PROVINCIA DI GENOVA

COMUNE DI BARGAGLI

PARCO EOLICO MONTE TRASO

PROGETTO DEFINITIVO



RELAZIONE GEOLOGICA

PROFESSIONISTA

PROPONENTE

SEVA S.r.l.

Fraz. PILA n° 78 – Grand Gorraz – 11020 Gressan (Aosta)

DOTT. GEOL. CARMINE BONVINO
studio tecnico di geologia e
diagnosi ambientale
16149 Genova via Cantore, 8 int Q

Geologia
Geotecnica
Elettromagnetismo
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Oggetto:
Indagini geognostiche per la realizzazione di un parco eolico in localita' Traso, Comune di Bargagli (GE) - (D.M. 14.01.08 - L.R. 4/99)

Localizzazione:
Monte di Traso – Monte Croce in localita' Traso, Comune di Bargagli (GE)

Tipo di elaborato:
Relazione geologico-tecnica

Richiedente:
SEVA srl
Corso Sempione 33 – 20145 MILANO
P. IVA 00196480073



Data
9 febbraio 2011

N° lavoro
584a/G/10

INDICE

1 - PREMESSA 3

2– INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 4

3 – MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO 6

3.1 – Coltre 6

3.2 – Cappellaccio di alterazione dei calcari marnosi 7

3.3 – Cappellaccio di alterazione di argilliti ed ardesie 7

3.4 – Substrato roccioso 7

4 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO 9

5 – ESAME DEL PROGETTO ED INDICAZIONI OPERATIVE 11

6– ASPETTI AMMINISTRATIVI 13

6.1 – Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 13

6.2 – Vincolo idrogeologico 13

6.3 – Piano di bacino del Torrente Bisagno (L. 183/89) 13

7– CONCLUSIONI 14

ALLEGATI

- ✓ **TAVOLA A: Carta di analisi 1:10000**

1 - PREMESSA

Con riferimento al progetto per la realizzazione di un parco eolico in Località Traso nel Comune di Bargagli, lo scrivente studio tecnico è stato incaricato dalla S.E.V.A S.r.l., di eseguire le opportune indagini geologiche a carattere preliminare al fine di valutarne la fattibilità e orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa vigente.

Il presente studio, condotto in osservanza alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.08, alla D.G.R. 1308/2008 "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria", alle Norme di Attuazione del Piano di Bacino del Torrente Bisagno L. 183/89 ed alla L.R. 4/99 relativa alle zone sottoposte a vincolo idrogeologico, si prefigge di:

- definire il modello geologico e geotecnico di riferimento per la progettazione preliminare dell'intervento;
- evidenziare le possibili problematiche di natura geologica o geotecnica in riferimento sia alla staticità della struttura sia alle varie fasi di cantierizzazione e realizzazione dell'opera;
- fornire, ove possibile, suggerimenti per effettuare le scelte operative più idonee.

In tal senso le indagini vengono svolte con lo scopo di individuare i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e di pericolosità geologica del territorio, in relazione alla realizzazione dell'intervento.

Nella fase preliminare della progettazione, tenuto anche conto delle caratteristiche dell'opera, lo scrivente ha ritenuto sufficiente, per comprendere le condizioni geologiche locali, analizzare la documentazione progettuale fornita dal committente, consultare la cartografia tecnica comunale e regionale ed effettuare un attento sopralluogo sul posto. Inoltre, la presente relazione si avvale delle risultanze di indagini geognostiche e geotecniche compiute ad altro titolo in aree limitrofe.

2– INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica regionale in scala 1:10000 sulle tavolette 214130 e 214140; in particolare il sito è ubicato all'interno del territorio del Comune di Bargagli, in provincia di Genova.

Il parco eolico in oggetto, costituito da sette pale eoliche, verrà realizzato lungo il crinale del Monte di Traso, sui versanti dei rilievi in località "Runchi" e "Gaixella" e sul Monte Croce dei Fo, ad una quota compresa tra 848 m e 973 m s.l.m. .

I rilievi delle località "Runchi" e "Gaixella", che costituiscono la dorsale tra il Monte Costa Lione ad Ovest ed il Monte di Traso ad Est, sono allineati in direzione Est – Ovest e separano il bacino idrografico del Fosso Burego, a Nord, da quello del Fosso Pernoceto a Sud. Il crinale del Monte di Traso, che si trova ad Est della località "Gaixella" ha invece andamento Nord - Sud e separa il Fosso Pernoceto dal Fosso Posso, entrambi affluenti del Torrente Lentro. Il versante Est del Monte di Traso è caratterizzato da una pendenza maggiore rispetto a quello occidentale ed il Fosso Posso risulta essere molto inciso. Il Monte Croce dei Fo, anche questo orientato Nord – Sud, si trova ad Est del Monte di Traso e presenta anch'esso il versante occidentale caratterizzato da pendenza blanda e quello orientale dirupato ed a forte inclinazione.

