



**COMUNE DI DELICETO**

*PROVINCIA DI FOGGIA*

**Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole".**

## PROGETTO DEFINITIVO

### RELAZIONE TECNICA

**circa la gestione dei materiali da scavo e le verifiche di stabilità delle zone in cui viene reimpiegato il materiale scavato**

COD. ID.	JD9EAK1				
Livello prog.	Tipo documentazione		N. elaborato	Data	Scala
PD	Definitiva			07 / 2021	-

Nome file	
-----------	--

#### REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	LUGLIO 2021	PRIMA EMISSIONE	GM	FS	FS

COMMITTENTE:



**SINERGIA EWR2 SRL**

Centro direzionale snc, Is. G1  
80143 Napoli (NA), Italia  
P.IVA 09608101219

PROGETTAZIONE:

**ING. FULVIO SCIA**

Centro Direzionale snc, Is. G1  
80143 Napoli (NA), Italia  
email: ing.scia@gmail.com  
tel: +39 3389055174

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

**RELAZIONE TECNICA**  
**circa la gestione dei materiali da scavo e le verifiche di stabilità**  
**delle zone in cui viene reimpiegato il materiale scavato**

**INDICE**

---

1. GENERALITÀ .....	2
2. ATTIVITA' DI MOVIMENTO TERRA E GESTIONE MATERIALI DI RISULTA.....	3
1.1. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA.....	3
1.2. DESCRIZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO .....	3
1.2.1. Generalità .....	3
1.2.2. Scavi per fondazioni .....	4
1.2.3. Scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti .....	4
1.2.4. Scotico per la realizzazione della viabilità e delle piazzole a servizio degli aerogeneratori e del sistema di accumulo .....	6
1.2.5. Movimenti terra per realizzazione della stazione elettrica.....	6
1.3. QUANTIFICAZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO.....	7
1.3.1. Viabilità e piazzole .....	7
1.3.2. Fondazioni .....	7
1.3.3. Cavidotto.....	7
1.3.4. Sistema di accumulo .....	7
1.3.5. Stazione elettrica .....	7
1.3.6. Totale da avviare a smaltimento.....	8
3. ANALISI DI STABILITÀ DEI SITI DI SCAVO E RIPORTO .....	8
4. ALLEGATI.....	8

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

## 1. GENERALITÀ

Il progetto prevede la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituito da 8 aerogeneratori tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170 o similari, con sistema di accumulo e relative opere di connessione alla RTN, sito in agro del Comune di Deliceto (FG).

Di seguito si riporta un elenco sintetico delle opere previste in progetto e che devono essere oggetto di autorizzazione.

- ❖ Aerogeneratori
  - Fondazioni
  - Torri
- ❖ Viabilità e piazzole
  - Viabilità di accesso definitiva
  - Piazzole definitive
  - Viabilità e slarghi temporanei
  - Piazzole temporanee
- ❖ Elettrodotti interrati MT
- ❖ Stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV
  - Opere civili
    - Movimenti terra
    - Viabilità di accesso
    - Piazzale
    - Fabbricati utente
    - Stalli per apparecchiature elettromeccaniche
    - Recinzione
  - Opere elettriche
    - Sistema di sbarre
    - Sezionatori
    - Interruttori TA
    - TV induttivi
    - Scaricatori AT
    - Trasformatori
  - Impianti ausiliari
    - Impianto di messa a terra
    - Impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche
    - Impianto di illuminazione
    - Impianto di videosorveglianza
    - Impianto anti intrusione
    - Impianto di telecomunicazione in fibra ottica
- ❖ Raccordo in cavo AT di collegamento della SET 30/150 kV alla SET 380/150 kV
- ❖ Futuro ampliamento della SET 380/150 kV "Deliceto"
  - Opere civili
    - Movimenti terra
    - Piazzale e viabilità interna
    - Fondazioni stalli linea
    - Recinzione
  - Opere elettriche
    - Sistema di sbarre
    - Stalli linea

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

- Impianto di terra
- Impianto di illuminazione

## 2. ATTIVITA' DI MOVIMENTO TERRA E GESTIONE MATERIALI DI RISULTA

### 1.1. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA

La gestione delle terre e rocce da scavo provenienti dalle attività di movimento terra avverrà in ottemperanza alla vigente normativa come meglio e più esaurientemente dettagliato nell'elaborato "Piano di gestione terre e rocce da scavo".

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

Durante le fasi di cantiere, gli eventuali depositi temporanei di terre e rocce da scavo saranno effettuati in modo da evitare fenomeni di ristagno delle acque. I depositi non saranno in alcun modo collocati all'interno di impluvi o fossi e saranno mantenuti a congrua distanza dai corsi d'acqua. Gli stessi, altresì, non saranno collocati in prossimità di fronti di scavo al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi.

Le modalità di scavo e la eventuale necessità di opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità dei terreni durante l'esecuzione dei lavori sono state determinate valutando la stabilità dei fronti di scavo o di riporto a breve termine, in assenza di opere di contenimento.

Gli scavi avverranno per stati di avanzamento tali da consentire la idonea ricolmatura degli stessi in tempi rapidi. I riporti di terreno saranno eseguiti a strati, assicurando la naturale permeabilità del sito e il graduale compattamento dei materiali terrosi. Nelle aree di riporto saranno sempre garantite le opere necessarie alla regimazione delle acque ed alla difesa dai fenomeni erosivi.

Il terreno di risulta proveniente dagli scavi, ove esso sia conguagliato in loco per la risistemazione dell'area oggetto dei lavori, sarà sistemato in maniera tale che non si determinino significative modificazioni dell'assetto e delle pendenze dei terreni. Esso sarà idoneamente livellato e compattato affinché non si verificano fenomeni erosivi o di ristagno delle acque.

Ove il terreno di scavo sarà riposto negli scavi stessi, sarà garantita la naturale permeabilità del sito ed saranno evitati fenomeni di impermeabilizzazione e/o ruscellamento superficiale.

### 1.2. DESCRIZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

#### 1.2.1. Generalità

Con riferimento ai siti di produzione e riutilizzo di terre e rocce da scavo, la cui ubicazione coincide in gran parte con le opere civili in progetto, è prevista la realizzazione di:

- 8 palificate costituite da 17 pali aventi diametro pari a 1,00 m e lunghezza pari a 22,00 m;
- 8 plinti tronco-conici aventi area di impronta circolare di diametro pari a 22 m e profondità del piano di posa pari a 3 m;
- piazzole di cantiere e di esercizio, strade di nuova realizzazione e adeguamenti temporanei delle strade esistenti;
- piazzale a servizio del sistema di accumulo elettrochimico;
- cavidotto interrato interno al parco;
- cavidotto interrato di collegamento alla S.E.T. 30/150 kV;
- opere in stazione elettrica.

Le aree interesse dall'installazione degli aerogeneratori si presentano tutte agricole ad uso seminativo e/o incolto e storicamente sono sempre state agricole.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

La parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. definisce, in relazione alla specifica destinazione d'uso del sito, due livelli di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) per gli inquinanti organici ed inorganici nel terreno. I valori di CSC per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo si differenziano dunque in base alla destinazione d'uso e sono indicati nell'allegato 5 tabella 1 dello stesso D.Lgs. 152/2006:

- verde pubblico, verde privato e residenziale (colonna A),
- industriale e commerciale (colonna B).

Le aree agricole vengono assimilate alla prima categoria.

Dall'analisi cartografica è emerso che l'area interessata dal progetto non viene attraversata da grandi arterie stradali quali autostrade e superstrade. I siti di cantiere distano più di 200 m da infrastrutture viarie di grande comunicazione.

### 1.2.2. Scavi per fondazioni

Gli scavi di fondazione riguarderanno:

- i pali trivellati, nel qual caso si tratterà di perforazioni di diametro circolare.
- i plinti di fondazione, nel qual caso saranno a sezione ampia/obbligata;

I materiali rinvenuti dagli scavi realizzati per l'esecuzione delle fondazioni, nell'ordine:

- saranno utilizzati per il rinterro di ciascuna fondazione;
- potranno essere impiegati per il ripristino dello stato dei luoghi, relativamente alle opere temporanee di cantiere;
- potranno essere impiegati per la realizzazione/adeguamento delle strade e/o piste nell'ambito del cantiere (pertanto in situ);
- se in eccesso rispetto alla possibilità di reimpiego in situ, saranno gestiti quale rifiuti ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e trasportati presso un centro di recupero autorizzato o in discarica.

Ad oggi, infatti, la società proponente, per l'impiego del materiale rinveniente gli scavi non ha la disponibilità di siti differenti da quello interessato dall'intervento. Pertanto il materiale non utilizzabile direttamente in situ sarà catalogato e gestito ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

CODIFICA CER per rifiuti di terre e rocce da scavo

- 17 05 terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio
- 17 05 03\* terra e rocce, contenenti sostanze pericolose
- 17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03

Nell'ottica della prevenzione e riduzione della produzione di rifiuti, qualora nel corso dei lavori si individuino siti di conferimento finali differenti da quello in cui il materiale è stato prodotto, si provvederà a caratterizzare il materiale ai sensi delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017 e, all'esito delle caratterizzazioni dello stesso quale sottoprodotto, si provvederà a presentare modifica del piano di utilizzo e le analisi alle autorità competenti nei tempi stabiliti dalle vigenti norme.

### 1.2.3. Scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti

La modalità di esecuzione di messa in opera dei cavidotti sarà la seguente:

- demolizione della pavimentazione stradale (ove presente);
- scavo a sezione ristretta di profondità variabile da 1,30 a 1,60 m e larghezza media determinata dal numero delle terne di cavi parallele da posare, variabile tra 45 cm e 150 cm;
- posizionamento in trincea dei cavi di potenza, delle corde di terra e della fibra ottica;
- copertura dei cavi con uno strato di terreno proveniente dagli scavi e opportunamente vagliato, per un'altezza media variabile da 50 cm a 80 cm;
- copertura del cavedio con rilevato da scavo fino a quota stradale;
- compattazione dell'area di intervento;
- ripristino delle condizioni originarie.

Disfacimento delle pavimentazioni

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

I disfacimenti dovranno essere limitati alla superficie strettamente indispensabile per l'esecuzione degli scavi, in modo da ridurre al minimo gli oneri di ripristino, assicurando reimpiego degli elementi della pavimentazione rimossa. In particolare tutti i materiali riutilizzabili dovranno essere accatastati in ordine ai bordi dello scavo in modo di non ostacolare la circolazione stradale. Nei casi in cui ciò non sia fattibile o in presenza di diverse disposizioni dell'Ente proprietario, detti materiali dovranno essere trasportati in opportuni depositi e riportati all'atto della loro rimessa in sito; in presenza di pavimentazioni di particolare pregio che richiedano una ricollocazione definita (es. lastricati in basole) prima del trasporto si dovrà procedere alla loro numerazione. In presenza di pavimentazioni in manto bituminoso, calcestruzzo o simili, prima di procedere al disfacimento sarà necessario delimitare la superficie mediante tagli netti della pavimentazione stessa eseguiti con appropriate macchine a dischi rotanti.

#### Scavo in carreggiata

Gli scavi da realizzarsi in corrispondenza della carreggiata stradale, in cui è verosimilmente presente un tappetino di usura ed uno strato di binder di sottofondo, dovranno essere eseguiti con adeguati mezzi meccanici, o a mano in situazioni particolari, previo taglio e demolizione e/o rimozione della pavimentazione stradale di qualsiasi spessore. La canalizzazione dovrà essere messa in opera sul fondo dello scavo perfettamente spianato e privato di sassi o spuntoni di roccia e posata in un letto di materiale vagliato. Il residuo volume di scavo dovrà essere riempito con stabilizzato di cava o con terreno di risulta vagliato e privato di sassi, opportunamente rullato e compattato e completato con uno strato di binder di spessore uguale a quello demolito. A congrua distanza di tempo, in modo tale che il rinterro ed il ripristino del sottofondo abbiano raggiunto il loro assestamento, si dovrà procedere al ripristino del manto stradale a mezzo di idoneo tappetino bituminoso previa scarifica ed eventuali ricarichi se l'entità dei cedimenti lo richiedesse.

#### Scavo in terreno naturale

Gli scavi da realizzarsi in corrispondenza di terreno non pavimentato, dovranno essere eseguiti con adeguati mezzi meccanici o a mano quando situazioni particolari lo richiedano. La canalizzazione dovrà essere messa in opera sul fondo dello scavo perfettamente spianato e privato di sassi o spuntoni di roccia e posata in un letto di sabbia o pozzolana. Il residuo volume di scavo dovrà essere riempito con terreno di risulta vagliato e privato di sassi, opportunamente rullato e compattato.

#### Rinterri e ripristini

Per operazioni di rinterro si intende il riempimento degli scavi effettuati, in tutto od in parte, con materiale di risulta, sabbia, materiale inerte o stabilizzato, conglomerati in calcestruzzo e/o bituminosi.

Salvo diversa disposizione dell'Ente proprietario della strada ed al fine di evitare successivi cedimenti, il materiale di rinterro, sia esso terra proveniente dallo scavo sia materiale inerte, dovrà essere accuratamente costipato in strati successivi da circa 40-50 cm con mezzi idonei, come ad esempio vibrocostipatrici, compattatori, ecc.. Qualora la parte superiore dello scavo debba essere riempita con conglomerati in calcestruzzo e/o bituminosi e tale operazione, su richiesta dell'Ente proprietario della strada, non venga effettuata immediatamente, il riempimento totale dello scavo dovrà essere eseguito fino al livello del piano stradale (con terra di risulta o inerte) in modo da evitare avvallamenti o rilievi pericolosi per la pubblica incolumità. Il successivo riempimento della parte superiore dovrà essere effettuato con la preventiva realizzazione di un idoneo cassonetto, relativo trasporto del materiale alle discariche, e successiva posa degli strati di conglomerato cementizio o bituminoso previsto dall'Ente proprietario della strada. I riempimenti degli scavi ed il rifacimento delle pavimentazioni stradali dovranno essere eseguiti con le caratteristiche tecniche e nelle quantità stabilite e concordate preventivamente con i proprietari delle strade (Amministrazioni, Enti, Privati, ecc.).

I materiali rinvenuti dagli scavi realizzati per l'esecuzione della messa in opera dei cavidotti, nell'ordine:

- saranno utilizzati per il rinterro;
- se in eccesso rispetto alla possibilità di reimpiego in situ o nell'ambito del cantiere per altre opere civili, saranno gestiti quale rifiuti ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e trasportati in discarica autorizzata e/o, ove possibile, conferiti presso impianto di recupero di rifiuti.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

Ad oggi, infatti, la società proponente, per l'impiego del materiale rinveniente gli scavi, non ha la disponibilità di siti differenti da quello interessato dall'intervento. Pertanto il materiale non utilizzabile direttamente in situ sarà catalogato e gestito ai sensi delle parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Nell'ottica della prevenzione e riduzione della produzione di rifiuti, qualora nel corso dei lavori si individuino siti di conferimento finali differenti da quello in cui il materiale è stato prodotto, si provvederà a caratterizzare il materiale ai sensi delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017 e, all'esito delle caratterizzazioni dello stesso quale sottoprodotto, si provvederà a presentare modifica del piano di utilizzo e le analisi alle autorità competenti nei tempi stabiliti dalle vigenti norme.

#### **1.2.4. Scotico per la realizzazione della viabilità e delle piazzole a servizio degli aerogeneratori e del sistema di accumulo**

Con riferimento alle caratteristiche orografiche del territorio oggetto d'intervento, sono previsti limitati sbancamenti e rinterri finalizzati all'appianamento delle superfici destinate alla realizzazione delle piazzole di putting up degli aerogeneratori. Pertanto il materiale di risulta scaturito dallo scotico superficiale per realizzazione delle piazzole di lavoro gru sarà reimpiegato in situ, per quanto possibile, per la livellazione delle superfici ove necessario e per il ripristino dello stato dei luoghi relativamente alle opere temporanee di cantiere (riduzione delle piazzole dalle dimensioni previste per il montaggio degli aerogeneratori alle dimensioni definite per le superfici di manovra in fase esercizio). Il materiale in eccedenza sarà classificato e gestito quale rifiuto ai sensi ed in conformità della parte IV del D.Lgs. 152/2006.

Con riferimento alle caratteristiche orografiche del territorio oggetto d'intervento, sono previsti piccoli sbancamenti e rinterri finalizzati all'appianamento delle superfici destinate alla realizzazione delle piste d'impianto. Pertanto il materiale di risulta scaturito dallo scotico superficiale per realizzazione delle piste sarà, ove possibile, reimpiegato in situ o comunque nell'ambito del cantiere eolico, altrimenti sarà classificato e gestito quale rifiuto ai sensi ed in conformità della parte IV del D.Lgs. 152/2006.

Nell'ottica della prevenzione e riduzione della produzione di rifiuti, qualora nel corso dei lavori si individuino siti di conferimento finali differenti da quello in cui il materiale è stato prodotto, si provvederà a caratterizzare il materiale ai sensi delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017 e, all'esito delle caratterizzazioni dello stesso quale sottoprodotto, si provvederà a presentare modifica del piano di utilizzo e le analisi alle autorità competenti nei tempi stabiliti dalle vigenti norme.

#### **1.2.5. Movimenti terra per realizzazione della stazione elettrica**

Gli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle opere civili da realizzare in sottostazione elettrica consistono in:

- scavo a sezione obbligata per alloggiamento stalli apparecchiature;
- scavo a sezione ampia/obbligata per alloggiamento fondazione fabbricato produttore.

I materiali rinvenuti dagli scavi realizzati per l'esecuzione delle fondazioni, nell'ordine:

- saranno utilizzati per il rinterro di ciascuna fondazione;
- potranno essere impiegati per il ripristino dello stato dei luoghi, ove necessario;
- se in eccesso rispetto alla possibilità di reimpiego in situ, saranno gestiti quale rifiuti ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e trasportati presso un centro di recupero autorizzato o in discarica.

Ad oggi, infatti, la società proponente, per l'impiego del materiale rinveniente gli scavi non ha la disponibilità di siti differenti da quello interessato dall'intervento. Pertanto il materiale non utilizzabile direttamente in situ sarà catalogato e gestito ai sensi delle parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Nell'ottica della prevenzione e riduzione della produzione di rifiuti, qualora nel corso dei lavori si individuino siti di conferimento finali differenti da quello in cui il materiale è stato prodotto, si provvederà a caratterizzare il materiale ai sensi delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017 e, all'esito delle caratterizzazioni dello stesso quale sottoprodotto, si provvederà a presentare modifica del piano di utilizzo e le analisi alle autorità competenti nei tempi stabiliti dalle vigenti norme.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

### 1.3. QUANTIFICAZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

Di seguito si riporta una stima degli scavi e dei rinterri con relativo bilancio dei volumi, attinente alle opere di progetto.

#### 1.3.1. Viabilità e piazzole

	STERRI [m <sup>3</sup> ]	RIPORTI [m <sup>3</sup> ]
WTG 01	522	522
WTG 02	406	543
WTG 03	1897	6
WTG 04	2089	3280
WTG 05	1041	901
WTG 06	3530	3359
WTG 07	1059	954
WTG 08	1174	1162
Piazzole temporanee	17872	17872
Viabilità temporanea	580	580
<b>TOTALE</b>	<b>30170</b>	<b>29179</b>

30170 mc - 29179 mc = 991 mc (da avviare a smaltimento)

#### 1.3.2. Fondazioni

Sterri: 8 x 1.650 mc = 13200 mc (scavo di fondazione)

Sterri: 8 x 293 mc = 2344 mc (trivellazione pali di fondazione)

Riporti: 8 x 975 mc = 7800 mc (rinterro fondazione)

(13200 mc + 2344 mc) - 7800 mc = 7744 mc (da avviare a smaltimento)

#### 1.3.3. Cavidotto

Sterri: 8213 mc (scavo da computo metrico)

Riporti: 8213 mc (rinterro da computo metrico)

8213 mc - 8213 mc = 0 mc (da avviare a smaltimento)

#### 1.3.4. Sistema di accumulo

Sterri: 4300 mc (scavo da computo metrico)

Riporti: 600 mc (rinterro da computo metrico)

4300 mc - 600 mc = 3700 mc (da avviare a smaltimento)

#### 1.3.5. Stazione elettrica

Sterri: 272 mc (scavo da computo metrico)

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Luglio 2021
--	---	-------------

Riporti: 50 mc (rinterro da computo metrico)

272 mc - 50 mc = 222 mc (da avviare a smaltimento)

### 1.3.6. Totale da avviare a smaltimento

#### **TOTALE DA AVVIARE A SMATIMENTO:**

**991 + 7744 + 3700 + 222 = 12657 mc**

Il terreno in eccesso rispetto alla possibilità di reimpiego in situ sarà gestito quale rifiuto ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e trasportato presso un centro di recupero autorizzato.

Ad oggi, infatti, la società proponente, per l'impiego del materiale rinveniente gli scavi non ha la disponibilità di siti differenti da quello interessato dall'intervento. Pertanto il materiale non utilizzabile direttamente in situ sarà catalogato e gestito ai sensi delle parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Nell'ottica della prevenzione e riduzione della produzione di rifiuti, qualora nel corso dei lavori si individuino siti di conferimento finali differenti da quello in cui il materiale è stato prodotto, si provvederà a caratterizzare il materiale ai sensi delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017 e, all'esito delle caratterizzazioni dello stesso quale sottoprodotto, si provvederà a presentare modifica del piano di utilizzo e le analisi alle autorità competenti nei tempi stabiliti dalle vigenti norme.

In aggiunta a quanto suddetto si precisa che non sarebbe stato comunque possibile eseguire un'indagine ambientale propedeutica alla realizzazione delle opere da cui deriva la produzione delle terre e rocce da scavo in quanto non si ha ancora la disponibilità di alcune delle aree oggetto dei lavori, pertanto si ricorrerà alla caratterizzazione ambientale in corso d'opera.

## **3. ANALISI DI STABILITÀ DEI SITI DI SCAVO E RIPORTO**

Le lavorazioni che comportano in maniera significativa il riutilizzo del materiale rinveniente dagli scavi sono relative agli interventi di realizzazione delle opere civili a servizio degli aerogeneratori (fondazioni), del sistema di accumulo e della sottostazione elettrica.

Per le zone oggetto dei suddetti interventi sono state condotte delle verifiche di stabilità dei versanti in fase ante e post opera. Per tutto quanto attiene le modalità di conduzione e le risultanze delle suddette verifiche si faccia riferimento all'elaborato "Relazione geotecnica" riportato in allegato alla presente.

## **4. ALLEGATI**

- RELAZIONE GEOTECNICA – Studio di compatibilità geologica e geotecnica



**COMUNE DI DELICETO**

*PROVINCIA DI FOGGIA*

**Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole".**

## PROGETTO DEFINITIVO

### Relazione geotecnica

COD. ID.	JD9EAK1				
Livello prog.	Tipo documentazione		N. elaborato	Data	Scala
PD	Definitiva		4.2.3	02 / 2021	-

Nome file	
-----------	--

#### REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	FEBBRAIO 2021	PRIMA EMISSIONE		FS	FS

COMMITTENTE:



**SINERGIA EWR2 SRL**

Centro direzionale snc, Is. G1  
80143 Napoli (NA), Italia  
P.IVA 09608101219

PROGETTAZIONE:

**ING. FULVIO SCIA**

Centro Direzionale snc, Is. G1  
80143 Napoli (NA), Italia  
email: ing.scia@gmail.com  
tel: +39 3389055174

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

## RELAZIONE GEOTECNICA STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA

### INDICE

---

1. INFORMAZIONI INTRODUTTIVE.....	3
2. MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	4
3. MODELLAZIONE PLANO-ALTIMETRICA .....	7
3.1. WTG1 .....	7
3.2. WTG2 .....	8
3.3. WTG3 .....	9
3.4. WTG4 .....	11
3.5. WTG5 .....	12
3.6. WTG6 .....	13
3.7. WTG7 .....	14
3.8. WTG8 E SISTEMA DI ACCUMULO .....	16
3.9. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E FUTURO AMPLIAMENTO S.E. DELICETO .....	17
4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	18
5. ANALISI DEI CARICHI.....	34
6. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO .....	37
6.1. CENNI DI TEORIA PER L'ANALISI DI STABILITÀ DEI PENDII .....	37
6.2. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO ANTE OPERA.....	53
6.2.1. WTG1 (ante opera).....	53
6.2.2. WTG2 (ante opera).....	56
6.2.3. WTG3 (ante opera).....	59
6.2.4. WTG4 (ante opera).....	62
6.2.5. WTG5 (ante opera).....	65
6.2.6. WTG6 (ante opera).....	68
6.2.7. WTG7 (ante opera).....	71
6.2.8. WTG8 e sistema di accumulo (ante opera).....	74
6.2.9. Sottostazione elettrica e futuro ampliamento S.E. Deliceto (ante opera).....	76
6.3. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO POST OPERA .....	79
6.3.1. WTG1 (post opera).....	79
6.3.2. WTG2 (post opera).....	82
6.3.3. WTG3 (post opera).....	84
6.3.4. WTG4 (post opera).....	88

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

6.3.5. WTG5 (post opera) .....	90
6.3.6. WTG6 (post opera) .....	93
6.3.7. WTG7 (post opera) .....	96
6.3.8. WTG8 e sistema di accumulo (post opera) .....	99
6.3.9. Sottostazione elettrica e futuro ampliamento S.E. Deliceto (post opera).....	102
7. CONCLUSIONI .....	104
8. VERIFICHE GEOTECNICHE .....	106

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

## 1. INFORMAZIONI INTRODUTTIVE

Il progetto, di cui il presente elaborato ne costituisce parte integrante, prevede la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica sito in agro del Comune di Deliceto, in provincia di Foggia.

