

Regione **Puglia**  
Comune di **Spinazzola (BAT)**  
Proponente **RC Wind Srl**

## Parco eolico "Spinazzola"

Progetto Definitivo

1.37

## Relazione idrogeologica

**Progettisti:**

**Ing. Fabio Calcarella**

**Dr. Marcello De Donatis**

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
15.01.2019	A	Prima emissione	-	-	-

Comm. 90

Elaborato: -

E' vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo, senza l'autorizzazione di F.E.R.A. S.r.l.

# COMUNE DI SPINAZZOLA

(PROVINCIA DI BAT)

PROGETTISTA: ING. FABIO CALCARELLA

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN IMPIANTO EOLICO*

***STUDIO GEO-IDROGEOLOGICO***

Ruffano, novembre 2018

IL GEOLOGO  
Dott. Marcello De Donatis



## **INDICE**

PREMESSA .....	2
INDIVIDUAZIONE DEL SITO .....	4
REGOLAMENTO REGIONALE 11 marzo 2015, n. 9 “Norme per i terreni sottoposti a vincolo idrogeologico “ .....	5
CARATTERI MORFOLOGICI E GEOLOGICI .....	8
CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	11
CALCOLO DELLA PERMEABILITA’ .....	14
STRATIGRAFIA DEL SITO .....	16
VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI .....	18
COMPATIBILITA’ DELL’INTERVENTO CON LA NORMATIVA ESISTENTE .....	21
CONCLUSIONI.....	24

## **PREMESSA**

Il sottoscritto è stato incaricato nel mese di novembre 2018, dall'Ing. Fabio Calcarella, previo accordi con la committente RC WIND srl, per eseguire uno studio geo-idrogeologico su un'area interessata dal progetto di realizzazione di un Parco Eolico costituito da n. 9 Aerogeneratori in territorio Comunale di Spinazzola.

L'area interessata dal progetto (ed in particolare il sedime di fondazione degli aerogeneratori AG3, AG6, AG7, AG8 e AG9) ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico e pertanto limita l'uso di "terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di determinate forme di utilizzazione, possono subire denudazioni, perdere stabilità o turbare il regime delle acque".

Lo studio è stato eseguito in adempimento al Regolamento Regionale del 11 marzo 2015 n° 9 ed è consistito in:

- 1) rilevamento geo-idro-morfologico di superficie;
- 2) relazione tra profondità di fondazione e delle altre opere interrato con i livelli massimi di falda superficiali: possibili effetti;
- 3) stratigrafia del sito.

Per ciò che concerne la ricostruzione del bacino idrografico che sottende l'area in esame ed il calcolo della curva di possibilità climatica un dettagliato studio è stato eseguito dall'Ing. F. Calcarella in "Relazione Idrologica", parte integrante del progetto (a cui si rimanda) nel quale si è

relativi ai tratti di reticolo interessati dalle opere di progetto, allo scopo di individuare eventuali criticità ed approfondire puntualmente lo studio idraulico.

Dopo aver eseguito i rilievi di cui sopra, è stata redatta la presente relazione dove vengono illustrate le risultanze dei rilievi geo-idro-morfologici di superficie ed il calcolo della permeabilità del suolo oggetto di studio.



# vincolo idrogeologico



## Componenti idrologiche

 UCP - vincolo idrogeologico

## Dati amministrativi

 Limiti Provinciali

 Posizione aerogeneratori

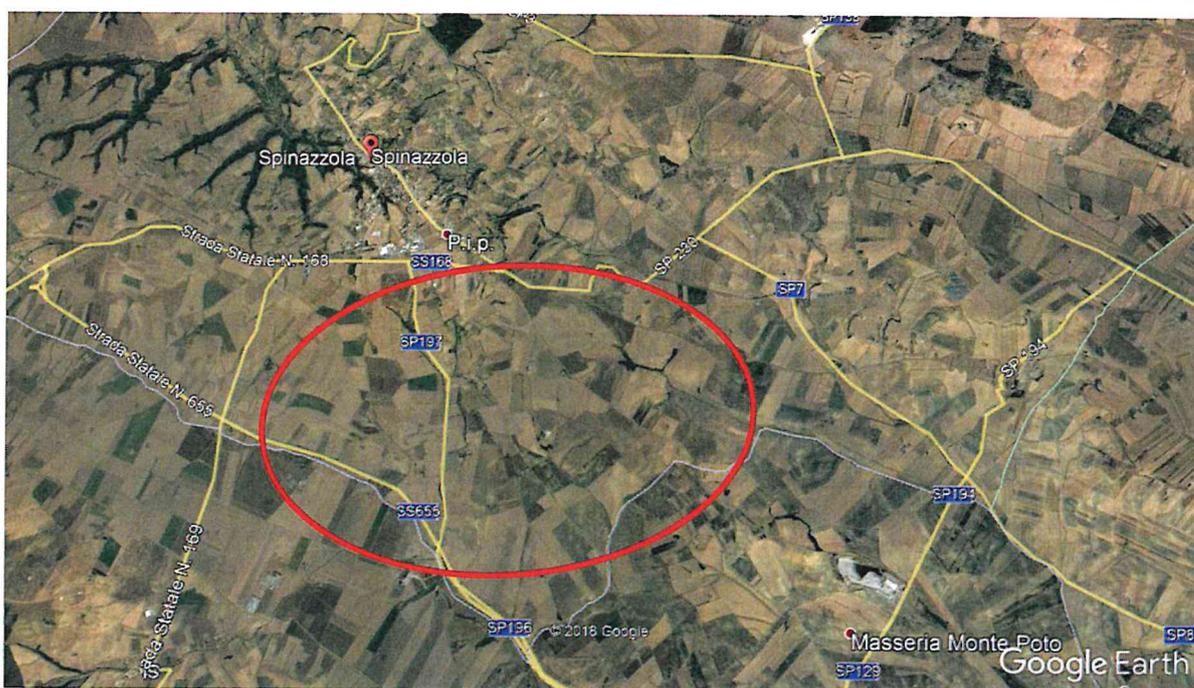
## **INDIVIDUAZIONE DEL SITO**

L'area indagata è ubicata nel territorio comunale di Spinazzola a sud dell'abitato, ad una distanza variabile da 2.5 a 4.0 km.

