



REGIONE PUGLIA
COMUNE DI CERIGNOLA (FG) E
COMUNE DI SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT)

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO "SAN CASSANIELLO"
NEI COMUNI DI CERIGNOLA (FG) E SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT)

TITOLO

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	VISTI
 <p>Via Degli Arredatori, 8 70026 Modugno (BA) - Italy www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net tel (+39) 0805046361</p> <p>Azienda con Sistema di Gestione Certificato UNI EN ISO 9001:2015 UNI EN ISO 14001:2015 UNI ISO 45001:2018</p> <p>Tecnico: Dott.ssa Geol. Alessandra Prisciandaro</p> <p>Responsabile Commessa ing. Danilo POMPONIO</p>	<p>INERGIA S.p.a.</p> <p>Sede Operativa: Via Cola D'Amatrice n.1 63100 ASCOLI PICENO Tel.: 0736/342490 Fax: 0736/341243</p> <p>Sede legale: Via Tirso n. 26 00198 ROMA Tel.: 06/97746380 Fax: 06/97746381</p> <p>www.inergia.it e-mail: info@inergia.it PEC: direzione.inergia@legalmail.it</p>  <p>CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM CQY CERTIQUALITY UNI EN ISO 9001:2015 UNI EN ISO 14001:2015 UNI ISO 45001:2018</p>	

DATI PROGETTAZIONE

Cod. Progetto 23087	Commessa 23087	

Scala -	Formato Stampa A4	Cod. Elaborato EO-SFE-PD-GEO-04	Rev. a	Nome File EO-SFE-PD-GEO-01 - RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA.doc	Elaborato 1	Foglio 1 di 27
------------	----------------------	------------------------------------	-----------	---	----------------	-------------------

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	27/01/2024	Prima Emissione	A.Prisciandaro	A.Corradetti	R.Cairolì

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Sismica e Geotecnica	EO-SFE-PD-GEO-04
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------

INDICE

1. PREMESSA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO	2
Aerogeneratori	3
3. GEOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO	4
Inquadramento geologico regionale	4
Geologia di dettaglio del sito.....	5
Geologia strutturale e tettonica dell'area	6
4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI RIFERIMENTO ADOTTATA AI FINI GEOTECNICI	7
5. CAMPAGNA GEOGNOSTICA ATTUALE	8
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA	9
Inquadramento sismico regionale	9
Normativa vigente	10
Accelerazione orizzontale massima attesa (a_g).....	11
Sismicità storica dei comuni di Cerignola e San Ferdinando	14
Categoria sismica suolo di fondazione	17
Coefficiente di amplificazione topografica	18
Definizione dell'azione sismica	18
7. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	23
8. MODELLO GEOTECNICO SUOLO DI PROGETTO	24

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa
Sede Legale ROMA
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it
info@inergia.it
direzione.inergia@legalmail.it

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha il fine di verificare la compatibilità del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **Inergia S.p.a.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di 86,40 MW, da realizzarsi nelle Province di Foggia e di Barletta-Andria-Trani, nei territori comunali di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT), in cui insistono gli aerogeneratori e le opere di connessione alla RTN.

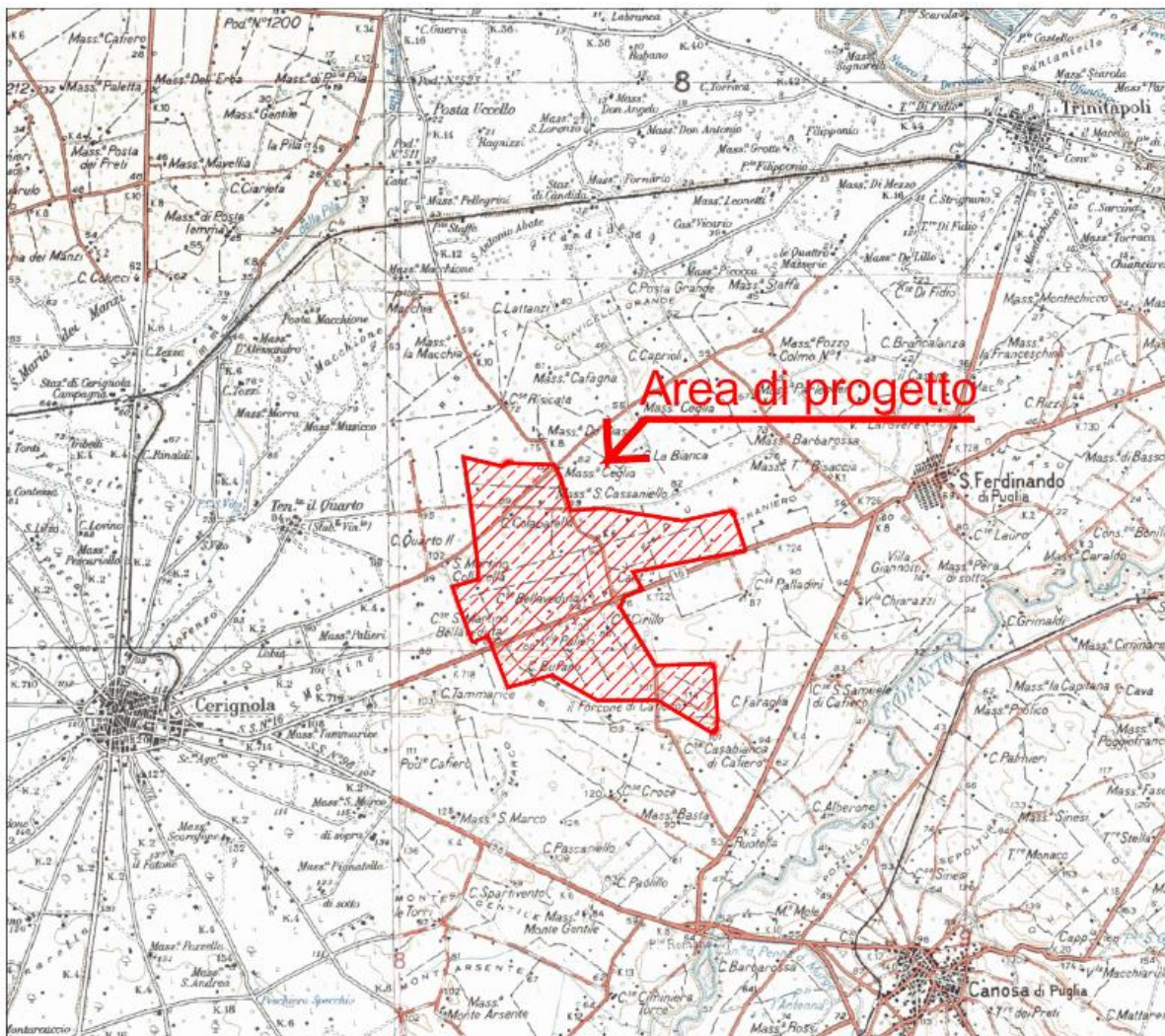


Figura 1- Inquadramento geografico

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da immettere nella rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione. In questo scenario il parco eolico consentirà di raggiungere obiettivi più complessi fra i quali si annoverano:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, priva di alcuna emissione diretta o derivata nell'ambiente;
- la valorizzazione di un'area marginale rispetto alle altre fonti di sviluppo regionale con destinazione prevalente a scopo agricolo e con bassa densità antropica;

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Sismica e Geotecnica	EO-SFE-PD-GEO-04
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------

- la diffusione di know-how in materia di produzione di energia elettrica da fonte eolica, a valenza fortemente sinergica per aree con problemi occupazionali e di sviluppo.

2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO

L'impianto oggetto di studio si basa sul principio secondo il quale l'energia del vento viene captata dalle macchine eoliche che la trasformano in energia meccanica e quindi in energia elettrica per mezzo di un generatore: nel caso specifico il sistema di conversione viene denominato aerogeneratore.

La bassa densità energetica prodotta dal singolo aerogeneratore per unità di superficie comporta la necessità di progettare l'installazione di più aerogeneratori nella stessa area.

L'impianto sarà costituito dai seguenti sistemi:

- di produzione, trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica;
- di misura, controllo e monitoraggio della centrale;
- di sicurezza e controllo.

L'impianto di produzione sarà costituito da 12 aerogeneratori, ognuno della potenza di 7,2 MW ciascuno per una potenza complessiva nominale di 86,40 MW.

Gli aerogeneratori saranno ubicati in località San Cassaniello, nell'area ad ovest e sud-ovest dell'abitato di San Ferdinando ed a nord-est dell'abitato di Cerignola, ad una distanza dai centri abitati rispettivamente di circa 2 km e 4 km, secondo una distribuzione che ha tenuto conto dei seguenti fattori:

- condizioni geomorfologiche del sito
- direzione principale del vento
- vincoli ambientali e paesaggistici
- distanze di sicurezza da infrastrutture e fabbricati
- pianificazione territoriale ed urbanistica in vigore

il tutto come meglio illustrato nello studio di impatto ambientale e relativi allegati.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie di circa 1.000 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore, e non supera i 50 ettari, essendo limitata alle aree delle piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, alle opere di rete (cavidotti e sottostazione) e alla viabilità di servizio all'impianto, come constatabile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa sia come quella occupata dai 7 dei 12 aerogeneratori di progetto, (WTG C01 - C02 - C03 - C04 - C05 - C06 - C07), con annesse piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, interessa il territorio comunale di Cerignola, ed è censita al NCT del Comune di Cerignola ai fogli di mappa nn. 148, 150, 151, 152, 208, 209, 210, 213, 211, 230, 231, 232, 233, 247, 248 e 259, mentre l'area di progetto dei restanti 5 aerogeneratori di progetto (WTG S01 - S02 - S03 - S04 - S05) con annesse piazzole e cavidotti di interconnessione interna, interessa il territorio comunale di San Ferdinando di Puglia, ed è censita al NCT del Comune di San Ferdinando di Puglia ai fogli di mappa nn. 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 33, 34 e 35, infine parte del cavidotto esterno e le sottostazioni ricadono nel territorio del comune di Cerignola e sono censiti al NCT ai fogli di mappa nn. 58, 59, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 91, 93, 122, 123, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 149, 150 e 151.



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Sismica e Geotecnica	EO-SFE-PD-GEO-04
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (UTM fuso 33) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni dei Comuni di Cerignola e San Ferdinando di Puglia.

