

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

COMUNE DI MANFREDONIA (FG)  
LOCALITÀ "BORGO FONTE ROSA 2"

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "BORGO FONTE ROSA 2"

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:

**BFRDT\_GENR03201\_00**

FORMATO:

**A4**

Nr EL:

**/**

FASE:

**PROGETTO  
DEFINITIVO**

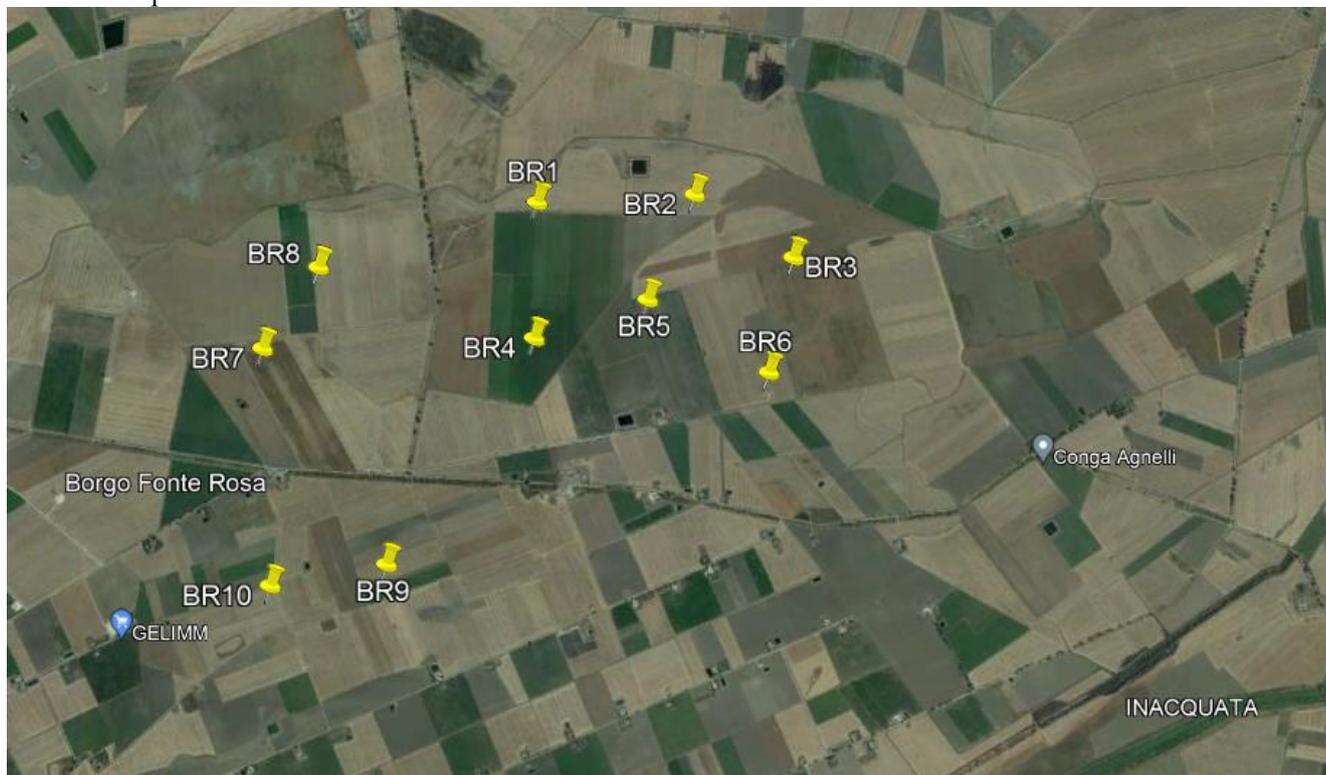
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	21/11/2023	A. R. Simone	E. Teodorani	S. Ulivi
01					
02					
03					
04					

## Sommario

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>4</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>5</b>
<b>CARATTERISTICHE TETTONICHE DELL'AREA .....</b>	<b>8</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI.....</b>	<b>10</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>13</b>
EVENTUALI AREE SOGGETTE AD INSTABILITÀ.....	15
ASSETTO IDROLOGO ED IDROGEOLOGO .....	17
<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>	<b>21</b>
SISMICITÀ STORICA E RECENTE .....	21
CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA .....	25
<i>  Criteri di base.....</i>	25
<i>  Attribuzione categoria sismica suolo nella presente fase definitiva .....</i>	27
<i>  Definizione degli spettri di progetto .....</i>	27
<i>  Vita nominale.....</i>	27
<i>  Classe d'uso.....</i>	28
<i>  Periodo di riferimento dell'azione sismica .....</i>	28
<i>  Azione sismica di base .....</i>	28
<i>  Calcolo parametri sismici.....</i>	29
<b>CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....</b>	<b>31</b>
<i>  Modalità e mezzi di indagine.....</i>	31
<i>  Definizione unità litotecniche .....</i>	31
<i>  Parametri di riferimento.....</i>	31
<b>VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....</b>	<b>32</b>
<b>CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>	<b>33</b>
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE CONSULTATE.....</b>	<b>44</b>

## 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 “Borgo Fonte Rosa 2”** da realizzare nel comune di Manfredonia (FG), così come riportato nell'ortofoto sottostante.



La società sta sviluppando un progetto che prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da 10 aerogeneratori della Vestas per una potenza nominale complessiva dell'impianto eolico pari a 47 MW. Gli aerogeneratori sono indicati col suffisso BR.

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 fornite dalla committenza ed altri 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:

- BFRDT\_GENR03202\_00: “Aerofotogrammetria” (scala 1:20.000);
- BFRDT\_GENR03203\_00: “Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:50.000” (scala 1: 10.000);
- BFRDT\_GENR03204\_00: “Stralcio Carta PAI” (scala 1:10.000);
- BFRDT\_GENR03205\_00: “Stralcio catalogo frane IFFI” (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 nel comune di Manfredonia; nello specifico è sita a NO rispetto l'abitato di Zapponeta in località "Borgo Fonte Rosa 2". Il territorio si presenta con cime che raggiungono quote massime circa di 20 m s.l.m..

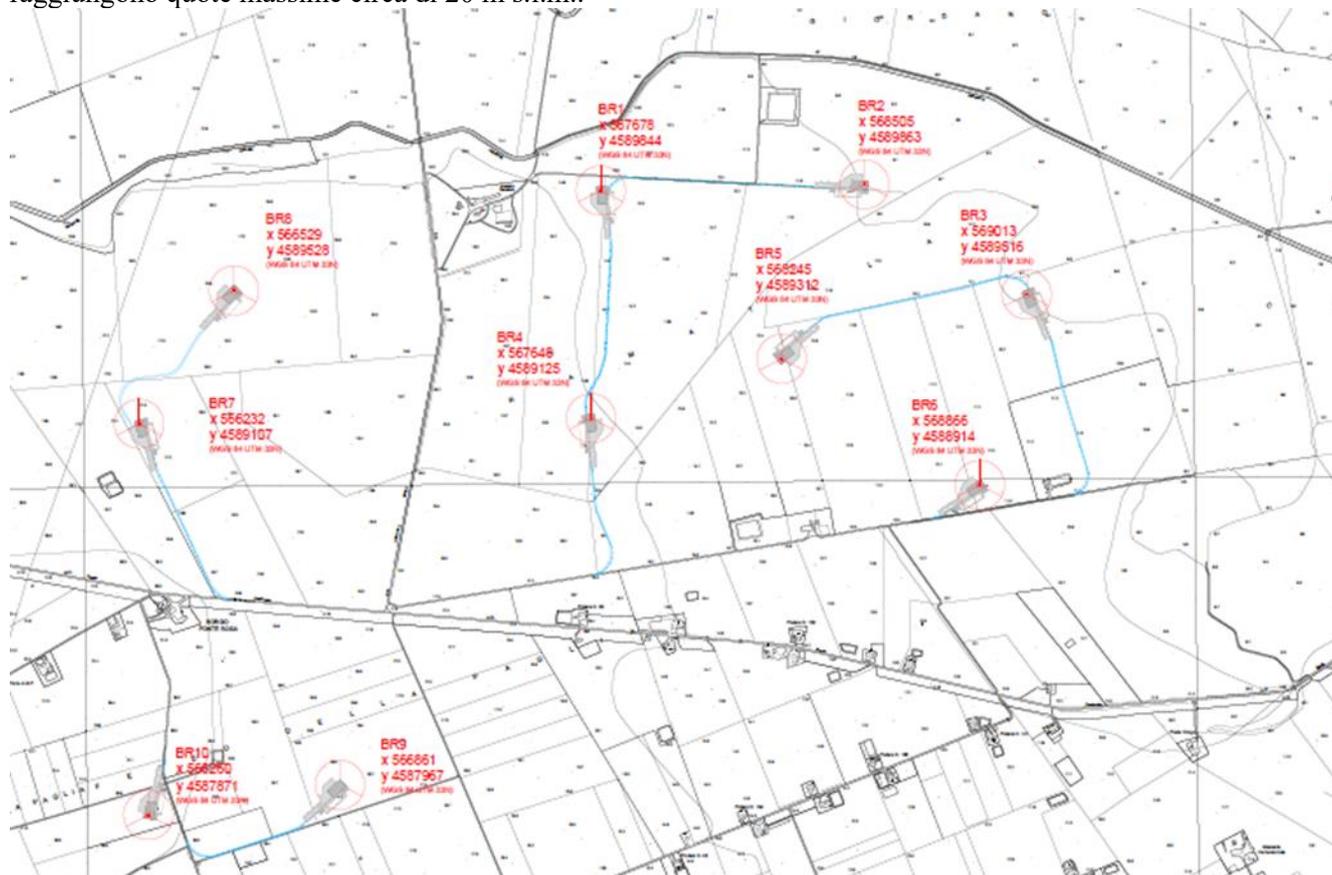


Fig. 1 - Aerofotogrammetria

Individuabile" nella tavoletta IGM 164 II NO nelle cartografie dell'IGM a scala 1:50.000 del foglio 409 di "Zapponeta. Fa parte della piana del Tavoliere della Puglia che ricade nel bacino idrografico dei Torrenti Cervaro a nord e del Torrente Carapelle a Sud e dei loro affluenti.

I tre comuni sono collegati ai capoluoghi di provincia mediante la strada provinciale 70 del mare che interseca il territorio comunale. La restante parte è collegata dalle varie strade comunali tra i vari centri urbani e le frazioni e le aree periferiche.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

I siti rientrano nel Foglio 409 (Zapponeta) della Carta Geologica d'Italia del progetto CARG, in particolare le aree oggetto di intervento s'individuano nel suo settore centrale di seguito riportata.



Fig. 2 - Schema tettonico-stratigrafico

Dal punto di vista geologico, i siti ricadono all'interno dell'estesa pianura alluvionale nota come "Tavoliere di Puglia" che, da un punto di vista stratigrafico-strutturale, è un segmento di Avanfossa poco deformato compreso fra l'Appennino Meridionale e l'avampaese Apulo-Garganico.