La quota topografica è variabile da 400 a 460 m s.l.m.; la morfologia è collinare.

Considerando una posizione centrale all'impianto, l'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine : 40° 56' 16'' N
- Longitudine : 16° 06' 35'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

**REGOLAMENTO REGIONALE 11 marzo 2015, n. 9 “Norme per i terreni sottoposti a vincolo idrogeologico “.**

Il presente Regolamento disciplina le procedure e le attività sui terreni vincolati per scopi idrogeologici individuati dal Regio Decreto Legge 30 dicembre 1923, n. 3267 “Legge Forestale” e dal suo Regolamento di applicazione ed esecuzione R.D. n. 1126 del 16 maggio 1926, “Regolamento Forestale” e successive integrazioni e modificazioni.

Il “Vincolo Idrogeologico” è definito, dall’Art. 2 del R.R. n. 9 dell’11 marzo 2015, come un vincolo che limita l’uso di “terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di determinate forme d’utilizzazione, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere stabilità o turbare il regime delle acque”.

L’Art. 3 definisce i “criteri di attuazione degli interventi” che devono essere progettati e realizzati in funzione della salvaguardia, della qualità dell’ambiente e dell’assetto idrogeologico, inoltre per i movimenti di terra e/o l’impianto di cantiere per la realizzazione di opere, va eseguita la riduzione in pristino dell’area interessata.

Secondo l’Art. 4 tutte le acque provenienti da fabbricati, da altri manufatti e da aree comunque trasformate, devono essere raccolte, canalizzate e smaltite, senza determinare fenomeni di erosione dei terreni o di ristagno delle acque.

Per l’esecuzione degli interventi di cui sopra devono essere effettuate indagini preliminari e verifiche idonee alla valutazione della compatibilità idrogeologica degli interventi stessi, riportate nella relazione costituente parte integrante della progettazione delle opere come da Allegato 2, in relazione all’entità dell’intervento.

Inoltre durante l'esecuzione di opere o movimenti di terra di qualsiasi entità non devono essere creati ostacoli al normale deflusso delle acque meteoriche e deve essere sempre assicurata la corretta regimazione delle acque, al fine di evitare fenomeni di ristagno o di erosione nell'area oggetto dei lavori e nei terreni limitrofi.

L'articolo 5 definisce le "Indagini geologiche" da eseguirsi in relazione al tipo di intervento, nello specifico la realizzazione di opere, l'esecuzione di scavi finalizzati alla modifica dell'assetto morfologico dei terreni vincolati, nonché l'esecuzione di riporti di terreno devono essere precedute da indagini geologiche atte a verificare la compatibilità degli stessi con la stabilità dei terreni.

Al comma 4 inoltre si sottolinea la necessità che le indagini prendano in esame la circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

L'Art. 6 "Scavi e riporti di terreno" al comma 5 definisce la realizzazione di fabbricati con piani interrati che dovrà avere una esecuzione di scavo coerente con i volumi fuori terra.

E' consentita, previa comunicazione, una movimentazione di terra superiore ai volumi fuori terra a condizione che:

a) la differenza di superficie fra l'entroterra e il fuori terra rivenga dal rispetto di norme ovvero da situazioni oggettive che la rendano indispensabile per la tipologia del substrato ovvero ancora da esigenze che rendano tale alternativa meno impattante, sia per la tipologia di

roccia coinvolta, sia nell'ottica della minore impermeabilizzazione di superfici assorbenti;

b) la quota di rispetto dal piano delle falde, eventualmente presenti, deve essere di almeno m 1,5;

c) l'intercapedine sia limitata allo stretto specifico tecnico.

Il Regolamento Regionale n.9 dell'11 marzo 2015 al **Capo V “Tutela del territorio in relazione agli interventi a carattere urbanistico-edilizio”** elabora le condizioni di applicabilità degli interventi a carattere urbanistico-edilizio non soggetti a parere o a comunicazione con gli Artt. 23, 24, mentre nell'Art. 25 vengono elencate le opere, lavori e movimenti di terreno soggetti a comunicazione e con l'Art. 26 le opere, lavori e movimenti di terreno soggetti a parere.

## **CARATTERI MORFOLOGICI E GEOLOGICI**

L'area oggetto di studio ricade nel Foglio 188 "Gravina di Puglia" della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000.

La morfologia dell'area interessata dall'impianto è di tipo collinare; le quote variano da 400 m s.l.m. a 460 m, circa; tuttavia si registrano le quote più alte in corrispondenza di alcuni colli.

La morfologia a grandi linee degrada verso sudest, verso il Basentello presente ad oltre un km a sud dell'aerogeneratore più vicino, l'AG05, benché il paesaggio risulti condizionato dalla presenza di fiumi, torrenti e valloni.

*L'area interessata dal progetto di installazione del parco eolico ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico, tuttavia le turbine AG01, AG02 e AG04 ricadono fuori dal vincolo, AG05 lo lambisce appena.*

Da un punto di vista geologico-stratigrafico l'area oggetto di studio è caratterizzata da affioramenti di successioni sedimentarie di età compresa tra il Cretaceo medio ed il Pliocene, appartenenti al ciclo sedimentario della "Fossa Bradanica".

A livello di area vasta la serie stratigrafica sedimentaria è costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie, depositatisi in mare poco profondo nell'era Mesozoica, su cui poggiano sedimenti flyscioidi, calcareniti, arenarie e argille dell'era Terziaria.

Alla base dei rilievi calcarei, nel fondovalle si rinvengono i depositi alluvionali che si sono depositi in seguito agli eventi di alluvionamento

dei corsi d'acqua. I depositi alluvionali sono costituiti da sabbie e ghiaie, di natura carbonatica e piroclastica, che si sono depositati e tuttora si depositano sulle sponde interne delle anse dei corsi d'acqua e da limi e argille che si depositano sulla pianura alluvionale in occasione delle piene.