Tabella dati geografici e catastali degli Aerogeneratori:

WTG	COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio	p.lla
WTG C01	4573026	581864	CERIGNOLA	150	9
WTG C02	4572308	581344	CERIGNOLA	151	81-93-94
WTG C03	4571137	582248	CERIGNOLA	213	63
WTG C04	4570431	581174	CERIGNOLA	209	8
WTG C05	4569424	582470	CERIGNOLA	232	33
WTG C06	4571261	581397	CERIGNOLA	209	20-21-22
WTG C07	4568436	585445	CERIGNOLA	248	17
WTG S01	4572165	583494	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	21	22-68
WTG S02	4571964	584940	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	26	4-31-164
WTG S03	4572165	585757	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	27	290
WTG S04	4571221	583976	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	25	95-277- 279
WTG S05	4569475	585404	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	34	63

Aerogeneratori

Gli aerogeneratori saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono. Il tipo di aerogeneratore da utilizzare verrà scelto in fase di progettazione esecutiva dell'impianto; le dimensioni previste per l'aerogeneratore tipo sarà del modello Vestas V172 e che potrebbe essere sostituito da uno ad esso analogo:

- diametro del rotore pari 172 m,
- altezza mozzo pari a 114 m,
- altezza massima al tip (punta della pala) pari a 200 m.



È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



3. GEOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO

Inquadramento geologico regionale

L'area di interesse per l'ubicazione degli aerogeneratori che in riferimento al cavidotto, è collocata nella parte della Puglia denominata "Tavoliere delle Puglie"; questo prende il nome dalla sua conformazione morfologica costituita, appunto, da una vasta area pianeggiante che si estende tra il promontorio del Gargano a nord, l'altopiano delle Murge a sud-est e l'Appennino dei Monti Dauni a sud-ovest.

Dal punto di vista geologico, si colloca parte settentrionale della Fossa Bradanica, che si estende, per circa 200 km in direzione NO-SE, dal Fiume Fortore fino al Golfo di Taranto.

È un ambiente di avanfossa, ossia un bacino di sedimentazione legato al sollevamento del fronte di catena da un lato ed all'avampaese, ancora non coinvolto nel processo di orogenesi, dall'altro e, in particolare, Fossa Bradanica è stata soggetta ad una rapida sedimentazione clastica sottomarina, con depositi provenienti, per la maggior parte, dalle aree di catena in fase di sollevamento. Tale sedimentazione è avvenuta principalmente nel periodo plio-pleistocenico e è stata costituita principalmente da **Argille marnose e siltose** caratteristiche della formazione delle *Argille subappennine* che passano, procedendo verso l'alto, a **sabbie** appartenenti alla formazione delle *Sabbie di Monte Marano*, ed ai **conglomerati poligenici** della formazione del *Conglomerato d'Irsinia*. Al tetto di questi si trovano i depositi marini terrazzati, più recenti, che chiudono l'intero ciclo di sedimentazione.

Uno schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni affioranti è riportato di seguito:

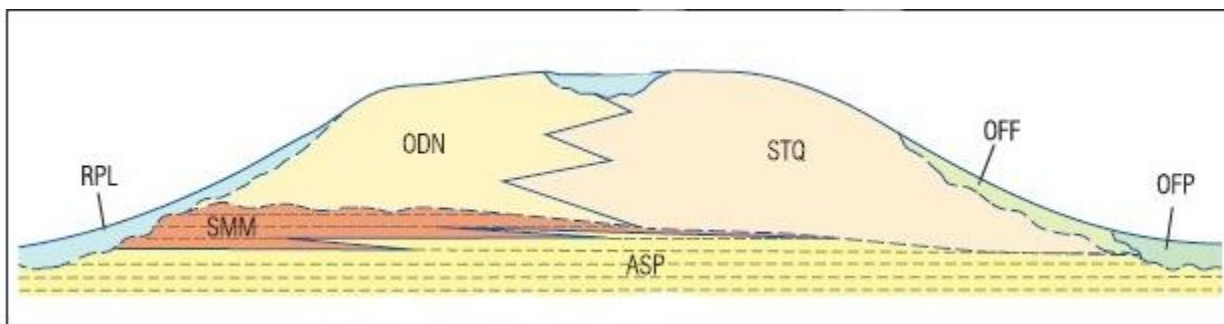


Fig. 2 – Schema dei rapporti stratigrafici delle Formazioni affioranti nella Fossa Bradanica. ASP Argille Subappennine, SMM Sabbie di Monte Marano, ODN Conglomerato di Ortona, STQ Sabbie di Torre Quarto, OFF Supersintema del Fiume Ofanto, RPL Subsintema dell'Incoronata, OFP Sintema di Posta Ofanto.

L'area di interesse progettuale ricade nel Foglio 422-Cerignola della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, come riportato di seguito nello stralcio della carta in oggetto.

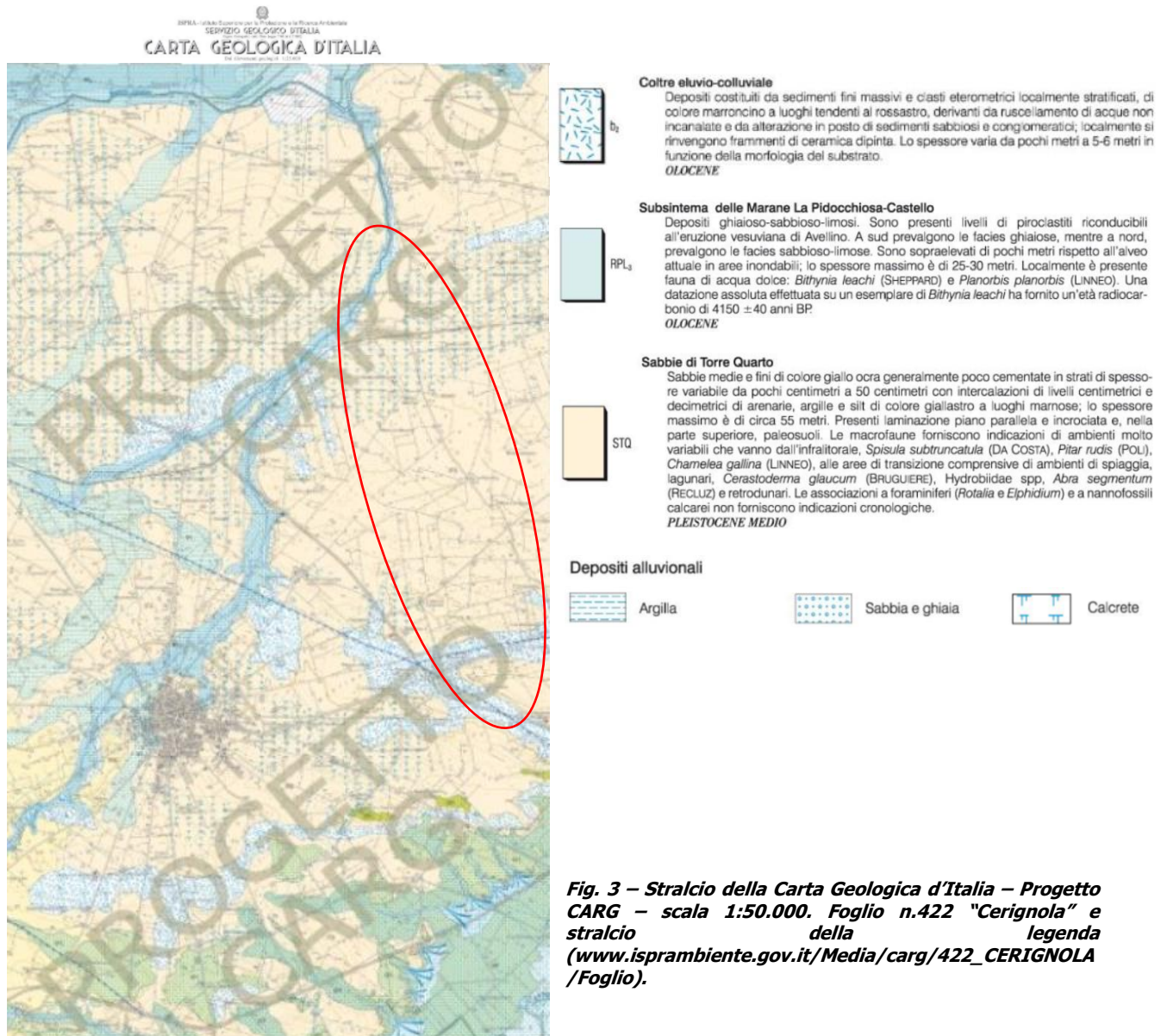


Fig. 3 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – scala 1:50.000. Foglio n.422 "Cerignola" e stralcio della legenda (www.isprambiente.gov.it/Media/carg/422_CERIGNOLA/Foglio).

Geologia di dettaglio del sito

Il territorio di intervento è collocato all'interno della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) nel Foglio 422 – "Cerignola".

Il rilevamento geologica eseguito nell'area di progetto e nei suoi immediati dintorni ha permesso di distinguere diverse unità litostratigrafiche attribuibili al ciclo regressivo marino, riportate di seguito dalla più recente:

- Coltre eluvio-colluviale (b_2);
- Subsistema delle Marane La Pidocchiosa-Castello (RPL_3);
- Sabbie di Torre Quarto (STQ).

Coltre eluvio-colluviale (b_2), di età olocenica, interessano in particolare solo l'area di progetto in cui ricadono gli aerogeneratori C5 ed S5. Sono depositi di sedimenti fini massivi e clasti eterometrici localmente stratificati, di colore

marroncino o tendente al rossastro, derivanti dall'erosione in posto di sedimenti sabbiosi e conglomeratici. Lo spessore varia da pochi metri a 5-6 metri a seconda della morfologia del substrato.

Subsistema delle Marane La Pidocchiosa-Castello (RPL₃), di età olocenica e appartenente al *Supersistema del Tavoliere di Puglia (TP)*. Sono depositi alluvionali ubicati nell'area settentrionale del progetto, lungo la fascia morfometrica di drenaggio naturale delle acque meteoriche; sono di natura ghiaioso-sabbioso-limosa, terrazzati e, per questo, in alcuni casi sono sopraelevati di pochi metri rispetto all'alveo attuale in aree inondabili. Lo spessore massimo di tali depositi è di 25-30 metri al massimo.

