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

COMUNE DI SAVONA

Provincia di Savona

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

Contenuto:
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA – Cavidotto e viabilità ricadenti in territorio comunale di Savona.

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

Data
Genova, Febbraio 2019



N° lavoro
188B/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 *3*

3.1 – Geologia **3**

3.2 – Geomorfologia **4**

3.3 – Idrogeologia **5**

4 - NOTE GEOTECNICHE *6*

4.1 - Coltre **6**

4.2 – Substrato roccioso **7**

4.3 – Dati geotecnici di sintesi **7**

4.3.1 - Coltre 7

4.3.2 – Cappellaccio di alterazione 7

4.3.3 – Substrato roccioso (conglomerati) 8

4.3.4 – Substrato roccioso (ortogneiss) 8

5 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO *8*

5.1 – Classificazione sismica regionale **8**

5.2 – Azione sismica e parametri sismici **9**

5.3 – Risposta sismica locale **11**

6 – STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO *11*

7 - INDICAZIONI OPERATIVE *12*

7.1 – Scavi **12**

7.2 – Riempimenti **13**

8 – ASPETTI AMMINISTRATIVI *13*

8.1 – Vincolo idrogeologico **13**

8.2 – Piano stralcio di Bacino del Torrente Letimbro **14**

9 – CONCLUSIONI *15*

ALLEGATI

- ✓ **PARAMETRI SISMICI DEL TERRENO**
- ✓ **ANALISI PERCORSO LINEA ELETTRICA MT ALL'INTERNO DEL COMUNE DI SAVONA**
- ✓ **Valutazione stabilità del pendio**

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

1 – PREMESSA

Con riferimento alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, costituito da cinque torri eoliche, che verranno collocate lungo la linea di crinale che da Loc. Cascinassa giunge sino a Bric di Fraciata passando per Rocca Ersa, all'interno del territorio comunale di Cairo Montenotte, lo scrivente Geol. Gabriele Civardi, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria al n° AP 511, ha ricevuto ad Aprile 2017 incarico dalla società F. E. R. A. S.r.l. di eseguire uno studio geologico e geotecnico al fine di evidenziare eventuali problematiche di ordine geologico e geomorfologico.

Le relazioni prodotte sono state consegnate in seno alla procedura di Autorizzazione Unica avviata in data 20/07/2017. Nel corso della procedura sono state consegnate delle integrazioni geologiche geotecniche richieste durante le conferenze dei Servizi svolte.

In data 7 Febbraio 2019, la Regione Liguria richiedeva di chiarire a scopo collaborativo per il solo Comune di Savona i seguenti punti:

1. esplicitare l'entità degli scavi nel tratto ricadente nel territorio comunale di Savona con le sezioni di scavo relative;
2. la valutazione dei fronti di scavo del pendio relativo all'intervento 1 ricadente nel territorio del Comune di Savona.

La presente relazione costituisce una risposta alle richieste ricevute relativamente alle opere (cavidotto e tratti viabilità di cantiere) che ricadono nel Comune di Savona.

2 – ESAME DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un parco eolico tramite la costruzione di cinque torri eoliche. Il nuovo impianto prevede la messa in opera di aerogeneratori tripala di potenza nominale pari a 4200 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 le opere che interesseranno il Comune di Savona, queste sono rappresentate da alcuni tratti di cavidotto ed alcuni piccoli interventi di adeguamento stradale.

Per quanto riguarda il cavidotto interrato che transiterà nel territorio comunale di Savona è previsto un percorso di lunghezza pari a circa 3,4 Km, caratterizzato da uno scavo di profondità media pari a 1,25 m e larghezza di circa 0.5 m. Si allega una tavola in cui si riporta la sezione dello scavo e la localizzazione dei tratti di cavidotto.

Nella seguente tabella si riporta un dettaglio dei volumi terra movimentati in Comune di Savona.

Intervento	Scavo (mc)	Riporto (mc)	Area di intervento (mq)
Intervento stradale	220	220	440

Cavidotto	2132	2132	1700
Totale	**2352**	**2352**	**2140**

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, il rinterro del cavidotto e l'adeguamento della strada di accesso.

E' già stato predisposto e presentato presso la Regione Liguria il piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo relativamente all'intero progetto.

3 - INQUADRAMENTO IDRO - GEO - MORFOLOGICO

3.1 – Geologia

La serie stratigrafica che caratterizza il settore geografico oggetto di studio presenta un substrato costituito da:

- **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.

- **Ortogneiss dell'Unità Savona Calizzano**: costituiti da metagranitoidi con sovraimpronta metamorfica prealpina in facies anfibolitica.

