

Regione: Campania
Provincia: Avellino (AV)
Comune: Calitri e Bisaccia
Localita': Luzzano

PARCO EOLICO DI CALITRI
Progetto Definitivo

Titolo: RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO GRAFICO

IT / EOL / E-CALI / PDF / C / RT / 015 - a

Visti / Timbri:



Note:

REVISIONI

| Data | Rev. | Descrizione revisioni | Elaborato: | Controllato: | Approvato: |
|------------|------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 28/02/2024 | a | Emissione | Geol. A. Rosa Simone | Geol. A. Rosa Simone | Geol. A. Rosa Simone |

PARCO EOLICO
di CALITRI

Parco Eolico di Calitri S.r.l.
Sede legale in via Vittorio Alfieri n. 26 San Donaci (BR) cap 72025
Sede operativa in via Ivrea n. 70, Rivoli (TO) cap 10098

T +39 011 95 79 211
F +39 011 95 79 245

www.asja.energy



Sommario

| | |
|--|-----------|
| PREMESSA | 2 |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE..... | 4 |
| INQUADRAMENTO TETTONICO DELL'AREA..... | 6 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE E USO DEL SUOLO | 8 |
| INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO CON RIFERIMENTO AL P.A.I. | 13 |
| INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO | 15 |
| INQUADRAMENTO SISMICO | 17 |
| SISMICITÀ STORICA E RECENTE | 17 |
| CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA | 20 |
| DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI DI PROGETTO | 22 |
| <i>Vita nominale.....</i> | 22 |
| <i>Classe d'uso.....</i> | 22 |
| <i>Periodo di riferimento dell'azione sismica</i> | 22 |
| <i>Azione sismica di base</i> | 23 |
| <i>Calcolo parametri sismici.....</i> | 24 |
| CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE..... | 25 |
| <i>Modalità e mezzi di indagine.....</i> | 25 |
| <i>Parametri di riferimento.....</i> | 25 |
| <i>Definizione unità litotecniche.....</i> | 26 |
| <i>Definizione unità litotecniche.....</i> | 26 |
| CONSIDERAZIONI FINALI..... | 28 |

PREMESSA

La Società Parco Eolico di Calitri s.r.l., con sede operativa in Via Ivrea, 70 a Rivoli (TO), intende realizzare la modifica del progetto di un impianto eolico autorizzato con la sostituzione degli attuali 17 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 2,3 MW con 6 aerogeneratori, della potenza unitaria di 6,2 MW, per una potenza totale definitiva di 37,2 MW, da realizzarsi nel Comune di Calitri (AV) in località Luzzano e delle relative infrastrutture di connessione alla RTN, da realizzare nel Comune di Calitri (AV) e Bisaccia (AV), così come riportato nell'ortofoto seguente.



La società sta procedendo alla modifica del progetto eolico definitivo, autorizzato dalla Regione Campania con DD. N.1129 del 25 novembre 2014, con un progetto che prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da 6 aerogeneratori da 6,2 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 37,2 MW, di un cavidotto MT di collegamento tra gli aerogeneratori nel comune di Calitri (AV) e di un cavidotto RTN di collegamento alla sottostazione Terna nel comune di Bisaccia (AV). Il progetto iniziale prevedeva l'installazione di un impianto eolico costituito da n.17 aerogeneratori ciascuno di potenza pari a 2,3 MW e relativa connessione alla rete elettrica tramite cavidotto interrato e sottostazione elettrica MT/AT. Si sottolinea che tale variante al progetto definitivo non è sostanziale.

La scrivente, avendo già redatto uno studio geologico definitivo dell'area in esame e autorizzato dalla R.C., in tale fase procede di nuovo all'analisi dei siti ed in particolare di quelli dove verranno ubicate le opere in variante. Al fine di ricostruire un'accurata descrizione dell'area in progetto, a seguito delle modifiche, sono stati raccolti tutti i dati, le informazioni e la documentazione disponibile a livello locale; inoltre, sono state utilizzate le indagini geognostiche effettuate nell'area in esame e, a supporto, è stato eseguito un rilevamento geologico a larga scala. In ottemperanza alle disposizioni di legge, la relazione geologica è articolata in sezioni a loro volta suddivise in sottosezioni nonché sezioni dedicate alle prescrizioni e conclusioni finali; così come di seguito riportato.

Nello specifico il lavoro è stato suddiviso in più fasi:

- ricerca bibliografica e cartografica;

- acquisizione dati dai lavori, precedenti, effettuati nell’area;
- rilevamento geologico;
- rielaborazione dei dati precedentemente acquisiti.

Lo studio ha portato alla stesura dei seguenti elaborati:

- 015-a “Relazione geologica” esplicitando i contenuti sotto elencati:
- Riferimento Normativo
- Inquadramento geologico generale e uso del suolo;
- Inquadramento tettonico dell’area;
- Inquadramento geologico locale in linea generale;
- Inquadramento geomorfologico con riferimento al PAI;
- Inquadramento idrogeologico e idrografico dell’area
- Inquadramento sismico secondo NTC 2018 e con specifica dei siti in linea generale
- Caratterizzazione del suolo di fondazione in ogni sito in linea generale

A corredo dalle seguenti carte tematiche:

- Tavola 015-1 Allegato - “Indagini Geognostiche”.
- Tavola 015-2 “Corografia” (scala 1: 25.000);
- Tavola 015-3 “Aerofotogrammetria con ubicazione delle indagini” (scala 1: 20.000);
- Tavola 015-4 “Stralcio PAI AdB Puglia” (scala 1: 20.000);
- Tavola 015-5 “Stralcio Catalogo Frane IFFI” (scala 1:20.000);
- Tavola 015-6 “Stralcio Carta Geologica d'Italia” (scala 1: 10.000);
- Tavola 015-7 “Stralcio Carta Geologica d'Italia Parco” (scala 1: 10.000);
- Tavola 015-8 “Stralcio Carta Geomorfologica” (scala 1: 10.000);

Il paragrafo della descrizione dei suoli di fondazione ha lo scopo di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni coinvolti e potenzialmente coinvolgibili dalle opere. Le informazioni per sviluppare tale parte sono state acquisite attraverso i risultati di tutte indagini geognostiche pregresse e disponibili, realizzate per lo sviluppo del progetto iniziale, volte a definire i parametri geotecnici.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 -Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Regione Campania - L.R. n.9/1983 - D.G.R.C. n. 3573/2003.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- Autorità di Bacino dell’appennino meridionale (Ex autorità di Bacino della Puglia) - Piano stralcio Assetto Idrogeologico (30.12.2005) – Norme Tecniche di Attuazione.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio del comune di Calitri e Bisaccia rientra nel foglio 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, in particolare le aree oggetto di intervento nel suo settore centro-meridionale, così come riportato nella tavola 015-6 (Estratto Carta Geologica scala 1: 20.000).

L'abitato di Calitri è situato nell'alta valle del Fiume Ofanto, su un versante posto sulla sua sinistra idrografica. Dall'analisi della carta geologica, si evince che il territorio ricade su termini litologici correlabili a successioni sedimentarie marine con un'età Pliocenica e Pleistocenica, riferibili al ciclo sedimentario di Ariano e di Atesa (Patacca et Alii, 1990; Gambino, 1993), oltre ad un complesso caotico delle Argille Varicolori e dalle Unità Lagonegresi.

I litotipi Pliocenici si sono depositati nei cosiddetti bacini intrappenninici, ubicati all'interno della catena sudappenninica e costituivano una successione di falde migranti verso est, in posizione rialzata rispetto all'avanfossa, il cui cuneo clastico formava una struttura sinclinalica (Figura 1) rispetto ad essa (Cantalamesa et al., 1988)

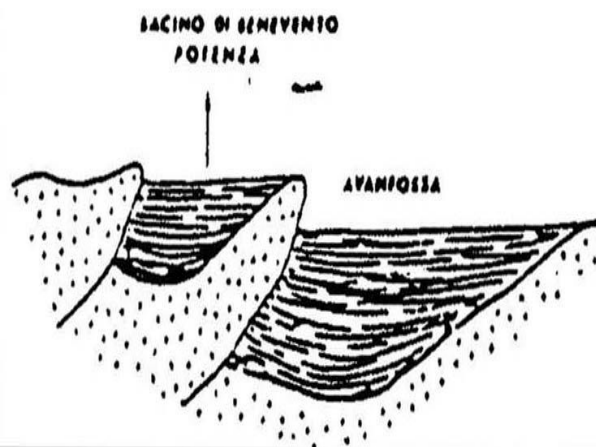


Fig.1 - Profilo schematico illustrativo dei rapporti tra i bacini intrappenninici di Benevento-Potenza e l'avanfossa

I sedimenti pliocenici hanno un'ampia estensione e sono trasgressivi sulle unità delle Argille Varicolori (denominato Complesso): Il complesso è costituito da alternanze di argilloscisti e marnoscisti prevalentemente siltosi, grigi e varicolori e con differente grado di costipazione e scistosità; si ritrovano intercalazioni di strati calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici, di breccie calcaree, di arenarie, di conglomerati, di diaspri e di scisti diasprini.

Tale complesso costituisce anche il substrato di tutti i litotipi presenti nel territorio di Calitri, ha notevole potenza ed è generalmente caratterizzato da una generale omogeneità litologica, anche se nel dettaglio si presenta caotico con brusche variazioni litologiche laterali e verticali.

La successione PLIOCENICA, invece, è data dai seguenti litotipi:

- conglomerati di base poligenici, fortemente cementati, con ciottoli costituiti in prevalenza da elementi di arenarie e di calcari marnosi;
- sabbie, sabbie argillose, arenarie grigiastre, giallastre e rossastre. Intercalazioni di argille, marne siltose, sabbiose e lenti conglomeratiche.
- marne, argille siltose e sabbiose di colore grigio-azzurro. Intercalazioni sabbiose, arenacee grigiastre e giallastre.
- A luoghi, vi è la presenza di detrito di falda talora cementato o associato a materiali residuali.

Sulla base dei caratteri litostratigrafici e in considerazione dell'area geografica di appartenenza, i terreni localmente affioranti sono stati riferiti alle seguenti unità:

- FORMAZIONE DELLA DAUNIA: breccie, brecciole, calcareniti alternate a marne ed argille di vario colore, argille e marne siltose, calcari organogeni, arenarie, puddinghe poligeniche;
- COMPLESSO DELLE CALCARENITI E CALCIRUDITI: a luoghi;
- COMPLESSO CALCAREO-MARNOSO-ARENACEO a luoghi;
- COMPLESSO DEGLI ARGILLOSCISTI VARICOLORI: alternanze di argilloscisti e marnoscisti prevalentemente siltosi, grigi e varicolori e con differente grado di costipazione e scistosità; si ritrovano intercalazioni di strati calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici, di breccie calcaree, di arenarie, di conglomerati, di diaspri e di scisti diasprini.



Fig.2 - Stralcio Carta Geologica D'Italia 1:100.000 - Foglio 186

INQUADRAMENTO TETTONICO DELL'AREA

La catena sud-appenninica è costituita da unità tettoniche derivate dalla deformazione del paleomargine mesozoico-terziario apulo-africano (*D'argenio et Alii, 1973,1975*) che rappresentano sia l'ossatura geologica dell'area compresa nel Foglio 451 "Melfi" della Carta D'Italia in scala 1: 50.000 (*Fig. 3 e 4*), e sia i termini più antichi che affiorano largamente in Campania. La catena appenninica è una struttura a falde di ricoprimento e pieghe, con vergenza verso oriente, derivante da una serie di fasi tettonogenetiche compressive, distensive e traslative, esplicatesi dal Miocene inferiore al Pliocene, e riconducibili all'interazione tra la zolla africana, la zolla europea e la microzolla adriatico-apula, e conseguente mente all'arretramento verso est di tutto il sistema Catena-Avanfossa- Avanpaese, nonché all'apertura del bacino di retroarco tirrenico, a partire dal Tortoniano (*Malinverno & Ryan, 1986; Patacca & Scandone, 1990; Patacca & Scandone, 2004a*). Le unità tettoniche sono state impilate con vergenza adriatica dall'Oligo-Miocene. La loro deformazione è stata accompagnata dalla sedimentazione di potenti cunei clastici miocenici e pliocenici che affiorano diffusamente anche in alta Irpinia, a tetto di unità cretacico-oligoceniche a dominante argillosa la cui attribuzione tettonica e/o paleogeografica è talora incerta (*Gallicchio et alii, 1996*).

