

RIPABOTTONI -
SANT'ELIA A
PIANISI-
MONACILIONI

REGIONE MOLISE

PROVINCIA DI
CAMPOBASSO

**IMPIANTO EOLICO DA 54 MW COMPOSTO DA N. 9
AEROGENERATORI RICADENTI NEI COMUNI DI
RIPABOTTONI, SANT'ELIA A PIANISI E MONACILIONI
IN PROVINCIA DI CAMPOBASSO, CON RELATIVE
OPERE ED INFRASTRUTTURE**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Proponente:

EN.IT s.r.l.
Via Antonio Locatelli n.1
37122 Verona
P.IVA 04642500237
www.enitspa.it
enitsrl@pec.enitspa.it

Progettazione:

WH Group s.r.l.
Via A. Locatelli n.1 - 37122 Verona (VR)
P.IVA 12336131003
ingegneria@enitgroup.eu

Spazio riservato agli Enti:

File: 2022031_4_RelazioneGeologica		Cod. 2022031		Scala: ---	
4	Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Approvato
	00	12/10/2023	Prima emissione	L. Casoli	S.M. Caputo
WH Group s.r.l. Via A. Locatelli n.1 - 37122 Verona (VR) – P.IVA 12336131003 ingegneria@enitgroup.eu					

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DATI DI PROGETTO	6
3	INQUADRAMENTO AMBIENTALE E TERRITORIALE	7
3.1	Inquadramento territoriale	7
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE E DELLE SCELTE PROGETTUALI	11
4.1	Localizzazione dell’impianto.....	11
4.2	Caratteristiche generali della centrale eolica.....	12
4.3	Tipologia di aerogeneratore	14
5	RELAZIONE GEOLOGICA - INTRODUZIONE	16
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	18
5.2	EVOLUZIONE TETTONICA.....	20
5.3	STRATIGRAFIA.....	21
5.4	GEOMORFOLOGIA E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI REGIONALI	24
5.4.1	<i>CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELL’AREA IN ESAME</i>	26
5.5	CARATTERI IDROGRAFICI E IDOGEOLOGICI.....	28
5.6	SISMICITA’	29
5.7	CONCLUSIONI.....	35
5.8	BIBLIOGRAFIA.....	36

Indice delle figure

Figura 1 – Inquadramento della centrale eolica in progetto.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 2 – Inquadramento dell'impianto eolico su confini comunali	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 3 – Esempio di installazione di turbina eolica.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 4 – Tipico dell'aerogeneratore in progetto, con dimensioni di ingombro (2022031_ElaboratoGrafico_9.18)	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 5 - Piazzola permanente tip	Errore. Il segnalibro non è definito.

I PREMESSA

La presente relazione descrive la centrale di conversione dell'energia eolica in energia elettrica e le relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie, da realizzarsi nell'agro del Comune di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni, in Provincia di Campobasso.

Il progetto prevede una potenza complessiva di 54 MW, articolata in 9 aereogeneratori di 6 MW. Le opere, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo.

Tutta la progettazione della centrale di conversione dell'energia eolica in energia elettrica e le relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie, è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali, ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e ingombri.

La disposizione delle turbine eoliche è stata valutata tenendo in considerazione sia la componente paesaggistica e ambientale (minore impatto ambientale) che quella tecnica (migliore resa energetica a parità di costi dell'impianto).

I principali condizionamenti alla base delle scelte progettuali sono legati ai seguenti aspetti:

- ❖ normativa in vigore;
- ❖ presenza di risorse ambientali e paesaggistiche;
- ❖ vincoli territoriali ed urbanistici;
- ❖ salvaguardia ed efficienza degli insediamenti;
- ❖ presenza di infrastrutture (rete elettrica di trasmissione, viabilità, etc.) e di altri impianti;
- ❖ orografia e caratteristiche del territorio, soprattutto in funzione della producibilità eolica;
- ❖ efficienza e innovazione tecnologica.

Insieme agli aereogeneratori, le opere e le infrastrutture connesse oggetto del presente procedimento autorizzativo sono:

- ❖ Le piazzole nelle vicinanze dell'aereogeneratore per l'installazione e la futura manutenzione delle torri;
- ❖ Le viabilità di accesso agli aereogeneratori;
- ❖ Doppio cavidotto interrato di MT (30 kV) di collegamento degli aereogeneratori per una lunghezza totale di scavo pari a 35,011 km, ricadenti nel comune di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi, Monacilioni;
- ❖ L'ubicazione di due nuove Sotto Stazioni Elettriche di Utenza MT/AT;

- ❖ La realizzazione di due linee AT tra le stesse nuove Sotto Stazioni Elettriche di utenza MT/AT e la indicata Stazione Elettrica di trasformazione TERNA.

La realizzazione delle opere dovrà essere preceduta da approvazione da parte del Proponente e dalla presentazione della documentazione necessaria l'autorizzazione e l'esecuzione delle opere stesse, nonché dalla redazione di progetto esecutivo.

L'impianto dovrà essere eseguito nel rispetto di tutte le prescrizioni tecniche nel seguito indicate, nonché nel totale rispetto delle disposizioni legislative, regolamentari e normative vigenti, quando siano applicabili, anche se non direttamente richiamate all'interno della presente relazione.

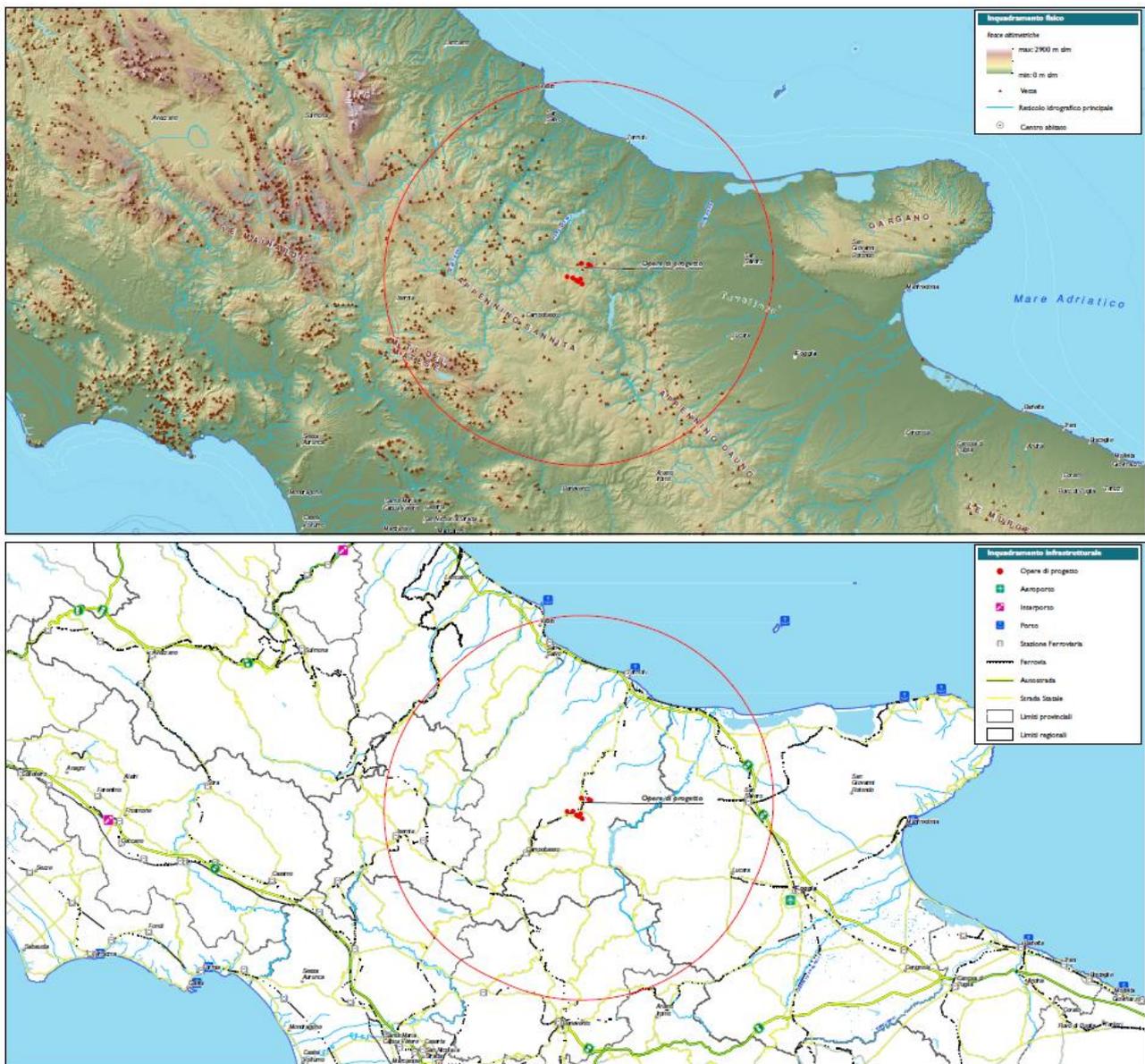


Figura 1 – Inquadramento della centrale eolica in progetto

2 DATI DI PROGETTO

Proponente	EN.IT s.r.l.			
Sede legale	Via Antonio Locatelli n.1 37122 Verona (VR) enitsrl@pec.enitspa.it P.IVA 04642500237			
SITO				
Ubicazione delle WTG	Comune di Ripabottoni (CB) Comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) Comune di Monacilioni (CB)			
Uso	Terreno agricolo			
Dati catastali delle WTG		Comune	Foglio	P.Ila
	<i>WTG 1</i>	Ripabottoni	4	96
	<i>WTG 2</i>	Ripabottoni	13	415
	<i>WTG 3</i>	Ripabottoni	14	41
	<i>WTG 4</i>	Sant'Elia a Pianisi	12	26
	<i>WTG 5</i>	Sant'Elia a Pianisi	26	106
	<i>WTG 6</i>	Monacilioni	3	256
	<i>WTG 7</i>	Monacilioni	6	175
	<i>WTG 8</i>	Ripabottoni	33	161
	<i>WTG 9</i>	Ripabottoni	31	531

Proponente	EN.IT s.r.l.					
Localizzazione delle WTG	Geografiche WGS84		WGS84 UTM33T		Quota slm (m)	
	LAT	LONG	E	N		
	WTG 1	41.696433	14.843253	486957.069	4616084.290	796.355
	WTG 2	41.691528	14.8676	488982.148	4615536.322	577.11
	WTG 3	41.689694	14.874267	489536.655	4615331.875	510.177
	WTG 4	41.6567	14.840433	486714.248	4611673.459	683.143
	WTG 5	41.644889	14.845583	487140.695	4610361.396	616.394
	WTG 6	41.651656	14.833939	486172.470	4611114.484	740.872
	WTG 7	41.652128	14.827586	485643.574	4611167.925	802.682
	WTG 8	41.660642	14.815628	484649.887	4612115.229	813.565
WTG 9	41.660797	14.797	483099.030	4612135.922	710.328	
DATI TECNICI						
Potenza nominale	54 MW					
Tipo di intervento richiesto:	Nuovo impianto			SI		
	Trasformazione			SI		
	Ampliamento			NO		
Dati del collegamento elettrico	Descrizione della rete di collegamento			MT neutro isolato		
	Tensione nominale (Un)			Trasporto 30.000 V Consegna 36.000 V		
	Vincoli della Società Distributrice da rispettare			Normativa TERNA		
Misura dell'energia	Contatore proprio nel punto di consegna per misure GSE, UTF. Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione					
Punto di Consegna	Nuove stazioni di elettriche di trasformazione a 30/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV "Morrone -Larino"					

3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E TERRITORIALE

3.1 Inquadramento territoriale

Il Molise con una superficie di 4.460 km² è delimitato dall'Abruzzo a Nord, dal Lazio a Ovest, dalla Campania a Sud e dalla Puglia a Est. Bagnato a NE dall'Adriatico, si estende tra questo

e la dorsale appenninica, della quale comprende anche gli alti bacini del Volturno e del Tammaro, appartenenti al versante tirrenico. Con 300.516 abitanti nel 2020, ripartiti in 136 Comuni si presenta con una densità media di 67 ab./km².

Il territorio, al di là della stretta e pianeggiante cimosa costiera, un tempo paludosa e malarica, è prevalentemente costituito da ondulazioni collinari, che, composte da argille, sabbie e marne, sono spesso soggette a movimenti franosi; la fascia appenninica, invece, è interessata da formazioni calcaree. Le massime vette sono il massiccio della Meta (2.241 m) e il M. Miletto (2.050 m) nel massiccio del Matese. La varietà morfologica e la differente distanza dal mare influenzano il clima della regione, che presenta spiccate condizioni di marittimità nella fascia costiera, risultando invece decisamente continentale nelle aree montane. Nell'interno, pertanto, è assai pronunciata l'escursione termica, sia annua sia diurna, mentre le precipitazioni, frequenti – come nel resto del territorio – soprattutto in autunno e in primavera, sono copiose (talora superiori ai 3.000 mm annui) e assumono spesso carattere nevoso.