Tale zona appartiene ad un contesto geomorfologico di tipo montano e risulta essere caratterizzata, lungo la parte bassa dei versanti e lungo le incisioni, da una fitta copertura boschiva e da prati a raso sulle vette e lungo i crinali.

Il substrato roccioso dell'area in esame è costituito da formazioni appartenenti all'Unità tettonica Antola, come i Calcari di Monte Antola e le Argilliti di Montoggio, e all'Unità Gottero, come la formazione della Val Lavagna, membro delle Ardesie di monte Verzi.

Le Argilliti di Montoggio rappresentano il complesso di base del flysch dell'Antola e sono costituite da argilliti emipelagiche di colore nero – verdastro, più o meno siltose, in strati da centimetrici a decimetrici. I Calcari di Monte

Antola sono caratterizzati da sequenze stratificate di calcari marnosi ed arenarie, con intercalate marne e livelli centimetrici di argilliti. La roccia è direttamente osservabile in affioramenti e sub affioramenti presenti lungo i versanti ed i crinali.
Le Ardesie di Monte Verzi appartengono alla formazione della Val Lavagna e sono costituite da ardesie, scisti marnoso – ardesiaci, e scisti argilloso – marnosi alternati in livelli e strati di spessore variabile.

Il substrato roccioso si presenta in variabile stato di conservazione ed è spesso sormontato da un cappellaccio di alterazione di spessore variabile, in funzione sia delle condizioni geomorfologiche attuali che dei lineamenti paleogeografici antichi.

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, i fattori che condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono essenzialmente legati alle caratteristiche di permeabilità delle coltri e delle rocce ed ai rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra complessi a diversa permeabilità relativa.
Nell'area in esame si ipotizza l'esistenza di un sensibile contrasto di permeabilità tra le coltri detritiche, costituite da depositi eluvio-colluviali, ed il substrato roccioso. Infatti, mentre le coltri sono da considerarsi sostanzialmente permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione delle classi granulometriche che le compongono, il substrato roccioso è sostanzialmente impermeabile o al più scarsamente permeabile per fratturazione, nel caso di argilliti ed ardesie, e variamente permeabile per fratturazione e fessurazione, in relazione al grado di alterazione della roccia.
Le acque meteoriche defluiscono naturalmente lungo i versanti verso i rii principali senza alcun tipo di disciplina, concorrendo alla formazione di ruscellamenti incanalati e/o diffusi.

3 – MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

In base ai dati raccolti ed alle informazioni ricavate dalla bibliografia nonché da esperienze professionali svolte ad altro titolo in aree limitrofe, si indicano nel seguito alcune considerazioni di carattere generale sulla natura e sul comportamento geotecnico e geomeccanico dei terreni e delle rocce presenti nel sottosuolo dell'area in esame al fine di evidenziare le possibili problematiche geologico – tecniche che potrebbero generarsi durante l'esecuzione del progetto.

La stratigrafia del sito in esame è caratterizzata dalla presenza di:

- un livello superficiale costituito da una coltre di spessore contenuto;
- cappellaccio di alterazione del substrato roccioso
- substrato roccioso costituito da calcari marnosi o argilliti o ardesie.

Nel seguito si illustrano i parametri geotecnici e geomeccanici dei tre terreni sopra descritti. Tali dati sono stati ricavati da esperienze professionali precedenti e da analisi di laboratorio e prove in situ descritte in letteratura.

3.1 – Coltre

La coltre, di spessore esiguo, è costituita prevalentemente da depositi eluvio - colluviali di natura ghiaioso-sabbiosa, aventi stato di addensamento sciolto. Sotto il profilo geotecnico questo terreno è caratterizzato da un comportamento di tipo granulare, essendo costituito da una ghiaia sabbiosa con bassa percentuale di frazione fine coesiva. Riferendosi alla classificazione USCS, il terreno risulta appartenente alla classe SW: ghiaia sabbiosa ben assortita con limitata presenza di frazione fine.