Il processo di formazione inizia nel Terziario con l'orogenesi appenninico-dinarica contestualmente all'avanzare delle falde appenniniche verso est (Ricchetti et alii, 1988). Nel Pliocene, la Fossa Bradanica viene a costituire l'avanfossa della Catena Appenninica; il carico della catena determina l'abbassamento della Fossa e l'inarcamento delle Murge che assumono la struttura di un'ampia piega anticlinale a cui il sistema di faglie distensive, con trend NO-SE, ha dato l'aspetto di un ampio "horst". A seguito della subsidenza, la Fossa è sede di accumuli di sedimenti sabbioso-argillosi. Nel Pleistocene inferiore, ha inizio una fase di generale sollevamento testimoniata dall'esistenza di depositi sommitali di carattere regressivo (Balduzzi et alii, 1982). A questa tendenza regressiva, si sovrappongono le oscillazioni glacio-eustatiche quaternarie che portano alla formazione dei depositi marini terrazzati (Caldara & Pennetta, 1993) e dei depositi alluvionali.

L'avanfossa Bradanica è un bacino di sedimentazione plio-pleistocenico della Catena appenninica meridionale compresa tra la Catena appenninica ad ovest e l'Avampaese apulo ad est (Migliorini, 1937; Selli, 1962) (Fig.2). Nuovo impulso alle conoscenze geologiche dei depositi della Fossa Bradanica (Tavoliere di Puglia) e dell'avampaese (Gargano) è recentemente giunto dai lavori dei nuovi fogli geologici dove le unità quaternarie affioranti sono state identificate utilizzando il concetto di UBSU (*Unconformity-bounded stratigraphic unit*; Salvador, 1987); conseguenza di questa nuova organizzazione è che i depositi terrazzati sommitali della fase di sollevamento, affioranti nel Tavoliere di Puglia, sono stati raggruppati nel supersistema Tavoliere di Puglia (Ciaranfi et alii, 2011)

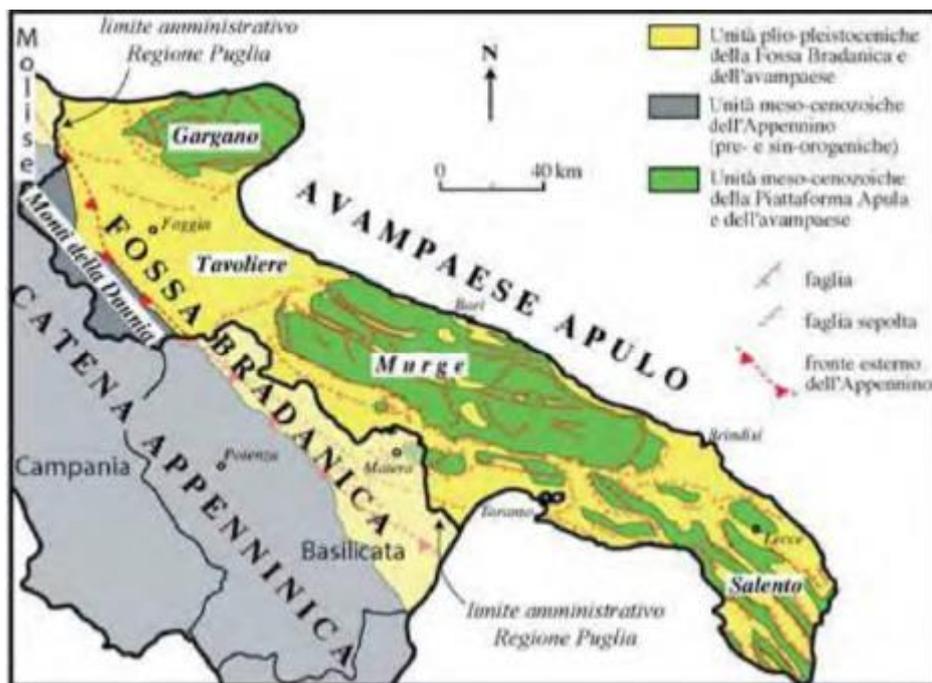


Fig. 3 – Carta geologica della regione Puglia

Dall'analisi della carta geologica d'Italia a scala 1:100.000 affiorano a grande scala le seguenti unità litologiche:

✓ **UNITÀ APPENNINICHE (Cretaceo - Pliocene medio)**

Sono rappresentate sia dalle associazioni litologiche in facies di flysch, a giacitura caotica e a prevalente componente argillosa, e sia dalle sabbie e dai conglomerati di età infra-meso pliocenica. Balduzzi et alii (1982) raggruppano tali unità sotto il generico termine di alloctono qui denominato "Complesso dei Monti della Daunia".

✓ **UNITÀ DELL'AVAMPAESE APULO (Cretaceo - Pliocene superiore.)**

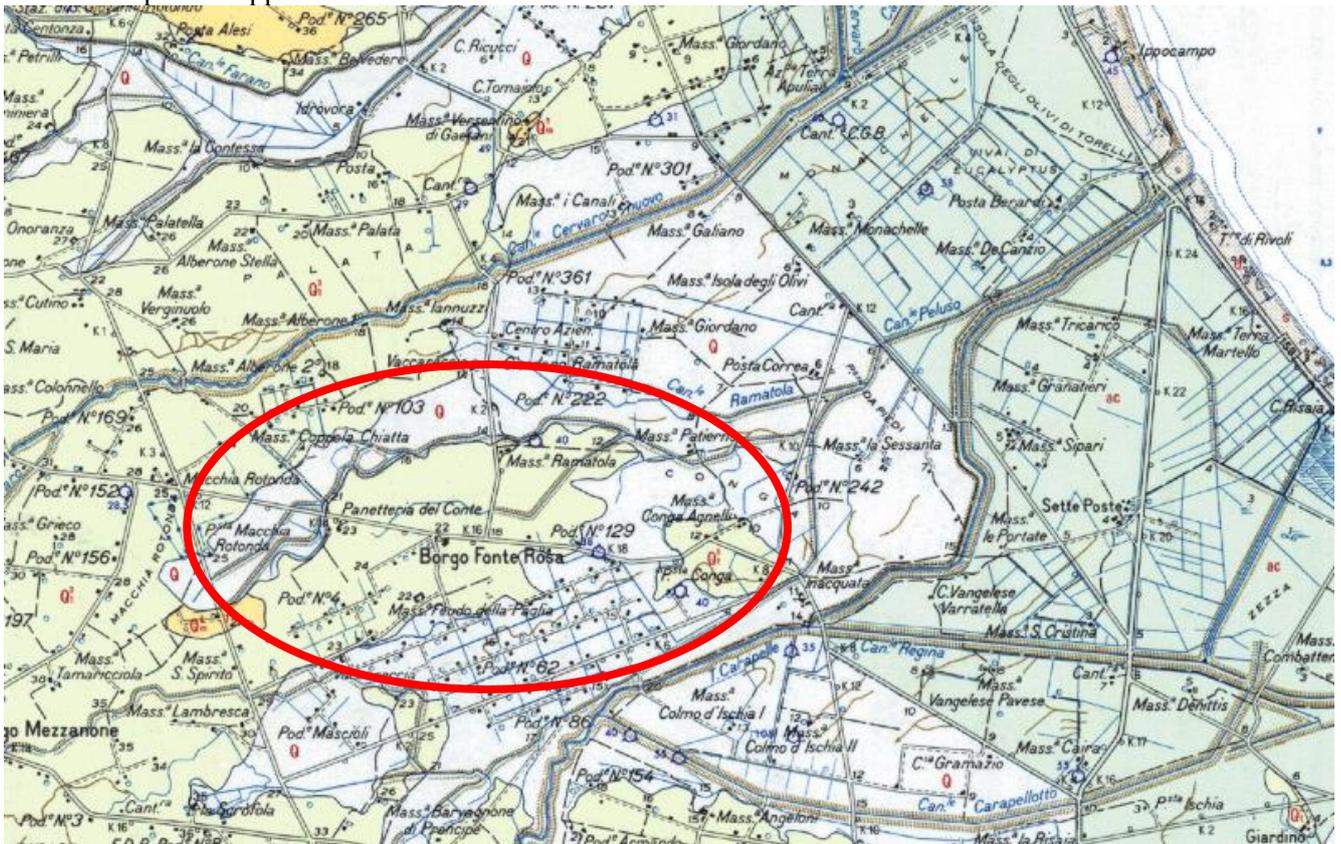
Sono rappresentate dai calcari della piattaforma carbonatica apula del Cretaceo e dai depositi calcarenitici del Miocene e del Plio-Pleistocene. I calcari affiorano estesamente nelle limitrofe aree del Gargano e delle Murge mentre nell'area del Tavoliere sottostanno alla spessa ed estesa copertura dei sedimenti di Avanfossa (Ricchetti et al., 1988). Le calcareniti mioceniche e i depositi calcarenitici più recenti "tufi calcarei" affiorano, invece, in lembi di limitata estensione e spessore nell'area garganica e lungo il bordo murgiano dell'area.

✓ **UNITÀ DEL TAVOLIERE (Pliocene - Olocene)**

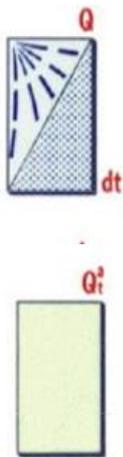
Queste unità sono costituite dai depositi di riempimento dell'avanfossa appenninica, di età pliocenica costituiti da alternanze sequenziali di sabbie e argille, indicate con il generico termine di "Argille grigio azzurre, affiorano principalmente lungo una larga fascia che borda i fianchi orientali dell'Appennino, lungo la bassa valle del F. Ofanto, tra Barletta e Canosa e lungo il F. Fortore. Nella parte medio-bassa della piana, le "Argille grigio-azzurre" sottostanno alla copertura alluvionale e lo spessore dell'unità si riduce in corrispondenza della fascia costiera. La serie, che assume carattere regressivo, si chiude con i terreni sabbiosi e sabbioso-conglomeratici del Pleistocene inf. che affiorano in un' estesa zona compresa tra Ascoli Satriano e Lavello ed in una sottile fascia lungo il F. Fortore e nei pressi di Serracapriola.

Lungo la fascia settentrionale del Tavoliere (nei pressi di Poggio Imperiale, Chieuti e S. Severo) e a SE del F. Ofanto si rinvengono depositi marini terrazzati del Pleistocene medio-sup. costituiti in prevalenza da limi, sabbie limose e sabbie. Lungo il bordo occidentale del Tavoliere, s'individuano, inoltre, i depositi terrazzati alluvionali e deltizi del Pleistocene sup. che formano strutture prevalentemente allungate in direzione W-E ed interrotte dalle numerose incisioni prodotte dagli attuali corsi d'acqua. In tutta l'area, specialmente quella orientale, prendono particolare sviluppo i sedimenti della pianura alluvionale, anch'essi del Pleistocene sup.- Olocene che, a partire dalle quote di circa 170 -175 m, si spingono fin nei pressi della costa conferendo un aspetto pianeggiante all'intera regione. Tali depositi, rappresentati da un'alternanza lenticolare di sedimenti alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e argillosi, di facies continentale (Cotecchia, 1956), rappresentano il risultato dei numerosi episodi deposizionali che hanno interessato il Tavoliere.

Nell'area di studio sono presenti terreni formati nel Pliocene superiore - Olocene costituiti da alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose talora con crostoni calcarei evaporitici appartenenti all'Unità del Tavoliere.



11



Alluvioni recenti e attuali (Q); conoidi di deiezione. Detriti di falda (dt).

Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.

