

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

AREN Green S.r.l.

Società soggetta alla direzione e coordinamento di AREN Electric Power S.p.A.

Sede legale e amministrativa: Via dell'Arrigoni n. 308 | 47522 Cesena (FC) | Ph. +39 0547 415245

Iscritta nel Registro delle Imprese della Romagna - Forlì-Cesena e Rimini | REA 326908 | C.F./P.Iva 04032170401

COMUNI DI ACERENZA E OPPIDO LUCANO (PZ)
LOCALITÀ "MACCHIONE"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "DONNA MARIANNA"

REDAZIONE / PROGETTISTA:



Dott. geol. Angela Rosa Simone

Via S. Pertini n. 38 - 83059 Vallata (AV)
Ph. +39 3496532293 - Fax +39 082791532
mail: rosa.simone@libero.it

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO:

DMADC_GENR03200_00

FORMATO:

A4

Nr EL:

/

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

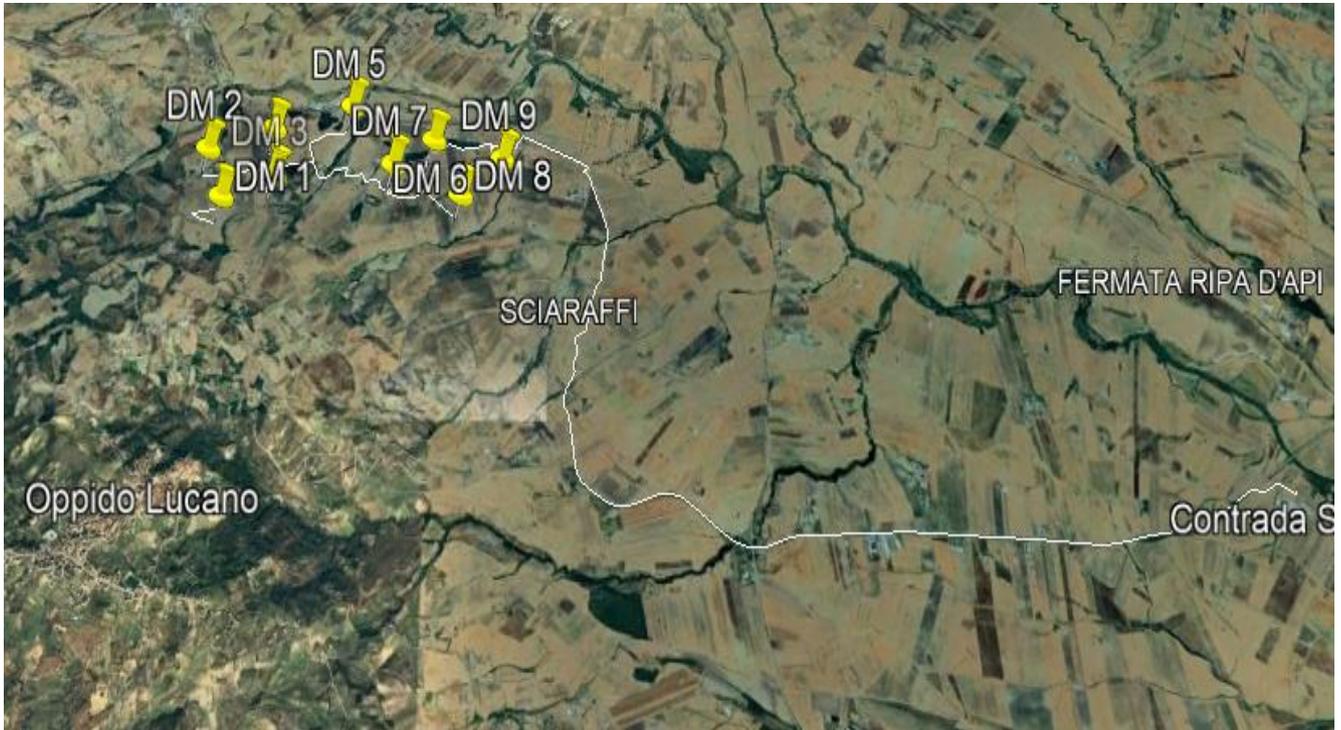
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	21/06/2024	A. R. Simone	E. Teodorani	S. Ulivi
01					
02					
03					
04					

Sommario

PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	5
CARATTERISTICHE TETTONICHE DELL'AREA	7
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI.....	11
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICO	13
EVENTUALI AREE SOGGETTE AD INSTABILITÀ.....	14
ASSETTO IDROLOGO ED IDROGEOLOGO	16
CARATTERIZZAZIONE SISMICA	17
SISMICITÀ STORICA E RECENTE	17
CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA	22
<i> Criteri di base.....</i>	22
<i> Attribuzione categoria sismica suolo nella presente fase definitiva</i>	24
<i> Definizione degli spettri di progetto</i>	24
<i> Vita nominale.....</i>	24
<i> Classe d'uso.....</i>	24
<i> Periodo di riferimento dell'azione sismica</i>	25
<i> Azione sismica di base</i>	25
<i> Calcolo parametri sismici.....</i>	26
CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	28
<i> Modalità e mezzi di indagine.....</i>	28
<i> Definizione unità litotecniche</i>	28
<i> Parametri di riferimento.....</i>	28
CONSIDERAZIONI FINALI.....	30
INDAGINI GEOGNOSTICHE CONSULTATE.....	40

PREMESSA

La società AREN Green S.r.l. Unipersonale con sede legale in Via dell'Arrigoni n.308 – 47522 Cesena, ha conferito alla scrivente Dott.ssa Geologo Angela Rosa Simone, regolarmente iscritta presso l'ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2041, l'incarico di redigere la **Relazione Geologica** a corredo del progetto "**Realizzazione di un impianto Eolico "Donna Marianna"**" da realizzare in località Macchione nel comune di Oppido Lucano e Acerenza (PZ), così come riportato nell'ortofoto sottostante.



La società sta sviluppando un progetto che prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da 9 aerogeneratori della Vestas, modello V150, ciascuno della potenza di 6MW per una potenza nominale di complessiva dell'impianto eolico pari a 54 MW. Gli aerogeneratori sono indicati col suffisso DM.

La relazione ha la funzione di verificare, a livello progettuale definitivo, che le opere risultino compatibili con il locale assetto geologico generale.

Al fine di ricostruire un'accurata descrizione dell'area interessate dalle opere in progetto, sono state raccolte tutte le informazioni, i dati, e la documentazione disponibile a livello locale; inoltre, sono state consultate le indagini e gli studi redatti in aree limitrofe e, a supporto, è stato eseguito un rilevamento geologico.

Nello specifico il lavoro finalizzato alla stesura della relazione geologica e degli elaborati allegati (Carte Tematiche) 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 geologico si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione geologica esplicitando i contenuti sotto elencati:
- Caratteristiche geologiche generali
- Caratteristiche tettoniche dell'area
- Caratteristiche geologiche locali in linea generale
- Caratteristiche geomorfologiche
- Eventuali aree soggette a instabilità
- Sismicità storica e recente
- Caratterizzazione sismica specifica dei siti in linea generale

- Caratterizzazione del suolo di fondazione in ogni sito in linea generale
- Allegato: Indagini Geognostiche Consultate

A corredo dalle seguenti carte tematiche:

- DMADT_GENT03201_00: “Aerofotogrammetria” (scala 1:20.000);
- DMADT_GENT03202_00: “Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:50.000” (scala 1: 10.000);
- DMADT_GENT03203_00: “Stralcio PAI frane” (scala 1:10.000);
- DMADT_GENT03204_00: “Stralcio catalogo PAI Alluvioni” (scala 1:10.000).

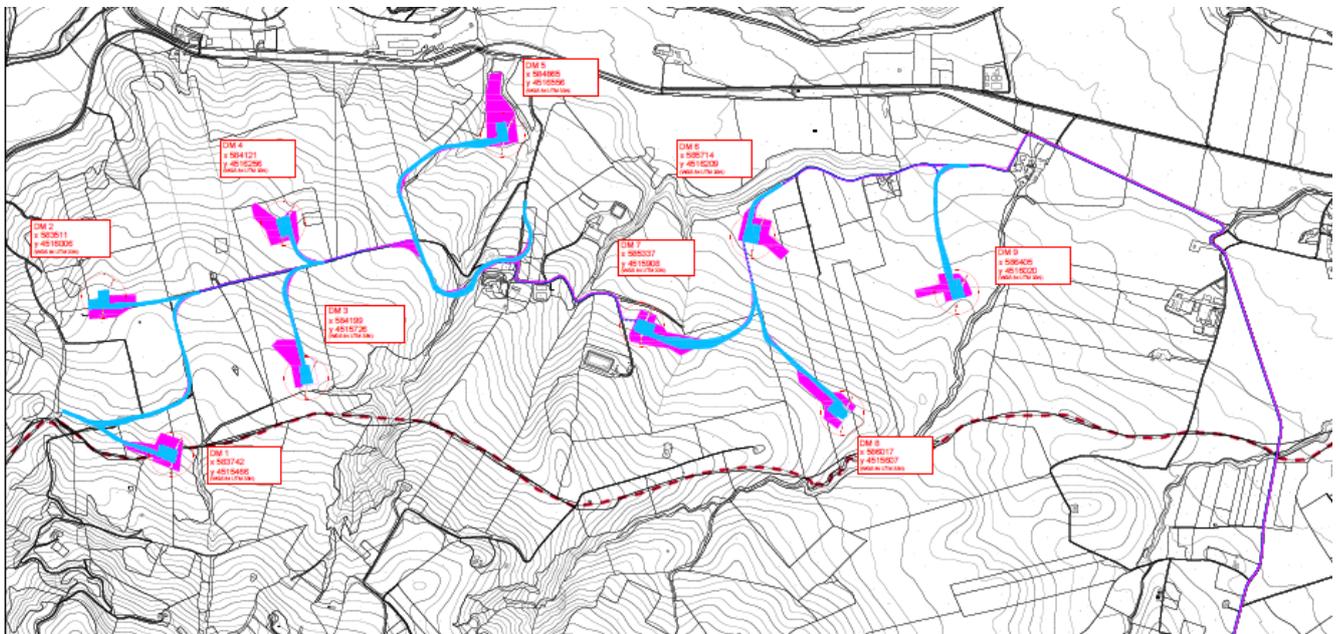
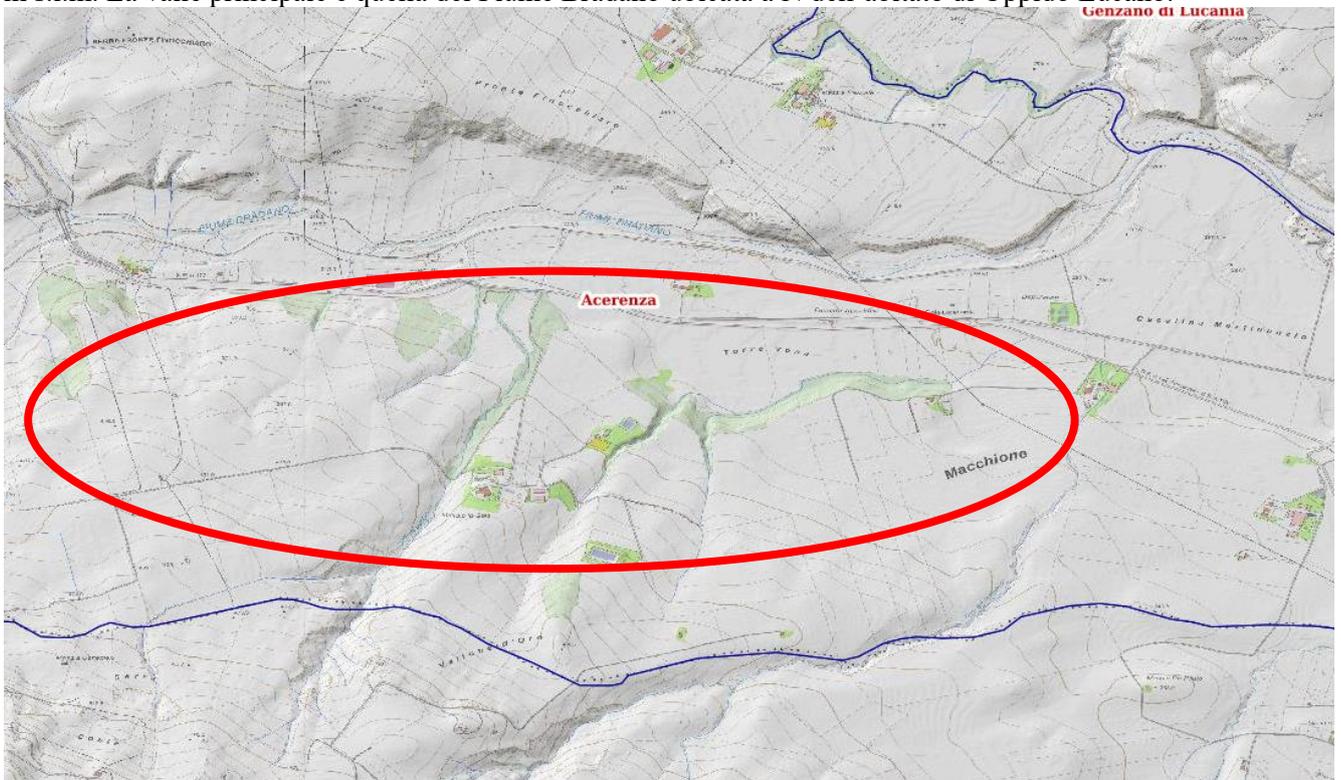
Il paragrafo della caratterizzazione dei suoli di fondazione ha lo scopo di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni coinvolti e potenzialmente coinvolgibili dalle opere. Le informazioni per sviluppare tale parte sono acquisite attraverso il consulto di tutte indagini geognostiche pregresse e disponibili, anche quelle effettuate per la costruzione di altri impianti, in aree limitrofe, volte a definire i parametri geotecnici di massima utili in questa fase di progettazione.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 -Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare n.146/394/4422 del 9 Agosto 2000 dello Stato Maggiore della Difesa, recante “Segnalazione delle opere costituenti ostacolo alla navigazione aerea”.
- 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.
- 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 GEOGRAFICO

