COMUNI DI MALLARE - ORCO FEGLINO - ALTARE

Provincia di Savona

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA 8 AEROGENERATORI

INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA ED IDROGEOLOGICA

(D.M. 11/03/88)

Responsabile dell'indagine

Dott. Dario Filippi - Geologo
o.r.g.l. n. 369

Committenti:

Fen Energia S.p.A.
Via Nazionale, 2
25052 Piancogno (BS)

Gierret S.r.l.
Via A. de Gasperi, 34
82018 S. Giorgio del Sannio (BN)

laboratorio geotecnico ligure s.n.c.
di Filippi Ferrero Mirenghi & C.

GEOLOGIA APPLICATA GEOTECNICA GEOFISICA LABORATORIO TERRE E ROCCE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA ED ALLEGATI

REV.	DATA	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE	FILE	NUMERO COMMESSA
0	LUG 2008	DF	DF	GF	08-018 relazione.doc	08-018

17100 Savona - Via Servettaz, 17/2 - Tel. e Fax: 019.821382 - e-mail: lglgeo@lglgeo.191.it - C.F. e p. IVA 00459950093

S O M M A R I O

1. PREMESSA. 3

2. CARATTERI GENERALI DELLA ZONA. 4

2.1. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI. 4

2.2. ELEMENTI LITOLOGICO-STRUTTURALI. 5

2.3. ELEMENTI IDROGEOLOGICI. 6

3. RILIEVO GEOMECCANICO DELL'AMMASSO ROCCIOSO. 6

4. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO. 9

5. PROVE IN SITO. 11

5.1. METODO SISMICO A RIFRAZIONE. 11

5.2. ANALISI DEI DATI. 13

6. SISMICITÀ DELL'AREA E CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE. 13

7. OPERE IN PROGETTO E FATTIBILITA'. 14

7.1. AEROGENERATORI. 14

7.2. VIABILITA' INTERNA AL CAMPO. 15

7.3. CAVIDOTTO. 15

7.4. INTERVENTI SULLA VIABILITA' ESISTENTE. 16

8. APPROFONDIMENTI GEOLOGICO-TECNICI IN SEDE DI PROGETTO ESECUTIVO. 17

9. COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON IL PIANO DI BACINO. 17

9.1. PIANO DI BACINO DEL T. PORA. 17

9.2. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO. 18

10. ALLEGATI. 19

1. PREMESSA.

Su incarico della società FEN ENERGIA S.p.A., proponente il progetto in epigrafe, lo scrivente, Dr. Geol. Dario Filippi, tecnico della LGL - Laboratorio Geotecnico Ligure s.n.c., ha svolto, a norma del D.M. 11.03.88, un'indagine geologico-tecnica ed idrogeologica preliminare sul terreno interessato dal progetto stesso.

Essa, svolta con lo scopo di determinare la fattibilità dell'intervento e di fornire indicazioni di massima circa il contesto in cui ci si troverà ad operare, nonché la compatibilità dell'intervento con la presenza sul territorio del vincolo idrogeologico, con la vigente normativa di Piano di Bacino del T. Pora e con il Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Po, si è articolata nel modo seguente:

- esame di superficie sotto il profilo geologico, geomorfologico ed idrogeologico;
- effettuazione di un rilievo geomeccanico di dettaglio, con l'individuazione di stazioni di misura poste sia in corrispondenza del sito, sia in un intorno significativo;
- caratterizzazione dell'ammasso roccioso costituente la quasi totalità del volume di intervento secondo i metodi di classificazione in uso;
- realizzazione di n° 8 stendimenti sismici a rifrazione, uno in corrispondenza di ogni aerogeneratore, per valutare lo spessore dei materiali sciolti di copertura e le caratteristiche di conservazione del substrato roccioso;
- rielaborazione dei dati e redazione della presente relazione tecnica di commento, con indicazioni circa gli approfondimenti da effettuarsi in sede di progetto definitivo-esecutivo per un corretto dimensionamento delle opere di sostegno.

Si riporta di seguito quanto complessivamente emerso.

2. CARATTERI GENERALI DELLA ZONA.

La realizzazione del progetto di cui trattasi è ipotizzata in corrispondenza di un crinale montano, porzione dello spartiacque ligure-padano, che si sviluppa lungo il margine Sud del territorio del Comune di Mallare e segue l'allineamento Colla di S.Giacomo – Bric Praboè – Bric del Borro – Colla di Cravarezza (cfr. allegato stralcio di C.T.R., sezione 228120 "Mallare", scala 1/10.000).

2.1. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI.

Il tratto di dorsale di cui sopra ha un orientamento grosso modo Est-Ovest, è compresa tra due successive selle (la Colla di S. Giacomo e la Colla Cravarezza) e, sempre procedendo da levante a ponente, evidenzia la seguente successione di quote assolute:

- q.a. 799.1 m s.l.m., all'altezza della Colla di S.Giacomo;
- q.a. 891.2 m s.l.m., alla sommità del Bric Praboè;
- q.a. 850.8 m s.l.m., in corrispondenza di una successiva sella secondaria posta al margine orientale della zona detta "Crocevia";
- q.a. 990.8 m s.l.m., in corrispondenza dell'acrocoro meno elevato del massiccio del Bric del Borro;
- q.a. 998.4 m s.l.m., in corrispondenza della sommità principale del suddetto massiccio;
- q.a. 958.5 m s.l.m., all'altezza della Colla Cravarezza.

Lungo la fascia assiale del tratto di dorsale considerato si ha pertanto una differenza di quota massima dell'ordine di 200 m s.l.m. (tra la Colla di S.Giacomo e il Bric del Borro), tuttavia la localizzazione degli impianti in progetto è prevista a quote intermedie, tra loro più omogenee, variabili da un minimo di 850 m circa s.l.m., ad un massimo di 975 m circa s.l.m., quindi con una variazione massima di circa 125 m.

La fascia assiale della dorsale mostra pendenze relativamente blande; sui fianchi esse invece si accentuano alquanto, poiché si è in presenza della zona di testata di quattro bacini idrografici:

- a Nord, quello del Rio Biterno, tributario di destra della Bormida di Mallare;

- a Sud-Est, quello del Rio Mornera, ramo alto del T.Aquila, a sua volta tributario di sinistra del T.Pora;
- a Sud, quello del Rio Frasce, anch'esso ramo alto del T.Aquila;
- ad Ovest, quello di un ramo laterale del Rio Cravarezza.

Fatta eccezione per una limitata radura presente all'altezza della sella intermedia, la fascia di territorio che qui interessa è fortemente boscata, sia con coperture a bosco ceduo, sia con coperture a fustaia, prevalentemente faggeta.

Le coltri sciolte vi sono per lo più con modesti o modestissimi spessori, mentre per notevoli estensioni si ha roccia in posto praticamente affiorante.

Non si sono riscontrate sintomatologie di franosità in atto o potenziale, per cui tutta la zona in esame è da considerare stabile.

2.2. ELEMENTI LITOLOGICO-STRUTTURALI.

Le litologie presenti nella zona appartengono tutte al tegumento permo-carbonifero; esse sono essenzialmente rappresentate da:

- "scisti di Gorra": scisti quarzo-sericitici e cloritici, di colore verdastro chiaro, fortemente laminati e fratturati, nella zona con elevate percentuali di quarzo e bassa predisposizione all'alterazione chimica; al loro interno sono spesso presenti lenti o ammassi di prasiniti della "formazione di Eze", più basiche e più massicce degli scisti, di colore verde scuro, talora listate, interessate essenzialmente da fratturazione;
- "porfiroidi del Melogno": a composizione prevalentemente basica, con spesso arricchimenti in grossi fenocristalli di K-feldspato, prevalentemente scistosi a seguito di intensa laminazione e marcatamente fratturati; anche al loro interno si rilevano lenti della formazione di Eze.

I rapporti spaziali tra le diverse litologie sono alquanto complessi, a seguito degli intensi fenomeni tettonici che hanno subito: il contatto è decisamente di tipo tettonico, ma si evidenziano anche diffusi effetti del sovrascorrimento dei porfiroidi sugli scisti. A ciò si aggiungono fenomeni di interdigitazione tra le due formazioni ed univoca distribuzione al loro interno dei lembi della formazione di Eze.

La giacitura della scistosità è mediamente con immersione nel secondo quadrante e con bassa inclinazione; la fratturazione è essenzialmente verticale, con direzione grosso modo Nord-Sud.

In corrispondenza della fascia assiale le coperture sciolte sono praticamente inesistenti; lungo i versanti si incrementano progressivamente scendendo di quota e sono rappresentate da granulometrie prevalentemente grossolane, con notevole presenza di clasti decimetrici e con una modesta matrice fine limo-sabbiosa.

2.3. ELEMENTI IDROGEOLOGICI.

Nella fascia di crinale le acque di superficie defluiscono essenzialmente per ruscellamento diffuso, mentre un primo reticolo, con ruscellamento concentrato, si individua solo a partire da quote di almeno 100 m inferiori a quelle della fascia di crinale.

La circolazione ipogea è più complessa in quanto le formazioni a substrato, come sopra accennato, sono marcatamente fratturate e comunque risentono, in grande, di disarticolazioni conseguenti a fenomeni tettonici di sovrascorrimento.

Si hanno pertanto assorbimenti di acque di pioggia o da fusione delle nevi, con percolazione in profondità, formazione di una falda idrica e sua successiva venuta a giorno, sotto forma di allineamenti sorgentizi, laddove il versante interseca il contatto tra porfiroidi e scisti di Gorra. Il fenomeno è particolarmente evidente sul versante Nord della dorsale, tuttavia a quote di almeno 50 m inferiori rispetto a quelle della fascia di crinale.

Si esclude fin da ora che l'installazione delle strutture del campo eolico, quale sia la soluzione fondazionale, possa interferire con la conservazione delle sorgenti.

3. RILIEVO GEOMECCANICO DELL'AMMASSO ROCCIOSO.

Allo scopo di individuare e definire le caratteristiche strutturali e geomeccaniche dell'ammasso roccioso, è stata eseguita un'analisi geostrutturale di dettaglio dell'ammasso roccioso in corrispondenza degli affioramenti presenti lungo l'asse del crinale.

Il rilievo è stato eseguito adottando, come metodologia di lavoro, le indicazioni riportate in ISRM 1978 "*Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*".

Le singole superfici di discontinuità, scistosità o fratturazione, sono state caratterizzate attraverso i seguenti parametri: orientazione, spaziatura, forma, scabrezza, apertura, riempimento e presenza d'acqua (cfr. allegata scheda del rilievo strutturale).

I dati raccolti sul terreno e relativi all'orientamento e alla distribuzione spaziale delle discontinuità sono stati elaborati al computer con l'utilizzo del programma "cluster", edito dalla Geo&Soft di Torino, e rappresentati sul diagramma della proiezione stereografica su reticolo equatoriale di Schmidt.

La resistenza a compressione delle superfici di discontinuità (JCS) è stata determinata in funzione dell'espressione proposta da Barton e Choubey (1977) a partire dalle misure del rimbalzo del martello di Schmidt effettuate in situ.

Per derivare JCS dai valori dei rimbalzi "r" ottenuti sulle superfici delle differenti famiglie individuate, previa correzione degli stessi in funzione dell'orientazione del martello rispetto alla superficie testata, si è applicata la relazione:

$$\log (\sigma_c) = 0.00088\ r\ \gamma + 1.01,$$

dove γ è il peso di volume della roccia, assunto pari a 26 kN/m^3.

Per la determinazione dei coefficienti di rugosità delle superfici di discontinuità (JRC), si è rilevata la scabrezza dei giunti con il pettine di Barton e confrontato il risultato con i profili tipo indicati dalla ISRM 1978.

Si commenta nel seguito quanto complessivamente emerso dai rilievi geostrutturali, proponendo quindi tabelle riassuntive dei dati relativi alle caratteristiche geomeccaniche di ogni famiglia di discontinuità individuata.

<u>Orientazione delle discontinuità.</u>

L'elaborazione delle misure di giacitura registrate in situ (immersione ed inclinazione) è stata eseguita attraverso la proiezione stereografica di Schmidt.

La proiezione dei poli dei piani su un reticolo equatoriale equal-area e la successiva analisi statistica dei cluster, ha permesso di individuare, all'interno dell'ammasso roccioso, due famiglie di discontinuità principali.

La più importante e ricorrente rappresenta la scistosità del litotipo; indipendentemente dalla sua genesi questa famiglia si configura comunque come una discontinuità e verrà sempre indicata nel seguito, per semplicità ed analogia con

le altre, come un set di fratturazione. Tale famiglia presenta immersione generalmente verso sud-est con inclinazione dell'ordine di circa 30-40°. La famiglia di fratturazione che è risultata più evidente ha invece andamento sub-verticale con immersione perpendicolare alla precedente (verso est e verso ovest).

Sono inoltre presenti ulteriori piani di fratturazione a giacitura dispersa, non raggruppabili in famiglie. I set principali di discontinuità individuati all'interno dell'ammasso dall'analisi dei cluster sono pertanto i seguenti:

Discontinuità F1: 68°/87°

Discontinuità Scistosità: 153°/34°

Spaziatura.

L'esame della spaziatura ha messo in evidenza, per quanto riguarda la scistosità, una frequenza millimetrica mentre, per quanto riguarda il set di fratturazione F1, frequenze variabili tra i 10 cm ed 1 m.

Apertura e riempimento.

L'apertura dei giunti di frattura è tendenzialmente trascurabile se non del tutto assente. Solo per quanto attiene il set F1 si sono riscontrate aperture millimetriche, dovute principalmente all'alterazione superficiale.

Forma e scabrezza.

Per definire qualitativamente tali parametri, che riguardano le caratteristiche geometriche delle pareti dei singoli giunti, sono state utilizzate definizioni codificate, scelte sulla base di quanto osservato direttamente sul terreno. La valutazione quantitativa della scabrezza, altrimenti definita rugosità, è stata invece effettuata attraverso l'utilizzo del pettine di Barton, per la definizione dell'indice JRC, proprio di ciascuna famiglia, illustrato nelle tabelle che seguono.

Delle famiglie di discontinuità individuate, la F1 presenta andamenti planari a cui si associa rugosità segmentata, mentre la scistosità, presenta andamenti ondulati e una rugosità media.

Acqua.

Nel contesto esaminato non sono state riscontrate percolazioni idriche attive dalle discontinuità dell'ammasso roccioso, stante anche la posizione morfologica sostanzialmente prossima al crinale. Non si esclude comunque che l'ammasso roccioso possa essere interessato da filtrazione e percolazione idrica specie in corrispondenza dei contatti tettonici tra le diverse formazioni presenti in profondità.