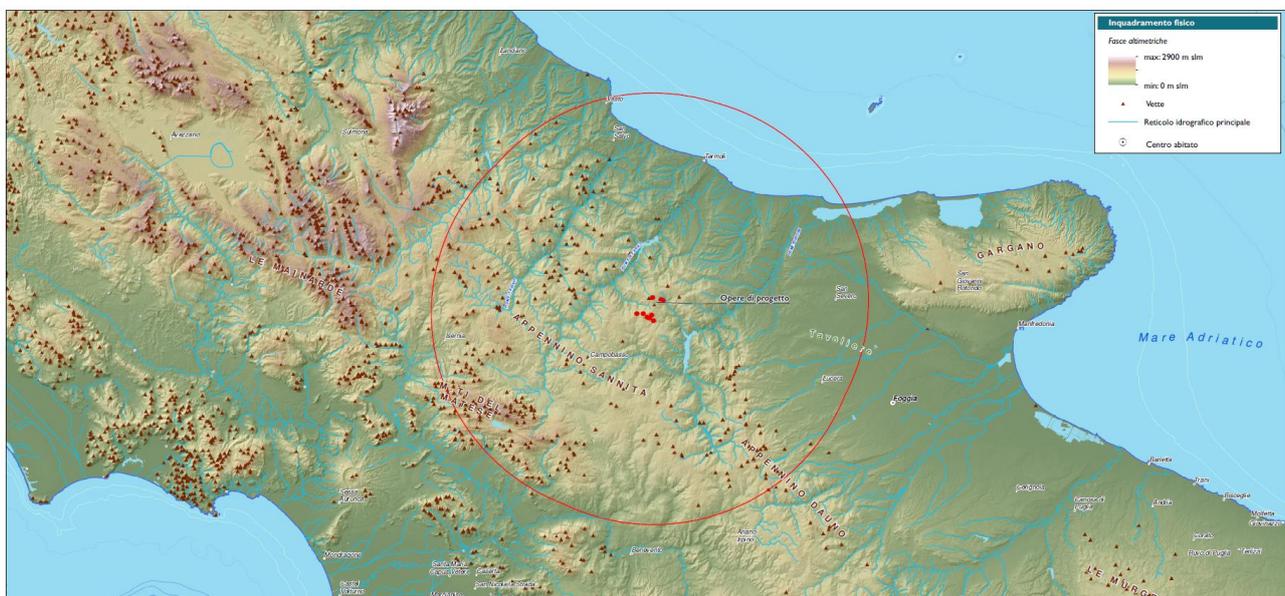


Figura 2 – Inquadramento delle opere su carta fisica

I fiumi, tra i quali solo il Biferno scorre interamente in territorio molisano, hanno regime torrentizio, strettamente legato al ritmo delle precipitazioni. Il manto boschivo, che copre il 25% della provincia di Isernia e il 12% di quella di Campobasso, è dominato in alto (oltre i 1.200 m) dal faggio, cui, alle quote inferiori, subentrano il cerro (700-1.200 m) e la quercia (400-700 m); al disotto dei 400 m, infine, l'intenso e prolungato diboscamento ha pressoché eliminato il bosco a vantaggio delle coltivazioni.

L'area interessata dal progetto fa parte del settore collinare centro-orientale della regione, ricade nel territorio comunale di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni, in Provincia di Campobasso, e confina con i comuni di Providenti, Casacalenda, Bonefro, San Giovanni in Galdo, Campolieto.

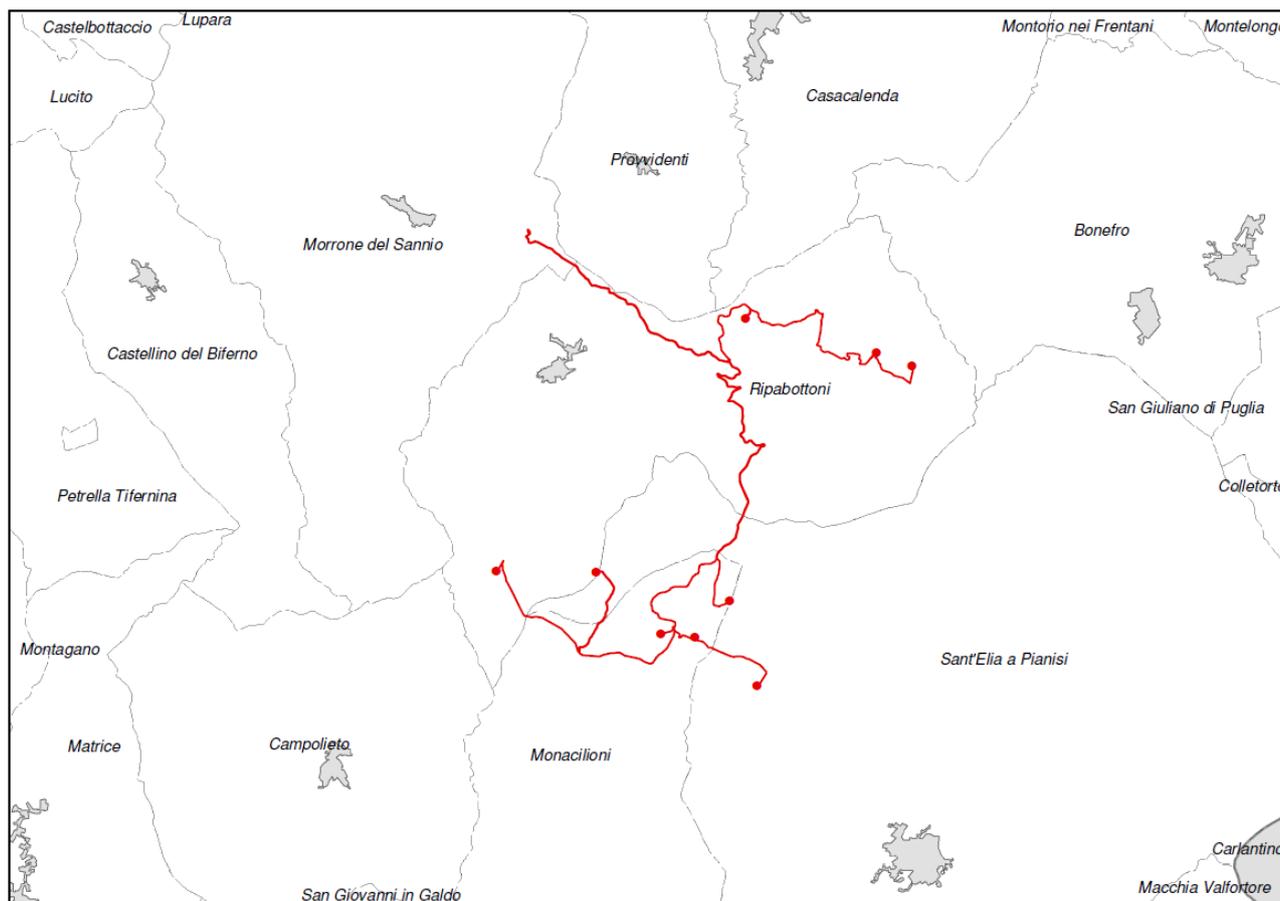


Figura 3 – Inquadramento del parco eolico su limiti amministrativi comunali

Dell'impianto eolico considerato, 5 aereogeneratori sorgeranno nel comune di Ripabottoni, 2 aerogeneratori nel comune di Sant'Elia a Pianisi e 2 aerogeneratori nel comune di Monacilioni., mentre le cabine di utenza elettrica ricadranno nel territorio comunale di Morrone del Sannio.

Ripabottoni con 480 abitanti circa in provincia di Campobasso, è un piccolo e tranquillo paesino medioevale nella zona del Sannio che sorge vicino al lago di Guardialfiera a circa 650 metri sul livello del mare. Espandendosi su di una superficie di circa 31,96 km², il territorio comunale presenta un paesaggio aperto, collinare, completamente privo degli effetti deleteri dell'inquinamento in ogni sua forma.

Nell'arco della sua storia il comune ha cambiato vari nomi, tra i quali Ripabrunaldo, Ripa de Brittons, Ripa Butinorum, Ripafrancona, nome, questo, dato in riferimento all'ultima famiglia feudale. Fu proprio la civiltà preromana dei Sanniti a fondare i primi insediamenti in questa zona; la zona era molto fertile perché attraversata dal fiume Velino; erano però problematiche le esondazioni del fiume. Come precedentemente anticipato, attualmente, Ripabottoni è un paese che vive per lo più di agricoltura, pur conservando la sua bella e ordinata struttura urbanistica medievale, nonostante non si conoscano fabbricati più vecchi del 1700 a causa degli innumerevoli terremoti delle epoche passate. Invero, Ripabottoni è classificata come zona sismica 2 e purtroppo, tra i più recenti, si ricorda ancora oggi il terremoto che ha gravemente colpito il comune nei giorni 31 ottobre e 1° novembre 2002.

Il più importante monumento architettonico è la bellissima chiesa parrocchiale dell'Assunta, monumento di interesse nazionale. La chiesa, realizzata tra il 1731 ed il 1774, è ricca di pitture ad affresco e su tela. A qualche chilometro dal paese, nelle vicinanze dell'impianto si trova la Cappella di San Michele, la cui costruzione risale al 1733, è legata alla credenza religioso-popolare secondo cui la scarsità del raccolto di quell'anno era dovuta ad una punizione per non aver ricostruito la cappella che versava in abbandono.

Fatta eccezione per il centro urbano, il territorio comunale di Ripabottoni è prevalentemente destinato all'uso agricolo. La coltivazione più diffusa è quella del frumento quale grano e mais, ma non sono da tralasciare anche gli innumerevoli vigneti per la produzione di vino locale, così come i terreni utilizzati per l'allevamento del bestiame.

Ripabottoni fa parte dei 14 comuni fondatori dell'associazione Biodistretto Laghi Frentani (oggi denominata "BioMolise – Distretto frentano"). L'associazione, nata nell'ottobre 2017, comprende diversi comuni del molisano e un notevole numero di produttori biologici locali e pone al centro della sua azione la difesa del territorio e la salvaguardia delle biodiversità esistenti, promuovendo un'agricoltura sostenibile e produzioni di qualità legate all'origine.

Sant'Elia a Pianisi, è un centro posto a 666 metri sul livello del mare e dista 37 Km da Campobasso, capoluogo della Regione Molise. La specificazione "a Pianisi" riprende il nome del luogo (Pianisi, dal latino planum, piano) da cui giunsero gli abitanti in seguito alla distruzione del castello omonimo voluta dal viceré spagnolo Moncada, per essersi ribellati al giogo di questi (1528).

Sant'Elia a Pianisi, paese della valle del Fortore, è noto per la presenza di un **convento** francescano dedicato a **Padre Pio**, dove il Santo studiò agli inizi del '900. L'abitato nasce nel X secolo come castro dei **Longobardi**. Allo stesso periodo risale, inoltre, la costruzione del castello, oggi quasi completamente distrutto. Un secolo dopo fu edificato anche il **monastero** dedicato a **San Pietro**. L'edificio, purtroppo, andò perso a seguito di una **catastrofe naturale**; la stessa che costrinse la popolazione a trasferirsi nel territorio sottostante.

Monacilioni è un comune italiano appartenente alla provincia di Campobasso e dista circa 21 chilometri a nord-est dal capoluogo della omonima provincia. Conta 493 abitanti ed ha una superficie di 27,08 chilometri quadrati per una densità abitativa di 24 abitanti per chilometro quadrato. Sorge a 590 metri sul livello del mare.

L'antico centro storico, situato su una forra a strapiombo sulla valle del torrente Tappino, è andato quasi perduto con la grave frana del 1961, determinandone la quasi totale scomparsa. Le cosiddette "case spallate" come gli abitanti definiscono le macerie del centro, sono diventate elemento caratteristico del paese, inclusa la casa nevieria a base cilindrica, ma anche un confine tra la parte abitata del Corso Umberto I e quella fantasma.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE E DELLE SCELTE PROGETTUALI

4.1 Localizzazione dell'impianto

Il presente progetto è finalizzato alla costruzione di una centrale eolica per la produzione di energia elettrica da ubicarsi nel Comune di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni con l'installazione delle opere ed infrastrutture connesse (cabine elettriche di consegna, rete elettrica interrata a 30 kV, strade di accesso alle WTG in fase di cantiere e di esercizio).

In particolare, 5 aerogeneratori sorgeranno nel comune di Ripabottoni, 2 aerogeneratori nel comune di Sant'Elia a Pianisi e 2 aerogeneratori nel comune di Monacilioni.

La centrale eolica catastalmente è così identificabile:

ID	Comune	Foglio	P.lle
WTG 1	Ripabottoni	4	96
WTG 2	Ripabottoni	13	415
WTG 3	Ripabottoni	14	41
WTG 4	Sant'Elia a Pianisi	12	26
WTG 5	Sant'Elia a Pianisi	26	106
WTG 6	Monacilioni	3	256
WTG 7	Monacilioni	6	175
WTG 8	Ripabottoni	33	161
WTG 9	Ripabottoni	31	531

Tabella 1 – Inquadramento particellare delle opere in progetto

Per garantire l'accesso alle WTG saranno realizzate delle nuove strade brecciate ed alcuni adeguamenti alla viabilità esistente. Infine, durante la fase di cantiere saranno realizzate delle strade e delle piazzole temporanee.