Il substrato dei depositi pliocenici è costituito da diverse unità stratigrafico-strutturali, sedimentatesi in ambienti diversi e successivamente condizionati dagli eventi tettonici plio-pleistocenici.

I terreni sono costituiti da argille e subordinatamente sabbie e conglomerati in successione; frequente è la presenza di termini granulometrici intermedi e stratificazioni più distinte nella parte sabbiosa.

Le argille sono a luoghi interessate da rare e sottili intercalazioni sabbiose.

La formazione maggiormente affiorante nell'area in studio è quella delle **Sabbie di Montemarano**, delle Sabbie calcareo-quarzose, di colore giallastro, a volte con livelli arenacei, intercalazioni di calcare farinoso, lenti conglomerati che e livelli fossiliferi.

La litofacies di cui si compone la formazione sono molto variabili e vanno dalle sabbie calcareo-quarzose alle sabbie argillose giallastre ed ocracee, per finire a livelli arenitici e conglomeratici. Lo spessore complessivo risulta mediamente valutabile intorno ad 80 m. La stratificazione risulta in genere abbastanza marcata, specie nei punti dove sottili intercalazioni argilloso-marnose e livelletti di arenarie tenere (sabbie cementate) separano le bancate sabbiose. Le sabbie sono interessate, inoltre, da accentuati fenomeni di stratificazione incrociata e

di discordanze angolari tra strati litologicamente differenti (sabbie-arenarie), appartenenti alla medesima formazione sabbiosa.

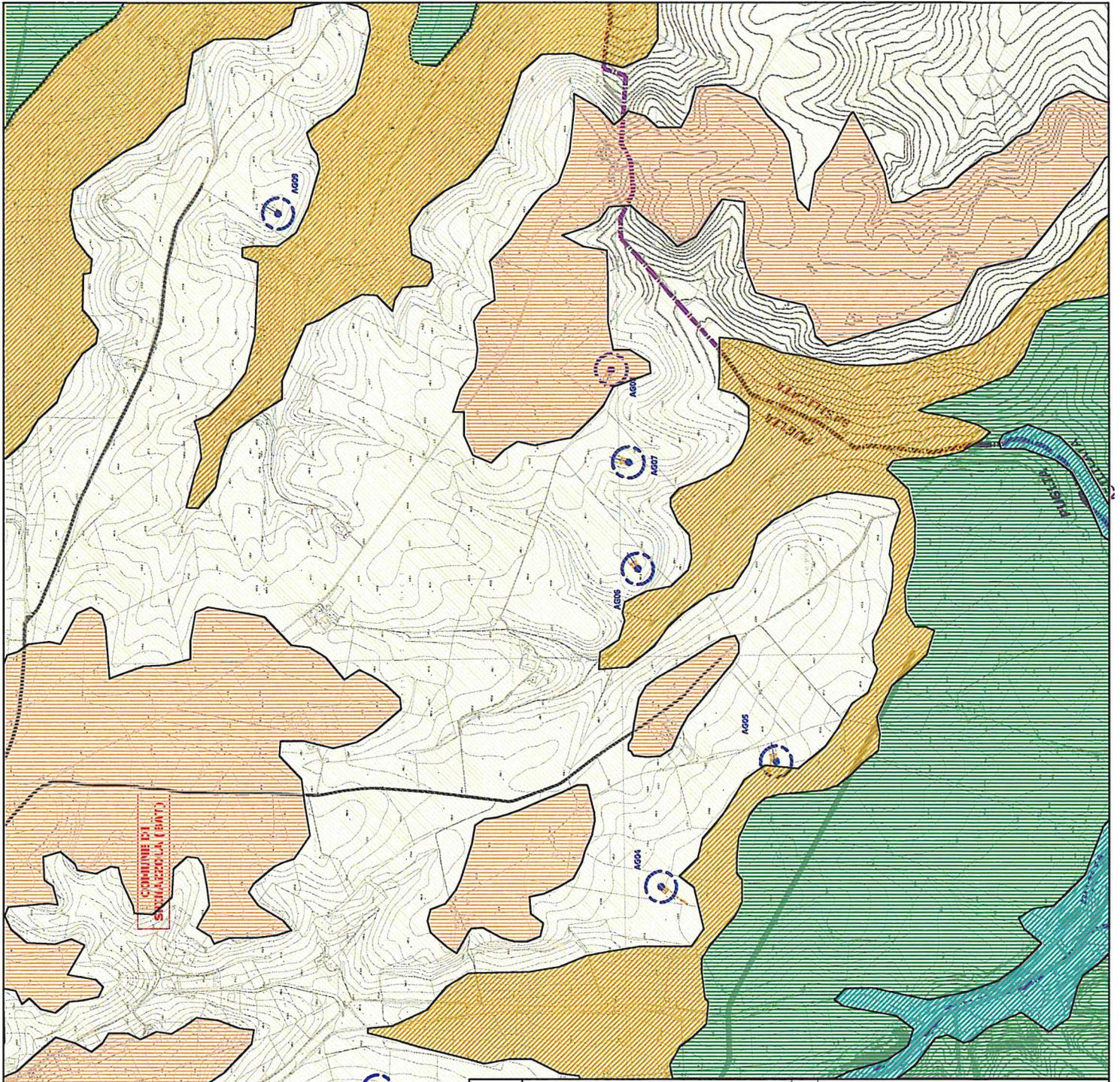
Esse si sono depositate in successione stratigrafica sulle argille marnoso-siltose; affiorano nella parte appenninica e assiale della Fossa Bradanica.

A chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica affiorano, nelle parti più elevate topograficamente i conglomerati poligenici contenenti lenti di sabbie, aventi spessore massimo di 50 metri (Conglomerato di Irsina).

Le originarie paleo-superfici della chiusura del ciclo sedimentario pleistocenico sono state successivamente erose e parzialmente smantellate, in seguito alla formazione delle valli dei corsi d'acqua principali.

In queste aree sono anche presenti depositi di materiali sabbiosi e limosi, di probabile origine fluvio-lacustre, a copertura dei conglomerati; tali depositi hanno spessori modesti.