L'impianto in progetto si compone di 8 aerogeneratori tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170 o similari, della potenza di 6 MW ciascuno, ed un sistema di accumulo della potenza di 25 MW.

Gli 8 aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto sono di seguito nomenclati con sigle identificative da WTG1 a WTG8, così come individuati, tra l'altro, negli elaborati grafici di progetto. Il sistema di accumulo è previsto nelle immediate vicinanze dell'aerogeneratore WTG8.

Di seguito si riportano i riferimenti catastali e le coordinate relativamente a ciascun aerogeneratore.

Riferimenti catastali				Coordinate WGS-UTM 33N		
	COMUNE	FOGLIO	P.LLA		E	N
WTG01	DELICETO	26	71	WTG1	536539	4563878
WTG02	DELICETO	41	257	WTG2	537418	4563277
WTG03	DELICETO	41	261-264	WTG3	538200.53	4562630.07
WTG04	DELICETO	42	107	WTG4	539334.64	4562549.97
WTG05	DELICETO	42	74	WTG5	540345.96	4562557.35
WTG06	DELICETO	43	63	WTG6	538176.82	4561559.95
WTG07	DELICETO	41	223	WTG7	537275.37	4562079.46
WTG08 E SIST. ACC.	DELICETO	39	202	WTG8	536255.02	4562328.8

La connessione alla rete di trasmissione elettrica nazionale (RTN) avverrà su futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV, ubicata nel comune di Deliceto (FG).

Di seguito si riportano i riferimenti catastali e le coordinate baricentriche del sito di realizzazione della stazione elettrica.

	Riferimenti catastali			Coordinate WGS 84-UTM 33N	
	Foglio	Particella	Comune	E	N
Stazione elettrica	42	62	Deliceto	539742,00	4562915,00

Degli 8 aerogeneratori previsti in progetto, 2 ricadono in area classificata ad "elevata pericolosità geomorfologica (PG2)" regolamentata dall'art. 14 delle N.T.A. del P.A.I., 5 ricadono in area classificata a "media e moderata pericolosità geomorfologica (PG1)" ai sensi dell'art. 15 delle N.T.A. del P.A.I., ed 1 ricade a cavallo di zone perimetrate PG1 e PG2.

Nello specifico, gli aerogeneratori WTG2 e WTG8 ricadono in area classificata PG2, gli aerogeneratori WTG1, WTG3, WTG4, WTG5 e WTG7 ricadono in area classificata PG1 e l'aerogeneratore WTG6 ricade a cavallo delle aree PG1 e PG2.

Il sistema di accumulo, nei pressi della WTG8, ricade in area classificata ad "elevata pericolosità geomorfologica (PG2)".

Il cavidotto di collegamento degli aerogeneratori e di collegamento del parco eolico alla stazione elettrica ricade in parte in aree perimetrate PG1 e PG2.

La sottostazione elettrica 30/150 kV, così come il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV, ricadono in aree classificate a "media e moderata pericolosità geomorfologica (PG1)" ai sensi dell'art. 15 delle N.T.A. del P.A.I.

Nelle aree perimetrate PG1 e PG2, la realizzazione degli interventi previsti in progetto è subordinata ad uno "Studio di compatibilità geologica e geotecnica" che dimostri la compatibilità degli stessi con le condizioni di pericolosità geomorfologica dell'area.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Il presente studio di compatibilità geologica e geotecnica è redatto ai sensi degli artt. 14 e 15 delle N.T.A. del P.A.I. e dimostra, sulla base di una adeguata ricostruzione del modello geologico e geotecnico del terreno ed una conseguente analisi qualitativa e quantitativa della stabilità dei versanti di sedime, l'esistenza di adeguate condizioni di sicurezza geomorfologica delle aree interessate dai lavori.

## 2. MODELLAZIONE GEOTECNICA

*Riferimenti: "Relazione geologica", elaborata dal Dott. Geol. Rocco Porsia.*

Le informazioni sui caratteri litologico-stratigrafici del sottosuolo e le principali caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche delle aree interessate dal progetto sono state estrapolate dalla vasta bibliografia relativa ai terreni affioranti nell'area, mentre i caratteri morfologici sono stati raccolti nel corso di alcune ricognizioni di superficie effettuate nella zona interessata e nelle zone limitrofe e confrontando i dati acquisiti con quelli desunti dalla bibliografia e dalla cartografia ufficiale esistente.

Le indagini sismiche con metodologia M.A.S.W. e quelle effettuate con il metodo della sismica a rifrazione in onda P eseguite su tutte le aree in cui saranno realizzati gli aerogeneratori al fine di verificare le caratteristiche sismiche del sedime dove saranno realizzate le suddette opere hanno consentito, altresì, di ricostruire, seppure in maniera indiretta, gli spessori e le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni presenti nel sottosuolo di tali aree.

Le indagini sismiche effettuate e lo studio geologico generale delle aree in cui saranno realizzati gli aerogeneratori sono state utilizzate per effettuare la ricostruzione del modello geotecnico del volume di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione di ciascun manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento del manufatto stesso. La definizione dei parametri geotecnici dei terreni affioranti nelle aree in esame sono stati desunti dalla vasta bibliografia ufficiale esistente, mentre i moduli elastici sono stati calcolati dalle indagini sismiche realizzate.

Allo stato attuale, infatti, la società proponente non ha disponibilità delle aree per effettuare indagini geognostiche in sito in quanto, nell'ambito del procedimento autorizzativo, richiederà l'attivazione della procedura di esproprio per pubblica utilità. Come di seguito descritto, per l'individuazione dei valori dei parametri geotecnici si adotteranno ipotesi ampiamente cautelative.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica ma significativa dei litotipi individuati per le varie aree di intervento. Per maggiori dettagli di carattere geologico si faccia utile riferimento all'elaborato di Relazione geologica.

PUNTO DI INDAGINE	LITOLOGIA
<b>Coordinate geografiche</b>	
SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E FUTURO AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA "DELICETO"	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose/Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie ed arenarie
AEROGENERATORE WTG1	Sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose, localmente fossilifere e, saltuariamente, con livelli di argille grigie
AEROGENERATORE WTG2	Sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose, localmente fossilifere e, saltuariamente, con livelli di argille grigie
AEROGENERATORE WTG3	Sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose, localmente fossilifere e, saltuariamente, con livelli di argille grigie

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

AEROGENERATORE WTG4	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose
AEROGENERATORE WTG5	Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie ed arenarie
AEROGENERATORE WTG6	Sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose, localmente fossilifere e, saltuariamente, con livelli di argille grigie
AEROGENERATORE WTG7	Conglomerati di base poligenici, fortemente cementati, con ciottoli costituiti in prevalenza da elementi di arenarie e di calcari marnosi ed a volte da ciottoli di rocce eruttive
AEROGENERATORE WTG8 E SISTEMA DI ACCUMULO	Calcari microgranulari biancastri o giallastri, calcareniti e brecciole calcaree di colore chiaro, calcari marnosi biancastri, marne ed argilloscisti bianco-giallastri, calcari pulverulenti organogeni (tipo "craie"), arenarie giallastre, livelli di puddinghe poligeniche ed orizzonti di diaspro rosato

Di seguito si riporta la classificazione del sottosuolo per tutti i siti di installazione ai sensi della tabella n.3.2.II del D.M. 17 gennaio 2018. Per maggiori dettagli in merito alle risultanze delle prove MASW si faccia utile riferimento all'elaborato di Relazione geologica.

PUNTO DI INDAGINE	CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE
SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E FUTURO AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA	C
AEROGENERATORE WTG1	C
AEROGENERATORE WTG2	C
AEROGENERATORE WTG3	C
AEROGENERATORE WTG4	C
AEROGENERATORE WTG5	C
AEROGENERATORE WTG6	C
AEROGENERATORE WTG7	C
AEROG. WTG8 E SISTEMA DI ACCUMULO	C

Per ciò che attiene la classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nella tabella 3.2.III delle NTC, poiché i siti di installazione sono ubicati in area pianeggiante o caratterizzata da lievi pendenze, le aree d'intervento possono essere classificate come appartenenti alla categoria 'T1'.

Così come individuati in Relazione geologica, di seguito si riportano i valori dei range di variazione dei parametri geotecnici delle formazioni affioranti nelle aree oggetto di intervento.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

	Peso di volume naturale $\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	Angolo d'attrito interno $\phi'$ (°)	Coesione drenata c'(kPa)
WTG01 WTG02 WTG03 WTG05 WTG06 WTG07 WTG08 SISTEMA DI ACCUMULO	18,14 – 19,12	24 - 26	4,90 – 9,81
SOTTOSTAZ. 30/150 kV E FUTURO AMPLIAMENTO S.E. TERNA WTG04	18,14 – 19,12	18 - 20	9,81 – 14,71

Al fine di operare a vantaggio di sicurezza, per le calcolazioni oggetto del presente elaborato si assumono gli estremi inferiori dei sopra riportati range di variazione dei parametri geotecnici. Tali valori così determinati si ritengono validi in questa fase di progettazione. In fase di progettazione esecutiva, quando tra l'altro la società proponente avrà accesso alle aree oggetto di intervento, sarà condotta accurata campagna di indagini geognostiche in sito.

Le calcolazioni riportate nel prosieguo del presente elaborato sono state condotte considerando i seguenti valori dei parametri geotecnici.

	Peso di volume naturale $\gamma_n$ kN/mc	Angolo d'attrito interno $\phi'$ °	Coesione drenata c' kPa
WTG1 WTG2 WTG3 WTG5 WTG6 WTG7 WTG8 SISTEMA DI ACCUMULO	18,14	24	4,90
WTG4 SOTTOSTAZ. 30/150 kV E FUTURO AMPLIAMENTO S.E. TERNA	18,14	18	9,81



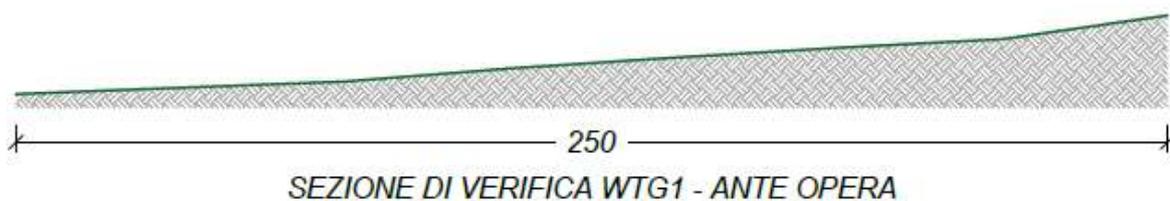
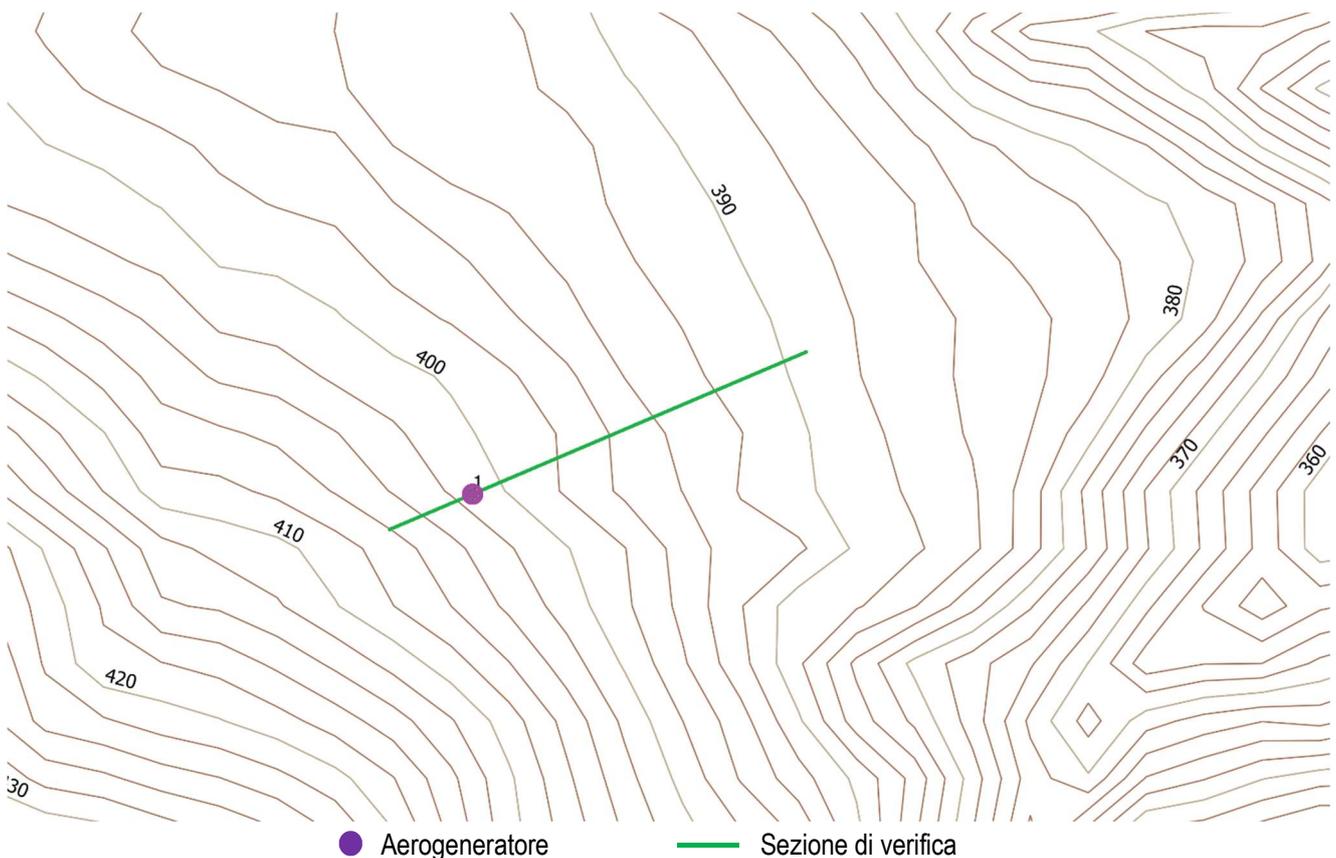
### 3. MODELLAZIONE PLANO-ALTIMETRICA

Per la ricostruzione del modello plano-altimetrico delle porzioni di territorio interessate dalle analisi di cui al presente elaborato si è fatto utile riferimento al modello digitale di elevazione DTM (Digital Terrain Model).

La morfologia delle aree di interesse è caratterizzata per un ampio intorno da pendenze massime che non superano il 15%. Per ognuno degli aerogeneratori oggetto di studio, così come per le aree che riceveranno la sottostazione elettrica e l'ampliamento della stazione elettrica Terna, e quindi ricadenti in area perimetrata dal P.A.I., di seguito si riportano delle illustrazioni indicative delle sezioni di massima pendenza passanti per l'asse degli aerogeneratori stessi e del relativo profilo altimetrico.

Tali sezioni di massima pendenza sono state assunte come sezione di verifica. La sezione di verifica ha una lunghezza complessiva di 250 m e si estende per 200 m a valle dell'aerogeneratore e 50 m a monte.

#### 3.1. WTG1

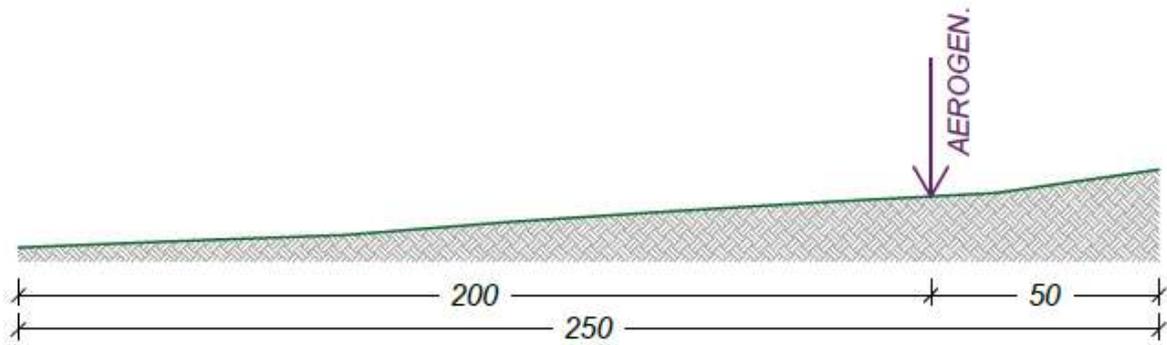




**SINERGIA**  
Energy Green Power

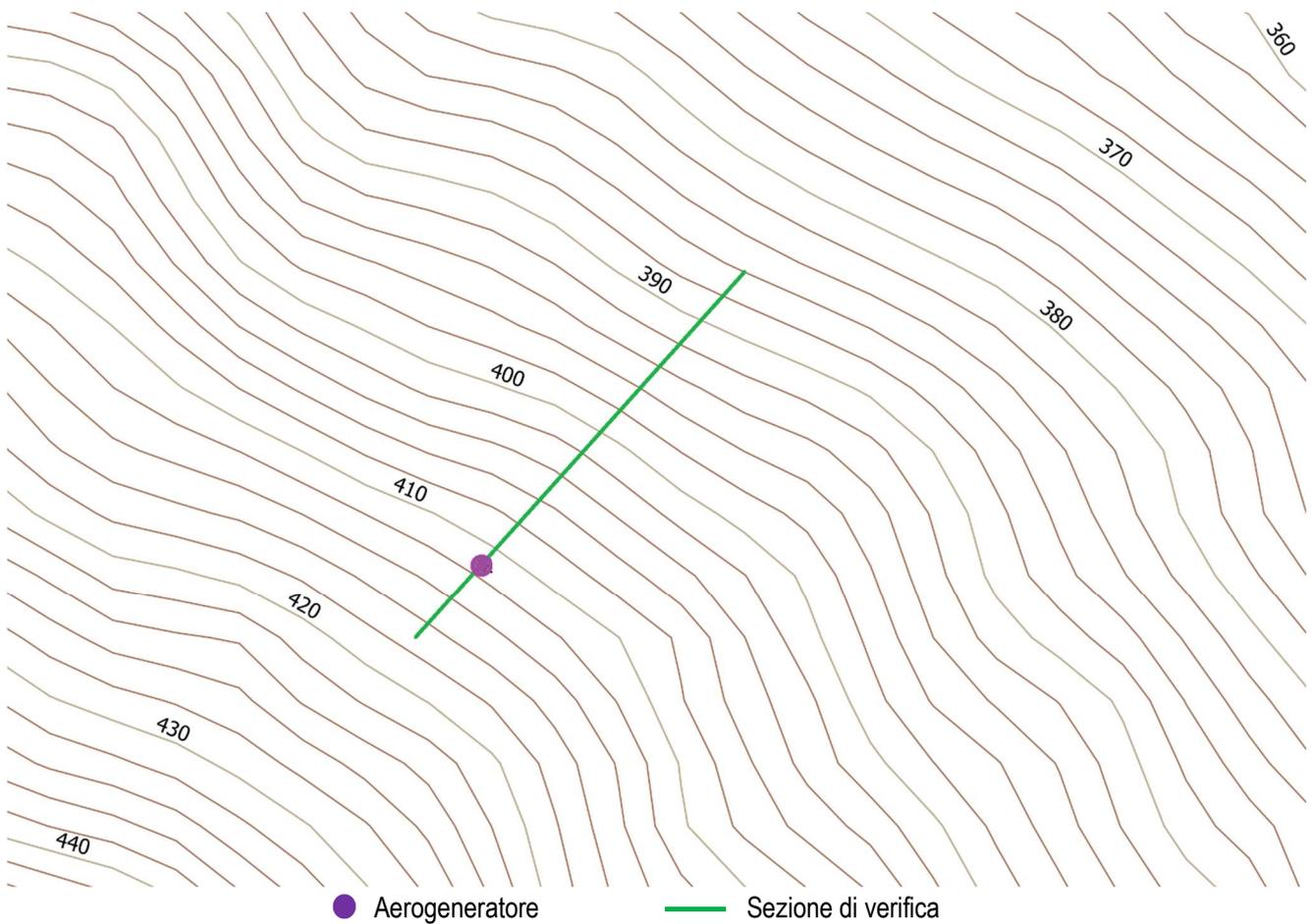
Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"

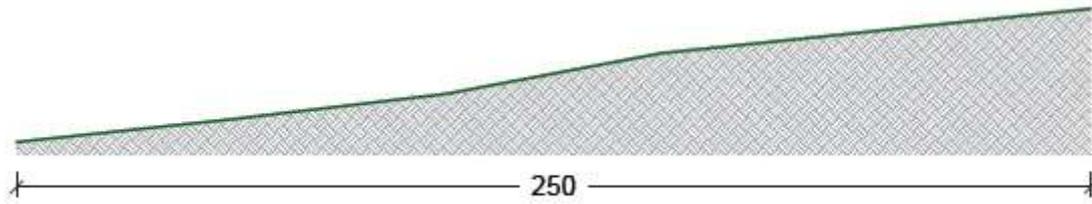
Febbraio 2021



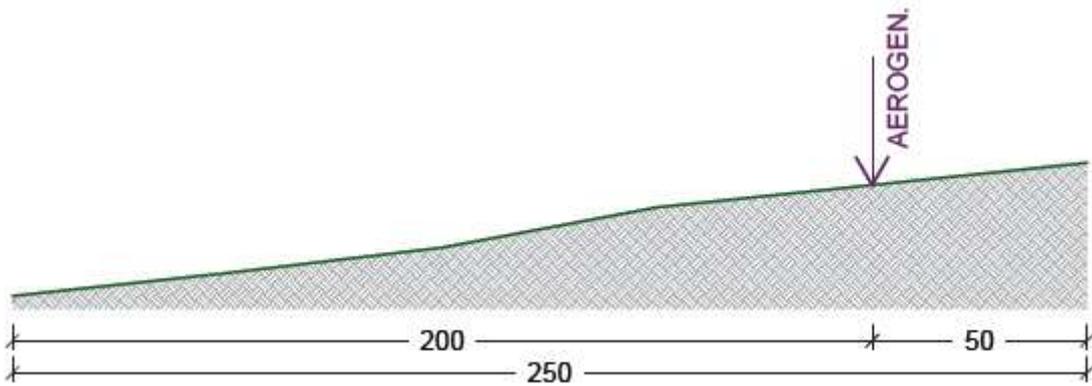
SEZIONE DI VERIFICA WTG1 - POST OPERA

### 3.2. WTG2





SEZIONE DI VERIFICA WTG2 - ANTE OPERA



SEZIONE DI VERIFICA WTG2 - POST OPERA

### 3.3. WTG3





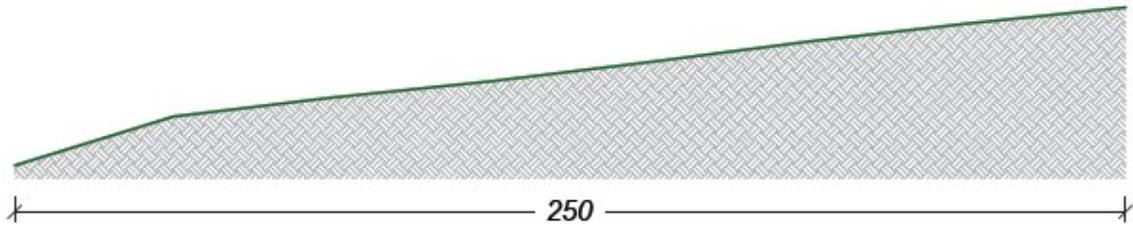
**SINERGIA**  
Energy Green Power

Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"

