Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative
GENERAZIONE POSSIBILE

Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative S.r.l.
Piazza Cavour, 7 - 20121 Milano
T: +39 02 62690471 F: +39 02 32066804
info@ferasrl.it; www.ferasrl.it
P.IVA 13393960151

Azienda con sistema di gestione qualità certificato UNI EN ISO 9001:2008 certificati n. 501008849 e 501008850



Regione **Liguria**
Comune di **Cairo Montenotte (SV)**
Proponente **F.E.R.A. S.r.l.**

Parco eolico "Cascinassa"

Progetto Definitivo

1.4 Relazione Geologica e Geotecnica

Progettisti:

Dott. Geol. Gabriele Civardi

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
24.10.2018	B	Aggiornamento elaborato	G. Civerdi	P. Papucci	F. Bertuccio
20.06.2017	A	Prima emissione	G. Civardi	P. Papucci	F. Bertuccio

Comm. 61 Elaborato: CSN-1.4-B_Relazione Geologica e Geotecnica

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

DOTT. GEOL. GABRIELE CIVARDI
Geologia – Idrogeologia – Geofisica
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

Provincia di Savona

Oggetto:
Realizzazione impianto eolico in Loc. Cascinassa all'interno del territorio comunale di Cairo Montenotte.

Contenuto:
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - REV1

Committente:
F. E. R. A. Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative S.r.l.



Data
Genova, Ottobre 2018

N° lavoro
188/G

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Corso Perrone 15 16152 – GENOVA
CELL 3491720806 – PI 01488490994 - E-Mail gabriele.civardi@gmail.com

INDICE

1 – PREMESSA *1*

2 – ESAME DEL PROGETTO *2*

3 - INQUADRAMENTO IDRO - GEO - MORFOLOGICO *4*

3.1 – Geologia **4**

3.2 – Geomorfologia **4**

3.3 – Idrogeologia **5**

4 – RILEVAMENTO GEOLOGICO *6*

5 - PROVE IN SITO *12*

5.1 – Campagna di indagini geofisiche svolte **12**

6 - NOTE GEOTECNICHE *15*

6.1 - Coltre **15**

6.2 – Substrato roccioso **15**

6.3 – Dati geotecnici di sintesi **16**
6.3.1 - Coltre 16
6.3.2 – Cappellaccio di alterazione 16
6.3.3 – Substrato roccioso (conglomerati) 16

7 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO *17*

7.1 – Classificazione sismica regionale **17**

8 – STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO *18*

9 - INDICAZIONI OPERATIVE *18*

9.1 – Scavi **19**

9.2 – Riempimenti **20**

10 – ASPETTI AMMINISTRATIVI *20*

10.1 – Vincolo idrogeologico **20**

10.2 – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) **20**

11 – CONCLUSIONI *21*

ALLEGATI

- ✓ **TAVOLA A: Carta geologica in scala 1:5000**
- ✓ **TAVOLA B: Delimitazione delle aree in dissesto del PAI**
- ✓ **TAVOLA C: Carta degli affioramenti in cala 1:1000**
- ✓ **TAVOLA D: Sezioni geologiche interpretative in scala 1:200**
- ✓ **Tabulati prove sismiche**
- ✓ **Valutazione stabilità dei fronti di scavo**

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Corso Perrone 15 16152 – GENOVA
CELL 3491720806 – PI 01488490994 - E-Mail gabriele.civardi@gmail.com

1 – PREMESSA

Con riferimento al progetto di realizzazione di un impianto eolico in Comune di Cairo Montenotte, lo scrivente tecnico è stato incaricato dalla società F.E.R.A. S.r.l. di eseguire le opportune indagini geognostiche, al fine di evidenziare eventuali problematiche di ordine geologico in senso lato.

Lo studio si prefigge quindi di evidenziare i principali parametri geotecnici del terreno nonché le possibili problematiche derivanti dalle sue caratteristiche stratigrafiche, con riferimento sia alle fasi di sbancamento sia alle varie fasi costruttive, fornendo i suggerimenti necessari per effettuare le scelte tecniche operative più idonee.

Le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in oggetto e di un suo intorno significativo sono state evidenziate attraverso osservazioni di campagna, sulla base della cartografia tecnica regionale e ancora attraverso la comparazione con situazioni note in zone limitrofe.

Per quanto riguarda la definizione della stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento è stato ritenuto necessario effettuare una campagna di indagini geofisiche, tramite l'esecuzione di una serie di stese di sismica.