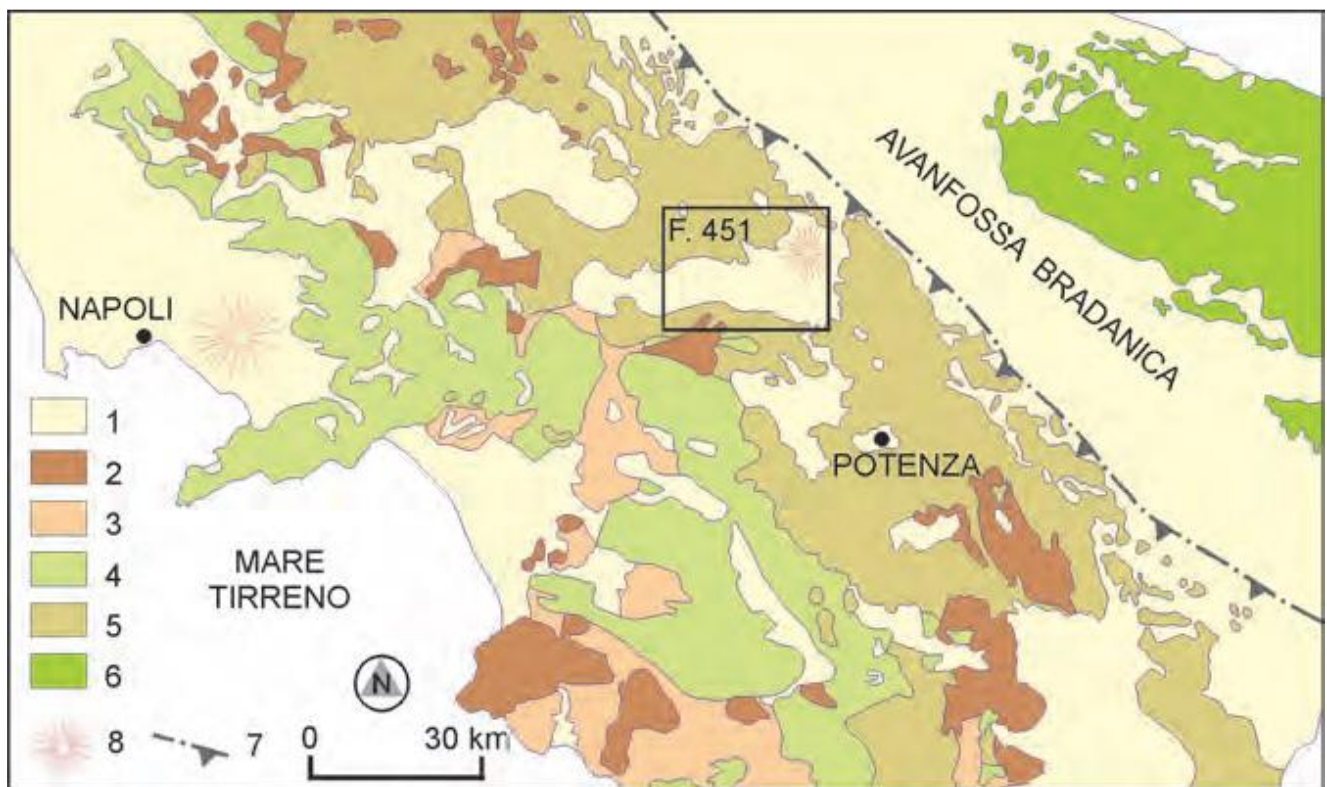


Fig. 3 - Schema geologico dell'Appennino campano-lucano.

Legenda: 1. Sedimenti plio-quadernari e vulcaniti quadernarie; 2. Depositi sinorogeni miocenici discordanti; 3. Unità interne cretaceooligoceniche ofi olitifere (Unità Liguridi) e a dominante argillosa (Unità Sicilidi); 4. Carbonati meso-cenozoici della Piattaforma campano-lucana; 5. Successioni triassico-mioceniche del Bacino lagonegrese; 6. Carbonati meso-cenozoici della Piattaforma Apula; 7. Fronte di sovrascorrimento della catena; 8. Edifi ci vulcanici.

Note_451_Melfi_09-12-15.indd 10 25/01/16 10:47

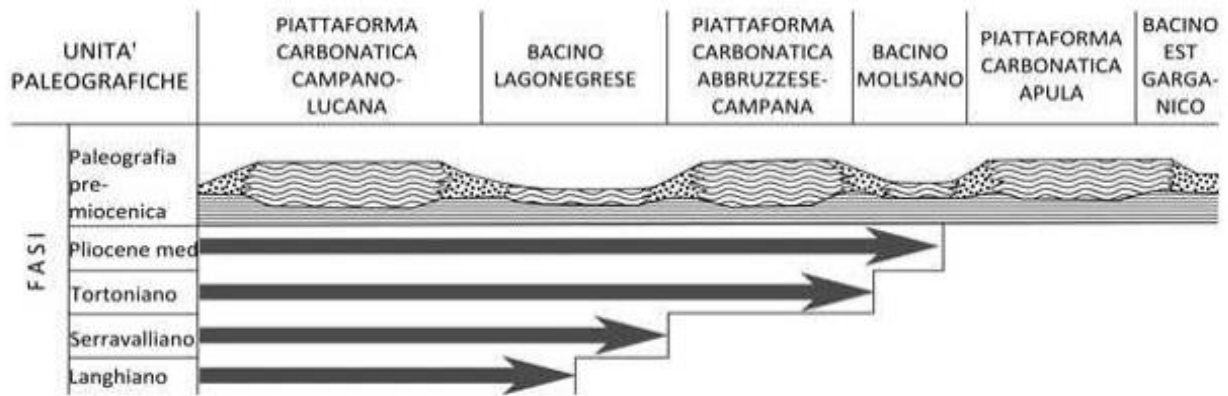


Fig. 4 - Schema paleografico e fasi tetto-genetiche delle principali unità geologiche dell'Appennino meridionale (da D'Argenio ed Alii 1973)

Nella Fig. 5 è rappresentata la Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino Campano-lucano, mentre in Fig. 6 sono schematizzati i rapporti geometrici tra le diverse unità geologiche, in base al modello proposto da Patacca & Scandone (2007)

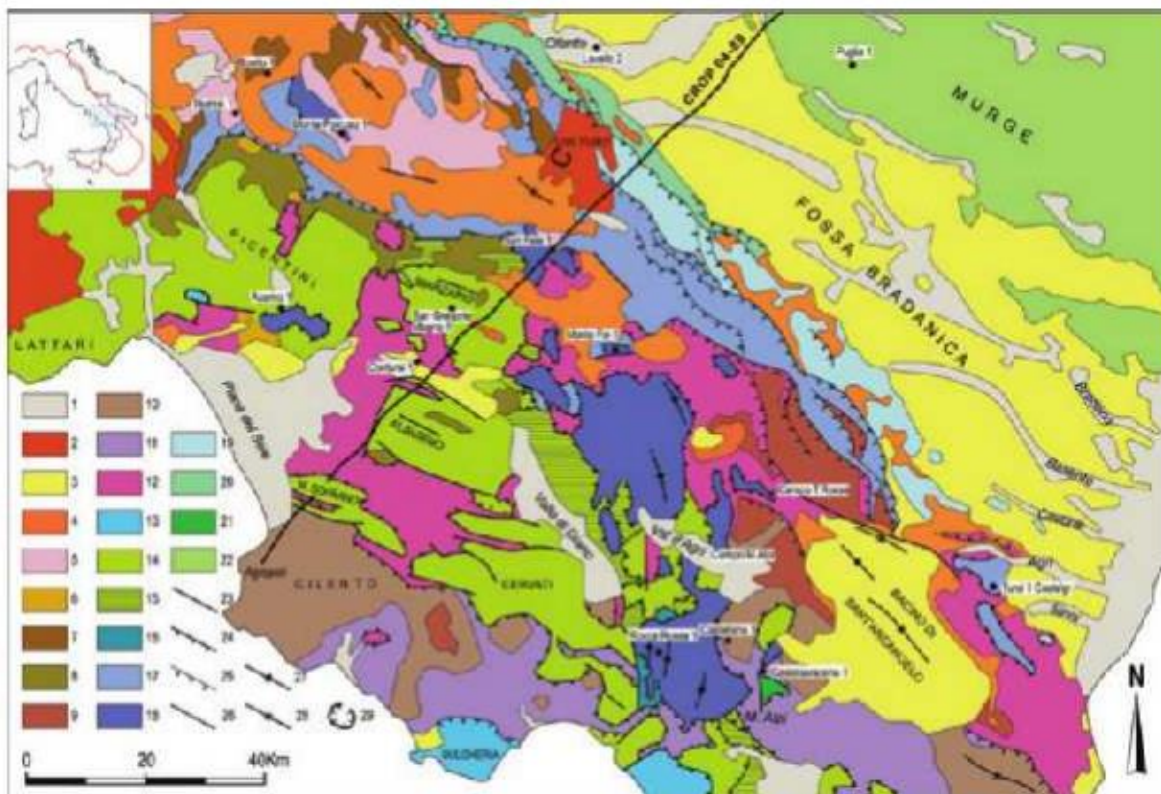


Fig. 5- Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino Campano-Lucano. Modificato da Patacca (2007).

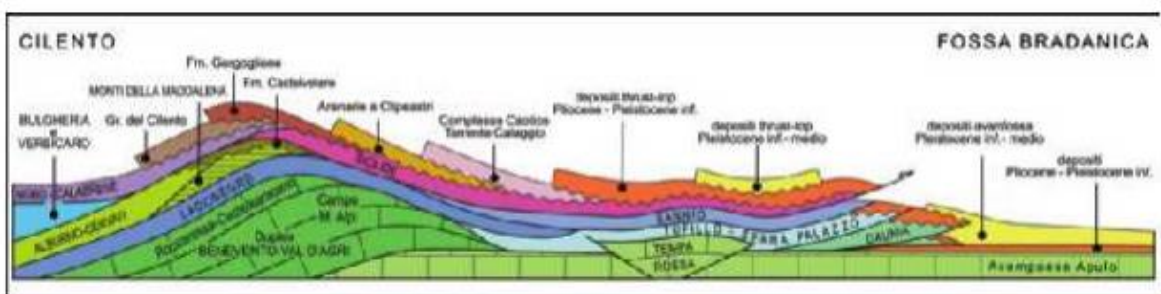


Fig. 6- Rappresentazione schematica dei rapporti geometrici tra le diverse unità geologiche che compongono il sistema catena-avampaese tra il Cilento e la Fossa Bradanica.