Le principali caratteristiche geotecniche medie sono:

Densità relativa (Dr): 39%

Peso di volume (γ): 1,7 t/m^3

Angolo di attrito efficace (ϕ'): 30°

Coesione: 0,01 Kg/cm^2

Modulo elastico (Modulo di Young E_{25}): 100,00 Kg/cm^2

3.2 – Cappellaccio di alterazione dei calcari marnosi

Le principali caratteristiche geotecniche medie sono:

Peso di volume (γ): 2,3 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 35°

Coesione: 1.0 Kg/cm^2

Modulo elastico (E_{25}): 50000 Kg/cm^2

3.3 – Cappellaccio di alterazione argilliti

Peso di volume (γ): 2,0 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 34°

Coesione: 0.3 Kg/cm^2

Modulo elastico (E_{25}): 10000 Kg/cm^2

3.4 – Cappellaccio di alterazione ardesie

Peso di volume (γ): 2,2 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 35°

Coesione: 0.4 Kg/cm^2

Modulo elastico (E_{25}): 40000 Kg/cm^2

3.4 – Substrato roccioso

Per quanto concerne il substrato roccioso si elenca una serie di parametri di resistenza tipici delle tre formazioni in esame, precisando che si tratta di valori medi indicativi che potranno essere verificati in corso d'opera.

Calcari di Monta Antola:

Peso di volume (γ): 2,5 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 39°

Coesione: 2.0 Kg/cm^2

Modulo elastico (E_{25}): 200.000 Kg/cm^2

Argilliti di Montoggio:

Peso di volume (γ): 2,3 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 36°

Coesione: 1.0 Kg/cm^2

Modulo elastico (E_{25}): 120.000 Kg/cm^2

Ardesie di Monte Verzi

Peso di volume (γ): 2,4 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 37°

Coesione: 1.0 Kg/cm^2

Modulo elastico (E_{25}): 150.000 Kg/cm^2

4 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

In base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” si è provveduto alla determinazione delle caratteristiche sismiche del suolo di fondazione sul quale insisteranno le strutture in esame.
Dal punto di vista amministrativo, ai sensi della classificazione sismica regionale (D.G.R. n. 1308/2008), l’area in cui verrà realizzato l’intervento in progetto è classificata come zona **3B.**
L’accelerazione massima prevista per il sito in esame può essere valutata a partire dai valori di accelerazione massima orizzontale per suolo rigido a_g mediante il ricorso ai coefficienti stratigrafico S_S e topografico S_T secondo la seguente relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Il coefficiente stratigrafico del sito in esame vale **1.00** in quanto la categoria di suolo di fondazione delle strutture in progetto, distinta in base alla velocità media di propagazione delle onde di taglio V_s entro 30 m di profondità a partire dalla quota di fondazione ed in base ai valori di N_{SPT} e di cu, è la **categoria A**, corrispondente ad ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi con V_{s30} superiore a 800 m/s.
Il coefficiente topografico del sito in esame è quello della categoria **T3**, ovvero il caso di rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media compresa tra 15° e 30°, per cui S_T è pari a **1.2**.
Inserendo le coordinate geografiche in gradi sessagesimali o indicando il Comune di riferimento del sito all’interno del software Geostru, disponibile online, si possono ricavare i valori di accelerazione orizzontale massima a_g, per un suolo rigido (categoria A), il fattore di accelerazione massima del suolo F_0 ed il periodo caratteristico T_C dello spettro riferiti a tempi di ritorno T_R compresi tra 30 e 2475 anni.
Per poter calcolare l’azione sismica specifica del sito in esame, è necessario conoscere anche le caratteristiche dell’opera in progetto, ovvero la sua vita

nominale V_N, il coefficiente d'uso C_U, il periodo di riferimento sismico V_R e la probabilità di superamento dello stato limite di progetto P_{VR}.

In particolare, nel caso in esame, poiché si tratta di opere ordinarie e di importanza normale, la vita nominale dell'opera è assunta pari a **50 anni**.

La classe d'uso in questione è la **II**: "Costruzioni con normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente, senza funzioni pubbliche sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti; opere infrastrutturali; reti viarie ordinarie", per la quale si ricava un coefficiente d'uso C_U pari a **1**. Da questo, in base alla relazione $\boldsymbol{V_R = V_N \cdot C_U}$, si ottiene un valore del periodo di riferimento sismico V_R pari a **50**.

La probabilità di superamento dello stato limite di progetto P_{VR} dipende dallo stato limite considerato e, per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita, risulta pari al 10%.