Fig. 4 – Stralcio Carta geologica scala 1:100. 000 Foglio 164 – Foggia

## CARATTERISTICHE TETTONICHE DELL'AREA

L'area del Foglio 409 "Zapponeta" ricade quasi interamente in un settore di avanfossa poco deformato compreso fra L'Appennino Dauno e l'Avanpaese Apulo-Garganico. Questo settore di Avanfossa presenta uno stile strutturale caratterizzato da una scarsa deformazione tettonica, strati e contatti stratigrafici sub-orizzontali, ovvero disposti secondo l'originaria stratificazione (Cfr. Note illustrative foglio 409).

Negli anni diversi studi hanno cercato di ricostruire la storia della tettonica di quest'area, riporto solamente quegli studi che sono confluiti nella "Neotectonic map of Italy" (Ambrosetti et alii, 183).



Fig. 5 - Schema tettonico-stratigrafico

In questa carta l'intorno del Foglio 409 ricade in tre zonazioni: area garganica, area pedegarganica ed area del Tavoliere, rispettivamente la prima descritta come "stabile o in sollevamento nel Pliocene e nel Quaternario", la seconda come "stabile o in sollevamento a partire dal Pliocene medio, in abbassamento nel Pleistocene inferiore ed in sollevamento dal Pleistocene medio". Infine la terza come "continuo e moderato abbassamento nel Pliocene e Pleistocene inferiore, stabile o in moderato sollevamento a partire dal Pleistocene medio e nel Quaternario". Riguardo alle strutture sepolte del Tavoliere, di notevole importanza è il lavoro condotto da Patacca & Scandone (2001) per conto dell'ENEA e finalizzato all'individuazione di strutture sismogenetiche. Le faglie sepolte sembrano mostrare una cinematica di tipo diretto e/o trascorrente, come già affermato dai numerosi affioramenti presenti nelle zone delle Murge e del Gargano prossime all'area del Foglio 409 (Note illustrative Foglio 409). Le indagini hanno messo in evidenza la presenza di faglie dirette principali tra esse vi è la faglia che passa tra la località di Spineto e la foce del torrente Candelaro che divide l'area del Foglio in due settori caratterizzati da stili

tettonici diversi: a NO si caratterizza un assetto a HORST e GRABEN, a SE un assetto a gradinate sempre più ribassate verso SO e/o SE. Tale faglia è stata denominata “faglia di Manfredonia”, così come riportato nella figura

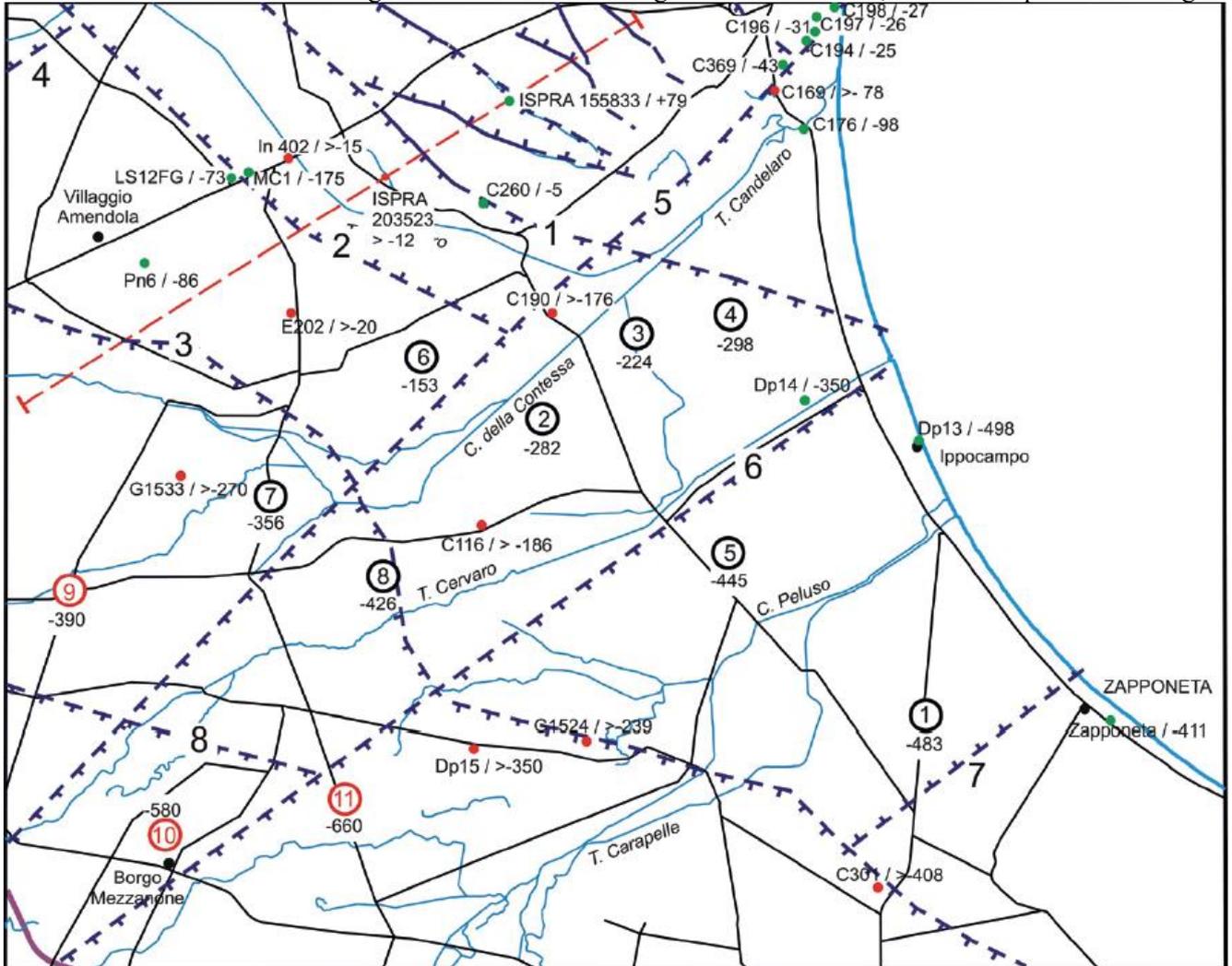


Fig. 6 - Schema tettonico del Foglio -409 Zapponeta

Dall’analisi della fig.5 si notano faglie orientate NE-SO e faglie orientate NO-SE. Tra le prime vi è la faglia del Cervaro n 6 della fig. 5 che ribassa il blocco di SE; la sua traccia in superficie corre, nella zona costiera, poco a sud del torrente Cervaro. Tra le faglie orientate NO-SE la più importante è quella denominata, nelle NOTE illustrative, “Amendola-Giardino” che ribassa il tetto dei calcari del blocco di SO. La presenza e l’andamento della faglia sono stati dedotti dai dati di perforazione e di sismica. I pozzi DP15 e G1524, situati in zona Borgo Fonte Rosa, spinti a profondità -350 e -239m slm non hanno intercettato il pavimento calcareo che è presente nel Tavoliere.

## CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI

Le aree interessate dal presente studio ricadono nel comune di Manfredonia identificata nella Carta Geologica di Italia in scala 1:50.000 Foglio 409 "Zapponeta", di seguito si riporta uno stralcio dell'elaborato [BFRDT\\_GENC03203\\_00](#).

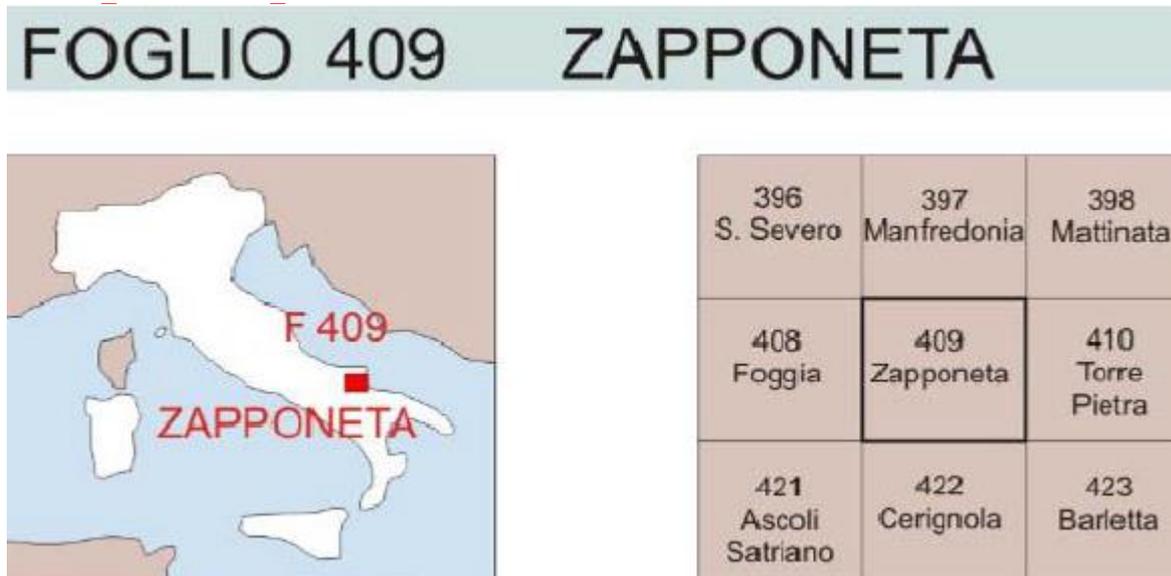


Fig. 7 – Stralcio Carta Geologica Foglio 409 Zapponeta - Ispra prog. CARG

I terreni affioranti sono costituiti essenzialmente da depositi riconducibili all'unità della Fossa Bradanica, sui quali giacciono depositi tardo-quadernari costituiti da coperture conglomeratiche sabbiose continentali, localmente poggianti in disconformità sulle argille subappennine e/o sulle facies di spiaggia, essi risultano terrazzati in più ordini e sono stati raggruppati nel Supersistema del Tavoliere di Puglia.

In corrispondenza di tali aree sono presenti le seguenti litologie dalla più recente alla più antica:

### UNITA' QUATERNARIE DEL TAVOLIERE DI PUGLIA - Supersistema del tavoliere di Puglia (TP)

#### - SINTEMA DI MASSERIA INACQUATA NAQ- (OLOCENE)

Sintema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare. È costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri. Il limite inferiore di quest'unità è localmente costituito da una superficie di discordanza con il sintema dei torrenti Carapelle e Cervaro. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri.

#### - SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO – (PLEISTOCENE SUPERIORE – OLOCENE)

Depositi alluvionali del torrente Carapelle e del Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura attuale ed Olocenica, costituito da sedimenti ghiaiosi, sabbiosi, limosi. Il limite inferiore del sintema è costituito da una superficie di discordanza con il letto del sintema di Foggia. Tale sintema, a sua volta suddiviso in due sub-sintemi ovvero il sub-sintema dell'Incoronata (RPL1), e il sub-sintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3).

##### • SUB-SINTEMA DELLE MARANE LA PIDOCCHIOSA - CASTELLO (RPL3)

È costituito da depositi sabbioso limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondulata, indicanti ambiente di natura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile in circa 10 metri.