Si tratta di terrazzi alluvionali costituiti da argille, sabbie e, soprattutto, da ciottoli poligenici; a volte però si limitano a deboli veli di conglomerati e di sabbie argillose. Essi tuttavia non rappresentano il terreno fondale di alcun aerogeneratore.



COMUNE DI  
S. MARIA ZZOZZOLA (BM7)

## CARTA GEOLOGICA

### Legenda

 Alluvioni attuali di golaena

 Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri composti da: conglomerati poligenici (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche), sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionate, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose

 CONGLOMERATO DI IRSINA  
Conglomerato di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico, poligenico, con ciottoli anche di rocce cristalline, con intercalazioni, in prevalenza alla base, di lenti sabbiose ed argillose (Villafranchiano)

 SABBIE DI MONTEMARANO  
Sabbie calcareo-quarzose, di colore giallastro, a volte con livelli arenacei, intercalazioni di calcare farinoso, lenti conglomeratiche e livelli fossilifere (Calabriano)

 ARGILLE SUBAPPENNINE  
Argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre, talora con gesso e frustoli carboniosi, con associazioni calabrianne (Plio-Pleistocene)

 Ingombro rotore



Scala 1:25000

## **CARATTERI IDROGEOLOGICI**

La Basilicata è interessata da una complessa e fitta rete idrografica. Il sistema idrografico, determinato dalla presenza della catena appenninica che attraversa il territorio occidentale della regione, è incentrato sui cinque fiumi con foce nel mar Jonio (da est verso ovest Bradano, Basento, Cavone, Agri e Sinni) i cui bacini si estendono su circa il 70% del territorio regionale. La restante porzione è invece interessata dal bacino in Destra del fiume Ofanto, che sfocia nel mar Adriatico, e dai bacini del fiume Sele, Noce e Lao con foce nel mar Tirreno. Si tratta complessivamente di nove bacini idrografici per un'estensione totale di 11.171,18 Km<sup>2</sup>.

Gli schemi idrici maggiori che interessano il territorio lucano sono tuttavia: Jonico-Sinni, Basento-Bradano-Basentello e Ofanto; essi hanno carattere interregionale, e soddisfano le esigenze idropotabili ed irrigue delle regioni limitrofe Puglia in particolare e Calabria.

Ai fiumi si aggiungono una estesa rete di corsi d'acqua minori, nonché numerose sorgenti.

La grande quantità di risorsa idrica prodotta in Basilicata, stimabile in media in un miliardo di metri cubi all'anno, è utilizzata mediante grandi opere idrauliche: invasi, traverse, opere di captazione di sorgenti e falde, reti di adduzione e distribuzione, impianti di sollevamento e potabilizzazione.

Da un esame della morfologia e dell'idrografia dell'area è risultato che l'area interessata dall'impianto eolico, ricade interamente nel Bacino del Bradano.

Tutti i corsi d'acqua dell'area indagata subiscono variazioni di portata stagionali di una certa entità ed in talune linee di drenaggio, di basso ordine gerarchico, l'acqua è presente solo periodicamente. Le acque superficiali vengono convogliate in linee di drenaggio subordinate, dando origine ad un tipico "Pattern" idrografico di tipo dendritico, caratterizzato dalla presenza di rami tributari più o meno paralleli. E' evidente come l'andamento, la forma dei corsi d'acqua ed il modo in cui confluiscono gli uni negli altri, risultino condizionati dalla litologia affiorante e dai caratteri strutturali dell'area.

I circuiti idrici sono alimentati dai terreni clastici della dorsale collinare (sabbie, arenarie, conglomerati, detriti di versante s.l.), che consentono una elevata filtrazione; la circolazione idrica sotterranea avviene all'interno della copertura detritica rastremata lungo i fianchi della stessa dorsale. La presenza di una circolazione idrica sotterranea, non trascurabile, è evidenziata da sorgenti ed emergenze idriche presenti, a varie quote, lungo i fianchi della dorsale. Le sorgenti rilevate possono essere considerate tutte di "strato con giacitura suborizzontale".

Questo tipo di sorgente trova spiegazione nei caratteri geologici della zona, in cui si rinvencono terreni permeabili (Sabbie di Monte Marano e Conglomerato d'Irsina) su sedimenti pelitici (Argille subappennine) praticamente impermeabili.

Le Sabbie di Monte Marano sono da mediamente a molto permeabili e la sovrapposizione stratigrafica di questa unità sulle argille impermeabili, determina condizioni favorevoli all'esistenza di un acquifero sotterraneo. La presenza nell'ambito delle sabbie di orizzonti di materiale più fine conferisce a luoghi alla formazione un minor grado di

permeabilità che determina delle irregolarità nella morfologia della superficie piezometrica della falda e nella modalità di deflusso delle acque. I litotipi appartenenti a questa formazione presentano un coefficiente di permeabilità  $K$  variabile tra  $8,4 \times 10^{-3}$  cm/sec e  $5,6 \times 10^{-4}$  cm/sec. Sono da ritenere impermeabili le argille di base e quelle intercalate al complesso sabbioso-conglomeratico che possono dare origine a "faldine sospese". Per quanto riguarda il complesso argilloso presente in profondità questo può ritenersi praticamente impermeabile

L'idrogeologia quindi risulta condizionata dal carattere decisamente permeabile degli affioramenti sommitali (conglomerati, sabbie, ghiaie e detriti), tamponati dalla formazione di base, argillosa, impermeabile.

I rilievi effettuati in campo supportati da indagini geognostiche hanno permesso di individuare un primo livello freatico a 5.0 metri dal p.c. solo in corrispondenza degli aerogeneratori AG04 e AG06; data la tipologia dell'opera che prevede un plinto di fondazione di altezza variabile da 1.85 m a 3.50 m risulta rispettato il ***franco di sicurezza della falda*** che risulta compreso tra 1.50 e 3.15 metri e quindi ***maggiore di 1.5 previsto dal regolamento regionale n. 9/2015.***

Completano lo studio i caratteri di permeabilità dei terreni in esame, sia sulla base di considerazioni di ordine litologico e sia, soprattutto, con prove specificatamente effettuate.

## **CALCOLO DELLA PERMEABILITA'**

Le Sabbie presenti in affioramento possiedono una permeabilità media legata alla porosità delle stesse.