È quindi in base agli stati limite che il Progettista determina il Periodo di Ritorno Sismico T_R, da cui si possono ricavare i parametri sismici di interesse (a_g, F_0, T_C) in base ai quali si calcolano i coefficienti sismici da inserire nelle verifiche e nei calcoli strutturali.

Considerando, ai sensi della normativa vigente, lo stato limite di salvaguardia della vita SLV i parametri sismici del sito in esame, di coordinate **Lat. 44.437855 e Long. 9.089004**, sono:

T_R = 475 anni

A_g = 0.087 g

F_0 = 2.509

T_C = 0.281 s

Essendo S_S pari a **1** e S_T pari a **1.2**, il valore di accelerazione massima orizzontale del terreno di fondazione per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV è:

$$\boldsymbol{a_{max\ (SLV)} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1.024\ m/s^2}$$

È inoltre possibile calcolare, sempre mediante l'utilizzo del medesimo software, i coefficienti sismici orizzontale e verticale K_h e K_v. Nel caso in questione questi risultano essere pari a:

$K_{h\ (SLV)}$ = 0.021

$K_{v\ (SLV)}$ = ± 0.010

Sarà compito del Progettista effettuare gli approfondimenti necessari alla progettazione antisismica delle opere in progetto, come previsto dalle norme in vigore.

5 – ESAME DEL PROGETTO ED INDICAZIONI OPERATIVE

Il progetto prevede, come già accennato, la realizzazione di un parco eolico costituito da sette aerogeneratori ad asse orizzontale del tipo Enercon E53 della potenza elettrica nominale di 800 kW cadauno per una potenza elettrica nominale complessiva pari a 5,6 MW. Questi sono disposti sulla vetta dei rilievi nelle località chiamate “Runchi” e “Gaixella”, lungo il crinale del Monte di Traso e del Monte Croce dei Fo.

Ogni aerogeneratore è costituito da una torre alta 73 m, a sezione circolare e diametro pari a 5 m, e da 3 pale di lunghezza pari a 25 m. Le fondazioni di ciascun aerogeneratore sono a pianta circolare con diametro di m 15 e con superficie pari a 176 m^2 cadauna.



Nel dettaglio le opere in progetto verranno fondate direttamente su substrato roccioso lapideo che sarà costituito da rocce differenti in funzione dell'ubicazione del singolo aerogeneratore.

Per quanto concerne quindi le opere fondazionali non si individuano particolari problematiche di ordine geologico – tecnico, tali da sconsigliare la realizzazione dell'intervento.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella sistemazione e nella progettazione delle strade di accesso e delle piazzole di montaggio degli impianti eolici al fine di non incorrere in ulteriori problemi legati al raggiungimento del sito.

6– ASPETTI AMMINISTRATIVI

6.1 – Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

In osservanza al Decreto Ministeriale 14/01/08 sono state prese in esame le prescrizioni generali e le indicazioni sulla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito e sulla progettazione per azioni sismiche (cap 6 e 7 del sopraccitato D.M.).

6.2 – Vincolo idrogeologico

Secondo quanto emerso dalla cartografia del Piano di Bacino del Torrente Bisagno, la zona risulta soggetta al vincolo idrogeologico e pertanto alle disposizioni dettate dalla L.R. 4/99. Le opere in oggetto non avranno influenza negativa sugli aspetti idrogeologici del comparto.

6.3 – Piano di bacino del Torrente Bisagno (L. 183/89)

La zona in esame ricade all'interno del Piano di Bacino del Torrente Bisagno (L. 183/89).
Secondo la cartografia di tale Piano, l'area d'interesse non presenta particolari problematiche di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico. In particolare, in relazione alla Carta del Rischio, per il settore indagato viene indicata una classe di rischio basso R0.
Per quanto riguarda la Carta della Franosità invece, vengono segnalate due situazioni di locale instabilità, entrambe situate al di fuori dell'area d'intervento. Lungo il Fosso Posso è infatti segnalata la presenza di una frana quiescente, mentre sul crinale Sud del Monte Croce dei Fo, a quote inferiori rispetto a quelle dove verrà realizzata l'opera, vi è un ciglio di frana attivo.

