

REGIONE PUGLIA

Provincia di Foggia

COMUNE DI SANT'AGATA DI PUGLIA (FG)

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
NEL COMUNE DI SANT'AGATA DI PUGLIA (FG)

COMMITTENTE

Wind Energy Sant Agata Srl

Via Caravaggio n.125
Pescara (PE)
P.IVA 02217800685
Pec: windsantagatasrl@legpec.it

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 18_38_EO_VWS



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Dott. Ing. Angelo Micolucci

Consulenza specialistica
Dott. Geol. Antonio Mattia Fusco



REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO
2	Dicembre 2019	Rimodulazione layout a 7 torri a seguito di osservazioni	CD	AM	VS
1	Novembre 2018	PRIMA EMISSIONE	CD	AM	VS

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA, IDRAULICA,
SISMICA ED IDROGEOLOGICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	VWS	CIV	REL	024	02	VWS-CIV-REL-024-02	

1. PREMESSA

Lo scrivente Dott. Antonio Mattia Fusco, iscritto all'Ordine dei Geologi Puglia al n.587, su incarico affidatogli dalla Società d'ingegneria – Pheedra s.r.l. per conto della società proponente ha eseguito il seguente **STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA** nell'ambito del **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMUNE DI SANT'AGATA DI PUGLIA.**

*Nei paragrafi che seguono sarà illustrata la situazione litostratigrafica locale, con la definizione dell'origine e natura dei litotipi, il loro stato di alterazione e fatturazione, la loro degradabilità, i lineamenti morfologici della zona nonché la **Compatibilità Geomorfológica del versante e del pianoro su cui è previsto l'intervento di progetto.***

Lo studio geologico si è svolto in ottemperanza al D.M. del 11/03/1988, all'ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dal nuovo Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geologico e geotecnico atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici del sito.

L'area interessata dall'intervento di progetto ed i territori ad essa circostanti, sono caratterizzati da una morfologia molto blanda.

Essa è inserita nelle area a **Pericolosità Geomorfológica (PG1)** ovvero **Media e Moderata(PG1).**

Per lo svolgimento di tale relazione, preliminarmente è stato effettuato un rilevamento geologico, è stato effettuato un rilievo plano-altimetrico di dettaglio e, *come recepito dalla nuova normativa il modello geologico di riferimento è stato validato e supportato da indagini specifiche sia di tipo diretto che di tipo indiretto.*

Nelle aree a pericolosità geomorfologica media (P.G.1) 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.

Inoltre, come recepito dalla normativa, il modello geologico di riferimento è stato validato e supportato da indagini specifiche sia di tipo diretto che di tipo indiretto.

Lo scrivente per la caratterizzazione geologica e geotecnica del sito di studio, ha utilizzato le stesse indagini effettuate su aree adiacenti che hanno le medesime caratteristiche geologico-stratigrafiche eseguite dallo stesso.

Le indagini sono consistite in:

- N° 1 prova penetrometrica dinamica continua, tipo CPT;
- N° 1 prova penetrometrica dinamica;
- N° 2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica;
- N° 2 profili sismici a rifrazione con ricostruzione tomografica;
- N° 1 profilo sismico passivo, con metodologia ReMi.
- N° 2 Carotaggi continui fino a 10 metri;
- Analisi Geotecniche di laboratorio.

I parametri geotecnici caratteristici utilizzati per il seguente studio sono di seguito riassunti.

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO (da 1.00 a 7.00 metri circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi=23^\circ$;
- peso di volume $1,95 \text{ Kg/cm}^3$
- coesione pari a $0,33 \text{ Kg/cm}^2$

LIMO ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO VERDE (da 7.00 a 15 metri circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi=20^\circ$;
- peso di volume $1,95 \text{ Kg/cm}^3$
- coesione pari a $0,42 \text{ Kg/cm}^2$

2. GEOLOGIA DELL'AREA

Nell'area in esame si possono individuare due blocchi riferibili cronologicamente ad altrettanti periodi; il primo, più antico, interessa la serie dei depositi prepliocenici, mentre il secondo è caratterizzato dalla presenza della serie plio-pleistocenica che ricopre gran parte dell'area di studio. Esso tra l'altro risulta essere il terreno fondale dell'intervento di progetto pertanto sarà descritto dettagliatamente. (di seguito si allega una schematizzazione dei rapporti stratigrafici). Si tratta complessivamente di una serie sabbiosa-argillosa con episodi conglomeratici alla base ed alla sommità, pertanto essa rappresenta un intero ed unico ciclo sedimentario anche se i termini più alti possono comprendere episodi secondari di variazioni eustatiche e di alluvionamento.

- CONGLOMERATI POLIGENICI DI BASE, FORTEMENTE CEMENTATI (Pp)

Sovrastante in discordanza sul complesso dei flysch, si ha una formazione conglomeratica ben distinta. Si tratta di conglomerati poligenici fortemente cementati con matrice sabbiosa, a stratificazione a volte ben evidente, ma con spessore variabilissimo e quindi di difficile valutazione; si passa infatti da pochi metri ad una quarantina di metri di spessore nei pressi di Candela. I ciottoli che compongono tale formazione sono in generale ben arrotondati e con dimensioni variabilissime (dai 5 ai 10 centimetri di diametro), ma la loro composizione è eterogenea: frammisti infatti agli elementi dei flysch (calcari, brecce calcaree, arenarie, ecc.) si rinvengono anche ciottoli di rocce eruttive.

- SABBIE DI COLORE GIALLO BRUNO CON LENTI CIOTTOLOSE, LOCALMENTE FOSSILIFERE (Ps)

Un complesso sabbioso in generale a stratificazione scarsamente definita, di limitato spessore (30-40 metri) segue ai conglomerati superiormente, ma talora anche con passaggio laterale. Si tratta di sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose e con livelli di argille grigie, solo localmente per cemento calcareo-marnoso. In generale contengono resti di molluschi marini costituiti quasi sempre da modelli interni e di difficile determinazione.