Durante la campagna geognostica eseguita (prove penetrometriche) per conoscere la capacità di assorbimento del terreno in esame è stata eseguita una prova di assorbimento a carico variabile, all'interno del foro di sondaggio.

La prova è stata condotta misurando la portata di assorbimento in corrispondenza di un tratto di perforazione. Si è proceduto a riempire d'acqua il fondo del foro per un'altezza di  $L_1 = H_1$  metri misurando il tempo necessario al livello per raggiungere  $L_2$  pari ad  $H_2$  con la corrispondente portata.

La formula utilizzata è la seguente:

$$\mathbf{K = (A^*/F(t_2-t_1))\ln(H_1/H_2)}$$

Dove

A = area di base del tratto testato

$t_2-t_1$  = dt tempo di misura del livello d'acqua

$H_1$  =livello al tempo  $t_1$

$H_2$  =livello al tempo  $t_2$

**Per  $L \gg$  di D diametro foro  $F = 1$**

Prova nel foro di sondaggio penetrometrico da – 1.0 a – 3.0 m dal p.c.

$$Dt = 124''$$

$$H1/H2 = 3$$

$$\text{Inserendo i dati si ha } K = (7,85 * 10^{-3} / 124) * \ln 3 = 6.9 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

*Il Coefficiente di Permeabilità è risultato  $K = 0,000069 \text{ m/s}$*

La buona permeabilità dei terreni in sito favorisce l'assorbimento, escludendo che sull'area si possano creare fenomeni di allagamento o di erosione superficiale.

Le acque che si infiltrano nel sottosuolo vanno ad alimentare i livelli freatici presenti nell'area.

La quota della prima falda rinvenuta nell'area è a 5.0 metri dal p.c.; al netto della struttura fondale che non interesserà il terreno fondale per oltre 3.5 metri, si ha che la quota di rispetto dal piano delle falde è di almeno 1.5 metri secondo quanto prescritto dall'Art. 6 comma 5 lettera b.

**Ne risulta pertanto che non ci saranno interferenze tra interventi da realizzare e la falda presente risultando pertanto l'intervento compatibile con la circolazione idrica profonda.**

## **STRATIGRAFIA DEL SITO**

Da un punto di vista geologico-stratigrafico l'area oggetto di studio è caratterizzata da affioramenti di successioni sedimentarie di età compresa tra il Cretaceo medio ed il Pliocene, appartenenti al ciclo sedimentario della "Fossa Bradanica".

La formazione maggiormente affiorante nell'area in studio è quella delle **Sabbie di Montemarano**, delle sabbie calcareo-quarzose, sabbie argillose giallastre ed ocracee, a volte con intercalazioni di livelli arenacei, e conglomeratici.

Lo spessore complessivo risulta mediamente valutabile intorno ad 80 m.

Le indagini eseguite in situ hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica nel dettaglio dei primi 10.0 - 15.0 metri.

Tale ricostruzione è avvenuta con una prova penetrometrica spinta fino ad una profondità di 10.0 metri e delle indagini sismiche che hanno interpretato il sottosuolo fino a 15.0 metri di profondità.

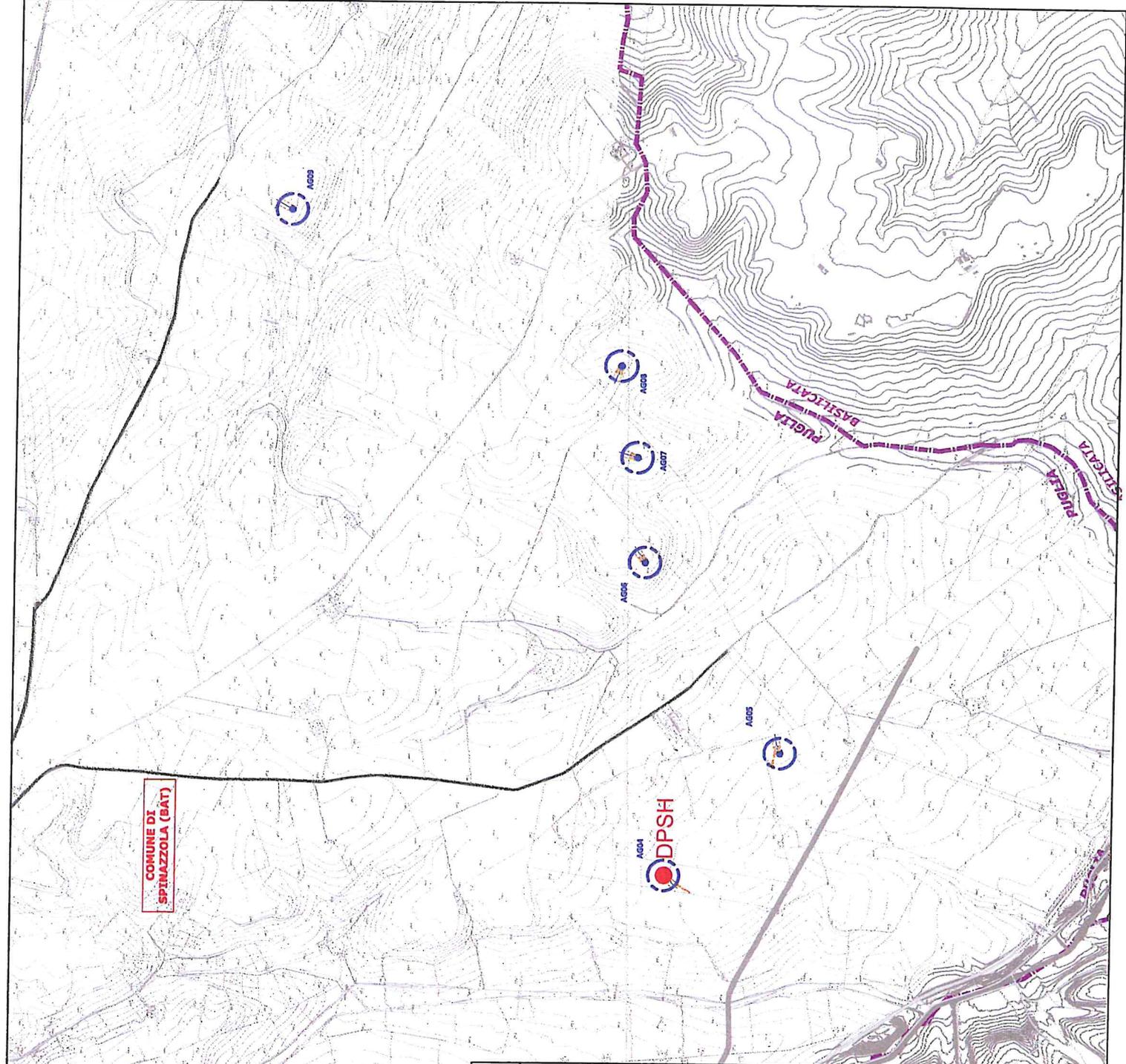
Esse hanno permesso di osservare che la successione stratigrafica è data da circa 2.0 metri di terreno vegetale a cui seguono poi le sabbie.