Le principali caratteristiche delle famiglie di fratturazione sono riassunte sulle allegate schede delle caratteristiche delle famiglie di discontinuità.

4. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO.

Sulla base dei risultati del rilievo geomeccanico di dettaglio eseguito si è proceduto alla classificazione degli ammassi rocciosi attraverso l'RMR System di Bieniawski (1973, 1979, 1989). Con questo sistema si perviene alla classificazione dell'ammasso attraverso un indice RMR (Rock Mass Rating), sommatoria dei pesi attribuiti alla resistenza a compressione monoassiale del materiale roccia, all'RQD (Rock Quality Designation), alla spaziatura delle discontinuità, alle condizioni delle stesse ed alle condizioni di umidità.

Con riferimento all'allegato schema di classificazione geomeccanica si è determinata, secondo la classificazione proposta da Barton, un indice dell'ammasso Q = 36.7, corrispondente ad un ammasso di qualità Buona; analogamente, applicando il metodo proposto da Bieniawski, si è classificato l'ammasso come Classe II cioè Buona.

Partendo dagli indici di qualità dell' ammasso roccioso sono poi stati determinati i parametri di resistenza dello stesso, sia secondo il criterio di rottura di Hoek-Brown (1980,1988) sia secondo il criterio di rottura di Mohr-Coulomb (Bieniawski, 1989).

Nel primo caso l'inviluppo di rottura e' espresso nel piano $\sigma 1/\sigma 3$ dalla relazione:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (C_o \times m \times \sigma_3 + s \times C_o^2)^{0,5}$$

dove:

- σ_1 = sforzo principale maggiore;
- σ_3 = sforzo principale minore;
- C_o = resistenza a compressione monoassiale del materiale roccia;
- m = parametro di curvatura dell'inviluppo, dipendente dalla natura litologica;
- s = parametro di curvatura dell'inviluppo, dipendente dallo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.

I valori degli indici m e s relativi all'ammasso roccioso in condizioni non disturbate ed in condizioni di disturbo o allentamento, sono stati ricavati secondo le seguenti espressioni (Priest & Brown, 1983):

$m/m_i = \exp[(BMR - 100)/28]$ $s = \exp[(BMR - 100)/9]$ (a.r. non disturbato)

$m/m_i = \exp[(BMR - 100)/14]$ $s = \exp[(BMR - 100)/6]$ (a.r. disturbato o allentato)

con m_i = parametro di curvatura dell'inviluppo di rottura triassiale del materiale roccia

Il valore di m_i relativo alla roccia intatta e' stato assunto pari a 27 sulla base delle caratteristiche litologiche e tessiturali della matrice rocciosa (Hoek, 1995), mentre il valore di C_0 e' stato determinato, attraverso misure con sclerometro tipo L da roccia, su materiale roccia intatto.

Nel secondo caso l'inviluppo di rottura e' espresso nel piano σ/τ dalla relazione:

$$\tau = c + \sigma \times \tan \phi$$

dove:

- τ = resistenza al taglio;
- c = coesione dell'ammasso roccioso;
- σ = sforzo normale agente;
- ϕ = angolo di attrito dell'ammasso roccioso.

I valori di attrito e coesione dell'ammasso roccioso sono stati determinati attraverso le seguenti espressioni (Bieniawski, 1989):

$$c = BMR \times 0{,}005 \qquad \phi = 5 + 0{,}5 \times BMR$$

Da ultimo e' stato determinato il valore del modulo di deformabilità degli ammassi rocciosi secondo la relazione proposta da Serafim & Pereira (1983):

$$E_M = 10^{(BMR-10)/40}$$

La parametrizzazione dell'ammasso roccioso, unitamente alle tabelle numeriche e ai grafici degli inviluppi di rottura, sono riportati allegati alla presente.

5. PROVE IN SITO.

Al fine di avere indicazioni circa la stratigrafia delle zone direttamente interessate dall'intervento, è stato realizzato, in corrispondenza di ogni aerogeneratore, uno stendimento sismico a rifrazione.

Le caratteristiche delle otto stese sono riportate nella sottostante tabella.

Stesa	***Lunghezza complessiva (m)***	***Spaziatura Intergeofonica (m)***	***Stazioni di energizzazione***
SS1	58	2	8
SS2	58	2	8
SS3	58	2	8
SS4	58	2	8
SS5	58	2	8
SS6	58	2	8
SS7	58	2	8
SS8	58	2	8

Caratteristiche geometriche delle stese sismiche

5.1. METODO SISMICO A RIFRAZIONE.

Nel metodo sismico a rifrazione viene registrata la propagazione di onde elastiche, generate artificialmente all'interfaccia atmosfera–terreno e rifratte lungo superfici di discontinuità sepolte.

In superficie vengono disposti trasduttori elettromagnetici, chiamati geofoni, in grado di rilevare la perturbazione prodotta propagatasi nel terreno.

I geofoni sono collegati, attraverso un cavo multipolare, ad un sismografo multicanale che misura e registra i tempi di percorrenza dell'impulso elastico, generato artificialmente, nei tragitti compresi tra il punto sorgente ed ogni singolo geofono.

La prima perturbazione elastica ricevuta da ogni geofono, può avere seguito un percorso "diretto" (tragitto più breve tra sorgente e ricevitore), oppure avere subito una o più rifrazioni in corrispondenza di superfici di discontinuità tra materiali caratterizzati da differenti stati di addensamento.

La trattazione teorica che sta alla base del metodo si basa sui principi e sulle leggi dell'ottica.

La configurazione ottimale dei parametri di acquisizione (distanza intergeofonica, numero di energizzazioni, geometria dello stendimento, lunghezza della registrazione) è definita in sito in funzione delle condizioni logistiche, della presenza o meno di fonti di disturbo e delle finalità dell'indagine.

Il metodo sismico a rifrazione da superficie permette di caratterizzare i terreni presenti al di sotto dello stendimento di geofoni fino ad una profondità pari, in condizioni ideali, a circa 1/3 dello sviluppo lineare dello stesso.

I tempi di percorso diretto e rifratto tra i punti in cui viene energizzato il terreno ed i singoli geofoni, costituiscono le dromocrone e sono riportati su diagrammi nei quali sono leggibili, in ascissa, le posizioni dei singoli geofoni (proiettate sul piano orizzontale) e in ordinata i tempi in secondi.

Dalle dromocrone possono essere ricavate analiticamente le velocità reali di propagazione dei fronti d'onda degli impulsi sismici alle varie profondità. Tali velocità sono proporzionali al grado di addensamento dei terreni entro i quali la perturbazione elastica si propaga e, nel caso di ammassi rocciosi, possono essere indicative delle condizioni geomeccaniche degli stessi.

I valori delle velocità così ottenuti, unitamente ai tempi–intercetta e pendenza delle dromocrone, sono utilizzati per il calcolo dello spessore dei singoli livelli rifrangenti, fino alla massima profondità consentita dalla geometria dei rispettivi sviluppi.

Note le velocità sismiche delle onde di compressione entro i singoli livelli rifrangenti e la variazione dei loro spessori al di sotto dello sviluppo della stesa, può essere ricostruita la sezione sismostratigrafica.

Sono state effettuate energizzazioni all'interno ed all'esterno dello stendimento secondo gli usuali schemi di acquisizione.

Quest'ultima è stata effettuata mediante un sismografo GEODE Geometrics a 24 canali con memorizzazione incrementale dei segnali per ogni traccia; i canali utilizzati sono 12 e 24. I segnali di ciascun canale sono stati digitalizzati tramite un convertitore A/D a 16 bit in 2.048 campioni per una lunghezza di registrazione pari a 512 millesimi di secondo, visualizzati a video in tempo reale e quindi memorizzati su supporto magnetico mediante il programma di acquisizione Geometrics SGOS.

Le energizzazioni del terreno, per la generazione delle onde di compressione, sono state effettuate mediante percussione con massa battente (mazza con testa da 5 kg) su piastra di acciaio.

La lettura di tutti i tempi relativi ai primi arrivi é stata effettuata con routine automatica e controllo manuale da tastiera utilizzando il programma SeisOpt Picker v 1.5.

Per la ricezione delle onde sono stati utilizzati, rispettivamente, gruppi di geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza naturale di 14 Hz.

L'interpretazione dei dati è stata condotta con il supporto della tecnica di modellizzazione mediante il programma di tomografia sismica SeisOpt 2D v.3.5 che consente di interpretare il sottosuolo attraverso un potente algoritmo di inversione della velocità, denominato RIOTS (Refraction Inversion OpTimization System), capace di fornire una sezione tomografica del sottosuolo in funzione della velocità sismica di propagazione.

5.2. ANALISI DEI DATI.

La sequenza degli strati sismici, definiti da intervalli di velocità, è stata tarata e ricondotta alle tipologie di materiali e formazioni presenti nell'area in esame.

Questi sono rappresentati da:

- Livello A: coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato rocciosO, caratterizzata da Vp inferiori a 800 m/s;
- Livello B: cappellaccio di alterazione passante in profondità alla roccia sana (800<Vp>2200 fino a 3000 m/s).

6. SISMICITÀ DELL'AREA E CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.

L'area in esame è classificata in Zona Sismica 4 sulla base della O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 e successive modifiche ed integrazioni, pertanto con pertanto con valore del parametro di accelerazione orizzontale ag = 0.05g.

Sulla base delle caratteristiche stratigrafiche dell'area e l'analisi dell'intervento, è possibile ipotizzare una quota di appoggio delle fondazioni sul substrato roccioso, sia che si scelgano le fondazioni superficiali, sia che si opti per quelle profonde.

Il terreno di fondazione rientrerebbe pertanto nella categoria A tra quelle previste al punto 3.1 dell'Allegato 2 della O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003, caratterizzato nei primi 30 m di profondità al di sotto del piano di posa delle fondazioni da valori di Vs_{30}superiori a 800 m/s.

7. OPERE IN PROGETTO E FATTIBILITA'.

Con riferimento alle tavole di progetto, redatte dalla società di progettazione Gierret. S.r.l. il progetto prevede la realizzazione di un campo di 8 aerogeneratori posti in corrispondenza del crinale già descritto, a cui va aggiunta la viabilità interna (di collegamento tra la diverse pale) e l'adeguamento della viabilità esistente per permettere l'accesso al campo da parte dei mezzi di trasporto.

Sulla base di quanto emerso dal rilievo geologico e geomeccanico di dettaglio, che hanno messo in luce la ottima stabilità del versante nel tratto indagato e le ottime condizioni dell'ammasso roccioso che verrà interessato dagli sbancamenti, è possibile affermare che **IL PROGETTO E' FATTIBILE E NON CONTRASTA CON LA PRESENZA SUL TERRITORIO DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO**.

7.1. AEROGENERATORI.

Il progetto, come già detto, prevede la realizzazione di 8 aerogeneratori posti nelle posizioni indicate in corografia. La posa in opera di ogni singolo aerogeneratore richiede la realizzazione di opere di fondazione: esse potranno essere di due tipi, superficiali o profonde.

Nel caso venisse realizzata una fondazione di tipo superficiale, essa consisterà in una platea in c.a. di notevoli dimensioni, sia in termini planimetrici che di spessore, necessarie per permettere alla struttura di assorbire, senza cedimenti, i momenti indotti sull'aerogeneratore dalla forza del vento.

Nel caso invece venissero realizzate fondazioni di tipo profondo, le dimensioni della platea di fondazione si ridurrebbero sensibilmente in quanto gli sforzi indotti sul piano di fondazione verrebbero in gran parte assorbiti dai pali.

In sede di progetto definitivo-esecutivo, implementando l'indagine con la realizzazione di sondaggi geognostici, potrà essere valutata, in relazione alle condizioni del substrato, la migliore soluzione ed il suo dimensionamento.

7.2. VIABILITA' INTERNA AL CAMPO.

Per permettere l'accesso ai vari aerogeneratori è prevista la realizzazione di una strada che, dalla viabilità esistente, sale fino a giungere al crinale per poi svilupparsi lungo lo stesso fino a raggiungere tutte le postazioni in progetto.

La realizzazione della strada prevede l'esecuzione di sbancamenti e riporti, con un notevole sbilanciamento verso i primi. Non sarà pertanto necessario l'apporto di materiali dall'esterno per compensare il bilancio sterri/riporti. La strada verrà realizzata mantenendo il più possibile la conformazione originaria del terreno per cui il tracciato previsto comporterà sbancamenti di altezza massima non superiore a due m; gli sbancamenti verranno sistemati a scarpata naturale con angolo di scarpa non superiore a 45°; nel caso le scarpate dovessero superare le altezze previste, in sede di progetto definitivo esecutivo verranno progettati opportuni interventi di ingegeria naturalistica atti a contenerle. A margine della strada verrà realizzata una cunetta per la raccolta e l'allontanamento delle acque di ruscellamento.

La sistemazione finale prevede comunque la rinaturalizzazione delle scarpate con essenze arbustive ed erbacee locali.

7.3. CAVIDOTTO.

Il collegamento alla rete elettrica esistente avverrà per mezzo di un cavidotto interrato. Anche in questo caso le soluzioni percorribili sono due: la prima prevede l'utilizzo di un sentiero esistente che verrebbe così ripristinato e reso fruibile. In alternativa il tracciato del cavidotto seguirà la viabilità esistente.

La posa prevede la realizzazione di uno scavo a sezione obbligata, di profondità inferiore al metro e larghezza non superiore a 50 cm. Lo scavo verrà dotato di adeguato corredo drenante e di pozzetti per la raccolta e l'allontanamento delle acque di infiltrazione.

7.4. INTERVENTI SULLA VIABILITA' ESISTENTE.

Per quanto attiene la viabilità esistente, stante le notevoli dimensioni dei mezzi di trasporto necessari a trasportare sul sito gli aerogeneratori, sarà necessario procedere all'adeguamento della viabilità esistente dove si renderà necessario. E' presumibile che gli interventi saranno molto limitati nel numero e riguarderanno la rettifica di curve con raggio insufficiente. Al termine delle operazioni di trasporto verranno ripristinate le condizioni iniziali.

8. APPROFONDIMENTI GEOLOGICO-TECNICI IN SEDE DI PROGETTO ESECUTIVO.

Nel corso della presente indagine si è realizzata la caratterizzazione di massima del sito da un punto di vista geomeccanico e geotecnico. Preliminarmente alla redazione del progetto esecutivo sarà comunque opportuno integrare le indagini di massima sin qui svolte con di una campagna di sondaggi geognostici che permettano una caratterizzazione in profondità dell'ammasso e una precisa valutazione dei parametri geotecnici desumibili da prove in sito o analisi di laboratorio.