- ARGILLE E ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURROGNOLE, LOCALMENTE SABBIOSE (PQa)

Quest'Unità costituisce la parte bassa della serie pleistocenica, essa si è sviluppata principalmente lungo una larga fascia che con direzione NO-SE, borda ad occidente il grande pianoro che si estende con lieve pendenza da Sant'Agata di Puglia e Lavello verso il paese di Cerignola e fino al Mare Adriatico. Le argille affiorano anche a Nord di Sant'Agata di Puglia e lungo il corso del Fiume Ofanto sotto la estesa copertura dei suoi depositi alluvionali. Da dati ottenuti da perforazioni per la ricerca di idrocarburi quest'Unità avrebbe una potenza di 1.500 metri.

- SABBIE E SABBIE ARGILLOSE A VOLTE CON LIVELLI ARENACI GIALLASTRI E LENTI CIOTTOLOSE (PQs)

In continuità di sedimentazione con le argille si hanno, in alto, sedimenti sabbiosi a volte fittamente stratificati con intercalazioni e lenti ciottolose verso la parte superiore della serie. Si tratta di sabbie più o meno argillose nelle quali la parte argillosa diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Esse sono di colore generalmente giallastro ed hanno uno spessore di poco superiore a 50 metri. Estese zone da Sant'Agata di Puglia a Lavello ed oltre, sono ricoperte da questi sedimenti sabbiosi; ciò è dovuto principalmente al fatto che l'azione erosiva dei numerosi ma modesti corsi d'acqua (*marane*), non è tale da raggiungere il complesso argilloso sottostante.

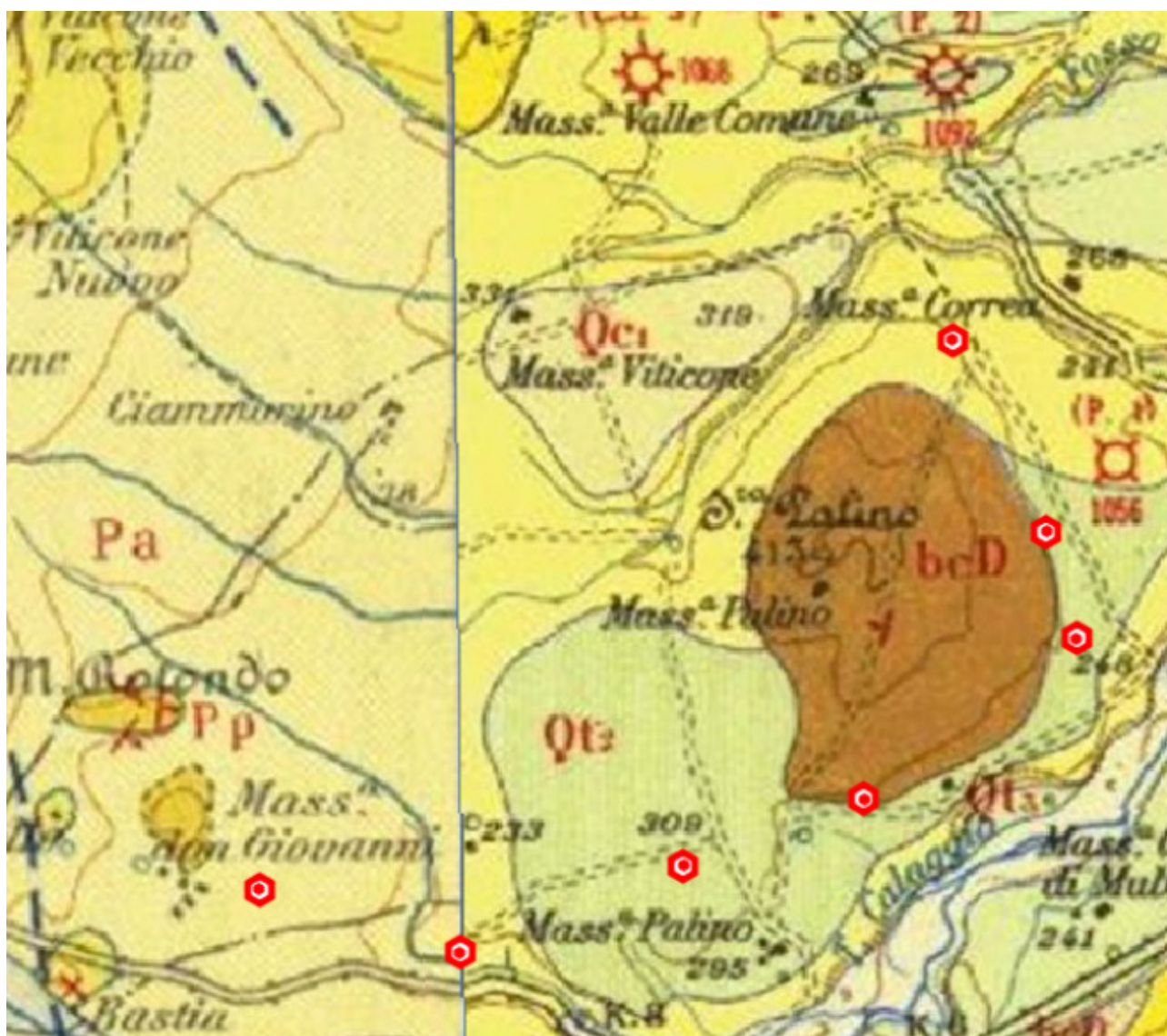
- CONGLOMERATI POLIGENICI CON CIOTTOLI DI MEDIE E GRANDI DIMENSIONI: A VOLTE FORTEMENTE CEMENTATI E CON INTERCALAZIONI DI SABBIE E ARENARIE (QC₁)

Questo termine della serie di cui si riscontrano i primi indizi nella parte alta del complesso **PQs** è costituito da depositi di ciottolame poligenico con ganga sabbiosa ad elementi arenaci e calcarei di dimensioni variabili dai 5 ai 30 cm. Tale formazione ciottolosa generalmente poco compatta, si presenta solo localmente fortemente cementata in puddinga. Essa costituisce la parte sommitale del pianoro morfologico Sant'Agata di Puglia Lavello, inciso nel mezzo dal Fiume Ofanto e di quello di Castelluccio dei Sauri. Lo spessore varia da punto a punto ma generalmente si aggira sui 50 metri. Concrezioni e crostoni calcarei sono presentino a volte nella parte superiore della serie.