Il rilievo di superficie e la campagna di indagine hanno poi permesso di rilevare una falda a 5.0 metri di profondità dal p.c..



*Esecuzione prova penetrometrica spinta fino a 10.0 metri di profondità*





COMUNE DI SPINAZZOLA (BAT)

AG04 DPSH

### Ubicazione prova penetrometrica - DPSH

Legenda

● Prova penetrometrica - DPSH

○ Ingombro rotore



Scala 1:25000

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:  
Cantiere: Parco eolico  
Località: Spinazzola (Bat)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**OPERATORE**

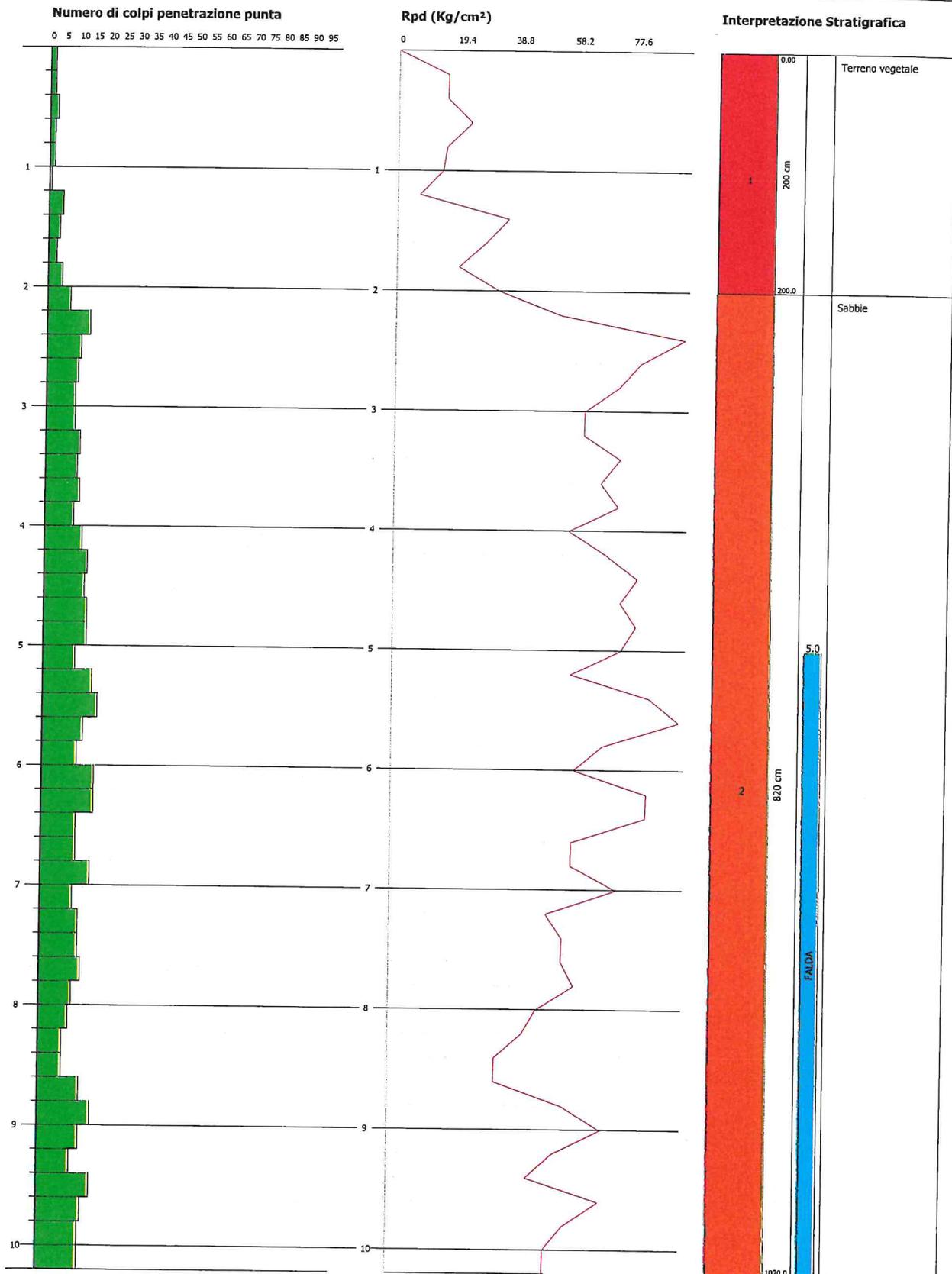
**RESPONSABILE**  
**Dott. Geol. Marcello De Donatis**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Parco eolico  
 Località : Spinazzola (Bat)

Data : 17/04/2018

Scala 1:48



## **VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI**

Per valutare la vulnerabilità degli acquiferi dagli inquinamenti idrici è importante la perfetta conoscenza dell'ambiente idrogeologico, dei fenomeni connessi al comportamento degli inquinanti ed alle loro interazioni con l'acquifero.