Facendo riferimento agli elaborati grafici di inquadramento allegati, segue una tabella con indicazione delle coordinate (UTM/WGS84 - Fuso 33) e dimensioni verticali degli aerogeneratori che costituiscono l'impianto eolico:

	Altezza mozzo (m)	Diametro rotore (m)	Potenza (MW)	Nord	Est	Quota slm (m)
WTG1	148	150	6.00	41° 41' 47.16" N	14° 50' 35.71" E	796.355
WTG2	148	150	6.00	41° 41' 29.50"	14° 52' 3.36"	577.11

WTG 3	148	150	6.00	41° 41' 22.90"	14° 52' 27.36"	510.177
WTG4	148	150	6.00	41° 39' 2 4.12"	14° 50' 25.56"	683.143
WTG5	148	150	6.00	41° 38' 41.60"	14° 50' 44.10"	616.394
WTG6	148	150	6.00	41° 39' 5.96"	14° 50' 2.18"	740.872
WTG7	148	150	6.00	41° 39' 7.66"	14° 49' 39.31"	802.682
WTG8	148	150	6.00	41° 39' 38.31"	14° 48' 56.26"	813.565
WTG9	148	150	6.00	41° 39' 38.87"	14° 47' 49.20"	710.328

Tabella 2 – Localizzazione e principali caratteristiche degli aerogeneratori

4.2 Caratteristiche generali della centrale eolica

Le condizioni anemometriche di sito ed il soddisfacimento dei requisiti tecnici minimi d'impianto sono tali da ammettere l'impiego di aerogeneratori aventi caratteristiche geometriche e tecnologiche ben definite.

Ad oggi, in riferimento alla volontà di impiegare la migliore tecnologia disponibile sul mercato, *Best Available Technology*, la scelta è ricaduta su una turbina di ultima generazione, caratterizzata da un rotore con diametro da 170 m, un'altezza del mozzo di 135 m e dotata di un generatore in grado di incrementare l'efficienza della turbina e ridurre la dispersione energetica all'interno del sistema. Tale tipologia di turbina è anche ottimizzata per offrire un'elevata erogazione di potenza con un basso valore di emissioni sonore, in particolare in condizioni di scarsa ventosità (condizioni in cui è maggiormente percettibile l'impatto acustico). Può inoltre essere regolata per ridurre ulteriormente l'inquinamento acustico, senza alterare in modo significativo la sua efficienza.

Dal momento che la tecnologia nel settore della produzione di turbine eoliche è in continua evoluzione, in occasione della stesura del progetto esecutivo, fase successiva alla ufficializzazione della Autorizzazione Unica per la realizzazione dell'impianto in oggetto, la società proponente l'intervento effettuerà un'indagine di mercato per verificare i seguenti aspetti:

- ❖ migliore tecnologia disponibile in quel momento;
- ❖ disponibilità effettiva degli aerogeneratori necessari per la realizzazione dell'impianto;
- ❖ costo degli stessi in funzione del tempo di ammortamento dell'investimento calcolato inizialmente.

La società proponente, pertanto, si riserva di selezionare, mediante bando di gara, il tipo di aerogeneratore più performante al momento dell'ottenimento di tutte le autorizzazioni a costruire, fatto salvo il rispetto dei requisiti tecnici minimi previsti dai regolamenti vigenti in materia e conformemente alle autorizzazioni ottenute.

La potenza installabile, considerando l'impianto composto da 9 macchine con potenza di 6 MW, risulta pari a 54 MW. Il sistema, quindi, sarà composto dai seguenti elementi principali:

- ❖ Vani tecnici di trasformazione interni alle torri,
- ❖ Quadri elettrici MT,
- ❖ Cabine di consegna.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

Opere Civili:

- ❖ Realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- ❖ Adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito
- ❖ Realizzazioni dei cavidotti di utenza e di connessione;
- ❖ Esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche;
- ❖ Realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori;
- ❖ Posa in opera delle cabine di consegna alla rete AT di Terna.



Figura 4 – Esempio di installazione di turbina eolica

Opere impiantistiche:

- ❖ Installazione degli aerogeneratori;
- ❖ Esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e le cabine di consegna dell'energia elettrica prodotta.

4.3 Tipologia di aerogeneratore

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico in oggetto hanno tutti lo stesso numero di pale (tre), la stessa altezza e il medesimo senso di rotazione. La scelta del modello di aerogeneratore da acquistarsi sarà effettuata dopo l'ottenimento della Autorizzazione Unica, per mezzo di procedura competitiva negoziata o di gara Europea.

Non è infatti possibile né sensato scegliere oggi il modello esatto di aerogeneratore, in considerazione dei seguenti fattori:

- ❖ la politica aziendale del Proponente impone di scegliere i fornitori sul mercato tramite selezioni competitive o gare;
- ❖ la innovazione tecnologica del settore è tale che nell'arco di 1-2 anni molti modelli usciranno dal mercato a vantaggio di nuovi modelli più efficienti;
- ❖ la innovazione di processo è tale che ogni anno si assiste ad una diminuzione di prezzo a parità di prestazione; scegliere perciò il modello oggi implicherebbe la rinuncia a godere del risparmio economico ottenibile fra qualche anno;

Alla luce di ciò, per redigere il Progetto, ed in cascata lo Studio di Impatto Ambientale, è stato perciò scelto un "Aerogeneratore di Progetto". Il tipo di turbina utilizzato è la Vestas **V150** con altezza del mozzo di 148 metri ed il diametro del rotore di 150 metri ed è contraddistinto dalle seguenti dimensioni e caratteristiche tecniche:

- ❖ Potenza nominale 6 MW
- ❖ Numero di pale 3
- ❖ Diametro rotore 150 m
- ❖ Altezza del mozzo 148 m
- ❖ Velocità del vento di cut-in 3 m/s
- ❖ Velocità del vento di cut-out 25 m/s
- ❖ Generatore Asincrono
- ❖ Tensione 690 V

Ciascuna torre sarà dotata di un proprio trasformatore 30 kV / 690 V, al fine di consentire il trasporto dell'energia verso le cabine utente ad un livello di tensione superiore, minimizzando così le perdite per effetto Joule.

Per l'architettura dell'aerogeneratore e le dimensioni caratteristiche si rimanda all'Elaborato Grafico *2022031_9.12_TipicoAerogeneratore*.

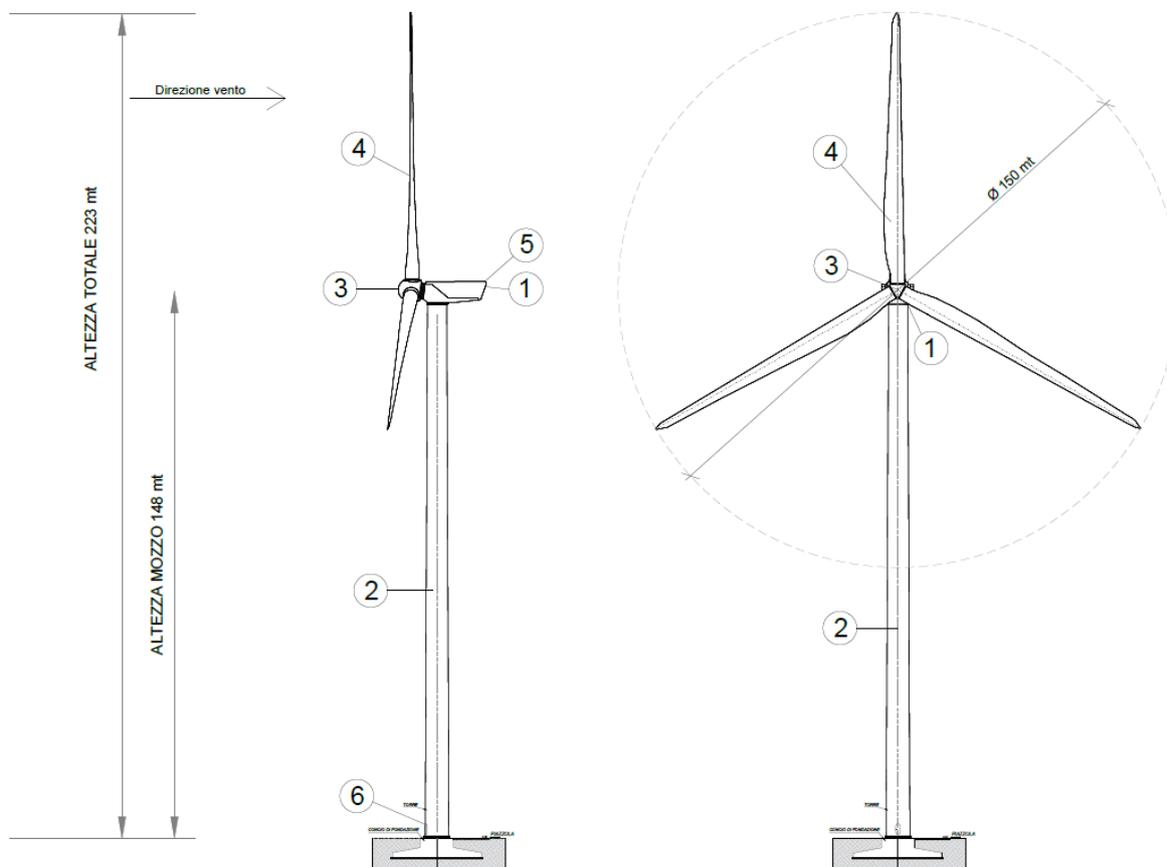


Figura 5 – Tipico dell'aerogeneratore in progetto, con dimensioni di ingombro (2022031_ElaboratoGrafico_9.12)

5 RELAZIONE GEOLOGICA - INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono riportati i risultati derivanti da uno studio geologico di fattibilità preliminare, relativo alla realizzazione n°9 aerogeneratori da realizzarsi nell'agro dei Comuni di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni, in Provincia di Campobasso.

A tal proposito, su incarico della **WH Group s.r.l.**, proponente della realizzazione dell'opera, lo scrivente, il Dott. Luciano CASOLI, geologo, iscritto all'O.R.G. PUGLIA con il n°897 ha eseguito gli studi e le indagini necessarie per la definizione del quadro geologico-ambientale per redigere la presente relazione e servire di ausilio alle più opportune scelte tecniche da adottare nelle diverse fasi progettuali.

Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

1. ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area di interesse;
2. rilevamento geologico e geomorfologico di un'area sufficientemente ampia e delle zone specificatamente interessate dalle opere in progetto;
3. raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico ricadenti nell'area oggetto di intervento ed in aree attigue.

Obiettivo dello studio è stato quello di fornire un quadro di riferimento geologico preliminare dei terreni affioranti nell'area esaminata al fine di una congrua valutazione delle caratteristiche geostrutturali e delle conseguenti scelte progettuali.

In particolare si dà evidenza al quadro geologico, geomorfologico e idrogeologico con riferimento all'eventuale rischio e pericolosità da frana e rischio e pericolosità idraulica. Si è inoltre restituita una generale restituzione stratigrafica e sismica dell'area, indispensabile per una corretta definizione preliminare delle principali caratteristiche associate a quest'area.

Dal punto di vista della legislazione di settore applicabile, si sono tenute in debito conto le indicazioni programmatiche e tecniche, oltre che le norme cogenti, contenute nei seguenti provvedimenti:

- **Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP.** Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 Decreto 17 gennaio Norme Tecniche per le Costruzioni 2018
- **Ordinanza P.C.M. n. 3274 20/03/03 e s.m. e i.** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- **Circ. Min. LL. PP. n. 30483 del 24/09/1988** "Norme di attuazione del D.M. 11.03.1988";
- **DM LL.PP. 11/03/88** "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", G.U. 01/06/88, n.127 Suppl. R.D. n° 3267/23

- **Vincolo idrogeologico L.R. n°11 del 12/4/2001** “Norme sulla valutazione dell’impatto ambientale”
- **PAI dei fiumi Biferno e Minori**, redatto ai sensi dell’art. 63, comma 10, lett. a), del decreto legislativo 152/2006 e s.m.i., come sostituito dall’art. 51, comma 2, della legge 221/2015 (cd collegato ambientale), riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dagli artt. 63 e 68 del d.lgs 152/2006 (articoli in cui sono trasferiti l’art. 1 del D.L. n. 180/1998 e l’art. 1 - bis del D.L. n.279/2000).
- **PAI del Fiume Fortore**, redatto ai sensi dell’art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989 n.183, riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dall’art. 1 del Decreto Legge 11 giugno 1998, n. 180, e dall’art. 1 –bis del Decreto Legge 12 ottobre 2000, n. 279.