Le informazioni riportate nella carta geologica di sintesi sono tratte da osservazioni dirette, dalla cartografia tematica allegata al PRG del Comune di Cairo Montenotte ed al Piano di Bacino.

La seguente relazione sarà quindi così articolata:

- Esame del progetto;
- Inquadramento idro-geomorfologico;
- Risultati rilevamento geologico;
- Caratterizzazione dei parametri geotecnici del terreno;

- Caratterizzazione sismica del terreno di fondazione;
- Valutazione della stabilità dei fronti di scavo;
- Indicazioni sulle modalità di esecuzione dell'opera in base ai risultati ottenuti dai punti precedenti;
- Aspetti amministrativi che riguardano l'area di intervento.

2 – ESAME DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un parco eolico tramite la costruzione di cinque torri eoliche con annessa una cabina elettrica d'impianto e la sottostazione. Il nuovo impianto prevede la messa in opera di aerogeneratori tripala di potenza nominale pari a 4000 KW.

Quattro delle cinque torri presenteranno un'altezza pari a circa 99 m: la sola torre AG1 presenterà un'altezza pari a 135 m.

La fondazione delle torri eoliche sarà di forma circolare ed avrà un diametro di circa 20 m.

Il parco eolico sarà collegato alla rete elettrica nazionale di trasporto tramite una cabina di consegna dell'energia elettrica ed una sottostazione, per la trasformazione dell'energia prodotta e la sua immissione in rete. La linea elettrica sarà completamente interrata.

L'energia elettrica in bassa tensione necessaria alle operazioni di manutenzione del parco è fornita attraverso le strutture del parco prelevandola dal trasformatore per i servizi ausiliari.

Per quanto riguarda la via di accesso alle torri verranno realizzati alcuni nuovi tratti di strada di servizio interno al parco eolico. Inoltre sono previsti dei ridotti interventi di allargamento e sistemazione della strada esistente per permettere il trasporto e montaggio delle torri.

L'intervento prevede sbancamenti per un totale pari a circa 15000 m^3 da effettuarsi in parte in coltre ed in parte in roccia. Per la piazzola gli

sbancamenti saranno caratterizzati da una forma in pianta pressoché circolare. Gli scavi avranno un fronte massimo di altezza pari a circa 6 m.
Per quanto riguarda il cavidotto interrato, è previsto un percorso di lunghezza pari a circa 14.15 Km, caratterizzato da uno scavo di profondità media pari a 1,5 m e larghezza di circa 1 m.
Relativamene alla sottostazione, ne verrà utilizzata una esistente sita in Loc. Bragno: le uniche opere previste sono di adeguamento dei componenti elettrici.
Le terre e rocce derivanti dagli scavi verranno completamente riutilizzate in loco per l'esecuzione dei riporti previsti dal progetto e che riguardano la realizzazione delle piazzole delle torri eoliche, il rinterro delle fondazioni e l'adeguamento della strada di accesso.
In ottemperanza di quanto previsto dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n° 152, "Norme in materia ambientale, corretto ed integrato dal D. Lgs. 16 gennaio 2008, n° 4 e della Delibera Regionale del 18 luglio 2008, n° 859 "Criteri per la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo", sarà cura della società committente predisporre la documentazione richiesta per il riutilizzo dei materiali di risulta in sito, prima dell'inizio dei lavori.

3 - INQUADRAMENTO IDRO - GEO - MORFOLOGICO

3.1 – Geologia

La serie stratigrafica che caratterizza il settore geografico oggetto di studio presenta un substrato Oligocenico costituito dalla Formazione di Molare.

Questa è formata da un conglomerato poligenico costituito da elementi per lo più arrotondati od a spigoli smussati di diametro molto vario ma non superiore a 10 cm anche se, talora, compaiono livelli con elementi di diametro superiore al metro.

Sono presenti arenarie grossolane e sabbie grigiastre, grigio – brune o rossiccie spesso a matrice marnosa, frequenti soprattutto nella parte superiore della formazione e, localmente si intercalano nella parte inferiore calcari dolomitici di scogliera.

Le Marne sabbiose grigio – verdastre formano giunti sottili intercalati non di frequente ai banchi conglomeratici ed arenacei.

I conglomerati o non sono stratificati o costituiscono banchi massicci quasi sempre lenticolari, talvolta gradati.