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

I versanti attraversati dal cavidotto e le aree interessate dall'intervento stradale presentano pendenze non superiori ai 15°.

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'osservazione del Piano di Bacino del Torrente Letimbro ha evidenziato che un tratto di circa 60 metri di cavidotto che passa lungo la strada asfaltata esistente SP12, al Km 21, attraversa un area a suscettività al dissesto molto alta (Pg4).

Le osservazioni svolte in sito non hanno evidenziato a riguardo indicatori cinematici che indichino fenomeni di dissesto potenziali o in atto.





Inoltre lo stesso Piano di Bacino inserisce il medesimo tratto di strada in area a rischio geomorfologico molto moderato (Rg1).

Visto il tipo di intervento e sulla base delle considerazioni fatte si reputa che le opere a progetto non peggiorino le condizioni di dissesto del settore.

Si indicano in apposito capitolo alcuni accorgimenti tecnici e costruttivi per ridurne l'impatto.

3.3 – Idrogeologia

Tutte le aree sono caratterizzate dalla presenza di numerosi Rii, le cui sorgenti si individuano lungo i versanti del crinali oggetto di studio.

La regimazione delle acque superficiali è regolata da numerosi impluvi, che vengono convogliati verso il Rio Montenotte.
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, il substrato è pressoché impermeabili o moderatamente permeabili per porosità e fessurazione, in relazione al grado di fratturazione della roccia. Dall'osservazione della Carta Idrogeologica si è potuto verificare che il substrato viene classificato con un grado di permeabilità alto, mentre le coltri presentano un grado di permeabilità da medio a basso.

4 - 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.

4.1 - 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 mt. Le osservazioni effettuate in sito hanno indicato un terreno

prevalentemente ghiaioso, con bassa percentuale di frazione fine di tipo limoso.

4.2 – Substrato roccioso

Si tratta, come descritto in precedenza, dai conglomerati della Formazione di Molare e dagli Ortogneiss dell'Unità Savona - Calizzano.

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.

4.3 – 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:

4.3.1 - 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

4.3.2 – Cappellaccio di alterazione

Peso di volume (γ): 2,2 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 36°

Coesione: 0,6 Kg/cm^2

4.3.3 – Substrato roccioso (conglomerati)

Peso di volume (γ): 2,5 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 40°

Coesione: 0,8 Kg/cm^2

4.3.4 – Substrato roccioso (ortogneiss)

Peso di volume (γ): 2,8 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 42°

Coesione: 0,8 Kg/cm^2

5 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

5.1 – 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 alluvionali di spessore tra 5 e 20 m	Come C o D	/	/
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**.

5.2 – Azione sismica e parametri sismici

Vista la tipologia dell'opera a progetto e le condizioni geologiche e geomorfologiche osservate durante i sopraluoghi svolti, non si è ritenuto necessario svolgere alcuna prova in sito.

Per questo motivo, per la definizione dell'azione sismica e dei relativi parametri si farà riferimento alle indicazioni fornite nel D.M. del 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni" per terreni ricadenti nella categoria A (come indicato nel paragrafo precedente).

Considerando la tipologia di opera a progetto si assegnano i seguenti parametri:

VN: vita nominale dell'edificio, considerato ordinario ≥ **50 anni**;
Classe d'uso: **II**;
C_u : coefficiente d'uso: **1**;
VR: periodo di riferimento per l'azione sismica = VN x C_u = **50 anni.**

Sulla base dei parametri appena definiti si possono ricavare i valori del periodo di ritorno T_R per gli stati ultimi di esercizio:

- SLO: Stato Limite di Operatività: T_R = 0.6 x VR = 30 anni;
- SLD: Stato Limite di Danno: T_R = VR = 50 anni;

E per gli stati limite ultimi:

- SLV: Stato Limite di salvaguardi della Vita: T_R = 9.5 x VR = 475 anni;
- SLC: Stato Limite di prevenzione del Collasso: T_R = 19.5 x VR = 975 anni.

Coefficienti di amplificazione

Per sottosuoli di tipo B si definisco quindi i seguenti parametri:
S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica = **1.2**
C_C = 1
La morfologia dell'area oggetto di studio ricade nella categoria topografica T1, definita come pendio con inclinazione media inferiore di 15°.
Tale categoria permette di definire i seguenti parametri:
S_T = coefficiente di amplificazione topografica = **1**
S = S_S x S_T = 1.2

5.3 – Risposta sismica locale

Considerando che l'opera a progetto verrà realizzata su un versante si forniscono i seguenti coefficienti sismici applicando sia l'amplificazione di tipo stratigrafico, sia quella di tipo topografico:

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
SLO	1.200	1.590	1.000	0.004	0.002	0.219	0.200
SLD	1.200	1.540	1.000	0.006	0.003	0.284	0.200
SLV	1.200	1.400	1.000	0.013	0.006	0.628	0.200
SLC	1.200	1.380	1.000	0.016	0.008	0.769	0.200

Si riportano in allegato i risultati del calcolo della risposta sismica locale svolta con apposito software.

