza la regione.

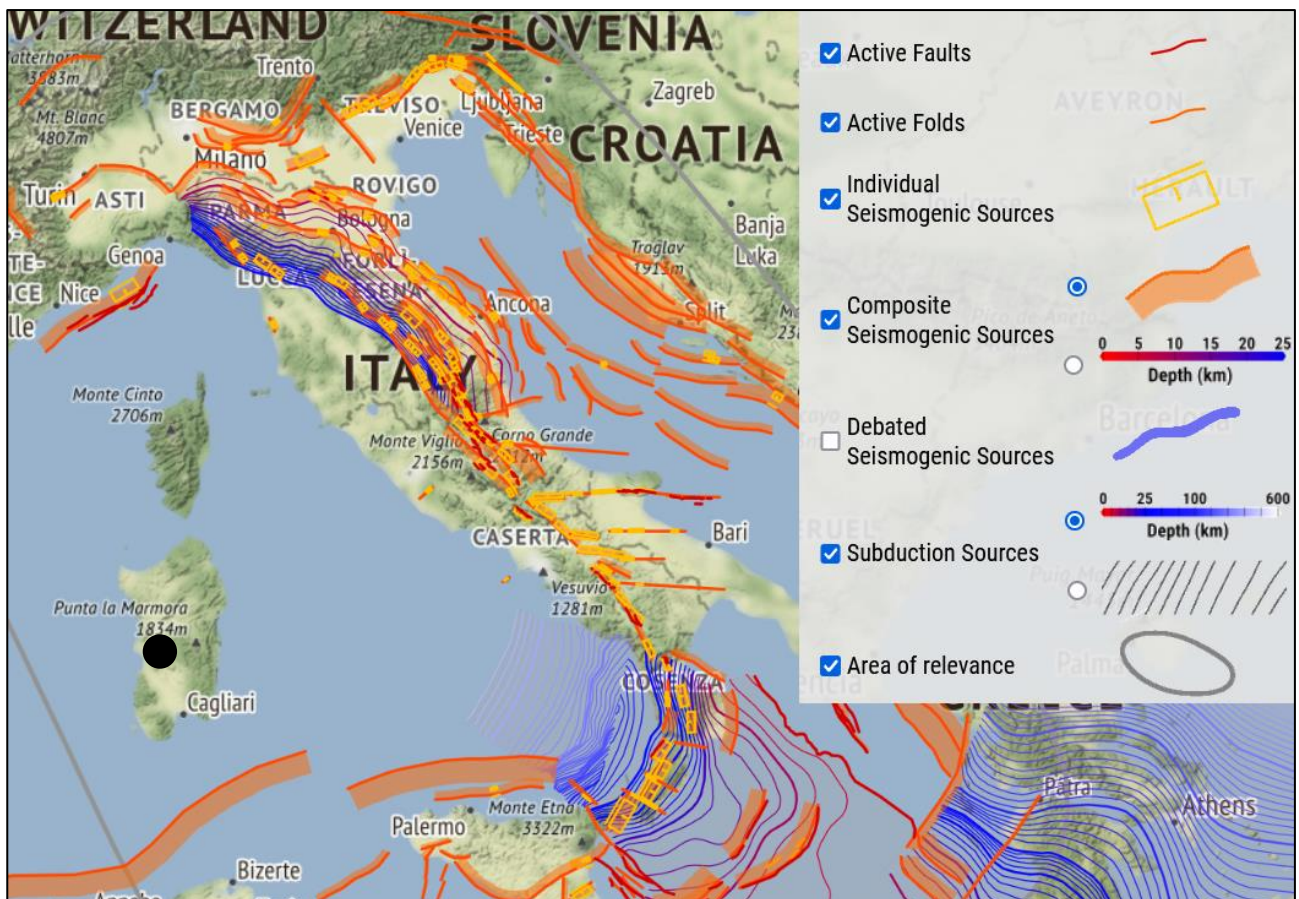



Figura 2.7 – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5,5$ rispetto all’area di intervento (estratto da DISS Working group 2021, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.3.0., <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>).