La Formazione di Molare ha una potenza variabile in relazione alle irregolarità del substrato ed è stratigraficamente sottostante alla Formazione di Ronchetta con la quale è in parziale eteropia.

I sopraluoghi effettuati hanno permesso di osservare che il substrato roccioso così definito risulta ricoperto da una coltre di natura detritico-colluviale di spessore massimo di circa due metri, classificabile geotecnicamente come una ghiaia sabbiosa con scarsa frazione fine.

3.2 – Geomorfologia

Gli aerogeneratori verranno realizzati lungo una linea di crinale che da Loc. Cascinassa giunge sino a Bric di Fraciata passando per Rocca Ersa.

Le zone nei pressi dei rilievi appaiono sub pianeggianti, mentre i versanti sono caratterizzati da notevoli pendenze. Il versante verso sud è caratterizzato da una acclività media del 25%, mentre quello nord presenta una acclività del 35 %. Il settore non appare urbanizzato.
Le acque superficiali vengono regimate dai numerosi impluvi naturali, che trovano origine lungo i pendii.
La notevole pendenza dei versanti, unitamente alla presenza di numerosi rii naturali ha permesso di modellare i versanti, dando origine ad una morfologia marcata da erosioni torrentizie ad andamento all'incirca rettilineo ed a breve sviluppo lineare. Le pendenze delle varie aste torrentizie risultano molto acclivi con scarso deflusso a carattere stagionale.
L'area della sottostazione si trova in Loc. Bragno: il settore appare sub - pianeggiante. Non si individuano indicatori cinematici che indichino fenomeni di dissesto potenziali o in atto.

3.3 – Idrogeologia

L'area del parco è caratterizzata dalla presenza di numerosi Rii, le cui sorgenti si individuano lungo i versanti del crinale oggetto di studio.
Lungo il versante sud la regimazione delle acque superficiali è regolata da numerosi impluvi, che vengono convogliati verso il Rio Montenotte. Mentre lungo il versante nord, le acque vengono convogliate verso il Rio Burburot.
Per quanto riguarda i fattori che condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo va detto che questi sono essenzialmente legati alle caratteristiche idrogeologiche 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 la coltre detritica (costituita da depositi detritico-colluviali perlopiù grossolani) ed il substrato roccioso. Infatti, mentre la coltre è da considerarsi sostanzialmente permeabile per porosità, i conglomerati sono

pressoché impermeabili o moderatamente permeabili per porosità fessurazione, in relazione al grado di fratturazione della roccia. Dall'osservazione della Carta Idrogeologica si è potuto verificare che i Conglomerati vengono classificati con un grado di permeabilità alto, mentre le coltri presentano un grado di permeabilità da medio a basso.

4 – RILEVAMENTO GEOLOGICO

Si è svolto un rilevamento geologico focalizzando l'attenzione alle aree in cui si realizzeranno gli aerogeneratori in modo da identificare e cartografare gli affioramenti rocciosi presenti. In tutte le aree in cui sorgeranno le torri eoliche si è individuata la presenza di affioramenti rocciosi più o meno estesi a supporto dei risultati delle prove sismiche svolte in precedenza, che collocavano il substrato roccioso alla profondità massima di 2 m (torre eolica Ag5). Di seguito si indica una scheda che per ogni sito riporta la documentazione fotografica e le caratteristiche degli affioramenti rinvenuti.
Si allegano le cartografie degli affioramenti in scala 1:1000 in cui è riportato il tracciato delle stese sismiche svolte.

Torre Ag1



Foto 1: Affioramento di conglomerati rinvenuto nei pressi di Ag1.

Denominazione affioramento	A.1.1
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 0.50 m Altezza: 0.70 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	Il substrato affiorante appare fortemente degradato dagli agenti atmosferici.

Denominazione affioramento	A.1.2
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 1 m Altezza: 0.5 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La

	matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	Il cemento dei conglomerati appare fortemente degradato dagli agenti atmosferici.

Denominazione affioramento	A.1.3
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 0.9 m Altezza: 1.2 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	Il cemento dei conglomerati appare fortemente degradato dagli agenti atmosferici.

Torre Ag2



Foto 2: Affioramento di conglomerati rinvenuto nei pressi di Ag2.

Denominazione affioramento	A.2.1
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 2 m Altezza: 0.5 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	La roccia appare fortemente degradata dagli agenti atmosferici.