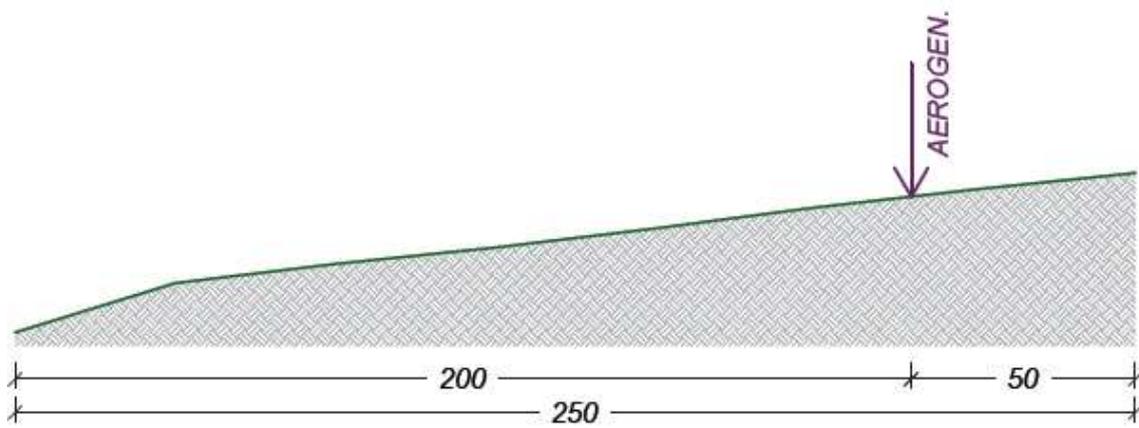
Febbraio 2021

● Aerogeneratore

— Sezione di verifica



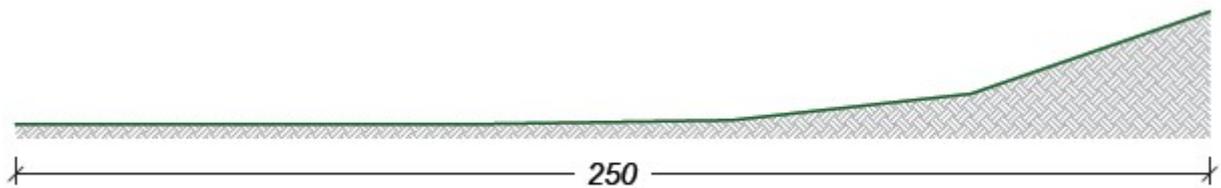
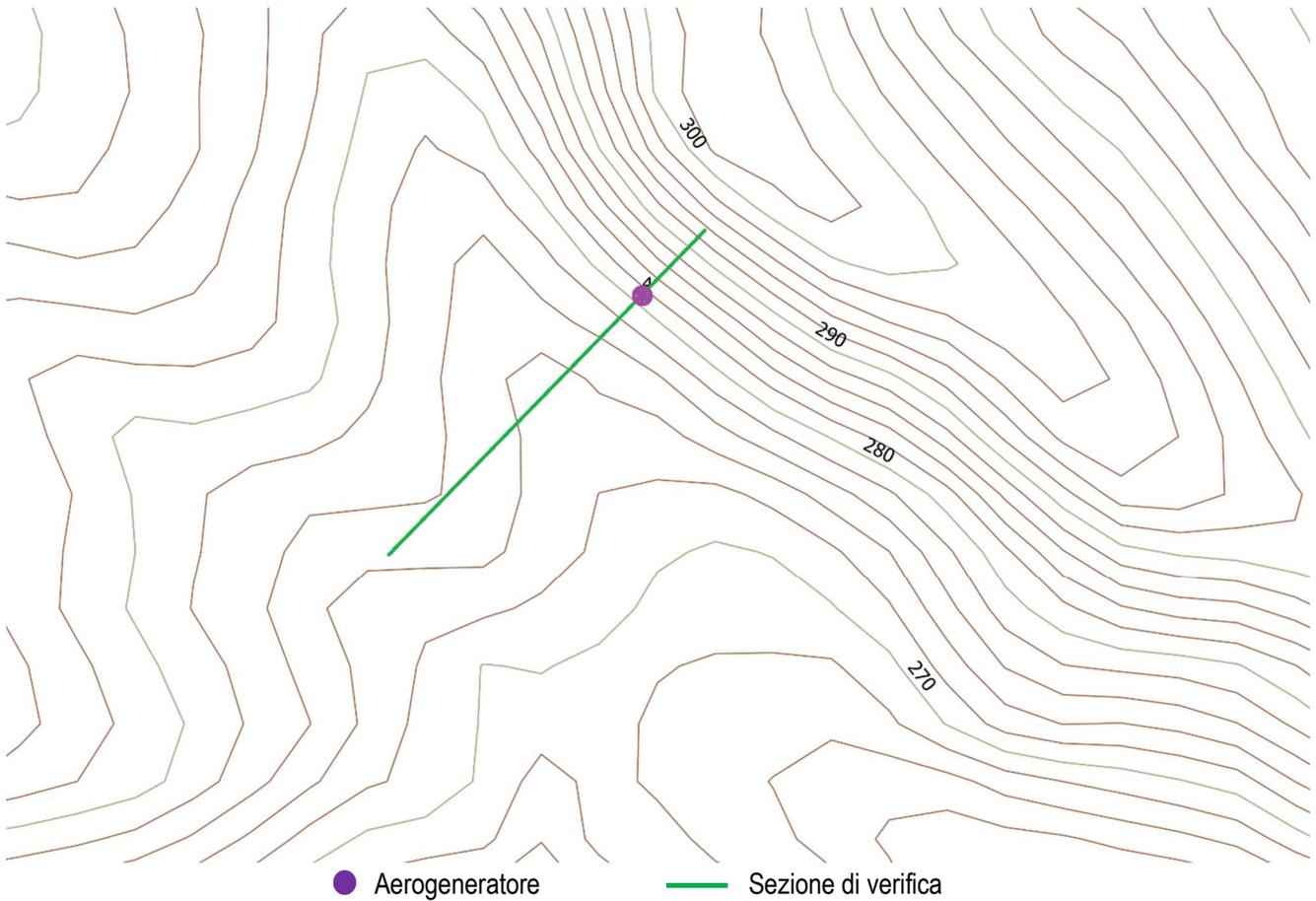
SEZIONE DI VERIFICA WTG3 - ANTE OPERA



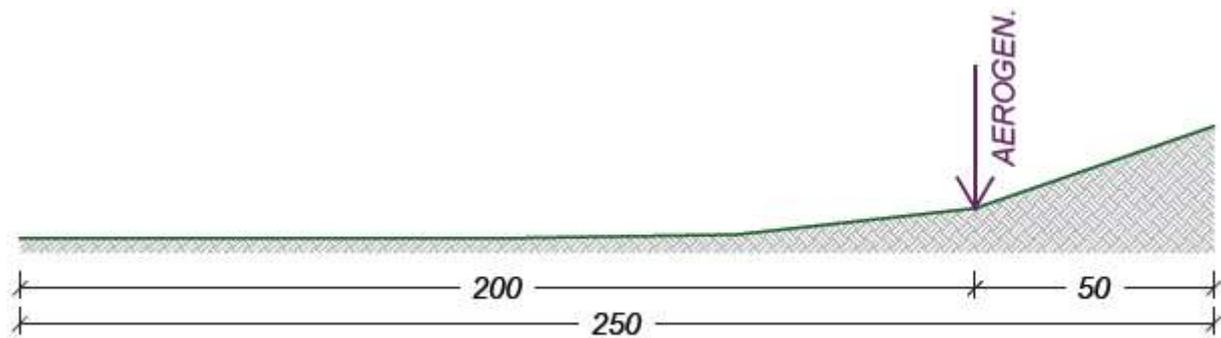
SEZIONE DI VERIFICA WTG3 - POST OPERA



### 3.4. WTG4



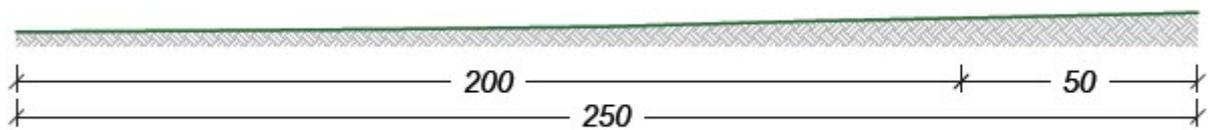
SEZIONE DI VERIFICA WTG4 - ANTE OPERA



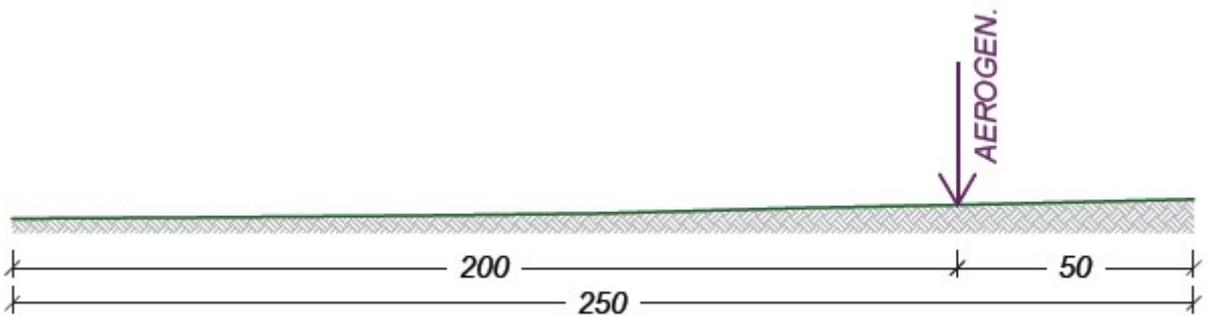
SEZIONE DI VERIFICA WTG4 - POST OPERA



### 3.5. WTG5



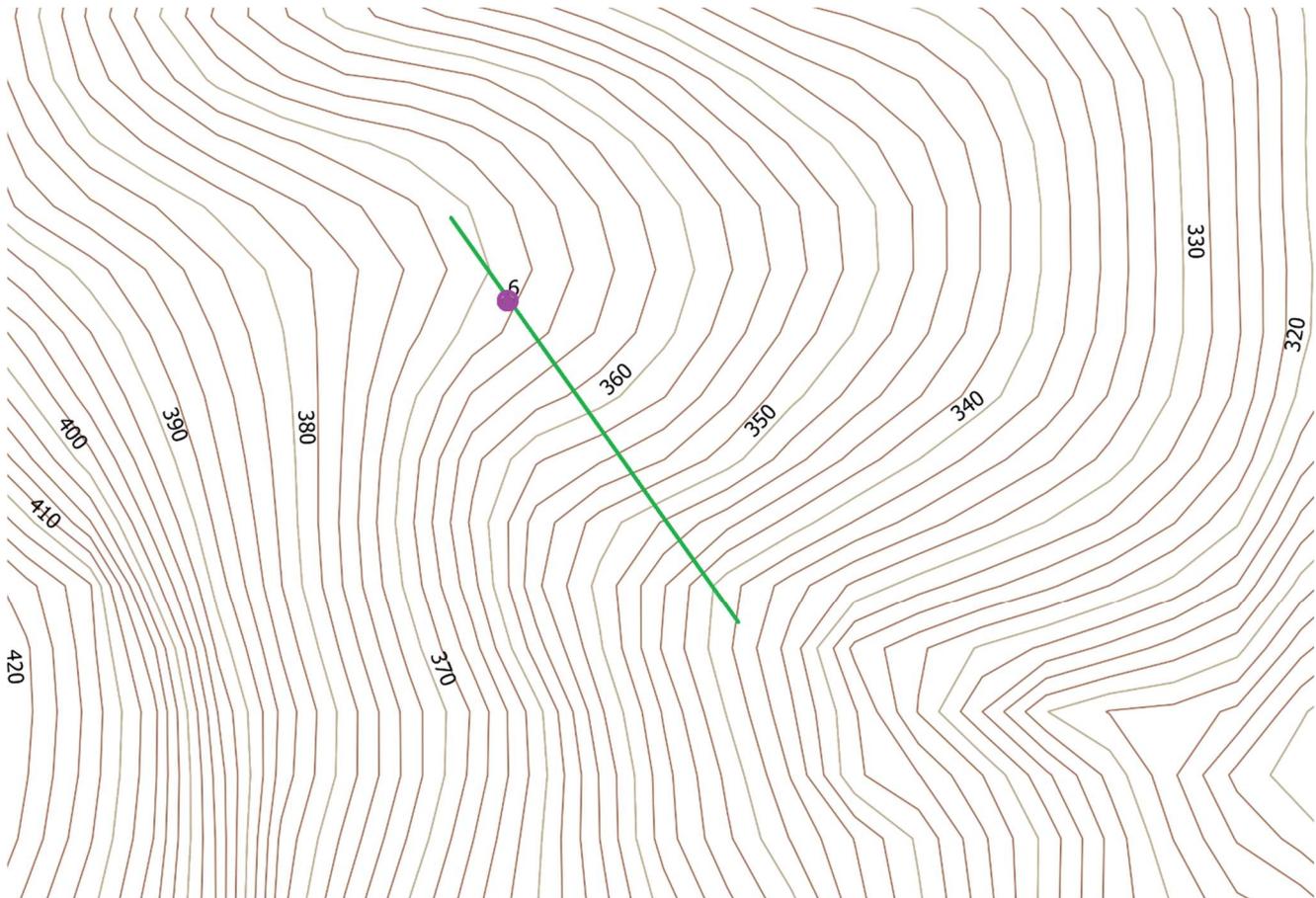
**SEZIONE DI VERIFICA WTG5 - ANTE OPERA**



**SEZIONE DI VERIFICA WTG5 - POST OPERA**

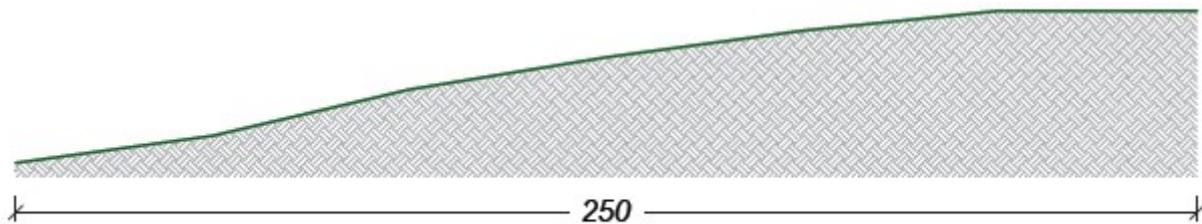


### 3.6. WTG6

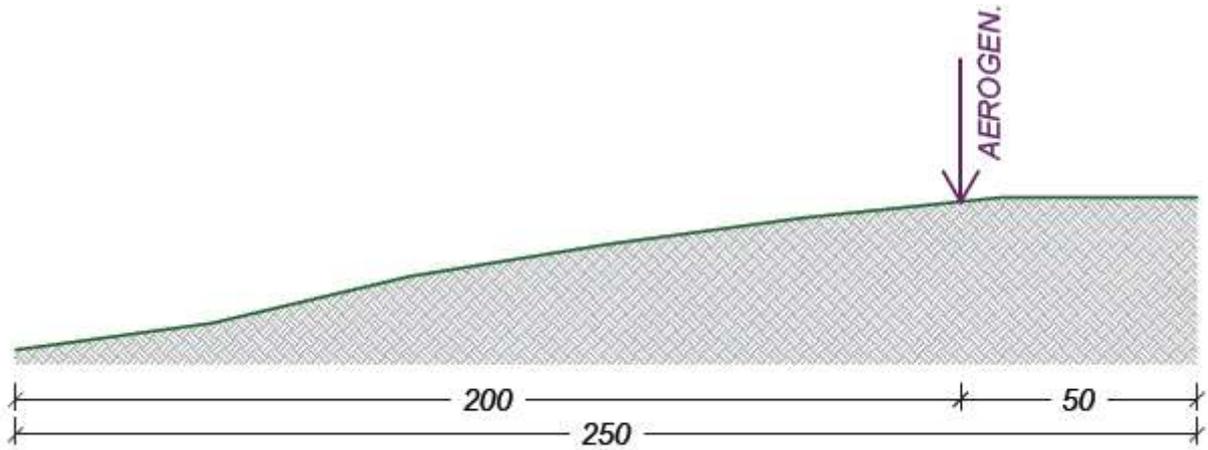


● Aerogeneratore

— Sezione di verifica

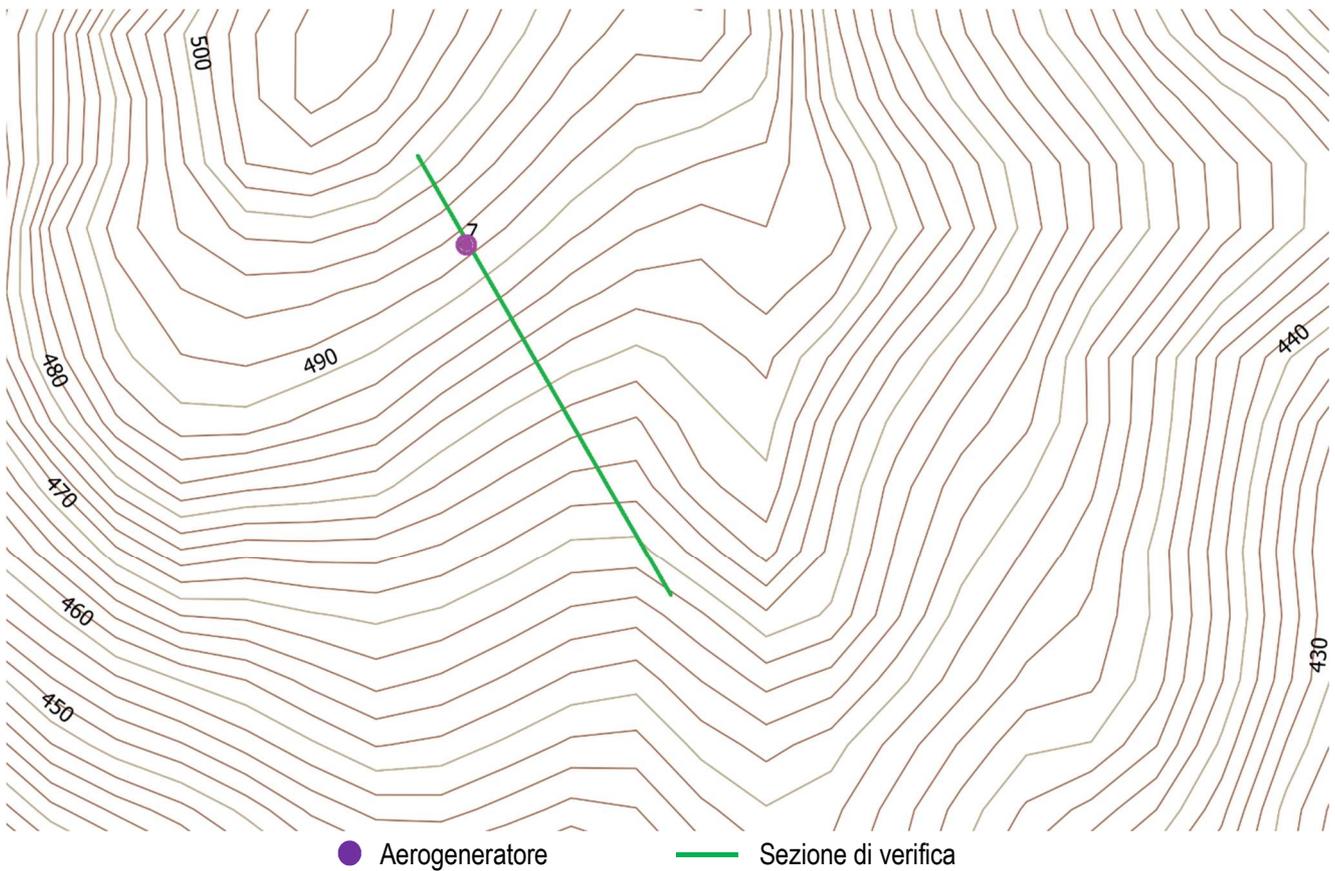


**SEZIONE DI VERIFICA WTG6 - ANTE OPERA**



**SEZIONE DI VERIFICA WTG6 - POST OPERA**

### 3.7. WTG7

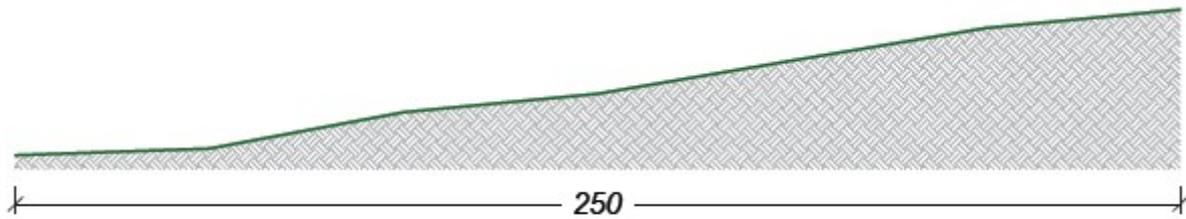




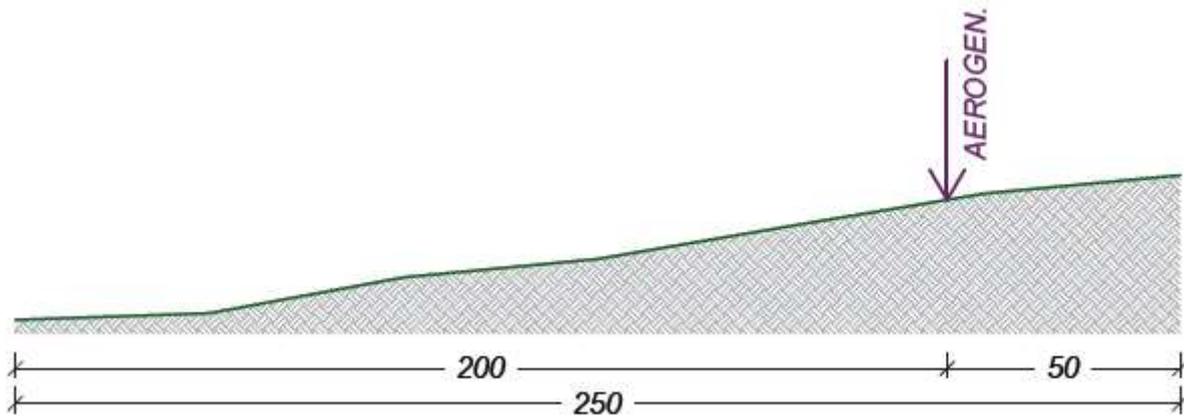
**SINERGIA**  
Energy Green Power

Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"

Febbraio 2021



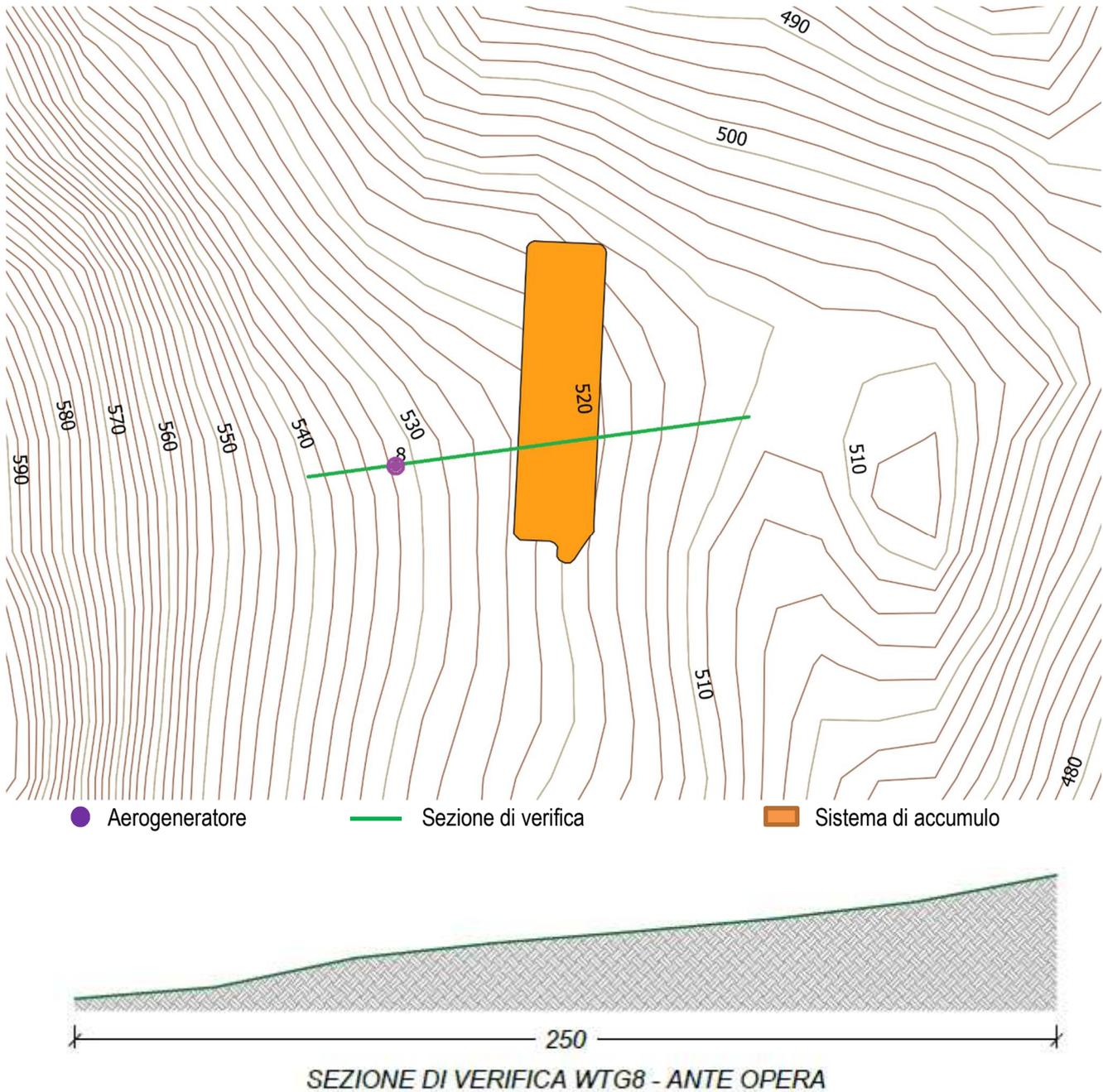
**SEZIONE DI VERIFICA WTG7 - ANTE OPERA**