Sabbie di Torre Quarto (STQ), sono diffuse in quasi tutta l'area di interesse progettuale. Sono costituite da sabbie fini e medie, generalmente poco cementate e con spessore variabile da pochi centimetri a mezzo metro, con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di arenarie, argille e silt. Il colore è generalmente giallo/giallastro ed è spesso presente una laminazione piano parallela con intervalli di set di lamine a stratificazione incrociata con ripple asimmetrici da correnti trattive. Sono diffusi i fenomeni di bioturbazione. Lo spessore complessivo del deposito è di circa 30 metri, ma si possono toccare spessori massimi di 55 metri. L'età è pleistocenica media.

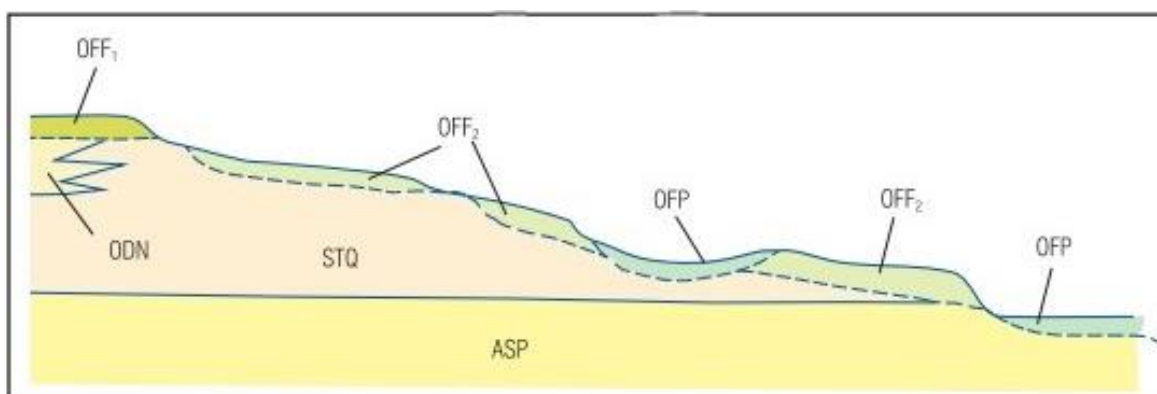


Fig. 4 – Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni in affioramento nell'area di interesse. Evidenziata la presenza dei terrazzi ed il rapporto di eteropia tra il Conglomerato di Ortona e le Sabbie di Monte Marano.

Geologia strutturale e tettonica dell'area

L'area ricade in un settore dell'Avanfossa poco deformata, compresa tra il Subappennino Dauno e l'Avampaese Apulo. Lo stile strutturale è caratterizzato da una scarsa deformazione tettonica, con strati e contatti stratigrafici sub-orizzontali.

Nel settore di interesse progettuale il processo di subsidenza flessurale inizia nel Pliocene superiore, con l'ingressione marina, e prosegue fino al Pleistocene medio, con la cessazione del processo di subduzione ed il conseguente sollevamento regionale che hanno originato la classica sequenza stratigrafica di tipo regressivo.

Le principali strutture tettoniche presenti derivano da due cause principali:

- La resistenza alla subduzione della litosfera apulo-garganica (DOGLIONI, 1991);
- Il rimbalzo visco-elastico dell'intero sistema di catena (CINQUE et alii, 1993; HIPPOLYTE et alii, 1994).

Al fine di analizzare la tettonica del sito oggetto di studio, si è fatto riferimento al Database delle sorgenti sismogenetiche italiane DISS ("Database of Individual Seismogenic Sources"), uno strumento ideato dall'INGV nel

1997 e reso disponibile alla comunità scientifica in forma sperimentale nel 2000 (DISS versione 1.0) e, quindi, divulgato senza limiti a partire dal 2001 (DISS versione 2.0).

L'area in esame ricade nella sorgente sismogenetica denominata "*Castelluccio dei Sauri-Trani*" che, con un sistema di faglie con direzione est-ovest, attraversa la bassa valle del Fiume Ofanto a sud della città di Foggia. È caratterizzata da un'immersione sub-verticale e vergenza verso Nord.

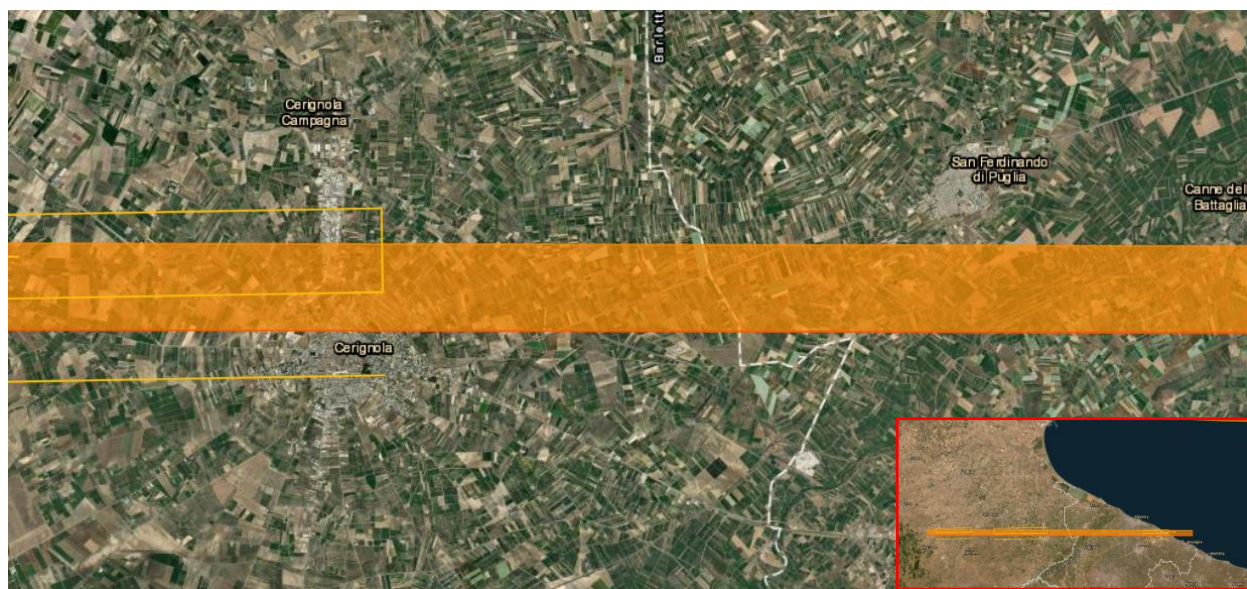


Fig. 5 – DISS v. 3.3.0. Faglia sismogenetica Castelluccio dei Sauri-Trani. Stralcio dell'area di interesse. Nel riquadro l'estensione completa dell'area sismogenetica.

A tale sorgente risulta associata una magnitudo massima MW di 6.3 e, ad alcuni settori di questa sorgente, sono stati associati i principali terremoti che hanno colpito la Puglia.

La faglia di interesse progettuale è individuata all'interno del DISS come "*ITCS0004*".

4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI RIFERIMENTO ADOTTATA AI FINI GEOTECNICI

Nel corso del presente studio, al fine di giungere ad una prima modellazione geotecnica dell'area di progetto, è stato ritenuto opportuno far riferimento alle indagini geognostiche eseguite nei siti prossimi a quello di indagine dalla presente Committente, o in caso di assenza di queste, di quelle eseguite da altre Società per la realizzazione di un altro parco eolico.

A tal proposito, sono stati considerati due parchi eolici collocati in un'area molto prossima a quella in esame. Il primo è quello di "*Colapatella*" e, il secondo è quello di "*Palladini*", entrambi sono collocati nell'area compresa tra i Comuni di Cerignola e San Ferdinando di Puglia, in due località che si sovrappongono a quella di interesse progettuale.

La ridotta distanza delle indagini pregresse e l'ubicazione dei parchi nel medesimo contesto geologico e strutturale, rendono possibile la consultazione dei risultati delle indagini pregresse per definire l'assetto litostratigrafico e geotecnico di partenza, fermo restando che sia assolutamente necessario, per una successiva fase progettuale esecutiva, organizzare una campagna geognostica puntuale per la caratterizzazione dell'area di studio.

In aggiunta alle suddette indagini pregresse, è stata eseguita una indagine sismica di tipo MASW per verificare la classificazione sismica di riferimento del suolo, anche in confronto a quanto elaborato nelle suddette indagini pregresse.

Di seguito sono riportate le ubicazioni delle aree precedentemente investigate rispetto a quella di progetto.