L'area interessata dalla realizzazione del parco eolico si colloca a cavallo tra due comuni; nello specifico è sita a Sud rispetto all'abitato di Genzano Lucana, a N rispetto l'abitato di Oppido Lucano e a sud est rispetto il paese di Acerenza in località "Macchione". Il territorio si presenta con cime che raggiungono quote massime circa di 489 m s.l.m. La valle principale è quella del Fiume Bradano ubicata a N dell'abitato di Oppido Lucano.



L'area è individuabile nelle cartografie CTR Regione Basilicata. Fa parte della struttura geologica dei dossi collinari che ricadono nel bacino idrografico del Fiume Bradano e dei suoi affluenti principali: Vallone Purgatorio e Vallone dell'Oro.

I comuni sono collegati ai capoluoghi di provincia mediante la strada S.P. N. 122 Acerenza- SS. N.169 e dalle dalla ferrovia Gioia-Lacedonia con fermata Torre Vosa. E' collegata dalle varie strade comunali tra i vari centri urbani e le frazioni e le aree periferiche.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale rientra nel Foglio n.188 (Gravina di Puglia) della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000, in particolare le aree oggetto di intervento s’individuano nel suo settore su occidentale di seguito riportata.



Fig. 2 - Schema tettonico e stratigrafico

Dal punto di vista geologico, i siti ricadono all’interno dell’esteso ed ampio bacino del medio Bradano. Tale settore rientra ampiamente nel dominio della Fossa Bradanica, delimitato a nord-est dalla sequenza carbonatica cretacea dell’Avanpaese Apulo e a sud-ovest dalle formazioni flyschoidi più esterne della Catena Appenninica (Azzaroli et alii, 1968) vedi Fig.2.1

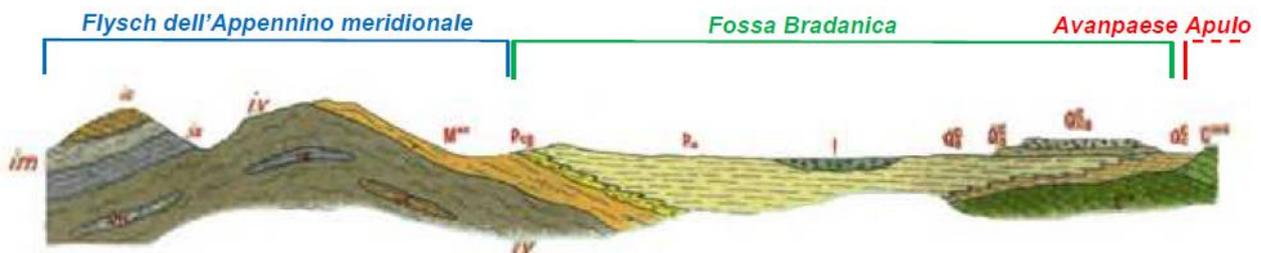


Fig. 2.1 Schema dei rapporti stratigrafici (da Foglio Geologico 188 “Gravina in Puglia”, modificato).

La sezione (Figura 2.1) mostra chiaramente i rapporti stratigrafici esistenti tra le unità geologiche che compongono i tre elementi strutturali dell'Appennino meridionale sopracitati e brevemente descritti di seguito. Formazioni in facies di Flysch dell'Appennino meridionale Sono formazioni geologiche direttamente coinvolte nella tettonogenesi appenninica e, pertanto, risultano caratterizzate da un assetto stratigrafico e strutturale piuttosto caotico.

Le formazioni più antiche, seppur di età non precisamente definibile, sono rappresentate da unità litologiche non sempre facilmente distinguibili e perciò indicate in letteratura come Complesso Indifferenziato. Esso è costituito da argille scistose varicolori (iv), argille e marne grigie con interstrati calcarei (ia), marne ed argille limose (im), livelli calcarenitici e brecciole calcaree (ic).

Un'altra unità formazionale compresa nel gruppo appenninico è la Formazione della Daunia (M5-3), databile al Miocene (Messiniano-Elveziano) e caratterizzata da strati più o meno contorti di materiale terrigeno di varia natura.

✓ *Formazioni sedimentarie della Fossa Bradanica*

Queste formazioni costituiscono il risultato di cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno caratterizzato l'avanfossa appenninica nel periodo compreso tra il Pliocene e il Pleistocene, fino a determinarne il completo riempimento con unità litologiche di origine sia marina sia continentale, ad assetto stratigrafico sub-orizzontale. Nel settore in esame tale successione comprende le seguenti Formazioni, elencate dalla più antica alla più recente: Conglomerati ed arenarie di Oppido Lucano (Pcg), Argille di Gravina (Pa-Q^a), Sabbie di Monte Marano (Q^s) e Conglomerati di Irsina (Q^{cg}).

La sequenza sedimentaria termina con una serie di depositi alluvionali terrazzati (f1, f2 e f3) e depositi alluvionali recenti (a, a1, a2), rispettivamente datati al Pleistocene superiore e all'Olocene, che rappresentano la chiusura del ciclo sedimentario bradanico e sono il prodotto della dinamica sedimentaria dei corsi d'acqua che solcano la Fossa Bradanica

✓ *Formazioni calcaree dell'Avanpaese Apulo*

Sono rappresentate dalle sequenze di calcari micritici, calcari dolomitici e dolomie del Cretaceo ascrivibili alle formazioni del Calcarea di Bari (C7-6) e del Calcarea di Altamura (C10-8). Queste unità sono ribassate tettonicamente verso ovest attraverso potenti faglie dirette che le dislocano a varie profondità sotto la copertura plio-pleistocenica.

Le unità sono:

- Alluvioni terrazzate ciottoloso-sabbiose del Fiume Bradano (Pleistocene).

Sono rappresentate prevalentemente da depositi conglomeratici, conglomeratico sabbiosi, sabbioso-conglomeratici e limoso-conglomeratici distribuiti in tre ordini differenti di terrazzo e dislocati a diverse quote topografiche, talora molto più in alto rispetto all'alveo attuale del fiume dal quale sono state profondamente reincise.

Tali depositi poggiano direttamente con contatto erosivo sulle Argille Subappennine e presentano spessori pari a 10-15 m e verso nord-est, immediatamente al di fuori dell'area, sono in parte ricoperti dai depositi alluvionali del terrazzo recente (T. la Fiumarella).

- Argille di Gravina o Argille subappennine (Calabriano).

Sono costituite da argille marnose grigio-azzurre talvolta intercalate ad orizzonti di limi sabbiosi e/o sabbie medio-fini. Generalmente la stratificazione è ben distinta e la parte alta della serie argillosa, nei punti di passaggio con i litotipi sovrastanti, è interessata da fitte intercalazioni limoso-sabbiose ocraceo-giallastre e grigiastre, che segnano il graduale aumento della frazione grossolana sino alle sovrastanti formazioni sabbioso-conglomeratiche. Questi terreni affiorano limitatamente nel settore centromeridionale dell'area.

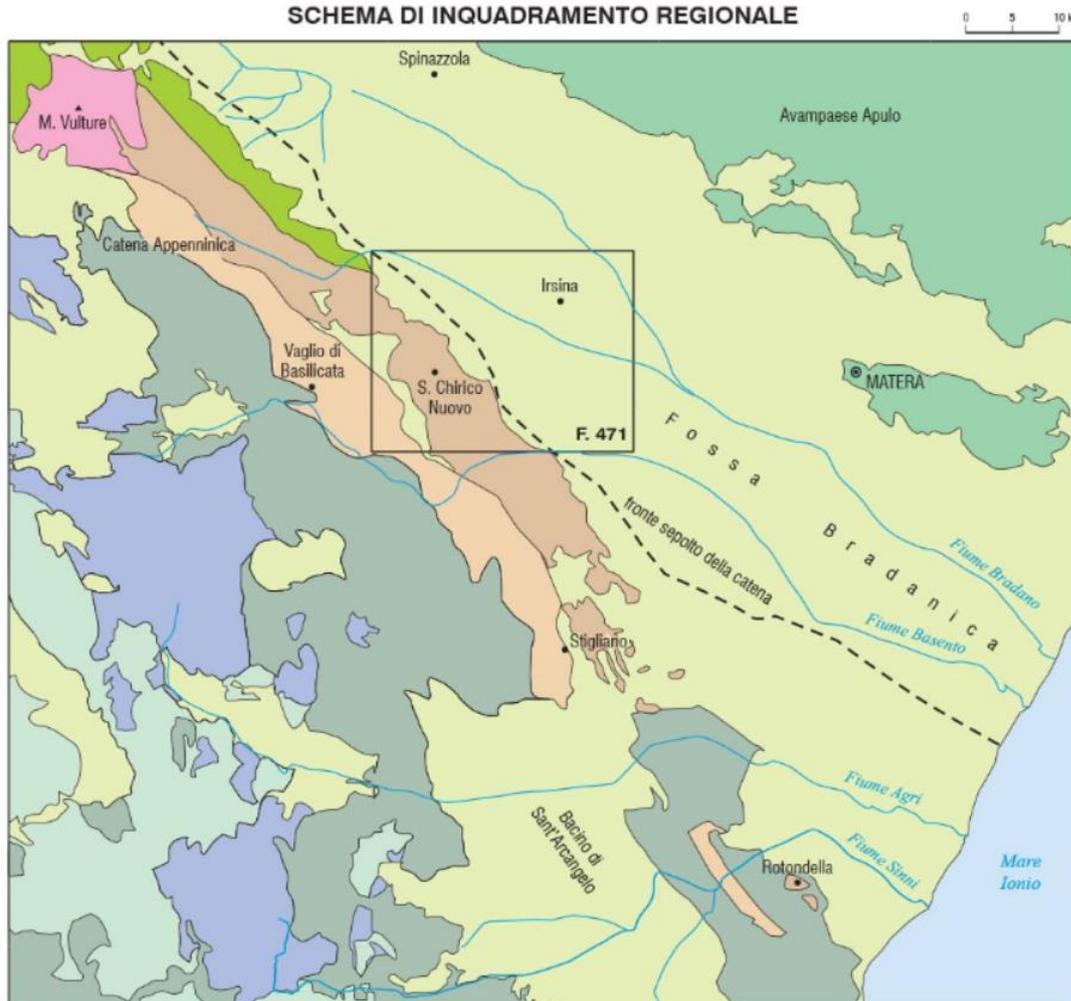
Lungo le incisioni fluviali sono presenti depositi alluvionali terrazzati olocenici e pleistocenici del F. Bradano e dei suoi affluenti (T. la Fiumarella) e limi sabbiosi e argillosi con lenti ciottolose anch'essi riferibili all'Olocene.

CARATTERISTICHE TETTONICHE DELL'AREA

L'Appennino meridionale (Fig.3) occupa il settore centro-meridionale dell'Italia peninsulare ed è delimitato a nord dalla Linea Ortona-Roccamonfina e a sud dalla Linea del Pollino. Esso rappresenta una struttura collisionale prodotta dalla convergenza tra le placche litosferiche africana ed europea nell'intervallo Cretacico superiore-Quaternario, che può essere definita come un prisma di accrezione (*Cello et alii, 1989*). Nel contesto generale dei movimenti di convergenza Africa-Europa, possono essere distinti tre principali elementi strutturali: un dominio di avampaese, un dominio di catena rappresentato dall'Appennino meridionale e un dominio di retroarco.