Le formazioni geologiche più rappresentative dell'Appennino lucano-campano possono schematizzarsi in 5 raggruppamenti (Iannace):

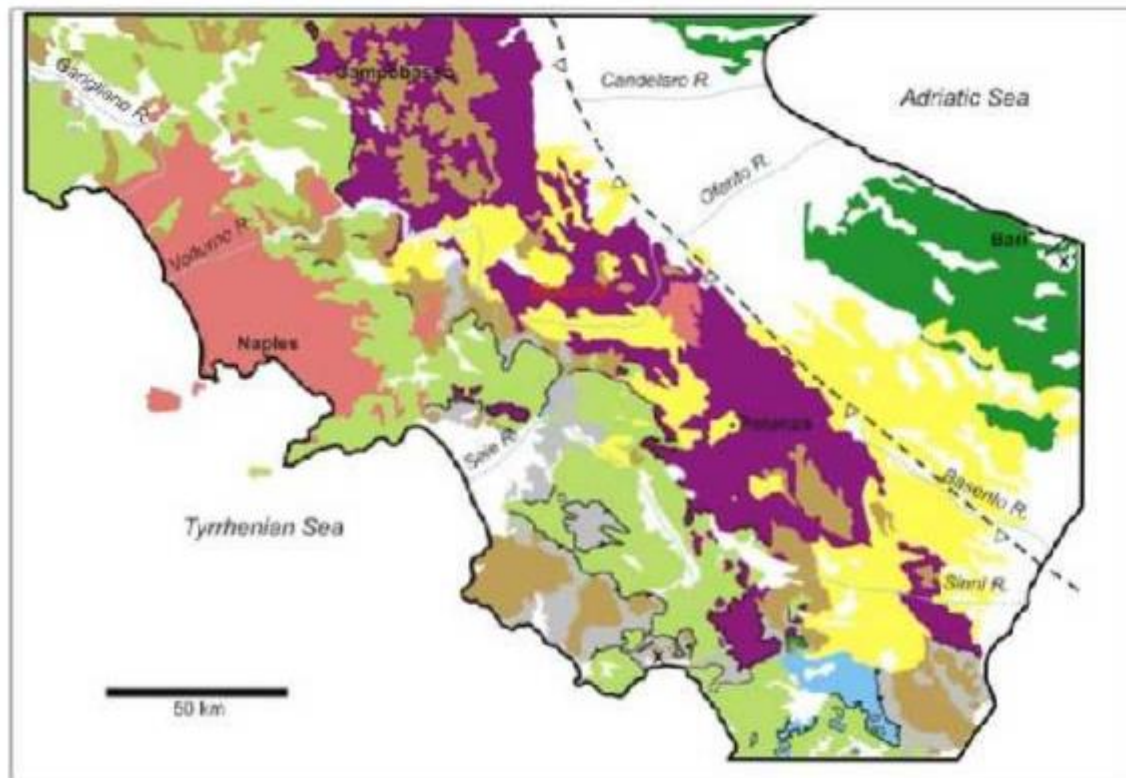


Fig. 7- Le formazioni geologiche rappresentative dell'Appennino lucano-campano (Iannace)

- 1 – Unità Tettoniche di derivazione oceanica;
- 2 – Unità Tettoniche di Piattaforma Carbonatica;
- 3 – Unità Tettoniche di Bacino profondo;
- 4 – Unità Tettoniche di tipo "flysch";
- 5 – Successioni sedimentarie discordanti del Pliocene e Pleistocene e vulcaniti pleistoceniche.

I primi 4 gruppi sono stati dislocati progressivamente verso est, costituiscono la struttura portante profonda della catena a pieghe e faglie e sono accavallate le une sulle altre con vergenza verso est e nord-est.

Le ricostruzioni dell'assetto tettonico e morfologico della catena appenninica sono molteplici e, a seconda degli autori, varia il numero delle piattaforme carbonatiche intercalate da bacini.

L'area in esame è stata coinvolta nelle diverse fasi tettoniche che hanno contribuito all'orogenesi tettonica, causando il complesso assetto tettonico e strutturale che registra gli effetti di una tettonica polifasica, rilevabile nei depositi plio-pleistocenici affioranti.

Da un lato la tettonica compressiva ha causato un andamento anticlinalico nella struttura di Calitri, che vede gli strati più antichi posizionati al nucleo; dall'altro lato, la Neotettonica Quaternaria ha individuato lineamenti distensivi e trascorrenti con andamento all'incirca EW e NS, i quali sono responsabili dello smembramento e della disarticolazione delle precedenti strutture compressive. Ciò ha causato l'approfondimento dell'asta fluviale dell'Ofanto e il sollevamento delle aree circostanti.

Nelle aree di intervento c'è da rilevare, come si evince dalla Carta Geologica, la presenza di qualche faglia, di cui alcune incerte, con un tipico andamento appenninico NW-SE.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE E USO DEL SUOLO

L'area in esame viene identificata dalla tavoletta IGM, "Calitri – I SE" alla scala 1: 25.000, appartenente al Foglio 186, della cartografia alla scala 1: 100.000, "Sant' Angelo Dei Lombardi.



Fig. 8- Stralcio corografia dell'area con interventi (IGM 25.000 Calitri I SE)

Tale area è compresa tra le quote 600 e 750 s.l.m. e ricade nel Foglio 451 “Melfi” della Carta Geologica scala 1:50.000 (Ispra -prog. CARG).

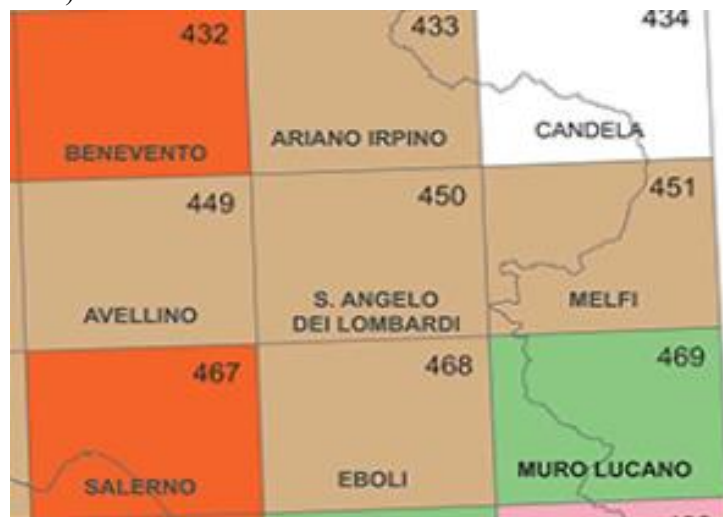


Fig. 9- Ubicazione Foglio 451 – Carta geologica 1:50.000 (Ispra prog. CARG)

Tale carta è stata redatta a seguito di un rilevamento di dettaglio in scala 1:50.000; sovrapponendo le opere è possibile ricavare la litologia dei siti interessati.

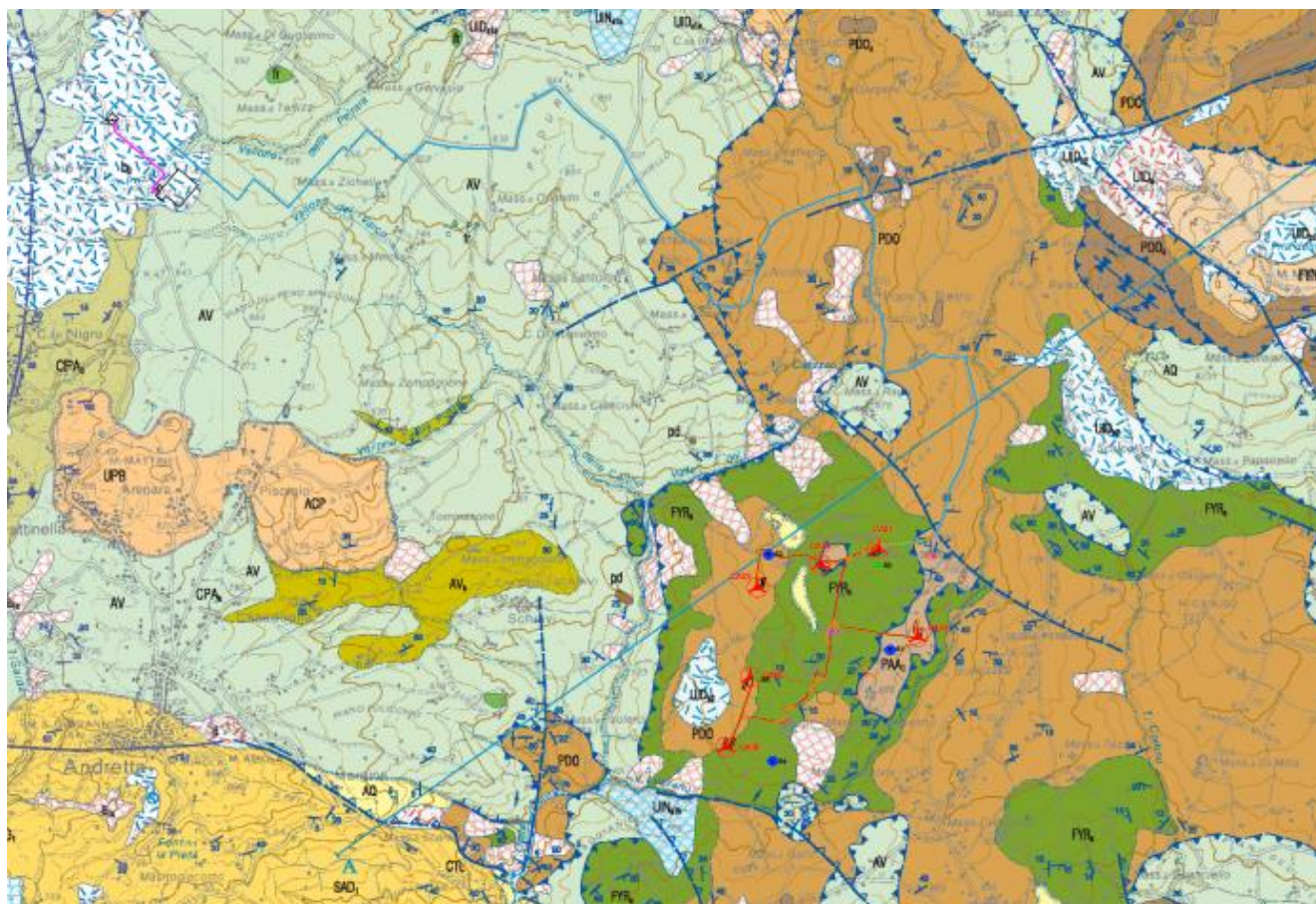
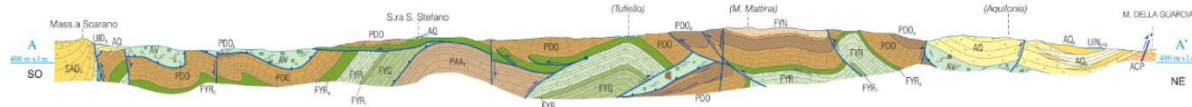


Fig. 10- Stralcio Carta geologica Foglio 451 “Melfi”



Sezione Geologica

- | | | | |
|---|--|---|---|
| direzione, immersione e inclinazione degli strati +30 + stratificazione orizzontale dritta stratificazione verticale con indicazione della polarità -10 - stratificazione rovesciata stratificazione verticale a polarità sconosciuta | ———— contatto stratigrafico certo, incerto - - - - - contatto stratigrafico inconforme certo, incerto ———— faglia certa, incerta o sepolta | ———— faglia diretta certa, incerta o sepolta (i trattini indicano la parte ribassata) ———— faglia inversa certa, incerta o sepolta (i triangoli indicano il blocco sollevato) ———— faglia con prevalente componente trascorrente, certa, incerta o sepolta (le frecce indicano il senso del movimento) ———— sovrascorrimento principale, certa, incerta o sepolta (i triangoli indicano la parte sovrascorsa) ———— traccia di superficie assiale di sinclinale certa, incerta | ———— traccia di superficie assiale di anticlinale certa, incerta ———— orlo di cratere certo, incerto ● centro vulcanico sepolto ○ cono di scorie ○ sorgente ▲ conoide alluvionale ▲ cava attiva e inattiva A-A' traccia di sezione geologica |
|---|--|---|---|

LEGENDA

Gruppo delle Argille Variegate

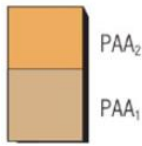
Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio, in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose (AV). Le associazioni a nannofossili calcarei sono indicative di un intervallo tra l'Aptiano (*Micrantholithus hoschulzii*, *Stephanolithon laffittei*, *Watznaueria biporta*) e l'Albiano/Cenomaniano (*Microstaurus chistiis*, *Lithraphidites alatus*, *Watznaueria barnesae*, *Rhagodiscus asper*). Intercalato alle argille si distingue un livello dello spessore massimo di 40 m di marne calcaree biancastre alternate a calcisiltiti con noduli di selce in strati di 3-4 cm, calcari marnosi e calcareniti (depositi pelagici con subordinati livelli torbiditici) (AV₀). Quest'ultima litofacies, campionata in località Masseria Mastrogiacomo, è riferibile all'Eocene inferiore-medio: le associazioni a nannofossili calcarei sono riferibili ad un intervallo tra le biozone NP12 e NP14 per la presenza di *Sphenolithus radians*, *Discoaster lodoensis* e *D. kuepperi*; i foraminiferi planctonici sono caratterizzati dalla presenza di *Morozovella aragonensis*, *M. marginodentata*, *M. aequa*, *Acarinina spinuloinfilata*.
 CRETACEO INFERIORE - MIOCENE INFERIORE

- | | |
|--|-----------------|
| | AV |
| | AV ₀ |
| | fr |
| | fn |
| | pd |

Olistoliti

Olistoliti del diametro massimo di 300 m, costituiti da: calcareniti e breccie calcaree (fr), arenarie quarzose (fn) e arenarie arcose (pd).