##### • SUBSINTEMA DELL'INCORONATA - RPL1 - (PLEISTOCENE SUPERIORE – OLOCENE)

Trattasi di un sistema deposizionale di pianura alluvionale passante ad ambiente lagunare o infralitorale. La parte continentale è costituita da silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche; a luoghi livelli di limi nerastrati con coperture decimetriche di sabbie con gradazione diretta, laminate e con al tetto sottili livelli argillosi.

Di seguito uno stralcio della Carta Geologica PROGETTO CARG in scala 1:50.000 Foglio 409 “Zapponeta”.

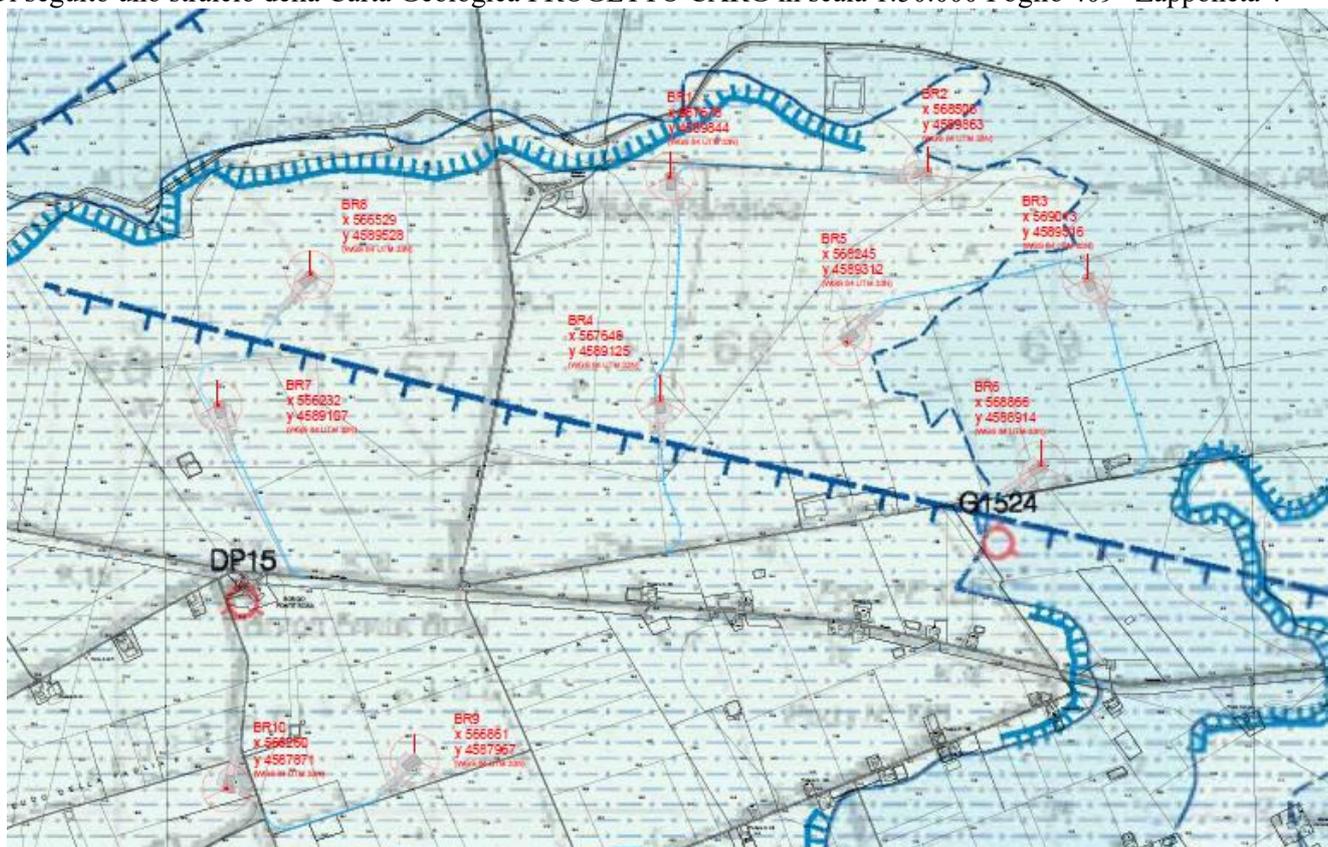


Fig. 8- Stralcio Carta Geologica progetto CARG foglio 409

Legenda:

**SUPER SISTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)**

Comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere di Puglia compresi fra il fiume Fortore ed il fiume Ofanto, nonché depositi marini terrazzati affioranti nella stessa area.

**SISTEMA DI MASSERIA INARCQUATA**

Sistema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare (cfr. unità b del Foglio 408 Foggia). E' costituito da depositi alluvionali, passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri, tra cui: *Cornuella vigata* (De Gosi) e *C. cavatorta* (ROSSMAESSLER). I depositi di spiaggia sono costituiti da sabbie marine grigiastre con contenuto faunistico riconducibile alle attuali biocenosi delle sabbie fini ben calibrate e delle sabbie argillose di mare calmo (Péniés, 1967), sommonte da sabbie di spiaggia emersa e dune costiere. Il limite inferiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con il tetto di RPL, TPF, a, b, il limite superiore coincide con la base di h o di a, o con la superficie topografica. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri. Datazioni effettuate col metodo <sup>14</sup>C hanno fornito età comprese tra 7.100±40 e 2.100±30 anni BP.

OLOCENE



NAQ

**SISTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO (RPL)**

Depositi alluvionali dei torrenti Carapelle e Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura alluvionale attuale ed olocenica, costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbioso-limosi. Il limite inferiore del sistema è costituito da una superficie di discordanza che coincide con il tetto di M.M., TGF, STQ, o OT; il limite superiore è costituito da una superficie di discordanza che coincide con la base di NAQ, di h o con la superficie topografica. Il sistema dei Torrenti Carapelle risulta suddiviso, nell'area del Foglio Zapponeta, in due sottosistemi.

PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE



RPL

**Subsistema delle Marane la Pidocchiosa-Castello**

Depositi prevalentemente sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallele ad ondulate, indicanti ambiente di pianura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile attorno i 10 metri. Indicazioni cronologiche relative al sottosistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello sono fornite da datazioni assolute e da tetrastratigrafia effettuata nel vicino Foglio 422 "Cavigliola". Entrambe forniscono un'età olocenica: 4150 ± 40 anni BP a circa 3500-3600 anni BP per la presenza delle pomice di Avellino.

OLOCENE

**Subsistema dell'Incoronata**

Unità costituite un sistema deposizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralagunare. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille, con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Nell'angolo sud occidentale del foglio, in località Passo Breccioso, l'unità è prevalentemente ghiaiosa con intercalazioni di sabbie e silt. La parte marina, non effiorante, è costituita da sabbie giallastre, sabbie argillose o siltose grigiastre, argille e silt grigio-azzurri, in cui è presente una biocenosi a *Cladocora cespitosa* (LINNEO) situata a circa -22 m s.l.m. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 35 metri. Datazioni con il metodo della racemizzazione degli amminoacidi su ostracodi e con il metodo <sup>14</sup>C su gasteropodi continentali hanno restituito, per questa unità, un'età compresa tra 134±56 e 16±4 ka BP (MIS 5-3).

PLEISTOCENE SUPERIORE



RPL

F.9 - Schema dei rapporti stratigrafici

Dall'analisi della carta geologica si evidenzia che otto aerogeneratori i relativi caviddoti ed opere accessorie insistono solo sulla formazione geologica del **SISTEMA DI MASSERIA INARCQUATA- NAQ** e dalla visione degli elaborati delle stratigrafie consultate, risulta costituita da depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri, riferita all'Olocene.

Come si evince dalle NOTE illustrative del Foglio 409 Zapponeta lo spessore dei terreni del **SISTEMA DI MASSERIA INARCQUATA** varia da pochi metri lungo i corsi d'acqua minori fino ad un massimo di circa 15 metri in corrispondenza della piana costiera.



F.10 – Estratto dalle note illustrative Foglio 409

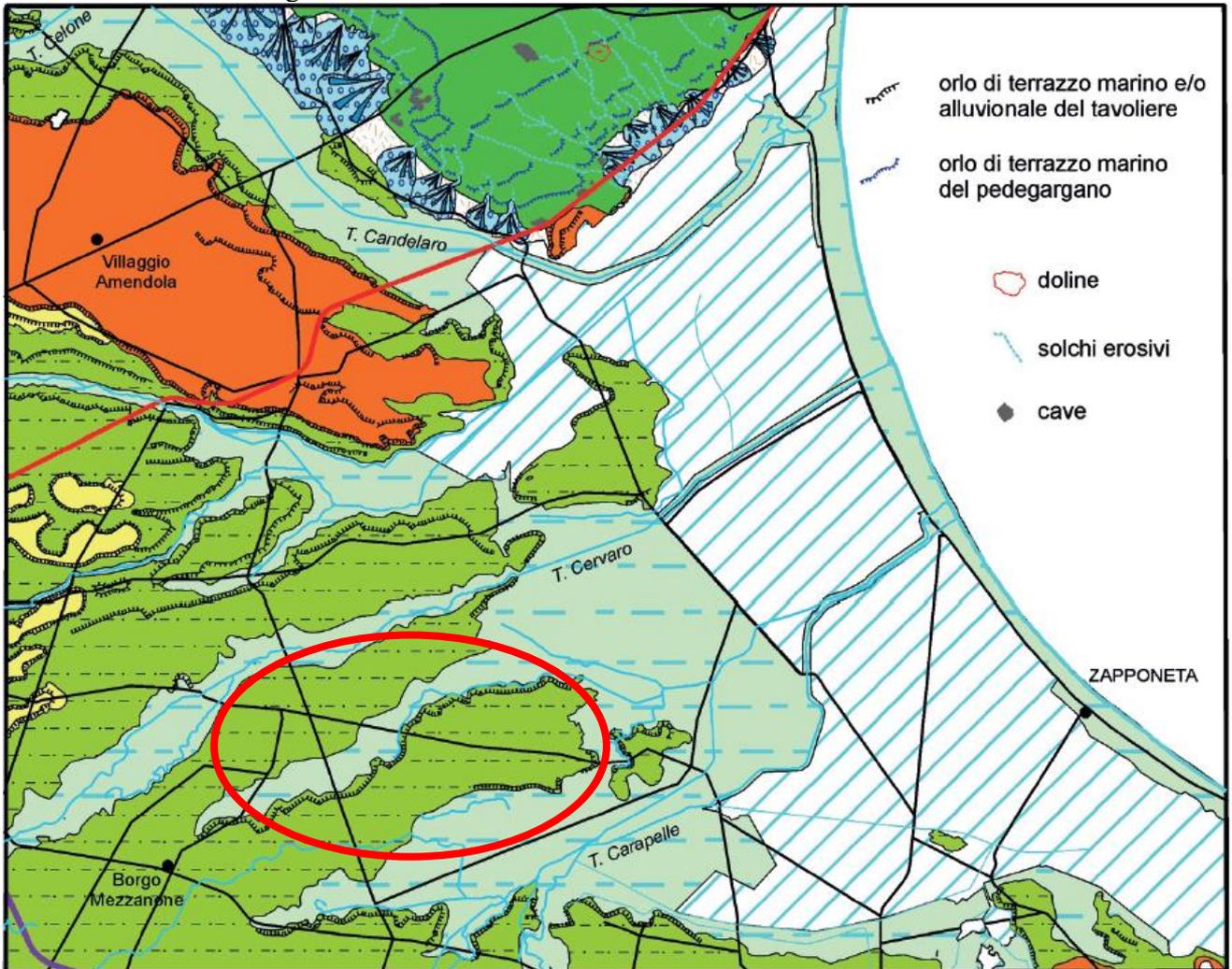
Geopedologicamente, i terreni dell'area in esame sono ricoperti da un manto vegetale (suolo) avente uno spessore di circa 1,00 metri, caratterizzato da una componente organica (radici, gambi, foglie e steli in vario grado di decomposizione), da una componente granulare e da una componente di materiali 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.

## CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto del presente studio è situata nella porzione nord nord-ovest rispetto al centro abitato di Zapponeta e a sud dell'abitato di Manfredonia.

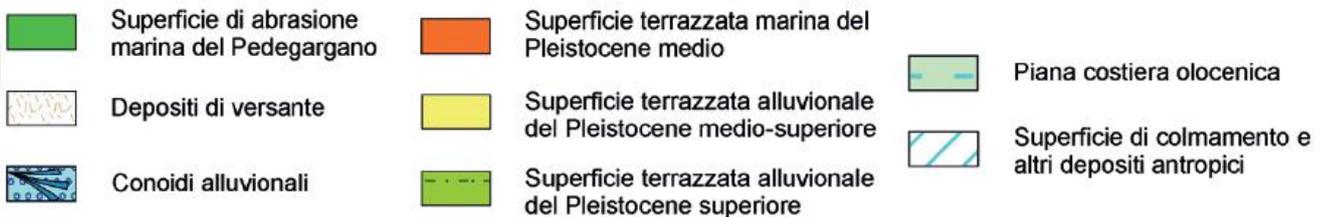
Il Foglio 409 "Zapponeta" ricade in due distinti domini morfologici:

- Il massiccio del Gargano
- Il Tavoliere di Puglia



DOMINIO DEL GARGANO

DOMINIO DEL TAVOLIERE DI PUGLIA



Il Tavoliere è l'unica area della Puglia ad essere dotata di una rete idrografica ben definita, costituita da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio che incidono i depositi quaternari. Morfologicamente il Tavoliere è una pianura lievemente ondulata caratterizzata da vaste spianate che digradano debolmente verso mare a partire dalle quote più alte del margine appenninico.

L'area in esame risulta sub-pianeggiante con quote massime di 20 m, debolmente inclinata verso oriente, solcata da alcuni corsi d'acqua minori chiamati "marane. Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale. Dal punto di vista morfologico si tratta di una superficie di accumulo di tipo complesso in quanto dovuta all'accumulo e progradazione di una piana costiera,

concomitante con fasi di sollevamento con entità maggiore verso l'Appennino. Nell'area di studio il paesaggio assume l'aspetto piatto tipico del tavoliere di Puglia e i corsi d'acqua scorrono in ampie valli, sempre ad andamento rettilineo, con argini non sempre definiti. La configurazione morfologica dell'area oltre ad essere influenzata dalla diversa natura litologica dei terreni affioranti, risente nelle sue grandi linee delle molteplici fasi di oscillazione del mare che, a partire dal Pleistocene medio, si sono succedute durante il sollevamento regionale e la regressione del mare.



*Fig.11 - Panoramica dell'area investigata – Torrente Cervaro*

Il reticolo idrografico, caratterizzante la piana alluvionale, è costituito dalla presenza di vasti bacini ma con linee di impluvio a basso grado di gerarchizzazione che si generano dai rilievi appenninici. I profili delle sezioni trasversali di queste incisioni fluviali sono piuttosto profondi.

I torrenti che scorrono nell'area di studio sono il Torrente Candelaro, il torrente Cervaro ed il Carapelle ed i loro rispettivi affluenti e solcano con andamento meandri forme una valle pianeggiante con basse pendenze e dai liti non sempre definiti. Si notano dei meandri abbandonati e modesti rivoli percorsi da acqua solo in casi di eventi eccezionali (fasi di piena).



*Fig.12 - Panoramica dell'area investigata – Torrente Cervaro*



*Fig.14 - Panoramica dell'area investigata*

E presente, inoltre, anche una diffusa rete di canali di bonifica di regimazione delle acque che conferisce una peculiare fisionomia al territorio pianeggiante (Fig. 14).

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 in quanto pianeggianti. A luoghi, si riscontrano fenomeni di avvallamento e rigonfiamento del terreno causate dall'azione del dilavamento delle acque superficiali pluviali solo in prossimità delle scarpate dei corsi d'acqua, così come si evince nella fig.12; qui le sponde del torrente Cervaro mostrano segni di erosione spondale. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale. 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), 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.

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

- Aree ad alta probabilità di inondazione – A.P.;
- Aree a media probabilità di inondazione – M.P.;
- Aree a bassa probabilità di inondazione – B.P..

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 delle aree classificate a pericolosità geomorfologica (Frane), solo qualche opera accessoria interferisce con le aree a pericolosità idraulica media (M.P.) e rischio (R3) pertanto, l'intervento dovrà rispettare gli art. n. 9-10-11 delle NTA del PAI Puglia.



Fig.15 – Estratto Carta PAI



Fig.16 – Estratto carta PAI sovrapposta all'ortofoto

Dall'analisi dello stralcio del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico le opere di progetto non interessano aree definite a pericolosità geomorfologica ma solo aree a Rischio - elaborato BFRDT\_GENR03204. Secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano (Art. 15), 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.

Si precisa che la maggior parte delle opere andranno realizzate in aree sostanzialmente pianeggianti e quindi, difficilmente soggette a fenomeni dislocativi superficiali o profondi, fenomeni che sono più probabili in aree con superfici inclinate.

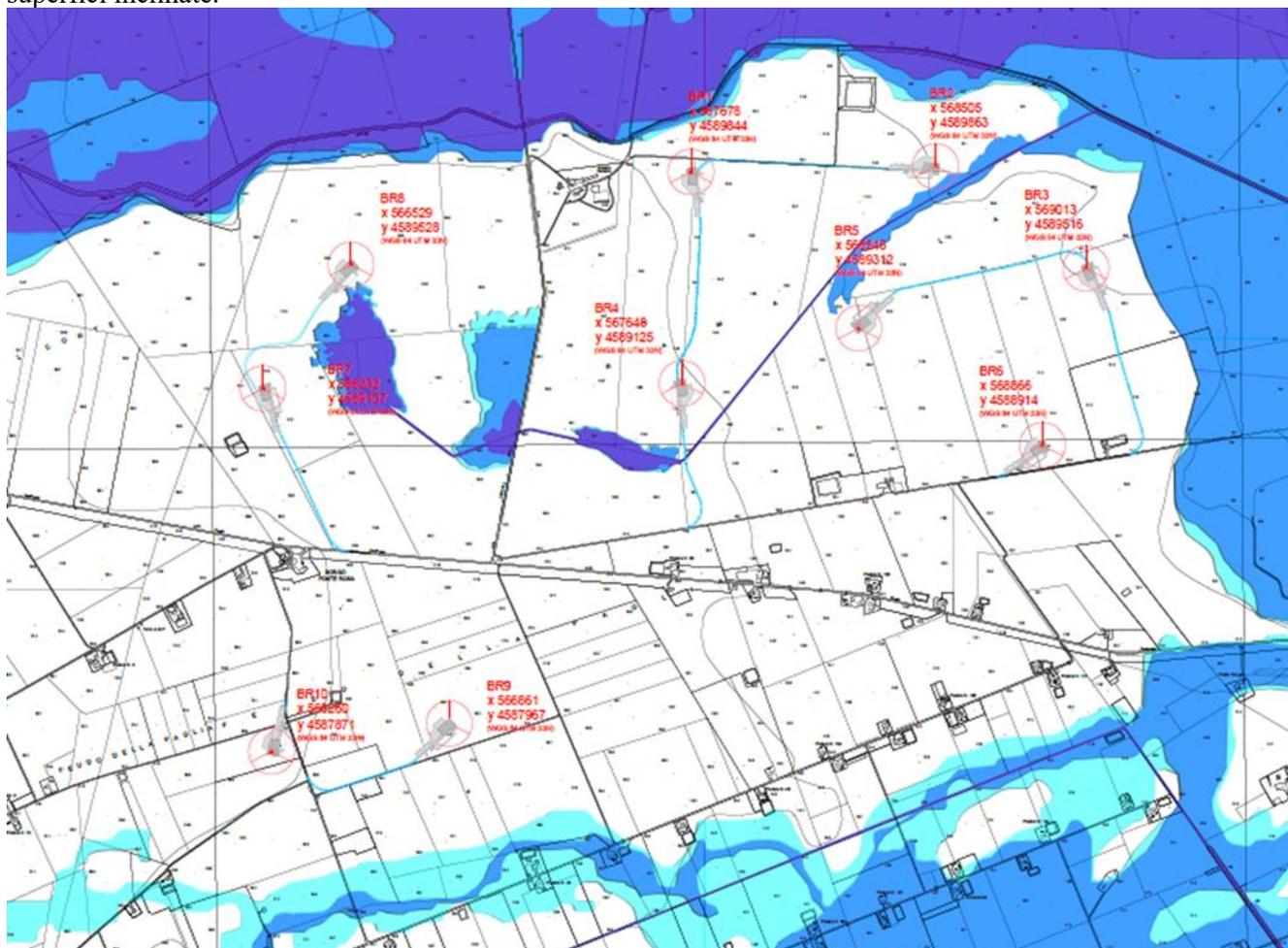


Fig.17 – Estratto carta PAI assetto idraulico

Per quanto riguarda il Piano Stralcio Assetto Idraulico della Puglia, l'area di progetto che interessa gli aerogeneratori e la viabilità in generale non rientra in nessuna area a rischio, fatta eccezione qualche cavidotto che ricade in area a pericolosità idraulica media (MP).

Per il tratto che ricade in area a rischio va fatto uno studio idraulico particolare, con la progettazione di eventuali opere a presidio idraulico.

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 600 millimetri a circa 1200 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 reticolo idrografico dovuto alla presenza dei due corsi d'acqua principali: il Torrente Carapelle, ubicato a sud dell'area di progetto e che corre da SW a NE;

L'altro grosso reticolo è rappresentato dal Torrente Cervaro, che corre a nord dell'area di progetto in direzione SW-NE. I due torrenti solcano con andamento meandriforme la parte pianeggiante e con bassa pendenza. Inoltre, nell'area vi sono diversi impluvi che rappresentano delle vie preferenziali di scorrimento delle acque superficiali che, a loro volta, presentano una attività idraulica 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.

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.

I bacini idrografici sono riconducibili a quello del Torrente Cervaro, e soprattutto, a quello del Torrente Carapelle. L'idrografia superficiale, dominata da questi due corsi d'acqua, ma essenzialmente da una serie di canali e fossi che in essi si immettono successivamente, si sviluppa in direzione NE-SO, con una densità di drenaggio che tende a decrescere verso NE. Il regime idraulico di questi corsi d'acqua, se pur stagionale e strettamente legato all'andamento delle precipitazioni, è storicamente contraddistinto da rovinose piene ed esondazioni (D'Arcangelo, 2000). Il fiume Carapelle, spesso classificato come torrente, nasce in Irpinia alle falde del Monte La Forma (m 864) col nome di Calaggio. Scorre per circa 98 km prima di sfociare nel golfo di Manfredonia.