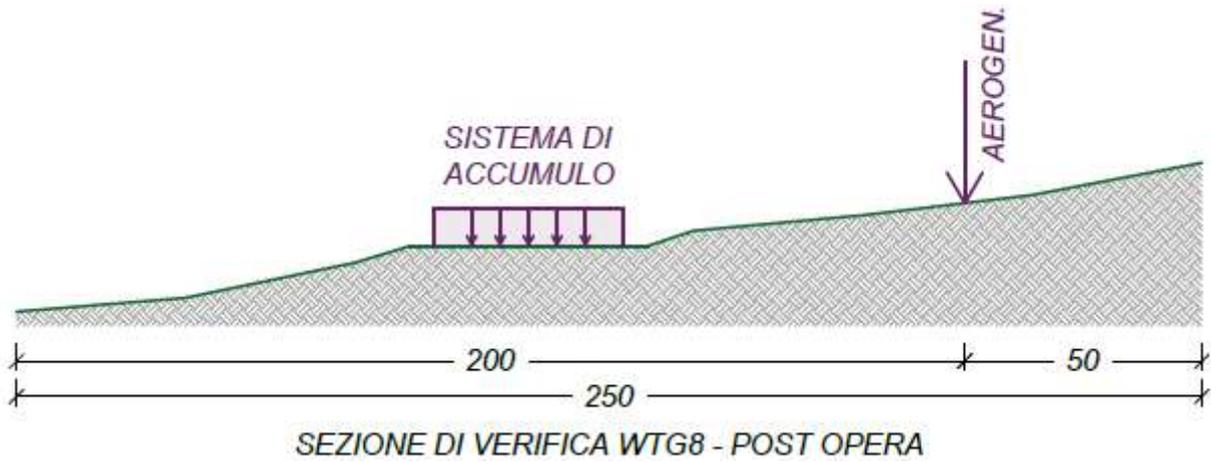


**SEZIONE DI VERIFICA WTG7 - POST OPERA**

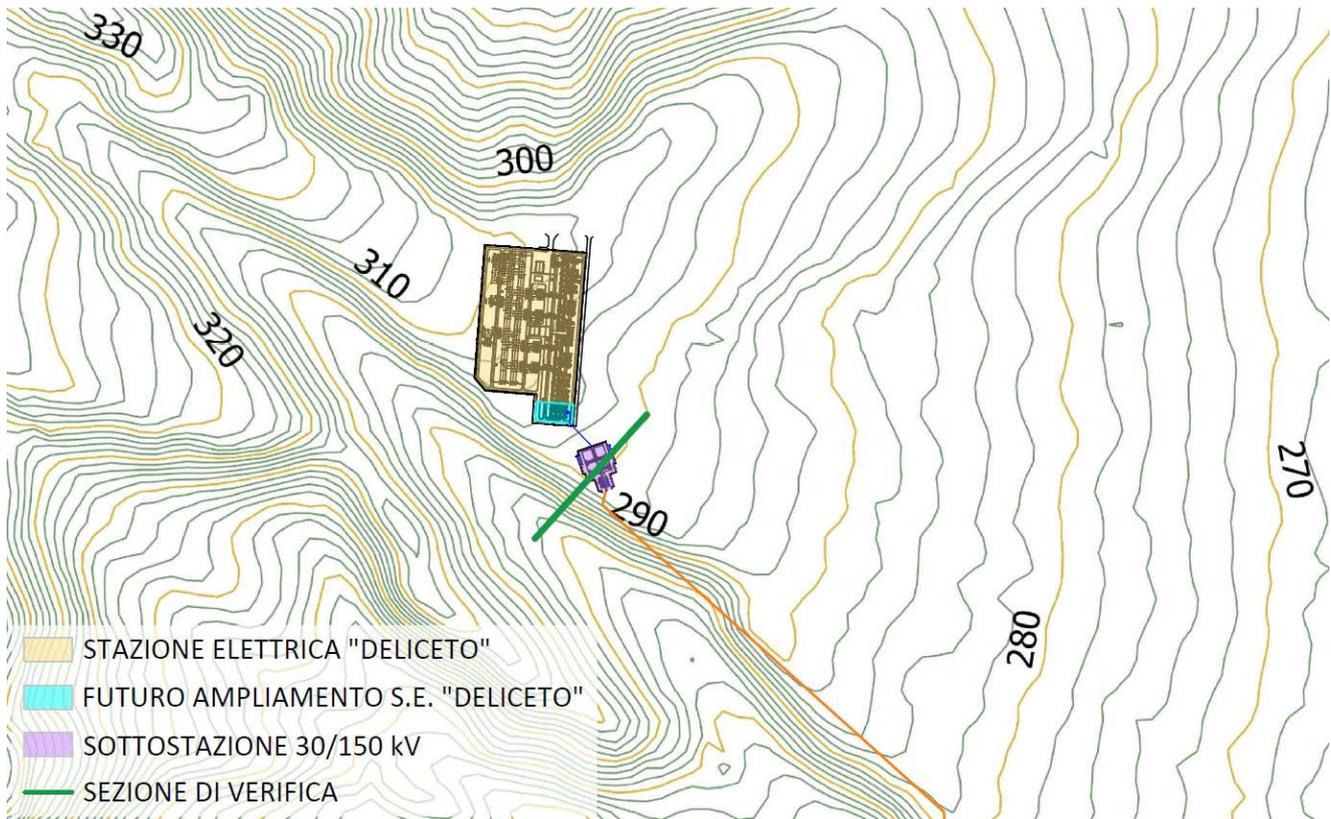


### 3.8. WTG8 E SISTEMA DI ACCUMULO



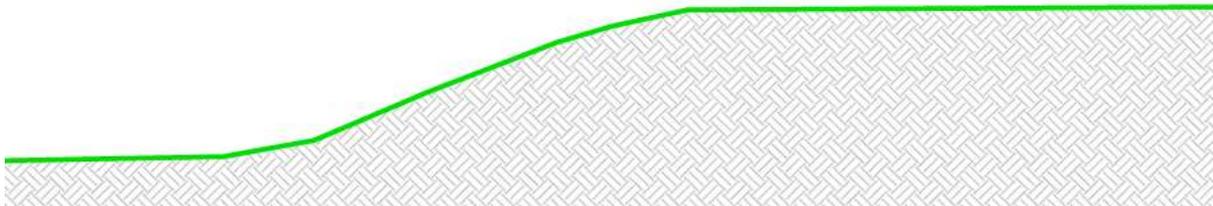


### 3.9. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E FUTURO AMPLIAMENTO S.E. DELICETO

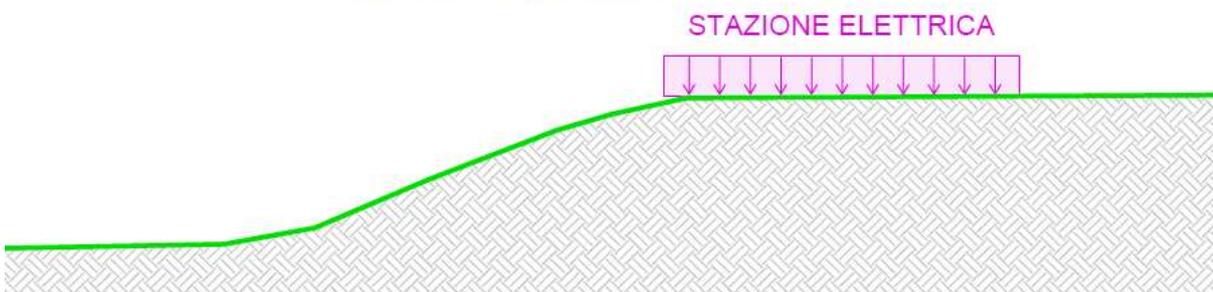


	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### STAZIONE ELETTRICA PROFILO ALTIMETRICO ANTE OPERA



### STAZIONE ELETTRICA PROFILO ALTIMETRICO POST OPERA



## 4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base" definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  dipendenti dallo stato limite considerato.

L'accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  dipende dalla sola posizione geografica (longitudine e latitudine) essendo valutata in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Gli stati limite per condizioni sismiche sono di 4 tipi come definiti al punto 3.2.1 del D.M. 17/01/2018:

Stati limite di esercizio:

- Stato limite di operatività (SLO)
- Stato limite di danno (SLD)

Stati limite ultimi:

- Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)
- Stato limite di collasso (SLC)

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC 2008 (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Fissato il periodo di riferimento e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_R$  e i relativi parametri di pericolosità sismica:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

$T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le opere saranno ubicate alle seguenti coordinate:

SOTTOSTAZIONE 30/150 kV	Lat. 41.216531°
	Long. 15.474563°
AEROGENERATORE WTG1	Lat. 41.225466°
	Long. 15.435951°
AEROGENERATORE WTG2	Lat. 41.220012°
	Long. 15.446402°
AEROGENERATORE WTG3	Lat. 41.214148°
	Long. 15.455690°
AEROGENERATORE WTG4	Lat. 41.213364°
	Long. 15.469212°
AEROGENERATORE WTG5	Lat. 41.213386°
	Long. 15.481273°
AEROGENERATORE WTG6	Lat. 41.204501°
	Long. 15.455337°
AEROGENERATORE WTG7	Lat. 41.209227°
	Long. 15.444623°
AEROGENERATORE WTG8	Lat. 41.211517°
E SISTEMA DI ACCUMULO	Long. 15.432471°

Proprietà della costruzione

Vita nominale	$V_N = 100$ anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferim. per l'azione sismica	$V_R = V_N * C_U = 200$ anni

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Per ogni sito di verifica, di seguito si riportano i parametri sismici adoperati per le calcolazioni.

Parametri sismici **WTG01**

(coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine:	41,226448
longitudine:	15,436801
Classe:	4
Vita nominale:	100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 1804,736
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 4091,307

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Sito 3	ID: 31221	Lat: 41,2675	Lon: 15,4858	Distanza: 6138,962
Sito 4	ID: 31220	Lat: 41,2687	Lon: 15,4193	Distanza: 4920,769

#### Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	200anni
Coefficiente cu:	2

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	120	[anni]
ag:	0,097	g
Fo:	2,489	
Tc*:	0,349	[s]

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	201	[anni]
ag:	0,122	g
Fo:	2,488	
Tc*:	0,387	[s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	1898	[anni]
ag:	0,349	g
Fo:	2,372	
Tc*:	0,436	[s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	2475	[anni]
ag:	0,393	g
Fo:	2,350	
Tc*:	0,441	[s]

#### Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

##### SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000
Kh:	0,029
Kv:	0,015
Amax:	1,427
Beta:	0,200

##### SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,440

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

St: 1,000  
 Kh: 0,044  
 Kv: 0,022  
 Amax: 1,799  
 Beta: 0,240  
 SLV:  
 Ss: 1,200  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,117  
 Kv: 0,059  
 Amax: 4,103  
 Beta: 0,280  
 SLC:  
 Ss: 1,150  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,127  
 Kv: 0,063  
 Amax: 4,434  
 Beta: 0,280

Parametri sismici **WTG02**  
 (coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine: 41,2209942508031  
 longitudine: 15,4472521474561  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 2473,205
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 3119,636
Sito 3	ID: 31221	Lat: 41,2675	Lon: 15,4858	Distanza: 6098,860
Sito 4	ID: 31220	Lat: 41,2687	Lon: 15,4193	Distanza: 5796,617

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 200anni  
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 120 [anni]  
 ag: 0,097 g  
 Fo: 2,489  
 Tc\*: 0,349 [s]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:	201	[anni]	
ag:	0,122	g	
Fo:	2,481		
Tc*:	0,390	[s]	

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%	
Tr:	1898	[anni]	
ag:	0,348	g	
Fo:	2,371		
Tc*:	0,436	[s]	

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%	
Tr:	2475	[anni]	
ag:	0,393	g	
Fo:	2,349		
Tc*:	0,441	[s]	

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000
Kh:	0,029
Kv:	0,015
Amax:	1,425
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,430
St:	1,000
Kh:	0,044
Kv:	0,022
Amax:	1,797
Beta:	0,240

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,380
St:	1,000
Kh:	0,117
Kv:	0,059
Amax:	4,101
Beta:	0,280

SLC:

Ss:	1,150
-----	-------

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,127  
 Kv: 0,063  
 Amax: 4,432  
 Beta: 0,280

**Parametri sismici WTG03**  
 (coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine: 41,2151303102384  
 longitudine: 15,4565398589708  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 3261,222
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 2335,137
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 5724,228
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 6160,517

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 200anni  
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 120 [anni]  
 ag: 0,100 g  
 Fo: 2,468  
 Tc\*: 0,346 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 201 [anni]  
 ag: 0,127 g  
 Fo: 2,480  
 Tc\*: 0,378 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 1898 [anni]  
 ag: 0,366 g  
 Fo: 2,355  
 Tc\*: 0,435 [s]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	2475	[anni]
ag:	0,413	g
Fo:	2,333	
Tc*:	0,441	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000
Kh:	0,036
Kv:	0,018
Amax:	1,474
Beta:	0,240

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,450
St:	1,000
Kh:	0,046
Kv:	0,023
Amax:	1,862
Beta:	0,240

SLV:

Ss:	1,180
Cc:	1,380
St:	1,000
Kh:	0,121
Kv:	0,061
Amax:	4,240
Beta:	0,280

SLC:

Ss:	1,120
Cc:	1,380
St:	1,000
Kh:	0,463
Kv:	0,231
Amax:	4,540
Beta:	1,000

Parametri sismici **WTG04**

(coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine:	41,2143462275785
longitudine:	15,4700615393287
Classe:	4
Vita nominale:	100

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

#### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 4394,743
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 1241,021
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 5308,035
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 6778,908

#### Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	200anni
Coefficiente cu:	2

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	120	[anni]
ag:	0,100	g
Fo:	2,470	
Tc*:	0,347	[s]

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	201	[anni]
ag:	0,126	g
Fo:	2,469	
Tc*:	0,385	[s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	1898	[anni]
ag:	0,365	g
Fo:	2,353	
Tc*:	0,435	[s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	2475	[anni]
ag:	0,412	g
Fo:	2,331	
Tc*:	0,441	[s]

#### Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:	
Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000
Kh:	0,030
Kv:	0,015
Amax:	1,466

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Beta: 0,200  
 SLD:  
   Ss: 1,500  
   Cc: 1,440  
   St: 1,000  
   Kh: 0,045  
   Kv: 0,023  
   Amax: 1,851  
   Beta: 0,240  
 SLV:  
   Ss: 1,180  
   Cc: 1,380  
   St: 1,000  
   Kh: 0,121  
   Kv: 0,060  
   Amax: 4,223  
   Beta: 0,280  
 SLC:  
   Ss: 1,120  
   Cc: 1,380  
   St: 1,000  
   Kh: 0,461  
   Kv: 0,231  
   Amax: 4,523  
   Beta: 1,000

Parametri sismici **WTG05**  
 (coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine: 41,2143681381389  
 longitudine: 15,4821222635176  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 5398,331
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 397,794
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 5203,956
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 7488,085

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 200anni  
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):  
 Probabilità di superamento: 81 %

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Tr: 120 [anni]  
 ag: 0,099 g  
 Fo: 2,472  
 Tc\*: 0,347 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 201 [anni]  
 ag: 0,125 g  
 Fo: 2,455  
 Tc\*: 0,395 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 1898 [anni]  
 ag: 0,362 g  
 Fo: 2,352  
 Tc\*: 0,434 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 2475 [anni]  
 ag: 0,409 g  
 Fo: 2,330  
 Tc\*: 0,440 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,490  
 St: 1,000  
 Kh: 0,030  
 Kv: 0,015  
 Amax: 1,454  
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,430  
 St: 1,000  
 Kh: 0,045  
 Kv: 0,022  
 Amax: 1,835  
 Beta: 0,240

SLV:

Ss: 1,190  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,121  
 Kv: 0,060

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Amax: 4,225  
 Beta: 0,280  
 SLC:  
 Ss: 1,130  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,462  
 Kv: 0,231  
 Amax: 4,529  
 Beta: 1,000

Parametri sismici **WTG06**  
 (coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine: 41,2054835233334  
 longitudine: 15,4561867422249  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 3528,304
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 2705,882
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 4764,753
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 5275,891

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 200anni  
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 120 [anni]  
 ag: 0,100 g  
 Fo: 2,467  
 Tc\*: 0,346 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 201 [anni]  
 ag: 0,127 g  
 Fo: 2,483  
 Tc\*: 0,376 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 1898 [anni]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

ag: 0,368 g  
 Fo: 2,354  
 Tc\*: 0,435 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 2475 [anni]  
 ag: 0,415 g  
 Fo: 2,333  
 Tc\*: 0,441 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,490  
 St: 1,000  
 Kh: 0,036  
 Kv: 0,018  
 Amax: 1,478  
 Beta: 0,240

SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,450  
 St: 1,000  
 Kh: 0,046  
 Kv: 0,023  
 Amax: 1,868  
 Beta: 0,240

SLV:

Ss: 1,180  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,121  
 Kv: 0,061  
 Amax: 4,255  
 Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,120  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,465  
 Kv: 0,232  
 Amax: 4,555  
 Beta: 1,000

Parametri sismici **WTG07**  
 (coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

latitudine: 41,2102094992994  
 longitudine: 15,4454730485433  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 2496,778
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 3346,591
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 5673,996
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 5218,296

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 200anni  
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 120 [anni]  
 ag: 0,100 g  
 Fo: 2,468  
 Tc\*: 0,346 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 201 [anni]  
 ag: 0,127 g  
 Fo: 2,488  
 Tc\*: 0,374 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 1898 [anni]  
 ag: 0,367 g  
 Fo: 2,356  
 Tc\*: 0,435 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 2475 [anni]  
 ag: 0,414 g  
 Fo: 2,335  
 Tc\*: 0,442 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:  
 Ss: 1,500  
 Cc: 1,490

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

St: 1,000  
 Kh: 0,036  
 Kv: 0,018  
 Amax: 1,478  
 Beta: 0,240  
 SLD:  
 Ss: 1,500  
 Cc: 1,450  
 St: 1,000  
 Kh: 0,046  
 Kv: 0,023  
 Amax: 1,867  
 Beta: 0,240  
 SLV:  
 Ss: 1,180  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,121  
 Kv: 0,061  
 Amax: 4,249  
 Beta: 0,280  
 SLC:  
 Ss: 1,120  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,464  
 Kv: 0,232  
 Amax: 4,548  
 Beta: 1,000

**Parametri sismici WTG08 e sistema di accumulo**  
(coordinate espresse in ED50)

Sito in esame.

latitudine: 41,2124995390504  
 longitudine: 15,4333213562398  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 1467,041
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 4298,613
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 6484,261
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 5071,439

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 200anni

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 120 [anni]  
 ag: 0,100 g  
 Fo: 2,469  
 Tc\*: 0,346 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 201 [anni]  
 ag: 0,127 g  
 Fo: 2,495  
 Tc\*: 0,370 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 1898 [anni]  
 ag: 0,366 g  
 Fo: 2,358  
 Tc\*: 0,436 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 2475 [anni]  
 ag: 0,413 g  
 Fo: 2,336  
 Tc\*: 0,442 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,490  
 St: 1,000  
 Kh: 0,036  
 Kv: 0,018  
 Amax: 1,476  
 Beta: 0,240

SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,460  
 St: 1,000  
 Kh: 0,046  
 Kv: 0,023  
 Amax: 1,864  
 Beta: 0,240

SLV:

Ss: 1,180

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,121  
 Kv: 0,060  
 Amax: 4,235  
 Beta: 0,280  
  
 SLC:  
 Ss: 1,120  
 Cc: 1,370  
 St: 1,000  
 Kh: 0,462  
 Kv: 0,231  
 Amax: 4,533  
 Beta: 1,000

**Parametri sismici SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E FUTURO AMPLIAMENTO S.E. DELICETO**

Sito in esame.

latitudine: 41,217513  
 longitudine: 15,475412  
 Classe: 4  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 31442	Lat: 41,2187	Lon: 15,4178	Distanza: 4817,221
Sito 2	ID: 31443	Lat: 41,2176	Lon: 15,4843	Distanza: 740,922
Sito 3	ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 5586,973
Sito 4	ID: 31664	Lat: 41,1687	Lon: 15,4163	Distanza: 7339,999

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 100anni  
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 60 [anni]  
 ag: 0,069 g  
 Fo: 2,520  
 Tc\*: 0,324 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 101 [anni]  
 ag: 0,092 g  
 Fo: 2,459  
 Tc\*: 0,341 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 949 [anni]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

ag: 0,265 g  
 Fo: 2,411  
 Tc\*: 0,419 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 1950 [anni]  
 ag: 0,368 g  
 Fo: 2,350  
 Tc\*: 0,435 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,520  
 St: 1,000  
 Kh: 0,021  
 Kv: 0,010  
 Amax: 1,012  
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,500  
 St: 1,000  
 Kh: 0,027  
 Kv: 0,014  
 Amax: 1,348  
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,320  
 Cc: 1,400  
 St: 1,000  
 Kh: 0,098  
 Kv: 0,049  
 Amax: 3,428  
 Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,180  
 Cc: 1,380  
 St: 1,000  
 Kh: 0,122  
 Kv: 0,061  
 Amax: 4,256  
 Beta: 0,280

## 5. ANALISI DEI CARICHI

In

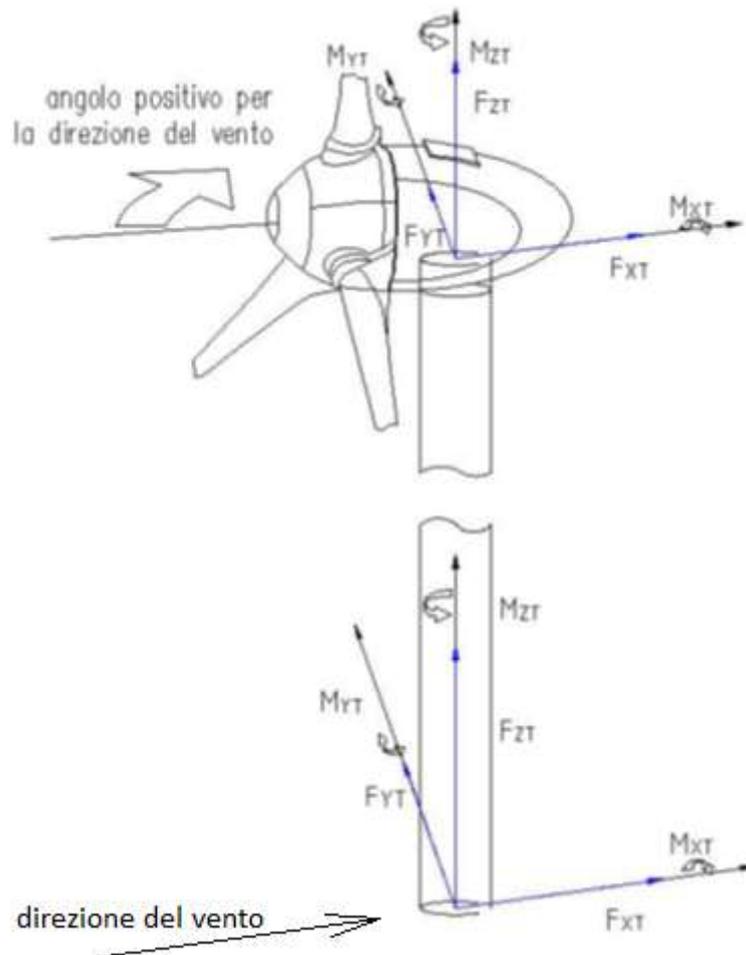


Il peso proprio degli elementi strutturali in conglomerato cementizio armato costituenti la struttura di fondazione degli aerogeneratori è calcolato considerando un peso per unità di volume di calcestruzzo armato pari a  $25.00 \text{ kN/m}^3$ .

Il plinto si presenta circolare in pianta con diametro pari a 22 metri e altezza variabile da un minimo di 120 cm sul perimetro esterno ad un massimo di 300 cm nella zona centrale.

Il plinto ha un volume complessivo pari a circa 700 mc, compreso il magrone di sottofondazione, per un peso complessivo pari a circa 17500 kN.

Per la definizione delle condizioni di carico che la torre genera sul plinto di fondazione, viene adottato un sistema di riferimento triassiale avente asse x concorde alla direzione e al verso del vento, asse y ortogonale ad esso nel piano della sezione trasversale della torre, asse z posto in coincidenza con l'asse della torre, con verso positivo verso l'alto.