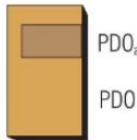
FORMAZIONE DI SERRA PALAZZO



Calcsiltiti biancastre in strati spessi 4-8 cm, con lamine ondulate e interstrati millimetrici di marne calcaree; a varie altezze stratigrafiche calcareniti a granulometria da media a fine in strati dello spessore massimo di 30 cm (depositi pelagici e torbiditici) (PAA₁). In località il Castello, a sud-ovest di Monte Vulture, inferiormente al membro carbonatico affiorano, per alcune decine di metri, arenarie litiche di colore giallo chiaro, siltiti grigie in straterelli, e argille siltose grigiastre; con intercalazioni di calcareniti grigiastre in strati centimetrici (depositi torbiditici) (PAA₂). In località Serra La Speca è stata effettuata una campionatura nel membro PAA₁. L'età dei campioni analizzati è Serravalliano basale, probabilmente zona MNN6a di FORNACIARI *et alii* (1996), per la presenza di *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus premacintyreii*, *Calcidiscus leptoporus*, di *Discoaster cf. Discoaster exilis* e per l'assenza di *Sphenolithus heteromorphus* e di comuni *Reticulofenestra pseudoumbilicus*. Le associazioni a foraminiferi planctonici sono indicative della zona ad *Orbulina suturalis*/G. *periphaeroronda*.

BURDIGALIANO SUPERIORE - SERRAVALLIANO

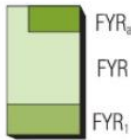
FORMAZIONE DI PAOLA DOCE



Calcareniti a grana media e fine alternate a calcari marnosi, marne e calcsiltiti in strati dello spessore variabile da 10 cm a 40 cm; (PDO). Intercalato nella parte alta dell'unità si distingue una successione spessa circa 80 m di arenarie da fini a grossolane, stratificate, massive, gradate e laminate, con sequenza di Bouma Ta-c e Tb-c alternate a calcareniti fini con sequenza di Bouma Tc-e, silt, marne e argille marnose sottilmente laminate (depositi torbiditici e pelagici) (PDO_a). Spessore massimo della formazione 475 m. Le associazioni a nannofossili calcarei e foraminiferi planctonici sono poco significative, molto probabilmente per il membro PDO_a sono riferibili ad un intervallo Aquitaniano-Burdigaliano per la presenza di *Helicosphaera mediterranea*, *H. carteri*, *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus cf. belemnus*, *S. abies*; le associazioni a foraminiferi indicano ugualmente il Miocene inferiore per la presenza di *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens* e *Paragloborotalia acrostoma*.

OLIGOCENE SUPERIORE – MIOCENE INFERIORE

FLYSCH ROSSO



Diaspri in strati spessi da 1 cm a 10 cm di colore nero e rosso, alternati ad argille marnose marroncine e rosse (depositi pelagici), spessore massimo affiorante circa 10 m (FYR₁) ed età Albiano/Turoniano inferiore (GALLICCHIO *et alii*, 1996). Argille marnose laminate di colore grigio, marrone e rosse, con intercalazioni di calcareniti massive e gradate, in strati decimetrici (depositi torbiditici e pelagici) (FYR). Chiudono la serie brecce calcaree e calcareniti a grana media e fine con liste e noduli di selce e sottili strati di argille rosse e diaspri (depositi pelagici e torbiditici), spessore massimo affiorante 30 m (FYR_a).

CRETACEO INFERIORE p.p. - OLIGOCENE

Coltre eluvio-colluviale



Deposito clastico formato da elementi isolati di natura calcarea e silicea immersi in matrice limoso-argillosa, a volte cineritica; localmente sono presenti prodotti piroclastici, paleosuoli e terre rosse in giacitura primaria e/o risedimentali non cartografabili. Spessore fino a 2 m in corrispondenza di aree sub-pianeggianti e di depressioni tettono-carsiche.

OLOCENE p.p. - ATTUALE

Le opere a farsi ricadono sui seguenti litotipi, che sono riferibile alla successione stratigrafica del Cretaceo Inferiore – Miocene Inferiore appartenenti **all'Unità Tettonica Groppa D'Anzi**:

| |
|--|
| FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a) |
| PD0 - Calcareniti a grana media e fine alternata a calcari marnosi, marne e calcsiltiti in strati dello spessore variabile da 10 cm a 40 cm. |
| PD0a - Intercalato nella parte alta dell'unità si distingue una successione spessa circa 80 m di arenarie da fini a grossolane, stratificate, massive, gradate e laminate, con sequenza di Bouma Ta-c e Tb-c alternate a calcareniti fini con sequenza Tc-e; silt, marne e argille marnose sottilmente laminate (torbiditici e pelagici). <i>Oligocene Superiore-Miocene Inferiore</i> |
| GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV) |
| Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose. |
| <i>Aptiano – Albiano/Cenomaniano</i> |
| FLYSCH ROSSO (FYRa) |
| Chiudono la serie brecce calcaree e calcareniti a grana media e fine con liste e noduli di selce e sottili strati di argille rosse e diaspri (depositi pelagici e torbiditici), con spessore massimo 30 m. <i>Cretaceo inferiore - Oligocene</i> |
| FORMAZIONE SERRO PALAZZO (PAA1) |
| Depositi pelagici: Calcsiltiti in strati spessi 4-8 cm, con lamine ondulate e interstrati millimetrici di marne calcaree; a varie altezze stratificati a granulometria da media a fine in strati dello spessore massimo 30 cm. |

Nella parte inferiore, a luoghi, affiorano arenarie litiche di colore giallo chiaro, siltiti grigie in straterelli, e argille siltose grigiastre; con intercalazioni di calcareniti grigiastre in strati centimetrici.

Burdigalliano Superiore-Serravalliano

COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE (B₂)

Deposito clastico formato da elementi isolati di natura calcarea e silicea immersi in matrice limoso-argillosa, a volte cineritica; localmente sono presenti prodotti piroclastici, paleosuoli e terre rosse in giacitura primaria e/o risedimentati non cartografabili. Spessore fino a 2m in corrispondenza di aree sub-pianeggianti e di depressioni tettono-carsiche.

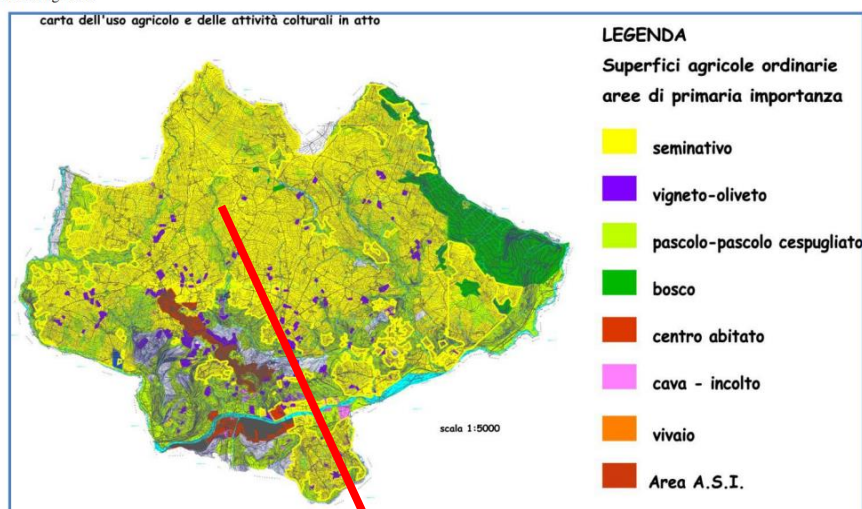
Olocene-Attuale

I terreni affioranti sono stati riscontrati nelle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nei 5 siti di interesse.

USO DEL SUOLO

Esaminando il PUC del comune di Calitri, si osserva che la maggior parte del territorio è coperta quasi totalmente, 95% da seminativi asciutti (cereali); il 2% da territori boscati e ambienti semi-naturali, con le aree a vegetazione boschiva ed arbusti in evoluzione. Il restante 3% del territorio è coperto dalle superfici artificiali. Le colture agrarie, che caratterizzano larga parte dell'aspetto paesaggistico calitrano con le varie trame, sono tutte in seminativo asciutto: grano duro, orzo, avena, foraggio, trifoglio costituiscono il 59,8%; vigneto e oliveto ne rappresentano il 2%; le aree lasciate incolte lo 0,4%; il pascolo è pari al 25,4%; il bosco, inteso come ceduo, rappresenta il 12,7% delle aree investite da colture.

Carta dell'uso agricolo



Geopedologicamente, i terreni dell'area in esame sono ricoperti da un manto vegetale (suolo) avente uno spessore di circa 1,00 metri, caratterizzato da una componente organica (radici, gambi, foglie e steli in vario grado di decomposizione), da una componente granulare e da una componente di materiali a granulometria fine. Il suolo rilevato rispecchia le stesse proprietà della roccia madre: composizione mineralogica, porosità e permeabilità. Esso, dove è lavorato, assume un colore grigio-biancastro e/o giallastro-marrone.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO CON RIFERIMENTO AL P.A.I.

Nel settore compreso fra gli abitati di Calitri, Cairano e Monte Mattina, si osserva un'ampia superficie peneplanata le cui fasi di modellamento risalgono probabilmente al Pliocene terminale.

L'area oggetto del presente studio è situata nella porzione nord del centro abitato di Calitri (AV), mentre il cavidotto prosegue nella parte nord del confinante comune di Bisaccia.

Dal punto di vista morfologico, come si evince dalla carta geomorfologica allegata, l'area presenta delle caratteristiche che dipendono, chiaramente, dai litotipi affioranti, in particolare dalle caratteristiche giaciture e dalla natura di tali materiali. Ubicata tra le quote 600 e 550 metri sul livello del mare. In particolare, è costituita da materiali sabbioso-calcarei-argillosi-limosi-marnosi, che influenzano direttamente lo sviluppo dell'idrografia della area; infatti, considerata, a luoghi, l'elevata permeabilità dei materiali costituenti la zona, la rete idrografica è praticamente presenta qualche torrente a regime stagionale. Spostando l'attenzione sulla zona areogeneratori, bisogna specificare che i materiali affioranti presentano un certo grado di disomogeneità; anche le argille grigio azzurre, che giacciono al di sotto dei litotipi limoso-sabbioso-argillosi, oltre ad avere un'elevata percentuale di sabbia al loro interno vedono la loro continuità giacitura interrotta da vere e proprie sacche di materiale sabbioso di svariata estensione e collocazione spaziale.

Pur presentando un generale andamento di tipo collinare, si presenta in più punti piuttosto variegata con pendenze variabili da molto basse fino ad un massimo, a luoghi, del 25% circa. Interrotta in alcuni punti da vallecole a fondo concavo le quali non rappresentano altro che vie preferenziali di scorrimento delle acque che, con la loro azione erosiva, danno origine a tali forme. Sono presenti anche diverse superfici di ripiano e crinali collinari più o meno definiti. A luoghi, si riscontrano fenomeni di avvallamento e rigonfiamento del terreno causate dall'azione del dilavamento delle acque superficiali pluviali.