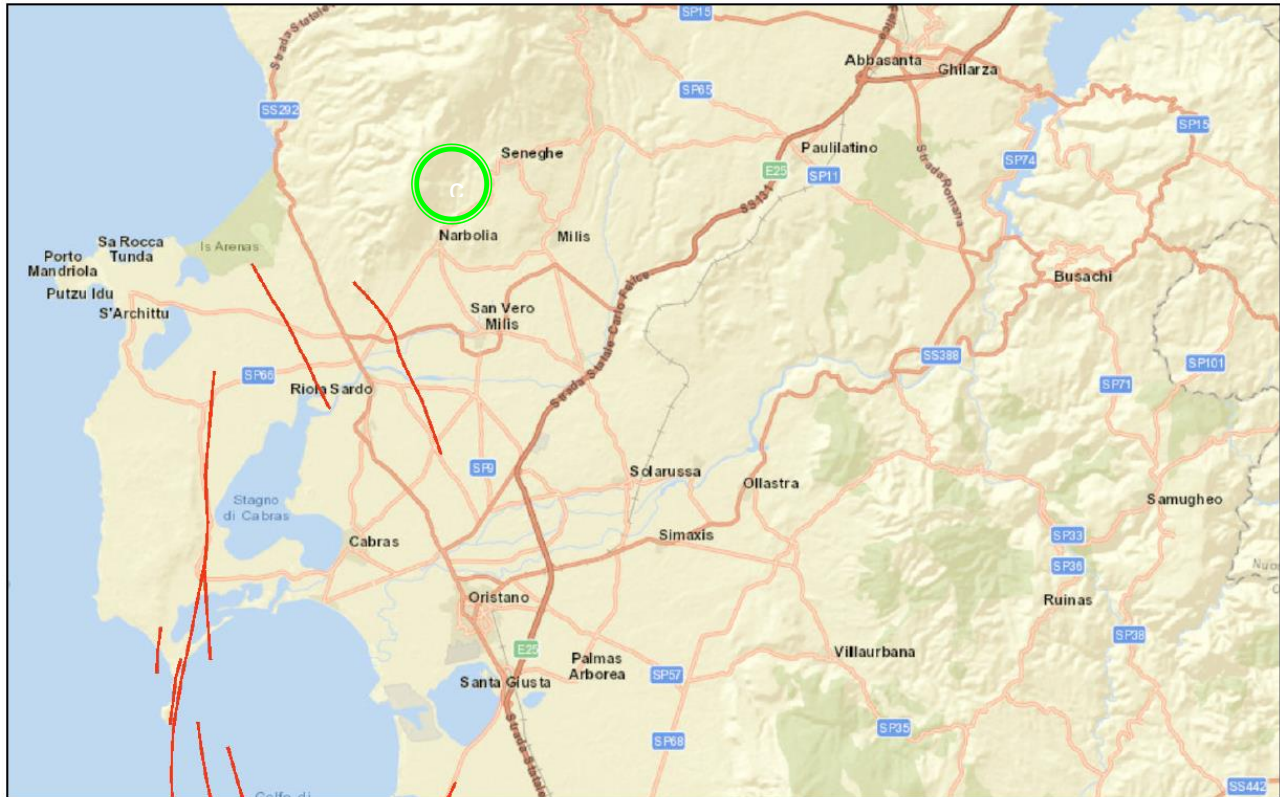
Il database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) ha consentito di escludere la

⁽⁵⁾ Meletti C. e Valensise G., 2004.

⁽⁶⁾ Stucchi et al., 2007.

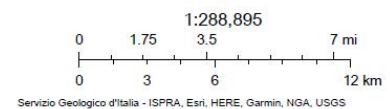
| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenja Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgenjarenewables@sorgenja.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 16 di 27 |

presenza di “faglie capaci”, ovvero di lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.




June 22, 2023

Kinematics
— Normal Fault - - - Reverse Fault
... Unknown ···· Oblique Fault - · - · Strike Slip



Me
Copyright 2014

Figura 2.8 – Andamento delle faglie “capaci” rilevate dal progetto ITHACA.