Torre Ag3



Foto 3: Affioramento di conglomerati rinvenuto nei pressi di Ag3.

Denominazione affioramento	A.3.1
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 15 m Altezza: 3 m

Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	La roccia appare fortemente degradata dagli agenti atmosferici.

Torre Ag4



Foto 4: Affioramento di conglomerati rinvenuto nei pressi di Ag4.

Denominazione affioramento	A.4.1
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 0.5 m Altezza: 0.4 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	La roccia appare fortemente degradata dagli

	agenti atmosferici.

Torre Ag5



Foto 5: Affioramento di conglomerati rinvenuto nei pressi di Ag5.

Denominazione affioramento	A.5.1
Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 4 m Altezza: 1.5 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	La roccia appare fortemente degradata dagli agenti atmosferici.

Denominazione affioramento	A.5.2

Dimensione affioramento	Lunghezza lineare: 3 m Altezza: 1 m
Litologia	Conglomerato da fine a grossolanno. La matrice appare arenaceo - sabbioso.
Stato di conservazione	La roccia appare fortemente degradata dagli agenti atmosferici.

5 - PROVE IN SITO

Tenendo conto delle conoscenze geologiche in possesso dello scrivente e della bibliografia esistente riferita all'area esaminata è stato ritenuto sufficiente effettuare cinque stese di sismica: una per ogni torre eolica.

E' prevista, in fase esecutiva, l'esecuzione di alcune indagini di dettaglio (sondaggi), che verranno concordate con i progettisti e la società che realizzerà l'intervento.

Lo scopo delle prove era quello di definire la stratigrafia dell'area interessata dall'intervento e il V_{s30} così come previsto dalla normativa vigente.

5.1 – Campagna di indagini geofisiche svolte

Sono state realizzate cinque stese di sismica utilizzando il Tromino, tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico, ma utilizzabile anche per la realizzazione di stese di sismica attiva.

Lo strumento (10 x 7 x 14 cm per 1,1 kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V.

Le indagini svolte hanno permesso di realizzare analisi del terreno tipo MASW e tipo H/V.

I dati misurati dal Tromino, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 512 Hz per la MASW, mentre a 128 Hz per la H/V.
Le prove MASW hanno previsto l'esecuzione di stese di lunghezza pari a 25 metri e lo svolgimento di 8 tiri, con spaziatura di 3 m in modo da ottenere la migliore copertura possibile dell'area in oggetto.

La scelta del sito:

L'ubicazione delle prove è stata stabilita in base alle esigenze progettuali e ai limiti imposti dalle caratteristiche del sito in oggetto.
In particolare le stese sono state svolte in modo tale che passassero attraverso il centro della fondazione di ogni aerogeneratore, in modo da definire la stratigrafia del versante e che si potessero dimensionare le opere previste dall'intervento a progetto.
La lunghezza delle stese e quindi la profondità di investigazione è stata scelta in base alle osservazioni dirette, che hanno permesso raggiungere la roccia sana, in modo da caratterizzare coltre e substrato.

I risultati:

L'elaborazione dei dati acquisiti dalle prove hanno permesso di ricavare la stratigrafia, lo spessore degli strati individuati e la velocità delle onde S, attraverso ogni singolo strato del terreno. Il dettaglio dei risultati viene riportato in allegato.
Considerando che generalmente la prova di tipo MASW fornisce buoni risultati per i primi strati di terreno, mentre la prova H/V è più precisa per profondità maggiori, l'utilizzo delle due tecniche ha permesso di caratterizzare in maniera adeguata i terreni su cui andranno a poggiarsi i nuovi manufatti.
Ecco una sintesi dei risultati ottenuti:

- **Torre 1 (Ag1)**:

Livello	Spessore	Velocità onde S
Coltre	0.65 m	110 m/s
Cappellaccio	3 m	280 m/s
Substrato		550 m/s

V_{s30} del sito: 408 m/s

- **Torre 2 (Ag2)**:

Livello	Spessore	Velocità onde S
Coltre	1.5 m	230 m/s
Cappellaccio	6 m	310 m/s
Substrato		550 m/s

V_{s30} del sito: 419 m/s

- **Torre 3 (Ag3)**:

Livello	Spessore	Velocità onde S
Coltre	1.5 m	150 m/s
Cappellaccio	5.6 m	320 m/s
Substrato		550 m/s