I pochi torrenti presenti solcano il territorio con andamento a volte tipo meandriforme e dai limiti non sempre definiti e percorsi da acqua, solo in casi di eventi eccezionali (fasi di piena).

Per quanto riguarda il fattore stabilità dell'area investigata, c'è da considerare che quest'ultima mostra un andamento generalmente abbastanza stabile. Infatti, fenomeni di dissesto sono riscontrabili solo in alcuni punti, i

quali sono rappresentati soprattutto da movimenti gravitativi prevalentemente riconducibili a fenomeni gravitativi di creeping e soliflusso. In alcuni punti ed in prossimità di aste torrentizie, il dissesto può essere classificato come un tipo di frana più complessa la cui cinematica però rivela comunque una velocità per lo più lenta tipo scorrimento rotazionale e che si esaurisce a pochi metri di profondità. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale.

Il Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia, individua e norma per l'intero ambito del bacino le aree a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologica.

Le aree a pericolosità geomorfologiche individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2
- Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1

I siti (Cfr *Tavola 015-4 AdB*) di interesse sono ubicati al di fuori delle Aree a pericolosità geomorfologica.

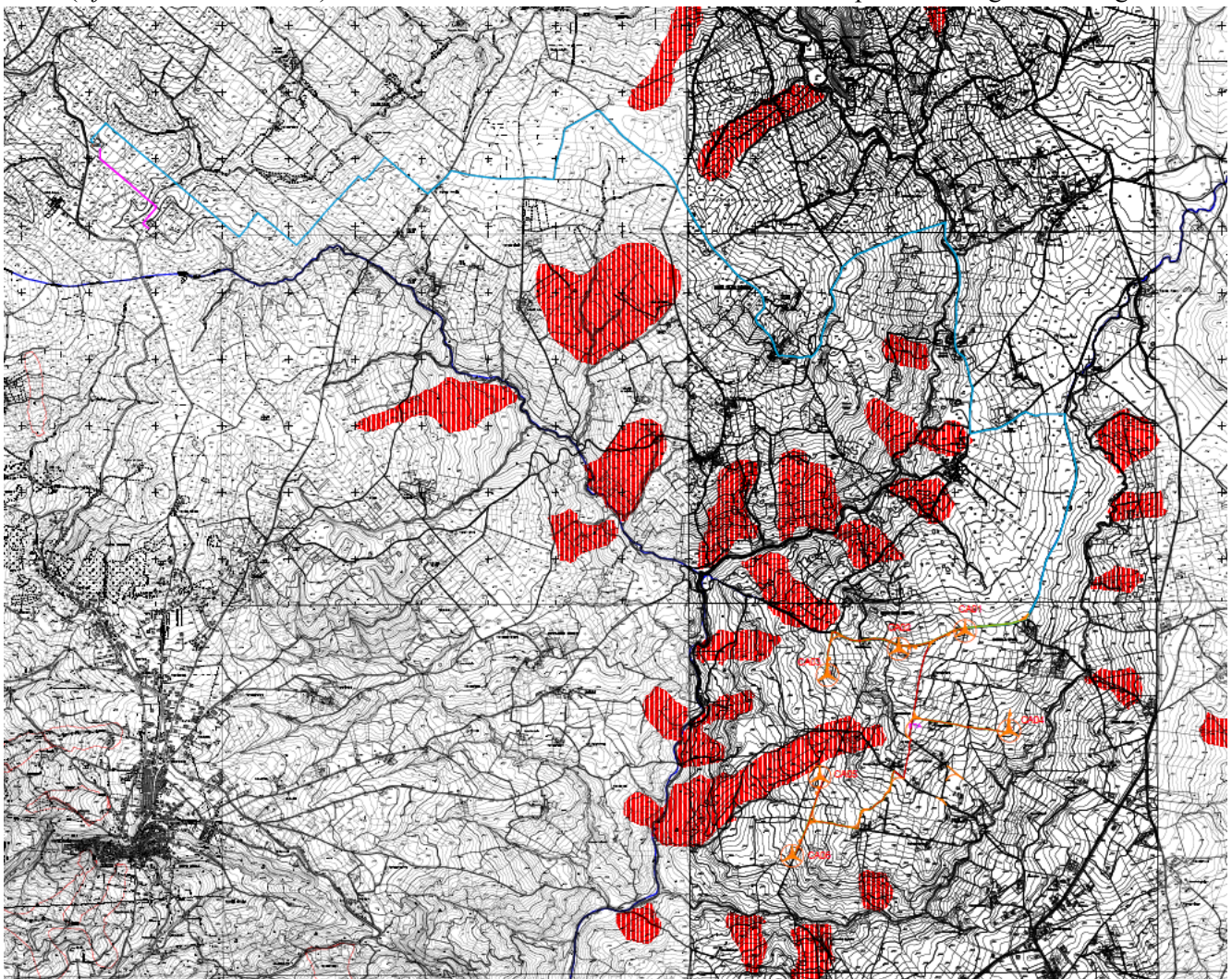


Fig. 11 – Stralcio Piano Assetto Idrogeologico AdB Puglia

Comunque, esaminando la posizione degli aerogeneratori, risulta che nessuno di essi risulta posizionato in area di frana; tuttavia solo per la pala eolica numero 5, come già descritto nella relazione precedente, vi è la presenza, nelle sue immediate vicinanze, di un'area in dissesto. Si consiglia per la fase esecutiva di approfondire con l'ausilio di indagini geognostiche puntuali.

La carta **IFFI** rappresenta un Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia.

Dalla Sovrapposizione (Cfr. Tavola 015-5) si evince che i siti risultano ubicati al di fuori delle zone in frana.

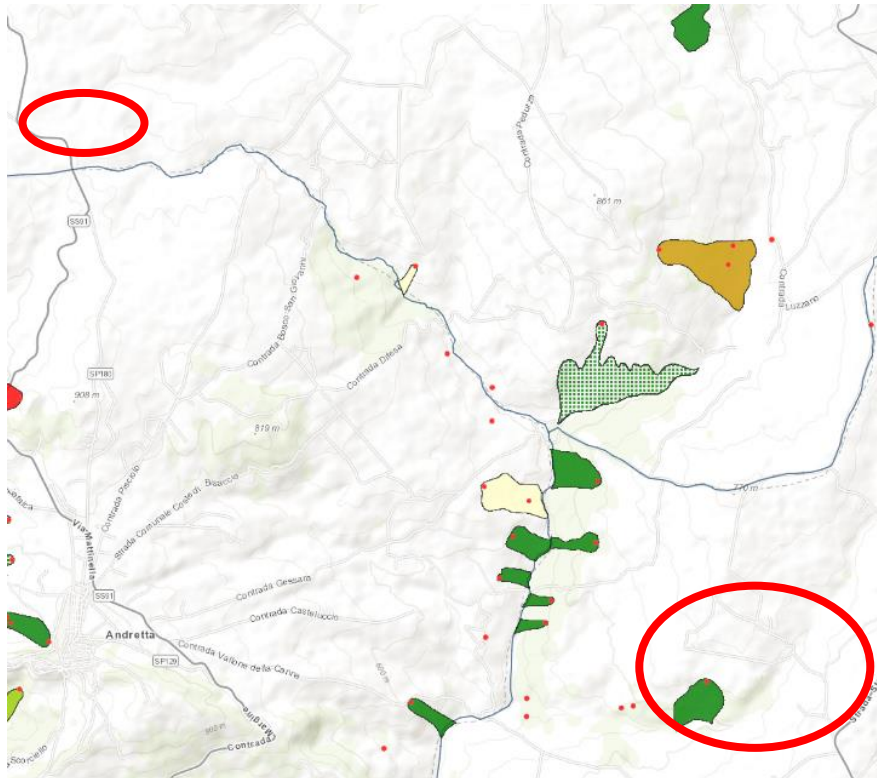


Fig. 12 – Stralcio Carta IFFI- Area in esame

Il percorso della rete dei cavidotti non è interessato al momento da nessun tipo di dissesto in atto. In conclusione si può affermare che le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto eolico risultano al momento stabili, non sono presenti grosse forme di dissesto in atto. La presenza di dissesti è dovuta alla cattiva regimazione delle acque. Tali aree, se interessate dalla posa in opera del cavidotto, dovranno essere previste opere di contenimento, anche di ingegneria naturalistica, mirate a non incrementare il rischio idrogeologico locale.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il rilevamento geologico-tecnico, insieme al complesso delle indagini geognostiche effettuate a corredo del presente studio, unitamente a tutte quelle disponibili, provenienti da studi precedenti in aree limitrofe, ha consentito alla scrivente di evidenziare un comportamento diverso delle litologie riconosciute in affioramento, per quanto concerne il parametro permeabilità.

L'area in oggetto è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. L'indice pluviometrico annuo è variabile da circa 600 millimetri a circa 1200 millimetri di pioggia. Non è presente un vero e proprio reticolo idrografico ma c'è la presenza di alcune vallecole a fondo concavo che rappresentano delle vie preferenziali di scorrimento delle acque superficiali che presentano una attività idraulica soprattutto in concomitanza di eventi idrometeorici pronunciati e prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante. Tale deflusso superficiale confluisce a valle nel più vicino impluvio naturale.

Per quel che concerne invece la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici ed i valori di permeabilità risultano essere funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative. L'idrogeologia del territorio studiato è vincolata alla litologia dei terreni affioranti e, soprattutto, alla natura e sviluppo dei terreni in profondità.

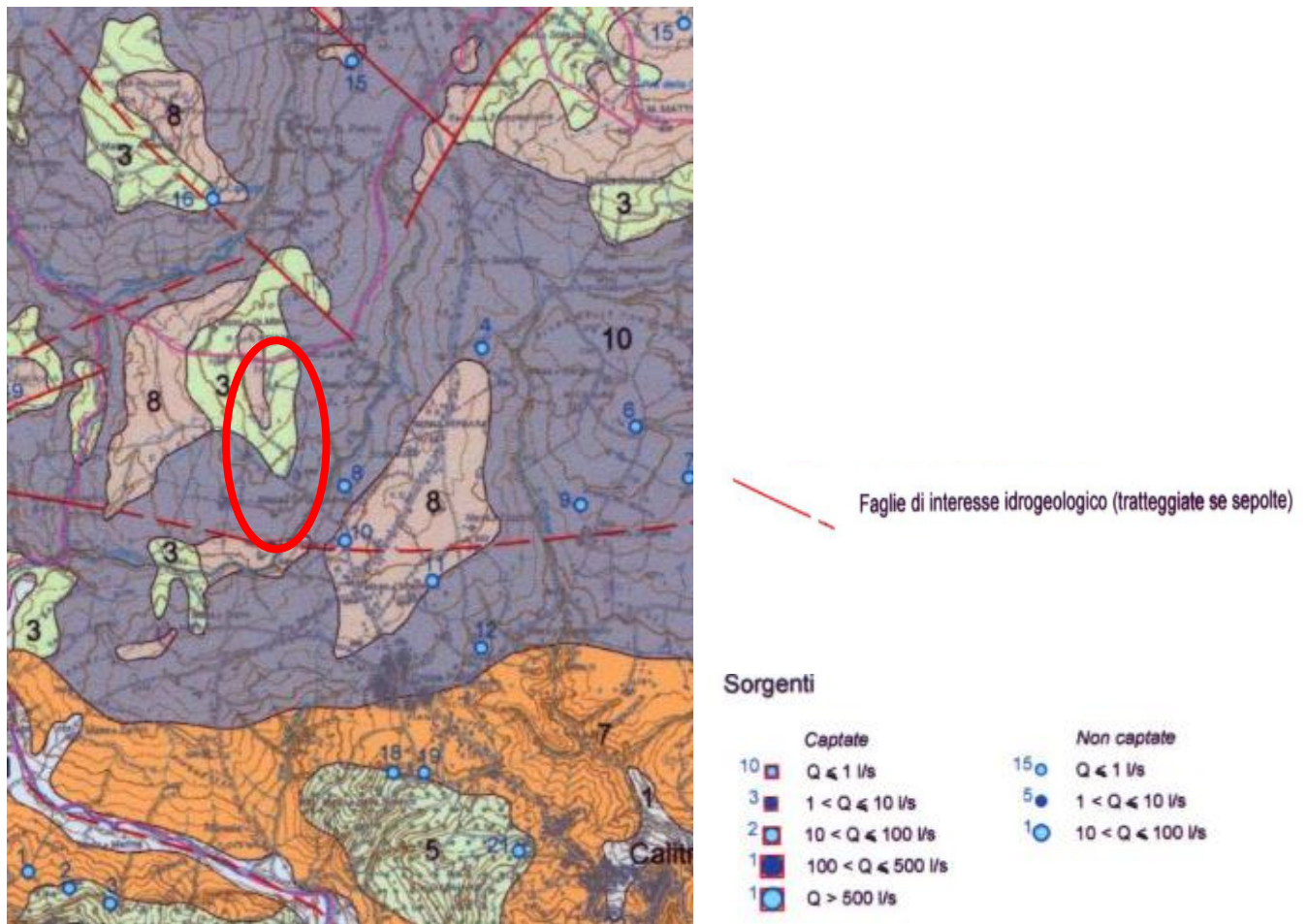


Fig. 12 - Stralcio carta idrogeologica Provincia di Avellino scala 1:100.000

Le unità affioranti sono state raggruppate in più complessi idrogeologici:

- *Complesso dei depositi detritici*: creano acquiferi eterogenei ed anisotropi a permeabilità per fratturazione o per porosità (a seconda del grado di cementazione) con grado variabile da medio-alto ad alto in relazione allo stato di fratturazione e delle caratteristiche granulometriche del deposito;
- *Complesso calcareo-marnoso-argilloso*: costituiscono acquiferi caratterizzati in genere da una permeabilità media per fratturazione. Laddove prevalgono termini calcarei, interessati da fenomeni carsici, la permeabilità può raggiungere valori alti. Le intercalazioni marnose ed argillose, al contatto con i litotipi calcarei, si comportano da impermeabile;
- *Complesso arenaceo-argilloso*: comprende successioni prevalentemente arenacee con intercalazioni più o meno frequenti di termini argillosi, presenta una permeabilità per porosità e fratturazione con grado da medio-basso a basso in relazione alla presenza di termini argillosi e/o allo stato di fratturazione;
- *Complesso argilloso-marnoso-calcareo*: sono litotipi che presentano un tipo di permeabilità per porosità e fratturazione. Il grado di permeabilità varia da basso a medio-basso in relazione alla prevalenza dei termini impermeabili e/o allo stato di fratturazione;
- *Complesso argilloso*: comprende successioni che svolgono il ruolo di impermeabile tamponandone la circolazione idrica sotterranea.

La rete idrografica sotterranea è poco sviluppata ove è presente la componente argillosa; la presenza di accumuli di acque superficiali ed episuperficiali sono dovuti ad eventi pluviali.

Nelle aree coperte da sedimenti pre-pliocenici non si possono trovare sorgenti perenni di sufficiente portata tali da alimentare un approvvigionamento anche modesto. Le possibilità idriche, pertanto, sono ridotte all'emungimento, operato con pozzi, da qualche falda acquifera locale racchiusa in qualche lente di arenaria, sabbie, calcare fessurato o brecciato.

INQUADRAMENTO SISMICO

SISMICITÀ STORICA E RECENTE

L'Italia si colloca nel settore centrale del bacino Mediterraneo, caratterizzato da un complesso mosaico geodinamico, contraddistinto attualmente da zone di convergenza e di distensione con diverso grado di attività. In prevalenza, la deformazione crostale si distribuisce lungo sistemi di faglie riconoscibili in superficie, ma talvolta sepolti, e si manifesta con eventi sismici. Una mappa degli scuotimenti sismici documentati storicamente per il territorio nazionale, anche in una forma grezza come quella dei massimi di intensità (Fig. 13) evidenzia una considerevole eterogeneità delle caratteristiche di sismicità del territorio nazionale.

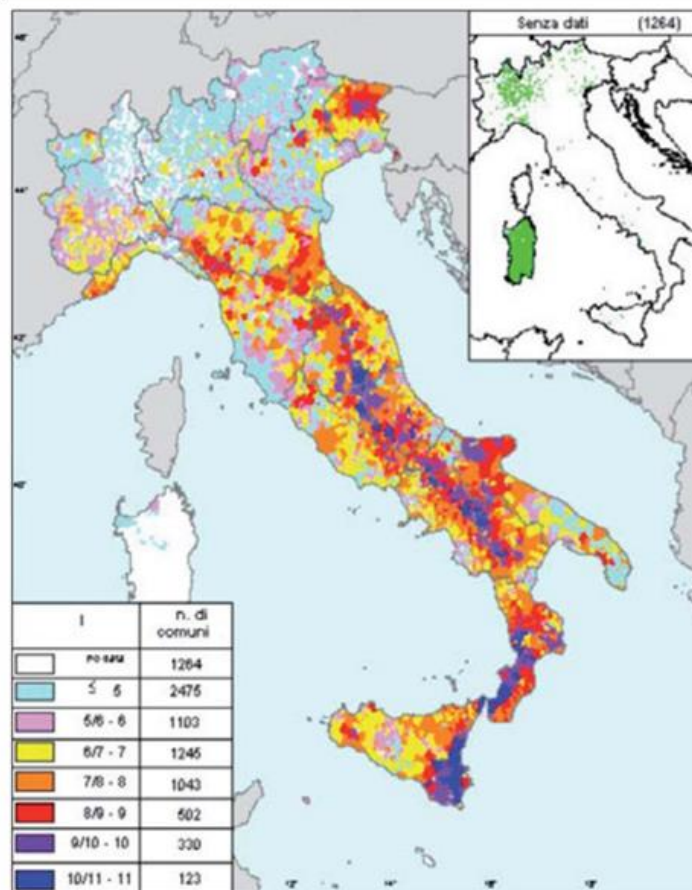


Fig.13 – Mappa delle massime intensità macrosismiche documentate per eventi tra il 1000 e il 1992 (da Camassi et alii, 2000)

Le principali faglie presenti nell'Italia meridionale sono riferibili a fenomeni di sovrascorrimento della catena appenninica in direzione NO-SE accompagnato da due altri sistemi secondari di cui uno normale al precedente NE-SO e l'altro dei due in direzione Est-Ovest. Le numerose osservazioni sinora effettuate nel mondo indicano che il fenomeno della fagliazione superficiale diviene comune per terremoti crostali a partire da magnitudo intorno a 5.5-6, con rigetti e lunghezze di rottura sempre maggiori all'aumentare della magnitudo. In Italia, molti terremoti storici catastrofici (e.g., i terremoti del 1783 in Calabria, 1915 nel Fucino, 1980 in Irpinia, con magnitudo intorno a 7), sono stati associati a fenomeni di fagliazione superficiale con rigetti prossimi o superiori al metro. Studi paleosismologici hanno consentito di riconoscere fenomeni simili in epoca tardo Pleistocenica-Olocenica lungo varie strutture tettoniche considerate in precedenza inattive, dimostrandone una frequenza maggiore di quanto prima supposto. La fagliazione superficiale può indurre seri danni agli edifici e alle infrastrutture e quindi rappresentare una rilevante fonte di pericolosità. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio (da ISPRA progetto ITHACA - Catalogo delle faglie capaci).



Fig. 14 - Stralcio cartografia delle faglie capaci nell'area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

In prossimità dell'area di studio sono stati registrati, in base all'archivio storico macrosismico italiano (<https://emidius.mi.ingv.it>), circa 135 eventi sismici con magnitudo massima 7.2 che hanno interessato il territorio dell'Irpinia sotto riportati nelle figure

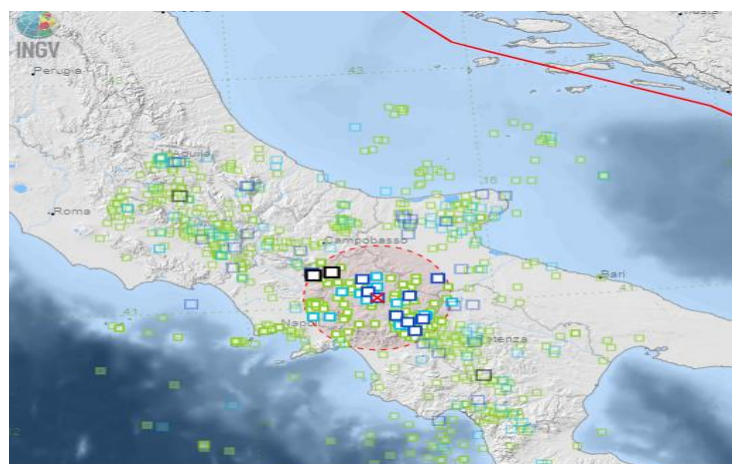
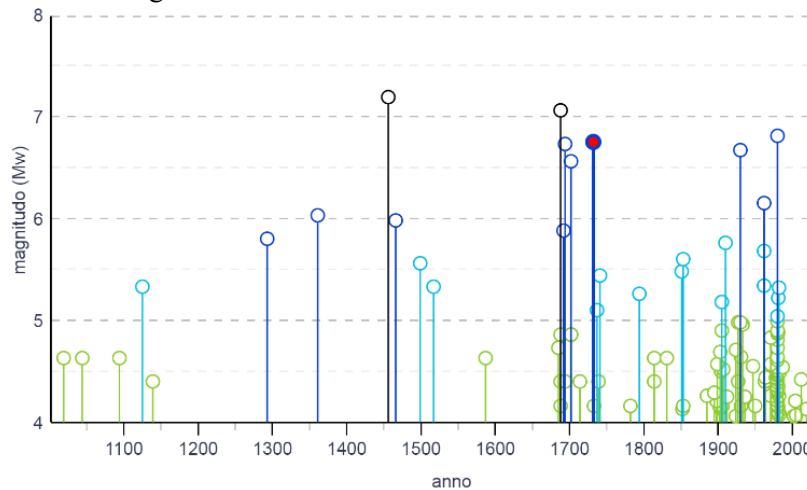