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenja Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgenjarenewables@sorgenja.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 17 di 27 |

3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

3.1 Premessa

Gli indicatori di riferimento per la definizione di sismicità di un territorio sono l'accelerazione orizzontale e l'intensità macrosismica: il primo parametro è una grandezza di interesse ingegneristico utilizzata nella progettazione da cui scaturiscono le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica, mentre l'intensità macrosismica descrive il grado di danneggiamento causato da un evento sismico.

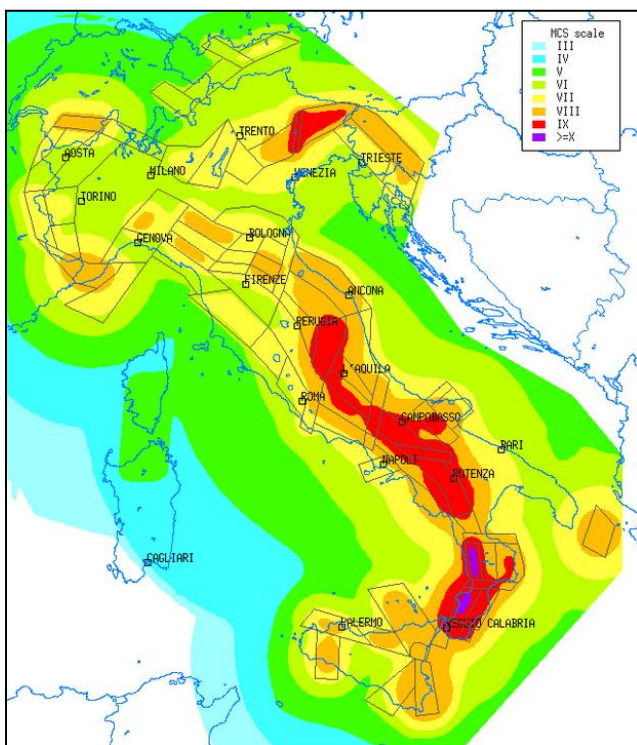


Figura 3.2 – Intensità macrosismica con $T=475$ anni.

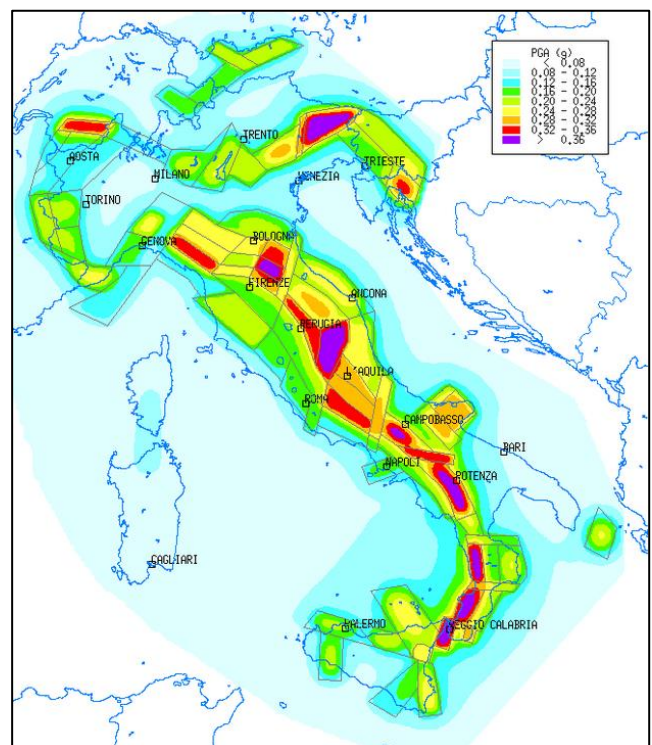




Figura 3.1 – Accelerazione orizzontale di picco con $T=475$ anni.

3.2 Classificazione sismica

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali, ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», entrata in vigore dal 25.10.2005 in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle «*Norme Tecniche per le Costruzioni*» e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha lasciato facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it  | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 18 di 27 |

In relazione alla pericolosità sismica – espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi – il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_{g475}), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di a_{g475} con una tolleranza 0,025g (Figura 3.3): a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g), che deve essere considerato in sede di progettazione.