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La catena dell'Appennino Meridionale si estende dal Sud dell'Abruzzo sino alle catene della Sicilia e dei Maghrebidi alle quali è collegata attraverso il segmento dell'Arco Calabro-Peloritano. Nell'area di interesse (Abruzzo-Molise-Campania-Calabria) la catena è orientata circa NE-SO. In questa regione si distinguono quattro domini tettonici di primo ordine, di seguito descritti da Ovest verso Est (Patacca et alii, 1990):

- 1) il Bacino Tirrenico, costituito da crosta oceanica e da crosta continentale assottigliata. La formazione del bacino è iniziata a partire dal Tortoniano a seguito della subduzione della crosta oceanica del bacino Ionico al di sotto dell'Arco Calabro-Peloritano in formazione e della contemporanea formazione della catena a thrust NE-vergenti che si stava formando a E. Complessivamente il dominio tirrenico è interpretabile come un bacino estensionale di retro-arco.

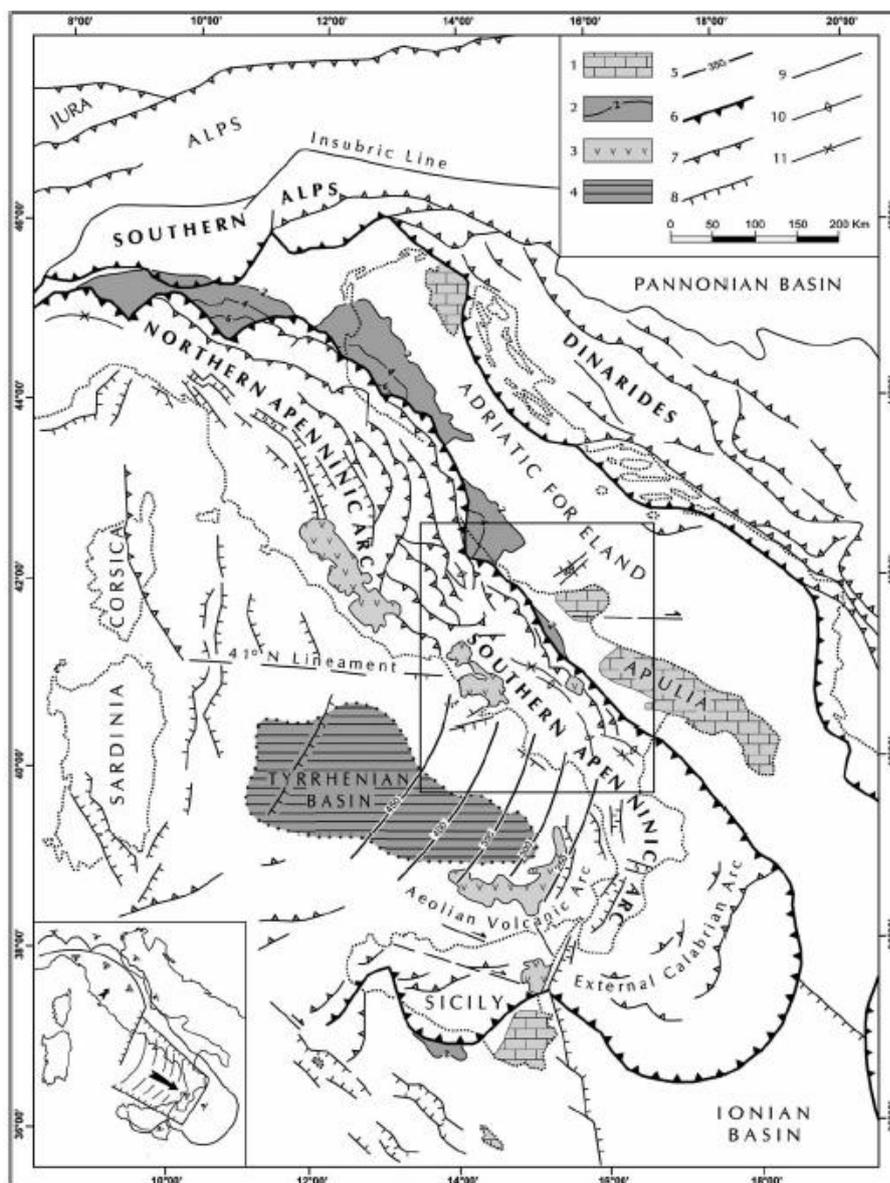


Figura 6 - Schema strutturale della penisola italiana con evidenziata la suddivisione fra le catene Nord e Sud appenninica (da Patacca & Scandone, 2007).

- 2) la catena dell'Appennino Meridionale s.s. estesa lungo il tratto campano-calabrese della costa tirrenica. Questo dominio tettonico è formato da un "duplex" di falde carbonatiche, classicamente attribuite alla Piattaforma Apula Interna al di sopra delle quali sono sovrascorse, durante il Terziario, serie di falde alloctone formate da unità bacinali e di piattaforma (Patacca & Scandone, 2001; Patacca et alii, 1992; Mazzoli et alii, 2001; Lentini et alii, 2002; Improta et alii, 2000). Le unità carbonatiche sepolte facenti parte del "duplex" sono principalmente costituite da facies di piattaforma e subordinate facies di acque profonde; localmente sono presenti successioni terrigene plioceniche in contatto stratigrafico con le sottostanti unità carbonatiche.
- 3) il bacino di avanpaese dell'Appennino Meridionale, sviluppatosi nel corso del Plio-Pleistocene al fronte del sistema dei thrust della catena (Patacca & Scandone, 2007).
- 4) l'avanpaese adriatico-apulo principalmente costituito da una spessa coltre di sedimenti carbonatici e terrigeni di età Paleozoica al di sopra dei quali si trovano in successione le evaporiti triassiche e i sedimenti carbonatici di piattaforma mesozoico-terziari. Alcuni autori (Vai, 1994, 2001) hanno ipotizzato la presenza di un basamento cristallino Pre-Cambriano al di sotto della successione sedimentaria.

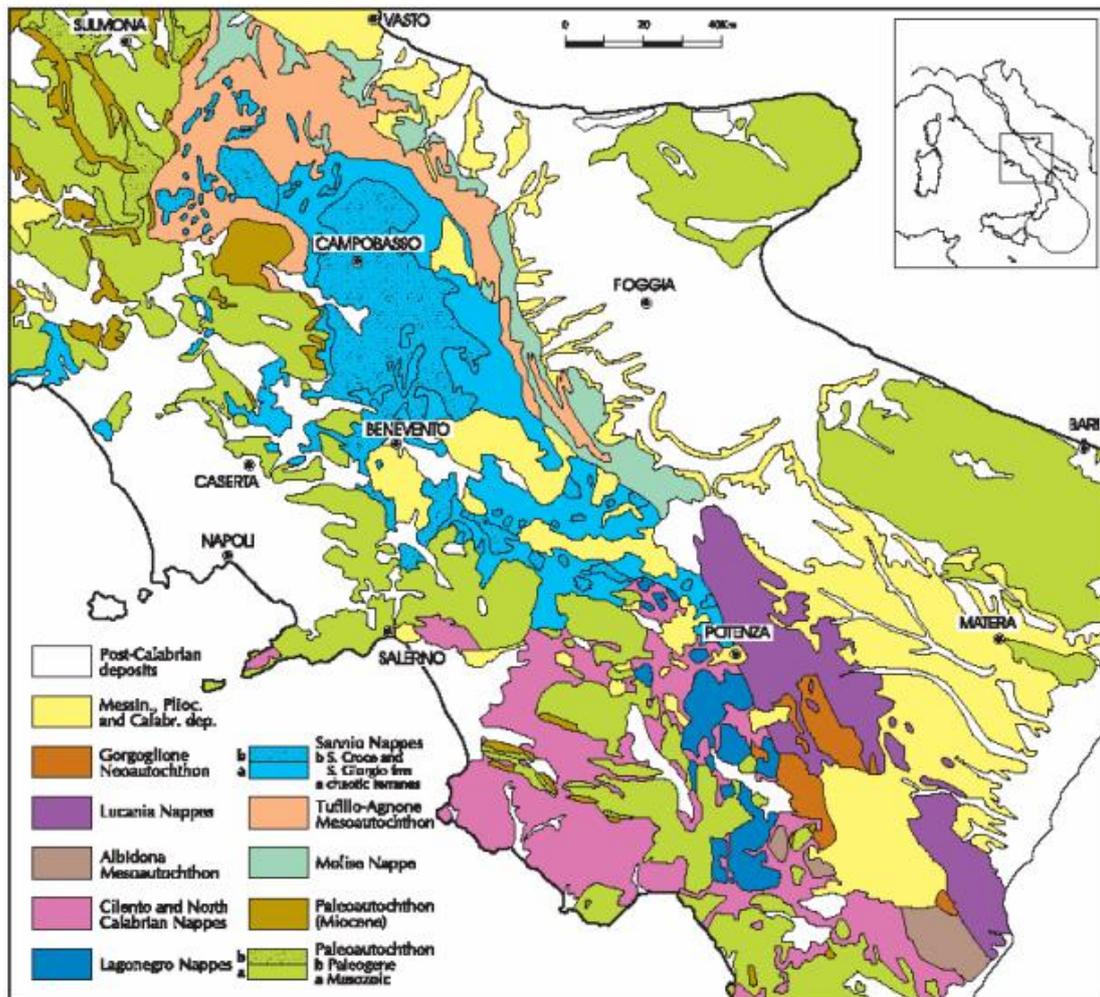


Figura 7 - Schema strutturale del segmento calabro-lucano dell'Appennino Meridionale (Patacca & Scandone, 2005 sulla base degli schemi di Selli, 1962).

5.2 EVOLUZIONE TETTONICA

Il settore di catena sud-appenninica di cui fa parte l'area oggetto di studio è costituito da unità tettoniche derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici di natura bacinale (Unità del Sannio) e domini di piattaforma carbonatica/scarpata-bacino (Piattaforma Abruzzese-Campana; Unità della Piattaforma Carbonatica Appenninica e Piattaforma Apula; Unità Simbruini-Matese ed Unità Frosolone), con età comprese tra il Mesozoico ed il Terziario.

L'organizzazione geometrica di tali unità è schematizzata in Figura 8 dove è possibile riconoscere, procedendo dall'alto verso il basso: l'Unità del Sannio, l'Unità Matese-Frosolone, l'unità del Bacino Molisano ed infine, le Unità Apule, che nel loro insieme rappresentano il livello strutturale più basso della pila tettonica presente in questo settore di catena (Patacca & Scandone, 2007).



Figura 8 - Schema dei rapporti geometrici

La configurazione geometrica attuale delle unità presenti nella zona d'esame è il risultato di una articolata storia deformativa caratterizzata da fasi compressive mio-plioceniche seguite da episodi di trascorrenza ed estensionali durante il Pliocene superiore-Pleistocene (Patacca Et Alii, 1992a).

L'elemento tettonico superiore, rappresentato dall'Unità del Sannio con la sua copertura silicoclastica (flysch di S. Bartolomeo), deriva da un dominio bacinale originariamente localizzato ad occidente dei domini di piattaforma carbonatica (Patacca & Scandone, 2007) e che durante le fasi mioceniche e plioceniche della tettonogenesi si sovrappone con vergenza orientale sulle unità di piattaforma carbonatica. Dati derivanti da osservazioni di campagna e dall'analisi di pozzi per l'esplorazione petrolifera (Pozzo Campobasso 1; per-mettono di affermare che l'età di questa sovrapposizione è sicuramente successiva alla deposizione del flysch del Molise (Tortoniano medio-Messiniano inferiore). L'evoluzione tettonica di questo settore di catena prosegue con la deformazione delle unità carbonatiche e di scarpata-bacino che a loro volta si sovrappongono, con vergenza nord-orientale, sui depositi bacinali dell'unità del Sannio. Tale episodio è seguito, o probabilmente in parte contemporaneo, alla rotazione di blocchi crostali (Speranza et alii, 1998) che determinano

la riorientazione di parte delle precedenti strutture compressive ed una loro riattivazione in transpressione. Su tali strutture più antiche si sovraimpongono strutture di neoformazione sempre a direzione appenninica ben evidenti in questa parte dell'Appennino.

La pila tettonica così formata, a partire dal Pliocene superiore-Pleistocene inferiore (Patacca et alii, 1992a), viene disarticolata dalla tettonica trascorrente ed estensionale che agisce prevalentemente su lineamenti ad alto angolo e riattiva le strutture ereditate dalle precedenti fasi tettoniche compressive. Durante il Pleistocene medio-superiore si instaura, in questo segmento di catena, un regime estensionale caratterizzato da un senso di estensione orientato NE-SO responsabile della formazione di ampie piane intramontane (piana di Boiano, lago del Matese), allungate NO-SE, colmate da spesse successioni continentali di tipo lacuo-palustre ed alluvionale.

A complicare ulteriormente il già articolato assetto tettonico della zona bisogna inoltre ricordare che il record stratigrafico delle unità di piattaforma carbonatica (Unità Matese-Frosolone) ha mostrato, come già evidenziato da Robustini et alii (2003), l'esistenza di fasi tettoniche estensionali pre-orogenetiche, che a partire dal Giurassico hanno delineato la paleomorfologia e controllato l'evoluzione stratigrafica di questo dominio di piattaforma carbonatica.