In sede di progettazione esecutiva si prescrive quindi di :

- effettuare un sondaggio geognostico a rotazione, con prelievo continuo di campione, in corrispondenza di ognuno degli areogeneratori;
- prelevare, nel corso del sondaggio, spezzoni di carota da conferire ad un laboratorio rocce;
- ove non fosse possibile prelevare spezzoni di carota in ragione delle cattive condizioni dell'ammasso, realizzare prove geomeccaniche in foro di sondaggio quali prove dilatometriche;
- realizzare in laboratorio prove che permettano di determinare l'inviluppo di rottura dell'ammasso roccioso e le caratteristiche di resistenza al taglio dei giunti di frattura che lo interessano, nonché prove di compressibilità con misurazione delle deformazioni assiali e diametrali.

Le indagini realizzate permetteranno di valutare correttamente la migliore soluzione fondazionale ed il suo dimensionamento.

9. COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON IL PIANO DI BACINO.

9.1. PIANO DI BACINO DEL T. PORA.

Con riferimento al Piano di Bacino del T. Pora, Piano Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n°180, convertito in legge 03/08/1998 n°267 e s.m. e i., a completamento della documentazione si

allegano alla presente gli stralci delle seguenti carte che fanno parte degli elaborati grafici del Piano:

- Carta della suscettività al dissesto, scala 1/10.000;
- Carta del reticolo idrografico, scala 1/10.000;

Non viene inserita la carta degli interventi in quanto il Piano di Bacino non ne prevede in corrispondenza dell'area di interesse.

Non viene inserita la carta delle fasce di inondabilità in quanto l'impluvio più prossimo ricade a valle dall'area in esame.

Sugli stralci è stata individuata l'area oggetto dell'intervento; si rileva quanto segue:

In merito alla suscettività al dissesto dei versanti, l'intervento ricade in un'area classificata in parte a suscettività BASSA (Pg_1), in parte a suscettività MEDIA (Pg_2).

Circa il reticolo idrografico si osserva che l'intervento ricade a distanze superiori a 100 m dall'alveo più prossimo.

9.2. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO.

Per quanto attiene al P.A.I., lo stesso non riporta, nelle zone interessate dall'intervento, fenomeni di dissesto attivi o quiescenti, ne ricade in zone classificate interessate da dissesti.

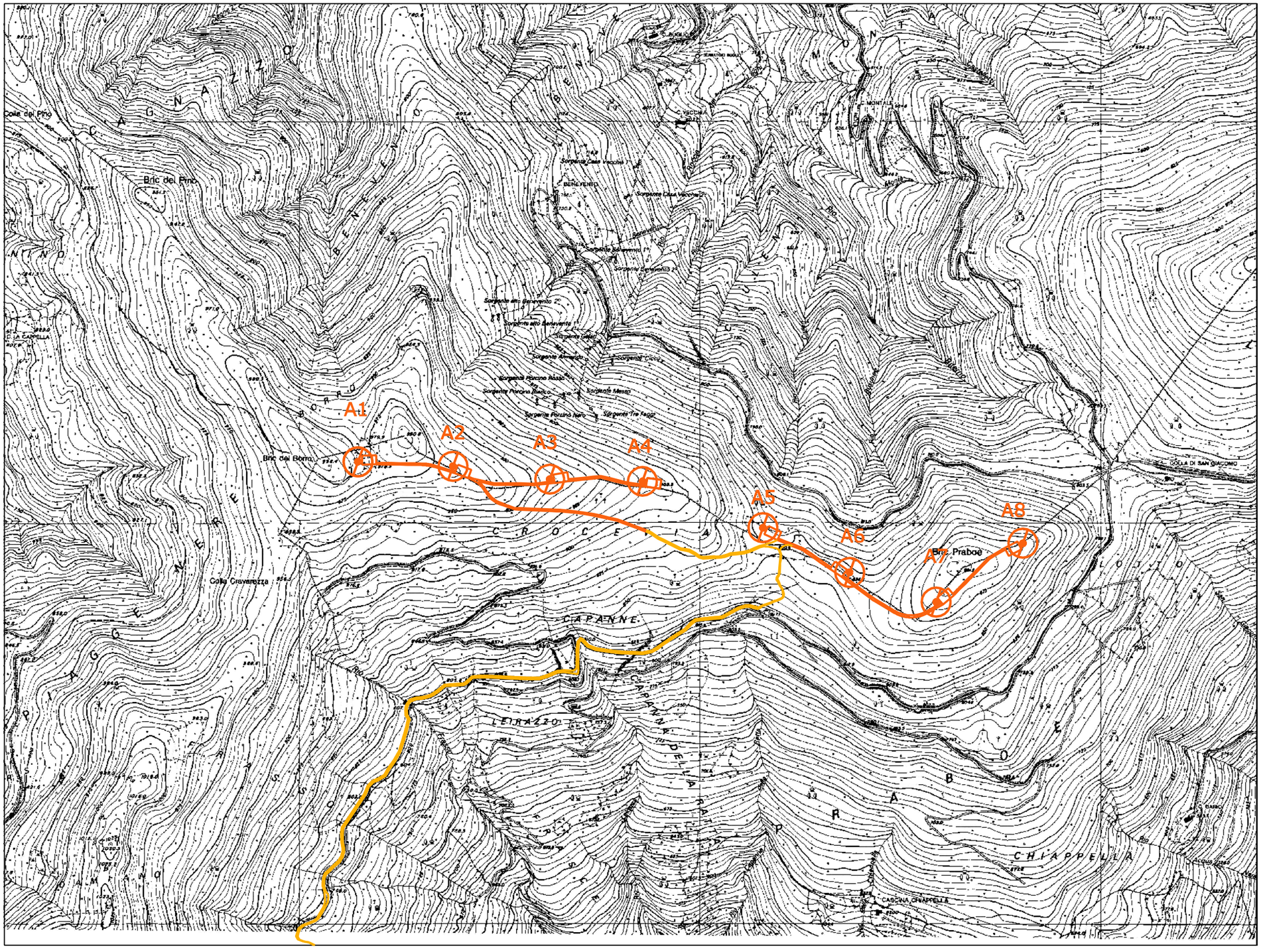
Per quanto sopra esposto, si certifica che gli interventi in progetto sono compatibili con i contenuti dei Piani e le Norme di attuazione dei Piani stessi.

Savona, 31 luglio 2008

10. ALLEGATI.

- corografia, scala 1/10.000;
- n° 1 scheda di rilievo strutturale;
- n° 1 stereogramma polare di Schmidt;
- n° 2 schede di caratterizzazione delle famiglie di discontinuità;
- schema di classificazione geomeccanica;
- tabulati e grafici dell'inviluppo di rottura dell'ammasso roccioso;
- risultanze di n° 8 stendimenti sismici a rifrazione;
- stralcio carta della suscettività al dissesto, scala 1/10.000;
- stralcio carta del reticolo idrografico, scala 1/10.000;

COROGRAFIA



Scala 1/10.000

LGL Laboratorio Geologico ligure s.n.c.

FEN Energia S.p.A.
Campo eolico
Mallare – Orco Feglino - Altare (SV)

SCHEDA DEL RILIEVO STRUTTURALE

N.	Ti	Imm	Inc	Lu	Sp	Ri	Ac	For	Ap	Sca
1	GN	80	88	E	B	No	2	Pia	0	Seg
2	GN	70	83	D	C	No	2	Pia	0	Seg
3	GN	284	82	D	C	No	2	Pia	0	Seg
4	SC	185	32	B	A	No	2	Ond	0	Rug
5	GN	283	85	D	D	No	2	Pia	0	Seg
6	GN	63	76	E	B	No	2	Pia	0	Seg
7	SC	157	36	B	A	No	2	Ond	0	Rug
8	GN	61	80	E	C	No	2	Pia	1	Seg
9	GN	146	48	E	D	No	2	Pia	1	Seg
10	GN	154	46	E	B	No	2	Pia	1	Seg
11	SC	148	24	B	A	No	2	Ond	0	Rug
12	GN	245	85	E	C	No	2	Pia	0	Seg
13	SC	147	43	B	A	No	2	Ond	0	Rug
14	GN	337	67	D	D	No	2	Pia	0	Seg
15	GN	54	70	D	C	No	2	Pia	1	Seg
16	SC	106	13	B	A	No	2	Ond	0	Rug
17	SC	130	18	B	A	No	2	Ond	0	Rug
18	GN	72	80	D	B	No	2	Pia	1	Seg
19	SC	137	28	B	A	No	2	Ond	0	Rug
20	SC	138	27	B	A	No	2	Ond	0	Rug
21	SC	185	38	B	A	No	2	Ond	0	Rug
22	GN	243	75	D	B	No	2	Pia	0	Seg
23	SC	164	46	B	A	No	2	Ond	0	Rug
24	GN	153	48	D	C	No	2	Pia	1	Seg
25	SC	146	30	B	A	No	2	Ond	0	Rug
26	SC	153	54	B	A	No	2	Ond	0	Rug

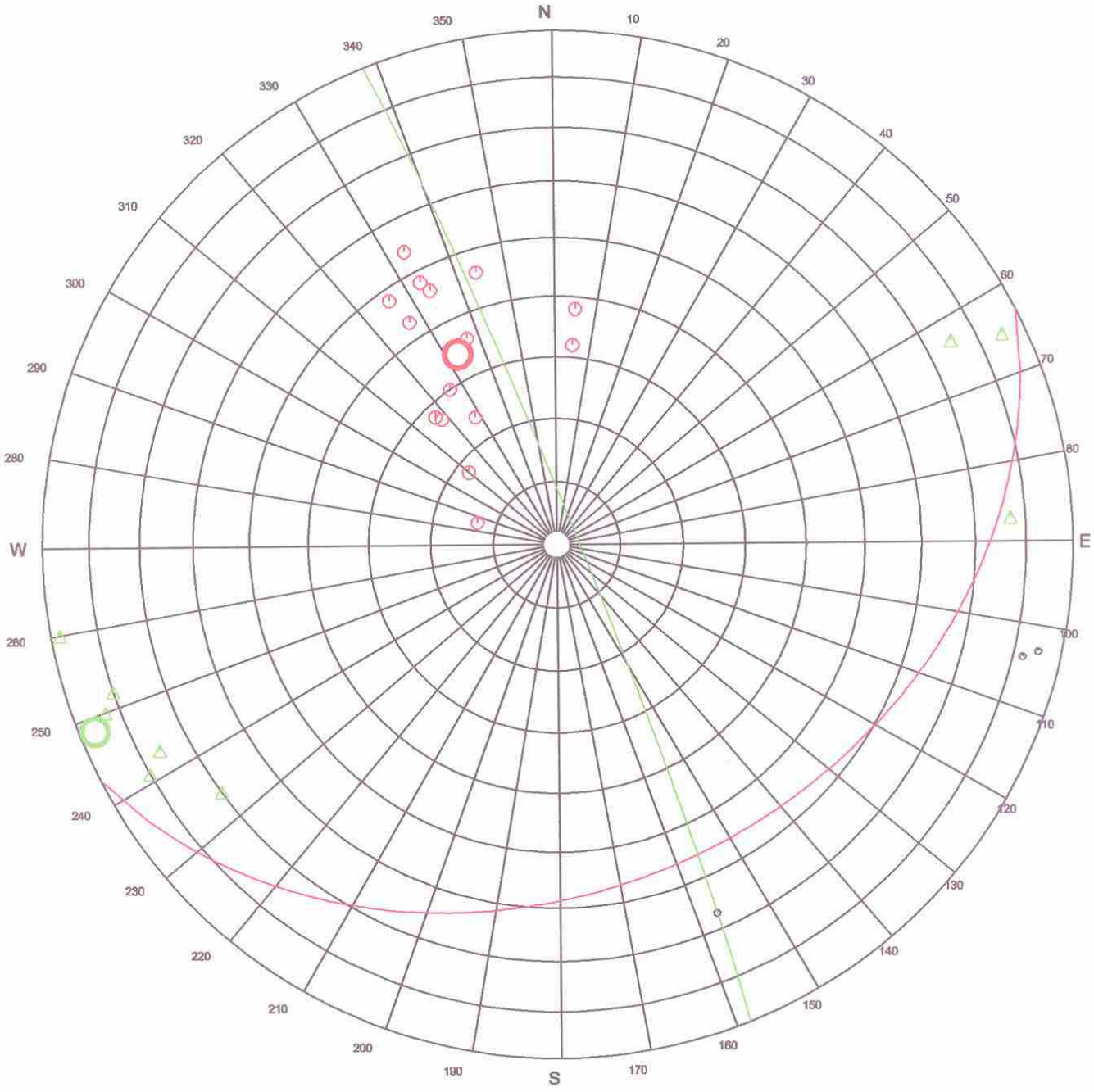
LEGENDA

TIPO	LUNGHEZZA	RIEMPIMENTO	ACQUA	FORMA
GN Giunto	A inf. 2 cm	A Argilla	2 Asciutto	PIA Piana
ST Stratificazione	B 2-10 cm	B Breccia	4 Umido	SEG Segmentata
CT Contatto	C 10-50 cm	C Calcite	5 Still.	OND Ondulata
FA Faglia	D 0.5-2 m	D Ossidi Fe	6 Venute	
SC Scistosita'	E 2-5 m	E Sabbia		
SH Shear	F sup 5 m	F Detrito		
VN Vena				

SCABREZZA	DUREZZA	LITOLOGIA	LITOLOGIA	LITOLOGIA
LEV Levigata	AL Alta	SHL Argilla	GRN Granito	SCS Scisti gen.
LIS Liscia	MD Media	SLN Siltite	BSL Basalto	SCA Argilloscisti
RUG Rugosa	BS Bassa	LMS Calcare	GSS Gneiss	MLN Miloniti
SEG Segmentata		SND Arenaria	AMI Anfiboliti	PHL Filladi
OND Ondulata		CGM Conglomerato	CSS Calcescisti	MBL Marmi
		DLM Dolomia	QRZ Quarziti	CTI Cataclasiti
		TFF Tufo	PRA Prasiniti	
		GBR Gabbro	SRP Serpentiniti	

LGL Laboratorio geotecnico ligure s.r.l.