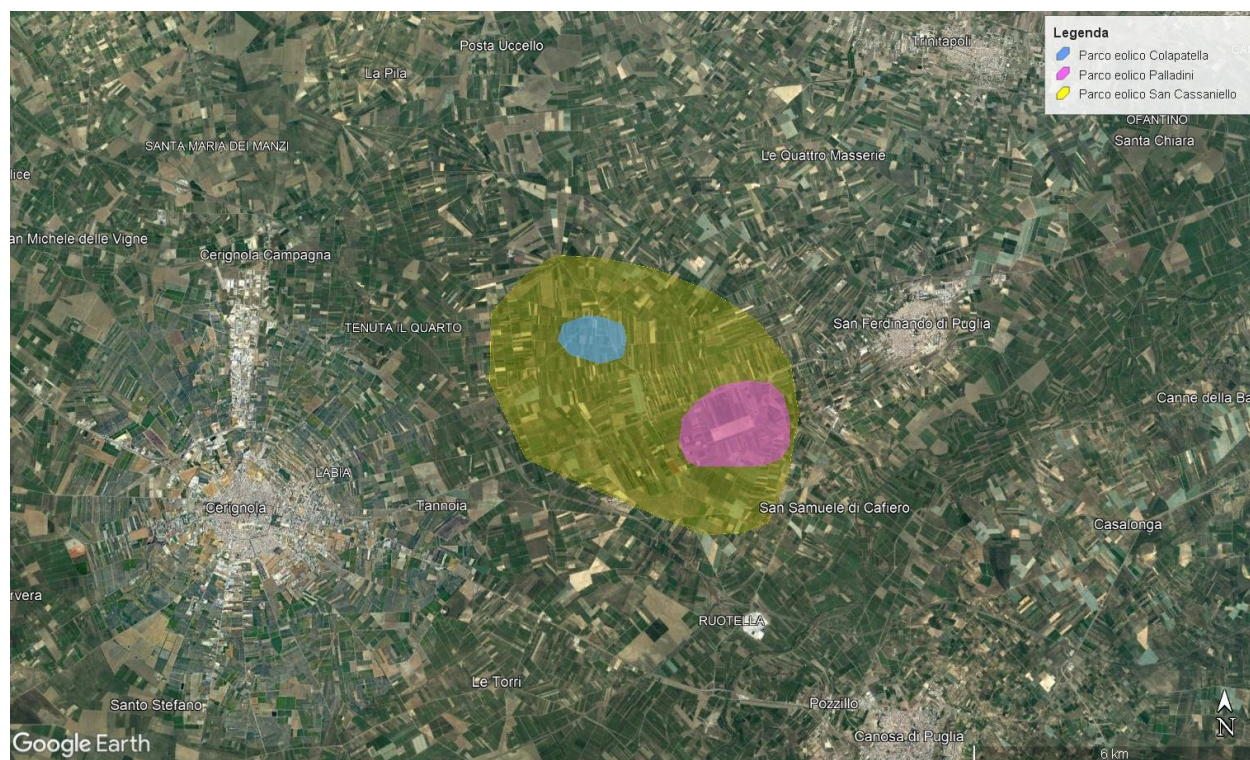


Fig. 6 – Distribuzione delle aree di interesse per il progetto oggetto di studio (area in giallo) per il parco eolico "Palladini" (in rosa) e di "Colapatella" (in blu).

5. CAMPAGNA GEOGNOSTICA ATTUALE

Nella fase progettuale definitiva del presente studio geologico, si è ritenuto necessario effettuare una campagna geofisica tramite prospezione sismica MASW al fine di verificare la classificazione sismica del suolo, di calcolare la V_{S30} e di verificare, nel caso, una specularità del territorio rispetto ad altri progetti precedentemente realizzati dalla Committente nei siti circostanti quello in oggetto.

Si è proceduto con l'esecuzione, quindi, di n. 3 MASW dislocate nei punti baricentrici rispetto alla distribuzione degli aerogeneratori in sito. Per tutti e tre i siti di indagine, la classificazione sismica dei suoli accertata mediante indagini MASW è risultata di "tipo C".

In merito al progetto a cui è riferita questa relazione, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche dallo "Studio di Geologia Tecnica" del Dr. Geol. Lorenzo Porcari – Via L. da Vinci, 31 – 75100 Matera.

Si è proceduto all'analisi delle onde di taglio rilevate con tecnica MASW considerando un numero adeguato di strati (n. 5) per effettuare il *fitting* migliore della curva di dispersione. Data l'estensione areale del progetto in oggetto, è stata effettuata l'acquisizione di n. 3 stendimenti sismici. L'analisi è stata effettuata registrando le onde di superficie (sorgente attiva-massa battente) registrando i dati sismici mediante array lineare di 24 geofono a bassa frequenza (4.5 Hz) da 1 secondo ciascuno; ogni array è stato organizzato in modo da avere geofoni distanziati con passo 1.0 – 2.0 m e offset variabile a 2 – 5 – 10 – 15 m. La strumentazione adottata ha compreso un sismografo **Geode Ultra-light Exploration Seismograph**, l'apparato di ricezione composto da 24 geofoni **OYO-Geospace 4.5 Hz** con time break sincrono con la sorgente di energia, la sorgente tipo "Hammer Blow" da 8 kg impattante su piastra con lega in acciaio e trattamento dei dati mediante software **"winMASW 4.0 (Eliosoft) SWAN 1.4 (GeoStudi Astier Srl)**.

Le misure sismiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro possono essere utilizzati in ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni (*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC D. M. 17 gennaio 2018*).

Di seguito sono riportate le posizioni degli stendimenti utilizzati per ottenere le MASW in oggetto:



Fig. 7 – Ubicazione degli stendimenti sismici tipo MASW realizzati nella campagna geognostica attuale

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Inquadramento sismico regionale

Lo Stato italiano è sempre stato attento alle problematiche da affrontare in modo da garantire il più possibile la riduzione degli effetti dei terremoti sul territorio nazionale. A tale scopo, la legislazione antisismica si è allineata alle più moderne normative a livello nazionale per la prescrizione di norme tecniche volte ad aumentare la resistenza delle opere alle sollecitazioni sismiche e, di conseguenza, alla salvaguardia delle vite umane.

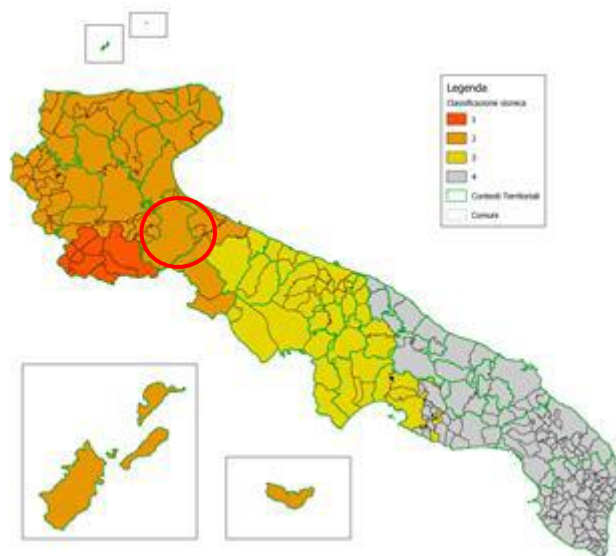
A livello normativo, quindi, le problematiche legate al rischio sismico vennero affrontate in modo organico con la *Legge n. 26 del 2 Febbraio 1974 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*, in cui si prevedeva l'aggiornamento periodico della classificazione e delle norme tecniche costruttive in funzione di nuove conoscenze sulla genesi e sull'azione dinamica esercitata sulle strutture dall'azione sismica.

In seguito al terremoto dell'Irpinia, il 23 Novembre 1980, vennero evidenziate le errate scelte urbanistiche sino ad allora operate in chiave di prevenzione rischio sismico e si rese necessario imporre norme più restrittive per l'adeguamento degli strumenti urbanistici generale e particolareggiati vigenti.

In tal senso, la *Legge n. 741 del 10 Dicembre 1981*, oltre a stabilire i criteri per la formazione degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico, determinava la delega alle Regioni (art. 20) per l'emanazione delle suddette norme.

A seguito dei recenti eventi sismici (terremoto dell'Appennino umbro-marchigiano del 1998, terremoto del Molise 2002), l'Ordinanza del PCM n. 3274 del 2003 e s.m.i., in accordo con le direttive UE conosciute come Eurocodice 8, ha introdotto il principio che individua nella stima di pericolosità sismica i punti di partenza per l'applicazione, zona per zona, di regole e disposizioni atte a mitigare il rischio. Tale misura si basa su tre fattori: l'individuazione di **zone sismogenetiche**; la stima della frequenza e del tempo di ritorno dei sismi generati in tali aree; la valutazione delle cosiddette relazioni di attenuazione, ossia la stima di quanto decresce un terremoto in relazione alla distanza tra l'epicentro e la zona in cui si desidera stimare la pericolosità.

Il numero di zone sismiche è fissato pari a 4, corrispondente ai quattro valori di accelerazione orizzontale (a_g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. **I Comuni di Cerignola e San Ferdinando di Puglia ricadono in ricadono entrambi in zona 2** secondo la classificazione sismica del territorio nazionale (DGR Puglia 2 marzo 2004, n. 154); a tale classe corrisponde un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione di picco su terreno rigido compresa tra 0,15 e 0,25, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (OPCM 3519 del 28 Aprile 2006).



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Descrizione
1	$a_g > 0.25$	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
4	$a_g \leq 0.05$	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

Fig. 8 – Classificazione sismica dei comuni pugliesi con DGR Puglia 2 Marzo 2004, n.153. L'area di interesse progettuale è compresa nel cerchio rosso in figura.

Normativa vigente

L'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e le normative tecniche per le costruzioni in zona

"sismica" ha introdotto nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normative tecniche. Con l'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), il 22 febbraio 2018, sono state definite le azioni sismiche di progetto, mediante le quali si valuta il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione. Queste si determinano partendo dalla "pericolosità sismica di base" del sito di riferimento per la costruzione, che è l'elemento fondamentale per la determinazione dell'azione sismica. Tale valore è funzione delle caratteristiche stratigrafiche e morfologiche del sito e determina quella che viene definita risposta sismica locale.

La "pericolosità sismica di base", nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. In un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

Le condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- In termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- In corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno (TR) ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

Accelerazione orizzontale massima attesa (a_g)

Per quanto riguarda i comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BAT), dalla consultazione delle mappe interattive di pericolosità sismica dell'INGV (*Progetto S1*), si evince che l'intervallo di valori dell'**accelerazione orizzontale massima al suolo a_g** è compreso tra 0.125 e 0.200 g, avendo posto il 10% di probabilità di superamento in 50 anni.