- CIOTTOLAME INCOERENTE CON INTERCALAZIONI SABBIOSE (QC₂)

Tale formazione risulta essere il terreno fondale dell'intervento di progetto, essa pur essendo costituita dagli stessi elementi arenacei e calcarei della formazione (QC₁) si differenzia da quest'ultima sia dal punto di vista tettonico che granulometrico. Tra i due complessi (QC₁ E QC₂) infatti rinveniamo un gradino morfologico che si riscontra con un a certa costanza lungo la direttrice NO-SE fra il torrente Carapelle ed il fiume Ofanto. Anche la natura litologica risulta essere la stessa ma a differenza della formazione precedente si presenta molto incoerente con elementi e clasti di modeste dimensioni (10-15 cm) ed intercalazioni di sabbie finissime di colore giallo-oro.

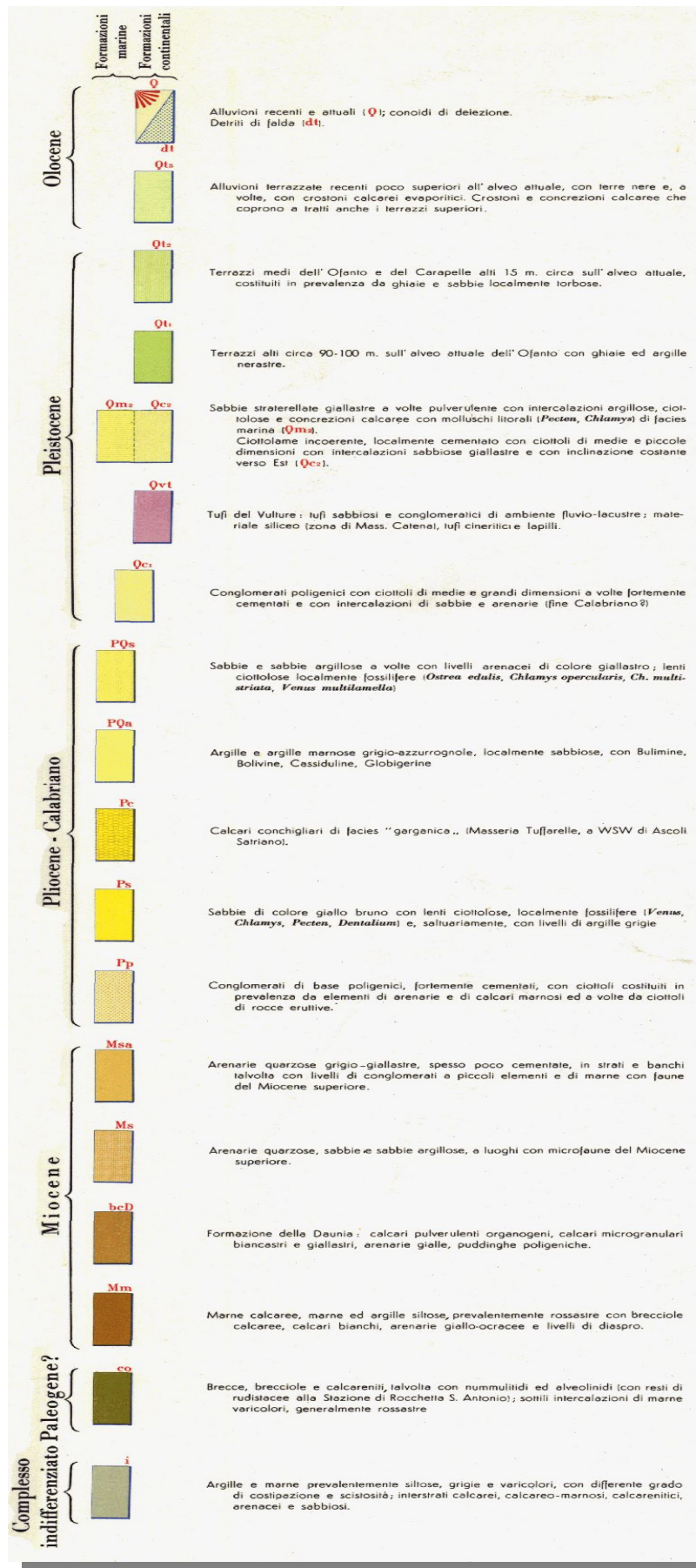
STRALCIO CARTA GEOLOGICA FOGLIO 175



 Ubicazione Torri eoliche

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
SANT'AGATA DI PUGLIA (FG)**

Legenda



3. SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Con l'ordinanza n° 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, modificata dall'OPCM n° 3431 del 03/05/2005 sono approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", nonché le connesse "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici", "Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti" e le "Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni".

Le nuove norme definiscono, dunque, i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche, ai sensi dell'art. 93, 1g) del D.L. 112/1998, ai fini della formazione e dell'aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone da parte delle Regioni, ai sensi dell'art. 94, 2a) del medesimo decreto.

3.1 Categorie di suolo di fondazione

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, ai fini della definizione della azione sismica di progetto, definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per V_{s30} , NSPT e C_u sono valori medi):

A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).

C - *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < \text{NSPT} < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).

D - *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($\text{NSPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

La V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

Da tale relazione è emerso un valore di V_{seq} 260.98 m/sec.