L'infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo avviene, come è noto, per gravità e dipende dalla capacità di assorbimento da parte del terreno, direttamente connessa alla permeabilità dei litotipi. Un inquinante può così giungere rapidamente in falda attraverso discontinuità di origine tettonica o carsica, oppure impiegare periodi più o meno lunghi in rocce .

La contaminazione delle acque può avvenire a causa di scarichi urbani, prodotti usati in agricoltura ed infine, ma non ultimo, da emungimenti incontrollati.

L'inquinamento provocato dagli scarichi urbani incide in maniera rilevante in quanto accanto all'inquinamento organico ed alla carica batterica che ne deriva, va considerata la grande quantità di detergenti chimici presenti che agevolano la propagazione dei batteri nell'ambito sotterraneo.

Un ulteriore fattore di inquinamento, è costituito dalle rotture locali dell'equilibrio acqua dolce di falda-acqua marina di intrusione continentale.

E' importante quindi evitare emungimenti incontrollati, i quali, in tempi abbastanza brevi, provocano la progressiva ed irreversibile salsificazione della falda profonda.

Le vulnerabilità della falda può essere espressa dal tempo  $T_v$  necessario perché una sostanza inquinante possa raggiungere la superficie della falda.

Tale tempo si ricava dalla relazione

$$T_v = b / K i/n$$

dove:

$b$  = spessore del terreno non saturo (5 metri)

$K$  = coefficiente di permeabilità ( $6.9 \cdot 10^{-5}$  m/s)

$i$  = gradiente idraulico

$n$  = porosità (35%)

Il coefficiente di permeabilità del litotipo presente è stato acquisito dalla prova effettuata in situ.

Calcolato il tempo  $T_v$ , risultato pari a circa 17 giorni, si è adottata la classificazione CEE che individua n° 7 classi di vulnerabilità.

N° CLASSE	DESCRIZIONE
V1	zone a debole vulnerabilità, corrispondenza a tempi di permanenza lunghi, superiori a 20 anni;
V2	zone a media vulnerabilità, con tempi di permanenza medi da 1 a 20 anni;
V3	zone ad elevata vulnerabilità, con tempi di permanenza corti da 1 settimana a 1 anno;

V4a	zone ad elevata vulnerabilità, con tempi di permanenza brevi, inferiori ad una settimana;
V4b	zone carsiche fratturate senza protezione superficiale;
V5	zone in cui la vulnerabilità non risulta ben definibile alla dimensione scalare usata;
V6	zone in cui mancano precise informazioni sugli acquiferi;
V7	zone sterili dal punto di vista idrogeologico

Sulla base di tale classificazione, l'area in esame rientra nella classe V3 con tempi di permanenza corti, da una settimana ad un anno. Si rende necessario, pertanto, impermeabilizzare tutte le opere che potrebbero rilasciare dei contaminanti.

## **COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON LA NORMATIVA ESISTENTE**

L'area, su cui si intende intervenire è caratterizzata da un sedime di fondazione, rappresentato per circa 2.0 metri di terreno vegetale cui seguono poi le sabbie.

Esse sono caratterizzate da una discreta permeabilità, stimata pari a  $6.9 \times 10^{-3}$  cm/sec che favoriscono il totale assorbimento delle acque e non provocano fenomeni di erosione superficiale.

Tra l'altro, il progetto ricade in un'area che è caratterizzata da numerosi reticoli idrografici, verso i quali le acque incidenti sull'area drenano per una naturale pendenza.

L'istallazione di un impianto eolico è sicuramente un'opera importante, che tuttavia viene realizzata in un'area complessivamente vastissima dove la sottrazione di superficie permeabile limitata al solo aerogeneratore è irrisoria.

D'altro canto solo 5 aerogeneratori su 9 saranno installati in area sottoposta a vincolo idrogeologico; la turbina AG05 appena lambisce l'area vincolata in tale senso.

Va tuttavia sottolineato che non è previsto alcuno scavo in roccia, rinvenendosi nell'area terreno vegetale e sabbie.

Il sistema fondazionale previsto a progetto è rappresentato da plinti di fondazione troncoconici del diametro di 20 m ed altezza variabile da 1.85 m a 3.50 metri: ne risulta pertanto che essi andranno ad interessare solo

lo spessore di terreno vegetale ed al più un metro di sabbie (senza prevedere scavi in roccia).

Come ben si può intuire nella relazione idrologica si esclude che l'intervento possa aumentare il livello di pericolosità idraulica e/o modificare il regime idraulico delle acque meteoriche, ostacolandone il naturale deflusso.

Qualora fosse necessario coadiuvare i plinti di fondazione con fondazioni profonde su pali, essendo queste ultime infrastrutture puntuali, non andranno ad interferire con la circolazione idrica sotterranea.

Ciò significa inoltre che, per ciò che concerne il livello freatico presente ad una profondità di 5.0 metri (e tra l'altro solo nel sottosuolo degli aerogeneratori AG04 e AG06), tenendo conto delle caratteristiche costruttive dell'opera in progetto (i plinti di fondazione), è garantito un franco di sicurezza maggiore di 1.5 metri (Art. 6 comma 5).

**Ne risulta pertanto che non ci saranno interferenze tra progetto e la falda presente risultando pertanto compatibile con la circolazione idrica profonda.**

*Tutto il progetto con le relative infrastrutture che interessano il territorio della Puglia, ricade in aree che di fatto non rientrano in nessuna delle zone che il Piano regionale di Tutela delle Acque sottopone a specifica tutela (Zone di protezione Speciale Idrogeologica, Aree Limitrofe al Canale Principale, Aree Sottoposte a contaminazione*

*salina, Aree sottoposte a tutela Quali-Quantitativa, Aree sottoposte a tutela Qualitativa).*

Il progetto inoltre non porterà a denudazione dell'area, non ci saranno espiananti di alberi, ma il tutto avverrà su superfici per lo più prive di vegetazioni ed incolte.

Non si inficerà la stabilità dell'area né sarà turbato il regime idraulico delle acque.

L'impianto eolico è stato progettato e lo si realizzerà in funzione della salvaguardia, della qualità dell'ambiente e dell'assetto idrogeologico, inoltre per i movimenti di terra e/o l'impianto di cantiere per la realizzazione di opere, si procederà con il ripristino dell'area interessata.