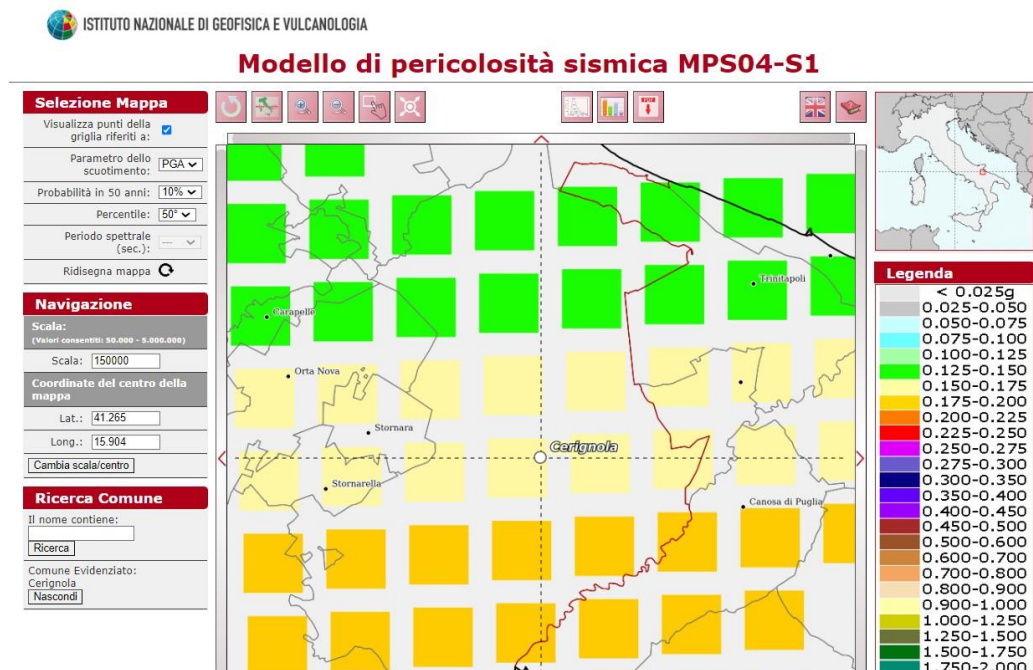


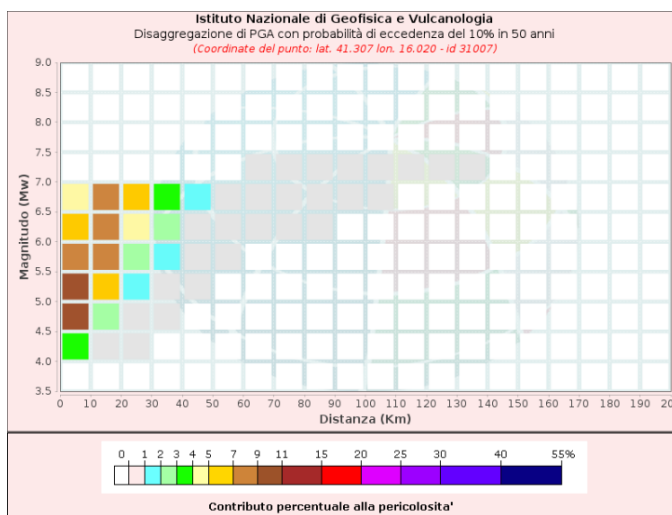
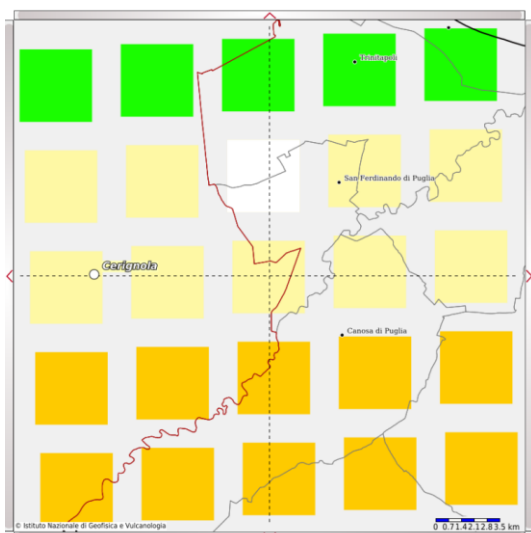
Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s) – Da INGV.

Per ogni nodo della griglia di riferimento è possibile visualizzare il dettaglio dell'analisi di disaggregazione, ossia il contributo delle possibili coppie di valori magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo, della relativa accelerazione

orizzontale, sia in forma grafica che tabellare. Per lo stesso nodo è possibile anche visualizzare i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

Di seguito sono riportati i risultati dei nodi della griglia (evidenziati in bianco) in cui cade territorialmente l'area di progetto.

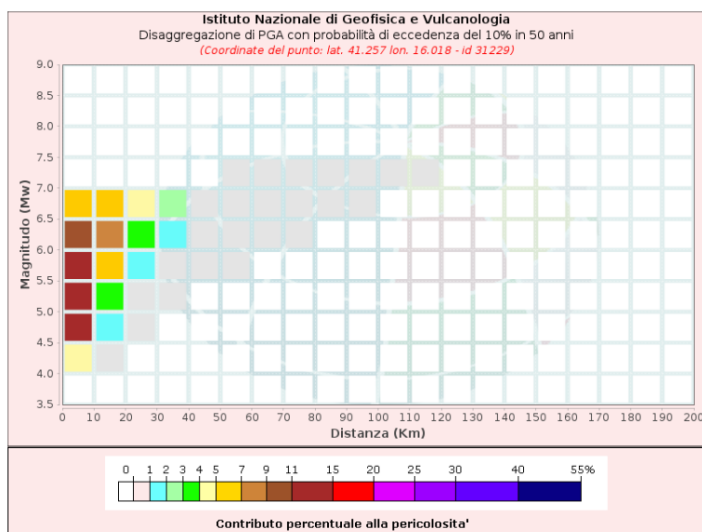
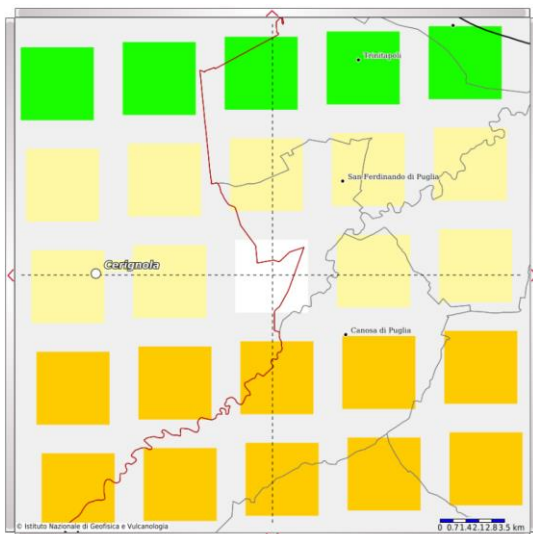
NODO 1



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.307 lon. 16.020 - id 31007)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	3.2900	9.2200	9.4000	8.1400	6.1100	4.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6370	2.9800	5.2800	7.2600	8.0800	7.4400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0040	0.2810	1.3300	2.8900	4.5700	5.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.2620	1.2300	2.5200	3.8400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.2880	0.9320	1.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0222	0.2410	0.5500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0722	0.3110	0.1360	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0143	0.2370	0.3040	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.1140	0.2610	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0352	0.1480	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0045	0.0570	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0231	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.86	16.3	0.68

NODO 2

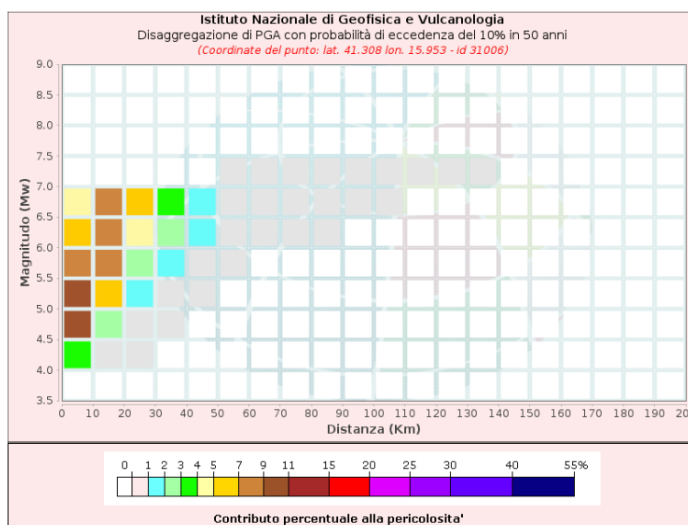
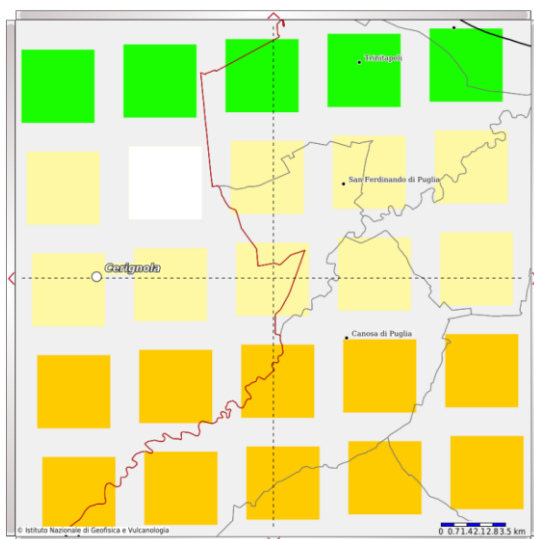


**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 41.257 lon. 16.018 - id 31229)**

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	4.5200	12.8000	13.3000	11.8000	9.0200	6.1500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.3630	1.9900	3.9400	5.9200	7.1000	6.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0765	0.6460	1.7300	3.0800	4.2300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0428	0.4890	1.2900	2.2500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0598	0.3620	0.7750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0761	0.2470	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0142	0.1750	0.1560	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0914	0.1740	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0257	0.1220	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0434	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0128	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.77	11.8	0.519

NODO 3



**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 41.308 lon. 15.953 - id 31006)**

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	3.2400	9.1100	9.3100	8.0900	6.0900	4.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6210	2.9200	5.1900	7.1600	7.9800	7.3600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0039	0.2800	1.3200	2.8800	4.5500	5.6800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.2620	1.2300	2.5100	3.8200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.3100	1.0200	1.8800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0252	0.2780	0.6420	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0891	0.4120	0.3150	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152	0.2650	0.3690	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.1210	0.2860	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0295	0.1240	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0543	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0226	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.87	16.7	0.696

Sismicità storica dei comuni di Cerignola e San Ferdinando

La zona del Tavoliere presenta meccanismi ancora non del tutto definiti, con fenomeni detti di intraplacca, ed è stato anch'esso interessato da eventi catastrofici, come il terremoto del 1361 con epicentro ad Ascoli Satriano, e quello del 1731 che interessò il territorio foggiano.