RILIEVO STRUTTURALE
cluster analysis

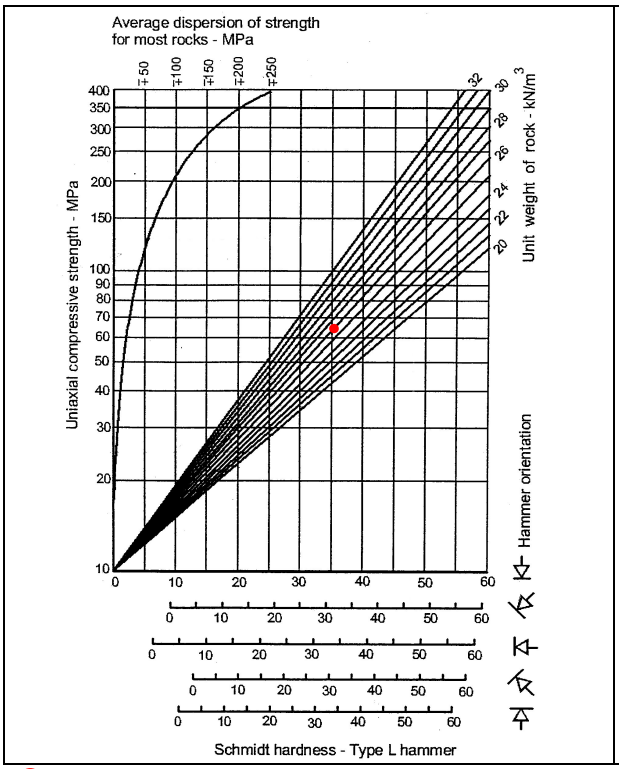


Famiglia n°	Tipo	Direzione	Immersione
1	Giunto	68	87
2	Scistosità	153	34

LGL Laboratorio Geotecnico Ligure s.n.c.

Fen Energia S.p.A.
Campo eolico
Mallare – Orco Feglino - Altare (SV)

SCHEDA CARATTERISTICHE FAMIGLIA DI DISCONTINUITA' - Scistosità



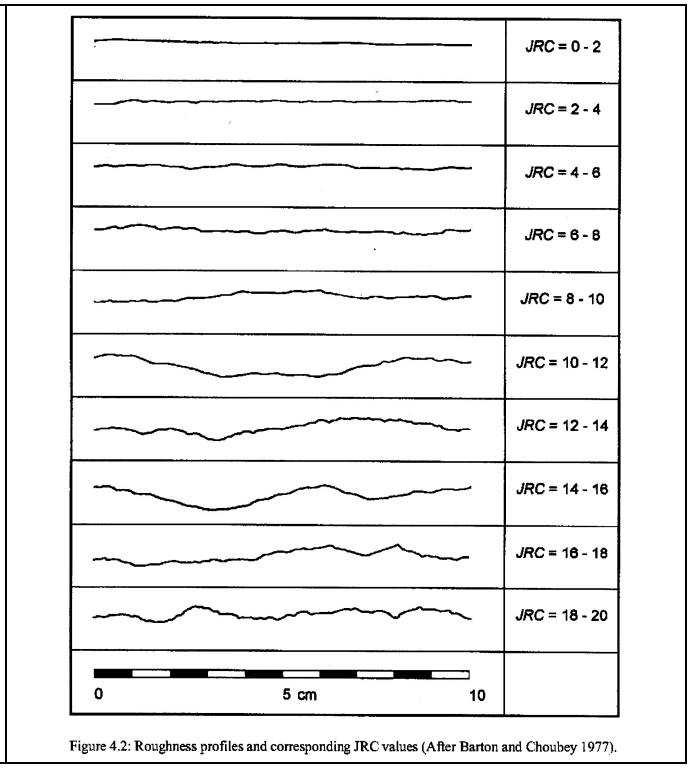


Figure 4.2: Roughness profiles and corresponding JRC values (After Barton and Choubey 1977).

● Valore interpolato

Immersione e inclinazione	153°/34°

Valori di rimbalzo misurati										Valore medio
27	28	22	25	33	22	34	32	25	20	31

n.b. La media si calcola scartando i 5 valori più bassi e mediando i rimanenti

Valore di JCS (Joint compressive strenght) stimato = 65 MPa (con valore di rimbalzo corretto)

RUGOSITA' DEI GIUNTI

Parallelo all'immersione		JRC = 10

Perpendicolare all'immersione		JRC = 10

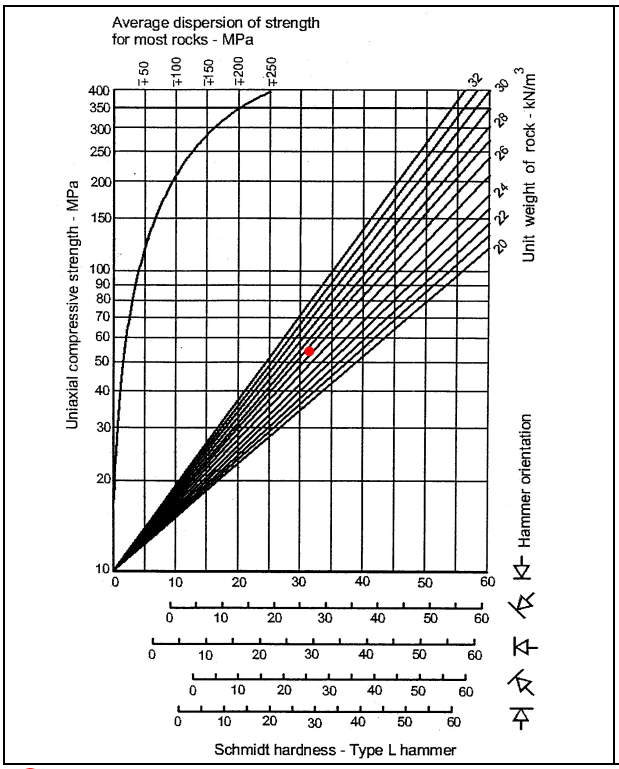
CARATTERISTICHE DEI GIUNTI

Apertura	Serrata
Riempimento	Assente
Acqua	Asciutto

LGL Laboratorio geotecnico ligure s.r.l.

Fen energia S.p.A.
Campo eolico
Mallare – Orco Feglino - Altare (SV)

SCHEDA CARATTERISTICHE FAMIGLIA DI DISCONTINUITA' – F1



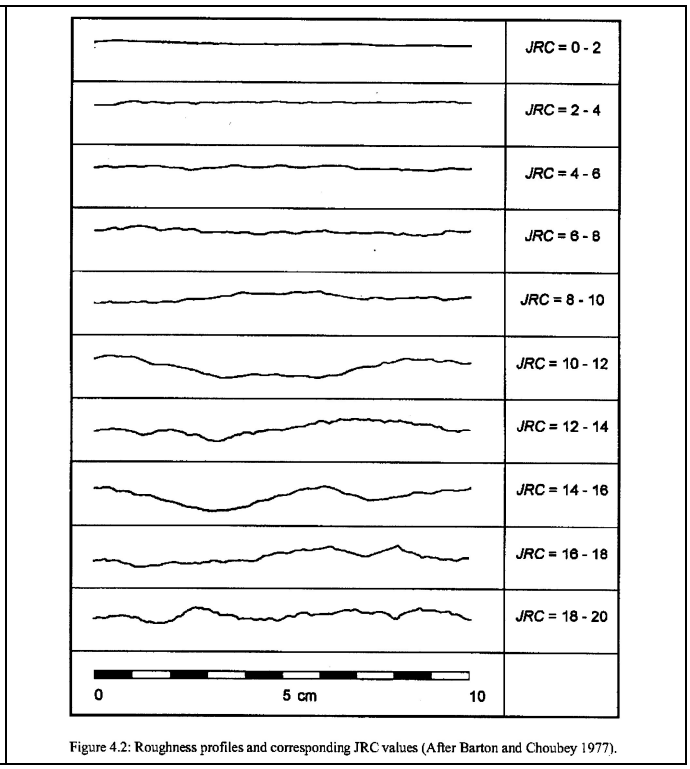


Figure 4.2: Roughness profiles and corresponding JRC values (After Barton and Choubey 1977).

● Valore interpolato

Immersione e inclinazione	68°/87°

Valori di rimbalzo misurati										Valore medio
27	16	22	18	28	17	32	30	18	24	28

n.b. La media si calcola scartando i 5 valori più bassi e mediando i rimanenti

Valore di JCS (Joint compressive strenght) stimato = 53 MPa (con valore di rimbalzo corretto)

RUGOSITA' DEI GIUNTI

Parallelo all'immersione		JRC = 10

Perpendicolare all'immersione		JRC = 8

CARATTERISTICHE DEI GIUNTI

Apertura	Da serrata a millimetrica.
Riempimento	Assente
Acqua	Asciutto

LGL Laboratorio geotecnico ligure s.r.l.

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA

laboratorio geotecnico ligure s.n.c.
di Filippi Ferrero Mirenghi & C.

Committente	Fen Energia	**Data**	luglio-08
Lavoro	Campo eolico	**Area di rilievo**	
Località	Mallare - Orco Feglino - Altare	**geomeccanico**	**1**

Q System (Barton et al., 1974; Grimstad e Barton, 1993)

Parametri

RQD [%]	**J_r** [-]	**J_w** [-]
50	10.0	0.7
J_n [-]	**J_a** [-]	**SRF** [-]
9.0	1.0	1.0

RQD : Rock Quality Designation
J_r : Joint Roughness Number
J_w : Joint Water Reduction Factor
J_n : Joint Set Number
J_a : Joint Alteration Number
SRF : Stress Reduction Factor

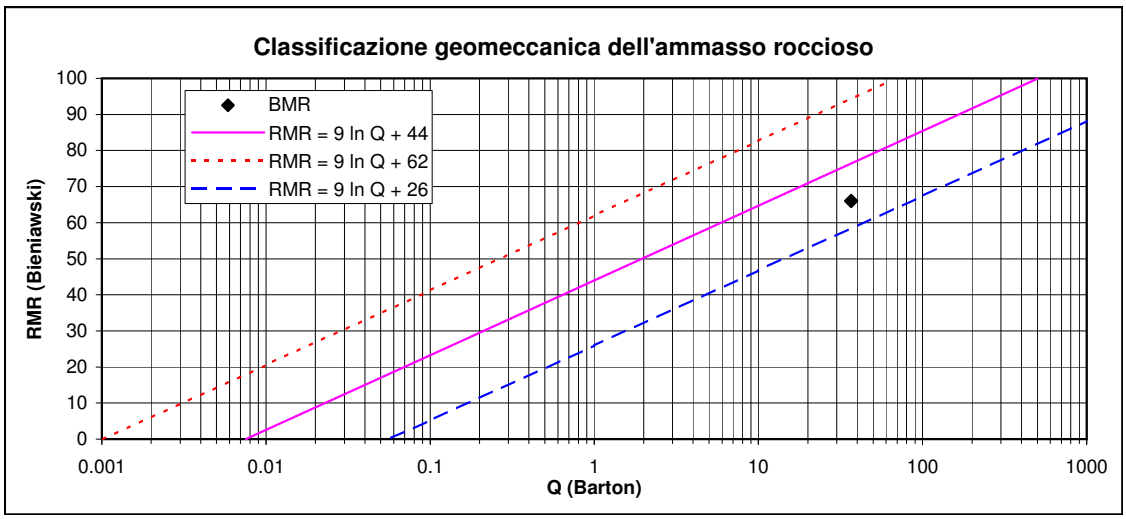
Q [-]	**qualita' dell'ammasso** [-]
36.7	**Buona**

RMR System - Geomechanics Classification (Bieniawski, 1973,1979 e 1989)

Resistenza a compressione monoassiale Co	[MPa]	53	7
Rock Quality Designation	[%]	>50	17
N° di famiglie di discontinuità	[-]	3	
Spaziatura delle discontinuità	[cm]	20-60	10
Condizioni delle discontinuità			
lunghezza	[m]	1-3	4
apertura	[mm]	0,1-1	4
rugosità	[-]	rugose	5
riempimento			
tipo	[-]	ossidazione	
spessore	[mm]	< 1 mm	4
alterazione	[-]	moderatam. alterate	5
Condizioni idriche	[-]	stillicidio	10

Basic Rock Mass Rating	**BMR**	**66**

BMR [-]	**classe** [-]	**qualita' dell'ammasso** [-]
66	**II**	**Buona**



PARAMETRI GEOMECCANICI

Parametri di resistenza: criterio di Hoek & Brown
(Priest & Brown, 1983)

Materiale roccia

Resistenza a compressione monoassiale	Co [MPa]	53
Parametro dell'inviluppo di rottura	mi [-]	10

Ammasso roccioso non disturbato

Resistenza a compressione monoassiale	Co [MPa]	7.58
Parametri dell'inviluppo di rottura	m [-]	2.87
	s [-]	0.0205

Ammasso roccioso disturbato e/o allentato

Resistenza a compressione monoassiale	Co [MPa]	2.87
Parametri dell'inviluppo di rottura	m [-]	0.82
	s [-]	0.002928

Parametri di resistenza: criterio di Coulomb
(Bieniawski, 1989)

Coesione	c [MPa]	0.33
Angolo di attrito	ϕ [°]	38

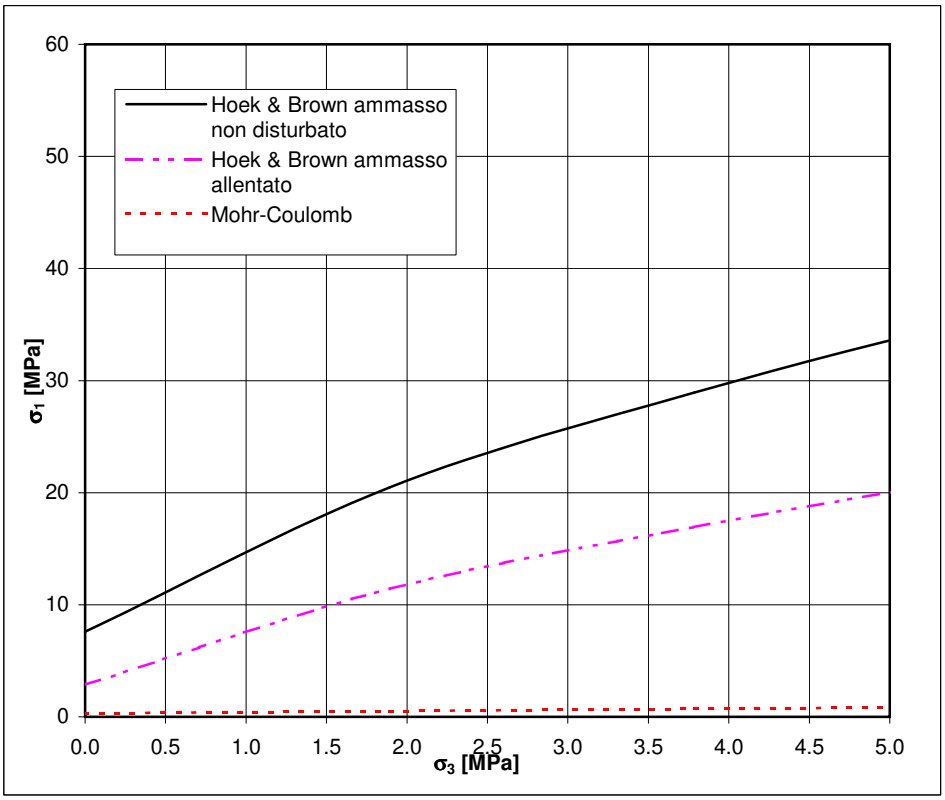
Parametri di deformabilita'
(Serafim & Pereira, 1983)