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- Avampaese, 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*)

SCHEMA DI INQUADRAMENTO REGIONALE



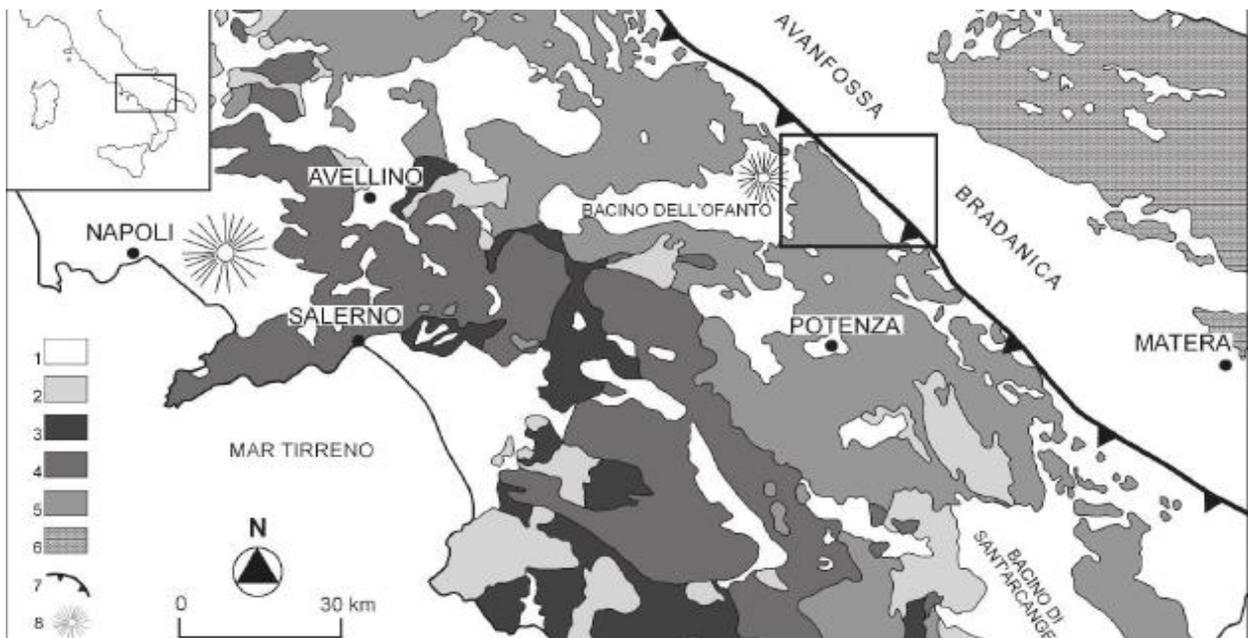


Fig. 3 - Schema geologico dell'Appennino campano-lucano.

Legenda: 1. Sedimenti plio-quadernari e vulcaniti quadernarie; 2. Depositi sinorogeni miocenici discordanti; 3. Unità interne cretaceo-oligoceniche ofiolitifere (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. Edifici vulcanici. Note 452 Rione in Vulture

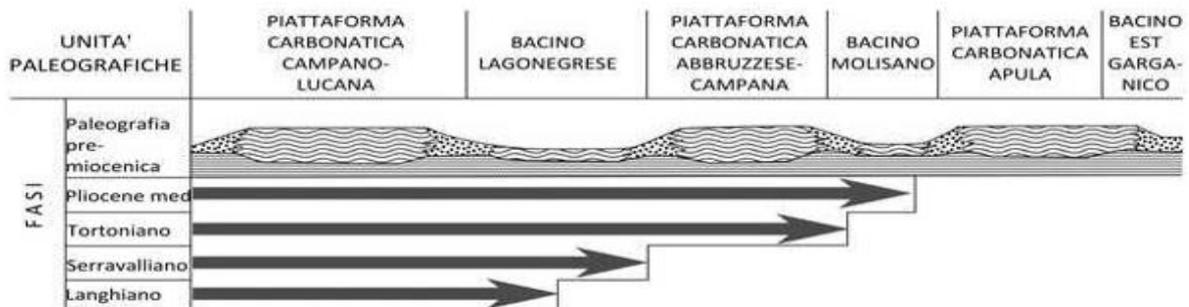


Fig. 4 - Schema paleografico e fasi tetto-genetiche delle principali unità geologiche dell'Appennino meridionale (da D'Argenio ed Alii 1973)

Dal punto di vista geo-strutturale l'area oggetto di studio appartiene al dominio di Avanfossa adriatica nel tratto che risulta compreso tra i Monti della Daunia e l'altopiano delle Murge. L'Avanfossa si è formata a partire dal Pliocene inferiore per progressivo colamento di una depressione tettonica allungata NW-SE, da parte di sedimenti clastici; tale processo si è concluso verso la fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area.

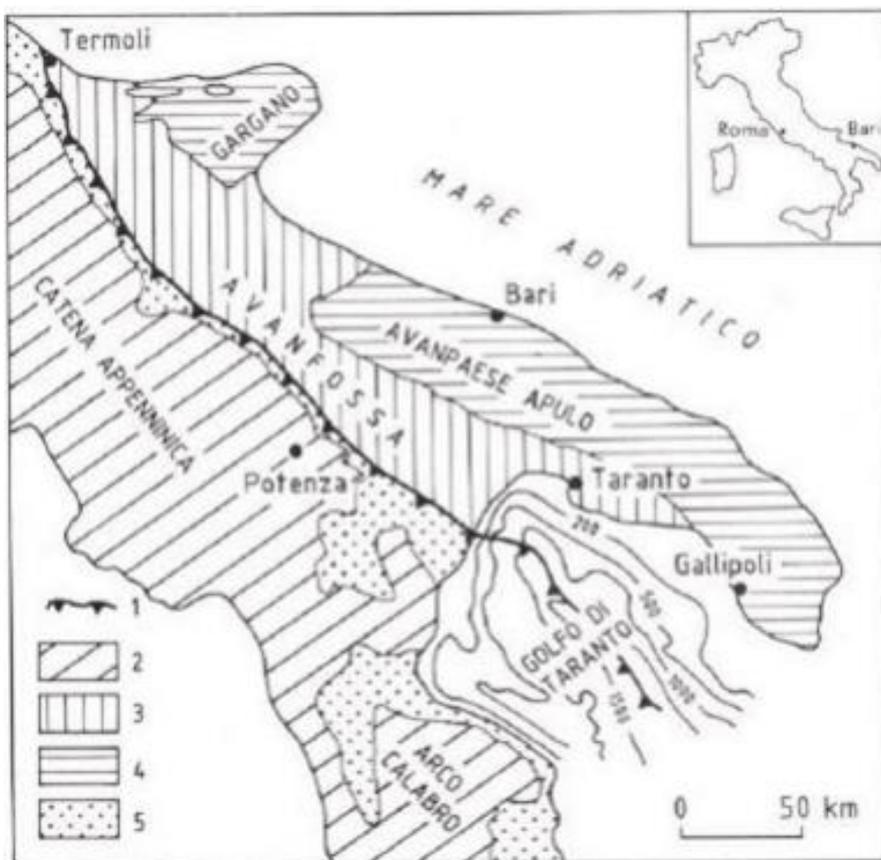


Figura 4.1: Schema dei principali domini geodinamici: 1) Limite delle Unità Appenniniche Alloctone; 2) Catena Appenninica ed Arco Calabro; 3) Avanfossa; 4) Avampaese Apulo-Garganico; 5) Bacini Plio-Pleistocenici - Fonte: Zezza et al., 1984).

La Catena si estende lungo un tratto di dorsale con direzione N-S formando parte del settore centro-meridionale dell'Appennino della Daunia; i rilievi maggiori, con i 930 m di altitudine degradano verso SE, con rilievi collinari bassi alle cui sommità sono sub-pianeggianti rappresentano l'area pedemontana del Tavoliere di Puglia.

Il basamento del Tavoliere è caratterizzato da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie, su cui poggiano i depositi argillosi con livelli di argille sabbiose del plio-pleistoceniche ed oloceniche; tali depositi arrivano fino al Mare Adriatico, quindi si trovano a quote comprese tra 1000 e 200 metri. L'area è solcata dalle incisioni del bacino idrografico del Fiume Bradano, nel tratto compreso fra Oppido Lucano ad ovest e la confluenza con il T. Basentello ad Est. La parte più esterna della catena si è strutturata con i più recenti sovrascorrimenti sui carbonati dell'Avampaese apulo che a loro volta, nella migrazione verso Est, hanno dapprima dato origine all'Avanfossa, la Fossa Bradanica, e successivamente la sedimentazione Pliocene-Pleistocene. La Catena e l'Avanfossa sono attraversate da faglie di andamento antiappenninico. Nella porzione di catena più esterna, si distinguono le tre unità litostratigrafiche: Flysch Rosso, Flysch di Faeto e dalle marne argillose di Toppo Capuana, temporalmente dal Cretacico al Miocene medio superiore, appartengono all'Unità Tettonica della Daunia. Essa occupa la porzione più esterna del locale margine appenninico e deriva dalla deformazione delle successioni più interne del Bacino Lagonegrese-Molisano (Mostardini & Merlini, 1986) a seguito della migrazione del fronte compressivo della Catena alla fine dell'Oligocene. In questo contesto si delinea un nuovo Bacino, quello Iripino, che sono silicoclastiche e provengono dalla Catena in sollevamento nei settori più interni, mentre sono calciclastiche quelle più esterne a causa degli apporti da aree carbonatiche della Piattaforma Apula. L'elemento evolutivo di connessione tra il Bacino Lagonegrese-Molisano e quello Iripino è rappresentato dalla continuità stratigrafica tra il flysch numidico ed il flysch di Faeto.

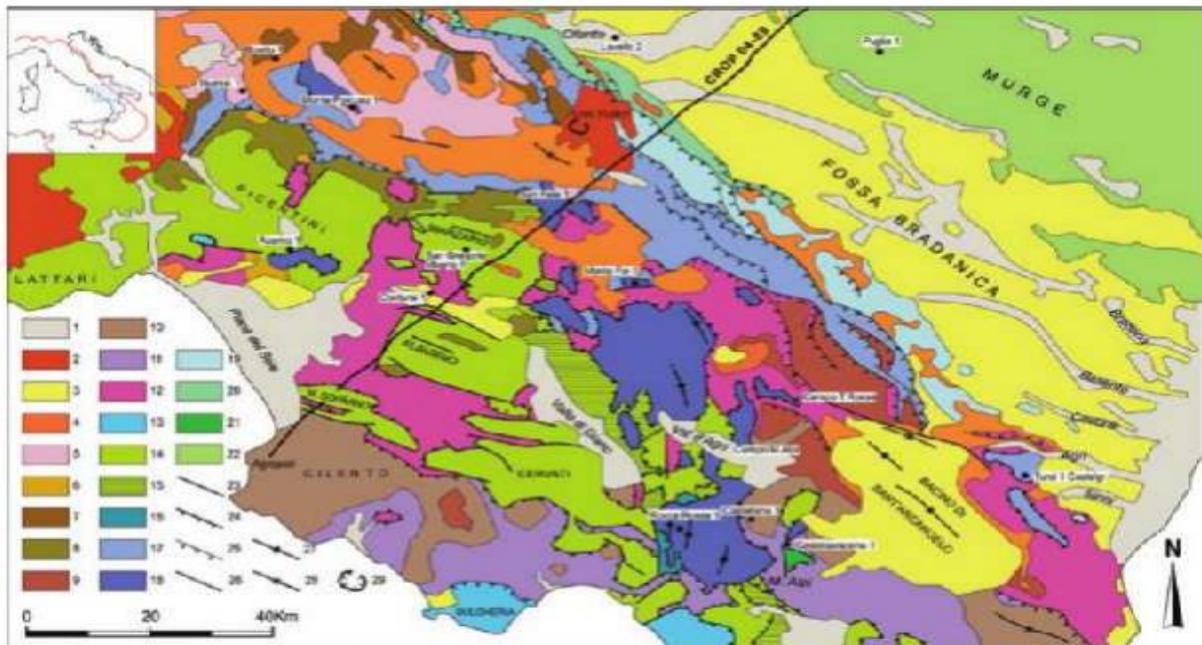


Fig. 5- Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino Campano-Lucano. Modificato da Patacca (2007).