5.3 STRATIGRAFIA

L'Appennino molisano è parte di una più ampia catena (la catena appenninica meridionale) che viene identificata in una classica catena a falde di ricoprimento "thrust and fold belt" con direzione del trasporto orogenetico verso i quadranti nord-orientali. Tale catena deriva dalla deformazione compressiva, realizzatasi tra il Miocene ed il Pleistocene, del margine continentale apulo-adriatico, che si era sviluppato a partire dal Trias ed era costituito da un'alternanza di piattaforme carbonatiche e bacini.

Le principali unità stratigrafico-strutturali che compongono l'Appennino molisano sono le seguenti:

1. *L'unità di piattaforma appenninica*, ascritta ad un dominio paleogeografico più o meno articolato di mare basso, è rappresentata da successioni carbonatiche riferibili sia ad aree di piattaforma interna che di scarpata
2. *Le unità Molisane*, vengono ascritte ad un dominio paleogeografico più o meno articolato di mare profondo, il Bacino Molisano, interposto tra la piattaforma appenninica e quella apula. Ad esse sono riferibili quattro unità tettoniche rappresentate, dall'interno verso l'esterno, dalle Unità di Frosolone (con caratteristiche facies di scarpata), di Agnone, di Tufillo e Daunia, con facies di bacino.
3. *La Falda o Unità Sannitica*, Ritenuta di provenienza interna, si è deposta secondo vari autori ad ovest del dominio di piattaforma appenninica. Rappresenta nell'area in esame l'Unità strutturalmente più alta e risulta formata da una successione a prevalente componente argillosa (Argille Varicolori) e subordinatamente calcareo-quarzarenitica.
4. *Formazione di San Bartolomeo*, nota in letteratura come Flysch di San Bartolomeo, la Formazione di San Bartolomeo si è deposta, secondo alcuni autori in un bacino di tipo piggy-back impostatosi sulla Falda Sannitica in movimento nel corso del Tortoniano sup. - Messiniano inf. Secondo altri, invece, deriverebbe dallo

scollamento del margine interno del Bacino Molisano. Si distinguono un membro basale (Membro di Vallone Castelluccio), prevalentemente argilloso, e un membro superiore a prevalente componente arenaceo-conglomeratica (Membro Valli).

5. I depositi *plio-pleistocenici dell'ultima avanfossa appenninica* che costituiscono i termini di colmamento dell'ultima avanfossa appenninica. Si distinguono due cicli pliocenici, il primo prevalentemente arenaceo-sabbioso, il secondo argilloso-sabbioso. Un terzo ciclo (Pliocene sup.-Pleistocene inf.) di tipo trasgressivo-regressivo, è a prevalente componente argillosa.

L'area oggetto di esame ricade nei fogli "n°154 – Larino" e "n°162 - Campobasso" della Carta geologica d'Italia scala 1:100000. A seguito di numerosi sopralluoghi effettuati sull'area e ad una attenta analisi della carta geologica si è arrivati alla definizione del quadro generale dell'area in questione. La zona in cui è prevista la realizzazione del progetto in questione mostra in "affioramento" la presenza formazioni ascrivibili alla sopra citata Falda Sannitica e alla Formazione di San Bartolomeo. Le formazioni, seppur rappresentate circa dagli stessi litotipi, per una questione di diversa nomenclatura adottata durante la realizzazione dei fogli, verranno suddivise in funzione del foglio geologico di appartenenza:

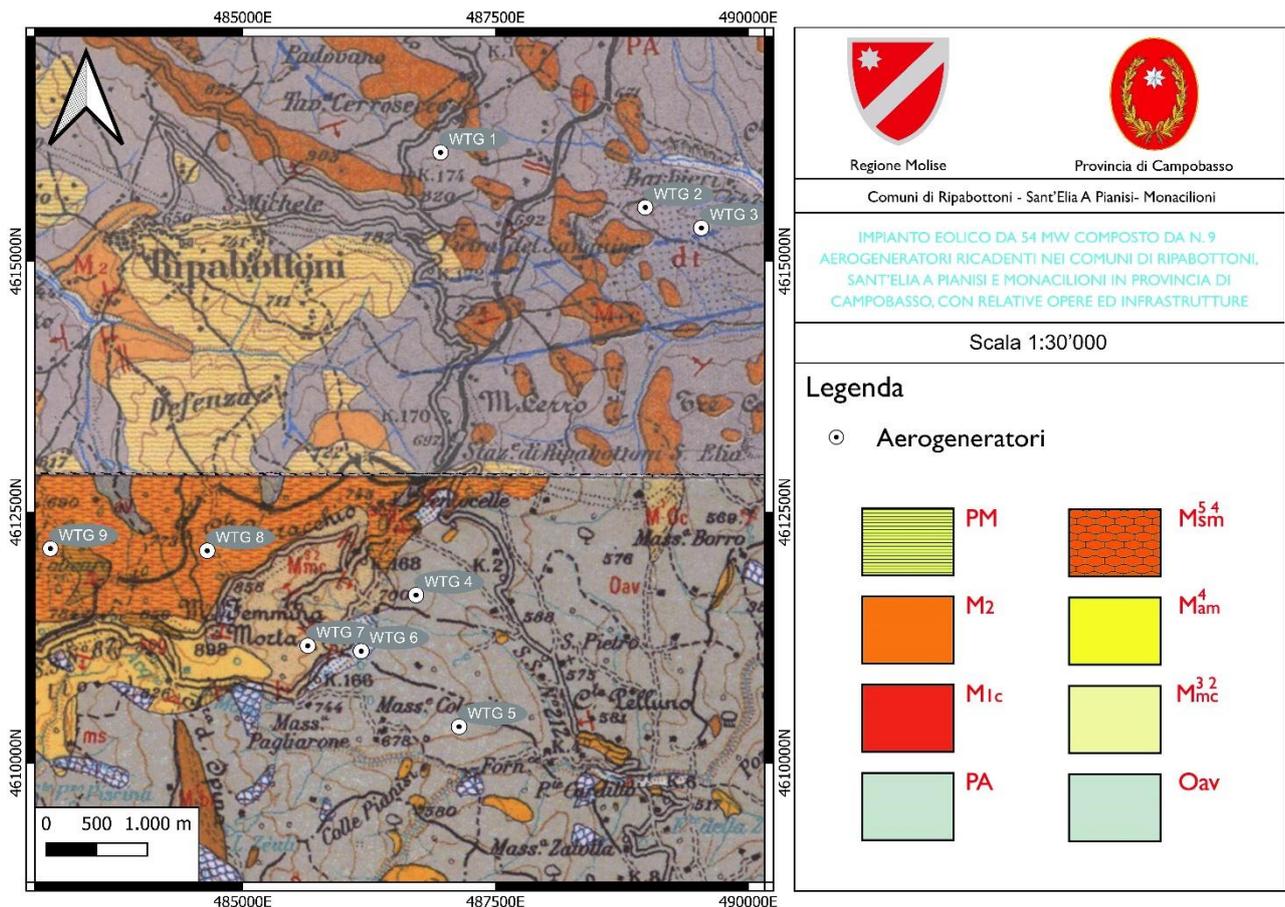


Figura 9 - Estratti della Carta Geologica d'Italia (scala 1 : 100'000) con relativa localizzazione degli aerogeneratori. "Foglio n°154 - Larino"

“Foglio n°154 - Larino”:

- **PM** - Argille azzurre verdastre, marne biancastre e sabbie giallo-brune, con livelli e lenti di argille sabbiose grigiastre, ricche, a luoghi, di macrofossili (Pecten, Dentalium, Cardium) e microfauna indicante graduale passaggio dal Pliocene inferiore al Miocene superiore (e Messiniano). Alla base lenti di puddinghe minute e, a volte, intercalate nella formazione ma di solito in potenti banchi a chiusura della stessa, conglomerati poligenici, fortemente cementali, con ciottoli marnosi e calcarei di varie dimensioni, forme ed età e con frequenti elementi di rocce cristalline. Argille varicolori, ma in prevalenza grigio-verdastre, in lenti ed ammassi di varie dimensioni.
- **M2** - Complesso flyscioide di calcareniti e brecciole associate, calcari compatti giallastri con lenti e noduli di selce bruna e rossastra, arenarie calcaree, marne grige compatte e scheggiose, marne argillose a volte fetide, staterelli di argilla sabbiosa grigiastra fogliettata. Microfauna prevalentemente planctonica con Globigerine ed Orbuline. Miocene medio inferiore (Elveziano-Langhiano). Nella zona della Quercia Piena (SE di Trivento) ed alle pendici meridionali del Monte Rosso gli strati calcarei presentano impregnazioni solforose. La base del complesso è in discordanza angolare con le formazioni sottostanti.
- **M_{1c}** - Calcari detritici finissimi e fini, o luoghi ricchi di Nummuliti; brecce e brecciole calcaree spesso con frammenti di Rudiste; lenti e noduli di selce; inter-stratificazione di marne argillose grigio-giallastre e marne scistose rosse, grige e verdi.

Miocene inferiore-Oligocene Sup.

- **PA** - Marne compatte ed argille marnose talora fogliettate, rosse, grige, verdastre, con intercalazioni di banchi calcarei a Nummuliti e Lepidocyclone, e con lenti e livelli di selce nera e rossa. Argille fogliettate, rosse, violacee, verdastre, grigiastre con sottili livelli di arenaria bruna in prevalenza silicea e con intercalazioni di calcari grigi, calcari microdetritici, calcari marnosi, livelli manganeseiferi e livelli e lenti di selci rossicce ed azzurrognole. Microfauna di Radiolari, Spugne silicee, sovente piritizzate. Arenaria biancastra (Castellino del Biferno, Castelbottaccio, Lupara, Civitacampomariano) con elementi in prevalenza quarzosi, fortemente eolizzati, livelletti limonitici e grani di ambra, mista ad una frazione sabbioso-argillosa di origine fluvio-lacustre, caratteristica dell'Oligocene.

Paleogene. /Cretaceo Sup.

“Foglio n°162 - Campobasso”:

- **Oav** - Brecce e brecciole calcaree monogeniche rupestri: calcari bianchi sub-cristallini: nella facies di transizione si hanno brecce poligeniche ad elementi sub arrotondati, calcareniti e brecciole biancastre e grigio-verdastre con noduli di selce scura e intercalazioni lenticolari di marne grigio-avana (M^{1br}). Calcari rosati con livelli di marne ed argille rosa passanti a calcareniti e brecciole nummulitiche; microfauna: Gypsinidae, Miliolidae, Globigerinita sp. Globigerina linaperta, Glomospira gordialis (M^{1c}). Diaspri rossi più o meno manganeseiferi e scisti silicei nerastri (d). Calcari bianchi macrocristallini, calcari cenere criptocristallini, calcari marnosi varicolori con selce scura, cornea rossa e verde: calcareniti bianco-rosato e marne argilloso-siltose, varicolori; marne arenacee rosse fissili e arenarie rossastre. Microfauna dell'Oligocene e del Miocene inferiore: Globorotalia fohsi fohsi, G. fohsi

barisanensis, Globigerina bulloides, Globigerinoides trilobus, Globoquadrina. Aquitaniano - Oligocene

Argille, argilloscisti e marnoscisti rossi, verdi, grigi talora con calcari varicolori, calcari rosati manganeseferi e brecce calcaree (Vallone Stringete « S. Elia a Pianisi »): microfauna: Glomospira charoides, Globigerinita ciperensis, Porticulasphaero transitoria, Cibicides mexicanus, Radiolari, Globigerine: olistoliti (Ol) di calcari a rudiste e di calcari sub-cristallini (Vallone Lavandau, Duronia, ecc.) (Oav).

Oligocene

- **M³²mc** - Marne grigio-chiaro e scuro, nocciola, a struttura scagliosa e prismatica; calcari listati, calcari marnosi nocciola, grigi con lenti di selce cornea: calcari minuti con selce violacea; arenarie dure gialline e rosso fegato; scisti marnosi galestriformi; calcareniti microcristalline scure con selce grigio-latteo: calcareniti venate fetide. Elveziano - Langhiano
- **M⁴am** - Marne grige, micacee, talora sabbiose, alternanti ad arenarie sabbioso-giallastre, marroncine e grige, talora fissili; microfauna: Orbulina universo, Globorotalia mayeri, G. fohsi barisanensis, Globoquadrina altispira (M⁴am). Nella zona di transizione la formazione passa inferiormente ad arenarie grigiastre o giallognole con prevalenza di granuli di quarzo arrotondati. Arenarie grigio-giallastre più o meno cementate con livelli marnoso-argillosi (ms). Intercalazioni lenticolari di argilloscisti e marnoscisti variegati (av).

Tortoniano

- **Ms⁵m⁴** - Formazione sabbioso-arenacea e argilloso-marnosa, talora con livelli e lenti di calcareniti (Msm): microfauna: Orbulina suturalis, O. universa, Globorotalia menardii, Uvigerina rutila. Banchi di arenarie compatte giallo-biancastre; sabbie gialle, conglomerati e sabbie finissime con livelletti di argille scure e marne calcaree contenenti strati e noduli selciferi (scg). Lenti di argille varicolori (av).