Tabella 3.1 - Valori di accelerazione orizzontale massima al suolo.

| ZONA | a_{g475} |
|------|-------------------------------|
| 1 | $a_{g475} \geq 0,25g$ |
| 2 | $0,25g < a_{g475} \leq 0,15g$ |
| 3 | $0,15g < a_{g475} \leq 0,05g$ |
| 4 | $a_{g475} < 0,05g$ |

Allo stato attuale delle conoscenze, attraverso l'applicazione WebGIS, è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Il sito di specifico intervento, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa.

Al parametro **ag** è assegnato un valore di accelerazione al suolo da adottare nella progettazione compreso tra **0,025÷0,05 g** (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 19 di 27 |

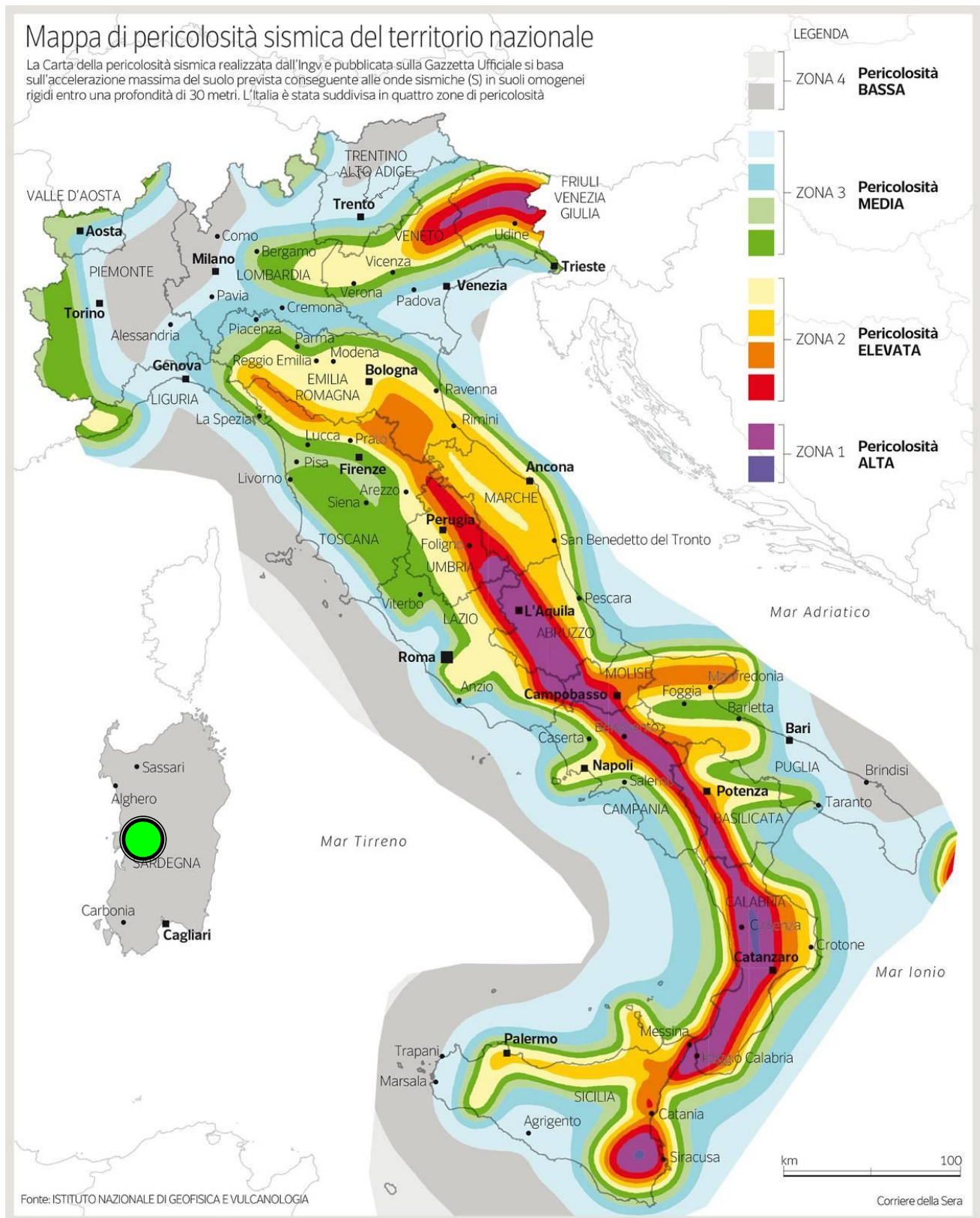



Figura 3.3 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale realizzata (INGV 2018).

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 20 di 27 |

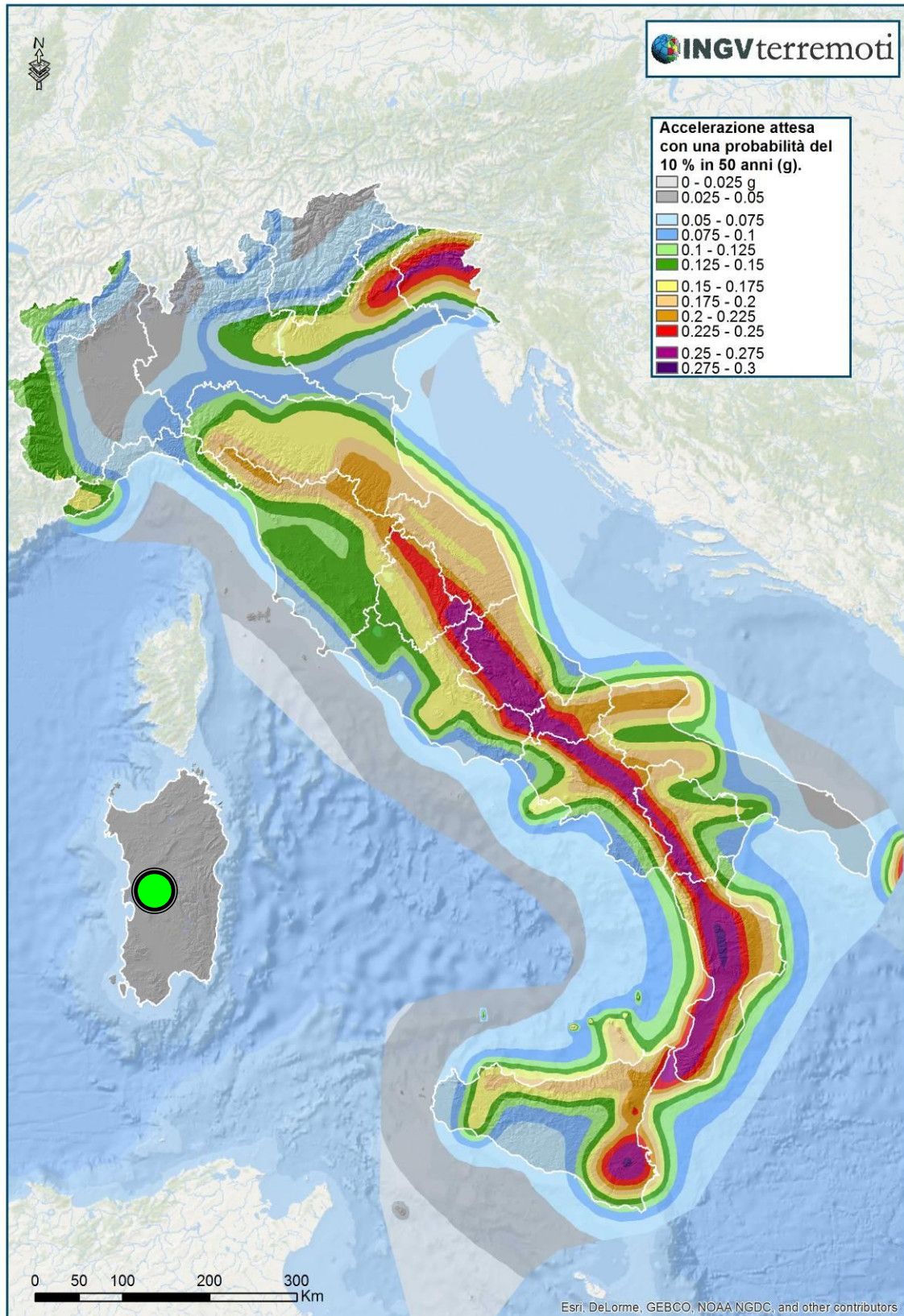




Figura 3.4 – Mappa dell'accelerazione attesa con una probabilità del 10% in 50 anni (INGV 2018).