Relativamente ai comuni di Cerignola e San Ferdinando, la loro sismicità storica è disponibile all'interno del Database Macrosismico Italiano 2015 DBMI15 dell'INGV, che elenca le osservazioni sismiche degli eventi con un'intensità macrosismica al sito $MCS \geq 4$, e del Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani CPT15, che consente di conoscere i parametri dei principali terremoti avvenuti in una certa area nella finestra temporale compresa tra il 1000 ed il 2014. Di seguito sono riportate le tabelle contenenti i principali eventi sismici e le relative intensità per entrambi i comuni oggetto di studio. Dalla consultazione delle stesse è possibile rilevare che gli eventi di maggiore intensità risentiti per entrambi i comuni sono stati il terremoto della Basilicata nel 1857 (Mw 6.33 per Cerignola e 6.96 per San Ferdinando) ed il terremoto dell'Irpinia del 1980 (Mw 6.89 per entrambi i comuni). Per il Comune di Cerignola, poi, si possono segnalare altri due eventi che presentano una magnitudo $Mw > 7$ e sono il Terremoto della Calabria del 1905, con Mw 7.06, ed il terremoto della Calabria meridionale del 1908 con Mw pari a 7.24.

CERIGNOLA

Numero di eventi: 29

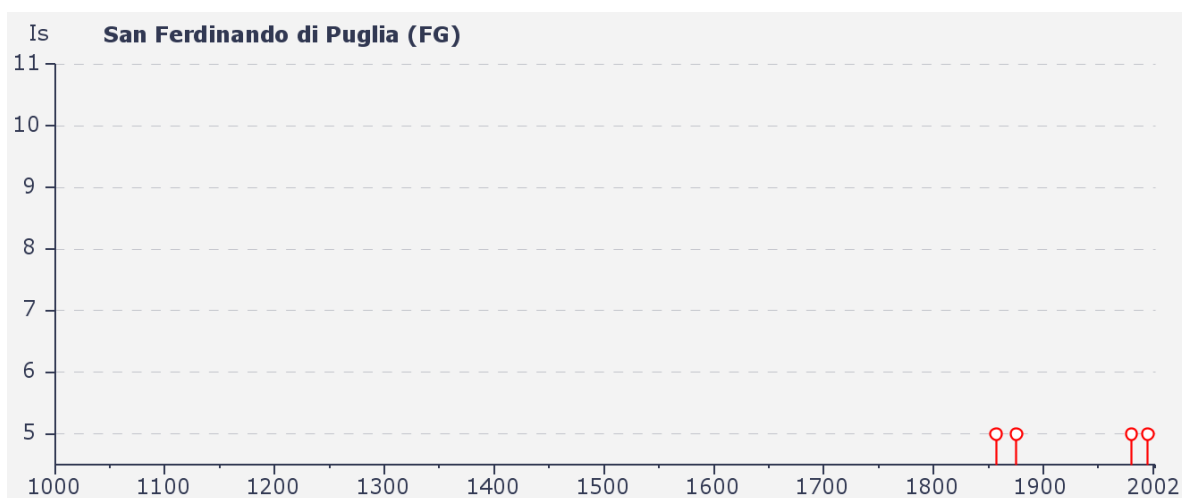
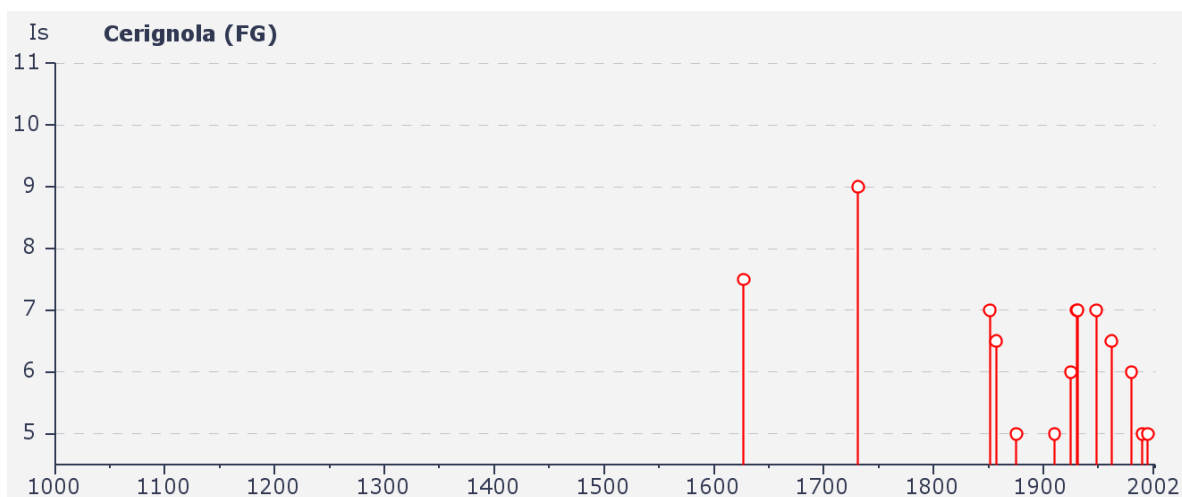
Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
7-8	1627	07	30	10	50	Gargano	65	10	6.73
9	1731	03	20	03		Foggiano	50	9	6.34
7	1851	08	14	13	20	Basilicata	102	10	6.33
6-7	1857	12	16	21	15	Basilicata	337	11	6.96
5	1875	12	06			S.MARCO IN LAMIS	97	8	6.07
2-3	1882	06	06	05	40	Monti del Matese	52	8	5.28
4	1889	12	08			APRICENA	122	7	5.55
NF	1892	06	06			TREMITI	72	7	5.07
3	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
2	1905	11	26			IRPINIA	136	7-8	5.32
4	1908	12	28	04	20	Calabria meridionale	786	11	7.24
5	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	9	5.87
4	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
6	1925	07	28	03	33	CERIGNOLA	6	6	4.83
3	1925	08	25	05	10	GARGANO	14	6	5.09
7	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
7	1931	12	03	09	32	CERIGNOLA	12	7	4.62
7	1948	08	18	21	12	Puglia settent.	59	7-8	5.58
4	1951	01	16	01	11	GARGANO	73	7	5.27
NF	1955	02	09	10	06	MONTE S. ANGELO	31	7-8	5.17
2	1956	01	09	00	44	GRASSANO	45	7	5.03
6-7	1962	08	21	18	19	Irpinia	214	9	6.19
6	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
NF	1984	04	29	05	02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.68
4	1988	04	26	00	53	ADRIATICO CENTRALE	78	5-6	5.43
5	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
4	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
5	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22
3-4	1996	04	03	13	04	IRPINIA	557	6	4.92

SAN FERDINANDO DI PUGLIA

Numero di eventi: 13

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
5	1857	12	16	21	15	Basilicata	337	11	6.96
5	1875	12	06			S.MARCO IN LAMIS	97	8	6.07
3	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
F	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
4	1931	12	03	09	32	CERIGNOLA	12	7	4.62
NF	1955	02	09	10	06	MONTE S. ANGELO	31	7-8	5.17
5	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
3	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
NF	1988	04	26	00	53	ADRIATICO CENTRALE	78	5-6	5.43
4	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
4	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
5	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22
3	1996	04	03	13	04	IRPINIA	557	6	4.92

Infine, sono riportati anche due grafici in cui è rappresentata la distribuzione degli eventi sismici, per ciascun comune di interesse, nel tempo e la loro intensità.



Categoria sismica suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale di valuta mediante specifiche analisi. Qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tabella 3.2.II, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio conosciute come V_s .

In base alle velocità delle onde sismiche vengono classificate le categorie di suolo di fondazione come riportato di seguito:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta per la definizione delle azioni sismiche.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche indagini, oppure sono valutati mediante relazioni empiriche con i risultati di altre prove eseguite in sito, come le prove penetrometriche dinamiche e statiche.

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

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

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

Per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio è comparabile al parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ nell'espressione precedente.

Le MASW effettuate in sito hanno riscontrato la seguente categoria del suolo di fondazione:

- La categoria del suolo sismico derivante dalle indagini condotte e considerata valida per l'intera area di progetto anche per le successive fasi progettuali esecutive è risultata essere la seguente:

Suolo di tipo C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.

La categoria in esame può essere estesa a tutta l'area in esame in quanto i valori di velocità sono risultati essere paragonabili in tutti i settori analizzati, opportunamente scelti e dislocati su tutto il sito di indagine. Va specificato, ancora, che anche le caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche osservate sull'intera area in esame sono fortemente omogenee e comparabili su tutto il comprensorio di progetto.

Coefficiente di amplificazione topografica

È un altro parametro essenziale nella modellazione sismica di sito per la progettazione. Nella normativa vigente sono riportate tutte le situazioni nelle quali tale parametro va aumentato per tenere conto di quelle che vengono definite come anomalie morfo-topografiche.

Nel sito di progetto non si rilevano situazioni definite dalla normativa come critiche o suscettibili di amplificazione topografica, pertanto si sceglie come **coefficiente di amplificazione topografico T1 con St pari a 1.0**.

Definizione dell'azione sismica

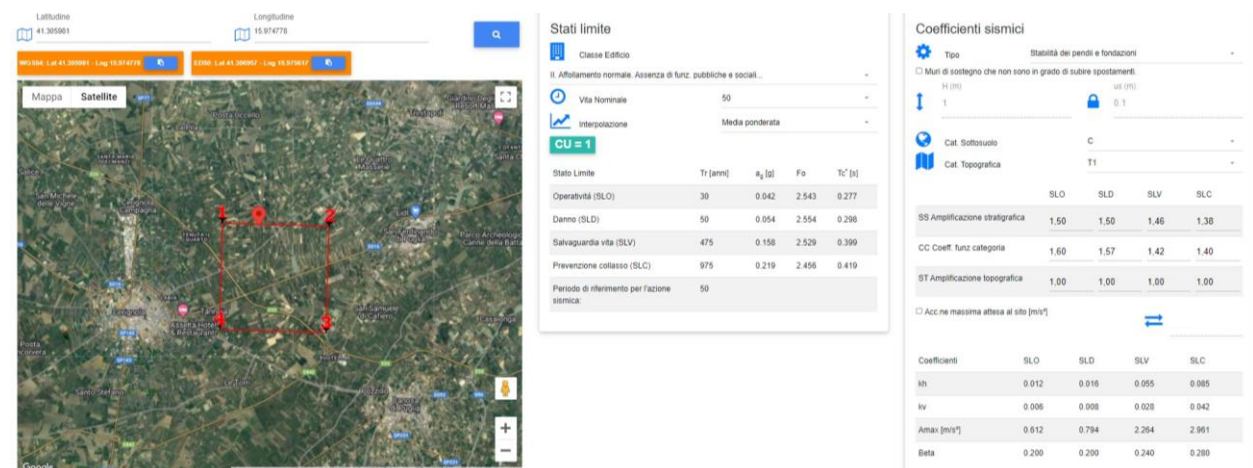
A partire dal 1 luglio 2009, le NTC hanno definito che, ad ogni struttura, è necessario associare una accelerazione di riferimento "propria", individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera stessa.