Messiniano - Tortoniano

5.4 GEOMORFOLOGIA E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI REGIONALI

La regione Molise è caratterizzata da una morfologia territoriale a carattere montuoso-collinare e limitatamente sub-pianeggiante (11% della superficie regionale). Queste sono rappresentate sistemi intramontani situati nel settore sud-occidentale (es. le conche di Boiano-Sepino e di Sessano, le piane di Isernia e Venafro) e dalle porzioni di fondovalle alluvionale sia intravallive che costiere. Dal punto di vista orografico, la regione risulta caratterizzata da rilievi di origine carbonatica le cui cime maggiori possono superare anche i 200 m s.l.m. (es. Le Mainardi, Monti del Matese). La parte più orientale risulta dominata da rilievi collinari che degradano progressivamente verso nord-est, ossia verso la costa adriatica. I principali bacini idrografici sono rappresentati dal bacino del fiume Volturno, e quelli dei fiumi Sangro (di cui solo un settore molto ristretto rientra nei limiti regionali), Trigno (di parziale confine tra Molise ed Abruzzo), Biferno e Fortore (di parziale confine tra Molise e Puglia), che drenano verso l'Adriatico.



Figura 10 - Principali bacini Idrografici della Regione Molise

L'assetto geo-litologico dell'area molisana porta con sé una particolare fragilità di fronte ai processi di degrado dei versanti come è facile riscontrare attraverso l'analisi geomorfologica in generale e soprattutto della distribuzione, tipologia e frequenza dei fenomeni franosi.

Il territorio della Regione Molise, essendo in massima parte impostato su di una catena di di recente strutturazione, risulta caratterizzato da forti escursioni altimetriche ed elevata frequenza, generando una fisiografia articolata e a forte pendenza (versanti strutturali e fianchi vallivi). I versanti vallivi diventano l'elemento morfologico peculiare nelle zone più interne ed elevate della regione, dove le uniche unità geomorfologiche a basso gradiente (localmente anche sub. pianeggianti) sono i rari lembi relitti di paesaggi erosivi morfologicamente molto maturi, modellatisi prima delle ultime fasi di sollevamento tettonico (ora disposti a quote elevate nelle zone di spartiacque), nonché le sottili fasce di fondovalle che marciano alcuni dei corsi d'acqua principali ed i fondi di alcune conche intramontane (ad es. Boiano, Sepino, Sessano). Laddove gli elementi acclivi del paesaggio risultano impostati su litologie a scarsa coesione, a bassa resistenza agli sforzi di taglio e/o suscettibili di comportamento plastico, l'evoluzione dei versanti verso condizioni di maggiore stabilità avviene attraverso fenomeni franosi che di norma si distribuiscono in modo molto discontinuo sia nel tempo che nello spazio. Dove, invece, i pendii tagliano litologie che hanno migliori caratteristiche meccaniche, l'evoluzione geomorfologica avviene in modo più regolare e lento, così da permettere una coesistenza più o meno equilibrata dei processi di alterazione e pedogenesi con quelli di erosione, trasporto ed accumulo. Questo secondo tipo di scenario morfodinamico risulta attivo e dominante anche sui pendii che generano frane, limitatamente agli intervalli di relativa stabilità che, talora alla scala secolare o millenaria, marciano i tempi di ritorno dei dissesti in massa rapidi su di uno stesso sito.

5.4.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA IN ESAME

L'area "Basso Molise", di cui fanno parte i comuni di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni, presenta un'estensione di circa 673 km². L'area individua un'estesa fascia che comprende i settori medio-bassi delle valli del Trigno e del Biferno fino ai rilievi dei Monti Frentani. Il territorio è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con quote variabili dai 240 m ai 480 m. I rilievi montuosi dell'area non superano i 1000. Si sviluppano dorsali secondo un allineamento parallelo con direzione NO-SE e costituiscono versanti a prevalente controllo strutturale. I processi morfogenetici che li dominano sono rappresentati dall'erosione idrica concentrata e dai fenomeni di creep. Tali dorsali, situate in sinistra idrografica del Biferno, si impostano sulle calcilutiti e calcari marnosi della Formazione di Tuffillo (Tortoniano-Serravalliano). L'area si presenta dalla struttura geologica complessa ed eterogenea, costituita per la maggior parte da termini flyschoidi riconducibili al Flysch di Agnone (Messiniano), affiorante al confine con l'area "Alto Molise", e alla Formazione di Faeto (Tortoniano-Serravalliano). Queste ultime sono intervallate dalla Successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-Pliocene inf.) e dalle Argille Scagliose (Cretacico sup.-Miocene inf.) presenti nelle zone più collinari e di raccordo con l'area di fondovalle del Biferno. In destra idrografica, invece, prevale interamente la Formazione di Faeto (Tortoniano-Serravalliano) costituita sia dal membro calcareo-marnoso rinvenibile in corrispondenza delle dorsali come quella de Il Monte (727 m), e sia dal membro argilloso-marnoso affiorante in corrispondenza delle morfologie più dolci. Anche queste dorsali si sviluppano secondo un allineamento preferenziale con direzione NO-SE e costituiscono versanti a prevalente controllo strutturale. I processi morfogenetici che li dominano sono rappresentati dall'erosione idrica concentrata e dai fenomeni di creep. La Formazione di Faeto è intervallata a tratti dalle calcareniti con intercalazioni di conglomerati e dalle argille marnose azzurre ascrivibili alla Successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-Pliocene inf.) affiorante nel comune di Casacalenda e Larino. L'intera area "Basso Molise" è interessata da processi fluvio-denudazionale associabili a fenomeni di instabilità, sia lenti che rapidi, come scorrimenti e scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi, e da fenomeni di erosione superficiale spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica concentrata e lineare accelerata. Anche l'area "Basso Molise" è caratterizzata dalla diffusa presenza di lembi di superfici fluvio-denudazionale che si rinvengono in posizione sommitale o lungo i versanti. Qui i processi morfogenetici dominanti sono legati all'azione delle acque incanalate e non, e alla forza di gravità che, visto le pendenze, gioca un ruolo piuttosto limitato, favorendo comunque lo sviluppo di fenomeni superficiali quali il creep e il soliflusso, nonché di limitati movimenti in massa superficiali e lenti. Le aree marginali, a contatto con i versanti di origine fluvio-denudazionale, risentono dei fenomeni che si esplicano in quest'ultima, fungendo da aree di richiamo che tendono ad evolvere verso condizioni di maggiore instabilità. Questi processi si rinvengono anche dove affiorano i depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso-ghiaioso-conglomeratica, al limite con l'area "Fascia costiera". Qui i processi sono di origine fluvio-marina legati ad oscillazioni glacio-eustatico e tettoniche quaternarie del livello del mare. Nelle zone di fondovalle dei corsi dei fiumi Trigno, Biferno e Fortore i processi dominanti sono riferibili all'azione di progressiva reincisione delle superfici terrazzate, all'erosione lineare verticale e laterale che localmente può favorire fenomeni franosi. Invece, lungo i tratti da intermedi a terminali dei corsi d'acqua si sviluppano processi legati all'azione fluviale, sia deposizionale che erosionale, che porta ad una continua riconfigurazione morfologica. Le aree analizzate, che costeggiano i comuni di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni

risultano caratterizzate da settori più rilevati, costituiti da litotipi calcareo e calcareo-marnosi competenti, alternati a rilievi con sommità arrotondate e/o sub pianeggianti, interrotte da depressioni vallive che evidenziano la presenza di litotipi prevalentemente argillosi. La morfologia delle aree analizzate è, in effetti, fortemente condizionata dallo sviluppo di estesi fenomeni franosi che rappresentano il principale fattore di modellamento del rilievo. lo sviluppo dei settori in frana assume una caratteristica forma radiale-centrifuga, con tipologie di dissesti, morfologie ed evoluzioni che si ripetono in modo quasi costante. Partendo dai limiti delle aree urbanizzate, caratterizzate da litotipi più competenti, è possibile riconoscere fenomeni di crollo con nette rotture di pendio. Sono essenzialmente i materiali lapidei, incoerenti o semicoerenti, che possono distaccarsi improvvisamente dai versanti e frantumarsi durante il movimento. Questi fenomeni si verificano in prossimità dei margini delle aree urbanizzate interessati da preesistenti discontinuità strutturali lungo le quali avvengono i distacchi.

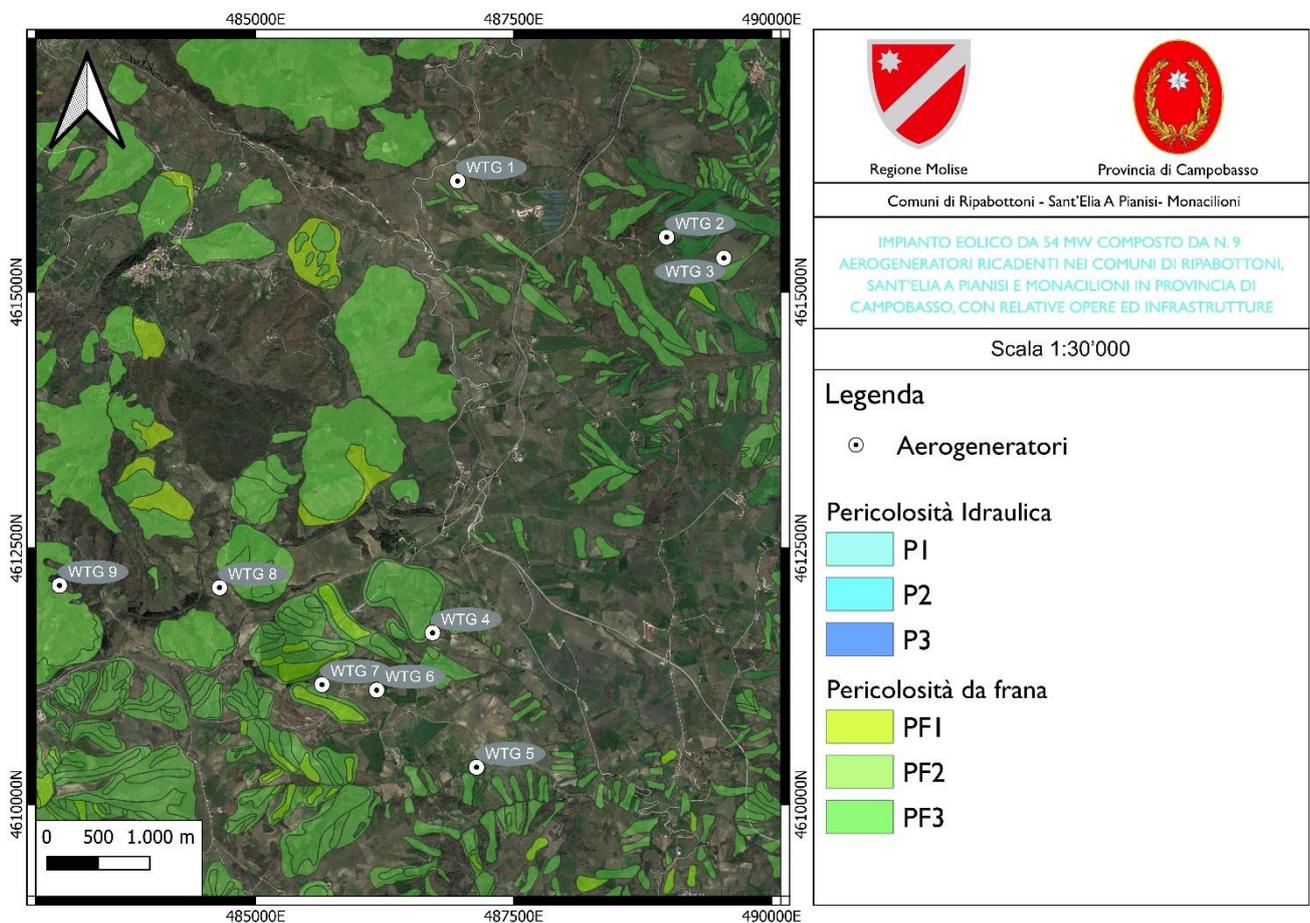


Figura 11 - Carta della Pericolosità da frana e Pericolosità Idraulica (Estratto PAI dei fiumi Biferno e Minori, PAI Fortore)

Tuttavia, come risulta possibile osservare dall'elaborato in Figura 11, secondo cartografia PAI relativa ai bacini idrografici dei Fiumi Biferno e minore e Fortore, gli aerogeneratori oggetto di questa proposta progettuale non interessano alcuna zona caratterizzata da "Pericolosità da Frana", né tantomeno zone interessate da "Pericolosità Idraulica"