Categoria C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa)

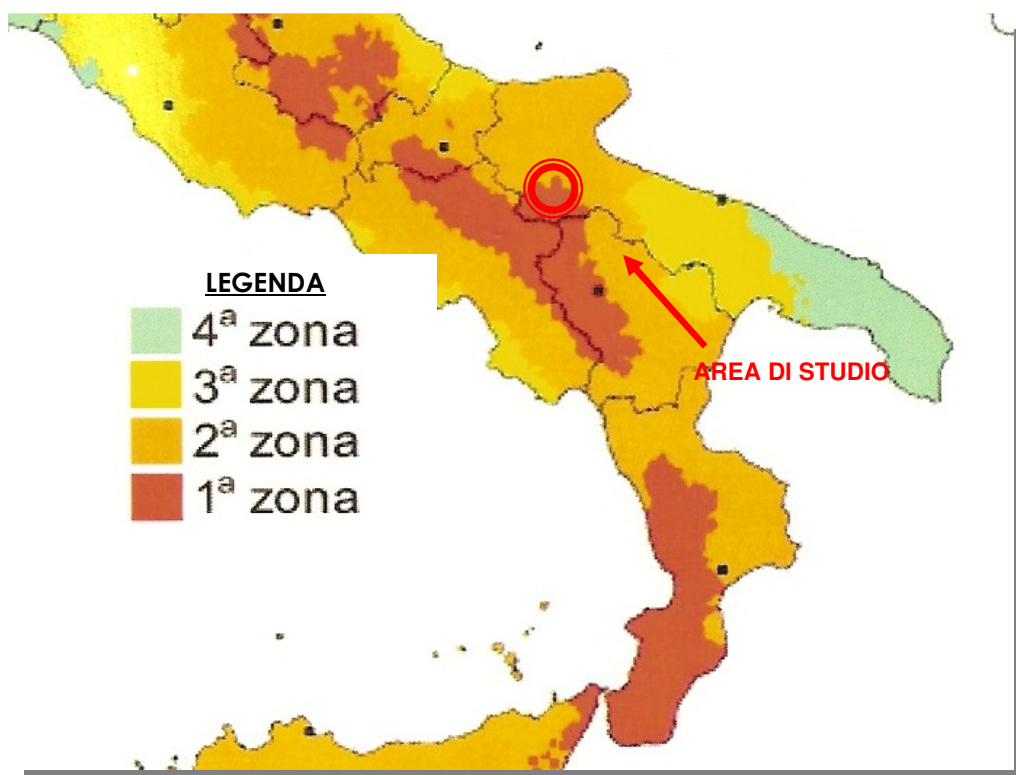
3.2 Calcolo dell'azione sismica

Zone sismiche

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (definito al punto 3.1), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono, salvo più accurate determinazioni, che possono portare a differenze comunque non superiori al 20% dell'accelerazione per le zone 1 e 2 e non superiori a 0.05g nelle altre zone:

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0.15g
4	0,05g

Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni italiani il territorio di Sant'Agata di Puglia, rientra nelle "**Zone sismiche 1**". (Cfr. Carta Zone Sismiche)



Descrizione dell'azione sismica

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico di cui al punto successivo. Qualora siano eseguite determinazioni più accurate del moto sismico atteso, è consentito utilizzare spettri specifici per il sito purché le ordinate di tali spettri non risultino in nessun punto del campo di periodi di interesse inferiori all'80% delle ordinate dello spettro elastico standard applicabile in relazione alla categoria di suolo.

Per applicazioni particolari, il moto del suolo può essere descritto mediante accelerogrammi.

Il moto orizzontale è considerato composto da due componenti ortogonali indipendenti, caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

In mancanza di documentata informazione specifica, la componente verticale del moto sismico si considera rappresentata da uno spettro di risposta elastico diverso da quello delle componenti orizzontali.

Spettro di risposta elastico

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato), considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima ($a_g S$) del terreno che caratterizza il sito.

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right) \\ T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \\ T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned} \tag{3.2}$$

nelle quali S rappresenta il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione;

Per strutture con fattore di importanza $\gamma > 1$, erette sopra o in vicinanza di pendii con inclinazione $> 15^\circ$ e dislivello superiore a circa 30 metri, l'azione sismica dell'equazione (3.2) dovrà essere incrementata moltiplicandola per un coefficiente di amplificazione topografica S_t .

In assenza di studi specifici si potranno utilizzare per S_T i seguenti valori:

- a) $S_T = 1,2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;
- b) $S_T = 1,4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media $>30^\circ$;
- c) $S_T = 1,2$ per siti del tipo b) ma con pendenza media inferiore.

Il prodotto $S \cdot S_T$ può essere assunto non superiore a 1.6.

η fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ diverso da 5 ($\eta=1$ per $\xi=5$), essendo ξ espresso in percentuale:

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad 3.3$$

T periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

T_B, T_C, T_D periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

I valori di T_B, T_C, T_D e S da assumere, salvo più accurate determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di suolo di fondazione definite al punto 3.1, sono riportati nella Tabella 3.1.

Tabella 3.1-Valori dei parametri nelle espressioni (3.2) dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali.

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right) \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned} \quad (3.4)$$

con i valori dei parametri che definiscono la forma spettrale riportati in tabella 3.2

Tabella 3.2 - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale.

Categoria suolo	S	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

Lo spettro di risposta elastico dello spostamento potrà ottenersi per trasformazione diretta dello spettro di risposta elastico delle accelerazioni, usando la seguente espressione:

$$S_{D_e}(T) = S_e(T) \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \quad (3.5)$$

Gli spettri sopra definiti potranno essere applicati per periodi di vibrazione che non eccedono 4,0 s. Per periodi superiori lo spettro dovrà essere definito da appositi studi.

Nei casi in cui non si possa valutare adeguatamente l'appartenenza del profilo stratigrafico del suolo di fondazione ad una delle categorie di cui al punto 2.1, ed escludendo comunque i profili di tipo S1 e S2, si adotterà in generale la categoria D o, in caso di incertezza di attribuzione tra due categorie, la condizione più cautelativa.

Spostamento e velocità del terreno

I valori dello spostamento e della velocità orizzontali massimi del suolo (d_g) e (v_g) sono dati dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} d_g &= 0,025 S T_C T_D a_g \\ (3.6) \\ v_g &= 0,16 S T_C a_g \end{aligned}$$

3.3 Azione sismica valutata secondo il D.M. 17 Gennaio 2018

Con D.M. 17 Gennaio 2018 il è stato approvato il testo aggiornato delle Norme tecniche per le costruzioni. 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. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

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.