Si avrà inoltre cura in fase esecutiva di non creare ostacoli al normale deflusso delle acque meteoriche assicurando la corretta regimazione delle acque, al fine di evitare fenomeni di ristagno o di erosione nell'area oggetto dei lavori e nei terreni limitrofi.

## **CONCLUSIONI**

Nel mese di novembre 2018, lo scrivente ha eseguito uno studio geo-idrogeologico su un'area sita in territorio comunale di Spinazzola, a circa 3.0-4.0 km a sud dell'abitato, dove è in progetto la realizzazione di un impianto eolico.

Dal rilievo geo-idro-morfologico è emerso che:

- litologicamente il terreno fondale di tutti gli aerogeneratori è rappresentato dalle Sabbie di Montemarano; solo il terreno fondale dell'AG08 è rappresentato dal Conglomerato di Irsina;
- Geomorfologicamente, l'area presenta una morfologia collinare con quote variabili tra 400 e 460 metri s.l.m.
- dei nove aerogeneratori che costituiscono il progetto di parco eolico, solo 5 saranno installati su un'area gravata da vincolo idrogeologico, tuttavia; la turbina AG05 appena lambisce l'area vincolata in tale senso;
- idrologicamente l'area è caratterizzata da diversi corsi d'acqua minori (dei quali tuttavia si è tenuto conto nella scelta della posizione degli aerogeneratori) e dall'espressione idrografica ed idrologica principale, il Fiume Basentello che si trova tuttavia ad oltre 2 km a sud dell'area interessata dal progetto;
- idrogeologicamente gli accertamenti eseguiti in situ escludono la presenza di falde importanti nei primi metri di profondità eccezion fatta per gli AG04 ed AG06 ove è stata riscontrata nel sottosuolo un livello superficiale di falda ad una profondità di 5.0 metri dettato

dalla natura permeabile della formazione affiorante e dai livelli sottostanti impermeabili.

Data la profondità di rinvenimento è *presente un franco di sicurezza maggiore dei 1.5 metri* secondo quanto prescritto dall'Art. 6 comma 5 lettera b. Ne risulta pertanto che l'installazione degli aerogeneratori, che tra l'altro avverrà su plinti di altezza variabile da 1.85 ad un massimo di 3.50 m, non determinerà interferenze con la falda presente risultando pertanto il progetto compatibile con la circolazione idrica profonda.

Qualora fosse necessario coadiuvare i plinti di fondazione con fondazioni profonde su pali, essendo queste ultime infrastrutture puntuali, non andranno ad interferire con la circolazione idrica sotterranea.

- Il terreno fondale è inoltre caratterizzato da una discreta permeabilità avendo calcolato con delle indagini in situ un valore di  $6.9 \times 10^{-3}$  cm/sec che favoriscono il totale assorbimento delle acque che vanno ad alimentare le falde presenti nell'area ed evitano ristagni ed allagamenti in superficie oltre che erosione superficiale.
- L'analisi della vulnerabilità dell'acquifero profondo porta a ritenere che la falda risulta a rischio di contaminazione.
- La successione litostratigrafica dell'area dei primi 15 metri, è stata ricostruita in dettaglio grazie all'esecuzione di prove penetrometriche e sismiche che ne hanno permesso la ricostruzione. Le indagini hanno rilevato in affioramento per uno spessore di circa 2.0 metri di terreno vegetale a cui seguono fino ad almeno 15.0 delle sabbie.

Il sistema fondazionale previsto a progetto è rappresentato da plinti di fondazione troncoconici del diametro di 20 m ed altezza variabile da 1.85 m a 3.50 metri: ne risulta pertanto che essi andranno ad interessare solo lo spessore di terreno vegetale ed al più un metro di sabbie. Alla luce della successione stratigrafica che caratterizza l'area e delle caratteristiche idrogeologiche risulta evidente che ***non è previsto alcuno scavo in roccia***, rinvenendosi nell'area terreno vegetale e sabbie.

Per ciò che concerne la falda, invece, è presente un livello freatico alla profondità di 5.0 metri, pertanto, tenendo conto delle caratteristiche costruttive dell'opera in progetto, è garantito un franco di sicurezza maggiore di 1.5 metri (Art. 6 comma 5).

***Ne risulta pertanto che non ci saranno interferenze tra progetto e la falda presente risultando pertanto compatibile con la circolazione idrica profonda.***

*Tutto il progetto con le relative infrastrutture che interessano il territorio della Puglia, ricade in aree che di fatto non rientrano in nessuna delle zone che il Piano regionale di Tutela delle Acque sottopone a specifica tutela (Zone di protezione Speciale Idrogeologica, Aree Limitrofe al Canale Principale, Aree Sottoposte a contaminazione salina, Aree sottoposte a tutela Quali-Quantitativa, Aree sottoposte a tutela Qualitativa).*

Il progetto inoltre non porterà a denudazione dell'area, non ci saranno espianati di alberi, ma il tutto avverrà su superfici per lo più prive di vegetazioni ed incolte.

Non si inficerà la stabilità dell'area né sarà turbato il regime idraulico delle acque.

L'impianto eolico è stato progettato e lo si realizzerà in funzione della salvaguardia, della qualità dell'ambiente e dell'assetto idrogeologico, inoltre per i movimenti di terra e/o l'impianto di cantiere per la realizzazione di opere, si procederà con il ripristino dell'area interessata.

Si avrà inoltre cura in fase esecutiva di non creare ostacoli al normale deflusso delle acque meteoriche assicurando la corretta regimazione delle acque, al fine di evitare fenomeni di ristagno o di erosione nell'area oggetto dei lavori e nei terreni limitrofi.

Alla luce di queste considerazioni ***si esclude che l'intervento possa aumentare il livello di pericolosità idraulica e/o modificare il regime idraulico delle acque meteoriche, ostacolandone il naturale deflusso.***

Ruffano, novembre 2018

IL GEOLOGO

Dott. Marcello DE DONATIS



A handwritten signature in black ink, appearing to be "M. De Donatis", written over the right side of the professional stamp.