5.5 CARATTERI IDROGRAFICI E IDOGEOLGICI

L'idrografia della regione Molise risulta caratterizzata da corsi d'acqua a prevalente regime torrentizio con piene invernali e marcate magre estive. I fiumi principali sono il Volturno, il Trigno, il Biferno e il Fortore. Di questi, soli il Biferno scorre interamente nel territorio Molisano. Il Volturno è uno dei maggiori fiumi dell'Italia meridionale. Il fiume Trigno segna il confine con la Regione Abruzzo, e raccoglie le acque di numerosi affluenti; il fiume Fortore, infine segna il confine con la regione Puglia, dà origine all'invaso di Occhito, che in parte è già in territorio pugliese. La costituzione geopedologica regionale e numerosi altri fattori tra cui l'estrazione della ghiaia dall'alveo dei fiumi, il disboscamento delle sponde fluviali, l'occupazione per scopi agricoli delle aree golenali, hanno determinato una grave situazione di dissesto idrogeologico. Il 30.5% del territorio regionale è classificato a pericolo di frana. Il fattore maggiormente responsabile dell'instabilità dei versanti è costituito dalla natura litologica dei terreni. Gli altri fattori con i quali vanno messe in relazione le frane sono l'evoluzione neotettonica, le condizioni climatiche, l'azione dell'acqua cadente e dilavante, la forte acclività della parte bassa di alcuni versanti, la sismicità, le continue modificazioni della rete drenante e delle pendenze d'asta, il disboscamento intenso e l'abbandono generalizzato dei terreni coltivati e delle pratiche agricole. In tutta la regione Molise si possono distinguere tre complessi idrogeologici principali:

- *complessi calcarei*: sono sede di notevoli acquiferi sotterranei e ad essi sono associate le sorgenti più importanti;
- *complessi calcareo-marnosi*: hanno una circolazione idrica limitata che produce effetti di interesse strettamente locale;
- *complessi marnoso-argillosi*: sono completamente impermeabili e, posti a contatto con il complessi calcarei, permettono la formazione di sorgenti e la nascita di fiumi.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio risultano direttamente condizionate dalla natura litologica del substrato, rappresentato, da termini prevalentemente argilloso-limosi che la sciano il posto, nei settori più rilevati dal punto di vista morfologico, ai depositi calcareo-marnosi. Complessivamente si tratta di terreni a permeabilità, per porosità e secondariamente per fessurazione variabile in base alla maggiore o minore presenza delle frazioni granulometriche grossolane. In genere la permeabilità è variabile da bassa a molto bassa per i litotipi argilloso-limosi in funzione del grado di alterazione, del rimaneggiamento e della destrutturazione; i valori aumentano sensibilmente in corrispondenza dei livelli lapidei e sabbiosi che mostrano una permeabilità variabile da bassa a discreta. La morfologia dell'area di stretto interesse progettuale, rappresentata da alti strutturali e versanti immergenti in direzione dei collettori principali dell'area, consente di ipotizzare flussi di ricarica della falda dai settori più rilevati e pseudo-litoidi, con conseguente saturazione dei terreni argillosi che costituiscono le porzioni mediane e basse dei versanti di studio. A conferma di tale ipotesi, i sopralluoghi di campagna hanno evidenziato che i solchi da ruscellamento concentrato individuati presentano quasi sempre un flusso idrico, seppur limitato nei periodi estivi. Sulla scorta di tali considerazioni si può presupporre che i terreni argillosi presentano un elevato grado di saturazione che diventa massimo nei periodi caratterizzati da precipitazioni intense e severe. Tale condizione determina un elevato valore delle pressioni interstiziali all'interno dei terreni a scapito delle pressioni efficaci e delle stabilità d'insieme. Sulla base di tali analisi, e attraverso una scrupolosa ricerca

effettuata tramite i dati forniti dall'autorità di bacino della regione Molise non si evincono particolari pericolosità idrogeologiche o idrauliche in suddetta zona.

5.6 SISMICITA'

L'area di studio, posto a ridosso del fronte della catena appenninica ed in prossimità di importanti lineazioni tettoniche, a carattere trascorrente e attive, che limitano il promontorio del Gargano, risente di una importante sismicità (Fig.12). L'ultimo evento significativo, in ordine temporale, è stato il terremoto con epicentro in Molise del 31.10.2002. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter. Come evidenziato dal lavoro pubblicato n 2006 da Bruno G, et alii (Bruno G. et alii 2006) gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell'area in studio sono:

- l'evento sismico dell'Irpinia del 23 novembre 1980 (Ms=6.8);
- la sequenza appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- la sequenza garganica del luglio/agosto 1627, che ha provocato, fra l'altro, danni di grado VIII- IX a Termoli e di grado VIII a Campomarino;
- l'evento del luglio 1805, nel Matese, i cui effetti peraltro non hanno superato il grado VI.

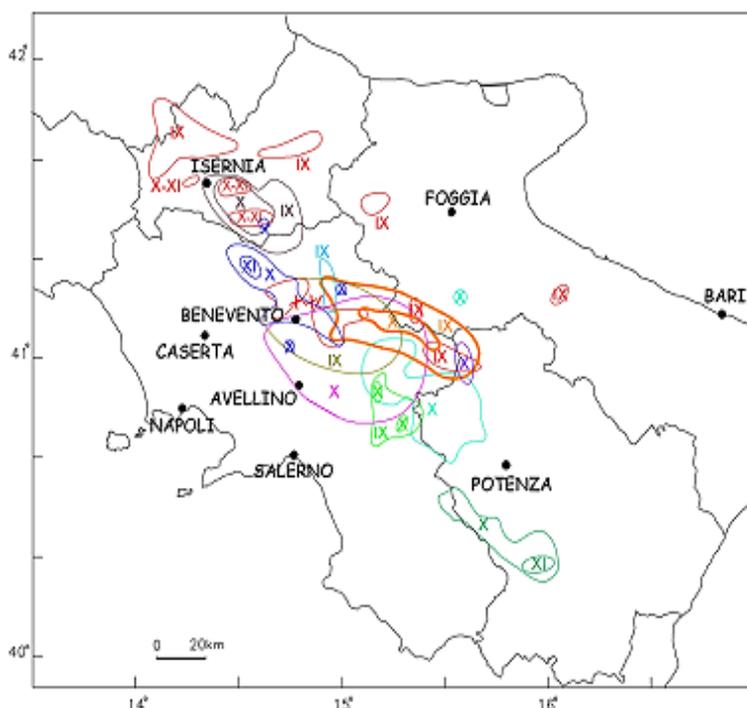


Fig.12 - Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni.

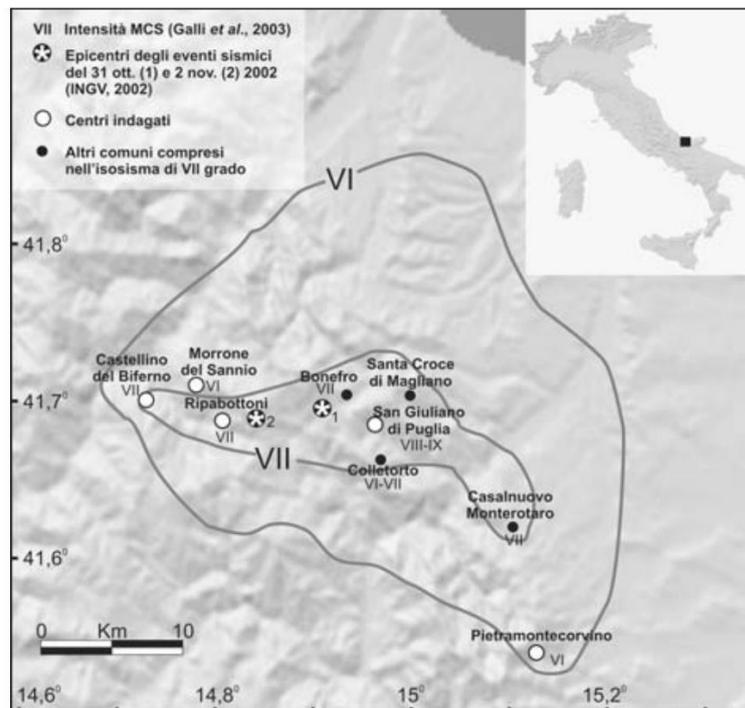


Fig. 13 - Ubicazione degli abitati indagati nel quadro della distribuzione delle intensità MCS.

Il settore di Appennino Meridionale in esame risulta essere localizzato all'interno dell'area epicentrale della sequenza sismica del 2002. I due principali eventi del 31 ottobre e 1 novembre sono stati localizzati rispettivamente nei pressi dei comuni di Bonefro e Ripabottoni. I principale evento della sequenza sismica del terremoto del Molise (MI 5,4), localizzato a pochi chilometri a sud-ovest di Bonefro, è stato registrato dalle rete sismica nazionale alle 11.32 del 31 ottobre 2002 dopo una serie di lievi scosse (MI 3,5) succedutesi a partire dalle 1.25 dello stesso giorno. Dopo numerose repliche di bassa magnitudo è seguito alle 16.08 del 1 novembre una seconda forte scossa (MI 5,3) con epicentro localizzato a circa 5 Km ad ovest dell'evento principale (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2002). I dati sismologici indicano per entrambi gli eventi una profondità di circa 20 Km e meccanismi focali con piani trascorrenti rispettivamente N-S sinistra e E-W destra (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2002). La distribuzione delle repliche, con una chiara orientazione in direzione E-W, suggerirebbe che le sorgenti sismogeniche responsabili degli eventi principali della sequenza sismica abbiano un orientamento parallelo.

Infatti, come è possibile osservare dall'estratto cartografia DISS (Database of Individual Seismogenic Source - INGV) l'area oggetto d'esame risulta essere posizionata a cavallo di un importante sorgente sismogenetica, ossia il Lineamento Ripabottoni-San Servero.

Secondo svariati autori Questa sorgente composita si trova a cavallo della regione tra le colline pedemontane del Molise e la pianura della Capitanata, attraverso l'alta valle del Fortore, e appartiene al sistema obliquo-destro che interessa l'avampaese Adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è una faglia quasi verticale, inclinata a N, a est dell'asse estensionale principale dell'Appennino meridionale.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004) mostrano una scarsa sismicità da intermedia a dannosa in questa regione, compreso l'evento del 20 agosto 1941 (Mw 5.4, S. Severo) che ha avuto luogo nel settore orientale dell'area, mentre l'evento dell'11 ottobre 1125 (Mw 5.7, Sannio-Molise) ha colpito a sud-ovest. Soprattutto, questa regione è stata interessata dal terremoto del 30 luglio 1627 (Mw 6.7, Gargano) che si è verificato nel settore orientale, mentre quello occidentale è stato colpito dai ben noti terremoti gemelli del 31 ottobre-1 novembre 2002 (entrambi Mw 5.7, Molise).

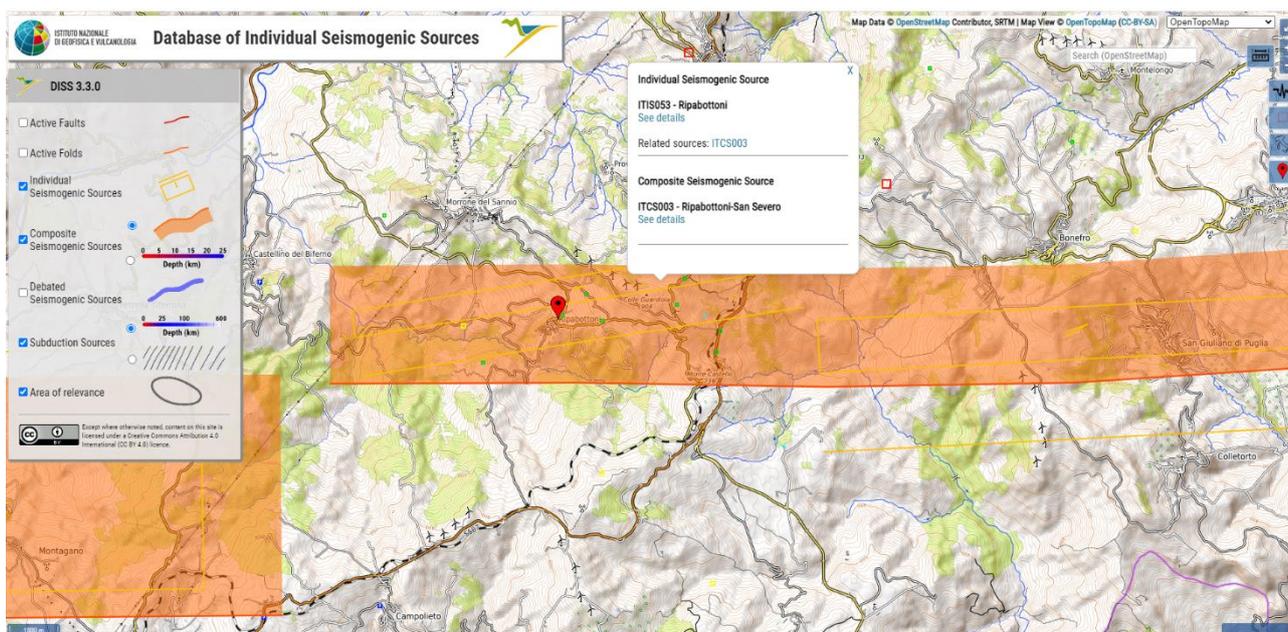
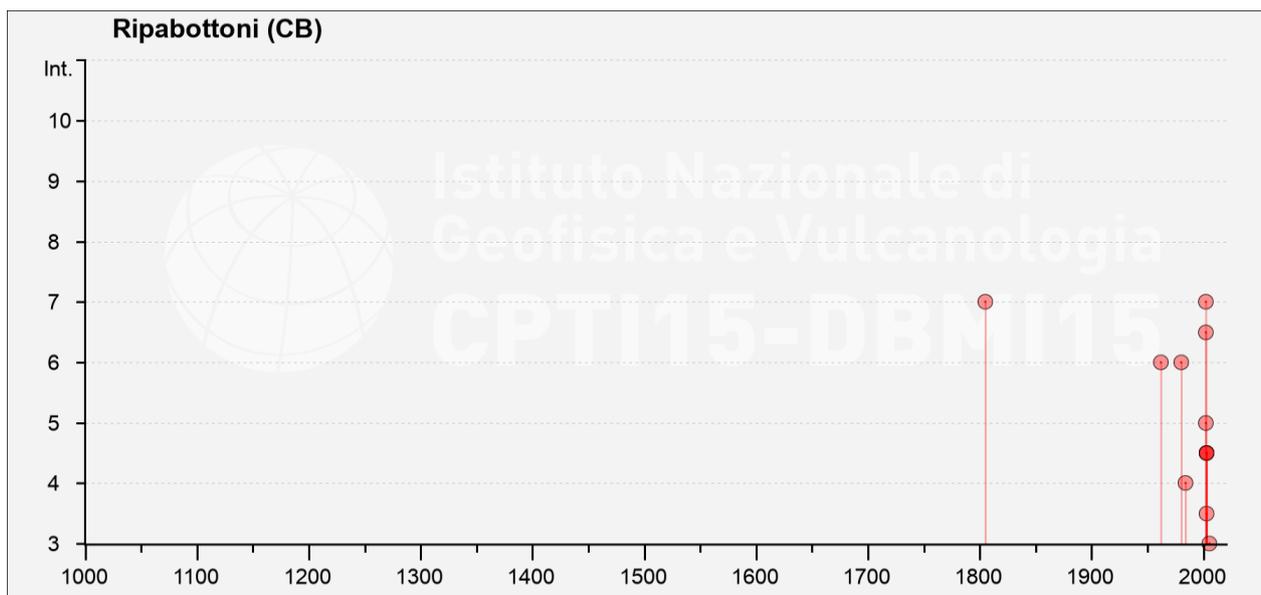