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Stato Limite	Tr (anni)	Ag (g)	Fo	Tc (s)
Operatività (SLO)	30	0.053	2.420	0.283
Danno (SLD)	50	0.068	2.502	0.317
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.213	2.394	0.416
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.296	2.399	0.425
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

4. GEOMORFOLOGIA E TETTONICA

Il sito su cui destinare all'attività di cui sopra, ricade nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG).

L'area in studio, compresa su quote di circa 270 e 310 metri s.l.m.m. appare come un'area di versante collinare pianeggiante degradante dolcemente verso sud solcato da corsi d'acqua.



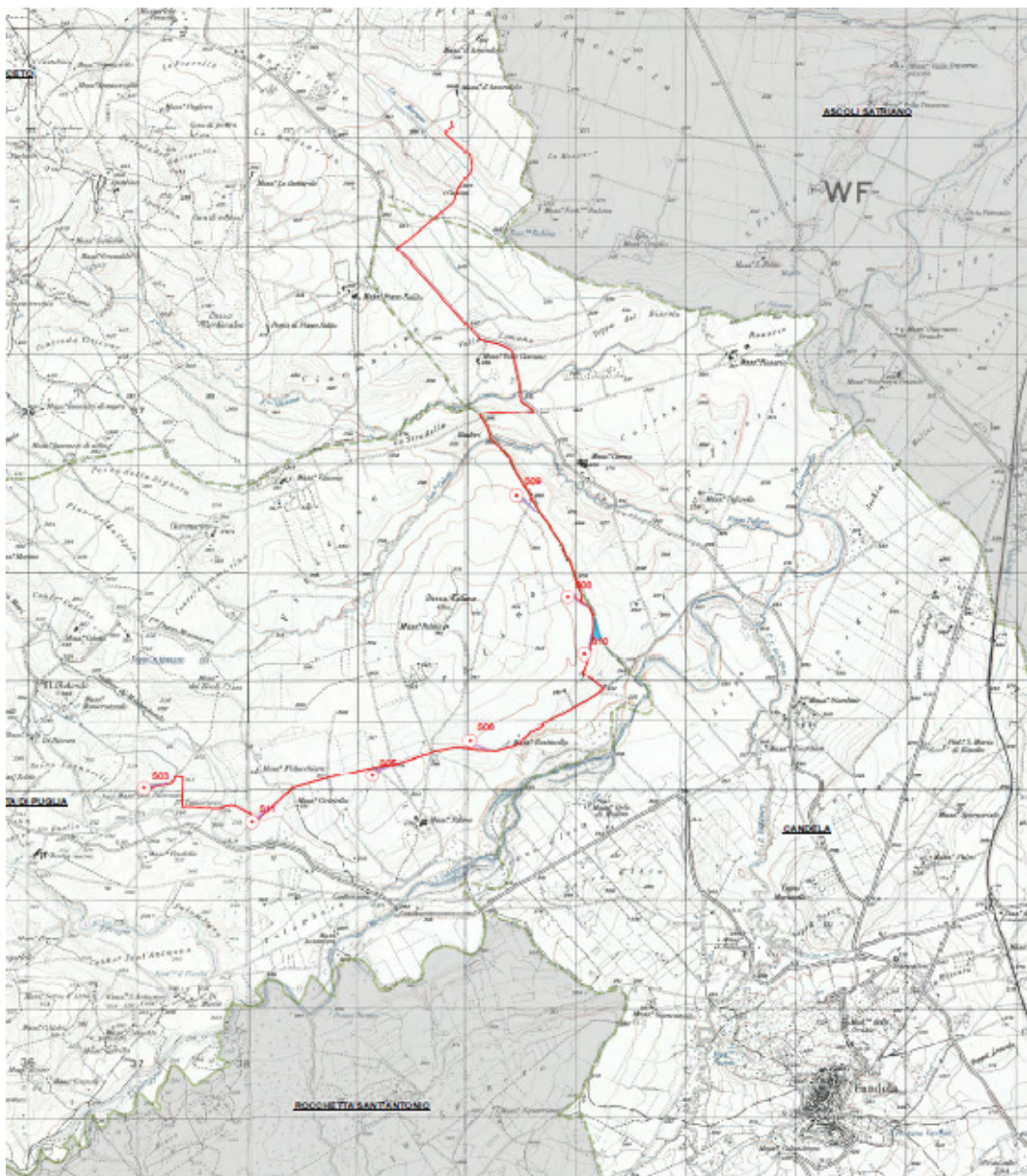
- **Stralcio aerofotogrammetrico**

Il territorio di studio è ricoperto prevalentemente da terreni sabbiosi di età Plio-Pleistocenica solo a sud ovest affiorano rocce preplioceniche con facies di "flysch" specialmente nelle pendici dei rilievi della Daunia e di Melfi.

I rilievi collinari della zona dei "Flysch" raggiungono quote intorno a 500 metri s.l.m.,.

Poiché i sedimenti danno origine a rilievi essenzialmente argillosi, la morfologia è dolce e i fianchi delle colline scendono con moderato pendio.

Solo la sommità di alcune alture si mostra aspra e scoscesa in corrispondenza di limitati affioramenti di calcari, brecce e arenarie mediamente compatte. Nei territorio ad Ovest di Sant'agata la morfologia è quella propria di tutta la capitanata con vaste spianate inclinate debolmente verso il mare interrotte da valli ampie, solcate da torrenti e canali che condizionano e rendono ripidi i versanti. Manifestazioni di frane e di colamenti si riscontrano, con una certa frequenza in vaste aree dove prevalgono versanti a composizione argillosa del "Flysch".



-Stralcio I.G.M.

5. COMPATIBILITÀ P.A.I.

L'area interessata dall'intervento di progetto ed i territori ad essa circostanti, sono caratterizzati da una morfologia molto blanda.

Essa è inserita nelle area a **Pericolosità Geomorfologica 1 (PG1)** ovvero a **Pericolosità Media e Moderata**.

Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) 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.

La campagna d'indagine eseguita sul sito di studio, ha evidenziato in affioramento, e per i primi metri di spessore, la presenza di terreni incoerenti costituiti da conglomerati in matrice sabbioso-argillosa passante in profondità ad argille limose. La presenza di tali litologie in aree pianeggianti, rientranti in Perimetrazioni PAI - PG1. Dal citato studio plano-altimetrico è risultato chiaro che la topografia e le variazioni altimetriche, son tali da non provocare movimenti gravitativi superficiali nonché profondi. L'area è ubicata su quote comprese tra 270 e 310 metri s.l.m. ed è contraddistinta da basse pendenze che non superano mai il 1,5%. Conseguentemente avendo una situazione topograficamente pianeggiante, dal punto di vista morfologico, si è osservato che i depositi, che affioranti, appaiono sufficientemente addensati e stabili, non evidenziando distacchi o scoscendimenti.



Foto 1 - Sito di studio



Foto 2 - Sito di studio

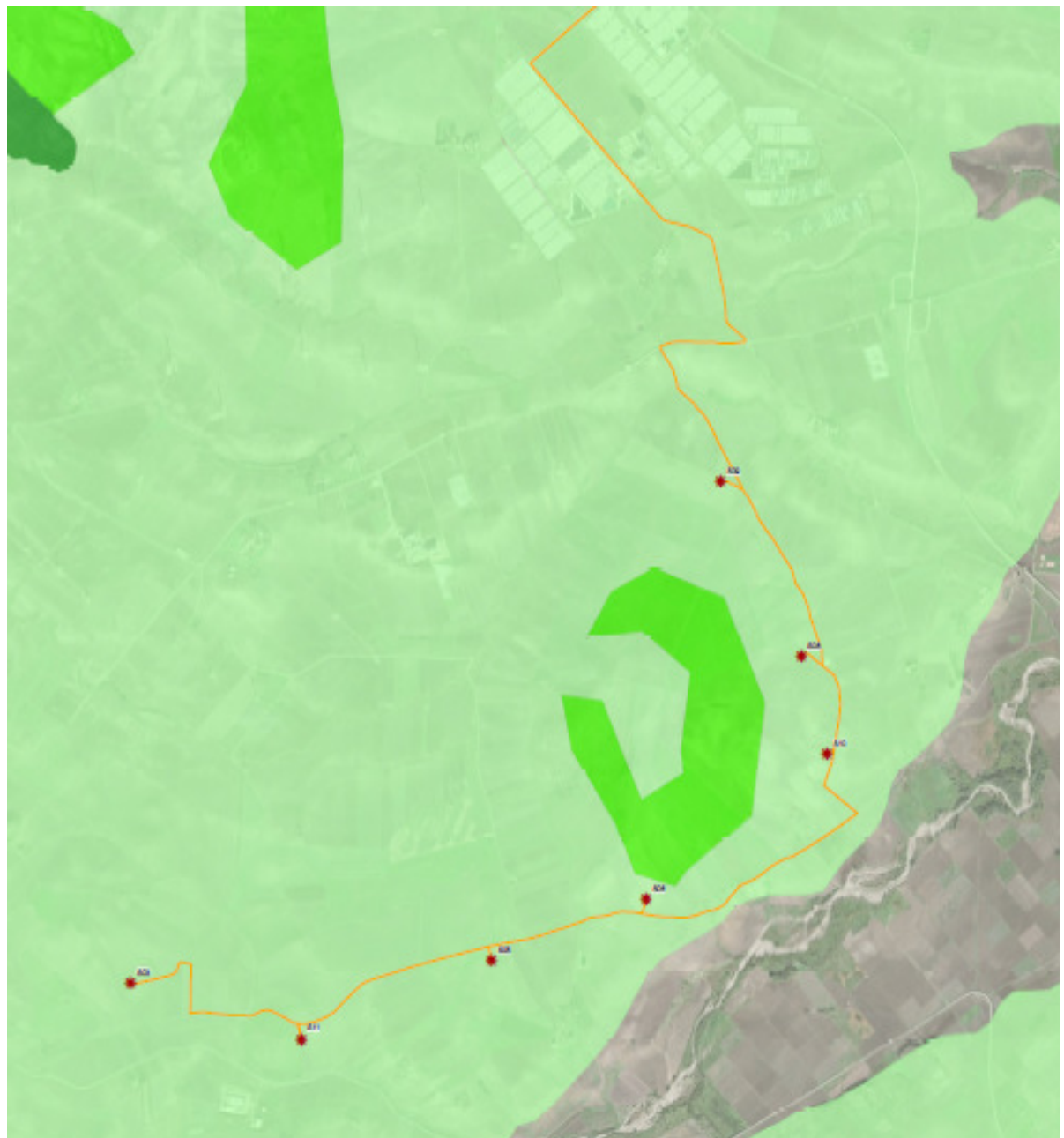


Foto 3 - Sito di studio


Si può sostenere, dunque, che allo stato l'intervento in progetto, garantirebbe la sicurezza, non determinerebbe condizioni di instabilità nei processi geomorfologici dell'area d'intervento

L'attività tettonica riguardante questa porzione di territorio, si è avuta a partire dal Pliocene (neotettonica) ed ha riguardato esclusivamente dei lenti movimenti areali, sia di innalzamento che di abbassamento conferendo alla regione l'assetto strutturale odierno. **Per ciò che concerne il rischio idraulico e di inondazione, è da precisare che gli elaborati P.A.I., escludano la zona da qualsiasi tipo di rischio, idrogeologico. (Cfr. Stralcio Cartografia P.A.I.)**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
SANT'AGATA DI PUGLIA (FG)





Dati amministrativi


 Comuni

Pericolosità e Rischio


Peric. Geomorf.


 media e moderata (PG1)

 elevata (PG3)

 elevata (PG2)

Peric. Idraulica

 bassa (BP)

 alta (AP)

 media (MP)

 **Intervento di progetto**

6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

A sud rispetto al sito si rinviene l'alveo di un corso d'acqua secondario: *Marana di Valle Traversa*, tributario sinistro del *Torrente Carapelle*, importante corso d'acqua regionale. L'asse del *Torrente Carapelle* ha orientamento locale circa SSO-NNE, mentre quello del *Marana di Valle Traversa* è circa ortogonale.