Come meglio e più esaurientemente illustrato nella relazione di calcolo preliminare delle strutture, dall'analisi dei carichi agenti sulla struttura in elevazione si evincono le seguenti reazioni che il vincolo di base della torre imprime su di essa.

Le reazioni sotto riportate, per tutte le condizioni di carico, sono già rappresentative dei valori di calcolo dei carichi (valori fattorizzati).



Comb.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]	Mz [kN*m]
SLU 15	-831.9	0.0	4401.9	-0.7	-72466.0	-768.7
SLU 19	-193.2	0.0	5908.5	-0.8	-5612.8	-934.0
SLU 21	-323.1	0.0	5028.5	-5.5	-22648.8	-6153.4
SLU 22	-831.9	0.0	5218.5	-0.7	-72466.0	-768.7
SLE RA 4	-209.6	0.0	4481.9	-2.2	-11789.1	-2495.4
SLE RA 6	-174.9	0.0	4121.9	-4.3	-8493.7	-4810.5
SLE RA 7	-667.5	0.0	4191.9	-2.0	-59528.3	-2305.0
SLE FR 4	-127.8	0.0	4481.9	-2.2	-6600.6	-2495.4
SLE FR 6	-93.1	0.0	4121.9	-4.3	-3305.1	-4810.5
SLE FR 7	-585.7	0.0	4191.9	-2.0	-54339.8	-2305.0
SLE QP 4	-117.5	0.0	4481.9	-2.2	-5952.0	-2495.4
SLE QP 6	-82.8	0.0	4121.9	-4.3	-2656.6	-4810.5
SLE QP 7	-575.4	0.0	4191.9	-2.0	-53691.2	-2305.0

SLU 15	Comb. SLU	massimizza Fx e My con Fz min
SLU 19	Comb. SLU	massimizza Fz
SLU 21	Comb. SLU	massimizza Mz
SLU 22	Comb. SLU	massimizza Fx e My con Fz max
SLE RA 4	Comb. SLE rara	massimizza Fz
SLE RA 6	Comb. SLE rara	massimizza Mz
SLE RA 7	Comb. SLE rara	massimizza Fx e My
SLE FR 4	Comb. SLE freq.	massimizza Fz
SLE FR 6	Comb. SLE freq.	massimizza Mz
SLE FR 7	Comb. SLE freq.	massimizza Fx e My
SLE QP 4	Comb. SLE q. perm.	massimizza Fz
SLE QP 6	Comb. SLE q. perm.	massimizza Mz
SLE QP 7	Comb. SLE q. perm.	massimizza Fx e My

Di seguito si riportano i valori di calcolo dei carichi (valori fattorizzati) che la torre imprime sulla struttura di fondazione per le combinazioni di carico più gravose, ottenuti invertendo il segno alle sopra riportate reazioni vincolari.

Tali carichi sono considerati applicati al centro della fondazione all'altezza della superficie di estradosso della stessa.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Comb.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]	Mz [kN*m]
SLU 15	831.9	0.0	-4401.9	0.7	72466.0	768.7
SLU 19	193.2	0.0	-5908.5	0.8	5612.8	934.0
SLU 21	323.1	0.0	-5028.5	5.5	22648.8	6153.4
SLU 22	831.9	0.0	-5218.5	0.7	72466.0	768.7
SLE RA 4	209.6	0.0	-4481.9	2.2	11789.1	2495.4
SLE RA 6	174.9	0.0	-4121.9	4.3	8493.7	4810.5
SLE RA 7	667.5	0.0	-4191.9	2.0	59528.3	2305.0
SLE FR 4	127.8	0.0	-4481.9	2.2	6600.6	2495.4
SLE FR 6	93.1	0.0	-4121.9	4.3	3305.1	4810.5
SLE FR 7	585.7	0.0	-4191.9	2.0	54339.8	2305.0
SLE QP 4	117.5	0.0	-4481.9	2.2	5952.0	2495.4
SLE QP 6	82.8	0.0	-4121.9	4.3	2656.6	4810.5
SLE QP 7	575.4	0.0	-4191.9	2.0	53691.2	2305.0

Dalla sopra riportata tabella si evince che il carico gravitazionale massimo (Fz) si verifica per la condizione di carico "SLU 19" e vale 5908,5 kN.

Come innanzi detto, le sollecitazioni sopra riportate, per tutte le condizioni di carico e quindi anche per la "SLU 19", sono rappresentative dei valori di calcolo dei carichi (valori già comprensivi dei fattori di sicurezza). Il massimo carico gravitazionale, pari a 5908,5 kN, è quindi da considerarsi già fattorizzato, tipicamente per un fattore di sicurezza pari a 1,30. Per tutto quanto suddetto, il valore caratteristico del massimo carico che la torre imprime sulla fondazione lo si può ritenere pari a 4545 kN ( $4545 \text{ kN} \cdot 1,30 = 5908,5$ ).

Per tutto quanto sopra esposto, in fase post-opera si può asserire che l'aerogeneratore in progetto trasferisce al terreno di sedime i carichi sotto riportati.

- Carichi all'interfaccia torre-fondazione: 4545 kN
- Peso stimato per il sistema di fondazione: 17500 kN
- Carichi all'interfaccia fondazione-terreno: 22045 kN ( $4545 \text{ kN} + 17500 \text{ kN}$ )

Considerando un'area di impronta circolare avente diametro 22 m e area 380 mq, le sollecitazioni di compressione all'interfaccia terreno-fondazione risultano pari a 58 kN/mq ( $0,59 \text{ kg/cm}^2$ ).

Con riferimento alle aree interessate dal sistema di accumulo e dalla stazione elettrica, in fase post opera si considera un carico uniformemente distribuito equivalente pari a  $20 \text{ kN/m}^2$  rappresentativo dei carichi relativi alle opere a farsi ed alla viabilità.

## 6. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO

### 6.1. CENNI DI TEORIA PER L'ANALISI DI STABILITÀ DEI PENDII

#### Definizione

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\varphi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

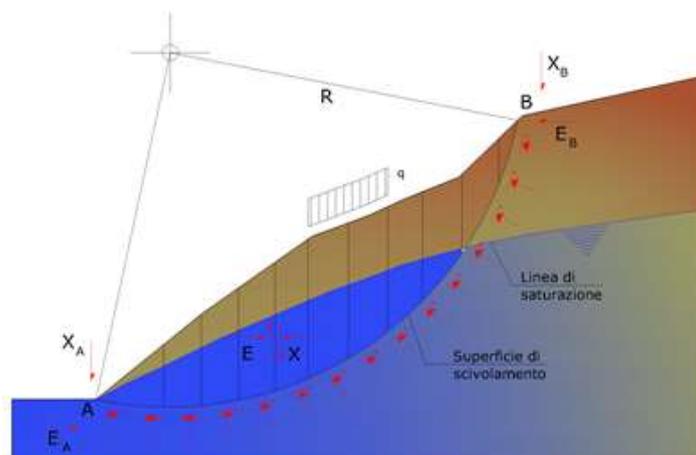
### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### Metodo dei conci

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia.

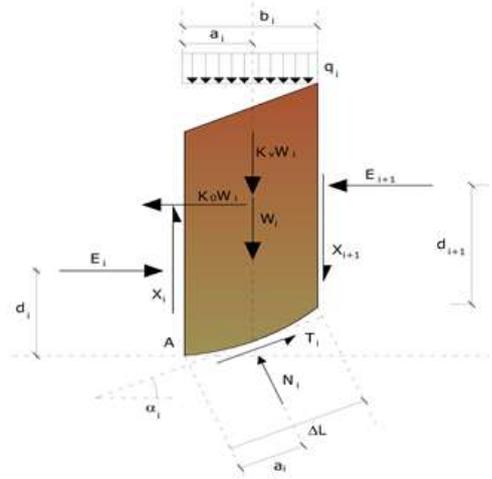
Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

### Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$ ;
- $n$  valori delle forze da taglio  $T_i$ ;



- 1 fattore di sicurezza.

Incognite (2n+1).

Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

### Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

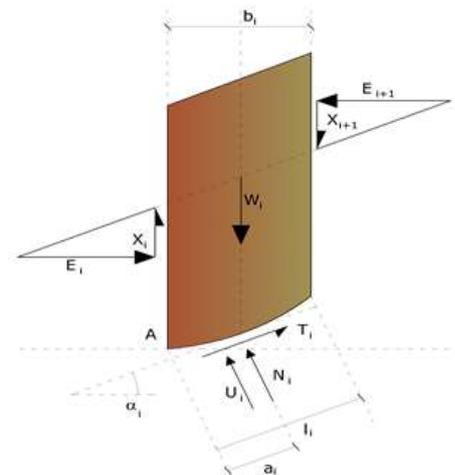
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

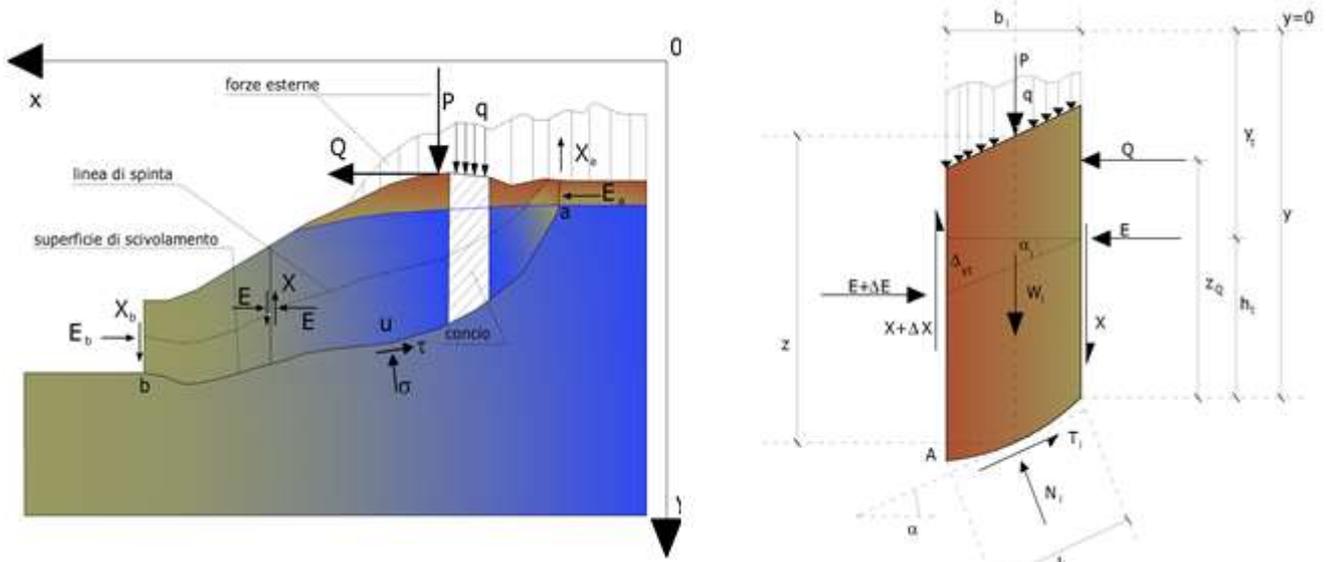
### Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



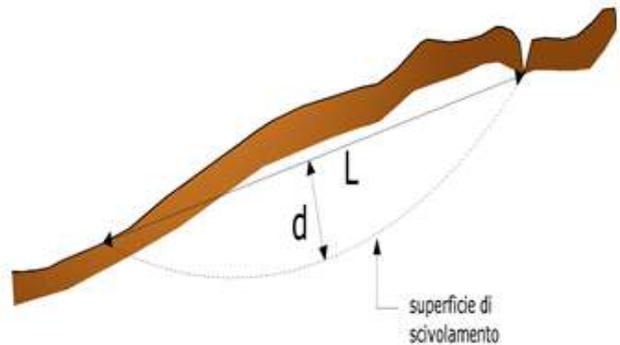
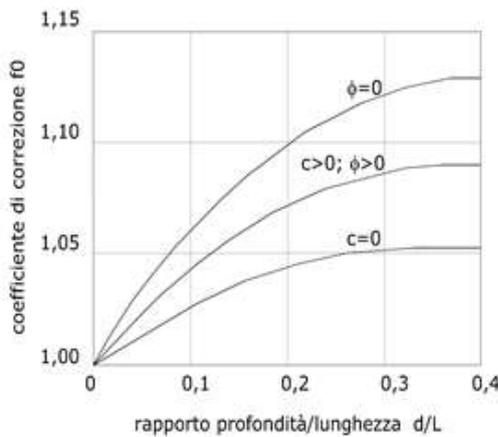


Azioni sul concio  $i$ -esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo  $\Delta X_i = 0$  si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove  $f_0$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



### Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_X W$  e  $K_Z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento. Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace. In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell'*i*-esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

**F** = il fattore di sicurezza;

**$c_i$**  = la coesione efficace (o totale) alla base dell'*i*-esimo concio;

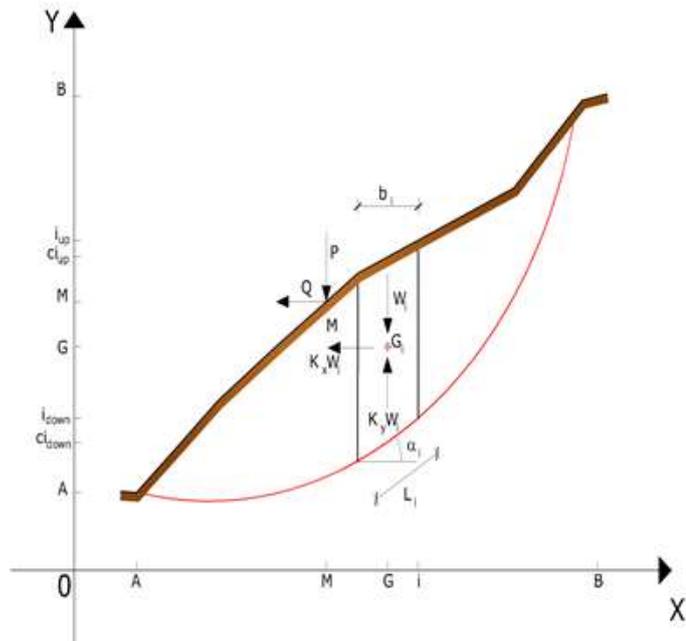
**$\phi_i$**  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'*i*-esimo concio;

**$L_i$**  = la lunghezza della base dell'*i*-esimo concio;

**$u_{ci}$**  = la pressione dei pori al centro della base dell'*i*-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:



$$\sigma_{ci} = \left[ C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove  **$x_0$**  ed  **$x_n$**  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  **$x_{ci}$**  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio *i*-esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_z g$  può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza  $F$ , sostituendo l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ . Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_C$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in  $n$  strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_i$  agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = K W_i + \Delta E_i$$

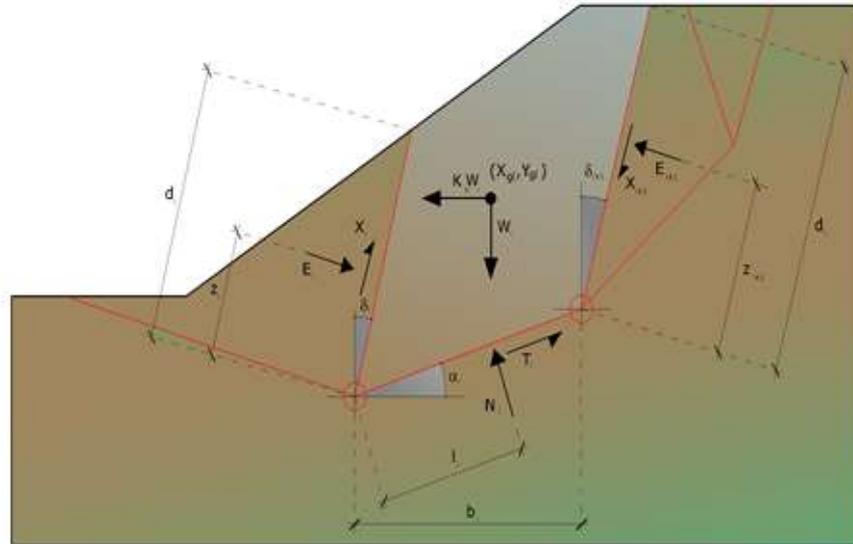
Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\Sigma \Delta E_i = 0$$

$$\Sigma \Delta X_i = 0$$

dove  $E_i$  e  $X_i$  rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia  $i$ -esima del concio generico  $i$ .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



Azioni sull'iesimo concio, metodo di Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot \text{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \text{tg}(\psi'_i - \alpha'_i) + (x_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1**, ossia l'accelerazione critica. Si ha pertanto:

$$K = K_c \quad \text{Accelerazione critica se } F = 1$$

$$F = F_s \quad \text{Fattore di sicurezza in condizioni statiche se } K = 0$$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_c$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

### Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli concio sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo  $\theta$ ;
2. tutti i momenti sono nulli  $M_i = 0$  con  $i = 1, \dots, n$ .

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale a metodo di Morgenstern e Price quando la funzione  $f(x) = 1$ . Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$1) \quad \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\text{tg} \alpha}{F_s} - W \text{sen} \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + \text{tg} \phi \text{tg}(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

**R** = raggio dell'arco di cerchio;

**$\theta$**  = angolo d'inclinazione della forza  $Q_i$  rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\begin{aligned} \sum (Q_i \cos \theta) &= 0 \\ \sum (Q_i \text{sen} \theta) &= 0 \end{aligned}$$

Con l'assunzione delle forze  $Q_i$  parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo ( $F_{sm}$ ) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo ( $F_{sf}$ ) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo  $\theta$ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

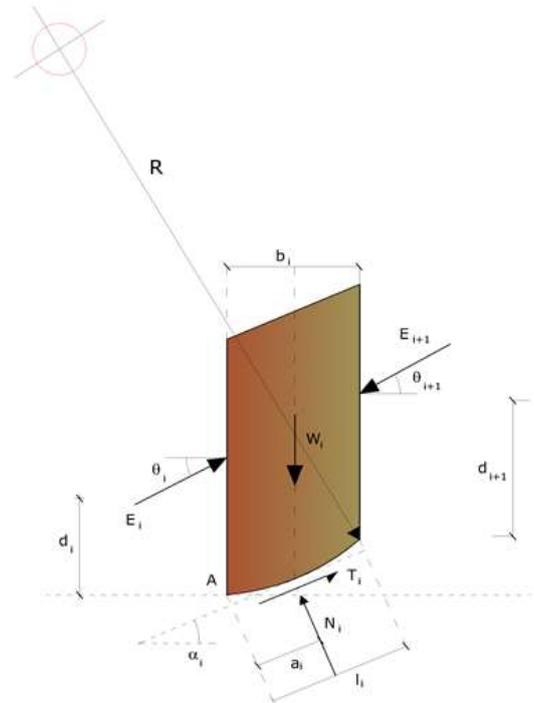
### Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

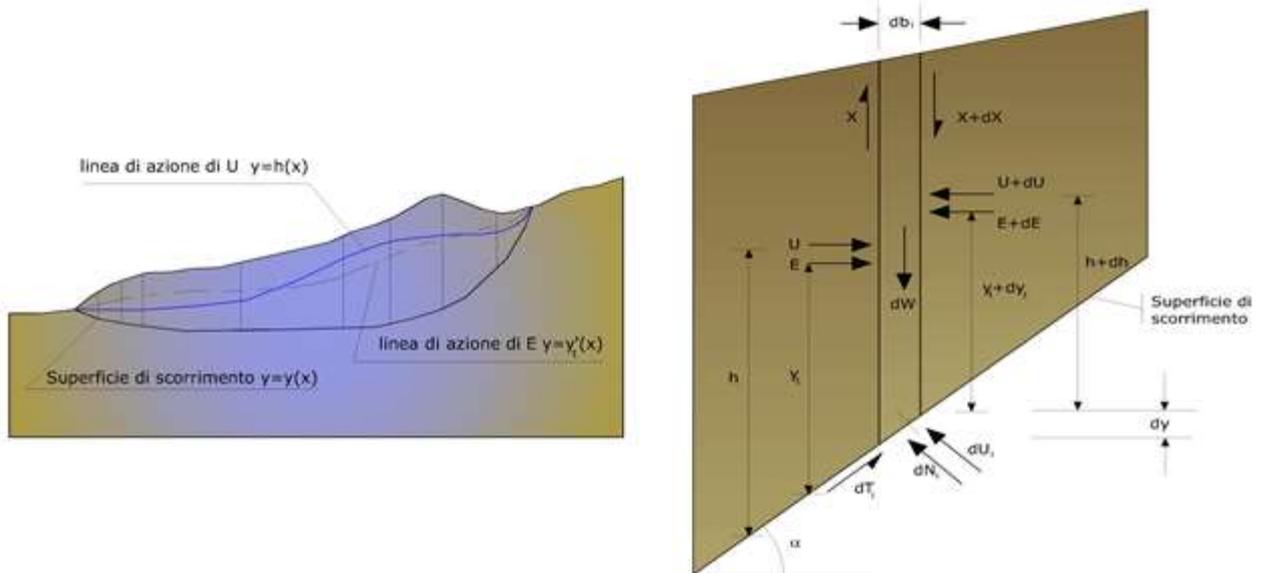
La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \text{tg} \phi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \text{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$



$$= \frac{dE}{dx} - \text{tg}\alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Azioni sul concio *i*-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta **"equazione dei momenti"**, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E \cdot y)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

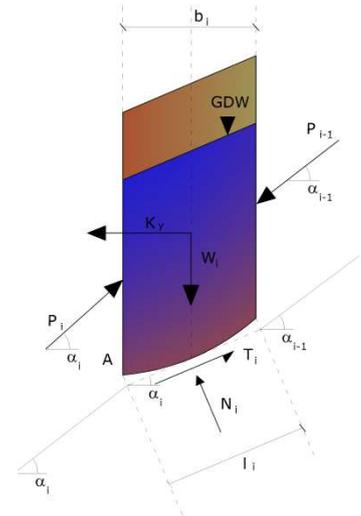
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### Metodo di Zeng e Liang (2002)

Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei *i* pali (*s/d*) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a  $(8n-4)$ , ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.

Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:

- $K_y$  sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da  $(n-1)$  a  $(7n-3)$ ;
- Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da  $n$  a  $(6n-3)$ ;



	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

-La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da (n-1) a (5n-2);

-Le forze (Pi-1) e Pi si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia (ci), riducendo il numero di incognite da (n-1) a (4n-1);

-Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da (n) a (3n-1);

Il numero totale di incognite quindi è ridotto a (3n), da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico. Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità R, chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore R dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore  $R_p$  che tiene conto dell'effetto arco.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- $W$  peso concio;
- $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- $K_y$  coefficiente sismico verticale.

### Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

### Stabilizzazione di pendii con l'utilizzo di pali

La realizzazione di una cortina di pali, su pendio, serve a fare aumentare la resistenza al taglio su determinate superfici di scorrimento. L'intervento può essere conseguente ad una stabilità già accertata, per la quale si conosce la superficie di scorrimento oppure, agendo preventivamente, viene progettato in relazione alle ipotetiche superfici di rottura che responsabilmente possono essere assunte come quelle più probabili. In ogni caso si opera considerando una massa di terreno in movimento su un ammasso stabile sul quale attestare, per una certa lunghezza, l'allineamento di pali.

Il terreno, nelle due zone, ha una influenza diversa sull'elemento monoassiale (palo): di tipo sollecitativo nella parte superiore (palo passivo – terreno attivo) e di tipo resistivo nella zona sottostante (palo attivo – terreno

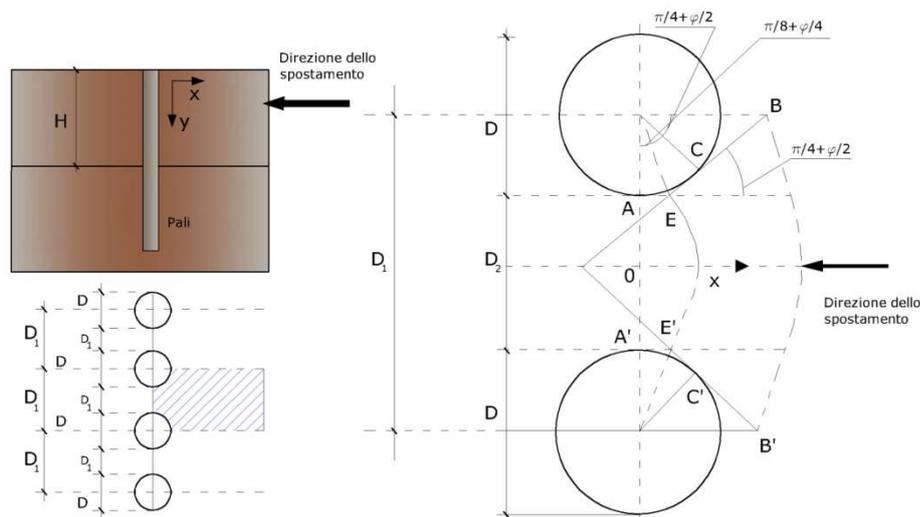
	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

passivo). Da questa interferenza, fra "sbarramento" e massa in movimento, scaturiscono le azioni stabilizzanti che devono perseguire le seguenti finalità:

1. conferire al pendio un coefficiente di sicurezza maggiore di quello posseduto;
2. essere assorbite dal manufatto garantendone l'integrità (le tensioni interne, derivanti dalle sollecitazioni massime trasmesse sulle varie sezioni del singolo palo, devono risultare inferiori a quelle ammissibili del materiale) e risultare inferiori al carico limite sopportabile dal terreno, calcolato, lateralmente considerando l'interazione (palo-terreno).