Fig.14 - Estratto cartografia DISS (Database of Individual Seismogenic Source) - INGV

Questa sorgente rappresenta una faglia profonda E-W che può essere vista come il prolungamento occidentale della ben nota faglia di Mattinata, attiva fino a 25 km di profondità. Tale evidenza è stata dimostrata dall'attivazione delle sorgenti che hanno causato i terremoti del Molise del 2002. Questa sequenza ha anche mostrato che la fagliazione sismogenetica in quest'area è essenzialmente cieca, interessando solo la parte più profonda dello strato sismogenetico - un fatto che sembra caratterizzare l'intero dominio sismogenetico a est della dorsale appenninica meridionale, e forse anche di quella centrale. Si pensa che il settore orientale di questa sorgente abbia causato il distruttivo terremoto del 1627. L'attività di quest'ultimo settore è dimostrata anche dal suo controllo sul modello di drenaggio a lungo e a breve termine della R. del Fortore nel suo percorso verso il Mare Adriatico.

Tre segmenti di questa sorgente sono stati associati a terremoti chiave che hanno interessato questa regione. Lo strike di questa sorgente si è basato su quello delle strutture mappate. L'immersione si basa su dati sismologici e considerazioni geometriche. L'inclinazione rappresenta uno slittamento obliquo, laterale destro, basato su dati sismologici. La profondità minima e massima si basano su dati sismologici e geologici. Il tasso di scivolamento è stato dedotto da considerazioni geodinamiche per l'ambiente tettonico che include questa sorgente



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35
NF	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52
NF	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
NF	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
7	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74
6-7	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
5	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
3-4	2003	01	27	04	03	4	Molise	60	5	3.84
4-5	2003	04	28	20	12	3	Molise	33	4-5	3.64
4-5	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
4-5	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
3	2005	03	01	05	41	3	Molise	136	4	3.68
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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", ha disposto i seguenti criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo:

1. Una nuova classificazione dei comuni italiani secondo quattro zone di pericolosità sismica
2. (Tabella), espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (a_g) su terreni duri e differenti tempi di ritorno, funzione della vita nominale della struttura e della sua destinazione d'uso. Tabella a - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido
3. La classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione (Tabella), sulla base della stima di vari parametri del terreno (V_s , NSPT, c_u , e profondità del bedrock). Ad ogni categoria sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto.

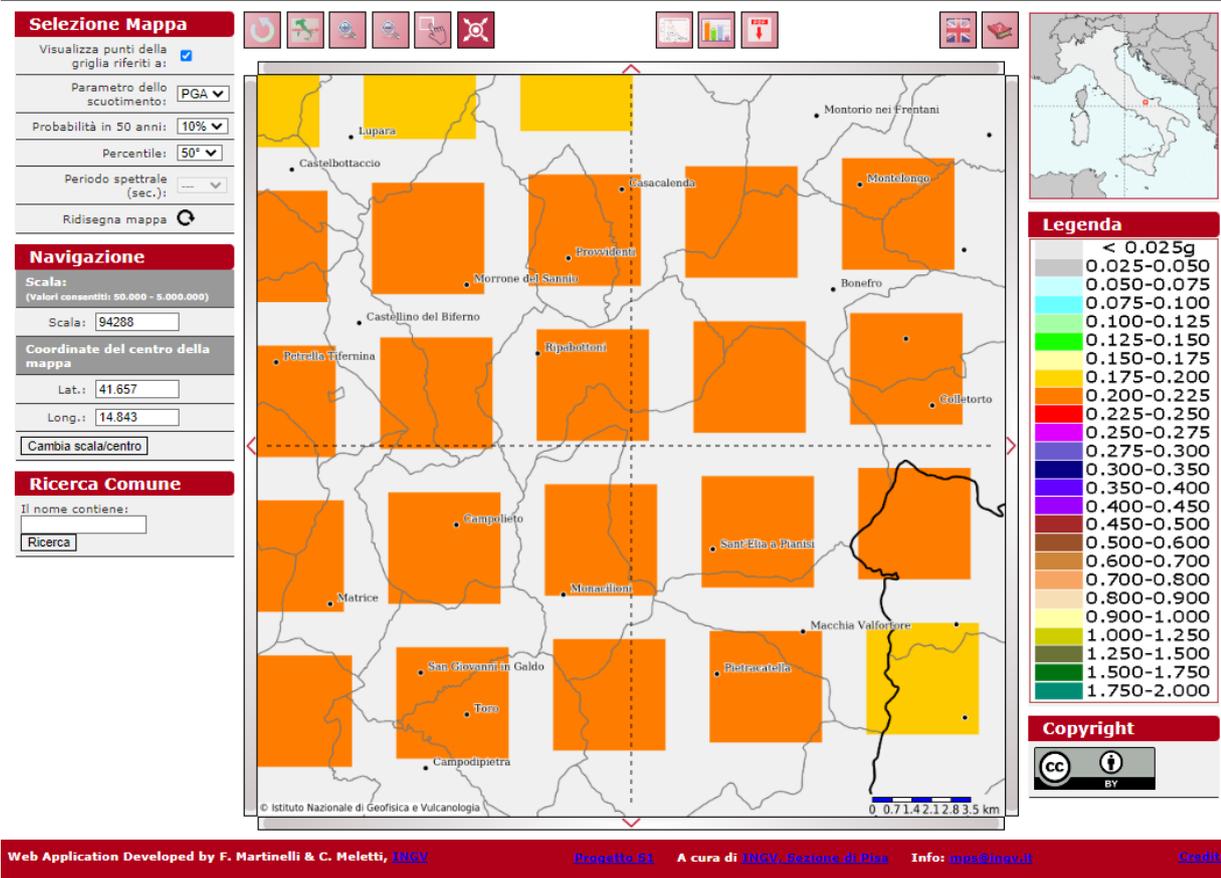
ZONA	ACCELERAZIONE (A_G) CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI	A_G MAX
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g
4	$\leq 0,05 g$	0,05 g

Secondo l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003, i comuni di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni è incluso in ZONA II. Nel seguente schema viene riportato uno stralcio dell'Allegato A "Classificazione sismica dei comuni italiani", all' Ordinanza PCM n° 3274 del 20/03/2003, riferito i comuni di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni.

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>, attraverso le coordinate geografiche del sito.

Regione	Provincia	Cod.Istat	Denominazione	Zona Sismica
Molise	Campobasso	70058	Ripabottoni	II
Molise	Campobasso	70074	Sant'Elia a Pianisi	II
Molise	Campobasso	70040	Monacilioni	II

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



5.7 CONCLUSIONI

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio geologico, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche connesse con le previsioni realizzative, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico e geologico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- l'area in esame ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata come Zona II così come da Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/03;
- NON interessa aree recentemente classificate dal PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) dei fiumi "Biferno e Minori" e del "Fiume Fortore" sia per quanto riguarda la Pericolosità Geomorfologica che la Pericolosità Idraulica;
- in questa fase progettuale non si è tenuto conto di nessuna prova di tipo geognostico e/o geofisico, in quanto la finalità di questo elaborato è volta ad una comprensione preliminare dell'area in oggetto. Durante la fase esecutiva del progetto, come previsto dalla Normativa vigente, verranno eseguite le indagini necessarie alla definizione del quadro geologico, geotecnico e sismologico dei terreni di fondazione.

Troia, 12/10/2023

Dott. Luciano CASOLI



5.8 BIBLIOGRAFIA

- *Boschi, E., E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, G. Valensise and P. Gasperini (2000)*, Catalogue of Strong Italian Earthquakes, 461 b.C to 1997. *Ann. Geofis.*, 43, 609-868, with database on CD-ROM.
- *Bruno G., Cherubini C., Pagliarulo R., Surgo C., Trizzino R. (2006)* - Valutazione della suscettività al dissesto idrogeologico della fascia pedemontana dell'Appennino Dauno: il caso dell'abitato di Troia (Foggia) *Giornale di Geologia Applicata* 3 (2006) 167-172, doi: 10.1474/GGA.2006-03.0-22.0115
- *DISS Working Group (2021)*. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>
- *Gruppo di Lavoro CPTI (2004)*, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04). INGV Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>
- *Improta L., Iannacone G., Capuano P., Zollo A., Scandone P. (2000)* – Interferences of the upper crustal structure of Southern Appennines (Italy) from seismic refraction investigations and subsurface data. *Tectonophysics*, 317 (3-4), 273-297.
- *Lentini F., Carbone S., Di Stefano A., Guarnieri P. (2002)* – Stratigraphical and structural constraints in the Lucanian Appennines (southern Italy): tools for reconstructing the geological evolution. *J. Geodynamics*, 34, 141-158.
- *Mazzoli S., Barkham S., Cello G., Gambini R., Mattoni L., Shiner P., Tondi E. (2001)* – Reconstruction of continental margin architecture deformed by the contraction of the Lagonegro Basin, southern Appennines, Italy. *J. Geol. Soc. London*, 158, 309-319.
- *Meletti, C., Montaldo, V., Stucchi, M., Martinelli, F. (2006)*. Database della pericolosità sismica MPS04. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). DOI: 10.13127/SH/MPS04/DB
- *Patacca E. Sartori R., Scandone P. (1990)* – Tyrrhenian basin and Appenninic arcs: kinematic relations since Late Tortonian times. *Mem. Soc. Geol. It.*, 45, 425-451.
- *Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N., Santini U. (1992)* – The Numidian sand-event in the Southern Appennines. *Mem. Sci. Geol. Padova*, 43, 297-337.
- *Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N., Santini U. (1992)* – La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise. In: Tozzi M., Cavinato GP., Parotto M. Eds. "Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia-Vasto". AGIPCNR-ENEL. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1991-2, 417-441.
- *Patacca E., Scandone P. (2001)* – Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust belt foredeep system of the Southern Appennines (Pliocene-Pleistocene). In Vai G.B. & Martini I.P. Eds., *Anatomy of an orogen: the Appennines and adjacent Mediterranean Basins*. Kluwer Academic Publ., 401- 440.
- *Patacca E., Scandone P. (2007)* – Geology of the Southern Appennines. *Boll. Soc. Geol. It.*, 7, 75-119.

- *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A., 2022.* Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>
- *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020).* The Italian earthquake catalogue CPTI15. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>
- *Selli R. (1962)* – Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 3, 733- 789. bacino molisano. *Mem. Soc. Geol. It.*, 51, 263-272.
- *Speranza F., Mattei M., Naso G., Di Bucci D., Corrado S. (1998)* – Neogene-Quaternary evolution of the central Appenine orogenic system (Italy): a structural and paleomagnetic approach in the Molise region. *Tectonophysics*, 299, 143-157.
- *Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., (2011).* Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 101(4), 1885-1911. DOI: 10.1785/0120100130.
- *Vai G.B. (1994)* – Crustal evolution and basement elements in the Italian area: Paleogeography and characterization. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, 36 (141-144), 411-434.
- *Vai G.B. (2001)* – Basement and early (pre-Alpine) history. In Vai G.B., Martini I.P. Eds., *Anatomy of an orogen: The Appennines and Adjacent Mediterranean Basins.* Kluwer Academic Publ., 121-150.