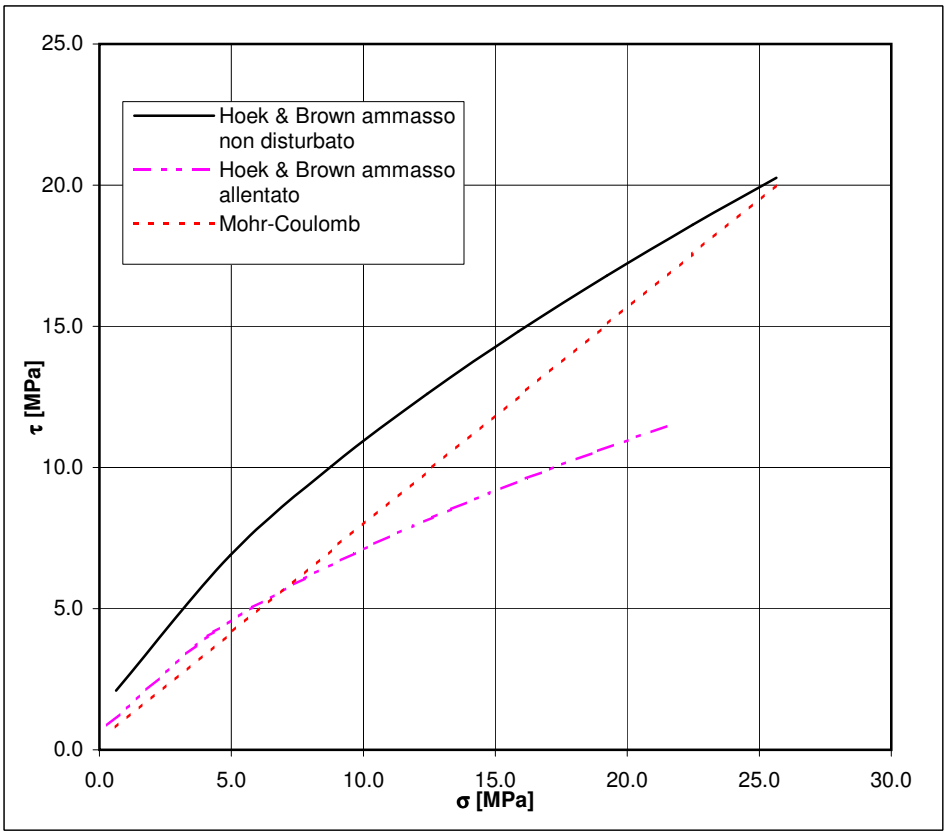
Modulo elastico	E [MPa]	17264

INVILUPPO DI ROTTURA

	Hoek & Brown		*Ammasso non disturbato*		*Ammasso allentato*		*Ammasso non disturbato*		*Ammasso allentato*	
σ_3 *[MPa]*	σ_1 *[MPa]*	σ_{1r} *[MPa]*	σ_n *[MPa]*	τ *[MPa]*	σ_n *[MPa]*	τ_r *[MPa]*	ϕ *[°]*	*c [MPa]*	ϕ *[°]*	*c [MPa]*
0.00	7.58	2.87	0.63	2.09	0.30	0.88	56	1.19	51	0.52
0.05	8.12	3.28	0.76	2.28	0.42	1.03	55	1.23	49	0.55
0.10	8.63	3.65	0.88	2.46	0.54	1.16	54	1.27	48	0.58
0.15	9.11	3.99	1.01	2.63	0.65	1.29	53	1.30	46	0.61
0.20	9.57	4.31	1.13	2.80	0.76	1.42	52	1.34	45	0.64
0.25	10.02	4.62	1.25	2.96	0.88	1.53	52	1.37	44	0.67
0.30	10.45	4.91	1.37	3.12	0.99	1.64	51	1.41	43	0.70
0.35	10.87	5.19	1.49	3.27	1.10	1.75	51	1.45	42	0.73
0.40	11.27	5.46	1.61	3.42	1.20	1.85	50	1.48	42	0.75
0.45	11.67	5.72	1.73	3.57	1.31	1.95	50	1.51	41	0.78
0.50	12.05	5.98	1.85	3.71	1.42	2.04	49	1.55	40	0.81
0.55	12.42	6.22	1.96	3.85	1.52	2.14	49	1.58	40	0.83
0.60	12.79	6.46	2.08	3.98	1.63	2.23	48	1.62	39	0.85
0.65	13.15	6.69	2.20	4.12	1.73	2.31	48	1.65	39	0.88
0.70	13.50	6.92	2.31	4.25	1.83	2.40	48	1.68	38	0.90
0.75	13.84	7.14	2.43	4.38	1.93	2.48	47	1.72	38	0.93
0.80	14.18	7.36	2.54	4.50	2.03	2.56	47	1.75	37	0.95
0.85	14.51	7.57	2.66	4.63	2.13	2.64	46	1.78	37	0.97
0.90	14.83	7.78	2.77	4.75	2.23	2.72	46	1.81	37	0.99
0.95	15.15	7.99	2.88	4.87	2.33	2.80	46	1.84	36	1.01
1.00	15.47	8.19	3.00	4.99	2.43	2.87	46	1.87	36	1.04
1.20	16.68	8.97	3.44	5.45	2.82	3.16	45	1.99	35	1.12
1.40	17.83	9.71	3.88	5.89	3.20	3.43	44	2.11	34	1.20
1.60	18.93	10.42	4.32	6.30	3.58	3.68	43	2.22	33	1.27
1.80	19.99	11.10	4.75	6.70	3.94	3.92	42	2.33	32	1.34
2.00	21.00	11.76	5.17	7.09	4.31	4.15	41	2.44	31	1.41
2.20	21.99	12.39	5.59	7.46	4.67	4.37	41	2.54	31	1.48
2.40	22.94	13.01	6.01	7.81	5.02	4.58	40	2.64	30	1.54
2.60	23.87	13.62	6.42	8.16	5.37	4.78	40	2.74	30	1.61
2.80	24.77	14.20	6.83	8.50	5.72	4.98	39	2.83	29	1.67
3.00	25.65	14.78	7.23	8.83	6.06	5.17	39	2.93	29	1.73
3.20	26.51	15.34	7.63	9.15	6.40	5.35	38	3.02	28	1.78
3.40	27.35	15.90	8.03	9.46	6.74	5.53	38	3.11	28	1.84
3.60	28.18	16.44	8.43	9.77	7.08	5.70	37	3.20	28	1.90
3.80	28.99	16.97	8.82	10.07	7.41	5.87	37	3.28	27	1.95
4.00	29.79	17.50	9.22	10.36	7.74	6.04	37	3.37	27	2.00
4.50	31.72	18.78	10.18	11.06	8.55	6.44	36	3.57	26	2.13
5.00	33.58	20.03	11.14	11.74	9.36	6.82	35	3.77	26	2.25
5.50	35.38	21.23	12.08	12.38	10.15	7.18	35	3.96	25	2.37
6.00	37.12	22.41	13.01	13.00	10.93	7.52	34	4.15	24	2.48
6.50	38.82	23.56	13.93	13.60	11.71	7.86	33	4.33	24	2.59
7.00	40.47	24.69	14.84	14.18	12.48	8.18	33	4.50	24	2.70

INVILUPPI DI ROTTURA DELL'AMMASSO ROCCIOSO





SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

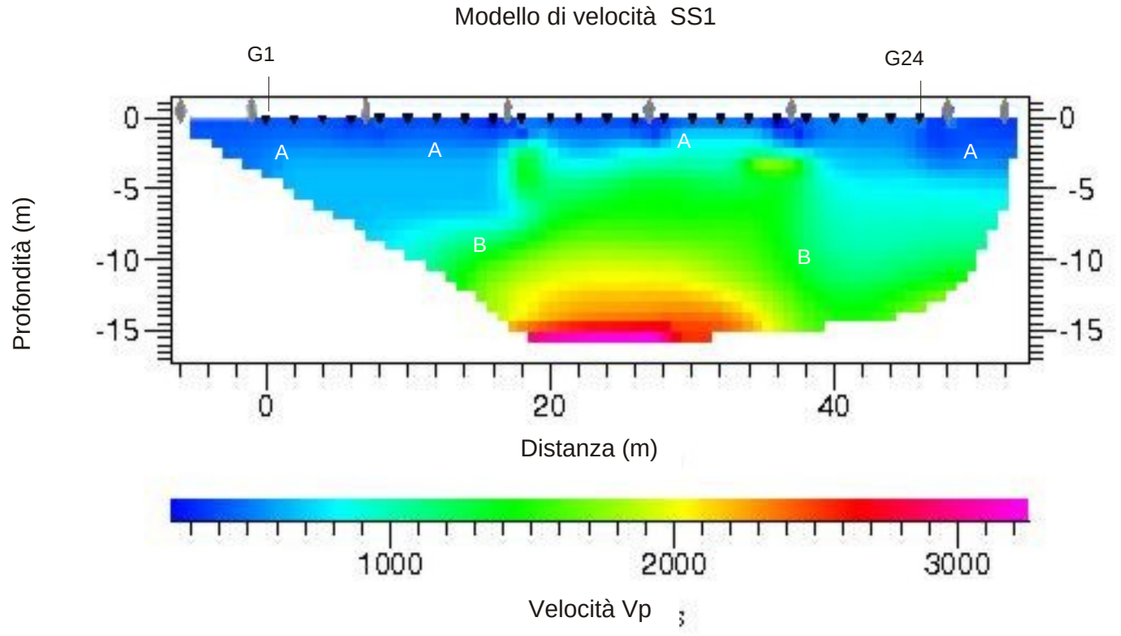
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

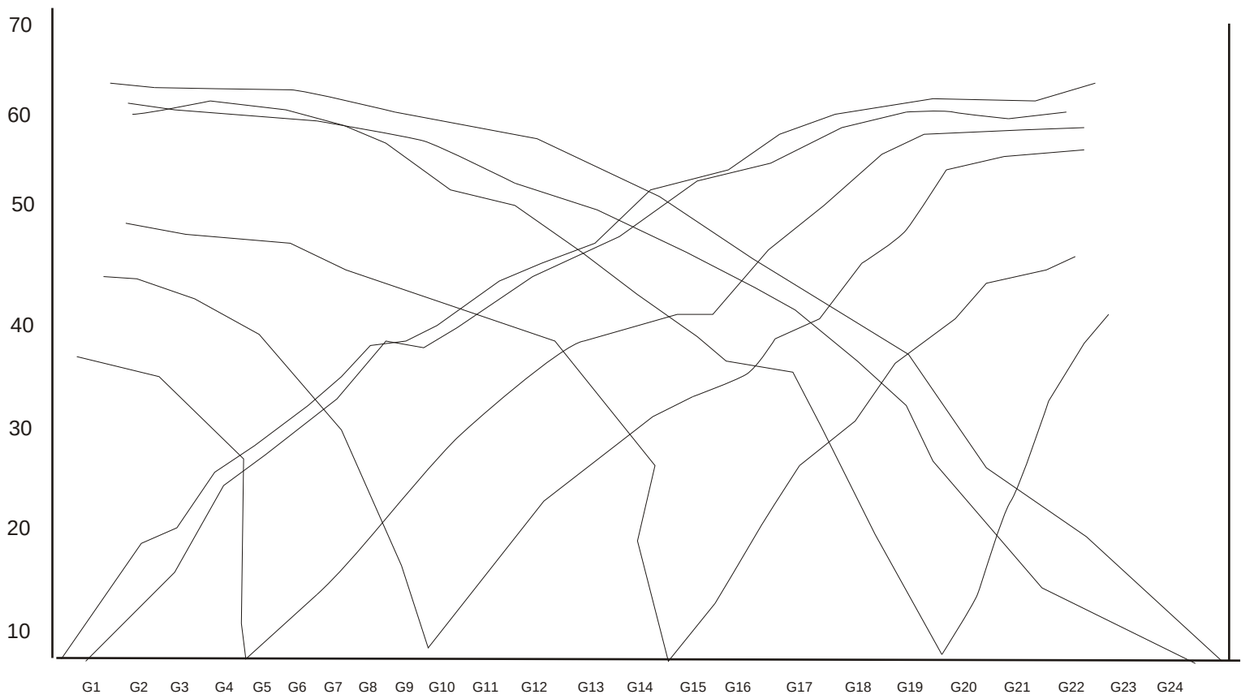
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione SS1 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