V_{s30} del sito: 470 m/s

- **Torre 4 (Ag4)**:

Livello	Spessore	Velocità onde S
Coltre	0.95 m	200 m/s
Cappellaccio	5 m	300 m/s
Substrato		550 m/s

V_{s30} del sito: 456 m/s

- **Torre 5 (Ag5)**:

Livello	Spessore	Velocità onde S
Coltre	2.0 m	250 m/s
Cappellaccio	7.0 m	380 m/s
Substrato		550 m/s

V_{s30} del sito: 462 m/s

6 - NOTE GEOTECNICHE

Le considerazioni riportate nel presente paragrafo riguardano l'area dell'intervento a progetto. Lo studio è stato svolto al fine di evidenziare i principali parametri geotecnici del substrato roccioso e della coltre, facendo riferimento a dati di letteratura relativi a litotipi della medesima natura, integrati da precedenti studi svolti dallo scrivente in aree limitrofe. Le sezioni geologiche allegate sono ovviamente interpretative e si basano su supposizioni che derivano dallo studio della cartografia tecnica e dalle osservazioni effettuate direttamente in sito.

6.1 - Coltre

Si tratta di un deposito di natura eluvio-colluviale parzialmente rimaneggiato, soprattutto nella parte più superficiale, caratterizzato da una potenza mai superiore a 2 m (Ag5). Le osservazioni effettuate in sito hanno indicato un terreno prevalentemente ghiaioso, con bassa percentuale di frazione fine di tipo limoso.

6.2 – Substrato roccioso

Si tratta, come descritto in precedenza, dai conglomerati della Formazione di Molare.

Per quanto concerne le caratteristiche geomeccaniche del substrato litoide, si è fatto riferimento ai dati relativi a tale litotipo esistenti in bibliografia e specialmente alle conoscenze acquisite in aree contigue o mostranti caratteri simili.

6.3 – Dati geotecnici di sintesi

Basandosi pertanto su esperienze precedenti e su dati di letteratura (per coltre e substrato), ai vari livelli individuati sono stati attribuiti i seguenti parametri geotecnici:

6.3.1 - Coltre

Granulometria: sabbia ghiaiosa con scarsa frazione fine non coesiva (classe SW del sistema USCS)

Stato di addensamento: sciolto

Densità relativa (Dr): 45%

Peso di volume (γ): 1,6 t/m^3

Angolo di attrito efficace (ϕ'): 30°

Coesione: 0 Kg/cm^2

6.3.2 – Cappellaccio di alterazione

Peso di volume (γ): 2,2 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 36°

Coesione: 0,6 Kg/cm^2

6.3.3 – Substrato roccioso (conglomerati)

Peso di volume (γ): 2,5 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 40°

Coesione: 0,8 Kg/cm^2

7 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

7.1 – Classificazione sismica regionale

Basandosi sul D. M. 16 Gennaio 1996 " Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", in particolare all' Ord. P. C. M. del 20 Marzo 2003 n° 3274, allegato 2 e successive modifiche ed integrazioni e sulla "Nuova classificazione sismica della Regione Liguria" D.G.R. n. 216 del 17 Marzo 2017, si è proceduto alla classificazione del suolo di fondazione sul quale poggeranno i nuovi manufatti.

L'area in cui verranno realizzate le opere è classificata in base alla nuova classificazione sismica regionale in **zona 4**.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

Categoria	Descrizione	V_s 30	N_{Spt}	Cu
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	V_s 30 >800 m/s	/	/
B	**Depositi di sabbia o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti**	**360 < V_s 30 < 800 m/s**	**N_{Spt} > 50**	**Cu>250 kPa**
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza	180 < V_s 30 < 360 m/s	15 < N_{Spt} < 50	70 < Cu < 250 kPa
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	V_s 30 < 180 m/s	N_{Spt} < 15	Cu < 70 kPa
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali	Come C o D	/	/

	alluvionali di spessore tra 5 e 20 m			
S1	Depositi con almeno uno strato di argilla spesso almeno 10 m di bassa consistenza	V_s 30 < 100 m/s	/	10< Cu < 20 kPa
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione	/	/	/

Nonostante la presenza di roccia affiorante le analisi sismiche effettuate hanno permesso di classificare il terreno di fondazione su cui poggeranno i nuovi manufatti in **categoria B**.