L'area di progetto ricade in differenti sottoquadranti, pertanto si è ritenuto opportuno riportare la caratterizzazione di ciascuna zona, lasciando al progettista la scelta dei parametri più idonei e cautelativi.

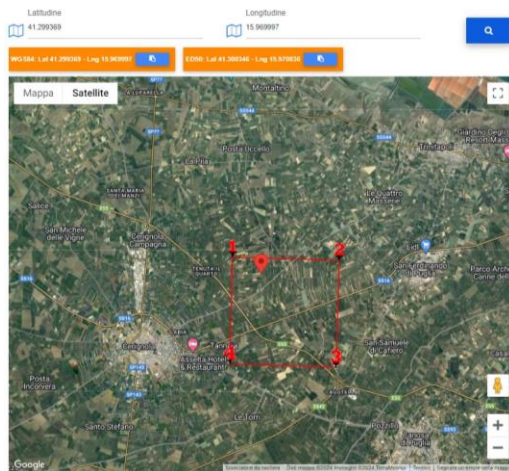
Si è considerata una **vita nominale del progetto di 50 anni (opere ordinarie)** ed una **classe d'uso II (affollamento normale e assenza di funzioni pubbliche e sociali)**, ottenendo un coefficiente **CU=1**.

Da questa impostazione di partenza, sono stati calcolati i valori dei parametri a_0 , F_0 , T^*_c da utilizzare per definire l'**azione sismica di progetto** del Sito nei modi previsti dalle NTC del D.M. 17 gennaio 2018. Di seguito sono riportati i parametri calcolati per ogni aerogeneratore utilizzando il software di Geostru per il calcolo degli stati limite e dei parametri sismici.

AEROGENERATORE C1



AEROGENERATORE C2



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.543	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.553	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.159	2.530	0.398
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.219	2.455	0.418
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

Cat. Sottosuolo: C

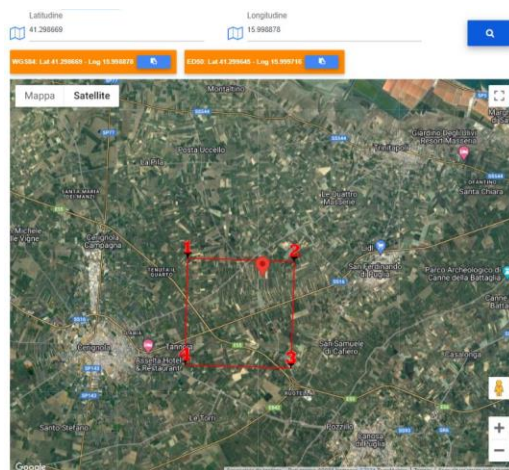
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,57	1,42	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.085
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax [m/s ²]	0.613	0.795	2.269	2.969
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S1



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.546	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.551	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.159	2.527	0.396
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.220	2.452	0.417
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

Cat. Sottosuolo: C

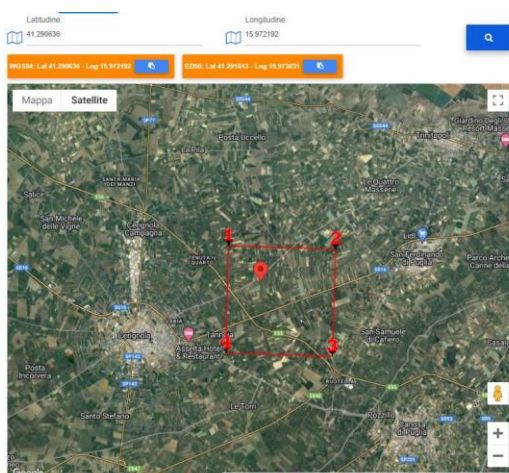
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,57	1,43	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.085
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax [m/s ²]	0.606	0.793	2.272	2.976
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C6



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.544	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.550	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.160	2.530	0.393
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.223	2.447	0.417
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

Cat. Sottosuolo: C

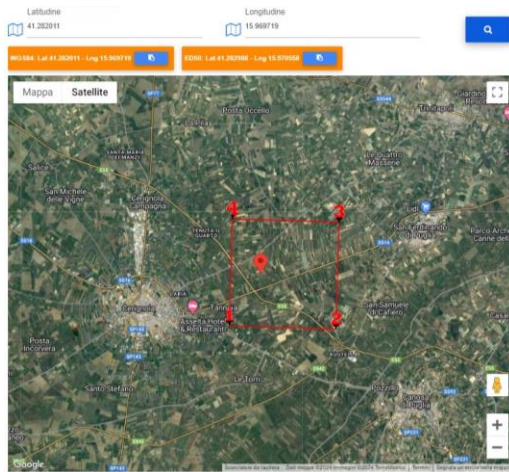
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,37
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,57	1,43	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.056	0.085
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s ²]	0.613	0.798	2.295	2.990
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C4



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.544	0.277
Danno (SLD)	50	0.055	2.547	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.162	2.530	0.388
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.226	2.440	0.416
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

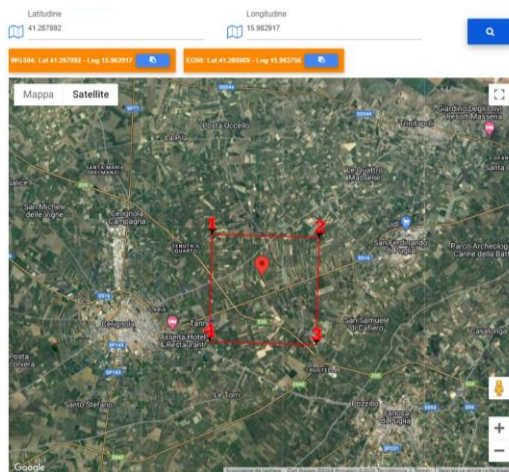
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.45	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.43	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.056	0.067
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s²]	0.614	0.802	2.307	3.032
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C3



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.545	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.548	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.161	2.529	0.391
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.224	2.444	0.416
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

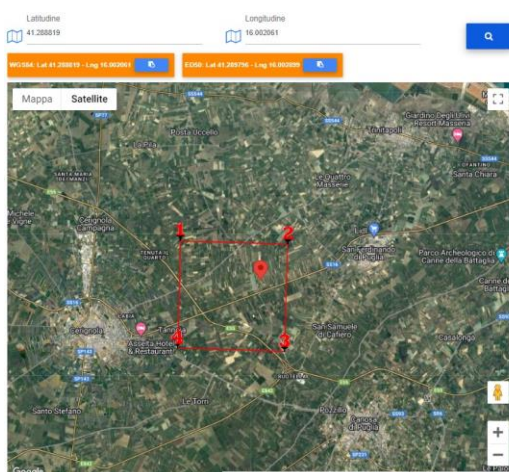
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.46	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.43	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.066
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s²]	0.612	0.799	2.306	3.006
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S4



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.546	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.548	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.160	2.528	0.392
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.223	2.445	0.416
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

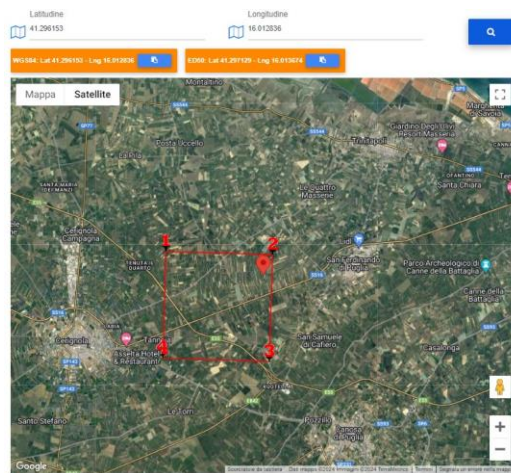
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.46	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.43	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.065
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s²]	0.611	0.796	2.297	2.994
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S2



Stati limite

Classe Edificio: Il Aftollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_2 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.547	0.276
Danno (SLD)	50	0.054	2.552	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.158	2.528	0.398
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.218	2.455	0.417
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

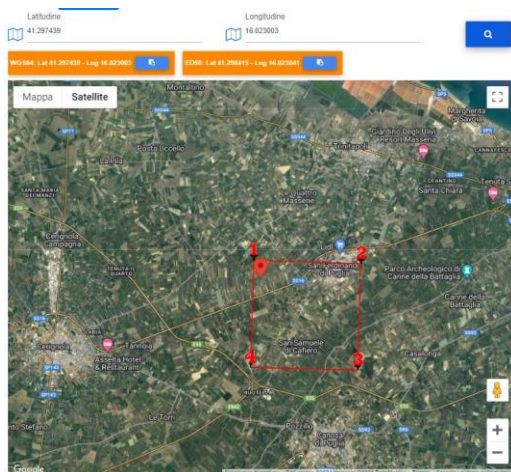
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.46	1.38
CC Coeff. funz categoria	1.61	1.57	1.42	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.055	0.084
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax (m/s²)	0.608	0.790	2.257	2.955
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S3



Stati limite

Classe Edificio: Il Aftollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_2 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.550	0.276
Danno (SLD)	50	0.053	2.552	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.157	2.523	0.398
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.218	2.453	0.416
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

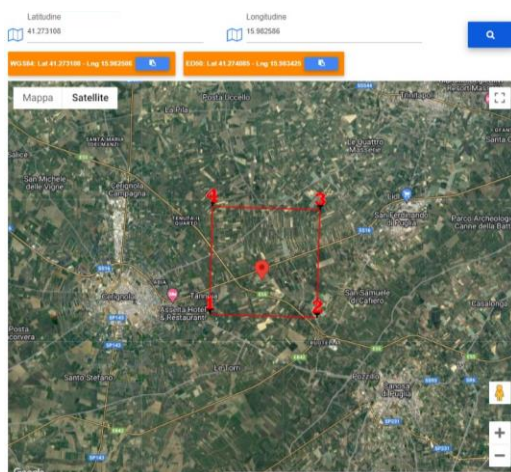
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.46	1.38
CC Coeff. funz categoria	1.61	1.57	1.42	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.055	0.084
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax (m/s²)	0.602	0.784	2.247	2.945
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C5