6 – STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Volendo rispondere alla richiesta della Regione Liguria si è svolta un'analisi di due fronti di scavo relativo all'intervento stradale denominato nel progetto "Intervento stradale 1" e ricadente nel territorio comunale di Savona.

Si sono scelte le due sezioni reputate più critiche: sezione K (elaborato progettuale 2.69) e sezione E (elaborato progettuale 2.70).

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.

In entrambi i casi il calcolo ha fornito un risultato con coefficienti di sicurezza a favore della stabilità..

Si riportano in allegato i risultati dell'analisi.

7 - INDICAZIONI OPERATIVE

Il progetto prevede, come già accennato, scavi di sbancamento pari a circa 2352 m^3 da eseguire in parte in roccia ed in parte in coltre. Gli scavi previsti hanno come fine l'allargamento di alcune parti della strada esistente e la realizzazione del cavidotto.

Il tutto si ritiene rientri nelle normali procedure esecutive dell'edilizia e per la sicurezza del lavoro.

Viste le principali caratteristiche geologico-geotecniche individuate nell'area sottoposta ad indagine si indicano le seguenti modalità operative per la realizzazione dell'opera.

7.1 – 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) Relativamente al tratto di cavidotto che passa in area con suscettività al dissesto molto alta si prescrive:
    a. Collocare il cavo elettrico all'interno di un letto drenante in modo che vengano raccolte ed allontanate velocemente le acque di origine meteorica e di falda; è necessario impedire che il terreno non venga imbibito in maniera eccessiva.
    b. Evitare di inserire il cavo all'interno del tubo corrugato, che potrebbe riempirsi di acqua che verrebbe poi difficilmente intercettata dal letto drenante;
3) 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.

4) 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.
5) Tutte le opere di sostegno dovranno essere dotate di efficienti sistemi di drenaggio.
6) Tutta l'area dovrà essere sottoposta a una efficiente regimazione per garantire un rapido smaltimento delle acque meteoriche e di falda.

7.2 – 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.

8 – ASPETTI AMMINISTRATIVI

8.1 – 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.

8.2 – Piano stralcio di Bacino del Torrente Letimbro

Carta della suscettività al dissesto

Nel Piano stralcio di Bacino del Torrente Letimbro, gli interventi ricadono all'interno della seguente suscettività al dissesto:

- Intervento stradale: Area a suscettività al dissesto **bassa Pg1;**
- Cavidotto: Aree con suscettività al dissesto da molto bassa (**Pg0**) a molto alta (**Pg4**). Il tratto a suscettività al dissesto molto alta è estremamente ridotto. Si reputa che il tipo di intervento sia ininfluente e non peggiori le condizioni di dissesto del settore.

Carta del rischio geomorfologico

Nel Piano stralcio di Bacino del Torrente Letimbro, gli interventi ricadono all'interno di aree con il seguente rischio geomorfologico:

- Intervento stradale: Area a rischio geomorfologico **moderato Rg1;**
- Cavidotto: Aree a rischio geomorfologico da trascurabile (**Rg0**) a molto moderato (**Rg1**).

9 – 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, Febbraio 2019

Il tecnico
Dott. Geol. Gabriele Civardi



Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 44,385031
longitudine: 8,387896
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16910	Lat: 44,3750	Lon: 8,3837	Distanza: 1159,370
Sito 2	ID: 16911	Lat: 44,3780	Lon: 8,4535	Distanza: 5273,068
Sito 3	ID: 16689	Lat: 44,4279	Lon: 8,4493	Distanza: 6824,448
Sito 4	ID: 16688	Lat: 44,4249	Lon: 8,3795	Distanza: 4487,167

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,019	g
Fo:	2,579	
Tc*:	0,159	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,024	g
Fo:	2,548	
Tc*:	0,187	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,053	g
Fo:	2,625	
Tc*:	0,305	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]

ag:	0,065 g
Fo:	2,720
Tc*:	0,325 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,590
St:	1,000
Kh:	0,004
Kv:	0,002
Amax:	0,219
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,540
St:	1,000
Kh:	0,006
Kv:	0,003
Amax:	0,284
Beta:	0,200