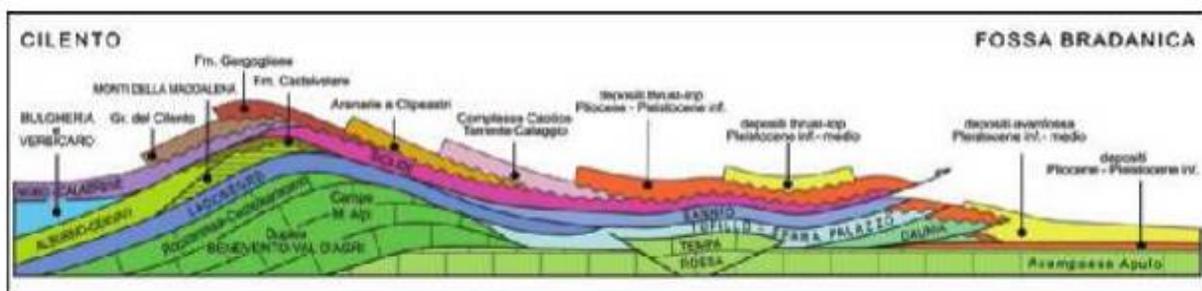


Fig. 6- Rappresentazione schematica dei rapporti geometrici tra le diverse unità geologiche che compongono il sistema catena-avampaese tra il Cilento e la Fossa Bradanica.

Le formazioni geologiche più rappresentative dell'Appennino lucano-campano e pugliese possono schematizzarsi in 5 raggruppamenti (*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.

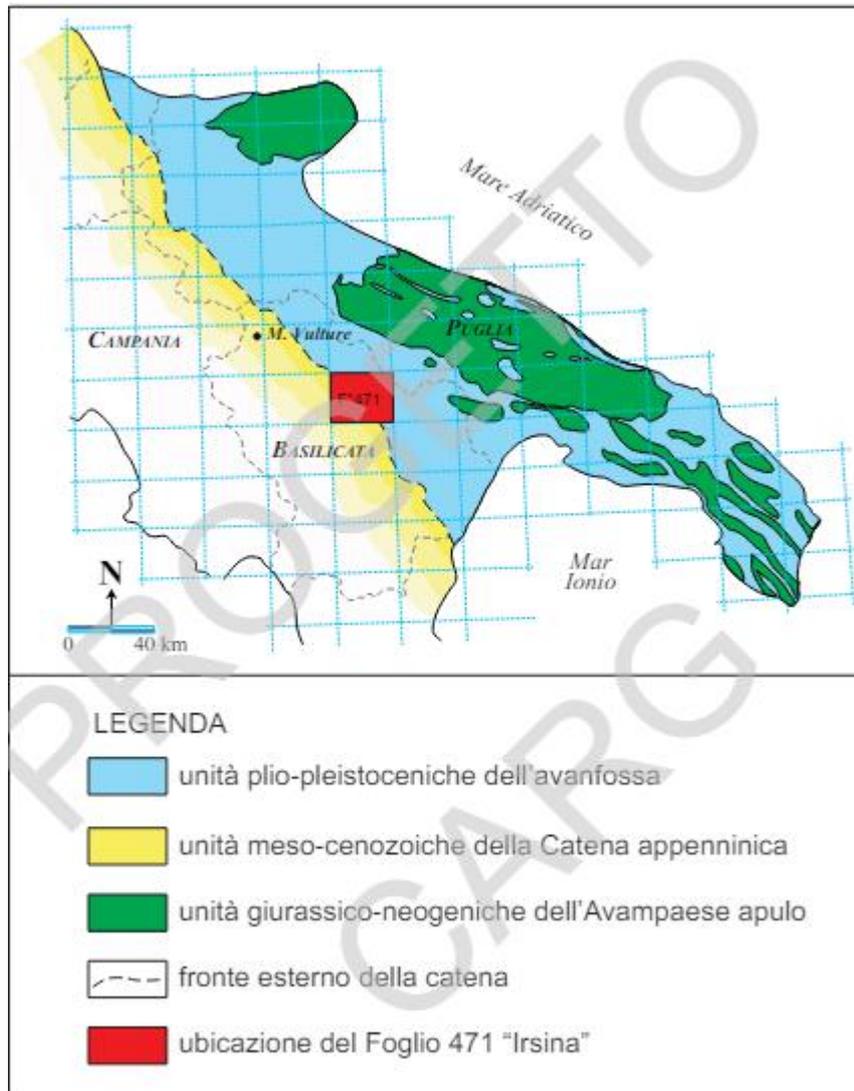
Le ricostruzioni dell'assetto tettonico e morfologico della catena appenninica sono molteplici e, a seconda degli autori, varia il numero delle piattaforme carbonatiche intercalate da bacini.

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, 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.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI

Le aree interessate dal presente studio ricadono nella Carta Geologica di Italia in scala 1:50.000 Foglio 471 "Irsina", e una parte nel Foglio 470 "Potenza" di seguito si riporta uno stralcio dell'elaborato DMADC_GENT03202.



Estratto Note Illustrative- Ubicazione dell'area del Foglio 471 "Irsina" e principali unità geologiche dell'Italia meridionale

I terreni affioranti sono costituiti essenzialmente da sedimenti alluvionali terrazzati riconducibili al Supersistema del Fiume Bradano, depositi continentali per i quali è possibile risalire al bacino idrografico di pertinenza e non. Le alluvioni si sono formate molto probabilmente in periodi freddi del Pleistocene medio e superiore (Boenzi et alii, 1978).

I siti ricadono sui seguenti terreni:

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA

Appartengono a queste unità i depositi continentali ancora in fase di evoluzione e trasformazione geomorfologica, che per la loro posizione non possono essere collocati bacino per bacino. Nello specifico si tratta di accumuli di frana, dei depositi detritici e colluviali e dei sedimenti alluvionali recenti e attuali (*F.Boenzi*).

Nel complesso gli alvei sono tuttora in fase di evoluzione e trasformazione.

- Depositi di frana antica (a1b) – Pleistocene superiore - Olocene

Terreni caotici costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici (da granuli a blocchi) inglobati in matrice argilloso-sabbiosa ed interessati da fenomeni di erosione. Attualmente stabilizzato.

- **Depositi di frana (a1a) - Olocene**

Terreni caotici costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici, inglobati in matrice argilloso-sabbiosa.

- **Depositi di versante (a) - Olocene**

Terreni eterometrici costituiti da clasti grossolani e blocchi a spigoli vivi, a luoghi cementati, immersi in una matrice sabbioso-limoso, spessore pochi metri.

DEPOSITI ALLUVIONALI DISTINTI PER BACINO DI PERTINENZA - Supersistema Fiume Bradano (BD)

Il Supersistema è rappresentato da quattro sintemi delimitati in basso da superfici orizzontali corrispondenti a superfici di erosione. Tali sintemi sono formati da sedimenti sabbioso-conglomeratici che a luoghi, mal affioranti, a causa di intensa attività antropica. Per i loro caratteri tessiturali, possono essere riferiti a pianie alluvionali di corsi d'acqua di tipo braided o a conoidi alluvionali (PLEISTOCENE MEDIO SUPERIORE).

- **SINTEMA DI TORRE D'OPPIO – TPD – (PLEISTOCENE MEDIO - SUP)**

Depositi conglomeratici, conglomeratico-sabbiosi, sabbioso-conglomeratici e siltoso-sabbiosi spesso risultano mal affioranti a causa di intensa attività antropica. Trattasi di terreni riferiti a depositi fluviali e a depositi di conoide alluvionale, affiorano fra 265 e 443 metri di quota e mostrano uno spessore variabile fino ad un massimo di 15 metri.

UNITA' PLEISTOCENICHE DELL'AVANFOSSABRADANICA

- **ARGILLE SUBAPPENNINE – ASP- (PLEISTOCENE INFERIORE p,p)**

Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, a luoghi con intercalazioni sabbiose o più raramente conglomeratiche, in strati di spessore variabile da pochi centimetri ad oltre un metro. Nella parte alta della formazione è presente uno spesso membro conglomeratico (ASP1).

UNITA' TETTONICHE DELLA CATENA APPENNINICA – UNITA' TETTONICA DI VAGLIO DI BASILICATA

- **FLYSCH GALESTRINO – CRETACICO INFERIORE**

Argilliti grigie e marne calcaree a cui si intercalano calciliti, calcareniti a granulometria medio-fine e marne silicizzate; queste ultime presentano il tipico aspetto della pietra paesina, mentre le calcareniti presentano strutture riconducibili alla sequenza di BOUMA. Nel complesso la formazione è riferibile ad un ambiente bacinale di mare profondo prevalentemente interessato sia da sedimentazione emipelagica che da correnti di torbida diluite. Lo spessore affiorante è dell'ordine di 100 metri.

Di seguito uno stralcio delle Carta Geologiche PROGETTO CARG in scala 1:50.000 Foglio 471 "Irsina" e Foglio 470 "Potenza"

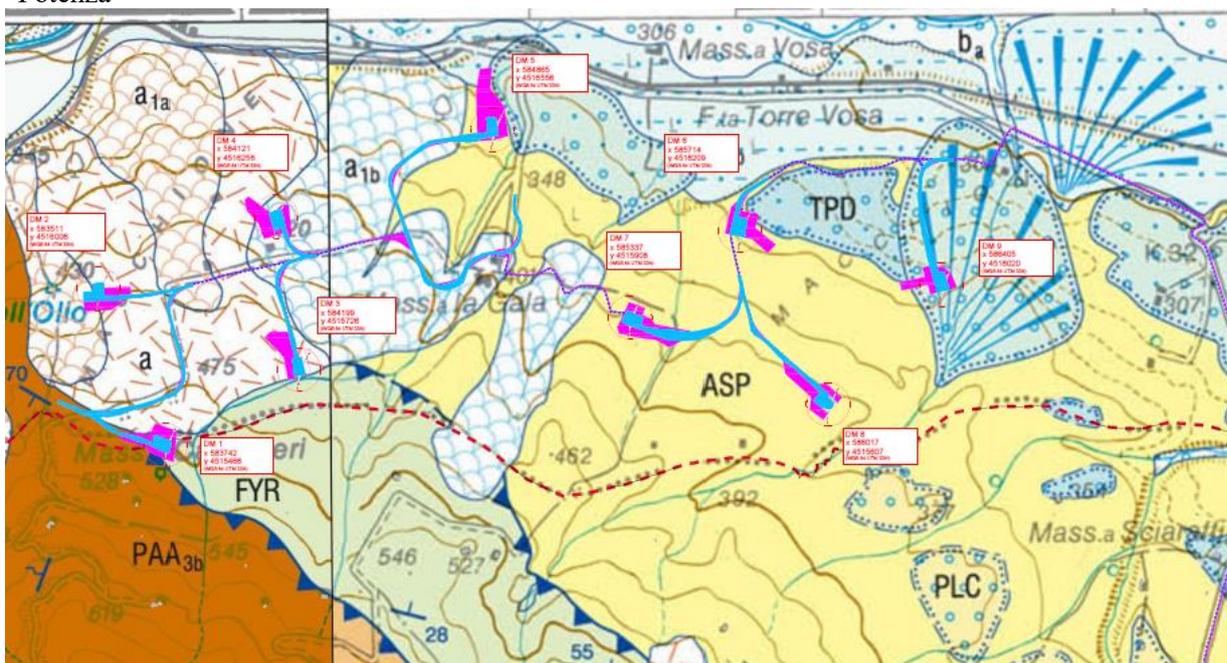
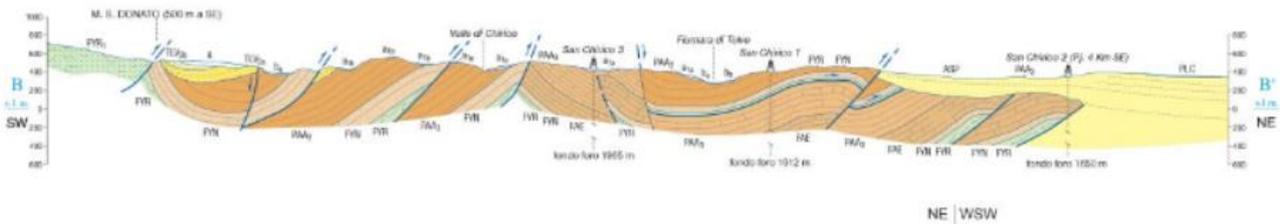
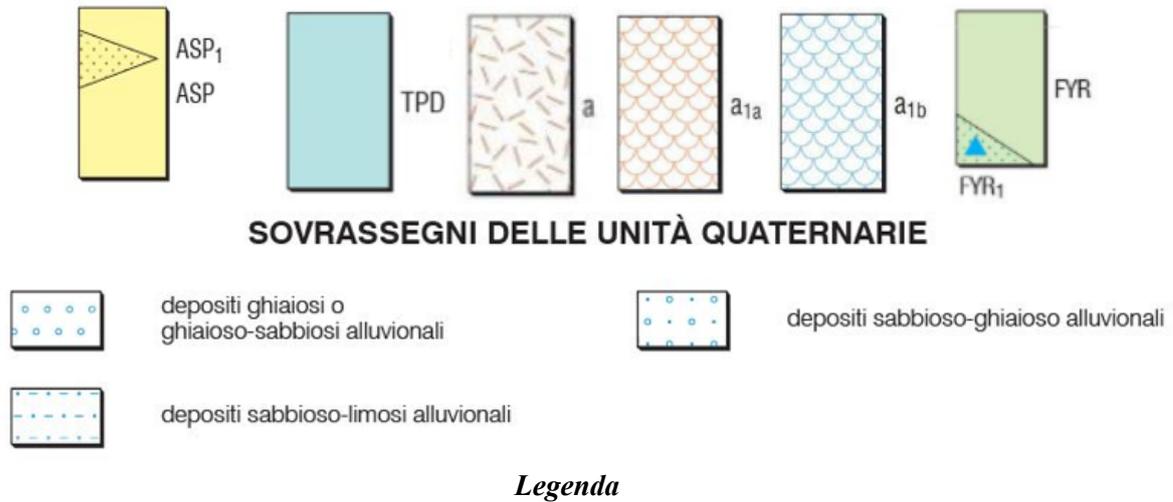