La profondità della falda è tale da non influenzare le strutture di fondazione e non costituire elemento di rischio sismico locale, ubicata a circa 30 m dal p.c. come rappresentato dalla Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015). Tale profondità è stata riscontrata anche dai dati geologici riferiti a pozzi profondi realizzati nell'area (Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo Legge 464/1984 - ISPRA) Solo in alcune zone è possibile rinvenire piccole falde pensili su livelli argillosi che fungono da impermeabile relativo.

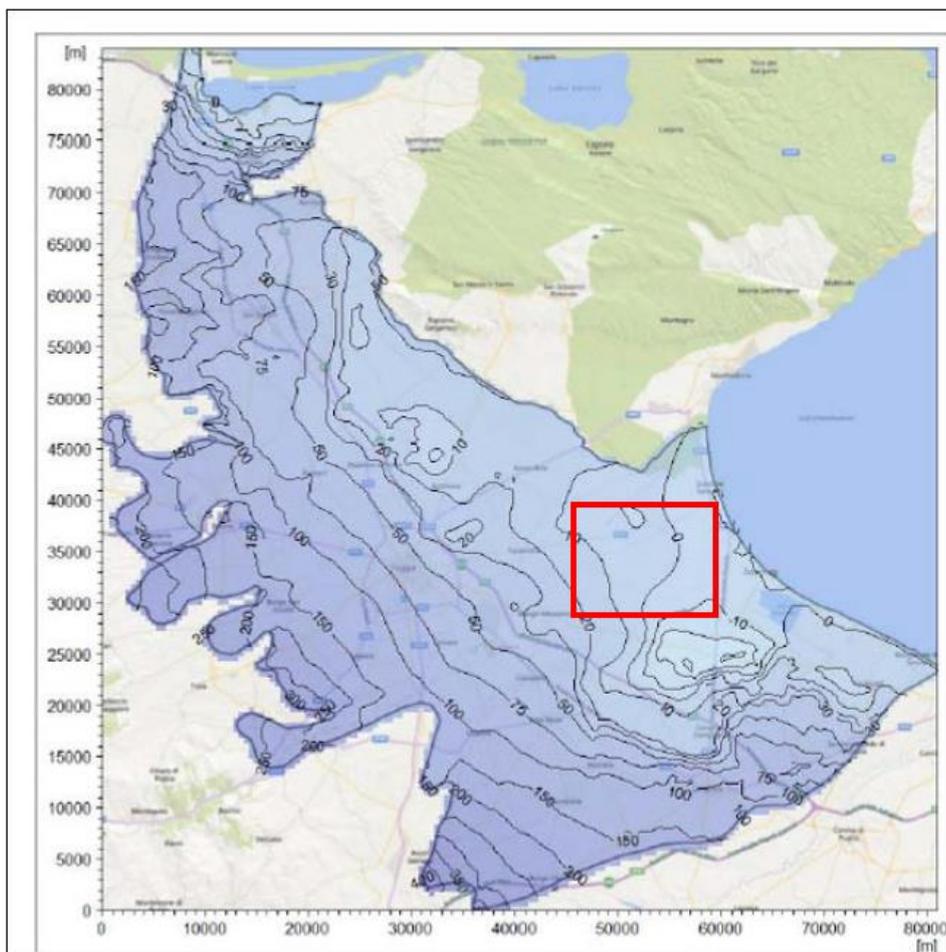


Fig.18 – Stralcio Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg.2015)

I terreni affioranti sono rappresentati da terreni di natura sabbiosa, tali terreni come riportato nella carta idrogeologica dell'Italia meridionale (APAT 1999), risultano avere una permeabilità per porosità con grado di permeabilità medio-elevato riconducibile a valori  $K$  compresi tra  $10E-4$  e  $10E-5$ . I valori della permeabilità utilizzati per i singoli litotipi sono stati ricavati dalla correlazione di tabelle bibliografiche. Data permeabilità dei terreni affioranti (CIP stimato  $>85\%$ ), e la bassa pendenza del versante, le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi rapidamente e vanno ad alimentare la falda idrica sotterranea.

## STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA

(da Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale – Pietro CELICO; Pantaleone DE VITA; Giuseppina MONACELLI; Anna Rosa SCALISE; Giuseppe TRANFAGLIA)



COMPLESSI IDROGEOLOGICI		Tipo di permeabilità prevalente			Grado di permeabilità			
		Porosità	Fessurazione	Carifino	Impermeabile	Scasso	Medio	Elevato
COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE								
1	<p>Complesso alluvionale - costiero;</p> <p>Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si trovano in giustapposizione laterale e verticale, in relazione alla variabile energia di trasporto idraulico che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe</p>							
9	<p>Complesso sabbioso-conglomeratico:</p> <p>Depositi clastici sabbiosi-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, ascrivibili alle fasi regressive Pleistocene Inferiori (del ciclo Bradanico: Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Conglomerato di Irsina). Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza dei limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.</p>							

Fig.19 – Stralcio Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale)

## 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.

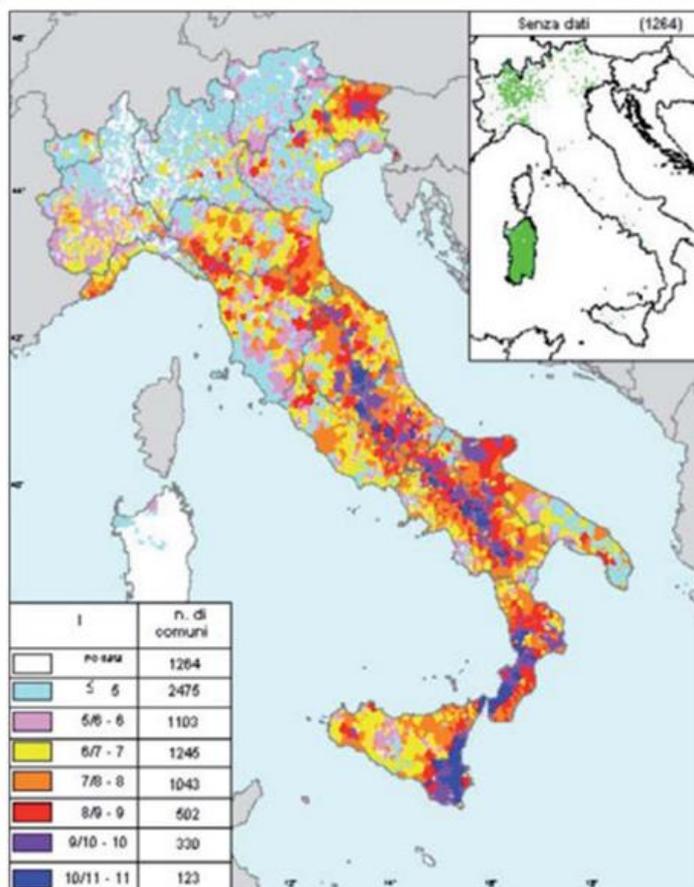


Fig.20 – Mappa delle massime intensità macrosismiche documentate per eventi tra il 1000 e il 1992 (da Camassi et alii, 2000)

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).

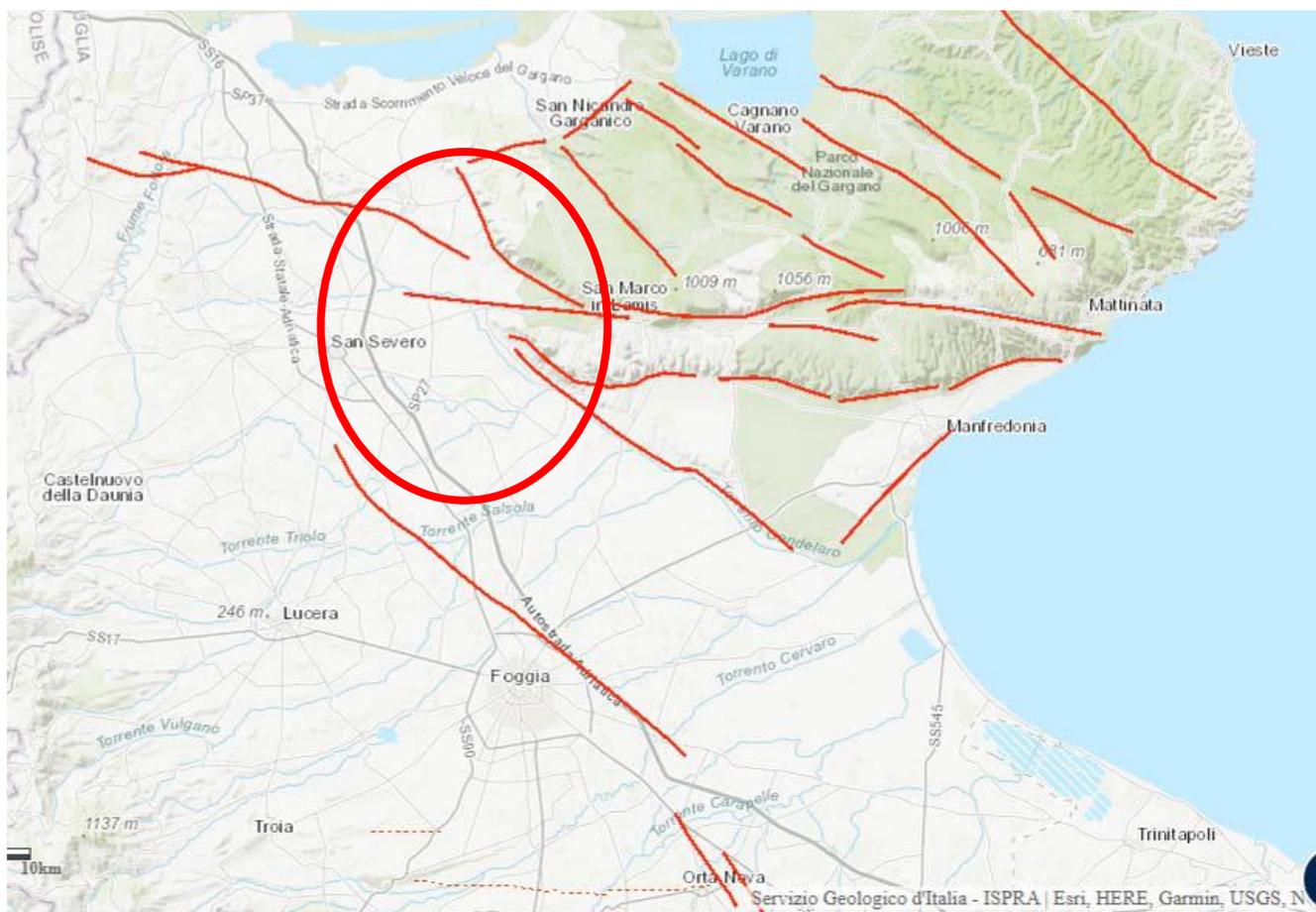
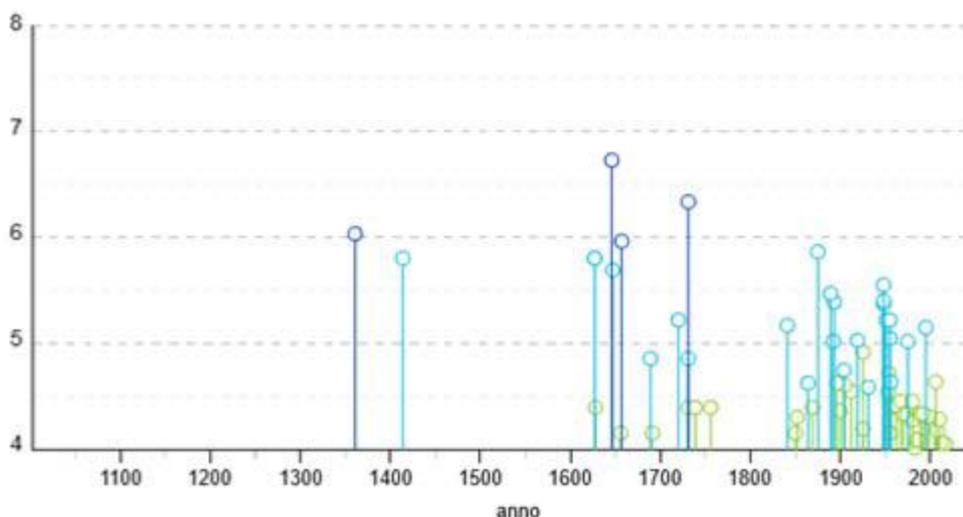


Fig. 21 - Stralcio cartografia delle faglie capaci nell’area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

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 gli eventi sismici che hanno interessato il territorio di Manfredonia.