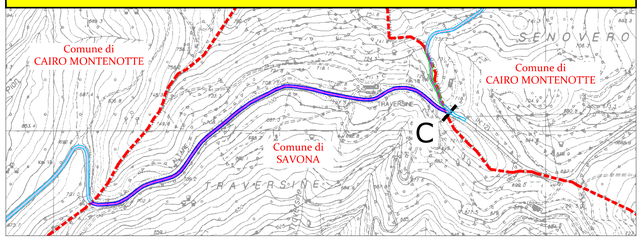
SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,006
Amax:	0,628
Beta:	0,200

SLC:

Ss:	1,200
Cc:	1,380
St:	1,000
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,769
Beta:	0,200

TRATTO n° 1
Scala 1 : 500



LEGENDA:

- Viabilità asfaltata situata nel territorio del Comune di Savona
- Cavidotto MT interrato situato nel territorio del Comune di Savona
- Viabilità asfaltata/sterrata che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Cavidotto MT che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Viabilità sterrata situata nel territorio del Comune di Savona
- Confine Comunale

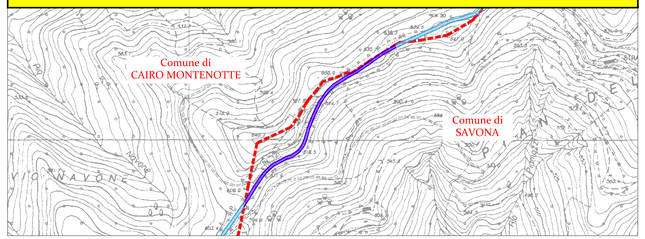
QUANTIFICAZIONE MOVIMENTAZIONE TERRE PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO MT - Comune di Savona

CAVIDOTTO SU VIABILITA' STERRATA*
Lunghezza tratto interessato - 115,0 m — Sezione di scavo* - 0,50 m x 1,25 m = 0,625 m^2 — Volume movimentato - 115,0 m x 0,625 m^2 = **71,875 m^3**

CAVIDOTTO SU VIABILITA' ASFALTATA**
Lunghezza tratto interessato - 830,0 m — Sezione di scavo** - 0,50 m x 1,25 m = 0,625 m^2 — Volume movimentato - 830,0 m x 0,625 m^2 = **518,75 m^3**

***Vedere sezione tipologica TRATTO B-C (Stralcio elaborato 2.5-D)** ***Vedere sezione tipologica TRATTO C-D (Stralcio elaborato 2.5-D)**

TRATTO n° 2
Scala 1 : 500



LEGENDA:

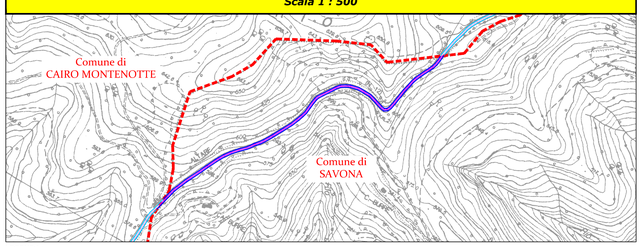
- Viabilità asfaltata situata nel territorio del Comune di Savona
- Cavidotto MT interrato situato nel territorio del Comune di Savona
- Viabilità asfaltata/sterrata che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Cavidotto MT che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Confine Comunale

QUANTIFICAZIONE MOVIMENTAZIONE TERRE PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO MT - Comune di Savona

CAVIDOTTO SU VIABILITA' ASFALTATA**
Lunghezza tratto interessato - 460,0 m — Sezione di scavo** - 0,50 m x 1,25 m = 0,625 m^2 — Volume movimentato - 460,0 m x 0,625 m^2 = **287,5 m^3**

***Vedere sezione tipologica TRATTO C-D (Stralcio elaborato 2.5-D)**

TRATTO n° 3
Scala 1 : 500



LEGENDA:

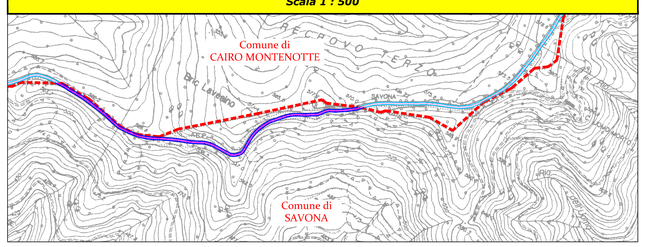
- Viabilità asfaltata situata nel territorio del Comune di Savona
- Cavidotto MT interrato situato nel territorio del Comune di Savona
- Viabilità asfaltata/sterrata che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Cavidotto MT che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Confine Comunale