Fig. 8- Stralcio Carta Geologica progetto CARG foglio 471 e 470



F.9 - Schema dei rapporti stratigrafici

I terreni affioranti sono stati riscontrati nelle indagini consultate in aree limitrofe. Dall’analisi della carta geologica si evidenzia che quattro aerogeneratori con i relativi cavidotti ed opere accessorie insistono solo sulla formazione geologica delle ARGILLE SUBAPPENNINE – ASP e dalla visione degli elaborati delle stratigrafie consultate, risulta costituita da argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, a luoghi con intercalazioni sabbiose o più raramente conglomeratiche, in strati di spessore variabile da pochi centimetri ad oltre un metro. Nella parte alta della formazione è presente uno spesso membro conglomeratico (ASP1).

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICO

L’area oggetto del presente studio è situata nella porzione a Est rispetto al centro abitato di Acerenza a quote mediamente comprese tra i 489 e 320 m s.l.m.

Il territorio in esame fa parte della cosiddetta Fossa Bradanica che è caratterizzata da una morfologia regolare. La caratteristica principale è quella di essere rappresentato da rilievi collinari di tipo tabulare a sommità pianeggiante, che costituiscono dorsali separate da corsi d’acqua. L’area è disseccata da larghe valli, a fondo prevalentemente piatto, che si sviluppano in direzione circa SE-NO e l’asta fluviale principale è il Fiume Bradano e dai principali affluenti. Il suo andamento è meandri fino a Tolve, poi assume un tracciato a treccia e scorre su un fondo valle piuttosto ampio nel quale ben si distingue una piana alluvionale incisa e terrazzata soggetta a periodiche esondazioni.

Allo stato attuale nell’area d’intervento non si evidenziano significativi segni di erosione, fenomeni gravitativi o fenomeni superficiali di dissesto in atto, presentandosi globalmente stabile. A luoghi, si riscontrano fenomeni di avvallamento e rigonfiamento del terreno causate dall’azione del dilavamento delle acque superficiali pluviali. Nei pressi dell’area in esame vi è la presenza di calanchi che sono formazioni geomorfologiche caratterizzate da un paesaggio estremamente eroso e fratturato, tipico delle regioni collinari soggette a fenomeni di erosione accelerata. I calanchi si sviluppano prevalentemente su substrati argillosi e marnosi, dove l’azione erosiva dell’acqua piovana, accentuata dall’assenza di vegetazione, provoca profonde incisioni e solchi. Questi solchi, spesso paralleli e separati da creste sottili, conferiscono al paesaggio un aspetto molto accidentato e instabile.



Fig.9 – Calanchi nei pressi dell’area in esame

All’interno dell’area in esame sono presenti impluvi incisi nei depositi presenti, con andamento perpendicolare all’asta principale.

La maggior parte del parco eolico è compresa nel bacino idrografico del Fiume Bradano. All’interno dell’area sono presenti impluvi come Vallone del Purgatorio e Dell’Oro.

Allo stato attuale nell’area d’intervento non si evidenziano significativi segni di erosione, fenomeni gravitativi o fenomeni superficiali di dissesto in atto, presentandosi globalmente stabile. A luoghi, si riscontrano fenomeni di avvallamento e rigonfiamento del terreno causate dall’azione del dilavamento delle acque superficiali pluviali anche in prossimità delle scarpate dei corsi d’acqua. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale. *Per tali aree, se interessate dalla posa in opera di cavidotti, dovranno essere previste opere di contenimento, anche di ingegneria naturalistica, mirate a non incrementare il rischio idrogeologico locale.*

EVENTUALI AREE SOGGETTE AD INSTABILITÀ

Il Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale (Ex AdB Regione Puglia e della Basilicata), 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 media e moderata – P.G.1
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2
- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3.

La verifica effettuata sulle opere di progetto con le aree a rischio geomorfologico del PAI ha evidenziato che i siti delle pale eoliche risultano ubicati al di fuori sia dalle aree a pericolosità geomorfologica (Frane) Fig 10-11 e sia dalle aree a pericolosità idraulica Fig. 12.

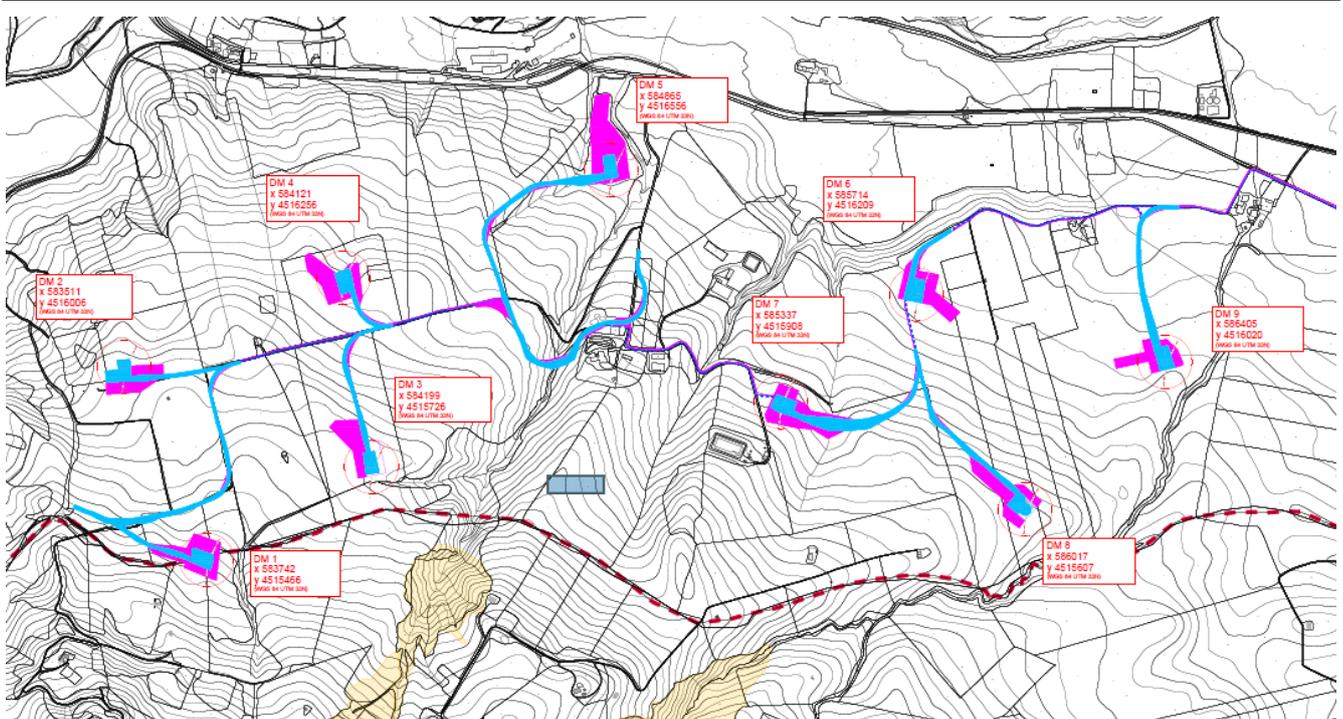


Fig.10 – Estratto Carta PAI

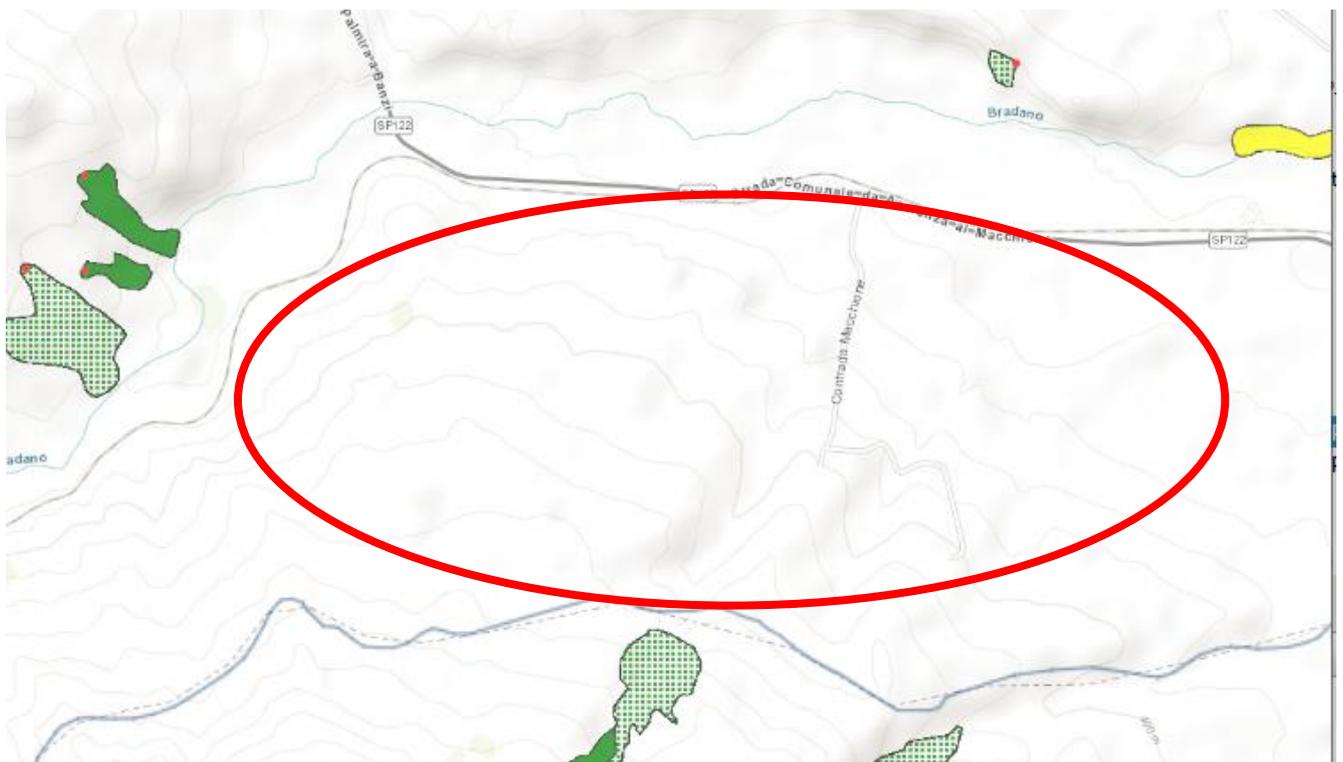


Fig.11 – Estratto Carta PAI

L'area in esame è delimitata dal cerchio rosso che è distante dalle aree a pericolosità geomorfologica. A seguire, invece, lo stralcio della carta PAI del Rischio Idraulico, qui i siti delle pale eoliche risultano essere distanti dalle aree a pericolosità idraulica (AP, MP, BP).