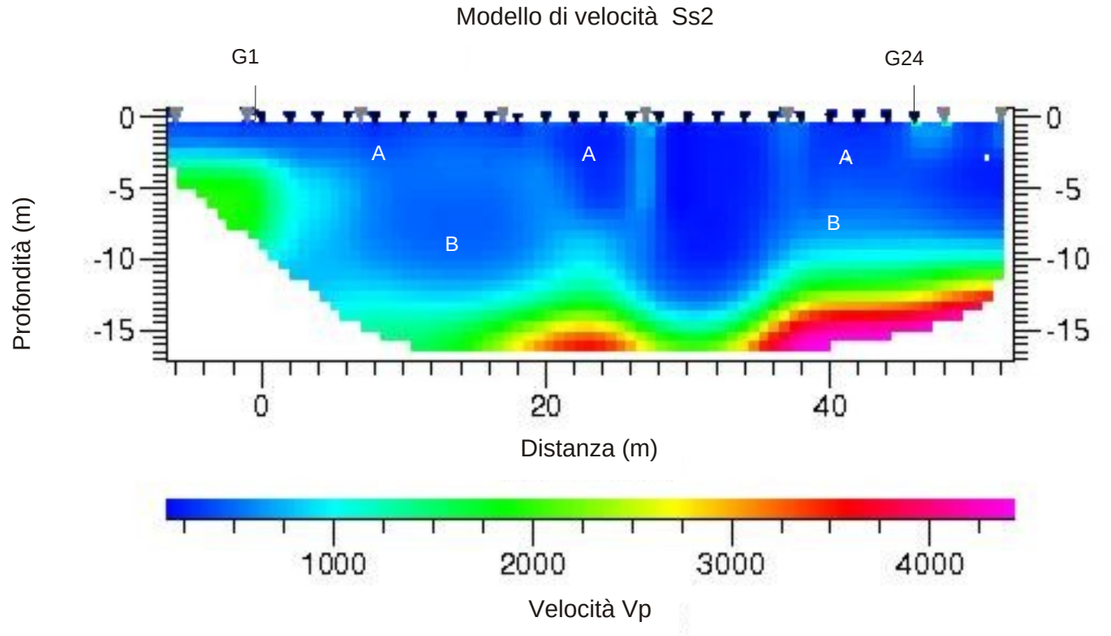
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

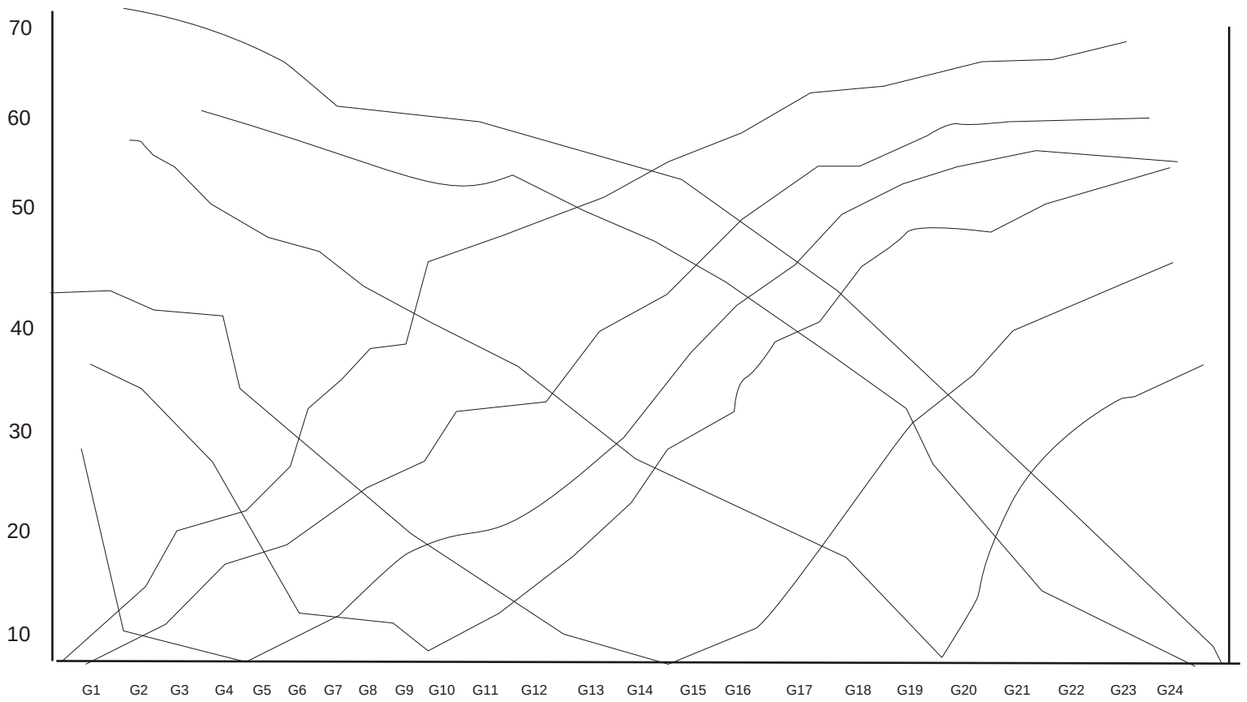
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss2 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

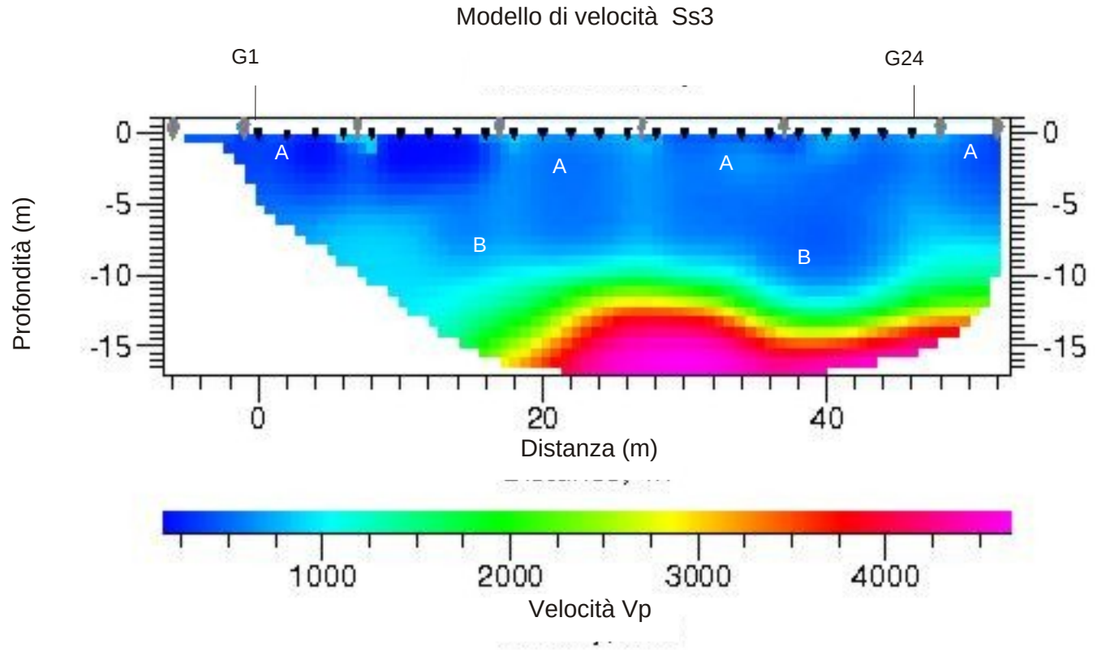
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

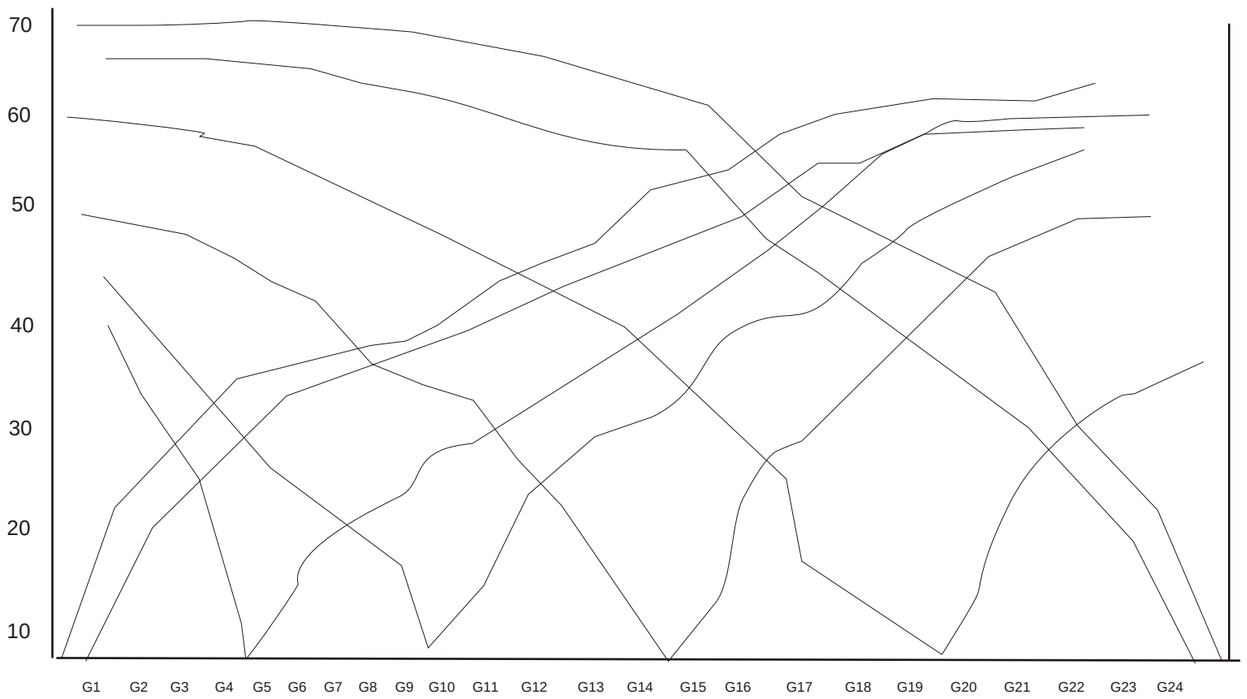
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss3 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

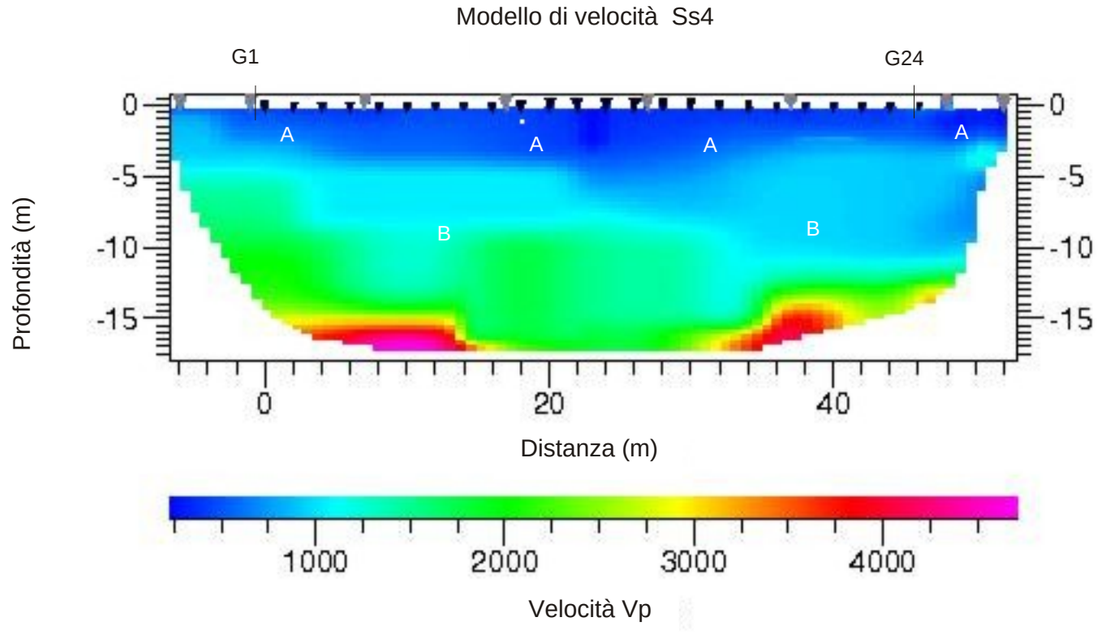
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

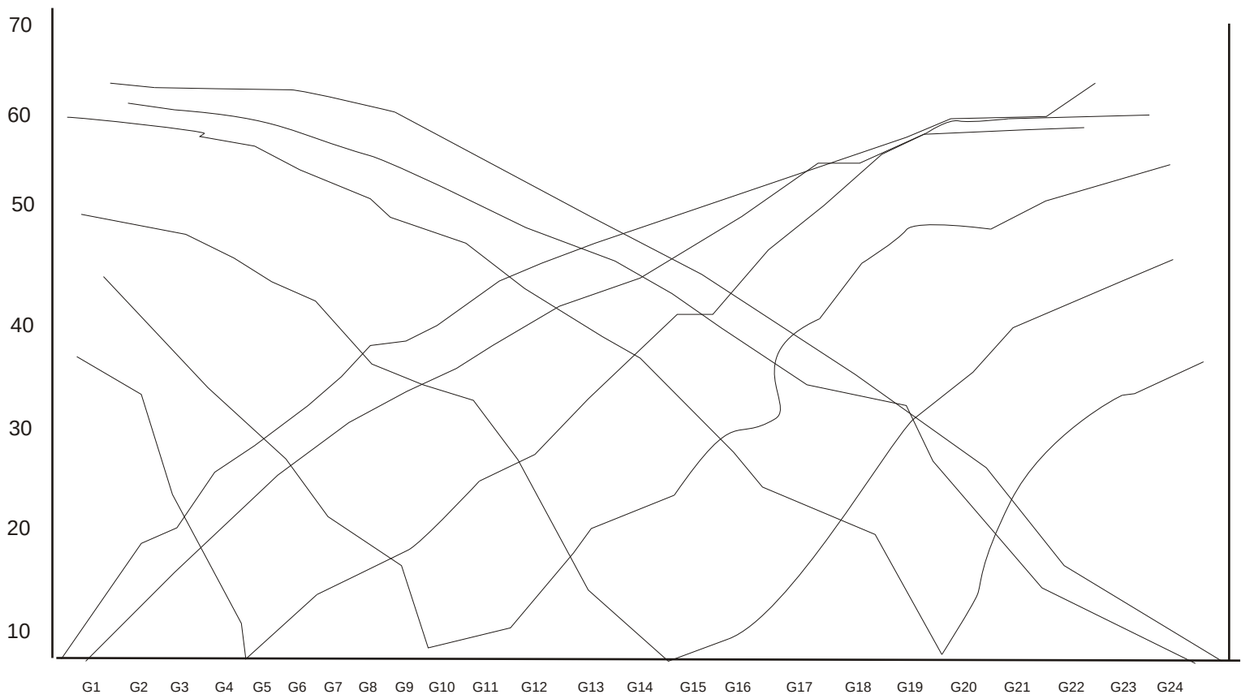
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss4 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