QUANTIFICAZIONE MOVIMENTAZIONE TERRE PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO MT - Comune di Savona

CAVIDOTTO SU VIABILITA' ASFALTATA**
Lunghezza tratto interessato - 715,0 m — Sezione di scavo** - 0,50 m x 1,25 m = 0,625 m^2 — Volume movimentato - 715,0 m x 0,625 m^2 = **446,875 m^3**

***Vedere sezione tipologica TRATTO C-D (Stralcio elaborato 2.5-D)**

TRATTO n° 4
Scala 1 : 500



LEGENDA:

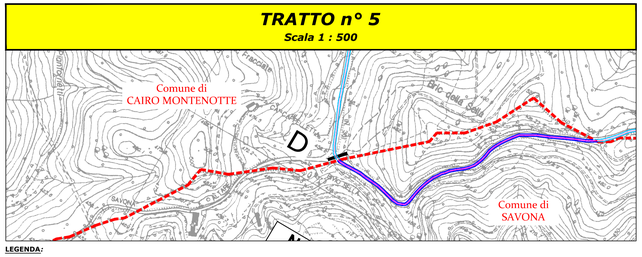
- Viabilità asfaltata situata nel territorio del Comune di Savona
- Cavidotto MT interrato situato nel territorio del Comune di Savona
- Viabilità asfaltata/sterrata che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Cavidotto MT che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Confine Comunale

QUANTIFICAZIONE MOVIMENTAZIONE TERRE PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO MT - Comune di Savona

CAVIDOTTO SU VIABILITA' ASFALTATA**
Lunghezza tratto interessato - 690,0 m — Sezione di scavo** - 0,50 m x 1,25 m = 0,625 m^2 — Volume movimentato - 690,0 m x 0,625 m^2 = **431,25 m^3**

***Vedere sezione tipologica TRATTO C-D (Stralcio elaborato 2.5-D)**

TRATTO n° 5
Scala 1 : 500



LEGENDA:

- Viabilità asfaltata situata nel territorio del Comune di Savona
- Cavidotto MT interrato situato nel territorio del Comune di Savona
- Viabilità asfaltata/sterrata che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Cavidotto MT che interesserà comuni differenti da quello di Savona
- Confine Comunale

QUANTIFICAZIONE MOVIMENTAZIONE TERRE PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO MT - Comune di Savona

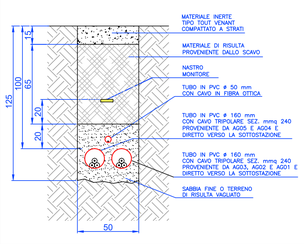
CAVIDOTTO SU VIABILITA' ASFALTATA**
Lunghezza tratto interessato - 600,0 m — Sezione di scavo** - 0,50 m x 1,25 m = 0,625 m^2 — Volume movimentato - 600,0 m x 0,625 m^2 = **375,000 m^3**

***Vedere sezione tipologica TRATTO C-D (Stralcio elaborato 2.5-D)**

Sezioni tipologiche Cavidotto MT
***Stralcio elaborato* "2.5-D_Planimetria linea elettrica su CTR-Pianta e sezioni"**

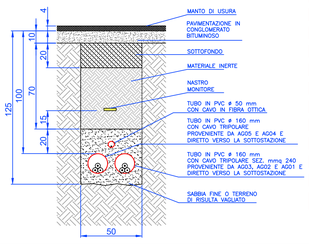
TRATTO B-C
Cavidotto infraparco su strada sterrata

n° 2 cavi tripolari
n°1 fibra ottica



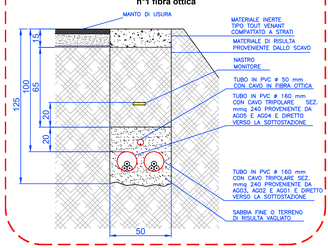
* TRATTO C-D
Cavidotto extraparco su strada asfaltata
(Strada Provinciale SP12)