Fig14 – Stralcio cartografia delle faglie capaci nell'area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|--------------------------|------|-------|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | | | | |
| 8 | 1466 | 01 | 15 | 02 | 25 | | Irpinia-Basilicata | 31 | 8-9 | 5.98 |
| 8 | 1561 | 08 | 19 | 15 | 50 | | Vallo di Diano | 32 | 10 | 6.72 |
| 8 | 1688 | 06 | 05 | 15 | 30 | | Sannio | 215 | 11 | 7.06 |
| 8 | 1692 | 03 | 04 | 22 | 20 | | Irpinia | 9 | 8 | 5.88 |
| 10 | 1694 | 09 | 08 | 11 | 40 | | Irpinia-Basilicata | 251 | 10 | 6.73 |
| 7 | 1732 | 11 | 29 | 07 | 40 | | Irpinia | 183 | 10-11 | 6.75 |
| 6 | 1851 | 08 | 14 | 13 | 20 | | Vulture | 103 | 10 | 6.52 |
| 4 | 1893 | 01 | 25 | | | | Vallo di Diano | 134 | 7 | 5.15 |
| 3 | 1905 | 09 | 08 | 01 | 43 | | Calabria centrale | 895 | 10-11 | 6.95 |
| 9 | 1910 | 06 | 07 | 02 | 04 | | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 | 5.76 |
| NF | 1912 | 03 | 17 | 07 | 10 | | Salernitano | 11 | 5 | 4.25 |
| 4-5 | 1923 | 11 | 08 | 12 | 28 | | Appennino campano-lucano | 28 | 6 | 4.73 |
| 8 | 1930 | 07 | 23 | 00 | 08 | | Irpinia | 547 | 10 | 6.67 |
| 6 | 1948 | 08 | 18 | 21 | 12 | 2 | Gargano | 58 | 7-8 | 5.55 |
| 4-5 | 1971 | 05 | 06 | 03 | 45 | 0 | Irpinia | 68 | 6 | 4.83 |
| 2 | 1977 | 07 | 24 | 09 | 55 | 2 | Irpinia | 85 | 5-6 | 4.37 |
| NF | 1978 | 02 | 08 | 04 | 10 | 2 | Irpinia | 100 | 5-6 | 4.44 |
| NF | 1978 | 09 | 24 | 08 | 07 | 4 | Materano | 121 | 6 | 4.75 |
| 8 | 1980 | 11 | 23 | 18 | 34 | 5 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |
| 3-4 | 1981 | 02 | 14 | 17 | 27 | 4 | Monti di Avella | 85 | 7-8 | 4.88 |
| 5 | 1982 | 08 | 15 | 15 | 09 | 5 | Irpinia | 24 | 6 | 5.32 |
| 4-5 | 1982 | 09 | 30 | 00 | 10 | | Irpinia | 4 | 4-5 | 4.26 |
| 6 | 1990 | 05 | 05 | 07 | 21 | 2 | Potentino | 1375 | | 5.77 |
| 4-5 | 1991 | 05 | 26 | 12 | 25 | 5 | Potentino | 597 | 7 | 5.08 |
| NF | 1991 | 06 | 20 | 11 | 32 | 1 | Potentino | 26 | 5-6 | 3.71 |
| NF | 1994 | 01 | 05 | 13 | 24 | 1 | Tirreno meridionale | 148 | | 5.82 |
| 5 | 1996 | 04 | 03 | 13 | 04 | 3 | Irpinia | 557 | 6 | 4.90 |
| NF | 1998 | 04 | 07 | 21 | 36 | 5 | Valle dell'Ofanto | 45 | 5 | 4.31 |
| NF | 1999 | 04 | 05 | 07 | 51 | 5 | Irpinia | 57 | 4-5 | 3.99 |
| 3 | 2002 | 04 | 18 | 20 | 56 | 4 | Appennino lucano | 164 | 5 | 4.34 |
| 4 | 2002 | 11 | 01 | 15 | 09 | 0 | Molise | 638 | 7 | 5.72 |
| NF | 2003 | 06 | 01 | 15 | 45 | 1 | Molise | 501 | 5 | 4.44 |
| 3-4 | 2004 | 09 | 03 | 00 | 04 | 1 | Potentino | 156 | 5 | 4.41 |
| NF | 2006 | 05 | 29 | 02 | 20 | 0 | Gargano | 384 | | 4.64 |

Elenco degli eventi sismici interessanti l'area del parco eolico

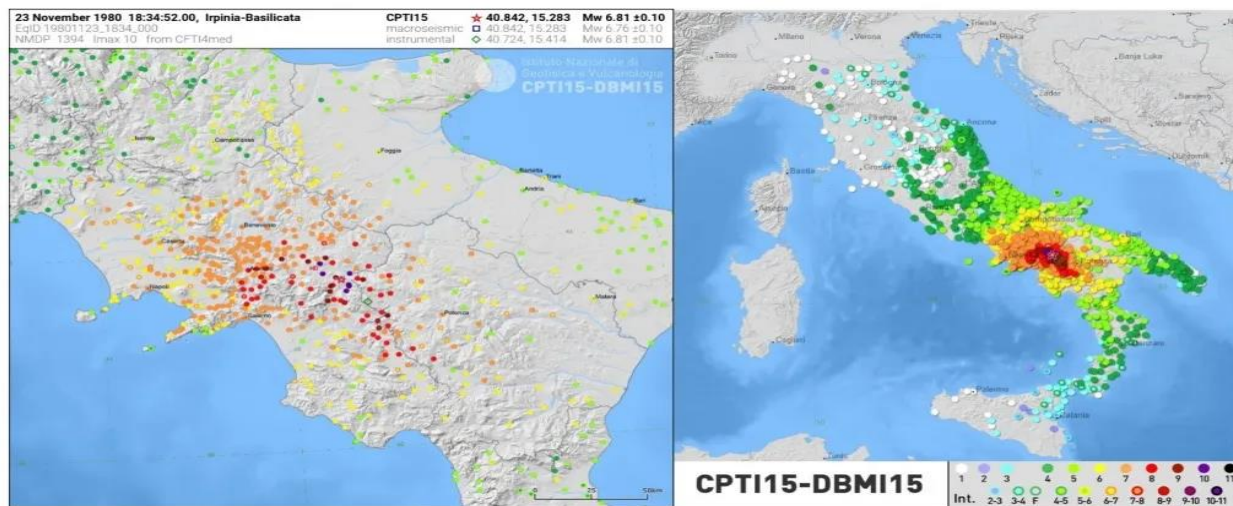
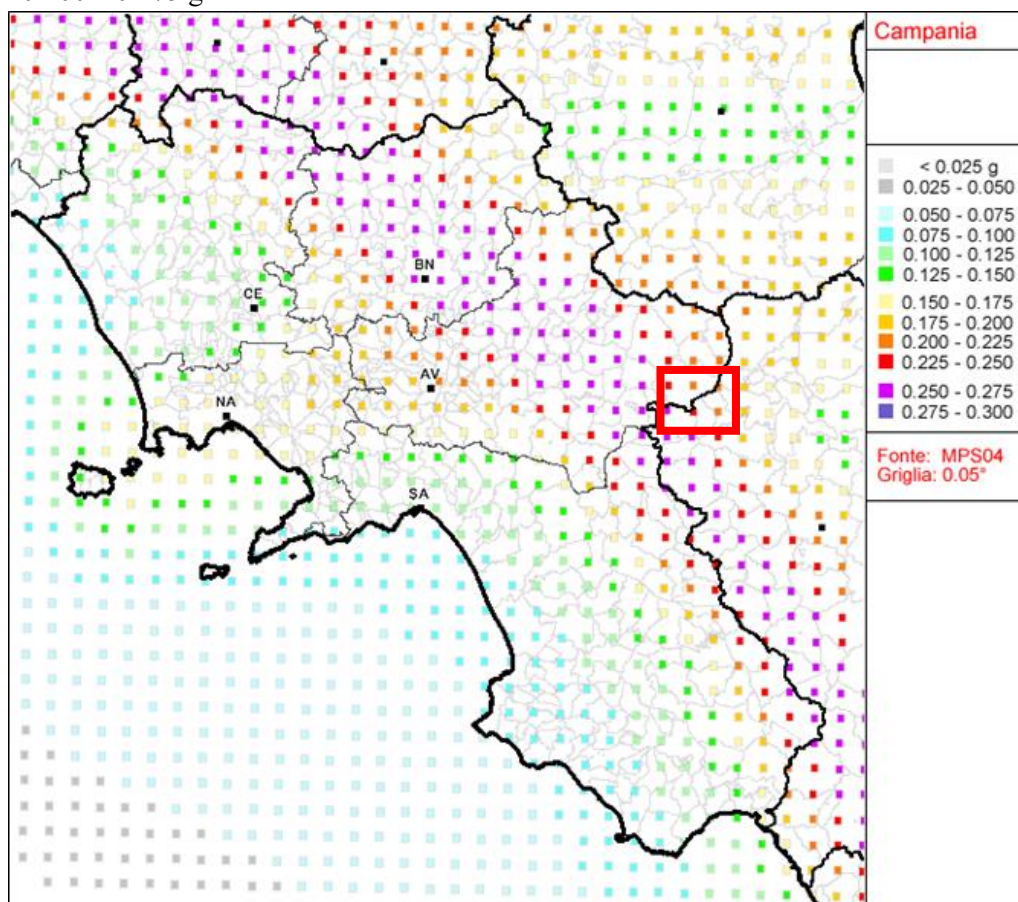


Figura 15. Mappa delle intensità del terremoto del 23 novembre 1980 (mappa da **CPTI15**, MDP a **CFTI4med**, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500)).

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA

L’area in oggetto ricade nel territorio comunale di Calitri e Bisaccia, secondo DPCM 20 marzo 2003 n. 3274 i comuni risultano classificati come zona 1 (Rischio Alto), si evincono valori attesi di ag (accelerazioni del suolo) compresi tra 0.200 e 0.275 g.



Il progetto prevede la realizzazione di n.6 aerogeneratori sui siti individuati dalle coordinate geografiche di seguito riportate:

| WTG | EST | NORD |
|------|-----------|-----------|
| CA01 | 15,946641 | 40,946641 |
| CA02 | 15,392735 | 40,945493 |
| CA03 | 15,386352 | 40,943776 |
| CA04 | 15,402741 | 40,936839 |
| CA05 | 15,385825 | 40,937538 |
| CA06 | 15,383271 | 40,931826 |

Posizione geografica in coordinate WGS 84

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, secondo il testo unico delle norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) succ. e mod., si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 3.2.2 della norma, il suolo di sedime può essere individuato nelle seguenti categorie di sottosuolo di riferimento (*le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per Vs, NSPT e Cu sono valori medi*):

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

I risultati delle prove sismiche realizzate attribuiscono agli aerogeneratori **CA03 e CA05**, ricadenti nella FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (**PD0 E PD0a**) e **CA04** nella FORMAZIONE SERRO PALAZZO (**PAA1**) **una categoria di suolo di tipo B** - (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*).

Per gli aerogeneratori **CA01, CA02, CA06** ricadenti nella FORMAZIONE FLYSCH ROSSO (FYRa), **una categoria di suolo di tipo C** – (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).

La risposta sismica locale, inoltre, deve tener conto delle condizioni topografiche, che per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categorie Topografiche

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Qualora le condizioni topografiche siano complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

La morfologia locale del suolo di fondazione in esame può essere inclusa nella **categoria topografica T1**.

DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI DI PROGETTO

Per la determinazione dello spettro di progetto è necessario definire una serie di valori dipendenti dalla tipologia di struttura, così come segue:

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella **Tab. 2.4.I delle NTC18**.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N di progetto per diversi tipi di opere

| | Tipi di costruzione | Vita Nominale V_N (in anni) |
|---|---|----------------------------------|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | ≤ 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | ≥ 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | ≥ 100 |

L'opera rientra nei tipi di costruzione definiti dalla norma come tipologia 2 per cui si assume vita nominale

- $V_N=50$ anni

Classe d'uso

La classe d'uso tiene conto della risposta che la struttura deve dare in caso di azioni sismiche.

Di seguito sono definite le varie classi d'uso

| Classe d'Uso | descrizione | Coeff. C_U |
|--------------|---|--------------|
| I: | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. | 0,7 |
| II: | Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. | 1,0 |
| III: | Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. | 1,5 |
| IV: | Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. | 2,0 |

In base alla DGR Campania n. 3573 del 05/12/2003 le strutture in oggetto rientrano nella classe d'uso:

- $C_U=IV$

Periodo di riferimento dell'azione sismica

Noti i due parametri definiti ai precedenti punti è possibile calcolare il periodo di riferimento:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per cui sostituendo i valori precedenti, otteniamo:

$$V_R = 50 \cdot 2 = 100$$

Azione sismica di base

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, come definita nei paragrafi precedenti ed è definita tramite le forme spettrali previste dalle NTC, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Detti parametri sismici dipendono dal periodo di ritorno, espresso in anni, e dalla posizione geografica del sito. Definiti P_{VR} e V_R si può ricavare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R dato da

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Periodo di ritorno per i vari stati limite

| | |
|-------|-----|
| V_N | 50 |
| C_U | 2,0 |
| V_R | 100 |

| Stato limite | probabilità di superamento vita nominale | periodo di ritorno |
|--------------|--|--------------------|
| | P_{VR} | T_R |
| SLO | 81% | 60 |
| SLD | 63% | 101 |
| SLV | 10% | 949 |
| SLC | 5% | 1950 |

Entrando nel reticolo di riferimento attraverso la posizione del sito di riferimento espressa con latitudine e longitudine e il periodo di ritorno si ricavano i parametri sismici.