8 – STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Impiegando i dati geotecnici stimati, indicati nel capitolo precedente, è stata eseguita un'analisi di stabilità per i principali fronti di scavo secondo una sezione trasversale significativa e secondo la linea di massima pendenza. Tale analisi, svolta utilizzando un software specifico e secondo il metodo di Bishop è stata eseguita basandosi sulla stratigrafia individuata e su una superficie di scorrimento ritenuta la più probabile in relazione alla morfologia del versante ed alle osservazioni effettuate in sito.

Le analisi sono state svolte per i fronti degli scavi che riguarderanno la posa in opera delle fondazioni di ogni torre. Il calcolo ha fornito un risultato con coefficienti di sicurezza a favore della stabilità.

9 - INDICAZIONI OPERATIVE

Il progetto prevede, come già accennato, scavi di sbancamento pari a circa 18600 m^3 da eseguire in parte in roccia ed in parte in coltre. Gli scavi previsti hanno come fine la preparazione del sedime per la posa in opera delle

fondazioni, l'allargamento di alcune parti della strada esistente e la realizzazione della strada di servizio.
L'altezza massima a progetto dei fronti di scavo risulta pari a circa 6 m.
Il tutto si ritiene rientri nelle normali procedure esecutive dell'edilizia e per la sicurezza del lavoro, sia in merito agli scavi di preparazione dell'area, sia in merito alla scelta e all'esecuzione delle fondazioni del nuovo manufatto.
Viste le principali caratteristiche geologico-geotecniche individuate nell'area sottoposta ad indagine si indicano le seguenti modalità operative per la realizzazione dell'opera.

9.1 – Scavi

1. Gli scavi per l'allargamento della strada e per il cavidotto, qualora venissero effettuati nei pressi di strutture esistenti, andranno effettuati avendo cura di non influenzare negativamente la staticità degli eventuali manufatti.
2. I fronti di scavo non protetti da opere provvisionali, non dovranno mai rimanere aperti a lungo, dovranno essere eseguiti per campioni di lunghezza non eccessiva e sagomati secondo angoli compatibili con le caratteristiche di resistenza indicate nei precedenti capitoli.
3. E' consigliabile non aprire campioni di fronte troppo lunghi ed è bene fare in modo che siano comunque proporzionati alle risorse della squadra operativa e dell'impresa.
4. Tutte le opere di sostegno dovranno essere dotate di efficienti sistemi di drenaggio.
5. Tutta l'area dovrà essere sottoposta a una efficiente regimazione per garantire un rapido smaltimento delle acque meteoriche e di falda.

9.2 – Riempimenti

Gli eventuali riempimenti previsti dovranno essere eseguiti con terreno appartenente almeno alla classe ***A3 della classificazione AASHO*** e dovranno essere realizzati per strati non superiori a ***50 cm*** di spessore e adeguatamente compattati previa bagnatura. Il materiale impiegato deve essere assolutamente inerte e privo quindi di materiale terroso, torboso e coesivo.

10 – ASPETTI AMMINISTRATIVI

10.1 – Vincolo idrogeologico

Dal punto di vista amministrativo la zona risulta soggetta a vincolo idrogeologico e pertanto alla L.R. 4/99. Si può tuttavia affermare, in rapporto ai fattori che regolano tale vincolo (regimazione delle acque, stabilità dei versanti e coperture vegetali) che l'intervento proposto risulta sostanzialmente ininfluente.

10.2 – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)

Dall'osservazione dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del PAI, si è potuto verificare che la zona oggetto di intervento non è interessata da alcuna area in dissesto. Si riporta in allegato uno stralcio delle delimitazioni delle aree in dissesto del PAI.

11 – CONCLUSIONI

Tenuto conto del contesto geomorfologico in cui si inseriscono i nuovi manufatti, tenuto altresì conto delle caratteristiche geotecniche del terreno sopra citato e delle sostanziali condizioni di stabilità dell'area interessata, si conferma la fattibilità dell'intervento a progetto tenuto debito conto delle prescrizioni sopra elencate.

Si rassegna la presente relazione la quale assolve quanto prescritto dal D.M. del 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", nonché dalla legge regionale n° 4/99.

Il presente documento non comprende valutazioni su possibili conseguenze dannose alle strutture ed ai manufatti circostanti legate ai processi più strettamente operativi che fanno capo all'impresa e al direttore dei lavori eventualmente delegato dal committente.

Genova, Ottobre 2018

Il tecnico
Dott. Geol. Gabriele Civardi