n° 2 cavi tripolari
n°1 fibra ottica

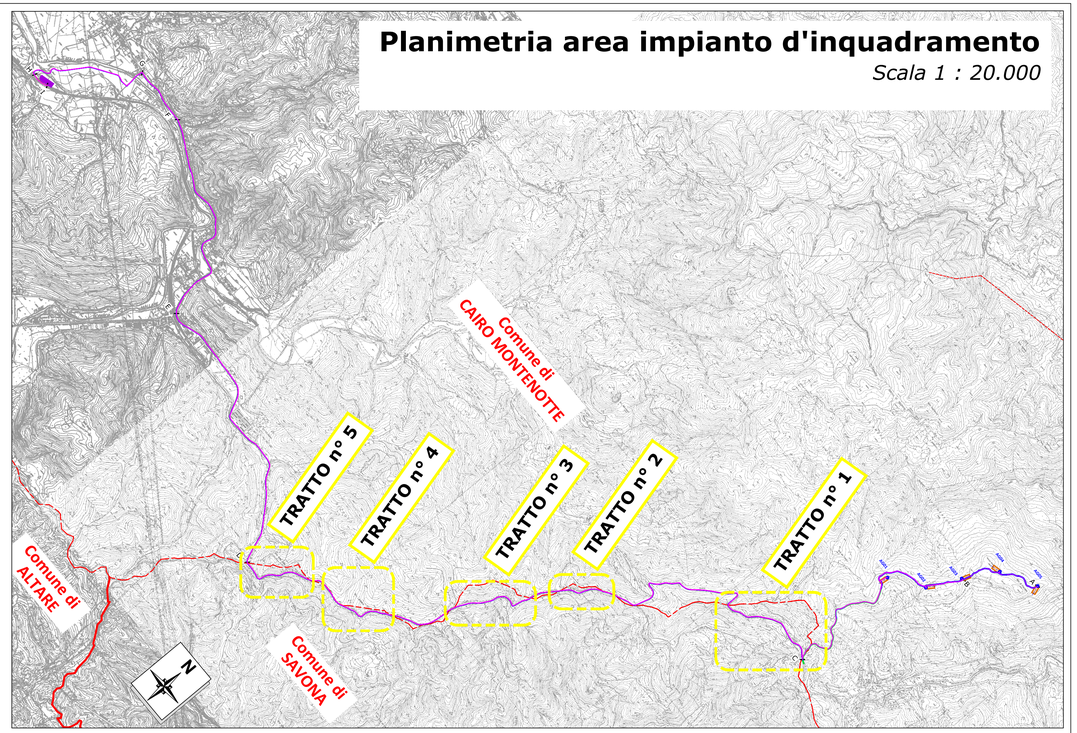


*OPZIONE POSA CAVI IN BANCHINA
Soluzione tecnica da utilizzare per tutti i tratti di posa su strada asfaltata, qualora si presentino le condizioni tecniche necessarie, al fine di poter limitare gli interventi sulla porzione di asfalto esistente.
Questa soluzione tecnica verrà eventualmente concordata con l'ente gestore dell'asse viario interessato

n° 2 cavi tripolari
n°1 fibra ottica



Planimetria area impianto d'inquadramento
Scala 1 : 20.000



LEGENDA:

- Pilinto aerogeneratore
- Piazzola di montaggio aerogeneratore allo stato di cantiere
- Sottostazione elettrica (SSE)
- Confine comunale
- Cavidotto interrato MT Fera (20 kV)

NOTA:

Il presente elaborato è stato prodotto per andare ad analizzare il percorso del cavidotto interrato MT a progetto (per il collegamento del parco eolico con la SSE in loc. Bragno), ricadente all'interno del territorio del Comune di Savona.

Sono stati individuati (m lineari) i tratti interessati, andando poi a quantificare la movimentazione di terra necessaria per la posa del cavidotto, utilizzando le sezioni tipologiche indicate nell'elaborato "2.5-D_Planimetria linea elettrica su CTR - Pianta e sezioni".

Tale analisi ha portato ad evidenziare come rispetto alla lunghezza complessiva del cavidotto a progetto, pari a circa 14,1 km, la porzione dello stesso ricadente all'interno del territorio del Comune di Savona è pari a 3,4 km.

Complessivamente, la posa del cavidotto nel Comune di Savona, comporterà la movimentazione di circa 72 m^3 di terreno su viabilità sterrata e di circa 2060 m^3 di terreno su viabilità asfaltata.