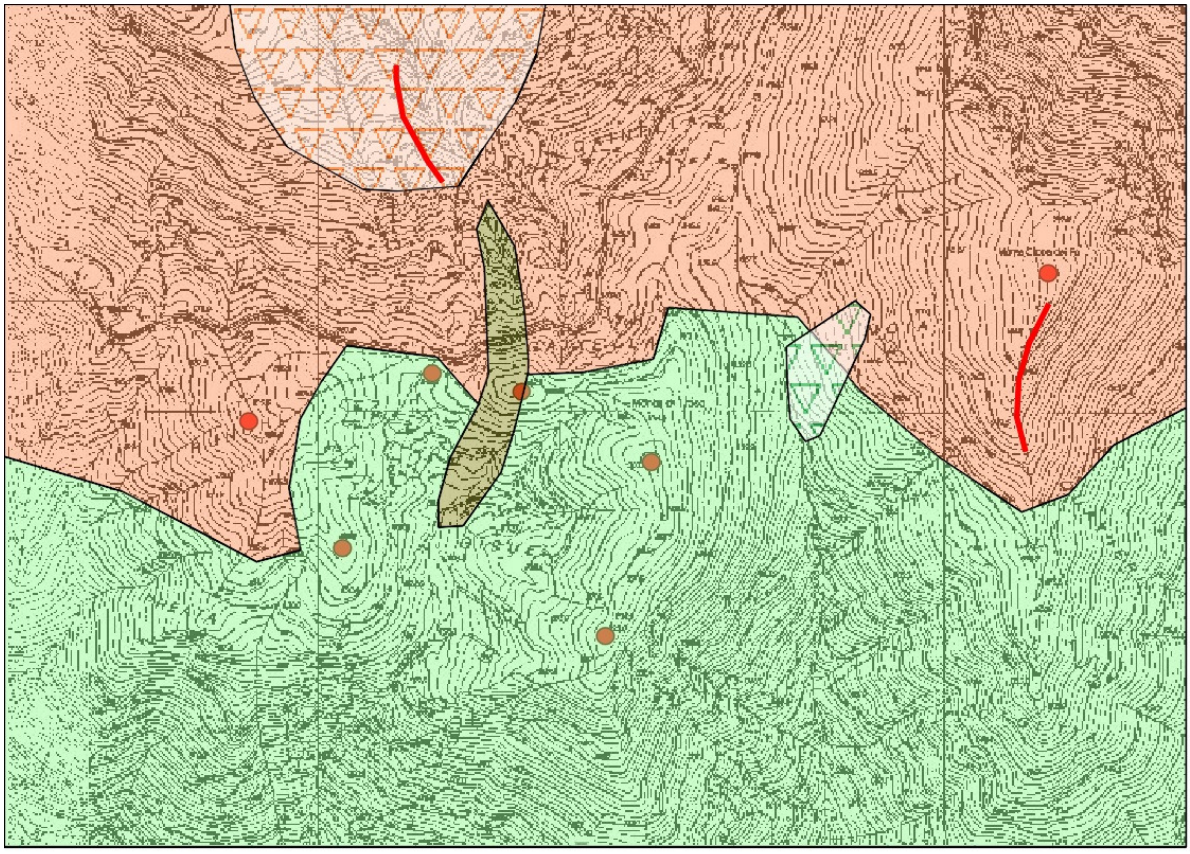
7– CONCLUSIONI

Tenuto conto del contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico in cui si inserisce l'intervento, tenuto altresì conto delle caratteristiche geotecniche del terreno si conferma una sostanziale compatibilità dell'opera in oggetto con la geologia del sito. Si rassegna la presente relazione la quale assolve quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni, nonché dalla Legge Regionale n° 4/99.

Genova, 9 febbraio 2011

Il tecnico
Dott. Geol. Carmine Bonvino





LEGENDA

Calcari marnosi del Monte Antola
.Roccia affiorante e subaffiorante con coperture discontinue fino a 1 metro di spessore in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio. Terreno permeabile per fessurazione e/o fratturazione.

Argilliti di Montoggio
.Roccia affiorante e subaffiorante con coperture discontinue fino a 1 metro di spessore in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio.
Terreno impermeabile.

Formazione della Val Lavagna, menbro delle Ardesie di M. Verzi
.Roccia affiorante e subaffiorante con coperture discontinue fino a 1 metro di spessore in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio.
Terreno semipermeabile.

Ciglio di frana

Frana
.Frana in stato non definito.

Frana
.Frana quiescente.

Punto di intervento

Studio tecnico di geologia e diagnosi ambientale Dott. Geol. Carmine Bonvino		
Via Cantore 8/Q 16149 Ge tel.0106423192 cell.3492227740		
Indagini geologiche per realizzazione di un parco eolico in loc. Traso, Comune di Bargagli (GE).		
TAV. A	Carta di Analisi	Scala:1:10000