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it  | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 21 di 27 |

3.3 Pericolosità sismica

L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici di ciascuna maglia elementare, i valori di:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno,
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- T_{c^*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per nove periodi di ritorno T_r , in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (di categoria A nelle NTC) con superficie topografica orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock (**ag**) non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza del comune in cui realizzare l'opera ad una zona sismica, ma calcolate in funzione dell'effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l'opera. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (**Tr**) considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile.



Per un qualunque punto del territorio, non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto (a_g , F_0 , T_{c^*}) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna), tali valori sono unici e sono quelli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato B alle N.T.C. 2008, ancora valide per le N.T.C. del 2018.

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (**I_{max}/pon**), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione.

Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it  | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 22 di 27 |

3.4 Categoria di sottosuolo

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del D.M. del 1701.2018, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (V_s).

Con l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alla configurazione stratigrafica ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (V_{Seq} in m/s) che definiscono l'appartenenza alle seguenti categorie sismiche:


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

Seppur senza il conforto di riscontri sperimentali diretti se non riferibili a contesti geologici analoghi, la presenza del substrato roccioso subaffiorante o sotto una copertura detritica di spessore submetrico, consente di adottare una **categoria di sottosuolo di tipo "A"**.

3.5 Azione sismica

Le NTC 2008 definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno (T_r) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (P_{Vr}) nel periodo di riferimento dell'opera (V_r).

Il periodo di riferimento dell'opera (V_r) si ottiene dal prodotto tra la Vita Nominale (V_n), intesa come il numero di anni nel quale l'opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata ed il Coefficiente d'uso (C_u), funzione della Classe d'uso della costruzione (cfr. paragrafo 2.4.3 delle NTC 2008).

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgienarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 24 di 27 |

Calcolati i periodi di ritorno per i due stati limite sono definiti, in accordo alle NTC 2008, i valori di accelerazione orizzontale massima (**ag**) attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale validi per il territorio interessato dal progetto. Essendo la sismicità della Sardegna molto bassa, i dati storici e quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base, motivo per cui (cfr. Allegato B, Tabella 2 delle NTC 2008 di cui si riporta uno stralcio in Figura 3.6) i rispettivi valori sono uniformi per tutta la Sardegna:

- per TR = 101 anni ag = 0,314
- per TR = 949 anni ag = 0,603

| Isole | T _R =30 | | | T _R =50 | | | T _R =72 | | | T _R =101 | | | T _R =140 | | | T _R =201 | | | T _R =475 | | | T _R =975 | | | T _R =2475 | | |
|--|--------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|
| | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C | a _g | F ₀ | T _C |
| Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Pinnacoli, Zannone | 0,186 | 2,61 | 0,273 | 0,235 | 2,67 | 0,296 | 0,274 | 2,70 | 0,303 | 0,314 | 2,73 | 0,307 | 0,351 | 2,78 | 0,313 | 0,393 | 2,82 | 0,322 | 0,500 | 2,88 | 0,340 | 0,603 | 2,98 | 0,372 | 0,747 | 3,09 | 0,401 |

Figura 3.6 – Valori dei parametri sismici nel territorio della Sardegna.