ELABORATI COLLEGATI:

- 1.2-B_Relazione linea elettrica
- 2.5-D_Planimetria linea elettrica su CTR-Pianta e sezioni
- 2.6-B_Planimetria linea elettrica su catastale

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. Srl

Parco eolico
"Cascinassa"
Progetto Definitivo

2.68

Analisi percorso linea elettrica MT all'interno del Comune di Savona

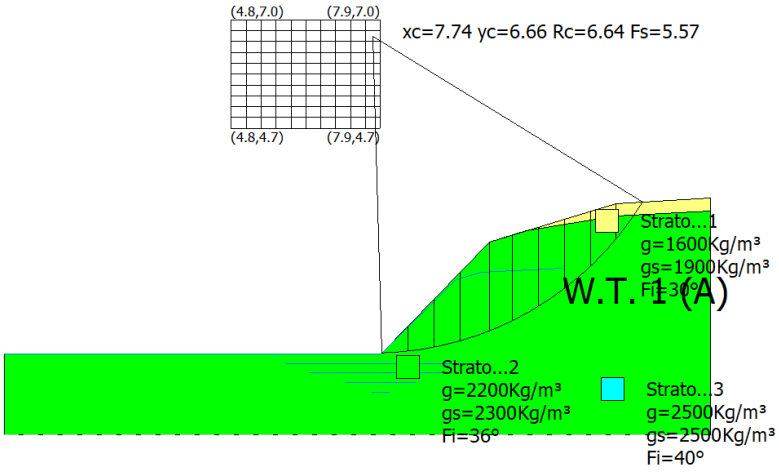
Progettisti:
Ing. Paolo Papucci

ing. PAOLO PAPUCCI
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 2384 Sezione A
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
E INDUSTRIALE - I.C.L.I. E INFORMAZIONE

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
07.02.2019	Rev.A	Prima Emissione	P. Montechiaro	P. Papucci	F. Bertuccio

Comm. 61 — ***Elaborato:*** CSN-2.6B-A_Analisi percorso linea elettrica MT all'interno del Comune di Savona.dwg ***Scala:*** VARIE

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



Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

==========

Lat./Long.

44.384063/8.386839

Calcolo eseguito secondo	NTC 2008 & Circ.
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4.76	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4.73	m
Ascissa vertice destro superiore xs	7.9	m
Ordinata vertice destro superiore ys	7.01	m
Passo di ricerca	10.0	
Numero di celle lungo x	10.0	
Numero di celle lungo y	10.0	

==========

Coefficienti sismici [N.T.C.]

==========

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie	
Classe d'uso:	Classe II	
Vita nominale:	50.0	[anni]
Vita di riferimento:	50.0	[anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.19	2.58	0.16
S.L.D.	50.0	0.24	2.55	0.19
S.L.V.	475.0	0.52	2.63	0.31
S.L.C.	975.0	0.64	2.72	0.33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.228	0.2	0.0047	0.0023
S.L.D.	0.288	0.2	0.0059	0.0029
S.L.V.	0.624	0.2	0.0127	0.0064
S.L.C.	0.768	0.2	0.0157	0.0078

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.005
Coefficiente azione sismica verticale 0.002

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.9	0.0
3	10.19	2.35
4	12.84	3.15
5	14.82	3.27

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.9	0.0
3	9.48	1.56
4	10.01	1.71
5	11.72	1.8

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.9	0.0
3	10.19	2.35
4	10.96	2.59
5	12.84	2.9
6	14.82	3.0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)

Coefficienti parziali azioni

==========

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0
Favorevoli: Permanenti, variabili 2.0 0.0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

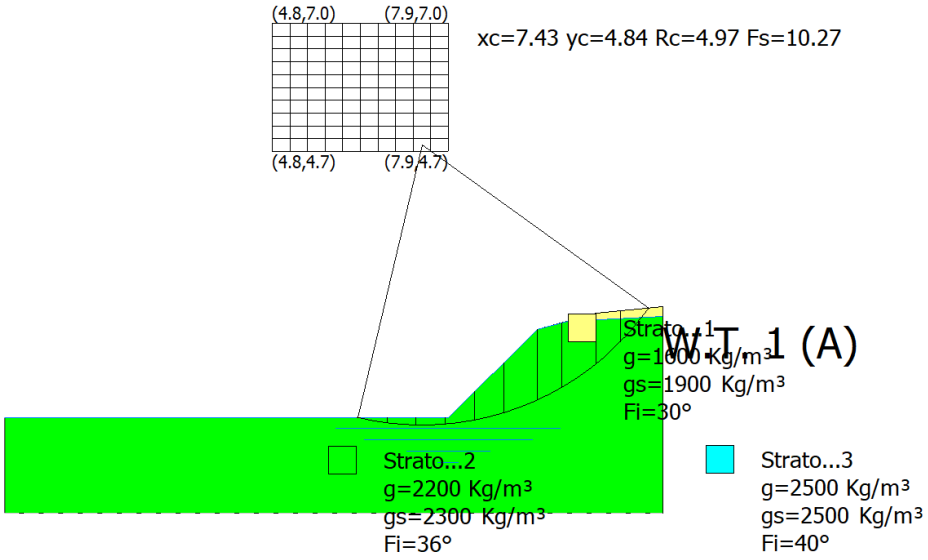
Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	
1	0		30	1600	1900		
2	0.6		36	2200	2300		
3	0.8		40	2500	2500		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	5.57	
Ascissa centro superficie	7.74	m
Ordinata centro superficie	6.66	m
Raggio superficie	6.64	m