Localizzazioni e Mw provenienti da CPT115 v3.0 (Rovida et al., 2021)



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
3	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
NF	1900	12	23	22	30		Gargano	20	5	4.37
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
6-7	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55
NF	1955	02	09	10	06		Gargano	31	6-7	5.05
4	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
4-5	1971	05	06	03	45	0	Irpinia	68	6	4.83
5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
6-7	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
5	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
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
2-3	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
4-5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
NF	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5	4.41
5	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
NF	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1349	09	09				Lazio-Molise	24	10	6.80
10	1361	07	17	17	15		Subappennino dauno	2	9	6.03
8	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
7	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
7-8	1646	05	31				Gargano	35	10	6.72
7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6-7	1720	06	07				Tavoliere delle Puglie	7	6-7	5.22
8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
5	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
7-8	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
NF	1882	06	06	05	40		Isernino	50	7	5.20
5	1899	08	16	00	05		Subappennino dauno	32	6	4.57
NF	1905	03	14	19	16		Avellinese	94	6-7	4.90
3-4	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
7	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
3	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
2-3	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
4	1923	11	08	12	28		Appennino campano-lucano	28	6	4.73
2-3	1927	12	27	08	49		Deliceto	2	5-6	4.40
8	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
4	1931	05	10	10	48	5	Irpinia	43	5-6	4.64
4	1937	07	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96
6-7	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55
3	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4-5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1992	11	05	13	34	2	Gargano	32	5	4.34
4-5	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
4-5	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
4	1998	04	07	21	36	5	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
4-5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
3	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
5	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, per la maggior parte, nei territori comunali di Castelluccio dei Sauri ed Ascoli Satriano. 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 (Rischio Medio)** con valori attesi di ag (accelerazioni del suolo) compresi tra 0.150 e 0.175 g

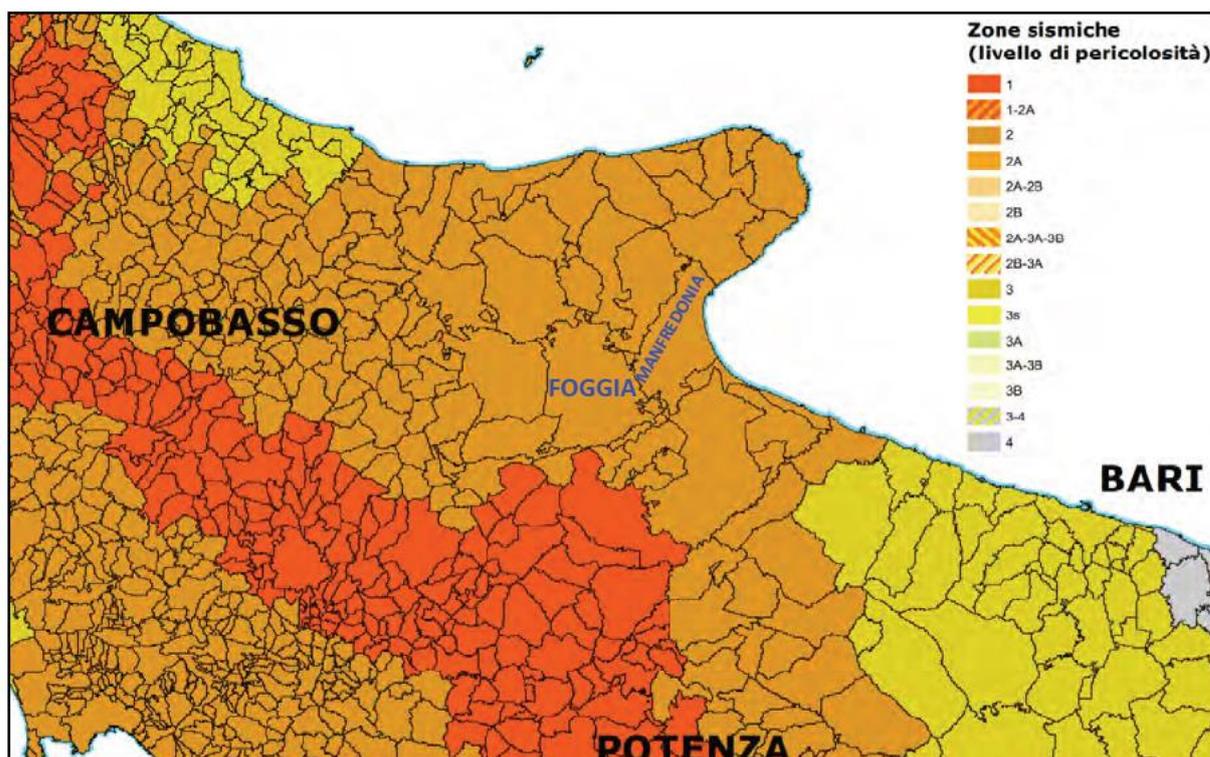


Fig. 22 – Stralcio carta classificazione sismica dei comuni 2004

Il progetto prevede la realizzazione di n.10 torri eoliche sui siti individuati dalle coordinate geografiche di seguito riportate:

WTG	EST	NORD
BR1	567678	4589844
BR2	568505	4589863
BR3	569012	4589516
BR4	567648	4589125
BR5	568245	4589312
BR6	568866	4588914
BR7	566232	4589107
BR8	566529	4589528
BR9	566861	4587967
BR10	566256	4587872

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

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 (Vs30), tenendo quindi solamente conto delle considerazioni riportate nei paragrafi precedenti, in via cautelativa, 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 VN di progetto per diversi tipi di opere*

	Tipi di costruzione	Vita Nominale VN (in anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	$\leq 10$
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	$\geq 50$

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”:

##### BR1

Stato limite	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
SLO	120	0,082	2,589	0,350
SLD	201	0,099	2,606	0,370
SLV	1898	0,212	2,598	0,448
SLC	2475	0,231	2,597	0,453

##### BR2

Stato limite	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
SLO	120	0,082	2,589	0,350
SLD	201	0,099	2,606	0,370
SLV	1898	0,212	2,597	0,447
SLC	2475	0,231	2,596	0,452

##### BR3

Stato limite	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
SLO	120	0,081	2,588	0,350
SLD	201	0,099	2,602	0,372
SLV	1898	0,212	2,597	0,450
SLC	2475	0,231	2,596	0,456

##### BR4

Stato limite	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
SLO	120	0,081	2,587	0,352
SLD	201	0,098	2,600	0,376
SLV	1898	0,211	2,599	0,454
SLC	2475	0,230	2,597	0,461

##### BR5

Stato limite	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
SLO	120	0,081	2,587	0,351
SLD	201	0,099	2,601	0,374
SLV	1898	0,212	2,598	0,453
SLC	2475	0,231	2,596	0,459

**BR6**

Stato limite	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> *
SLO	120	0,081	2,586	0,352
SLD	201	0,098	2,597	0,377
SLV	1898	0,211	2,598	0,456
SLC	2475	0,230	2,595	0,463

**BR7**

Stato limite	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> *
SLO	120	0,082	2,587	0,352
SLD	201	0,099	2,600	0,377
SLV	1898	0,211	2,600	0,455
SLC	2475	0,230	2,599	0,462

**BR8**

Stato limite	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> *
SLO	120	0,082	2,588	0,351
SLD	201	0,099	2,604	0,373
SLV	1898	0,212	2,599	0,451
SLC	2475	0,231	2,598	0,457

**BR9**

Stato limite	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> *
SLO	120	0,087	2,554	0,372
SLD	201	0,106	2,583	0,400
SLV	1898	0,222	2,640	0,492
SLC	2475	0,242	2,647	0,493

**BR10**

Stato limite	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> *
SLO	120	0,081	2,584	0,355
SLD	201	0,098	2,588	0,387
SLV	1898	0,210	2,602	0,467
SLC	2475	0,229	2,599	0,477

## CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

### Modalità e mezzi di indagine

Per avere un quadro più dettagliato dei terreni di fondazione sono stati visionati diversi sondaggi messi a disposizione da ISPRA sul suo portale cartografico e dal Ministero dell'Interno sul portale di Valutazione di Impatto Ambientale relativamente a progetti di impianti eolici 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. Inoltre, a supporto la scrivente si è avvalso anche dei risultati della campagna di indagine eseguita per la redazione di lavori nel territorio comunale di Manfredonia. 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 il sito dell'aerogeneratore BR1, BR2, BR4, BR5, BR7, BR8, BR9, BR10 e i cavidotti**

- **SINTEMA DI MASSERIA INACQUATA NAQ - (OLOCENE)**

Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi

- **per i siti degli aerogeneratori BR3 BR6 e relativi cavidotti:**

- **SUBSINTEMA DELL'INCORONATA (RPL1)**

Silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche; a luoghi livelli di limi nerastrati con coperture decimetriche di sabbie con gradazione diretta, laminate e con al tetto sottili livelli argillosi (RPL1).