3.6 Risposta sismica locale


Identificati i valori delle accelerazioni massime attese al suolo rigido (“bedrock”), le NTC 2008 impongono di valutare la loro variazione (“amplificazione”) negli strati più superficiali (“risposta sismica locale”) attraverso i parametri categoria di sottosuolo e condizione topografica che nel caso sono assunti:

- Categoria di sottosuolo A (“ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m”)
- Condizione topografica T2 (“Pendii con inclinazione media > 15°”)

da cui si ricavano i seguenti coefficienti:

- Amplificazione stratigrafica $S_S = 1,000$
- Amplificazione topografica $S_T = 1,000$
- Funzione categoria suolo $C_C = 1,000$

Lo spettro di progetto risultante dall’elaborazione è restituito in Figura 3.8.

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it | OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW | COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a |
|  CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it | TITOLO RELAZIONE SISMICA | PAGINA 25 di 27 |

Categoria di sottosuolo (Art. 3.2.2) Categoria topografica (Art. 3.2.2)

Rapporto h/H altezza pendio: Coeff. amplif. topografica St:

Coeff. smorzamento (%) **X:** => **h= 1.000**

Parametri spettri orizzontali e Fv

| | S | TB | TC | TD | Fv | Cc | Ss |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SLO | 1.000 | 0.101 | 0.302 | 1.702 | 0.579 | 1.000 | 1.000 |
| SLD | 1.000 | 0.102 | 0.307 | 1.726 | 0.653 | 1.000 | 1.000 |
| SLV | 1.000 | 0.124 | 0.371 | 1.840 | 0.983 | 1.000 | 1.000 |
| SLC | 1.000 | 0.131 | 0.393 | 1.883 | 1.099 | 1.000 | 1.000 |

Parametri spettri verticali

| Ss | TB | TC | TD |
|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |

Tipo comportamento
 Non dissipativo
 Dissipativo

Classe di duttilità
 Alta (CD'A')
 Media (CD'B')

Fattori di comportamento q (par. 7.3 NTC)

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Direz. X1 | 1.000 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Direz. Y1 | 1.000 | 1.500 | 2.500 | 1.500 |
| Direz. Z | 1.000 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |

Regolarità edificio
 In pianta
 In altezza

Figura 3.7 – Calcolo dei parametri sismici (immagine catturata da software SpettriWin).

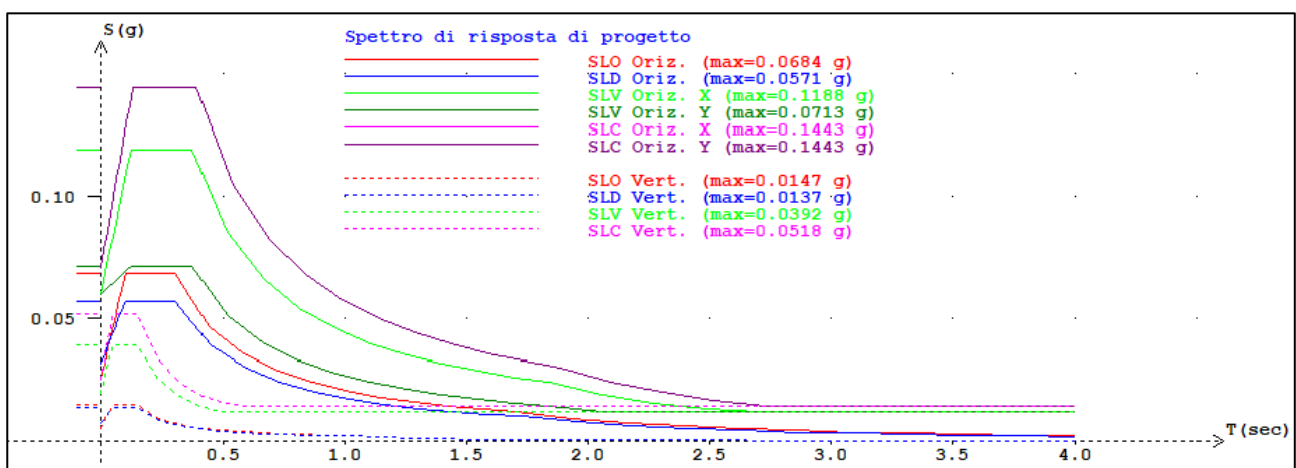


Figura 3.8 – Spettro di risposta di progetto (immagine catturata da software SpettriWin).