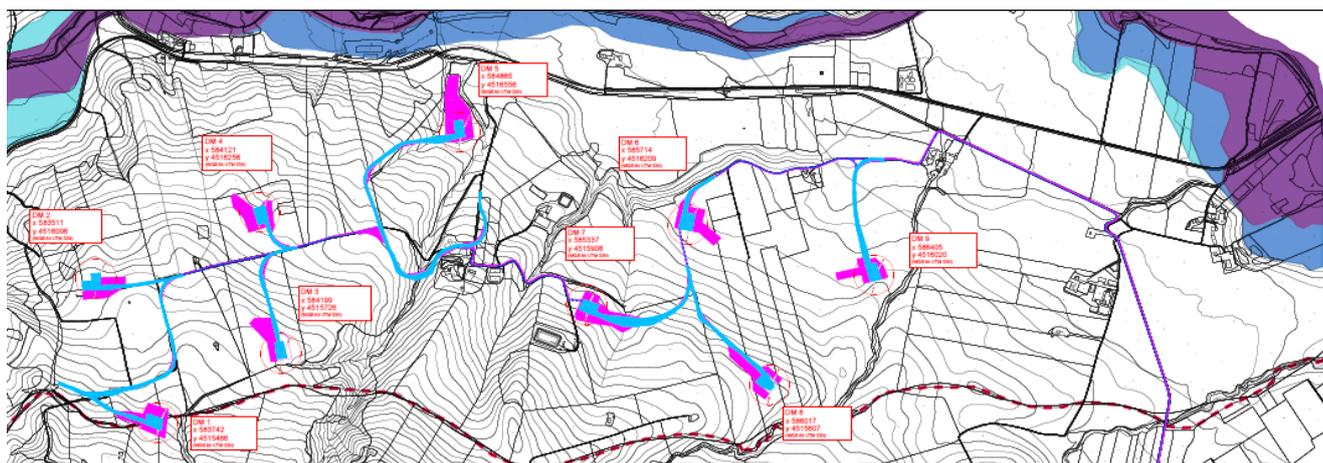


Fig.12 – Estratto Carta PAI – Assetto Idraulico

Dall'analisi dello stralcio del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico le opere di progetto non interessano aree definite a pericolosità geomorfologica, elaborato DAMDC_GENT03203_00 e neanche aree a rischio idraulico DMADC_GENT03204_00.

Secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano, in tali aree sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

In conclusione si può affermare che le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto eolico risultano al momento stabile, la presenza di dissesti (lobature, crepacciature, ondulazione del terreno) 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.

ASSETTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il regime pluviometrico annuo è variabile da circa 500 millimetri a circa 1300 millimetri di pioggia, tipico delle zone dove i periodi di maggiore piovosità sono concentrati nel periodo ottobre/marzo, mentre quelli secchi nel periodo aprile/settembre. Più tardive sono le manifestazioni nevose (dicembre/gennaio) il cui manto può permanere per alcuni giorni nelle zone più elevate del territorio comunale.

Nella zona in esame è presente un grosso bacino idrografico dovuto alla presenza del corso d'acqua del Fiume Bradano, ubicato a nord dell'area di progetto e che corre da NO a SE; l'alveo del Bradano è molto largo con diversi canali e con portate variabili con le stagioni. La rete idrografica si presenta piuttosto ramificata: i principali affluenti sono il Basentello e il Vallone Purgatorio, dell'Oro e la Fiumara di Tolve in sponda destra.

Il regime di tali corsi d'acqua è tipicamente torrentizio, con piene nei periodi autunno-inverno e magre estive: le portate massime si registrano con maggior frequenza fra settembre e novembre, mentre i periodi di secca si verificano fra maggio e novembre.

Le risorse idriche sono limitate, sia per quanto riguarda le manifestazioni sorgentizie che per quanto concerne la falda idrica sotterranea. Ciò è legato alle modeste precipitazioni annue e alla diffusa presenza di terreni poco permeabili o addirittura impermeabili.

Per la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici dipendono dall'assetto stratigrafico-strutturale e dalla configurazione morfologica e dai valori di permeabilità e in funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative.

Comunque, a livello indicativo, in riferimento a quanto descritto nel paragrafo inerente l'inquadramento geologico, sulla base della successione stratigrafica dei terreni strettamente sottostanti in situ, per le condizioni morfologiche e per l'eterogeneità granulometrica, i terreni in esame presentano caratteristiche di permeabilità diverse e precisamente i calcari e le calcareniti presentano un'alta permeabilità ($K = 10^2 - 10^1$ cm/sec.) per fratturazione.

I conglomerati, le sabbie e le arenarie presentano un grado di permeabilità medio-basso ($K = 10^{-3} - 10^{-5}$ cm/sec.) per porosità; le marne ($K = 10^{-6}$ cm/sec.) presentano un basso grado di permeabilità ed infine le argille presentano un grado di permeabilità scarso o addirittura nullo ($K < 10^{-7}$ cm/sec.).

Nei materiali calcarei, nei conglomerati, nelle sabbie e nelle arenarie vi è una limitata circolazione idrica sotterranea, per cui si hanno varie sorgenti di piccola entità ai margini degli affioramenti dove questi litotipi vengono a contatto con termini argillosi e marnosi; nelle argille e nelle marne la circolazione idrica sotterranea è

assente o ridotta e limitata ad accumuli temporanei, locali e superficiali, connessi esclusivamente ad eventi pluviali.

L'idrogeologia del territorio studiato è vincolata alla litologia dei terreni affioranti e, soprattutto, alla natura e sviluppo dei terreni in profondità.

Gli unici acquiferi sono presenti nelle zone di subalveo dei fiumi Bradano e Basento e dei principali affluenti rappresentano l'unica risorsa idrica dell'area sfruttata in agricoltura.



Fig. 13 - Estratto carta idrogeologica ridisegnata da Allocca

Legenda

	Complessi idrogeologici alluvionale ed epiclastico continentale (Quaternario).
	Complessi idrogeologici di bacino pre e sinorogeni (Cretaceo - Miocene sup.)

Sulla base della litologia e delle caratteristiche granulometriche dei terreni affioranti nell'area sono stati distinti due complessi idrogeologici:

- *Complesso alluvionale* (Terreni permeabili)

Depositi alluvionali terrazzati antichi. La prevalenza dei litotipi sabbioso-conglomeratici e l'assetto strutturale stratificato, con alternanza di termini conglomeratici alternata a livelli sabbiosi e limosi.

- *Complesso argilloso limoso-sabbioso* (Terreni poco permeabili)

Depositi ascrivibili alle argille grigio azzurre limose, questi terreni sono contraddistinti da una bassa permeabilità.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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.

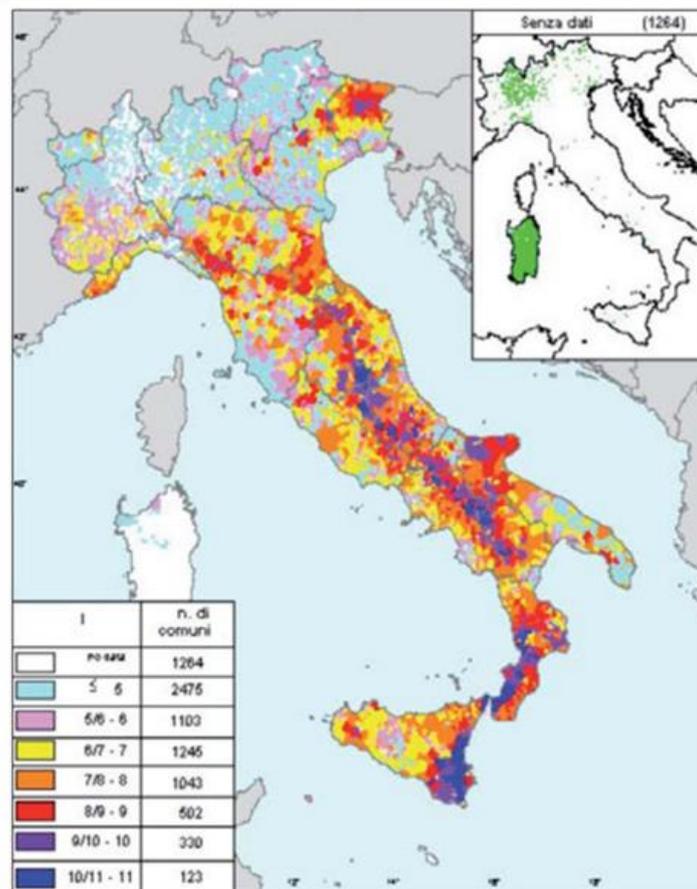


Fig.14 – Mappa delle massime intensità macrosismiche documentate per eventi tra il 1000 e il 1992 (da Camassi et alii, 2000)

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).

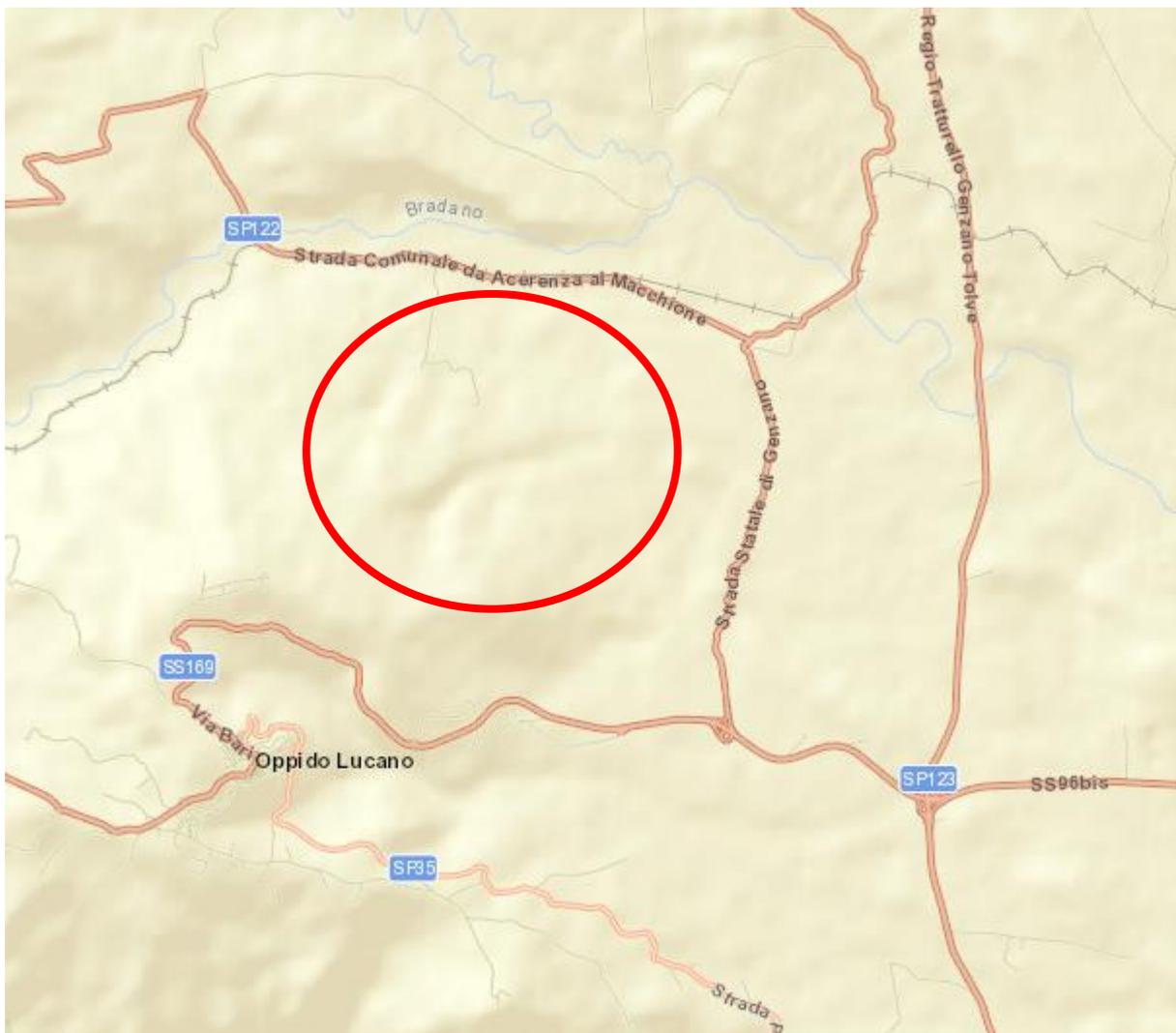


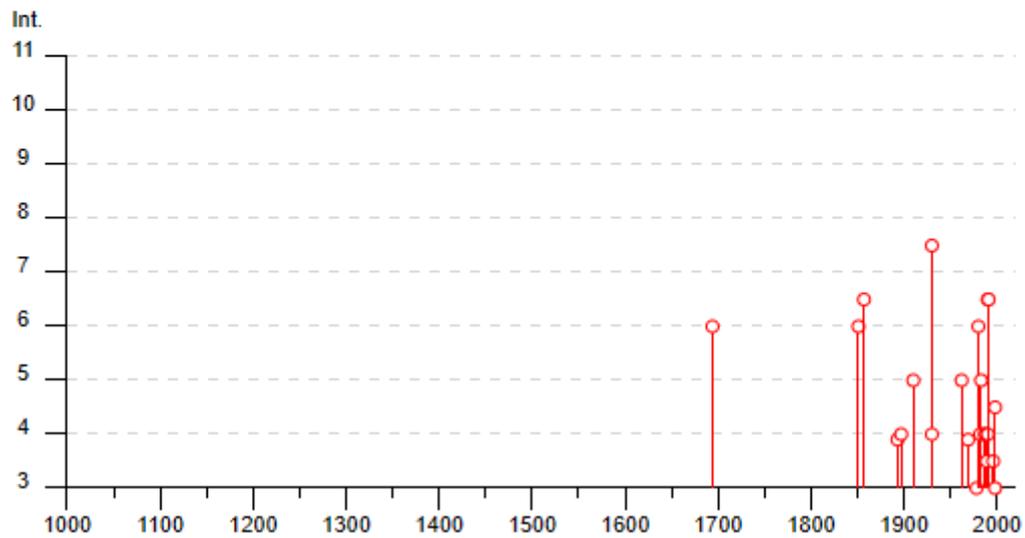
Fig. 15 - Stralcio cartografia delle faglie capaci nell'area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

In prossimità dell'area di studio sono stati registrati, in base all'archivio storico macrosismico italiano (<https://emidius.mi.ingv.it>), eventi sismici con magnitudo massima 7.0 che hanno interessato il territorio in generale e sono di provenienza appenninica e, in misura minore, anche garganica. Di seguito si riportano i due paesi che inglobano l'area di studio.