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 DI MASSERIA INACQUATA (NAQ)**

peso di volume del terreno	$\gamma = 1,90 \text{ gr/cm}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 22^\circ$
coesione drenata	$c' = 0,10 \text{ Kg/cm}^2$
coesione non drenata	$C_u = 0,64 \text{ Kg/cm}^2$
modulo edometrico	$E_d = 75,00 \text{ Kg/cm}^2$

#### **SUBSINTEMA DELL'INCORONATA (RPL1)**

peso di volume del terreno	$\gamma = 1,90 \text{ gr/cm}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 23^\circ$
coesione drenata	$c' = 0,15 \text{ Kg/cm}^2$
coesione non drenata	$C_u = 0,80 \text{ Kg/cm}^2$
modulo edometrico	$E_d = 90,00 \text{ Kg/cm}^2$

## VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Le NTC 2018, al § 7.11.3.4.2 - "Esclusione della verifica a liquefazione", individuano le condizioni per le quali è possibile omettere la verifica a liquefazione. In particolare, la verifica può non effettuarsi quando si verifica una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

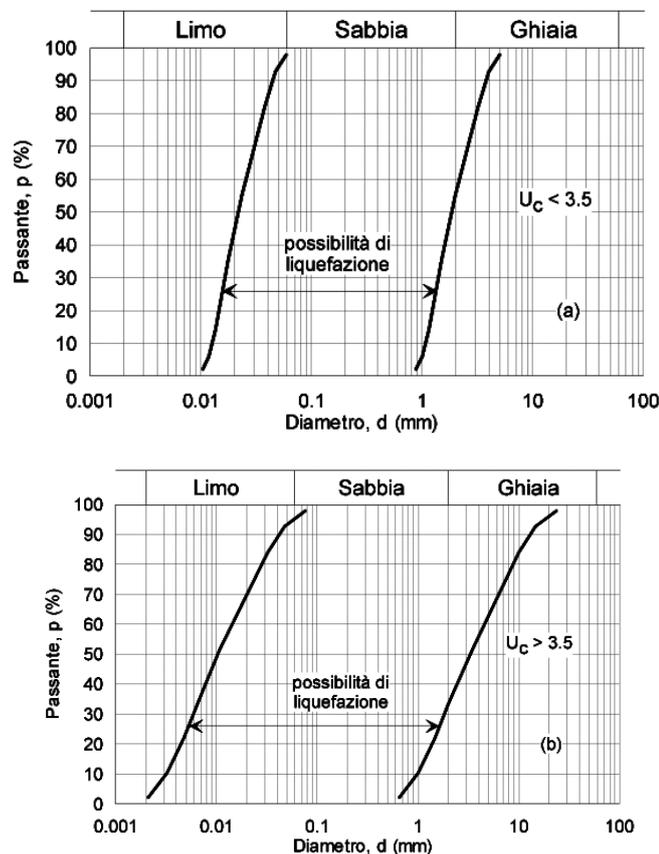


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Dato che il nostro caso rientra nella SECONDA condizione prevista dalla norma è pertanto esclusa dalla verifica a liquefazione in quanto, la falda risulta ad una profondità superiore a 15 m. dal piano campagna.

## **CONSIDERAZIONI FINALI**

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente alla realizzazione del parco eolico “Borgo Fonte Rosa 2” che si realizzerà nel comune di Manfredonia (FG).

La litologia affiorante è caratterizzata per la maggiore dai sedimenti appartenenti al SINTEMA DI MASSERIA INACQUATA: trattasi di depositi alluvionali costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro.

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 in quanto l’area è quasi totalmente pianeggiante.

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 risultano perimetrate per il rischio geomorfologico.*

Per quanto riguarda il rischio idraulico sempre dell’Autorità di Bacino Regione Puglia, l’area di progetto che interessa gli aerogeneratori e la viabilità in generale non rientra in nessuna area a rischio, fatta eccezione per il cavidotto che collega la *torre BR4 che ricade in area a rischio idraulico medio.*

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;
- per le falde sospese è necessaria la regimazione delle acque superficiali ed episupeficiali, mediante opportune opere idrauliche: 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;
- i 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), ricavata dalle indagini prese in esame e consultate.

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 07/12/2023

Il geologo

Dott.ssa Angela Rosa Simone

## RILIEVO FOTOGRAFICO

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



*Sito BR1*

Il sito si presenta pianeggiante, non si notano dissesti in atto



*Sito BR2*

Il sito è ubicato in zona pianeggiante e non si notano dissesti in atto



*Sito BR3*

Il sito è pianeggiante e non si notano dissesti in atto



*Sito BR4*

Il sito è pianeggiante situato in prossimità di un impluvio per la raccolta delle acque.



*Sito BR5*

Il sito è pianeggiante, lateralmente uno impluvio per la raccolta delle acque.



*Sito BR6*

Il sito è pianeggiante.



*Sito BR7*

Il sito si presenta pianeggiante con un canale per la raccolta delle acque.



*Sito BR8*

Il sito si presenta pianeggiante.



*Sito BR9*

Il sito si presenta pianeggiante.



*Sito BR10*

Il sito presenta è pianeggiante e non si notano dissesti in atto

## **INDAGINI GEOGNOSTICHE CONSULTATE**

I SONDAGGI CONSULTATI SONO MESSI A DISPOSIZIONE DA ISPRA SUL SUO PORTALE CARTOGRAFICO E DAL MINISTERO DELL'INTERNO SUL PORTALE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE, PER PROBLEMI DI PRIVACY NON POSSONO ESSERE MEGLIO DETTAGLIATI NELLE SPECIFICHE TECNICHE E NELLA POSIZIONE PRECISA.

SI ALLEGANO I SONDAGGI GEOGNOSTICI IN POSSESSO DELLA COMMITTENZA

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

Dott. Donato Antonio Fatigato

**FLORIN COSTRUZIONI S.r.l.s.**  
 VIA GIACOMO MATTEOTTI, 111 - FOGGIA TEL/FAX 0881/745414

SONDAGGIO N° 1 Den. Sond.: **A34** - Località: **Manfredonia loc. Beccarini Ramatola** - Committente: **AREN S.p.a.**  
 Data di inizio perforazione: **07/01/2020** - Data di fine perforazione: **08/01/2020**  
 Inclinazione (deg.): **0°** - Scala Grafica: **1:160** - Macchina Perforatrice: **EGT MD710 - Egtechnology Parma**  
 Perforatore Responsabile: **AMATORE MAURO** - Geologo resp. di cantiere: **Dott. D.A. FATIGATO**  
 Note: **SONDAGGIO VERTICALE, a rotazione e a carotaggio continuo Ø 101 mm in n° 6 cassette catalogatrici FORO ATTREZZATO CON PIEZOMETRO A TUBO APERTO**

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA	% DI CAROTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm <sup>2</sup> )	VANE TEST PROF. m C <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)					
0.0	0.80		Terrano vegetale organico di colore grigio scuro con piccoli frammenti litici in dispersione e inclusi organici.					80				
0.80	10.2		Argille limose sabbiose con locali spolverate più francamente sabbiose	A34 C1 4.50/ 5.00				100		SPT 5.00 6(8-10)		
11.00	4.6		Limi sabbiosi con locali livelli ghiaiosi	A34 C2 11.50 12.00				90		SPT 12.00 12(18-18)		
15.60	0.5											
16.10	0.5											
16.60	0.1											
16.70	0.3											
17.00	0.4											
19.00	1.6											
20.60	4.0		Sabbie limose di colore beige con locali spolverate più francamente sabbiose					90				
23.00	7.0		Argille limose sabbiose con locali spolverate più francamente sabbiose				24.60	100				
30.00												

FINE SONDAGGIO m. 30,00

Rif. A34 Manfredonia - Beccarini

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

Dott. Donato Antonio Fatigato

<b>FLORIN COSTRUZIONI S.r.l.s.</b>	
VIA GIACOMO MATTEOTTI, 111 - FOGGIA TEL/FAX 0881/745414	
SONDAGGIO N° 1 Den. Sond.: <b>A36</b> - Località: <b>Manfredonia loc. Beccarini Ramatola</b> - Committente: <b>AREN S.p.a.</b>	
Data di inizio perforazione: <b>08/01/2020</b> - Data di fine perforazione: <b>09/01/2020</b>	
Inclinazione (deg.): <b>0°</b> - Scala Grafica: <b>1:160</b> - Macchina Perforatrice: <b>EGT MD710 - Egtechnology Parma</b>	
Perforatore Responsabile: <b>AMATORE MAURO</b> - Geologo resp. di cantiere: <b>Dott. D.A. FATIGATO</b>	
Note: <b>SONDAGGIO VERTICALE</b> , a rotazione e a carotaggio continuo Ø 101 mm in n° 6 cassette catalogatrici	

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm <sup>2</sup> )	VANE TEST PROF. m C <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF. DI STAB. (m)				
0.0	1.20		Terreno vegetale organico di colore grigio scuro con piccoli frammenti litici in dispersione e inclusi organici.						90			
5.0	12.8		Argille Limose sabbiose con locali spolverate più francamente sabbiose	A36 C1 4.50/ 5.00					100	SPT 5.00 6(6-9)		
10.0	14.00		Limi sabbiosi con locali livelli ghiaiosi	A36 C2 11.00/ 11.50					80	SPT 11.50 10(12-15)		
15.0	1.0											
	1.6											
	0.2											
	1.2											
	0.2											
	0.3											
	0.7											
20.0	0.8											
	3.0		Sabbie limose di colore beige con locali spolverate più francamente sabbiose						90			
23.00			Argille Limose sabbiose con locali spolverate più francamente sabbiose						100			
24.00												
25.0	7.0		Sabbie limose di colore beige con locali spolverate più francamente sabbiose						90			
30.0	30.00											

FINE SONDAGGIO m. 30,00

Rif. A36 Manfredonia - Beccarini

ALLEGATO A IMPIANTO EOLICO MANFREDONIA

AREN Spa

pag. 7 di 11



**QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

Committente: **FLORIN Costruzioni S.r.l.s.**  
 Cantiere: **AREN S.p.A. - Manfredonia - Località Beccarini-Ramatola**  
 Verbale n.: **009** del **10 gennaio 2020** Data emissione certificati: **05 febbraio 2020**

N° Foridite	Rif. Interno	Sondaggio	Campione	Classe campione (Ad)	Profondità		$\gamma_n$	$W_n$	$\gamma_s$	LL	LP	I.P.	I.C.	Sr	Granulometria				Prova Edometrica				Compressione		
					da metri	a metri									G	S	L	A	Pc	O.C.R.	Moduli Edometrici (kPa)			Cu	
					(%)	(%)															(%)	(%)			(%)
1	029-20	A34	C1	Q5	4,50	5,00	19,2	23,9	2,71	62,3	26,8	35,5	1,08	90	0,0	2,3	30,7	67,0	347	3,7	4876	6839	10900	150	
2	029-20	A34	C2	Q5	11,50	12,00	19,7	23,2	2,69	38,8	21,8	17,0	0,92	96	0,0	30,2	30,5	39,3	179	0,8	4626	4855	6728	10688	72
3	030-20	A36	C1	Q5	4,50	4,95	18,1	33,0	2,72	62,9	28,5	34,4	0,87	93	0,0	2,9	28,8	68,3	161	1,8	3529	3675	5070	8359	64
4	031-20	A36	C2	Q5	11,00	11,50	19,0	29,3	2,71	64,8	27,9	36,9	0,96	98	0,0	8,6	28,0	63,4	253	1,2	7791	5757	6088	9174	126

Finanziato da: **Democrazia naturale** -  $W_n$  = Umidità naturale -  $\gamma_s$  = Peso specifico - LL = Limite Liquido - LP = Limite Plastico - IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - Pc = Pressione di Consolidazione - O.C.R. = Over Consolidation Ratio - Cu = Coesione non drenata (da Espansione Laterale Libera)

Per: **Andrea Carbone**

D. G. GEOTEST di Carbone Andrea & C.  
 Sede: Via S. Andrea, 10 - 00100 Roma (RM)  
 Tel. +39 06 52000000 - Fax +39 06 52000001  
 E-Mail: info@geotest.it

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dott. **Carbone Raffaele**  
*Raffaele Carbone*