### Carico limite relativo all'interazione fra i pali ed il terreno laterale

Nei vari tipi di terreno che non hanno un comportamento omogeneo, le deformazioni in corrispondenza della zona di contatto non sono legate fra di loro. Quindi, non potendo associare al materiale un modello di comportamento perfettamente elastico (ipotesi che potrebbe essere assunta per i materiali lapidei poco fratturati), generalmente si procede imponendo che il movimento di massa sia nello stato iniziale e che il terreno in adiacenza ai pali sia nella fase massima consentita di plasticizzazione, oltre la quale si potrebbe verificare l'effetto indesiderato che il materiale possa defluire, attraverso la cortina di pali, nello spazio intercorrente fra un elemento e l'altro.



Imponendo inoltre che il carico assorbito dal terreno sia uguale a quello associato alla condizione limite ipotizzata e che fra due pali consecutivi, a seguito della spinta attiva, si instauri una sorta di effetto arco, gli autori T. Ito e T. Matsui (1975) hanno ricavato la relazione che permette di determinare il carico limite. A questa si è pervenuto facendo riferimento allo schema statico, disegnato nella figura precedente e alle ipotesi anzidette, che schematicamente si ribadiscono.

- Sotto l'azione della spinte attiva del terreno si formano due superfici di scorrimento localizzate in corrispondenza delle linee AEB ed A'E'B';
- Le direzioni EB ed E'B' formano con l'asse x rispettivamente angoli  $+(45 + \varphi/2)$  e  $-(45 + \varphi/2)$ ;
- Il volume di terreno, compreso nella zona delimitata dai vertici AEBB'E'A' ha un comportamento plastico, e quindi è consentita l'applicazione del criterio di rottura di Mohr-coulomb;
- La pressione attiva del terreno agisce sul piano A-A';
- I pali sono dotati di elevata rigidezza a flessione e taglio.

Detta espressione, riferita alla generica profondità Z, relativamente ad un spessore di terreno unitario, è la seguente:

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \left[ 1 / \left( N_\phi \tan \phi \left( e^{K_2} - 2(N_\phi)^{1/2} \tan \phi - 1 \right) + K_3 \right) - C \left[ D_1 \cdot K_3 - D_2 / (N_\phi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\phi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right] \right]$$

dove i simboli utilizzati assumono il significato che segue:

**C** = coesione terreno;

**φ** = angolo di attrito terreno;

**γ** = peso specifico terreno;

**D<sub>1</sub>** = interasse tra i pali;

**D<sub>2</sub>** = spazio libero fra due pali consecutivi;

**N<sub>φ</sub>** =  $\tan^2(\pi/4 + \phi/2)$

$$K_1 = (N_\phi)^{1/2} \tan \phi + N_\phi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2) / D_2 \cdot N_\phi \tan(\pi/8 + \phi/4)$$

$$K_3 = \left[ 2 \tan \phi + 2(N_\phi)^{1/2} + 1 / (N_\phi)^{1/2} \right] / \left[ (N_\phi)^{1/2} \tan \phi + N_\phi - 1 \right]$$

La forza totale, relativamente ad uno strato di terreno in movimento di spessore H, è stata ottenuta integrando l'espressione precedente.

In presenza di terreni granulari (condizione drenata), nei quali si può assumere  $c = 0$ , l'espressione diventa:

$$P = 1/2 \gamma \cdot H^2 / N_\phi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right]$$

Per terreni coesivi (condizioni non drenate), con  $\phi = 0$  e  $C \neq 0$ , si ha:

$$P(z) = C \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + \gamma \cdot Z (D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z) dZ$$

$$P = C \cdot H \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + 1/2 \gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

Il dimensionamento della cortina di pali, che come già detto deve conferire al pendio un incremento del coefficiente di sicurezza e garantire l'integrità del meccanismo palo-terreno, è abbastanza problematica. Infatti tenuto conto della complessità dell'espressione del carico P, influenzata da diversi fattori legati sia alle caratteristiche meccaniche del terreno sia alla geometria del manufatto, non è facile con una sola elaborazione pervenire alla soluzione ottimale. Per raggiungere lo scopo è necessario pertanto eseguire diversi tentativi finalizzati:

- A trovare, sul profilo topografico del pendio, la posizione che garantisca, a parità di altre condizioni, una distribuzione dei coefficienti di sicurezza più confortante;
- A determinare la disposizione planimetrica dei pali, caratterizzata dal rapporto fra interasse e distanza fra i pali ( $D_2/D_1$ ), che consenta di sfruttare al meglio la resistenza del complesso palo-terreno; sperimentalmente è stato riscontrato che, escludendo i casi limiti ( $D_2 = 0 \rightarrow P \rightarrow \infty$  e  $D_2 = D_1 \rightarrow P \rightarrow$  valore minimo), i valori più idonei allo scopo sono quelli per i quali tale rapporto risulta compreso fra 0,60 e 0,80;
- A valutare la possibilità di inserire più file di pali ed eventualmente, in caso affermativo, valutare, per le file successive, la posizione che dia più garanzie in termini di sicurezza e di spreco di materiali;
- Ad adottare il tipo di vincolo più idoneo che consente di ottenere una distribuzione più regolare delle sollecitazioni; sperimentalmente è stato constatato che quello che assolve, in maniera più soddisfacente, allo scopo è il vincolo che impedisce le rotazioni alla testa del palo.

### Metodo del carico limite di Broms

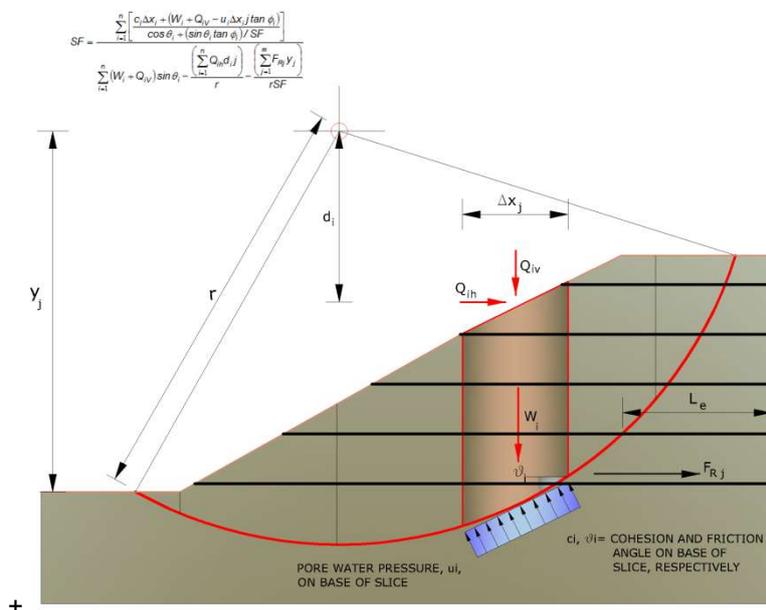
Nel caso in cui il palo sia caricato ortogonalmente all'asse, configurazione di carico presente se un palo inibisce il movimento di una massa in frana, la resistenza può essere affidata al suo carico limite orizzontale.

Il problema di calcolo del carico limite orizzontale è stato affrontato da Broms sia per il mezzo puramente coesivo che per il mezzo incoerente, il metodo di calcolo seguito è basato su alcune ipotesi semplificative per quanto attiene alla reazione esercitata dal terreno per unità di lunghezza di palo in condizioni limite e porta in conto anche la resistenza a rottura del palo (*Momento di plasticizzazione*).

### Elemento Rinforzo

I Rinforzi sono degli elementi orizzontali, la loro messa in opera conferisce al terreno un incremento della resistenza allo scorrimento.

Se l'elemento di rinforzo interseca la superficie di scorrimento, la forza resistente sviluppata dall'elemento entra nell'equazione di equilibrio del singolo concio, in caso contrario l'elemento di rinforzo non ne influenza la stabilità.



Le verifiche di natura interna hanno lo scopo di valutare il livello di stabilità dell'ammasso rinforzato, quelle calcolate sono la verifica a rottura dell'elemento di rinforzo per trazione e la verifica a sfilamento (*Pullout*). Il parametro che fornisce la resistenza a trazione del rinforzo,  $T_{Allow}$ , si calcola dalla resistenza nominale del materiale con cui è realizzato il rinforzo ridotto da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.

L'altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)}$$

dove:

$\delta$  Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;

$T_{Pullout}$  Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza  $L_e$  all'interno della parte stabile del terreno;

$L_e$  Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;

$f_b$  Coefficiente di *Pullout*;

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

$\sigma'_v$  Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra  $T_{Allow}$  e  $T_{Pullout}$ , la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della  $T'$ .

### Ancoraggi

Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

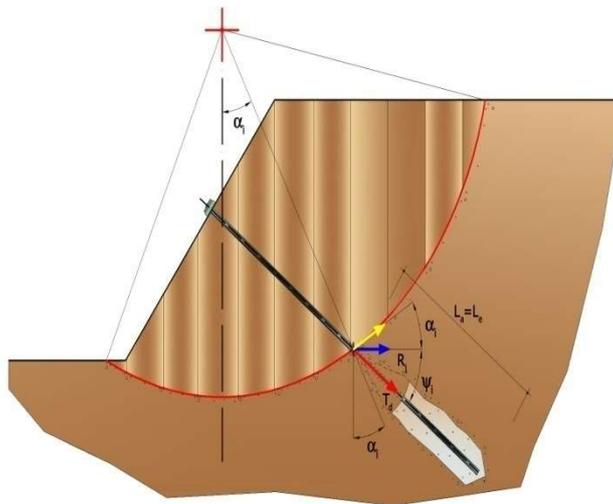
- **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- **fondazione:** indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene

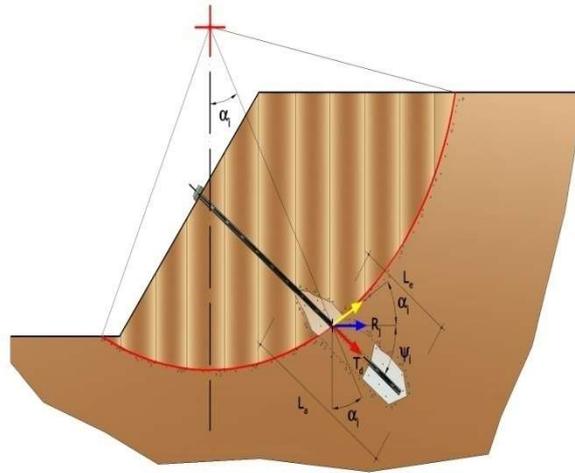
realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia.

L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



*Bulbo completamente ancorato*



*Bulbo parzialmente ancorato*

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$F_s = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo* e per *i chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$F_s = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}{E_d}$$

Con  $R_j$  si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos \Psi_i \cdot \left( \frac{1}{i} \right) \cdot \left( \frac{L_e}{L_a} \right)$$

dove:

$T_d$  tiro esercizio;

$\Psi_i$  inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;

$i$  interasse;

$L_e$  lunghezza efficace;

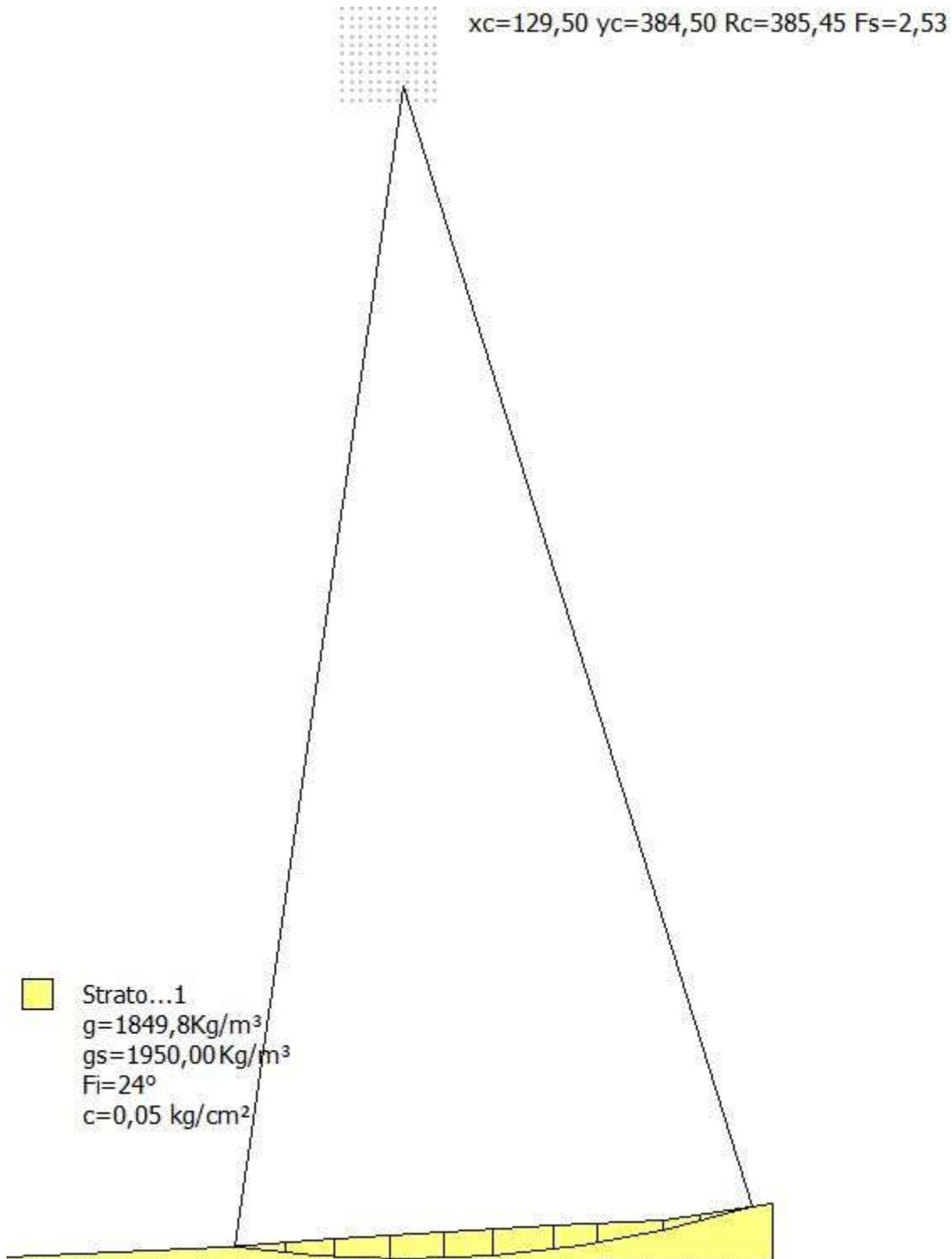
$L_a$  lunghezza d'ancoraggio.

I due indici ( $i, j$ ) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l' $i$ -esimo concio e il  $j$ -esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell' $i$ -esimo concio.



## 6.2. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO ANTE OPERA

### 6.2.1. WTG1 (ante opera)



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.

41,225466/15,435951

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	110,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	380,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	140,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	410,0 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,1176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0588

### Vertici profilo

Nr                      X                      y

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

	(m)	(m)	
1	0,0	0,0	
2	35,7	1,4	
3	71,4	2,8	
4	107,1	5,6	
5	142,9	8,0	
6	178,6	10,1	
7	214,3	12,0	
8	250,0	17,2	

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	0,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25
Coazione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

Strato	Coazione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coazione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,53
Ascissa centro superficie	129,5 m
Ordinata centro superficie	384,5 m
Raggio superficie	385,45 m

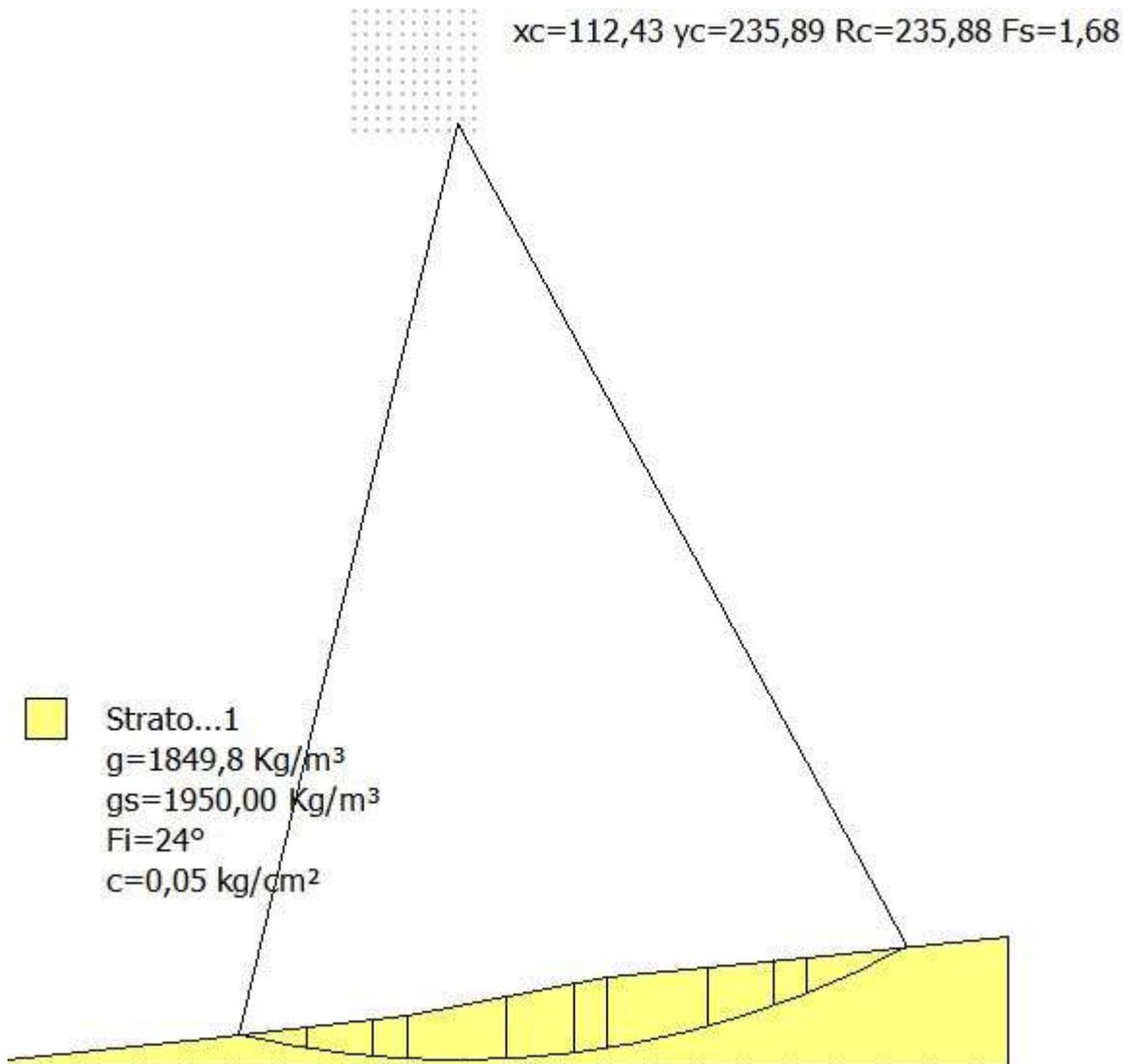
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

$$xc = 129,50 \quad yc = 384,50 \quad Rc = 385,449 \quad Fs=2,529$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	16,9	-7,0	17,02	55947,55	6579,43	3289,72	0,05	24,0	0,0	54044,5	420,0
2	15,92	-4,5	15,97	139193,1	16369,11	8184,55	0,05	24,0	0,0	134333,1	6449,2
3	17,87	-2,0	17,88	228543,7	26876,74	13438,37	0,05	24,0	0,0	219932,9	19673,8
4	17,93	0,7	17,93	275979,6	32455,2	16227,6	0,05	24,0	0,0	319410,3	35948,4
5	15,86	3,2	15,89	258969,6	30454,82	15227,41	0,05	24,0	0,0	297948,0	46177,2
6	19,84	5,8	19,94	310731,0	36541,97	18270,98	0,05	24,0	0,0	354492,8	71109,7
7	13,96	8,4	14,11	188946,8	22220,14	11110,07	0,05	24,0	0,0	213387,9	52227,1
8	21,74	11,1	22,16	209723,7	24663,51	12331,76	0,05	24,0	0,0	233779,8	68470,5

9	12,05	13,6	12,4	66253,47	7791,41	3895,7	0,05	24,0	0,0	72776,1	24746,7
10	16,9	15,9	17,56	39792,46	4679,59	2339,8	0,05	24,0	0,0	43078,0	16462,0

### 6.2.2. WTG2 (ante opera)



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	86,93 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	234,39 m
Ascissa vertice destro superiore xs	116,93 m
Ordinata vertice destro superiore ys	264,39 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,1176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0588

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	50,0	5,4
3	100,0	11,3
4	150,0	20,8
5	200,0	26,0
6	250,0	31,2

#### Coefficienti parziali azioni

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,1 1,5  
 Favorevoli: Permanenti, variabili 0,9 1,0

### 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 No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,68  
 Ascissa centro superficie 112,43 m  
 Ordinata centro superficie 235,89 m  
 Raggio superficie 235,88 m

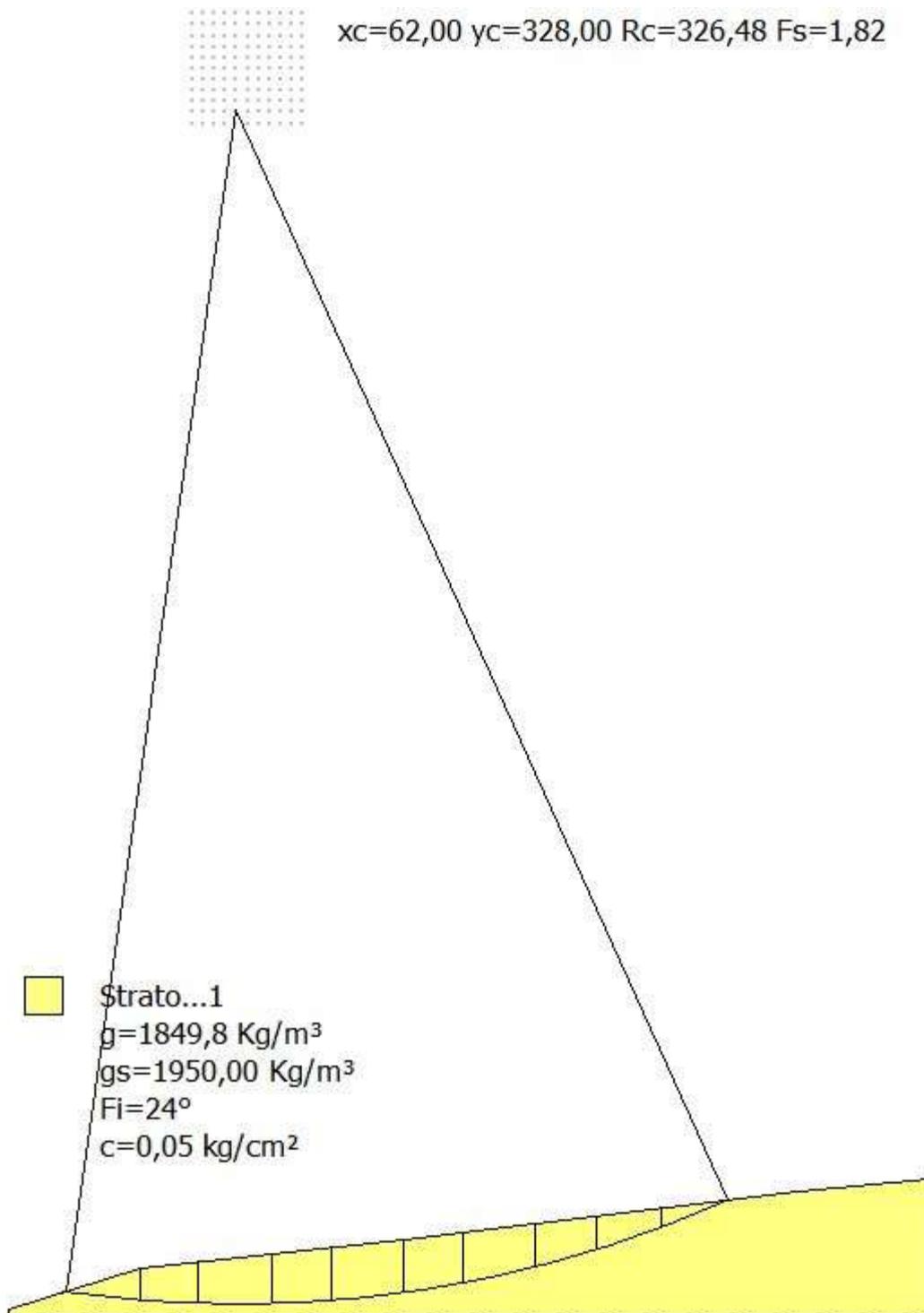
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