Acerenza



PlaceID IT_62843
Coordinate (lat, lon) 40.796, 15.940
Comune (ISTAT 2015) Acerenza
Provincia Potenza
Regione Basilicata
Numero di eventi riportati 36



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
6-7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
F	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
4	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46
NF	1899	10	02	14	17		Polla	22	5-6	4.64
2	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
NF	1908	03	26	13	49		Materano	21	5	4.31
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
NF	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
NF	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
7-8	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
4	1930	11	06	21	56		Alta Murgia	16	5	4.41
2	1931	05	10	10	48	5	Irpinia	43	5-6	4.64
2	1935	12	03	08			Calvello	12	5	4.15
2	1957	05	03	03	29	3	Potentino	36	5	4.09
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
F	1969	11	14	06	48	0	Potentino	34	5	4.62
3	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1982	03	21	09	44	0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
5	1983	02	02	08	14	1	Potentino	42	5	4.35
4	1987	01	28	05	33	2	Potentino	62	5	4.54
4	1988	01	08	13	05	4	Pollino	169	7	4.70
3-4	1989	05	29	11	19	1	Appennino lucano	77	5	4.34
6-7	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4	1990	08	28	19	02	5	Potentino	84		4.21
6-7	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
3-4	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
4-5	1998	04	07	21	36	5	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
3	1998	04	26	05	38	0	Potentino	67	4-5	3.76
NF	2002	04	18	20	56	4	Appennino lucano	164	5	4.34
NF	2004	02	23	19	48	4	Appennino lucano	107	4-5	3.82
NF	2004	02	24	05	21	2	Appennino lucano	140	5	4.21
2-3	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64

Elenco degli eventi sismici interessanti l'area del parco eolico

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA

Criteri di base

Notevoli progressi sono stati condotti nell'ultimo decennio circa la comprensione dei fenomeni che sono alla base della risposta sismica locale (RSL).

Le conseguenze derivanti da un evento sismico sono connesse al rischio sismico geografico di una specifica area direttamente connesso alla esistenza di zone sismogeneticamente attive ma anche alla predisposizione locale alla maggiore o minore amplificazione del treno di onde sismiche a causa di una serie di fattori locali (effetti di sito) di natura geologica, morfologica, idraulica, topografica, etc..

Da tali considerazioni discerne la promulgazione di una importante serie di normative e direttive tecniche in materia di studi di Microzonazione sismica (MS).

Da tale base, l'esame della distribuzione dei danni causati da un terremoto nello stesso territorio dimostra che l'intensità sismica può essere diversa, anche a breve distanza, in funzione delle diverse condizioni locali, quali: geomorfologia, litologia, idrogeologia, proprietà fisico-meccaniche dei terreni del sottosuolo, faglie, anomalie morfologiche.

Nella valutazione dell'effettiva risposta sismica locale, grande rilievo rivestono:

il modello reale del sottosuolo, la cui definizione è legata ad una precisa valutazione dei caratteri litologici, idrogeologici, geomorfologici, clivo metrici del sito indagato e delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni costituenti la parte di sottosuolo che risente delle tensioni indotte da un generico manufatto;

il terremoto di riferimento, ossia i caratteri del moto sismico atteso al bedrock.

la vulnerabilità sismica di un'area è collegata alle caratteristiche combinate (all'azione combinata) dei due predetti elementi (caratteri).

Tanto premesso nella classificazione di uno specifico sito, inteso come singolo aerogeneratore e non più come intero areale di progetto, è necessario acquisire una serie di dati oggettivi quali:

- la velocità delle onde trasversali "Vs, eq" negli strati di copertura;
- il numero e lo spessore degli strati sovrastanti il bedrock.

Appare pertanto evidente che siffatta acquisizione non può essere generica e/o generale necessitando di dati certi che necessitano di specifiche indagini e che vanno necessariamente condotte in corrispondenza di ciascuna soprastruttura di progetto, ma appare pari modo che la microzonazione sismica (o nanozonazione) non può essere condotta in assenza di specifiche indagini puntuali da compiersi in corrispondenza di ciascun aerogeneratore e stazione di consegna, e che siffatta mole geognostico-investigativa può essere effettuata solo nella fase di progettazione esecutiva.

E' anche (ma non solo) per tale motivazione che la presente progettazione non può prescindere di una approfondita analisi geognostico-investigativa da effettuarsi nella successiva analisi geologica esecutiva.

L'area in ricade nel territorio comunale di **Acerenza**. Con il DPCM n. 3274 20 marzo 2003, lo Stato ha delegato le Regioni per l'adozione della classificazione sismica del territorio e sulla base della D.G.R. n° 2000 del 4/11/2003 il territorio comunale interessato è classificato dal punto di vista sismico come **Zona 2** con valori attesi di ag (accelerazioni del suolo) compresi tra **0.150 e 0.175 g**.

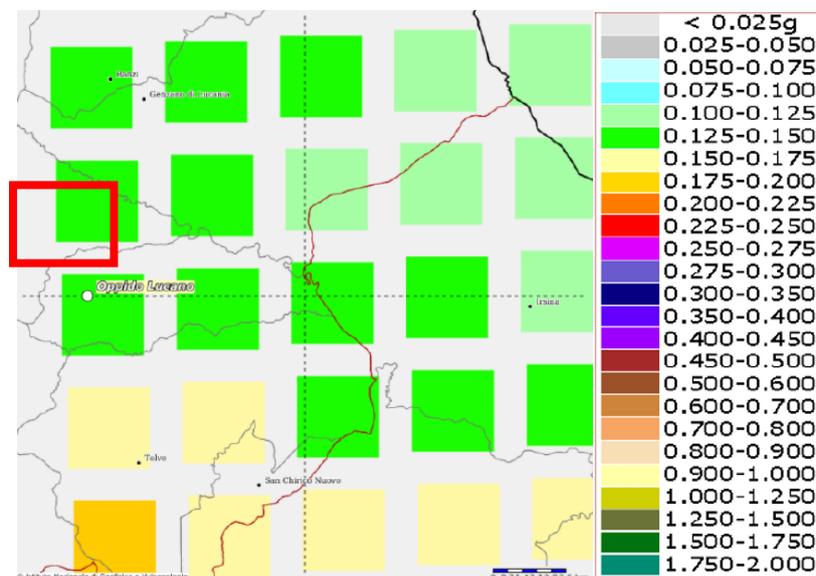


Fig. 16 – Stralcio carta classificazione sismica

Il progetto prevede la realizzazione di n.9 torri eoliche sui siti individuati dalle coordinate geografiche di seguito riportate:

WTG	EST	NORD
LM01	583742	4515466
LM02	583511	4516006
LM03	584199	4515726
LM04	584121	4516256
LM05	584865	4516556
LM06	585714	4516209
LM07	585337	4515908
LM08	586017	4515607
LM09	587487	4516020

Posizione in coordinate WGS84 UTM 33N

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 360 m/s e 800 m/s</i> .
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 180 m/s e 360 m/s</i> .
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 100 e 180 m/s</i> .
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità <i>equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h (strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs, eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Attribuzione categoria sismica suolo nella presente fase definitiva

Nell'attuale fase, data la mancanza di specifiche indagini sismiche finalizzate all'individuazione della velocità di propagazione delle onde sismiche orizzontali nei primi trenta metri di profondità (V_{s30}), tenendo quindi conto quelle dei lavori consultati in aree limitrofe, si attribuisce una **Categoria di sottosuolo C** ai siti di tutti gli aerogeneratori in progetto. *Tale categoria sismica potrà essere verificata nelle successive fasi progettuali.*

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 $> 30^\circ$

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
-----	---	-----

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":

DM01

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	120	0,081	2,522	0,358
SLD	201	0,098	2,525	0,413
SLV	1898	0,203	2,675	0,521
SLC	2475	0,219	2,691	0,524

DM02

Stato limite	TR	ag	F0	TC*
SLO	120	0,080	2,531	0,359
SLD	201	0,097	2,531	0,415
SLV	1898	0,203	2,681	0,522
SLC	2475	0,219	2,696	0,525

DM03

Stato limite	TR	ag	F0	TC*
SLO	120	0,080	2,527	0,359
SLD	201	0,097	2,529	0,414
SLV	1898	0,202	2,678	0,523
SLC	2475	0,218	2,694	0,525

DM04

Stato limite	TR	ag	F0	TC*
SLO	120	0,080	2,536	0,359
SLD	201	0,097	2,536	0,416
SLV	1898	0,201	2,684	0,524
SLC	2475	0,218	2,700	0,526

DM05

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	120	0,079	2,542	0,359
SLD	201	0,096	2,541	0,417
SLV	1898	0,200	2,687	0,526
SLC	2475	0,216	2,703	0,528

DM06

Stato limite	TR	ag	F0	TC*
SLO	120	0,079	2,535	0,359
SLD	201	0,096	2,537	0,415
SLV	1898	0,199	2,683	0,525
SLC	2475	0,216	2,699	0,527

DM07

Stato limite	TR	ag	F0	TC*
SLO	120	0,080	2,531	0,359
SLD	201	0,097	2,533	0,415
SLV	1898	0,200	2,680	0,524
SLC	2475	0,216	2,696	0,526

DM08

Stato limite	TR	ag	F0	TC*
SLO	120	0,077	2,533	0,358
SLD	201	0,093	2,551	0,406
SLV	1898	0,192	2,679	0,523
SLC	2475	0,208	2,691	0,529

DM09

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	120	0,079	2,535	0,359
SLD	201	0,096	2,537	0,415
SLV	1898	0,199	2,682	0,525
SLC	2475	0,215	2,698	0,527

CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Modalità e mezzi di indagine

Per avere un quadro più dettagliato dei terreni di fondazione sono stati visionati sondaggi messi a disposizione da ISPRA sul suo portale cartografico e dal Ministero sul portale di Valutazione di Impatto Ambientale relativamente a progetti di impianti eolici e non realizzati in zone limitrofe e che ricadono su terreni simili. Lavori che per problemi di privacy non possono essere meglio dettagliati nelle specifiche tecniche e nella posizione precisa. Tutte 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.*

Definizione unità litotecniche

I dati raccolti hanno consentito alla scrivente di definire, le seguenti unità:

- per i siti degli aerogeneratori DM2, DM3, DM4 e relativi cavidotti

• DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA (a, a1b)
--

Terreni caotici costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici (da granuli a blocchi) inglobati in matrice argilloso-sabbiosa ed interessati da fenomeni di erosione- Terreni eterometrici costituiti da clasti grossolani e blocchi a spigoli vivi, a luoghi cementati, immersi in una matrice sabbioso-limosa, spessore pochi metri.