Stati limite

Classe Edificio: Il Aftollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_2 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.545	0.277
Danno (SLD)	50	0.055	2.543	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.164	2.530	0.384
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.228	2.432	0.414
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

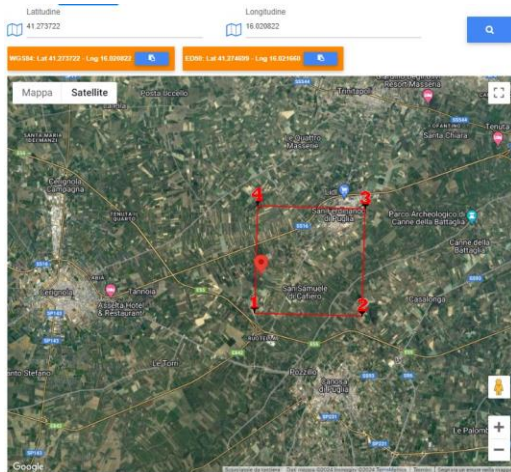
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.45	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.44	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.057	0.088
kv	0.006	0.008	0.029	0.044
Amax (m/s²)	0.614	0.804	2.331	3.069
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S5



Stati limite

Classe Edificio: Il Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_C [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.551	0.276
Danno (SLD)	50	0.054	2.539	0.295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.164	2.525	0.380
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.230	2.424	0.411
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1 | μ (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

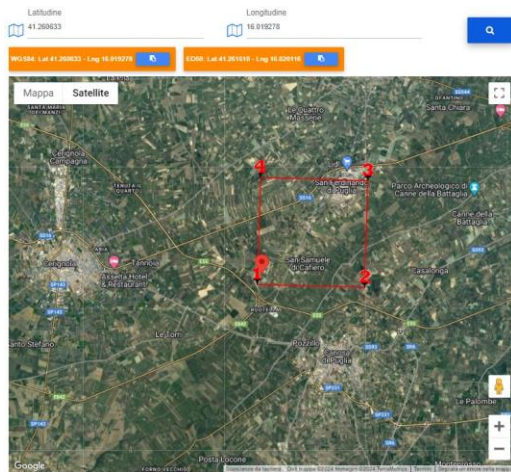
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.45	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.61	1.57	1.44	1.41
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.012	0.016	0.057	0.088
k_v	0.006	0.008	0.029	0.044
A_{max} [m/s ²]	0.605	0.797	2.336	3.088
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C7



Stati limite

Classe Edificio: Il Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_C [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.551	0.276
Danno (SLD)	50	0.055	2.531	0.295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.169	2.527	0.369
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.238	2.406	0.409
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1 | μ (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.44	1.36
CC Coeff. funz categoria	1.61	1.57	1.46	1.41
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.012	0.016	0.058	0.091
k_v	0.006	0.008	0.029	0.045
A_{max} [m/s ²]	0.609	0.808	2.369	3.171
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Sismica e Geotecnica	EO-SFE-PD-GEO-04
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------

7. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il modello geologico di riferimento (MGR) per il progetto in esame, così come richiesto dalle NTC 2018, si elabora partendo dalle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area investigata. Questo non è altro che una sintesi di tutte le caratteristiche individuate per l'area di studio in relazione anche ai principali fattori di rischio derivanti e connessi alla progettazione.

Le caratteristiche geologico-litostratigrafiche investigate sono riconducibili ad un ambiente deposizionale marino in fase regressiva, con stratificazione parallela che non è stata interessata da eventi tettonici compressivi. Le strutture tettoniche presenti, invece, sono profonde e sono legate a meccaniche trans-distensive che non hanno evidenze in superficie.

Dalle indagini geofisiche eseguite e facendo riferimento a dati geotecnici pregressi relativi ad altri progetti ricadenti nell'area di interesse, si può affermare che il substrato geotecnico per l'opera di progetto è individuabile nelle unità argilloso-limose-sabbiose collocate ad una profondità compresa tra 8 e 10 m dal p.c. Queste, infatti, presentano un grado di consistenza superiore rispetto ai litotipi che le precedono e, le loro caratteristiche, vanno migliorandosi con l'aumentare della profondità. Al di sopra di questo livello le caratteristiche geotecniche saranno meglio approfondite in sede di progettazione esecutiva, con indagini specifiche, volte a determinare le caratteristiche geotecniche e l'adeguatezza delle stesse all'applicazione dei carichi previsti da progetto.

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame sono quelle tipiche di un territorio sub-pianeggiante, stabile e con assenza di fenomeni di dissesto di tipo gravitativo.

Non esiste alcuna interferenza del progetto con le aree rientranti nella perimetrazione del PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, sia dal punto di vista del rischio idrogeologico che di quello geomorfologico. In alcuni casi, gli aerogeneratori previsti per l'opera, risultano essere collocati in prossimità di aree a rischio idrogeologico medio-alto, ma nonostante la vicinanza, per le caratteristiche dei siti analizzati, si può affermare che gli stessi non siano in nessun modo esposti ai rischi segnalati nelle suddette aree adiacenti.

Le caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche dell'area si caratterizzano per la presenza di falde sotterranee poste ad una profondità di circa 20 metri dal piano campagna, nei livelli caratterizzati da unità sabbioso-conglomeratiche. Sono assenti livelli idrici superficiali che potrebbero creare scompensi nelle opere.

In sito non sono presenti direttrici idrauliche primarie, che rimangono esterne, collocate ad una distanza di almeno 3 km dall'aerogeneratore più prossimo alle stesse. Invece sono presenti canali e/o marane di carattere idraulico effimero, stagionale, che però non sono indice di rischi



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Sismica e Geotecnica	EO-SFE-PD-GEO-04
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------

di particolare entità per il sito oggetto di studio e, di conseguenza, per la collocazione dei relativi aerogeneratori.

In base agli aspetti analizzati si può affermare che nell'area di progetto **non sono state evidenziate criticità legate a fattori di pericolosità geologica**, ad eccezione della scarsa qualità geotecnica dei terreni che si susseguono dal p.c. fino ad una profondità variabile tra i 7 ed i 10 metri. Le caratteristiche geotecniche del suolo, ad ogni modo, saranno investigate puntualmente in corrispondenza dell'ubicazione di ciascun aerogeneratore, nella fase successiva di progetto.

Di seguito si riporta la modellazione geologica di riferimento attinente all'area di progetto.

<i>Terreno vegetale</i>	<i>Da 0.00 a 2.00 mt dal p.c.</i>
<i>Limi con argille sabbiose</i>	<i>Da 2.00 a 9.00-10.00 mt dal p.c.</i>
<i>Sabbie con livelli arenacei</i>	<i>Da 9.00-10.00 a 30.00 mt dal pc</i>

8. MODELLO GEOTECNICO SUOLO DI PROGETTO

Accertato l'assetto litostratigrafico areale relativo al sito di progetto, si può passare alla *modellazione geotecnica preliminare*, in modo da valutare la qualità geotecnica del suolo investigato in riferimento all'opera prevista.

Tale modellazione sarà solo indicativa per le indagini che saranno effettuate per la modellazione di dettaglio durante la campagna geognostica dedicata alla fase esecutiva.

La parametrizzazione fornita di seguito deriva da una correlazione tra le campagne geognostiche eseguite per la realizzazione di parchi eolici collocati nei dintorni dell'area oggetto di studio ed i dati bibliografici reperiti per le unità presenti in sito.

Il modello litotecnico adottato discretizza il suolo in Unità Litotecniche (U.L.), ossia strati aventi caratteristiche geotecniche omogenee o, per lo meno, comparabili.

Sulla base di tali premesse, l'area di studio è stata suddivisa in 2 unità litotecniche differenti:

Quota	U. L.		Litologia
Da 0.00 a 2.00 mt	U. L. 1		<i>Litoide di copertura.</i>
Da 2.00 a 30.00 mt	U. L. 2		<i>Sabbie mediamente consistenti</i>

La caratterizzazione delle due unità litostratigrafiche deriva dalla correlazione con le indagini pregresse più approfondite che hanno interessato siti limitrofi, che in prima analisi sembrano avere caratteristiche simili a quelle dell'area esaminata.

I parametri geotecnici da attribuire ai suoli vengono forniti in termini di "*valori caratteristici*", in adempimento a quanto descritto nelle NTC 2018.



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Sismica e Geotecnica	EO-SFE-PD-GEO-04
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------

Per quanto emerso, si può affermare che è possibile adottare la relazione $V_k \approx V_m$, in quanto risulta esserci una omogeneità litostratigrafica e strutturale dei suoli e, di conseguenza, il valore caratteristico del singolo parametro (V_k) può essere approssimato al suo valore medio (V_m), come riportato nelle NTC. Questa assunzione risulta essere utile laddove sia necessario fare riferimento a valori prossimi ai valori medi di un parametro quando, in uno stato limite considerato, è coinvolto un elevato volume di terreno (nelle fondazioni superficiali il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità, o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più profonde e resistenti.

Si deve aggiungere, inoltre, che nell'area, i carichi derivanti dalle opere, non interferiscono con la quota piezometrica, collocata intorno ai 20 metri rispetto al piano campagna, scongiurando anche potenziali fenomeni di liquefazione dei suoli.

Ai fini progettuali-geotecnici risulta quindi schematizzabile per l'area di progetto un modello litotecnico composto dalle unità riassunte in tabella (ULT):

AREA DI PROGETTO								
<i>Classificazione geotecnica suoli</i>								
	<i>Metri</i>		<i>Litologia</i>	<i>Parametri geotecnici caratteristici</i>				
	<i>Da</i>	<i>A</i>		<i>Valori di riferimento</i>	<i>M (t/mq)</i>	<i>C (KN/mq)</i>	<i>φ' (°)</i>	<i>γ_n (KN/mc)</i>
UL1	0,00	2,00	Terreno vegetale	Valore medio	150	15	15	16
<i>Comportamento geomeccanico di tipo granulare</i>								
UL2	2,00	30,00	Sabbie mediamente consistenti	Valore medio	800	30	27	19
<i>Comportamento geomeccanico di tipo granulare</i>								

Stornara, 27 Gennaio 2024

Dott.ssa Geol. Alessandra Prisciandaro