**xc = 112,425 yc = 235,889 Rc = 235,883 Fs=1,68**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	16,69	-11,3	17,02	86512,73	10173,9	5086,95	0,05	24,0	0,0	83339,0	-5216,3
2	16,69	-7,1	16,82	230724,1	27133,16	13566,58	0,05	24,0	0,0	222875,3	1103,4
3	8,54	-4,1	8,56	161093,3	18944,57	9472,28	0,05	24,0	0,0	155409,8	8633,9
4	24,84	0,0	24,84	627443,9	73787,41	36893,7	0,05	24,0	0,0	601594,4	73778,7
5	16,69	5,1	16,76	515120,7	60578,19	30289,1	0,05	24,0	0,0	589265,9	110252,6
6	8,47	8,1	8,55	275918,3	32447,99	16223,99	0,05	24,0	0,0	311935,4	75030,7
7	24,92	12,3	25,5	770749,7	90640,16	45320,08	0,05	24,0	0,0	853507,2	268669,1
8	16,69	17,5	17,5	412644,3	48526,98	24263,49	0,05	24,0	0,0	441485,7	182692,5
9	8,39	20,7	8,97	160312,7	18852,77	9426,39	0,05	24,0	0,0	167107,8	79980,3
10	24,99	25,1	27,61	231785,9	27258,02	13629,01	0,05	24,0	0,0	231549,0	133026,3



**6.2.3. WTG3 (ante opera)**



**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conchi	10,0

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,0  
 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 50,0 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 325,0 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 80,0 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 355,0 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 IV  
 Vita nominale: 100,0 [anni]  
 Vita di riferimento: 200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1176  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0588

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	35,7	11,1

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

3	71,4	15,4
4	107,1	19,1
5	142,9	23,4
6	178,6	28,1
7	214,3	32,2
8	250,0	35,9

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,82
Ascissa centro superficie	62,0 m
Ordinata centro superficie	328,0 m
Raggio superficie	326,48 m

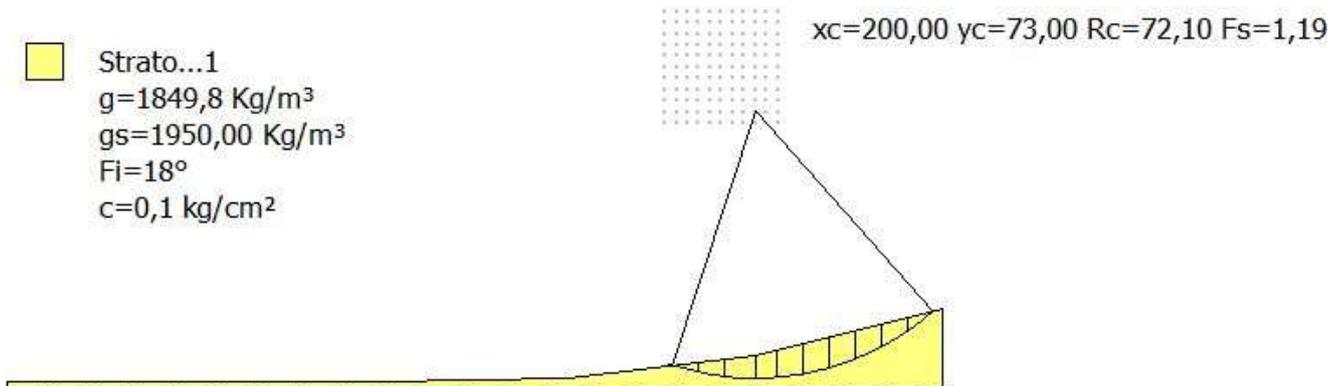
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

$$xc = 62,00 \quad yc = 328,00 \quad Rc = 326,48 \quad Fs = 1,816$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	20,14	-6,4	20,26	164552,4	19351,37	9675,68	0,05	24,0	0,0	158946,6	2725,6
2	15,84	-3,2	15,86	293448,7	34509,57	17254,78	0,05	24,0	0,0	282855,5	19581,5
3	19,86	-0,1	19,86	465995,0	54801,01	27400,51	0,05	24,0	0,0	446884,6	54118,5
4	16,11	3,1	16,14	424670,6	49941,27	24970,63	0,05	24,0	0,0	488732,8	74854,9
5	19,59	6,2	19,7	530818,8	62424,29	31212,15	0,05	24,0	0,0	604748,4	125231,1
6	16,39	9,4	16,61	429998,8	50567,86	25283,93	0,05	24,0	0,0	483337,6	127124,7
7	19,41	12,6	19,89	461699,8	54295,9	27147,95	0,05	24,0	0,0	510284,5	163788,1
8	16,56	15,9	17,22	323332,2	38023,86	19011,93	0,05	24,0	0,0	350027,7	133763,6
9	17,99	19,0	19,03	246250,3	28959,03	14479,51	0,05	24,0	0,0	260298,6	115736,8
10	17,99	22,4	19,46	94290,24	11088,53	5544,27	0,05	24,0	0,0	96778,8	49802,4

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

#### 6.2.4. WTG4 (ante opera)



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	176,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	70,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	206,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	100,0 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"			Febbraio 2021

S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,118  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,059

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	100,0	0,0
3	150,0	1,2
4	200,0	7,0
5	250,0	19,5

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,1 1,5  
 Favorevoli: Permanenti, variabili 0,9 1,0

### 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 No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,1		18	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,19  
 Ascissa centro superficie 200,0 m  
 Ordinata centro superficie 73,0 m  
 Raggio superficie 72,1 m

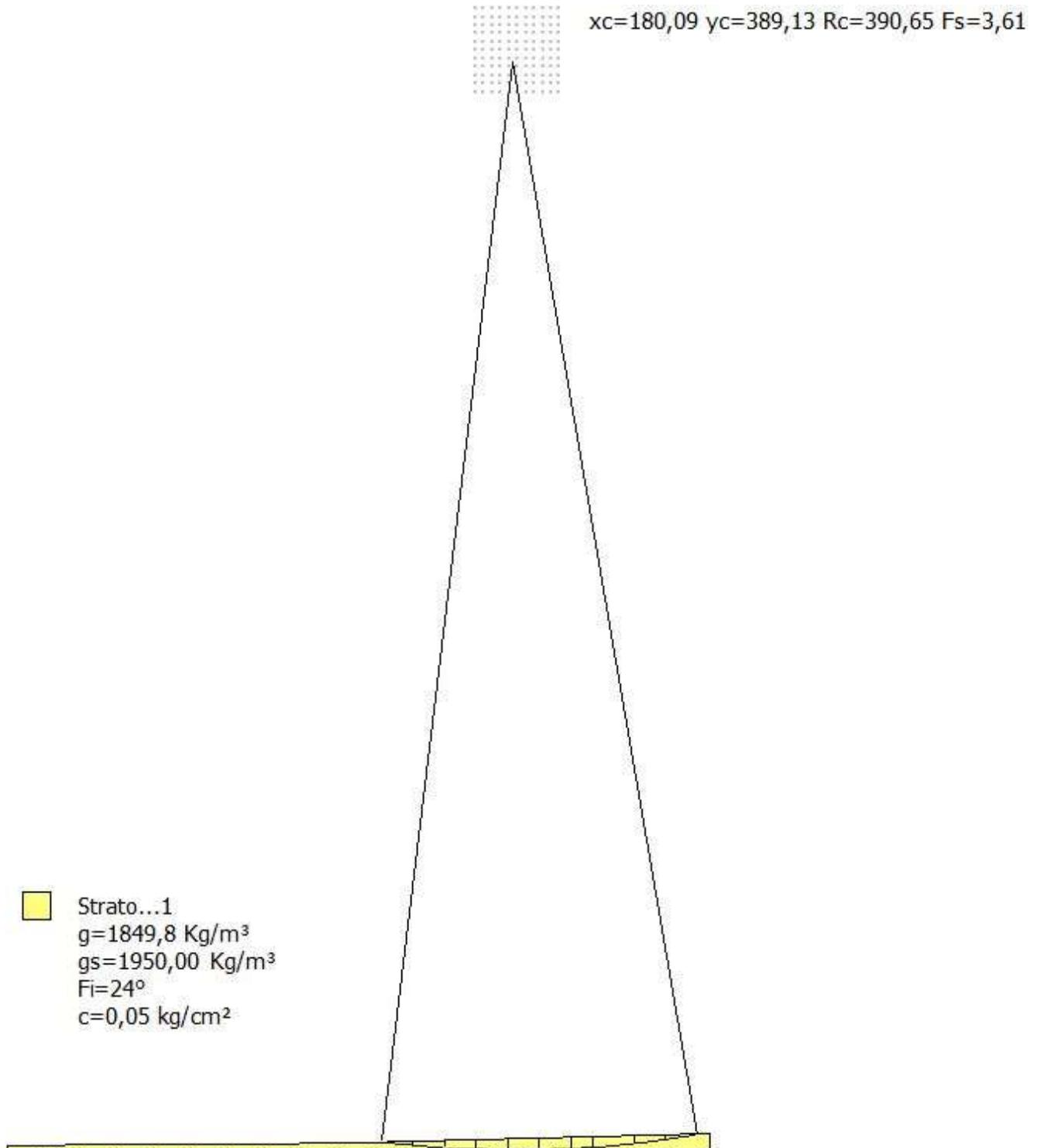
xc = 200,00 yc = 73,00 Rc = 72,103 Fs=1,188

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6,99	-15,1	7,25	18679,84	2204,22	1102,11	0,1	18,0	0,0	17869,7	-2251,4
2	6,99	-9,4	7,09	48805,7	5759,07	2879,54	0,1	18,0	0,0	47116,7	-1494,1
3	8,27	-3,3	8,28	84183,16	9933,61	4966,81	0,1	18,0	0,0	81168,8	5566,7
4	5,72	2,3	5,73	71574,13	8445,75	4222,87	0,1	18,0	0,0	82553,5	11566,1
5	6,99	7,4	7,05	101131,2	11933,48	5966,74	0,1	18,0	0,0	114718,8	26077,4
6	6,99	13,0	7,18	107520,3	12687,4	6343,7	0,1	18,0	0,0	118559,3	38992,2
7	6,99	18,8	7,39	104388,1	12317,8	6158,9	0,1	18,0	0,0	110558,7	48671,3
8	6,99	24,8	7,71	90866,33	10722,23	5361,11	0,1	18,0	0,0	91101,0	51664,1
9	6,99	31,1	8,17	65546,91	7734,54	3867,27	0,1	18,0	0,0	61042,6	43880,6
10	6,99	37,9	8,86	26131,56	3083,52	1541,76	0,1	18,0	0,0	22009,5	20085,6



### 6.2.5. WTG5 (ante opera)



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	166,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	378,63 m
Ascissa vertice destro superiore xs	196,59 m
Ordinata vertice destro superiore ys	408,63 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,118
Coefficiente azione sismica verticale	0,059

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

2	41,7	0,3
3	83,3	0,6
4	125,0	1,1
5	166,7	2,3
6	208,3	3,1
7	250,0	4,1

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

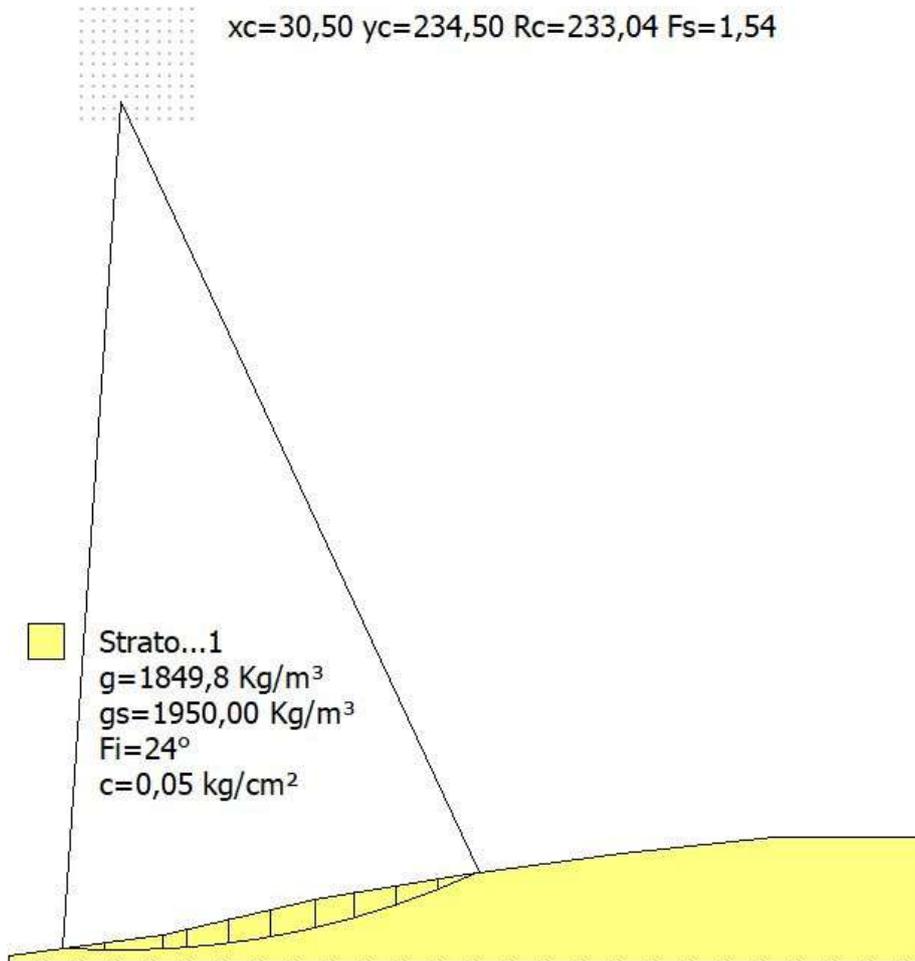
Fs minimo individuato	3,61
Ascissa centro superficie	180,09 m
Ordinata centro superficie	389,13 m
Raggio superficie	390,65 m

B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio; 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.

$$xc = 180,086 \quad yc = 389,131 \quad Rc = 390,647 \quad Fs = 3,609$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,24	-6,1	11,31	16695,19	1970,03	985,02	0,05	24,0	0,0	16129,3	364,5
2	11,24	-4,4	11,28	44959,14	5305,18	2652,59	0,05	24,0	0,0	43397,0	2160,3
3	11,2	-2,8	11,21	66134,8	7803,91	3901,95	0,05	24,0	0,0	63727,6	4901,7
4	11,29	-1,1	11,29	80323,52	9478,18	4739,09	0,05	24,0	0,0	77203,0	8043,5
5	11,24	0,5	11,24	85778,8	10121,9	5060,95	0,05	24,0	0,0	99322,3	10972,3
6	11,24	2,2	11,25	84800,1	10006,41	5003,21	0,05	24,0	0,0	97834,8	13525,7
7	7,83	3,6	7,84	54785,49	6464,69	3232,34	0,05	24,0	0,0	62971,3	10201,0
8	14,66	5,2	14,72	85971,16	10144,6	5072,3	0,05	24,0	0,0	98304,0	18708,4
9	11,24	7,1	11,33	43259,34	5104,6	2552,3	0,05	24,0	0,0	49116,0	10972,7
10	11,24	8,8	11,38	16159,36	1906,8	953,4	0,05	24,0	0,0	18216,8	4602,8

### 6.2.6. WTG6 (ante opera)



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conchi	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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 $x_i$	20,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore $y_i$	230,0 m
Ascissa vertice destro superiore $x_s$	50,0 m
Ordinata vertice destro superiore $y_s$	260,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1176

Coefficiente azione sismica verticale 0,0588

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	41,7	5,8
3	83,3	15,6
4	125,0	22,5
5	166,7	28,1
6	208,3	32,4
7	250,0	32,4

#### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1 1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9 1,0

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Coesione non drenata 1,4  
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,54  
 Ascissa centro superficie 30,5 m  
 Ordinata centro superficie 234,5 m  
 Raggio superficie 233,04 m

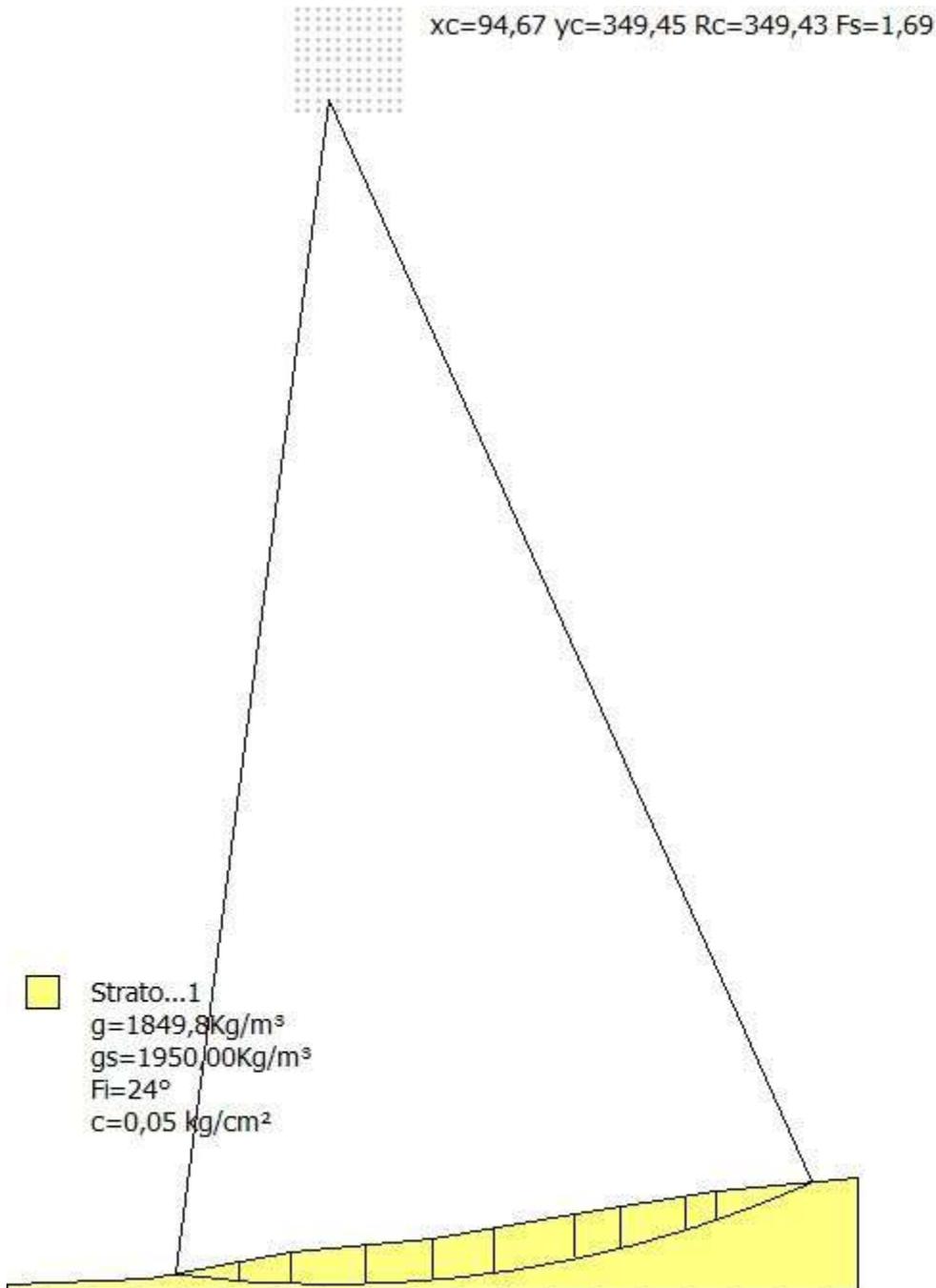
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

**xc = 30,50 yc = 234,50 Rc = 233,038 Fs=1,536**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,37	-2,5	11,38	23410,48	2753,07	1376,54	0,05	24,0	0,0	22546,0	1815,6
2	15,85	0,8	15,85	94184,16	11076,06	5538,03	0,05	24,0	0,0	108974,1	12531,8
3	6,89	3,6	6,91	59788,13	7031,08	3515,54	0,05	24,0	0,0	68703,5	11151,2
4	11,37	5,9	11,43	127991,3	15051,77	7525,89	0,05	24,0	0,0	146005,3	29343,6
5	11,37	8,7	11,5	153843,7	18092,01	9046,01	0,05	24,0	0,0	173503,3	43418,5
6	11,96	11,6	12,21	176532,4	20760,21	10380,1	0,05	24,0	0,0	196219,7	59362,6
7	10,78	14,5	11,13	152495,5	17933,48	8966,74	0,05	24,0	0,0	166631,5	59263,4
8	11,37	17,3	11,91	133159,5	15659,55	7829,78	0,05	24,0	0,0	142670,9	58502,4
9	11,37	20,3	12,12	91457,38	10755,39	5377,69	0,05	24,0	0,0	95706,3	44913,6
10	11,37	23,3	12,38	35605,98	4187,26	2093,63	0,05	24,0	0,0	36251,8	19316,2



**6.2.7. WTG7 (ante opera)**



**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Analisi  
Superficie di forma circolare

Condizione drenata

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	85,67 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	346,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	115,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	376,45 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1176  
Coefficiente azione sismica verticale 0,0588

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	41,7	1,5
3	83,3	9,2
4	125,0	13,2
5	166,7	20,4

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"		Febbraio 2021
	6	208,3	
7	250,0	31,3	

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Risultati analisi pendio

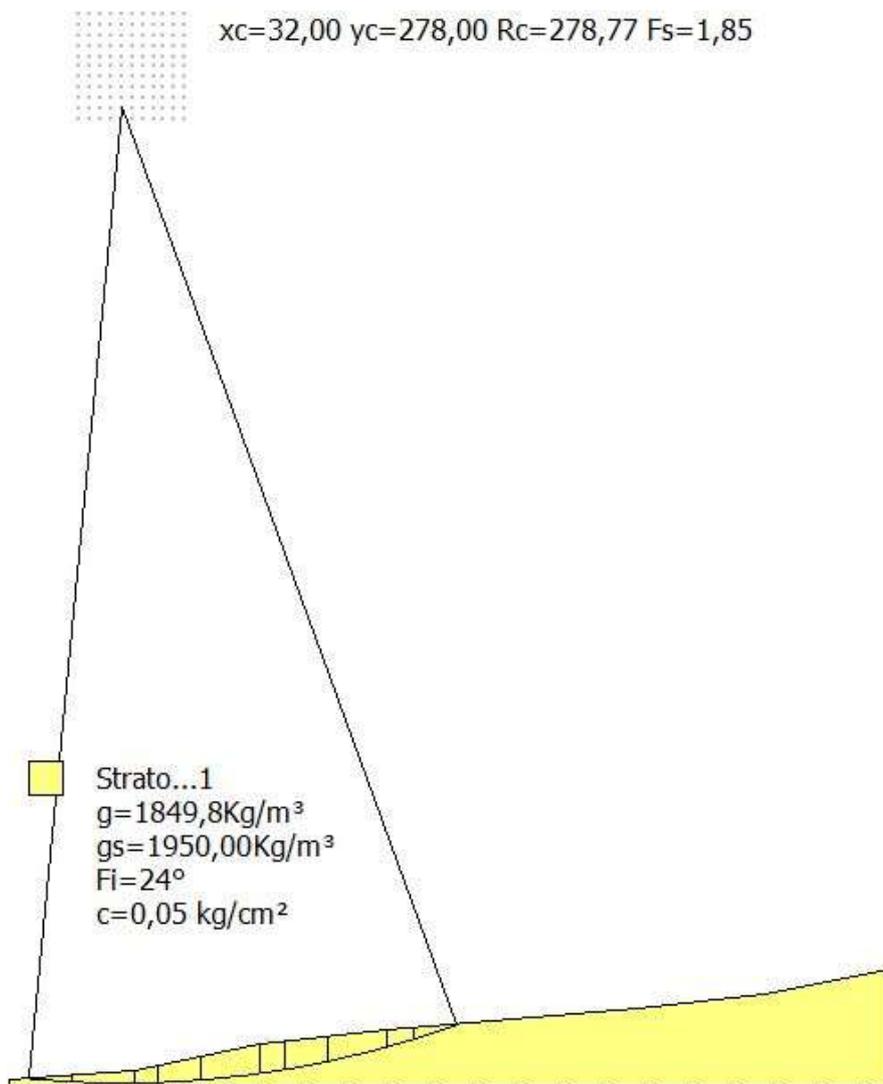
Fs minimo individuato	1,69
Ascissa centro superficie	94,67 m
Ordinata centro superficie	349,45 m
Raggio superficie	349,43 m

$$xc = 94,667 \quad yc = 349,453 \quad Rc = 349,431 \quad Fs=1,689$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	18,68	-5,9	18,78	97357,14	11449,2	5724,6	0,05	24,0	0,0	94027,9	2409,3
2	15,09	-3,1	15,11	202922,5	23863,69	11931,85	0,05	24,0	0,0	195568,7	13941,6
3	22,27	0,0	22,27	422020,8	49629,65	24814,82	0,05	24,0	0,0	404666,7	49375,6
4	19,43	3,4	19,47	418337,2	49196,46	24598,23	0,05	24,0	0,0	481020,5	76270,7
5	17,92	6,5	18,04	414753,7	48775,04	24387,52	0,05	24,0	0,0	472079,3	99786,7
6	23,78	9,9	24,14	576605,4	67808,8	33904,4	0,05	24,0	0,0	646508,1	176031,9
7	13,58	13,0	13,94	314405,0	36974,03	18487,01	0,05	24,0	0,0	346596,1	114051,0
8	18,68	15,8	19,41	383055,9	45047,37	22523,69	0,05	24,0	0,0	414923,3	157895,3
9	9,34	18,2	9,83	158406,2	18628,57	9314,29	0,05	24,0	0,0	168597,1	72040,1
10	28,02	21,4	30,1	235363,4	27678,73	13839,37	0,05	24,0	0,0	243735,4	120422,1