-
- per i siti degli aerogeneratori DM5, DM6, DM7, DM8 e relativi cavidotti:

• ARGILLE SUBAPPENNINE (ASP)

Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, a luoghi con intercalazioni sabbiose o più raramente conglomeratiche, in strati di spessore variabile da pochi centimetri ad oltre un metro. Nella parte alta della formazione è presente uno spesso membro conglomeratico (ASP1).
--

-
- Solo per il sito degli aerogeneratori DM1 e relativi cavidotti:

• FLYSCH GALESTRINO (FYR)

Argilliti grigie e marne calcaree a cui si intercalano calcilutiti, calcareniti a granulometria medio-fine e marne silicizzate; queste ultime presentano il tipico aspetto della pietra paesina, mentre le calcareniti presentano strutture riconducibili alla sequenza di BOUMA.

-
- Solo per il sito degli aerogeneratori DM9 e relativi cavidotti:

• SINTEMA DI TORRE D'OPPIO – (TPD)

Depositi conglomeratici, conglomeratico-sabbiosi, sabbioso-conglomeratici e siltoso-sabbiosi spesso risultano mal affioranti a causa di intensa attività antropica. Trattasi di depositi alluvionale e/o di conoide che affiorano fra 265 e 443 metri di quota e mostrano uno spessore variabile fino ad un massimo di 15 metri.
--

A seconda degli ambienti deposizionali, i materiali in esame possono essere caratterizzati da variazioni laterali litotecniche, che saranno poi verificate a seguito di specifiche indagini in sito.

Parametri di riferimento

Per la modellizzazione geotecnica dei siti, nella tabella seguente, si propone un possibile modello geotecnico, ricavato dalle indagini consultate e dalla bibliografia.

SINTEMA TORRE D'OPPIDO

Descrizione	γ_n [kN]	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]	E_d [kPa]
Depositi sabbioso-conglomeratici e conglomeratici e siltosi- sabbiosi	18,0	-	28	-	45.000
Substrato argille grigio-azzurro.	19,0	20	21	80	25.000

Successivamente si dovrà definire lo spessore dei depositi sabbioso-conglomeratici-siltosi attraverso indagini specifiche sui siti interessati.

ARGILLE SUBAPPENNINE

Descrizione	γ_n [kN]	c' [kPa]	φ' [°]	cu [kPa]	Ed [kPa]
Argille grigio-azzurro.	19,0	20	21	80	25.000

FLYSH GALESTRINO

Descrizione	γ_n [kN]	c' [kPa]	φ' [°]	cu [kPa]	Ed [kPa]
Argille grigio-azzurro.	19,0	30	23	100	28.000

Legenda:

γ_n	peso di volume del terreno	cu	coesione non drenata
φ'	angolo di attrito interno	Ed	modulo edometrico
c'	coesione drenata		

CONSIDERAZIONI FINALI

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente alla realizzazione del parco eolico "Donna Marianna" che si realizzerà principalmente nel comune di Acerenza e solo una pala nel comune di Oppido Lucano (PZ).

Nell'area di studio e per un vasto areale affiorano depositi terrigeni ascrivibili alla "Formazione delle Argille Subappennine - ASP" (Azzaroli et alii, 1968) depositatisi in un esteso bacino di sedimentazione denominato Fossa Bradanica (Migliorini, 1937; Sella et alii, 1988; Balduzzi et alii, 1982; Crescenti, 1975). In posizione stratigrafica superiore alla Formazione delle Argille Subappennine sono presenti i terreni sabbioso-conglomeratici del Pleistocene inferiore e costituiti da ciottoli poligenici eterometrici

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza di una situazione abbastanza stabile in quanto l'area è quasi semi-pianeggiante. Situazioni di lieve instabilità sono concentrate soprattutto dove le pendenze risultano essere maggiori del 8%. Questi dissesti, però, si possono classificare come lievi movimenti superficiali ascrivibili a fenomeni di creeping e soliflusso, di avvallamento e rigonfiamento del terreno.

Come già affermato nel paragrafo riguardante l'inquadramento geomorfologico, esaminando il "Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, si nota che *le opere di progetto non interessano aree definite a pericolosità geomorfologica e di rischio idraulico* sempre dell'Autorità di Bacino Regione Puglia.

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;
- nell'area vi è la presenza, a luoghi, di falde sospese e a causa della componente argillosa impermeabile si possono avere ristagni di acque superficiali dovute ad eventi pluviali; pertanto, onde evitare il progressivo decadimento delle caratteristiche geotecniche e litodinamiche dei terreni direttamente interessati dalle strutture di progetto, è necessaria la regimazione delle acque superficiali ed episuperficiali, 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;
- l'asportazione del terreno vegetale, la compattazione del terreno di posa e dei relativi strati dell'eventuale rilevato;
- è 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 la categoria di sottosuolo da considerare è la "C" (NTC 2018).

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

Il presente studio in linea di massima ha consentito la individuazione dei principali elementi geologici e geomorfologici-idrogeologici dell'area di progetto.

Analizzate le ipotesi di progetto in riferimento al locale assetto geologico, geomorfologico-idrogeologico nonché sismico dell'area, rilevato sia tramite rilevamenti geologici di superficie che tramite analisi bibliografica di precedenti studi ed indagini condotte in aree limitrofe, si ritiene la progettazione del tutto compatibile con il locale assetto geologico e geomorfologico dell'area, nella quale non sono stati rilevati elementi anomali e/o situazioni tali da rappresentare impedimento alla realizzazione delle opere di progetto.

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.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Vallata lì 05/08/2024

Il geologo
Dott.ssa Angela Rosa Simone

RILIEVO FOTOGRAFICO

In questo paragrafo si fornirà una breve descrizione dei siti delle pale eoliche dal punto di vista delle principali caratteristiche morfologiche.



Sito DM01

Il sito è ubicato lungo un versante con pendenza del 12%, si notano dissesti in atto tipo rigonfiamenti, ondulazioni ed avvallamenti del terreno.



Sito DM02

Il sito è ubicato in zona pianeggiante con pendenza del 7% e non si notano grossi dissesti in atto



Sito DM03

Il sito si trova in area di versante con pendenza dell'8% e non si notano grossi dissesti in atto



Sito DM04

Il sito è ubicato in area con pendenza del 10%, si notano dei solchi causati dall'acqua meteorologica, da ondulazioni del terreno.



Sito DM05

Il sito è semi-pianeggiante con pendenze del 10% e con ondulazioni del terreno.



Sito DM06

Il sito pianeggiante con lievi avvallamenti, lobature del terreno e canali per la raccolta delle acque. La pendenza si aggira intorno al 6%.



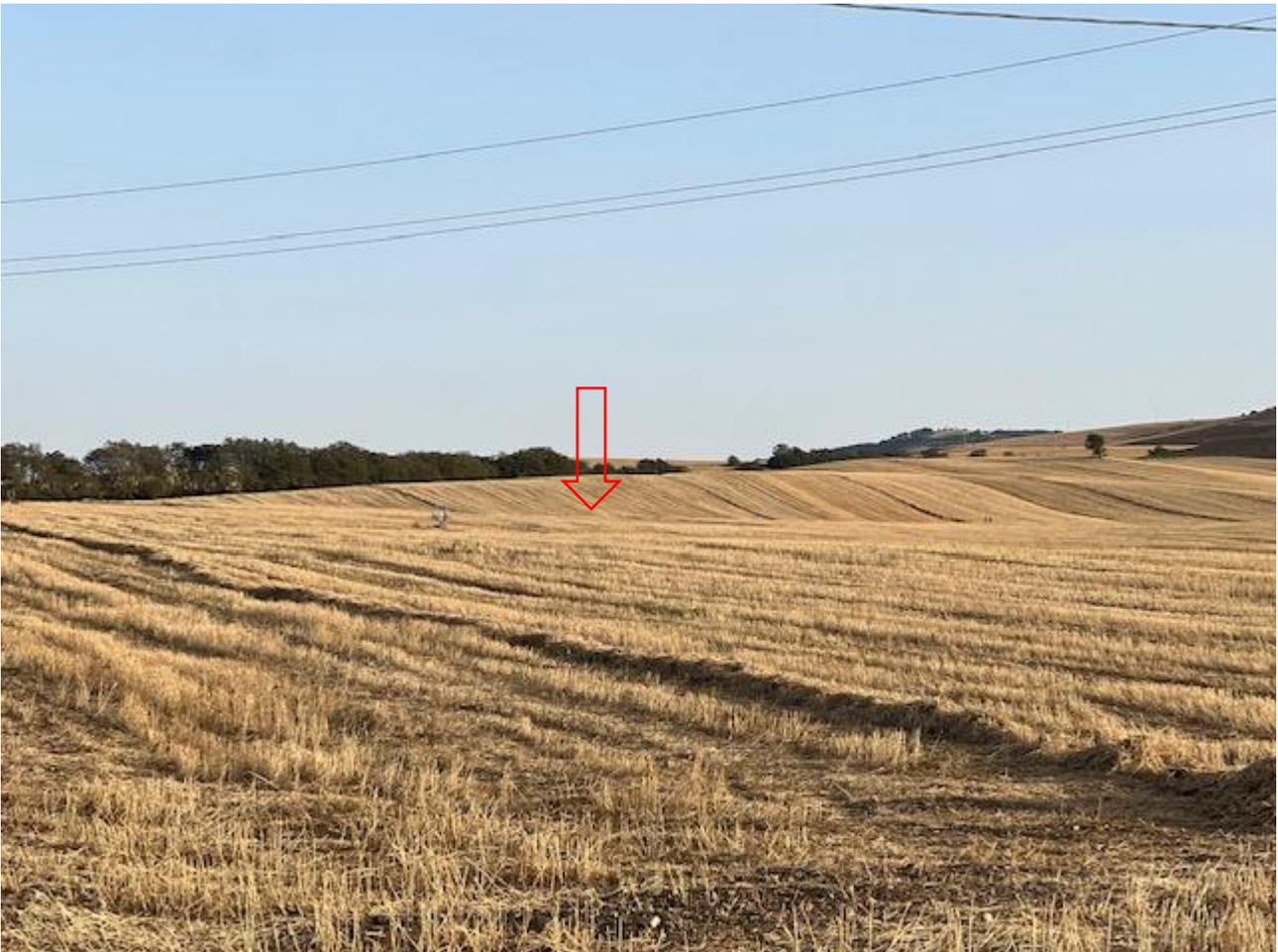
Sito DM07

Il sito è ubicato in zona di versante con pendenze del 14%.



Sito DM08

Il sito è ubicato in zona di versante, con pendenza del 9% e si notano avvallamenti ed ondulazioni del terreno.



Sito DM09

Il sito è ubicato in zona di semi-pianeggiante con pendenza del 5% e si notano dissesti in atto quali avvallamenti ed ondulazioni del terreno.

INDAGINI GEOGNOSTICHE CONSULTATE

I SONDAGGI CONSULTATI SONO MESSI A DISPOSIZIONE DAL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA SUL PORTALE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE, PER PROBLEMI DI PRIVACY NON POSSONO ESSERE MEGLIO DETTAGLIATI NELLE SPECIFICHE TECNICHE E NELLA POSIZIONE PRECISA.

STRATIGRAFIA

Sondaggio n 1

Perforazione:														
S mm	R v	A f	Pz s	metri tot.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 -- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1	Terreno vegetale								1.0	
				2	Alternanza di limi sabbiosi e limi argillosi									
				3	peso naturale: 18-20 KN/m3 coesione: 8-10KN/m2 angolo di attrito: 20° - 25° modulo edometrico: 4000 KN/m2									
				4										
				5									5.0	
				6	Argille grigio azzurre appenniniche									
				7	peso naturale: 18-20 KN/m3 coesione: 20-50 KN/m2 angolo di attrito: 15°-25° coesione non drenata: 65-210KN/m2 modulo edometrico: 5200KN/m2									
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15										
				16										
				17										
				18										
				19										
				20										
				21										
				22										
				23										
				24										
				25										
				26										
				27										
				28										
				29										
				30									30.0	

Sondaggio n 2

Perforazione:														
Ø mm	R V	A r	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1									1.0	Terreno vegetale
				2										Conglomerato poligenico costituito da ciottoli arenacei e calcari immersi in matrice sabbiosa giallastra peso naturale: 19-20 KN/m3 coesione: 2-5 KN/m2 angolo di attrito: 30°-35° modulo edometrico: 8000KN/m2
				3										
				4										
				5										
				6										
				7										
				8										
				9									8.0	Argille grigio azzurre appenniniche peso naturale: 18-20 KN/m3 coesione: 20-50 KN/m2 angolo di attrito: 15°-25° coesione non drenata: 65-210KN/m2 modulo edometrico: 5200KN/m2 modulo edometrico: 5200KN/m2
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15										
				16										
				17										
				18										
				19										
				20										
				21										
				22										
				23										
				24										
				25										
				26										
				27										
				28										
				29										
				30									30.0	