Legenda

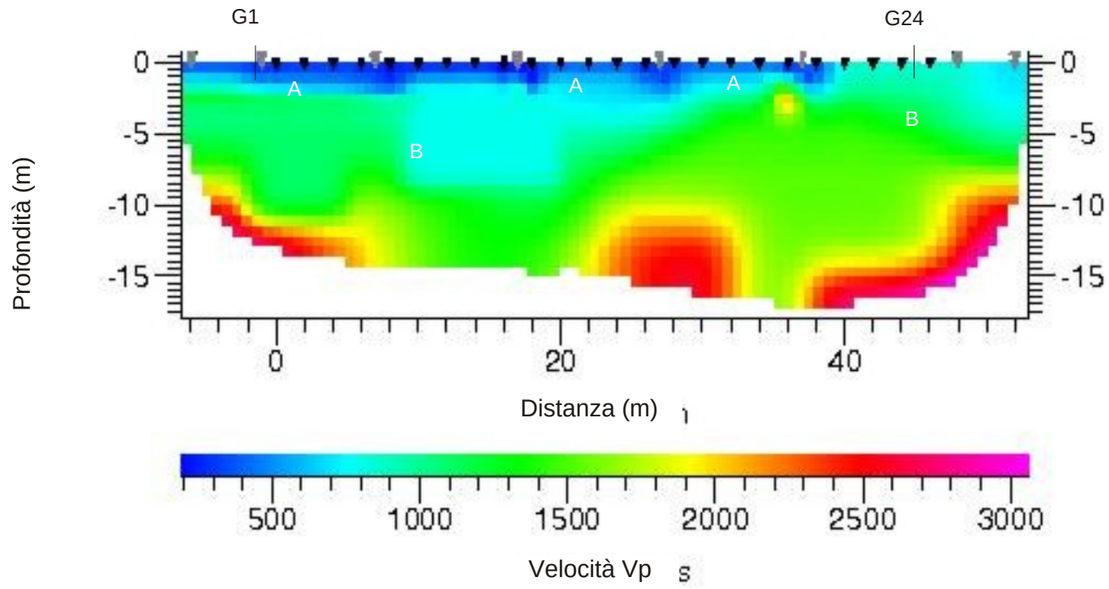
▼ Geofoni G1-G24

◆ Punti di energizzazione

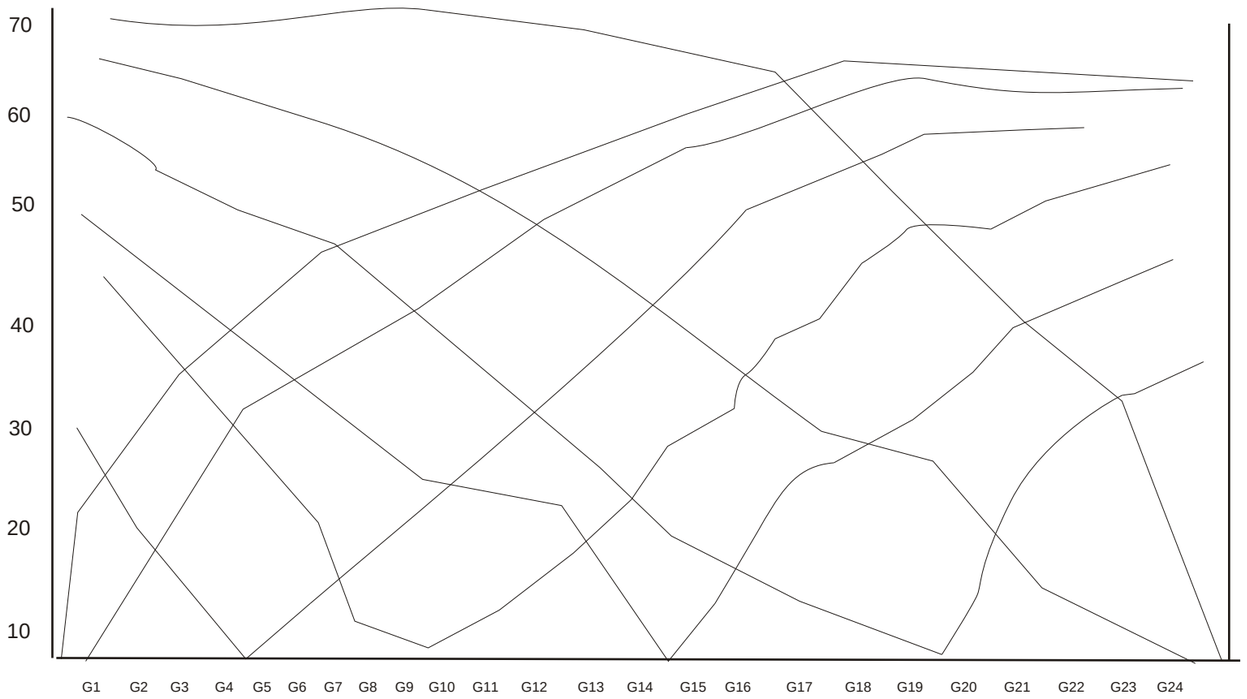
Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)

Modello di velocità Ss5



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss5 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

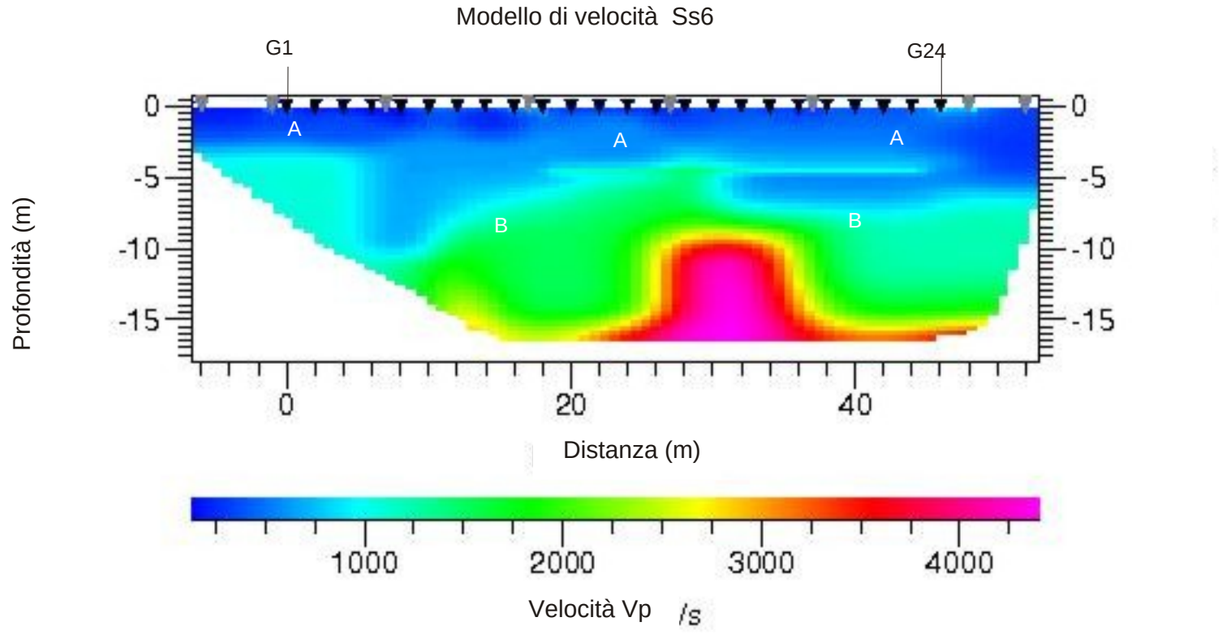
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

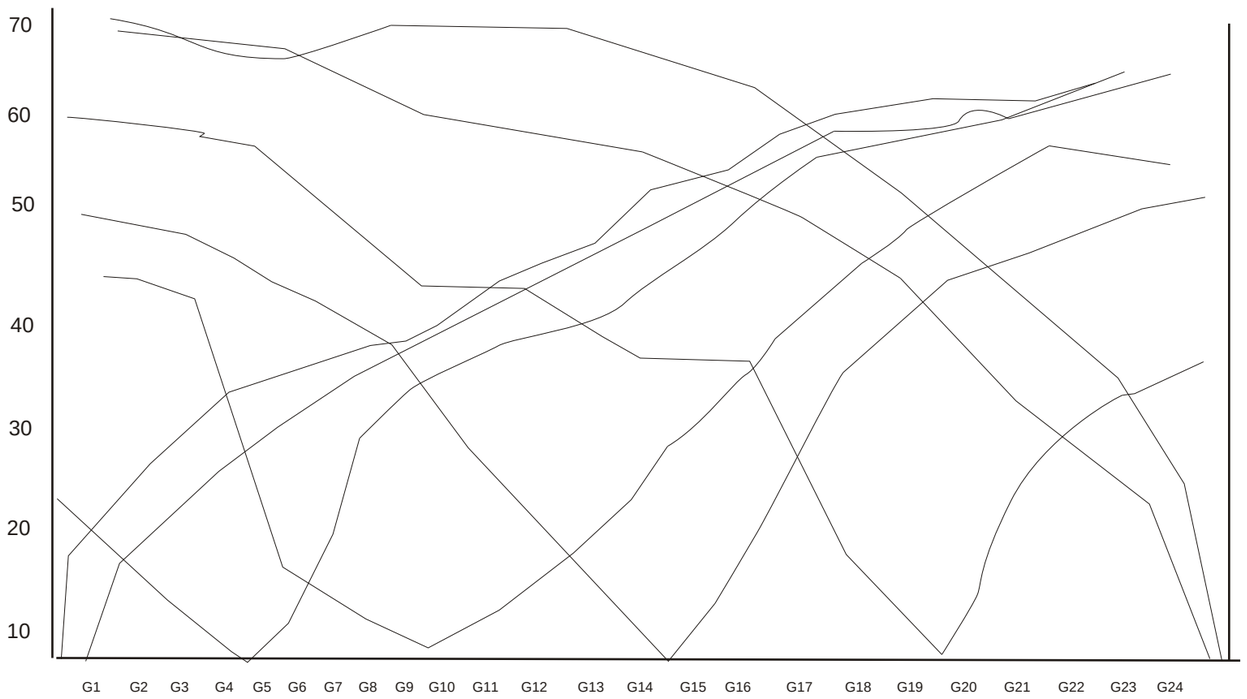
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss6 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

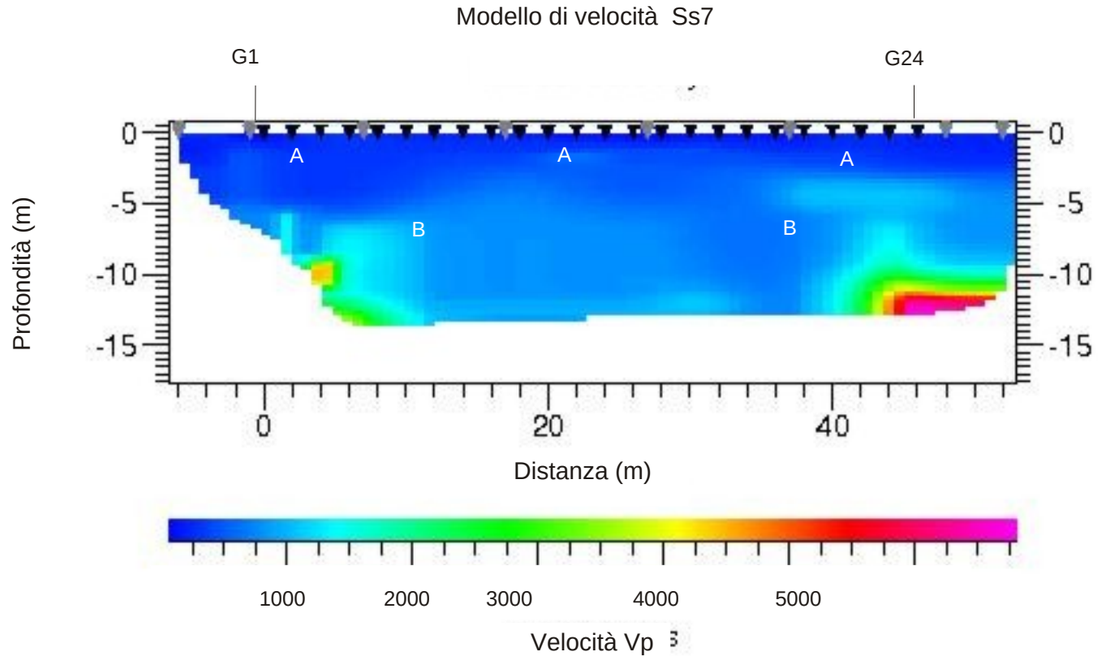
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

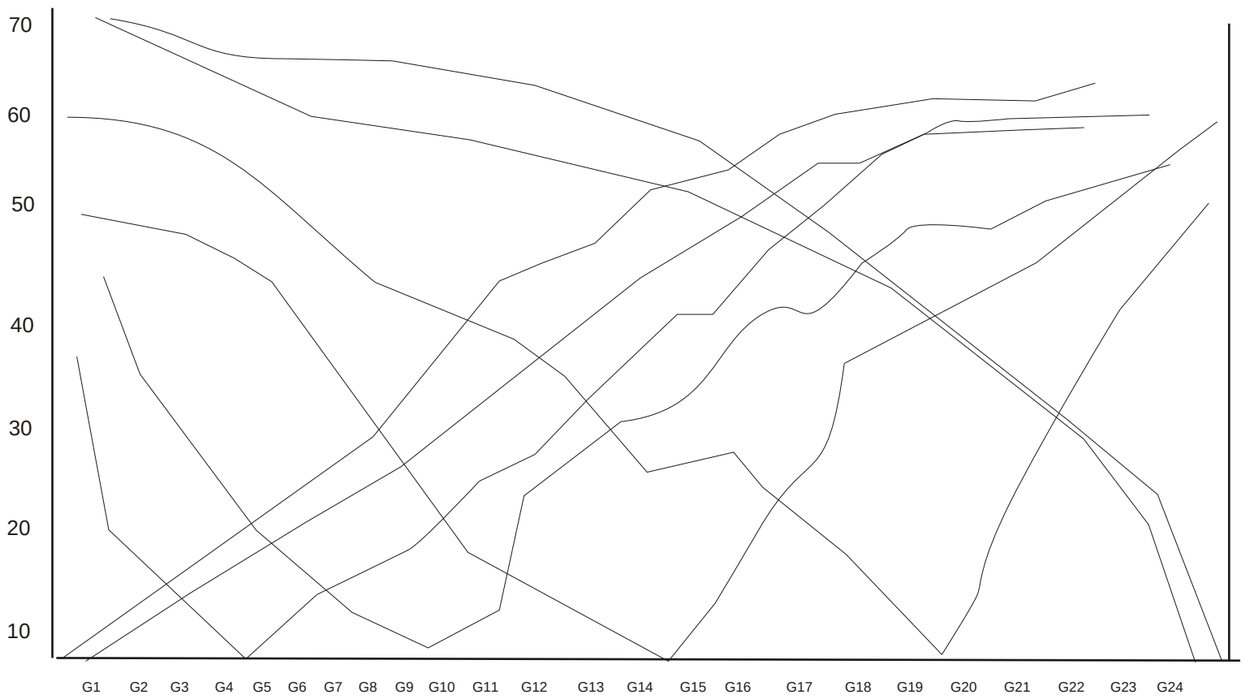
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss7 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA

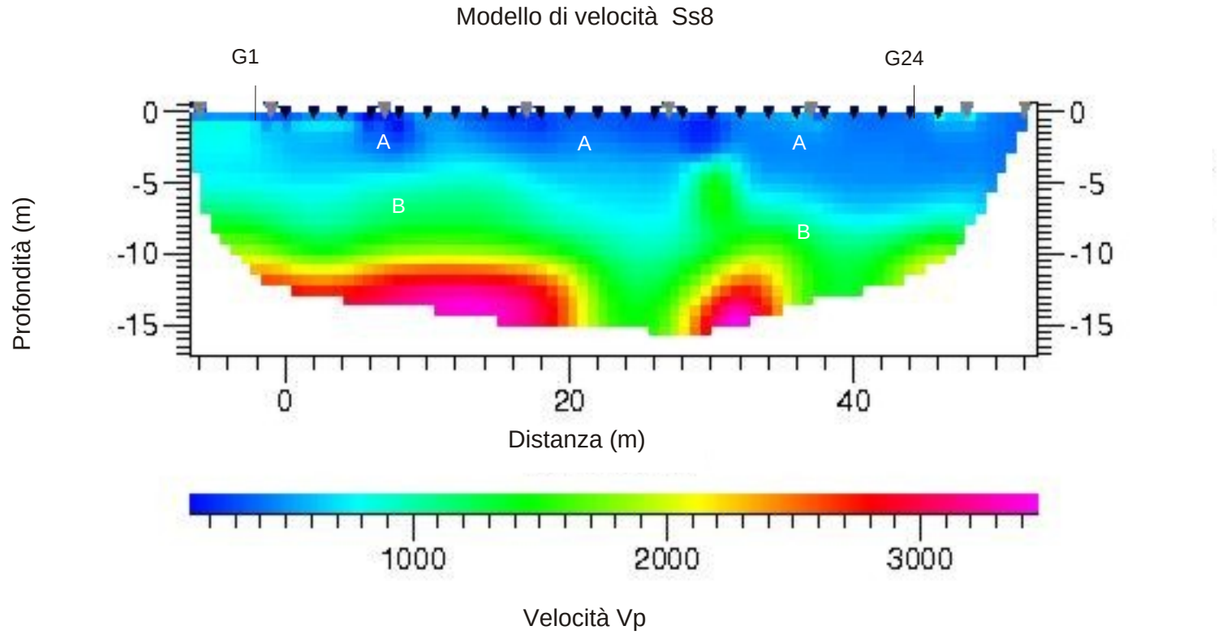
Legenda

▼ Geofoni G1-G24

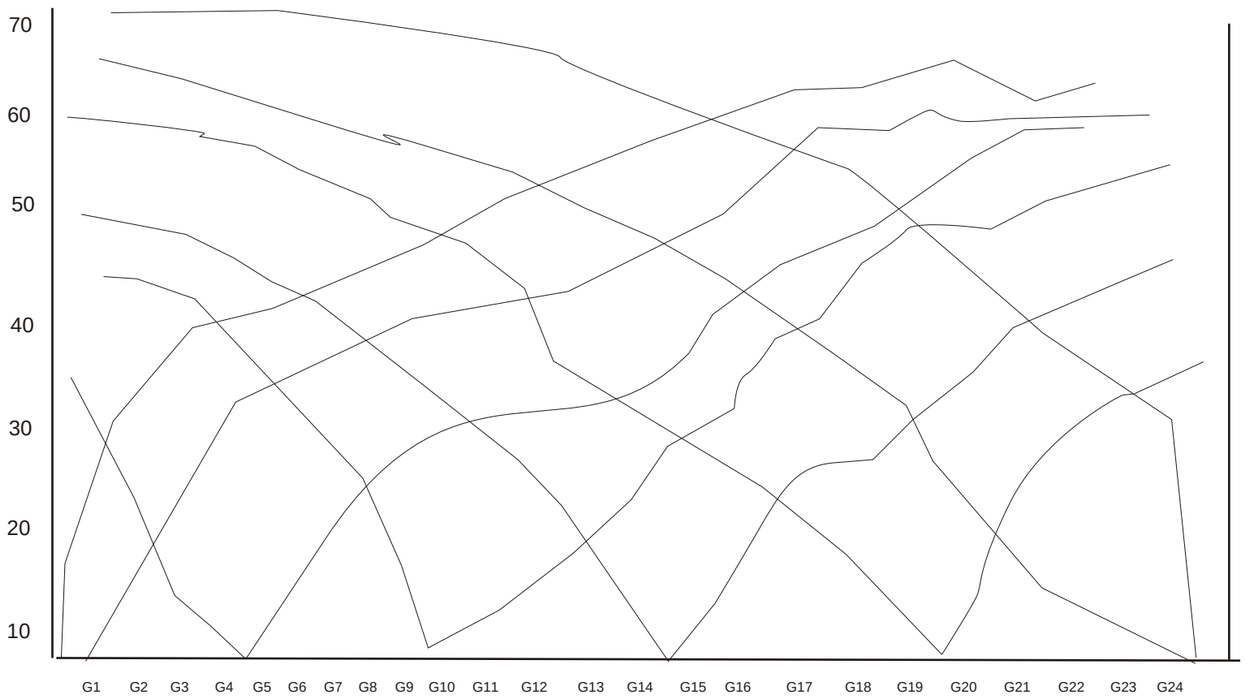
◆ Punti di energizzazione

Livello A :coltre eluviale passante in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (Vp< 800 m/s)

Livello B : cappellaccio di alterazione del substrato roccioso passante in profondità alla roccia sana (Vp comprese tra 800 e 2200 m/s fino a Vp>3000 m/s)



Dromocrone



Committente:FEN ENERGIA

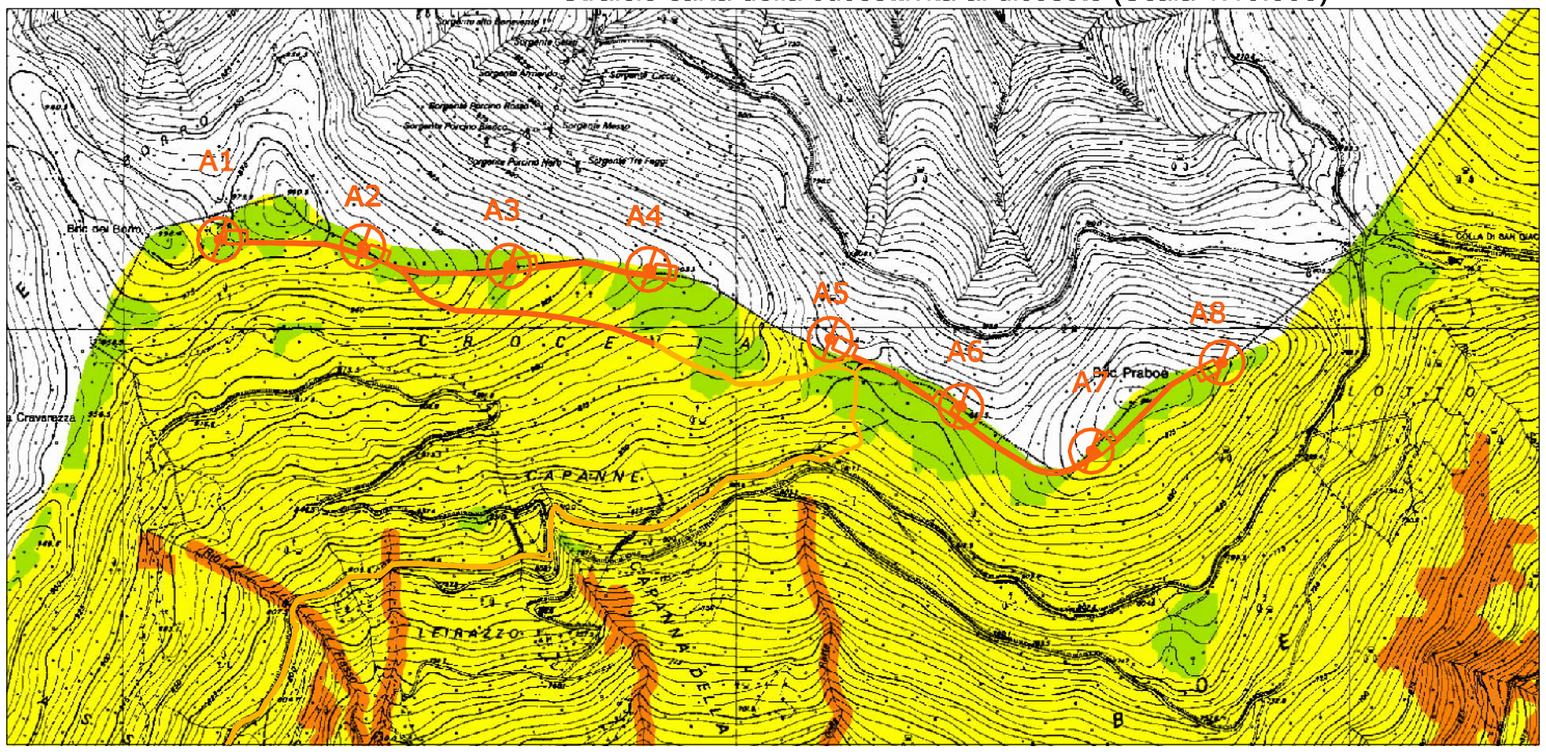
Lavoro:Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica. 8 aereogeneratori-Comuni di Mallare (SV), Orco Fegliono (SV), Altare (SV).

Oggetto: elaborati tomografia sismica a rifrazione Ss8 - dromocrone e sezione sismostratigrafica

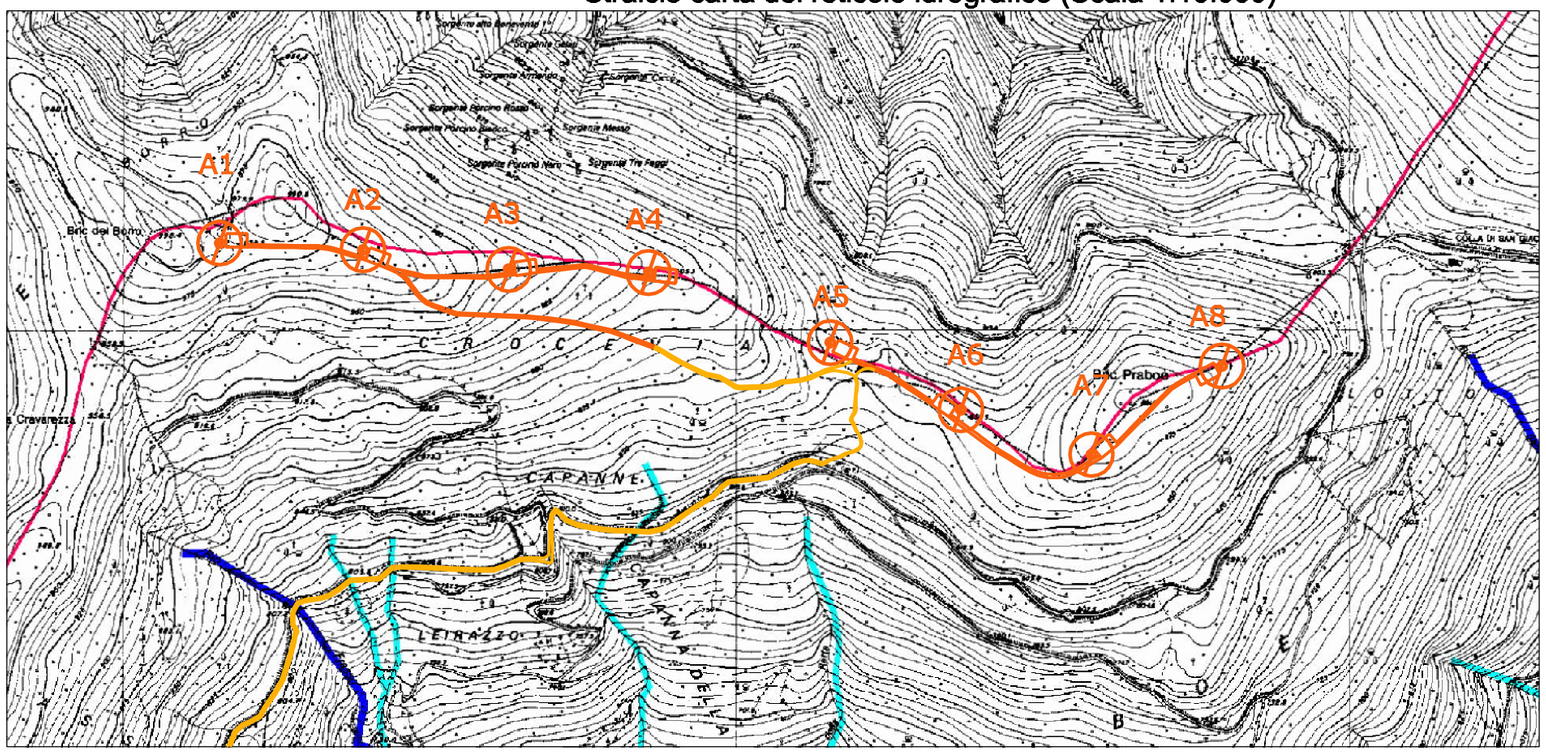
Dott. Geol. Luana Isella
Dottorato di ricerca in Geofisica
P.zza S. Francesco 5/9
17011 Albisola Superiore (SV)
cell. 3394744326 email: luana.isella@email.it
Part.I.V.A. 01350550099-Cod. Fisc. SLLLNU76E49E632G

Data: Luglio 2008
Commessa : 09/08
Scale varie

Stralcio carta della suscettività al dissesto (Scala 1:10.000)



Stralcio carta del reticolo idrografico (Scala 1:10.000)



LGL Laboratorio Geologico Ligure s.n.c.