Immediatamente a nord rispetto al sito, a qualche centinaia di metri di distanza, si rinviene l'alveo del *Nuovo Carapellotto*, dreno superficiale di chiara origine antropica, tributario del *Vecchio Carapellotto*.

Il percorso, spesso meandrizzato del corso d'acqua principale, unitamente all'impronta di vari paleo alvei, denota una fase di relativa maturità.

Il regime idraulico del corso d'acqua è torrentizio ed essenzialmente dipendente dalle fasi stagionali.

Il sito in oggetto ricade in un'area che si colloca in corrispondenza di una blanda struttura anticlinale delimitata a sud da una struttura valliva di probabile genesi fluvio-lacustre, che attualmente ospita l'alveo del *Marana di Valle Traversa*, ed a nord da un'area pianeggiante indicata come *Piano di Napoli*.

La fascia di territorio che comprende il sito interessato dal progetto è dotata di quote topografiche mediamente comprese tra i 320 ed i 175 metri sul livello del mare.

L'acquifero presente, pur essendo dotato di permeabilità discrete, non è localmente dotato di importanti volumi delle riserve regolatrici limitando la portata dei pozzi presenti nell'area a 0,5-1,5 lit./sec.; la quota piezometrica si attesta mediamente intorno ai 45-80 metri dal piano di campagna.

Non sono visibili in sito morfosculture attive ad opera di acque selvagge né indizi di movimenti plastici di massa ad opera della gravità (soliflusso, creep). In sito i processi attivi di evoluzione e rimodellamento morfologico (che si attuano essenzialmente ad opera degli agenti esogeni naturali e della gravità) si svolgono in forma marginale o addirittura nulla.

Gli interventi previsti negli elaborati progettuali, dal punto di vista geologico, sono pertanto fattibili.

La permeabilità dei diversi complessi geologici che costituiscono il substrato delle zone in oggetto è poco variabile, in tipo e in grado, risultando dotata grandezze medie dell'ordine di $K = 1 \cdot 10^{-4}$ cm/sec. Dallo studio condotto si è

accertato che entro lo spessore del volume significativo valutato, vi è assenza di falda idrica sotterranea.

Dal punto di vista morfologico generale le aree interessate dal posizionamento delle singole turbine, sono definibili come zone apicali delle alture costituenti il paesaggio che nel complesso risulta essere di bassa collina, con topografia blandamente ondulata che si colloca, nello specifico, in un contesto morfologico generale di origine fluviolacustre. Le aree esaminate fungono in generale da spartiacque superficiali delineando le geometrie dei vari bacini idrografici che recapitano a fondovalle (negli impluvi naturali).

In sito i processi attivi di evoluzione e rimodellamento morfologico (che si attuano essenzialmente ad opera degli agenti esogeni naturali e della gravità) si svolgono in forma marginale o addirittura nulla (per l'assenza di gradienti topografici ed idraulici significativi e scarsità di circolazioni attive delle acque meteoriche). Si specifica che in corrispondenza delle aree di interesse è da escludere la presenza di fenomeni erosivi, sia di tipo lineare sia di tipo areale. E' altresì da escludere, in tali aree, la presenza di fenomeni di soliflusso o creep generalizzato relativamente alle porzioni più superficiali di terreno nelle aree studiate.

La natura litologica, prevalentemente composta da elementi litoidi in matrice anidra talvolta cementata, dei terreni presenti ostacola, nelle aree di interesse, lo sviluppo di processi erosivi attivi; pertanto il risultato è che ci si trova di fronte ad una morfologia caratterizzata, in generale, da profili topografici arrotondati e regolari.

In conclusione le aree studiate, entro il volume significativo ed ai fini dei singoli interventi di edificazione degli aerogeneratori, possono definirsi stabili.

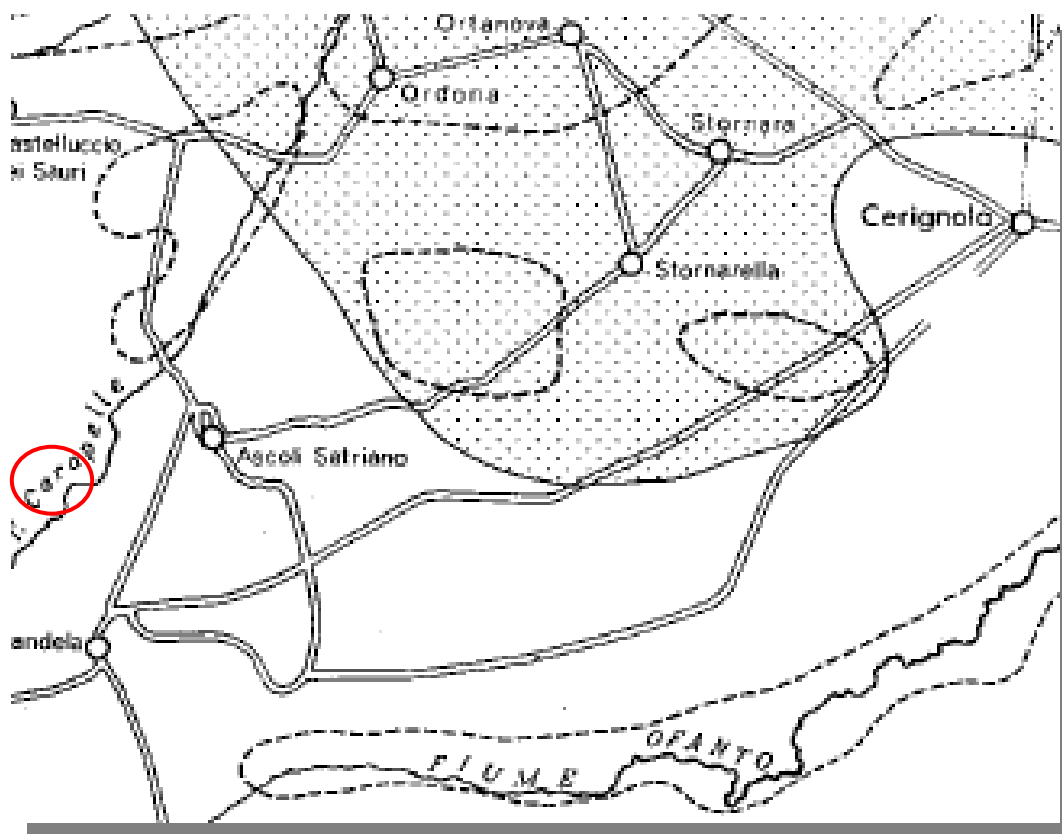
Gli interventi previsti negli elaborati progettuali, dal punto di vista geologico, sono pertanto fattibili. I caratteri di permeabilità, unitamente alle pendenze, contribuiscono ovviamente a determinare reticoli idrografici superficiali ben individuabili. Le aree esaminate si collocano in corrispondenza di spartiacque superficiali, con pendenze poco spinte, in cui la circolazione idrica superficiale ha caratteristiche idrauliche poco attive, basse velocità idrauliche, assenza di carico solido e scarsità di potere erosivo.