xc = 7.74 yc = 6.665 Rc = 6.641 Fs=5.574

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.55	4.0	0.55	336.0	1.68	0.67	0.48	30.2	0.0	305.0	458.2
2	0.55	8.7	0.55	964.56	4.82	1.93	0.48	30.2	0.0	896.4	518.3
3	0.55	13.5	0.56	1534.31	7.67	3.07	0.48	30.2	0.0	1439.2	577.0
4	0.62	18.8	0.66	2348.25	11.74	4.7	0.48	30.2	0.0	2233.0	727.4
5	0.47	23.9	0.51	1949.67	9.75	3.9	0.48	30.2	0.0	1875.1	580.6
6	0.55	28.8	0.62	2137.93	10.69	4.28	0.48	30.2	0.0	2063.4	684.3
7	0.55	34.3	0.66	1892.55	9.46	3.79	0.48	30.2	0.0	1819.8	691.2
8	0.55	40.3	0.72	1532.9	7.66	3.07	0.48	30.2	0.0	1419.5	696.1
9	0.54	46.8	0.79	1069.58	5.35	2.14	0.48	30.2	0.0	824.0	693.4
10	0.56	54.3	0.95	403.45	2.02	0.81	0.48	30.2	0.0	-305.3	716.5



Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

==========

Lat./Long.

44.384063/8.386839

Calcolo eseguito secondo	NTC 2008 & Circ.
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4.76	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4.73	m
Ascissa vertice destro superiore xs	7.9	m
Ordinata vertice destro superiore ys	7.01	m
Passo di ricerca	10.0	
Numero di celle lungo x	10.0	
Numero di celle lungo y	10.0	

==========

Coefficienti sismici [N.T.C.]

==========

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie	
Classe d'uso:	Classe II	
Vita nominale:	50.0	[anni]
Vita di riferimento:	50.0	[anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.19	2.58	0.16
S.L.D.	50.0	0.24	2.55	0.19
S.L.V.	475.0	0.52	2.63	0.31
S.L.C.	975.0	0.64	2.72	0.33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.228	0.2	0.0047	0.0023
S.L.D.	0.288	0.2	0.0059	0.0029
S.L.V.	0.624	0.2	0.0127	0.0064
S.L.C.	0.768	0.2	0.0157	0.0078

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.005
Coefficiente azione sismica verticale 0.002

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.9	0.0
3	9.48	1.56
4	10.52	1.86
5	11.72	1.97

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.9	0.0
3	9.48	1.56
4	10.01	1.71
5	11.72	1.8

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.9	0.0
3	9.48	1.56
4	10.01	1.71
5	11.72	1.8

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)

Coefficienti parziali azioni

==========

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0
Favorevoli: Permanenti, variabili 2.0 0.0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	
1	0		30	1600	1900		
2	0.6		36	2200	2300		
3	0.8		40	2500	2500		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	10.27	
Ascissa centro superficie	7.43	m
Ordinata centro superficie	4.84	m
Raggio superficie	4.97	m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

xc = 7.426 yc = 4.841 Rc = 4.974 Fs=10.275

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.52	-10.2	0.53	69.77	0.35	0.14	0.48	30.2	0.0	183.0	233.2
2	0.52	-4.2	0.52	154.57	0.77	0.31	0.48	30.2	0.0	325.6	237.6
3	0.52	1.8	0.52	168.54	0.84	0.34	0.48	30.2	0.0	161.4	228.6
4	0.52	7.8	0.52	351.04	1.76	0.7	0.48	30.2	0.0	321.6	238.8
5	0.52	13.9	0.53	834.6	4.17	1.67	0.48	30.2	0.0	793.5	267.7
6	0.6	20.7	0.64	1488.64	7.44	2.98	0.48	30.2	0.0	1459.8	348.0
7	0.44	27.2	0.49	1209.25	6.05	2.42	0.48	30.2	0.0	1220.4	270.9
8	0.6	34.2	0.73	1434.55	7.17	2.87	0.48	30.2	0.0	1472.6	386.1
9	0.43	41.8	0.58	707.92	3.54	1.42	0.48	30.2	0.0	697.0	282.6
10	0.52	49.8	0.8	312.66	1.56	0.63	0.48	30.2	0.0	76.2	345.0