Nel caso in cui il periodo di ritorno non sia esplicitato nel reticolo, essi sono ricavati per interpolazione. Nel caso in cui la posizione del sito non corrisponda ad un punto indicato nel reticolo i parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei 4 vertici della maglia di reticolo contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto cercato e i vertici.

Partendo dai parametri proposti si costruiscono gli spettri di risposta elastici in accelerazione per tutti gli stati limite (SLO, SLD, SLV e SLC) e gli spettri di progetto per gli stati limite ultimi (SLV e SLC), che tengono conto di un fattore riduttivo detto fattore di struttura

I Valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_C per il periodo di ritorno associato e per la posizione geografica data sono, per ciascun Stato limite di calcolo, i seguenti:

Calcolo parametri sismici

Per ciascun sito sono stati calcolati i parametri sismici, avvalendoci del foglio di calcolo dell'INGV "Spettri-NTC ver. 1.0.3":

AC01

| Stato limite | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| SLO | 120 | 0,090 | 2,533 | 0,301 |
| SLD | 201 | 0,113 | 2,520 | 0,311 |
| SLV | 1898 | 0,280 | 2,448 | 0,345 |
| SLC | 2475 | 0,309 | 2,442 | 0,349 |

AC02

| Stato limite | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| SLO | 120 | 0,124 | 2,391 | 0,338 |
| SLD | 201 | 0,161 | 2,415 | 0,349 |
| SLV | 1898 | 0,452 | 2,361 | 0,447 |
| SLC | 2475 | 0,503 | 2,372 | 0,457 |

AC03

| Stato limite | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| SLO | 120 | 0,125 | 2,381 | 0,338 |
| SLD | 201 | 0,162 | 2,406 | 0,349 |
| SLV | 1898 | 0,454 | 2,363 | 0,447 |
| SLC | 2475 | 0,505 | 2,376 | 0,456 |

AC04

| Stato limite | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| SLO | 120 | 0,123 | 2,389 | 0,339 |
| SLD | 201 | 0,160 | 2,418 | 0,349 |
| SLV | 1898 | 0,451 | 2,363 | 0,447 |
| SLC | 2475 | 0,502 | 2,373 | 0,457 |

AC05

| Stato limite | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| SLO | 120 | 0,125 | 2,368 | 0,339 |
| SLD | 201 | 0,163 | 2,395 | 0,349 |
| SLV | 1898 | 0,456 | 2,366 | 0,446 |
| SLC | 2475 | 0,506 | 2,382 | 0,456 |

AC06

| Stato limite | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| SLO | 120 | 0,126 | 2,356 | 0,339 |
| SLD | 201 | 0,164 | 2,384 | 0,349 |
| SLV | 1898 | 0,457 | 2,368 | 0,446 |
| SLC | 2475 | 0,508 | 2,386 | 0,455 |

CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Modalità e mezzi di indagine

Lo studio, secondo quanto previsto dalle nuove norme tecniche per le costruzioni riguardanti le indagini sui terreni (D.M. 17/01/18 e NTC 2018), si è svolto utilizzando quanto è emerso dai dati raccolti dalle indagini geognostiche atte a definire le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni presenti nel sito.

Sono state prese in esame i dati delle indagini geognostiche/geofisiche eseguite nei siti CA01 e CA05, un sondaggio è stato effettuato in prossimità del sito CA04; gli altri sondaggi ricadono in zone più distanti rispetto ai siti in esame. Le indagini in possesso della scrivente hanno la seguente finalità di:

- Ricostruire la stratigrafia e la struttura del sottosuolo;
- Consentire mediante prove in sito, la determinazione delle proprietà tecniche dei terreni nella loro sede naturale.

Le indagini geognostiche consultate sono le seguenti:

- 5 Sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 20 metri;
- Prelievo di 15 campioni indisturbati a varie profondità;
- Prove di laboratorio sui campioni;
- Down Hole per la caratterizzazione geofisica dei terreni.

Parametri di riferimento

Le Unità Litotecniche sono state individuate tenendo conto i risultati dei terreni estratti dalle carota dei sondaggi e dei dati ottenuti in laboratorio mediante il prelievo di campioni su cui sono state eseguite le seguenti prove:

- Caratteristiche fisiche generali del terreno;
- Analisi granulometrica per setacciatura ed areometria;
- Prova di taglio diretto consolidata drenata (C.I.D.);
- Prova triassiale;
- Prova compressione Edometrica.

Definizione unità litotecniche

Le indagini eseguite hanno consentito alla scrivente di definire, le seguenti unità:

- **per i siti degli aerogeneratori CA03, CA04 e CA05 e relativi cavidotti:**

FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a)

PD0 - Calcareniti a grana media e fine alternata a calcari marnosi, marne e calcisiltiti in strati dello spessore variabile da 10 cm a 40 cm.

PD0a - Intercalato nella parte alta dell'unità si distingue una successione spessa circa 80 m di arenarie da fini a grossolane, stratificate, massive, gradate e laminate, con sequenza di Bouma Ta-c e Tb-c alternate a calcareniti fini con sequenza Tc-e; silt, marne e argille marnose sottilmente laminate (torbititici e pelagici).

Oligocene Superiore-Miocene Inferiore

FORMAZIONE SERRO PALAZZO (PAA1)

Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose.

Aptiano – Albiano/Cenomaniano

- **per i siti degli aerogeneratori CA01, CA02, CA06 e relativi cavidotti:**

FLYSCH ROSSO (FYRa)

Chiudono la serie breccie calcaree e calcareniti a grana media e fine con liste e noduli di selce e sottili strati di argille rosse e diaspri (depositi pelagici e torbitidici), con spessore massimo 30 m.

Cretaceo inferiore - Oligocene

- **per il sito della sottostazione e del cavidotto RTN:**

GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV) - COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE

Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose.

Aptiano – Albiano/Cenomaniano

Definizione unità litotecniche

Per la modellizzazione geotecnica dei siti, nella tabella seguente, si propone un possibile modello geotecnico, ove sarà cura del progettista geotecnico verificare la sua adeguatezza in base alla tipologia di struttura fondale da utilizzare, fermo restando che si dovrà, sempre, far riferimento ai dati riportati nell'allegato **015-1** "Indagini Geognostiche".

Dai dati ricavati dalle indagini consultate e dalla bibliografia si propongono quanto segue:

- **per i siti degli aerogeneratori CA03 e C05 e relativi cavidotti, nella FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a), CA04 nella FORMAZIONE SERRO PALAZZO:**

| | |
|----------------------------|--|
| peso di volume del terreno | $\gamma = 1,90 - 1,98 \text{ gr/cm}^3$ |
| angolo di attrito interno | $\phi' = 25^\circ - 28^\circ$ |
| coesione drenata | $c' = 0,04 - 0,08 \text{ Kg/cm}^2$ |
| coesione non drenata | - |
| modulo edometrico | $E_d = 72,60 - 84,65 \text{ Kg/cm}^2$ |

- **per i siti degli aerogeneratori CA01, CA02, CA06 e relativi cavidotti nel FLYSCH ROSSO (FYRa):**

| | |
|----------------------------|---|
| peso di volume del terreno | $\gamma = 1,96 - 2,11 \text{ gr/cm}^3$ |
| angolo di attrito interno | $\phi' = 27 - 32^\circ$ |
| coesione drenata | $c' = 0,0 - 0,12 \text{ Kg/cm}^2$ |
| coesione non drenata | - |
| modulo edometrico | $E_d = 114,65 - 144,36 \text{ Kg/cm}^2$ |

- per il sito della sottostazione e del cavidotto RTN nel GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV) e parte in COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE:

| | |
|----------------------------|---|
| peso di volume del terreno | $\gamma = 1,90-1,95 \text{ gr/cm}^3$ |
| angolo di attrito interno | $\phi' = 23^\circ - 24^\circ$ |
| coesione drenata | $c' = 0,21 \text{ Kg/cm}^2$ |
| coesione non drenata | $c_u = 0,94 \text{ Kg/cm}^2$ |
| modulo edometrico | $E_d = 124,50 - 145,78 \text{ Kg/cm}^2$ |

Dai sondaggi si rileva un livello piezometrico che varia da circa 1,50 e 6,00 metri di profondità dal piano campagna.

Le indagini consultate sono sufficienti a dare un'indicazione di massima sia delle stratigrafie che delle caratteristiche geo-meccaniche dei suoli, *fermo restando la necessità di integrare lo studio con una campagna di indagine specifica nelle aree oggetto di intervento, nella fase esecutiva.*

CONSIDERAZIONI FINALI

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente alla realizzazione del Parco Eolico di Calitri.

La litologia, come si evince dalla carta geologica "Melfi" in scala 1:50.000, è caratterizzata da terreni attribuibili alle seguenti formazioni: Formazione di Paola Doce (PD0 e PD0a), Formazione Serro Palazzo (PAA1), Flysch Rosso (FYRa) e dal Gruppo delle Argille Variegate (AV).

I fenomeni di dissesto sono condizionati da vari fattori tra cui il tipo di litologia, la pendenza, la profondità delle falde acquifere, e si verificano in seguito ad una correlazione tra fattori predisponenti e fattori determinanti.

Tuttavia lo studio ha evidenziato la presenza di una situazione abbastanza stabile mentre, situazioni di lieve instabilità sono concentrate soprattutto dove le pendenze risultano essere maggiori intorno al 25%. Questi dissesti, però, si possono classificare come lievi movimenti superficiali ascrivibili a fenomeni di creeping e soliflusso e solo in qualche punto, il fenomeno potrebbe interessare i primi metri di profondità. L'azione delle acque piovane, a volte, essendo molto spinta, crea vie preferenziali attraverso delle forti incisioni.

Come già affermato nel paragrafo riguardante l'inquadramento geomorfologico, esaminando il "Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" dell'Autorità di Bacino della Puglia (Cfr Tavola 015-4), si nota che le opere sono ubicate al di fuori delle aree a pericolosità geomorfologica (PG1-PG2-PG3).

In base agli aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici dell'area in esame, le opere da realizzare dovranno rispettare alcune condizioni:

- Le fondazioni dovranno essere attestate unicamente nel substrato di base, al di sotto del terreno vegetale e/o alterato;
- Si prescrive la regimazione delle acque superficiali ed episupeficiali, mediante opportune opere idrauliche, consistenti in efficaci drenaggi perimetrali alle strutture ed in opportune cunette che si estendono lungo i tracciati stradali; sia i drenaggi che le cunette dovranno avere come recapito finale i più vicini impluvi naturali o artificiali;
- Per la realizzazione delle strade di accesso e di servizio, sono necessari l'asportazione del terreno vegetale, la compattazione del terreno di posa e dei relativi strati dell'eventuale rilevato;
- E' necessario ridurre il tempo di esposizione agli agenti atmosferici degli scavi che ospiteranno la rete dei cavi; ed inoltre compattare il materiale di riempimento al fine di evitare fenomeni di erosione;
- Per fronti di scavo di altezza superiore a 1 m, si prescrive la realizzazione di opportune strutture di contenimento.

Dal punto di vista sismico le categorie di sottosuolo ricavate dall'indagini prese in esame risultano "B" e "C" (NTC 2018).

Lo studio ha messo in evidenza condizioni favorevoli alla realizzazione dell'impianto eolico, tuttavia rimangono da approfondire alcuni aspetti geomorfologici e geotecnici.

Durante la fase esecutiva dovrà essere validata la schematizzazione geologica e geotecnica desunta, effettuando le indagini geognostiche/geofisiche sui singoli siti.

Rispettando le prescrizioni prima descritte, le opere che si vanno a realizzare non vanno ad alterare l'equilibrio geostatico dei terreni presenti e quindi, l'equilibrio idrogeologico dell'area in esame. Le opere sono compatibili con l'assetto geologico, idrogeologico e idrologico e geotecnico dell'area.

Si pone in evidenza la necessaria presenza del geologo durante gli scavi e si invita, quindi, a comunicare l'inizio dei lavori per fornire tutta la consulenza necessaria in tale fase e valutare eventuali problematiche non prevedibili in questa fase.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Vallata li 28/02/2024