Le acque corrive quindi, come anticipato, svolgono occasionalmente solo una certa azione di ruscellamento superficiale diffuso di tipo essenzialmente laminare. La debole pendenza topografica presente in corrispondenza della

maggior parte delle postazioni garantisce, nei riguardi delle erosioni lineari, spinte nulle o assenti con azioni erosive ascrivibili alle azioni delle acque meteoriche limitate alla reptazione. I singoli siti esaminati sono pertanto stabili.

Risulta pertanto stabile l'insieme delle aree di interesse ad ospitare i singoli aerogeneratori. Dallo studio condotto si è accertato che entro tutto lo spessore del volume significativo delle future fondazioni delle aree di insediamento, vi è assenza di falda idrica sotterranea.

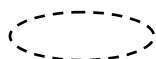
Si specifica, inoltre, che la collocazione delle turbine in oggetto interessa siti posti in porzioni di territorio al di fuori dalle perimetrazioni di aree caratterizzate da processi idraulici attivi e movimenti di massa.



Zone con acque Artesiane



Area d'esame



Perimetro delle zone con acque freatiche abbondanti

Nella parte media e bassa dell'Idrostruttura Tavoliere la falda è frazionata a più livelli e si rinviene in pressione; gli spessori maggiori dell'acquifero e la maggiore produttività si riscontrano laddove il substrato argilloso impermeabile è più depresso e forma dei veri e propri impluvi.

Altro elemento positivo del territorio è da riconoscersi nell'accertamento che la maggior parte dei fontanili (abbeveratoi che nella quasi totalità sono alimentate da sorgenti) del comprensorio sono popolati da fauna di eccezionale qualità a confermare che queste possono essere considerate raccolte di acqua pura.

Dalla campagna di monitoraggio eseguita sulla falda superficiale è emerso che essa è fortemente condizionata dagli eventi meteorici registrando delle oscillazioni da -1.00 ad una profondità di -1,50 metri dal p.c.

Alla luce dello studio svolto si sintetizza che il territorio non risulta essere interessato da livelli di pericolosità di rischio idraulico.

7. CONCLUSIONI

Il presente **STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA** è riferito ad un'area interessata dalla realizzazione di uno **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMUNE DI SANT'AGATA DI PUGLIA**, sito nel Comune di Sant'Agata di Puglia (Foggia),

I dati acquisiti attraverso l'esecuzione di la campagna di indagini geognostiche hanno permesso di ricostruire un modello geologico e sismico adeguato alle esigenze ingegneristiche dei progettisti e contribuito alla redazione del seguente studio di compatibilità.

I parametri geotecnici caratteristici delle litologie presenti sul sito sono:

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO (da 1.00 a 7.00 metri circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi=23^\circ$;
- peso di volume $1,95 \text{ Kg/cm}^3$
- coesione pari a $0,33 \text{ Kg/cm}^2$

LIMO ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO VERDE (da 7.00 a 15 metri circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi=20^\circ$;
- peso di volume $1,95 \text{ Kg/cm}^3$
- coesione pari a $0,42 \text{ Kg/cm}^2$

Dal punto di vista della risposta sismica locale del sito la V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

Da tale relazione è emerso un valore di V_{s30} 260.98 m/sec per cui è associata una categoria di suolo :

Categoria C -Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < C_u < 250kPa$)

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Stato Limite	Tr (anni)	Ag (g)	Fo	Tc (s)
Operatività (SLO)	30	0.053	2.420	0.283
Danno (SLD)	50	0.068	2.502	0.317
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.213	2.394	0.416
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.296	2.399	0.425
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Nelle aree a pericolosità geomorfologica media (P.G.1) 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.

Trovandosi su un pianoro con una morfologia poco accidentata e con pendenze molto basse e vista la tipologia del progetto si **può sostenere, che allo stato attuale l'intervento garantirebbe la sicurezza, non determinerebbe condizioni di instabilità nei processi geomorfologici dell'area quindi compatibile con le Norme Tecniche di Attuazione del PAI per aree a pericolosità geomorfologica P.G. 1.**

Dalla campagna di monitoraggio eseguita sulla falda superficiale è emerso che essa è debolmente alimentata in quanto fortemente condizionata dagli eventi meteorici e per questo registra delle oscillazioni da -1.00m ad una profondità di -1,50 metri dal p.c.

Da ciò si evince che pur essendo possibili interferenze tra le fondazioni profonde, la falda, anche se superficiale, non può considerarsi come un fattore ostativo alla realizzazione del progetto.

Alla luce dello studio svolto e dalla consultazione della cartografia regionale, si può affermare che il territorio non risulta essere interessato da pericolosità di natura idraulica.

Maruggio, Dicembre 2019

Il Geologo
Dott. Antonio Mattia FUSCO