### 6.2.8. WTG8 e sistema di accumulo (ante opera)



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

---

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	20,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	275,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	50,0 m

---

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

Ordinata vertice destro superiore ys	305,0 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,1176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0588

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	35,7	2,9
3	71,4	10,4
4	107,1	14,2
5	142,9	17,2
6	178,6	20,4
7	214,3	24,7
8	250,0	31,6

#### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1 1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9 1,0

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

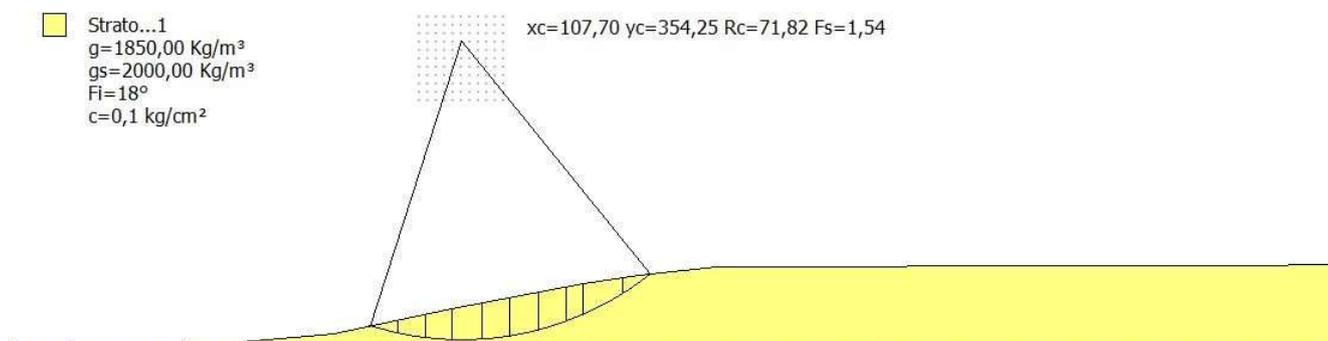
### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,85
Ascissa centro superficie	32,0 m
Ordinata centro superficie	278,0 m
Raggio superficie	278,77 m

**xc = 32,00 yc = 278,00 Rc = 278,767 Fs=1,851**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	12,1	-4,2	12,14	22322,67	2625,15	1312,57	0,05	24,0	0,0	21536,8	1164,1
2	17,82	-1,1	17,82	95419,63	11221,35	5610,67	0,05	24,0	0,0	91682,2	9613,3
3	6,39	1,4	6,39	50242,22	5908,49	2954,24	0,05	24,0	0,0	58056,8	7273,4
4	12,1	3,3	12,12	130143,3	15304,85	7652,43	0,05	24,0	0,0	149670,7	23568,9
5	17,21	6,3	17,32	243633,5	28651,3	14325,65	0,05	24,0	0,0	277426,3	58095,7
6	7,0	8,9	7,08	106391,8	12511,68	6255,84	0,05	24,0	0,0	119892,5	30373,7
7	12,1	10,8	12,32	169656,5	19951,6	9975,8	0,05	24,0	0,0	189330,3	54716,5
8	16,6	13,9	17,1	183044,8	21526,06	10763,03	0,05	24,0	0,0	200765,6	69170,3
9	7,61	16,4	7,93	54695,57	6432,2	3216,1	0,05	24,0	0,0	58968,0	23200,4
10	12,1	18,6	12,77	35897,82	4221,58	2110,79	0,05	24,0	0,0	38087,7	16578,1

### 6.2.9. Sottostazione elettrica e futuro ampliamento S.E. Deliceto (ante opera)



### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Lat./Long. 41,216531/15,474563  
 Calcolo eseguito secondo NTC 2018  
 Numero di strati 1,0  
 Numero dei conci 10,0  
 Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco  
 Analisi Condizione drenata  
 Superficie di forma circolare

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 97,7 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 340,25 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 117,7 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 360,25 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 IV  
 Vita nominale: 50,0 [anni]  
 Vita di riferimento: 100,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60,0	0,68	2,52	0,32
S.L.D.	101,0	0,9	2,46	0,34
S.L.V.	949,0	2,6	2,41	0,42
S.L.C.	1950,0	3,61	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,02	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,35	0,2	0,0275	0,0138
S.L.V.	3,4232	0,28	0,0977	0,0489

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"		Febbraio 2021
	S.L.C.   4,2631   0,28   0,1217   0,0609		

S.L.C.	4,2631	0,28	0,1217	0,0609
--------	--------	------	--------	--------

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0977  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0489

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)	
1	0,0	281,5	
2	55,1	282,0	
3	77,3	284,0	
4	105,3	290,0	
5	136,5	296,0	
6	150,0	298,0	
7	168,4	300,0	
8	350,0	300,5	

### 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 No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )
1	0,1	18	1849,8	1950,00

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,54  
 Ascissa centro superficie 107,7 m  
 Ordinata centro superficie 354,25 m  
 Raggio superficie 71,82 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 = 107,70 yc = 354,25 Rc = 71,82 Fs=1,537**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	------------	-------------	------------

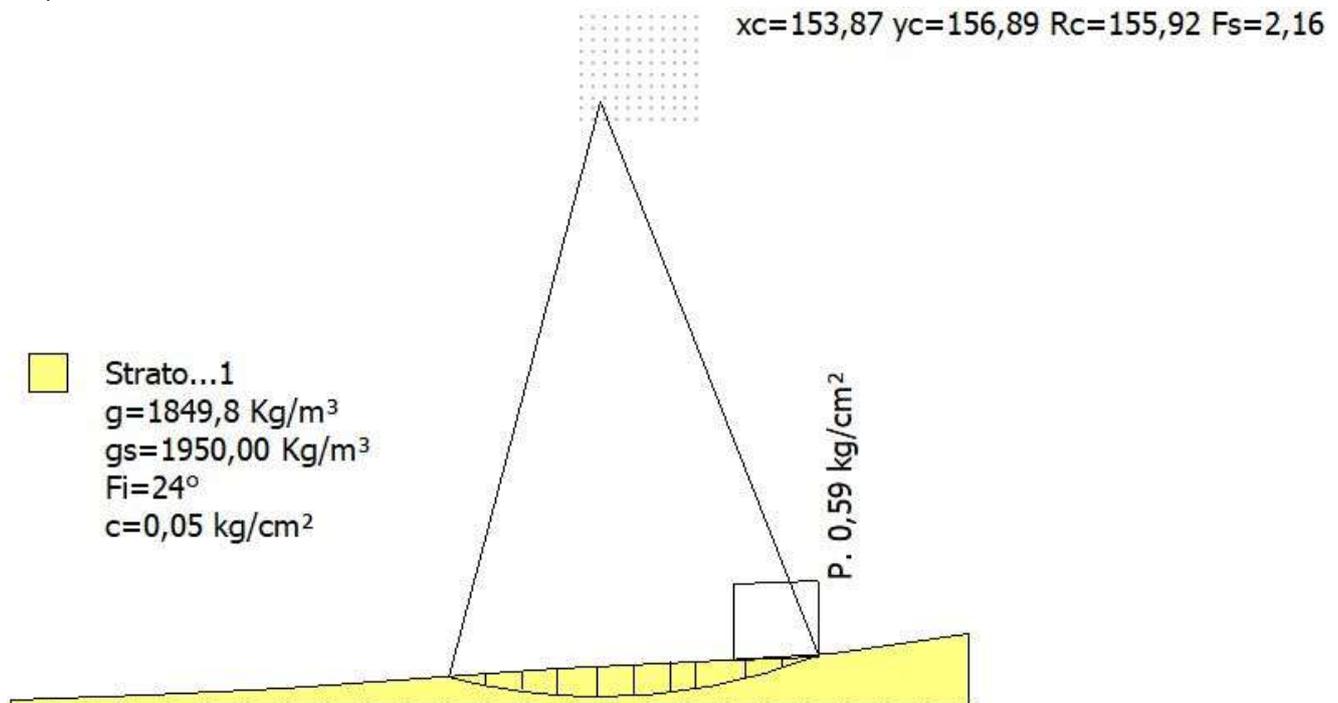
	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

1	6,69	-14,9	6,92	20963,18	2048,1	1025,1	0,1	18,0	0,0	21772,9	-3426,5
2	6,69	-9,5	6,78	56558,13	5525,73	2765,69	0,1	18,0	0,0	59424,1	-3861,0
3	6,07	-4,3	6,08	75316,7	7358,44	3682,99	0,1	18,0	0,0	79330,1	1633,5
4	7,31	1,0	7,31	111611,0	10904,4	5457,78	0,1	18,0	0,0	116860,8	12849,5
5	6,69	6,6	6,73	113046,4	11044,64	5527,97	0,1	18,0	0,0	116518,6	23967,0
6	6,69	12,0	6,84	115410,9	11275,65	5643,6	0,1	18,0	0,0	116055,5	35053,2
7	6,69	17,5	7,01	109526,5	10700,73	5355,84	0,1	18,0	0,0	106315,3	43213,3
8	3,84	22,0	4,14	56620,12	5531,79	2768,72	0,1	18,0	0,0	52997,2	26330,0
9	9,54	28,0	10,79	104896,0	10248,34	5129,41	0,1	18,0	0,0	92388,2	58217,9
10	6,69	35,5	8,22	26526,82	2591,67	1297,16	0,1	18,0	0,0	21134,3	17528,0

### 6.3. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO POST OPERA

#### 6.3.1. WTG1 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	149,37 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152,39 m
Ascissa vertice destro superiore xs	179,37 m
Ordinata vertice destro superiore ys	182,39 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,118
Coefficiente azione sismica verticale	0,059

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	35,7	1,4
3	71,4	2,8
4	107,1	5,6
5	142,9	8,0
6	178,6	10,1
7	214,3	12,0
8	250,0	17,2

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	10,2	211	11,37087	0,59

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,16
Ascissa centro superficie	153,87 m
Ordinata centro superficie	156,89 m
Raggio superficie	155,92 m

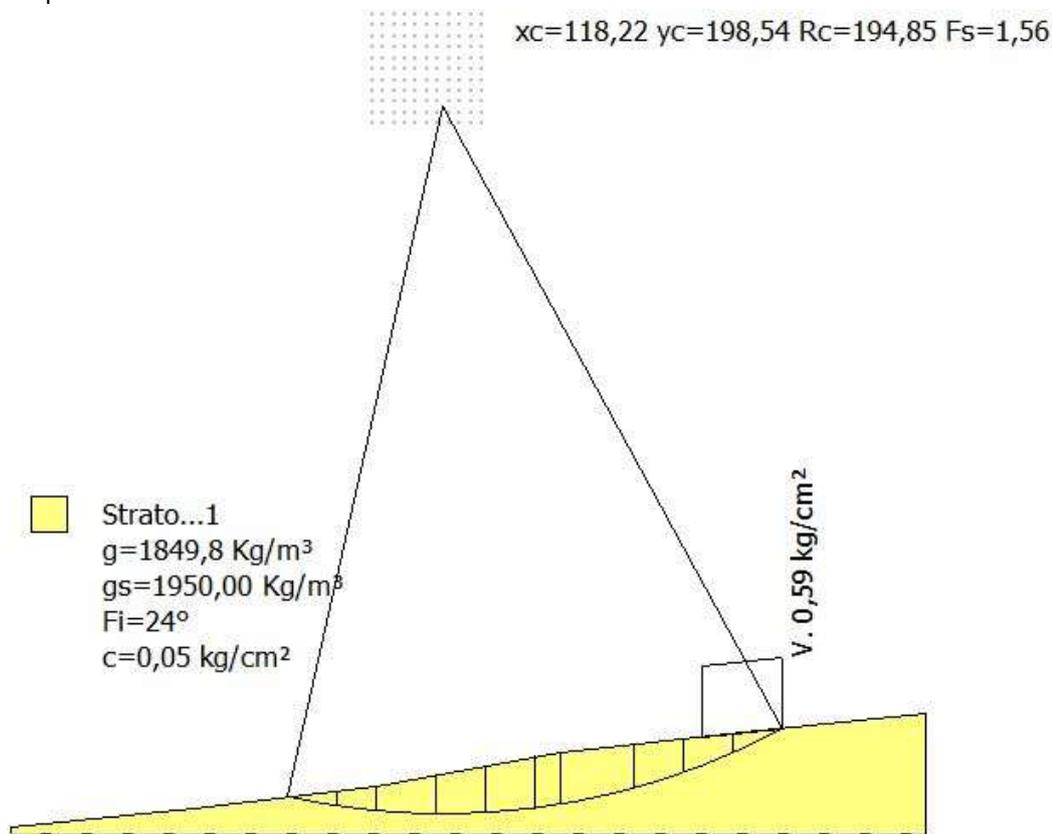
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

$$x_c = 153,87 \quad y_c = 156,89 \quad R_c = 155,922 \quad F_s = 2,164$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	9,67	-12,9	9,92	27054,82	3192,47	1596,23	0,05	24,0	0,0	26004,2	-2317,5
2	9,67	-9,3	9,8	72523,37	8557,76	4278,88	0,05	24,0	0,0	70020,6	-2056,3
3	9,27	-5,7	9,32	101752,3	12006,77	6003,39	0,05	24,0	0,0	98292,3	2777,3
4	10,08	-2,2	10,09	134462,5	15866,57	7933,29	0,05	24,0	0,0	129459,9	11249,9
5	9,67	1,5	9,68	140579,3	16588,36	8294,18	0,05	24,0	0,0	162459,0	20499,5
6	9,67	5,0	9,71	140989,3	16636,73	8318,37	0,05	24,0	0,0	161327,2	30127,9
7	6,27	8,0	6,33	86321,12	10185,89	5092,95	0,05	24,0	0,0	97670,7	23240,9
8	13,08	11,6	13,35	169981,4	20057,8	10028,9	0,05	24,0	0,0	188972,7	57181,2
9	9,67	15,9	10,06	136810,6	16143,65	8071,83	0,05	24,0	0,0	148093,7	56708,6
10	9,67	19,6	10,27	90469,78	10675,43	5337,72	0,05	24,0	0,0	95184,5	43466,5

### 6.3.2. WTG2 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	98,72 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	194,04 m
Ascissa vertice destro superiore xs	128,72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	224,04 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,118
Coefficiente azione sismica verticale	0,059

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	50,0	5,4
3	100,0	11,3
4	150,0	20,8
5	200,0	26,0
6	250,0	31,2

#### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1 1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9 1,0

#### 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	No

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	25	211	27,288	0,59

### Risultati analisi pendio

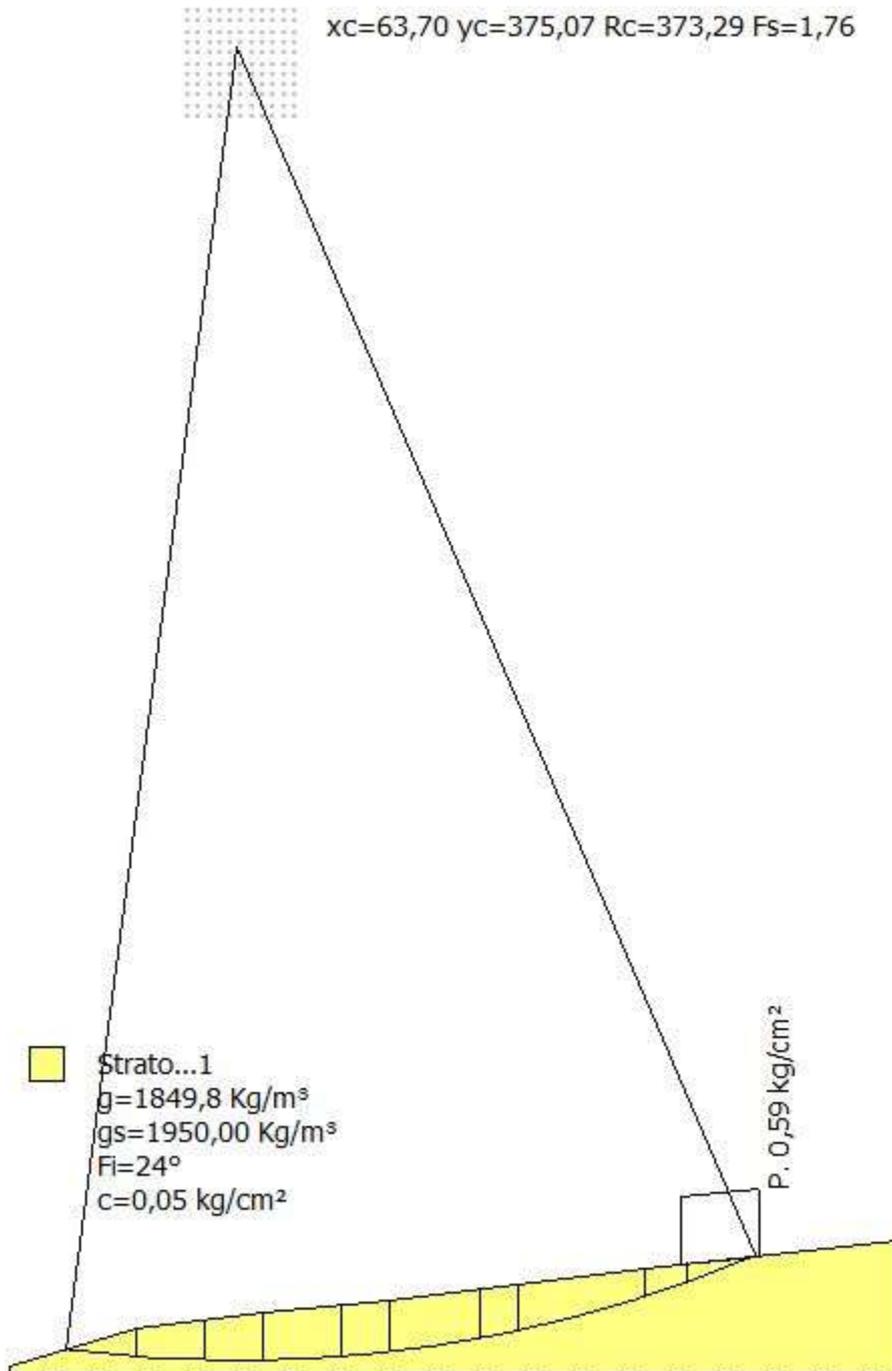
Fs minimo individuato	1,56
Ascissa centro superficie	118,22 m
Ordinata centro superficie	198,54 m
Raggio superficie	194,85 m

$$x_c = 118,22 \quad y_c = 198,538 \quad R_c = 194,845 \quad F_s = 1,561$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	13,53	-10,6	13,77	54815,19	6468,19	3234,1	0,05	24,0	0,0	52859,5	-2733,3
2	10,9	-7,0	10,98	111289,6	13132,17	6566,08	0,05	24,0	0,0	107531,5	863,3
3	16,16	-3,0	16,18	265427,3	31320,42	15660,21	0,05	24,0	0,0	255830,5	18836,8
4	13,53	1,4	13,53	297972,5	35160,75	17580,38	0,05	24,0	0,0	344399,3	43073,7
5	13,53	5,4	13,59	342325,0	40394,35	20197,18	0,05	24,0	0,0	391227,9	75482,3
6	6,78	8,4	6,85	180356,2	21282,03	10641,02	0,05	24,0	0,0	203699,8	49966,8
7	20,28	12,4	20,77	510141,6	60196,7	30098,35	0,05	24,0	0,0	564398,4	179685,9
8	13,53	17,6	14,19	270977,4	31975,34	15987,67	0,05	24,0	0,0	289727,7	120532,6
9	13,53	21,8	14,57	258857,4	30545,17	15272,59	0,05	24,0	0,0	267180,8	134170,4
10	13,53	26,2	15,08	188527,7	22246,26	11123,13	0,05	24,0	0,0	186283,1	111443,4

### 6.3.3. WTG3 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Superficie di forma circolare

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	50,2 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	355,57 m
Ascissa vertice destro superiore xs	80,2 m
Ordinata vertice destro superiore ys	385,57 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,1176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0588

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	35,7	11,1
3	71,4	15,4
4	107,1	19,1
5	142,9	23,4
6	178,6	28,1

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"		Febbraio 2021
	(Empty space for details)		

7	214,3	32,2
8	250,0	35,9

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	29	211	31,52661	0,59

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,76
Ascissa centro superficie	63,7 m
Ordinata centro superficie	375,07 m
Raggio superficie	373,29 m

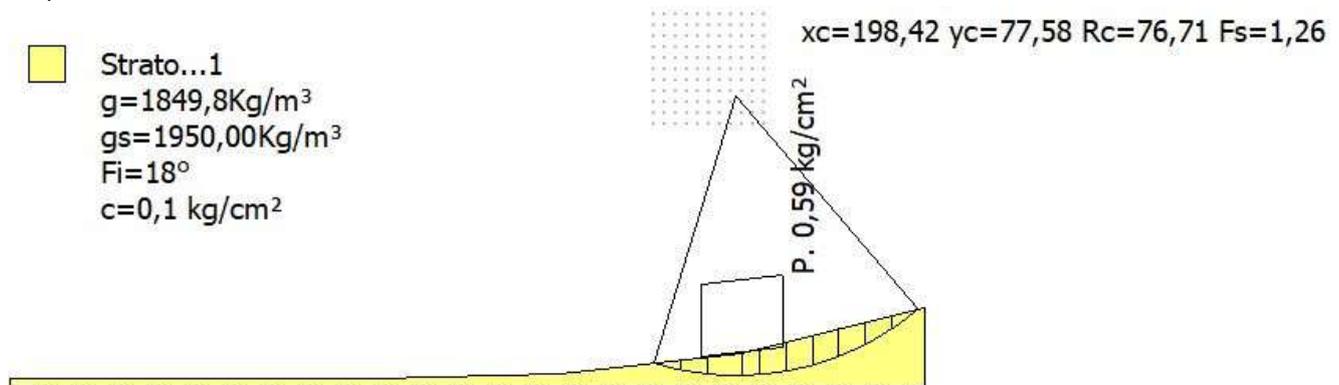
$$xc = 63,698 \quad yc = 375,072 \quad Rc = 373,289 \quad Fs=1,756$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	20,0	-5,8	20,11	157942,8	18574,07	9287,04	0,05	24,0	0,0	152539,7	4002,5
2	18,9	-2,8	18,92	349367,7	41085,64	20542,82	0,05	24,0	0,0	336601,9	25405,6
3	16,8	-0,1	16,8	391775,1	46072,75	23036,37	0,05	24,0	0,0	375719,6	45411,8
4	22,1	2,9	22,12	584113,1	68691,7	34345,85	0,05	24,0	0,0	672563,3	100892,5
5	13,6	5,6	13,67	372799,6	43841,24	21920,62	0,05	24,0	0,0	425618,8	83844,0
6	25,29	8,6	25,58	683317,9	80358,19	40179,09	0,05	24,0	0,0	770768,9	192371,3
7	10,51	11,4	10,72	264090,8	31057,08	15528,54	0,05	24,0	0,0	293808,9	87996,4
8	35,7	15,1	36,97	735020,1	86438,36	43219,18	0,05	24,0	0,0	799876,4	293925,8
9	12,14	18,9	12,83	165557,9	19469,61	9734,8	0,05	24,0	0,0	175181,2	77445,2
10	19,45	21,5	20,9	228877,9	26916,04	13458,02	0,05	24,0	0,0	236900,6	117321,9

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### 6.3.4. WTG4 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	175,92 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	70,08 m
Ascissa vertice destro superiore xs	205,92 m
Ordinata vertice destro superiore ys	100,08 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
----------------------	---------------------	---------------------------	-----------	--------------

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"		Febbraio 2021

	[anni]			
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,118  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,059

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	100,0	0,0
3	150,0	1,2
4	200,0	7,0
5	250,0	19,5

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,1 1,5  
 Favorevoli: Permanenti, variabili 0,9 1,0

### 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 No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,1		18	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	6	211	8,552	0,59

### Risultati analisi pendio

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Fs minimo individuato	1,26
Ascissa centro superficie	198,42 m
Ordinata centro superficie	77,58 m
Raggio superficie	76,71 m

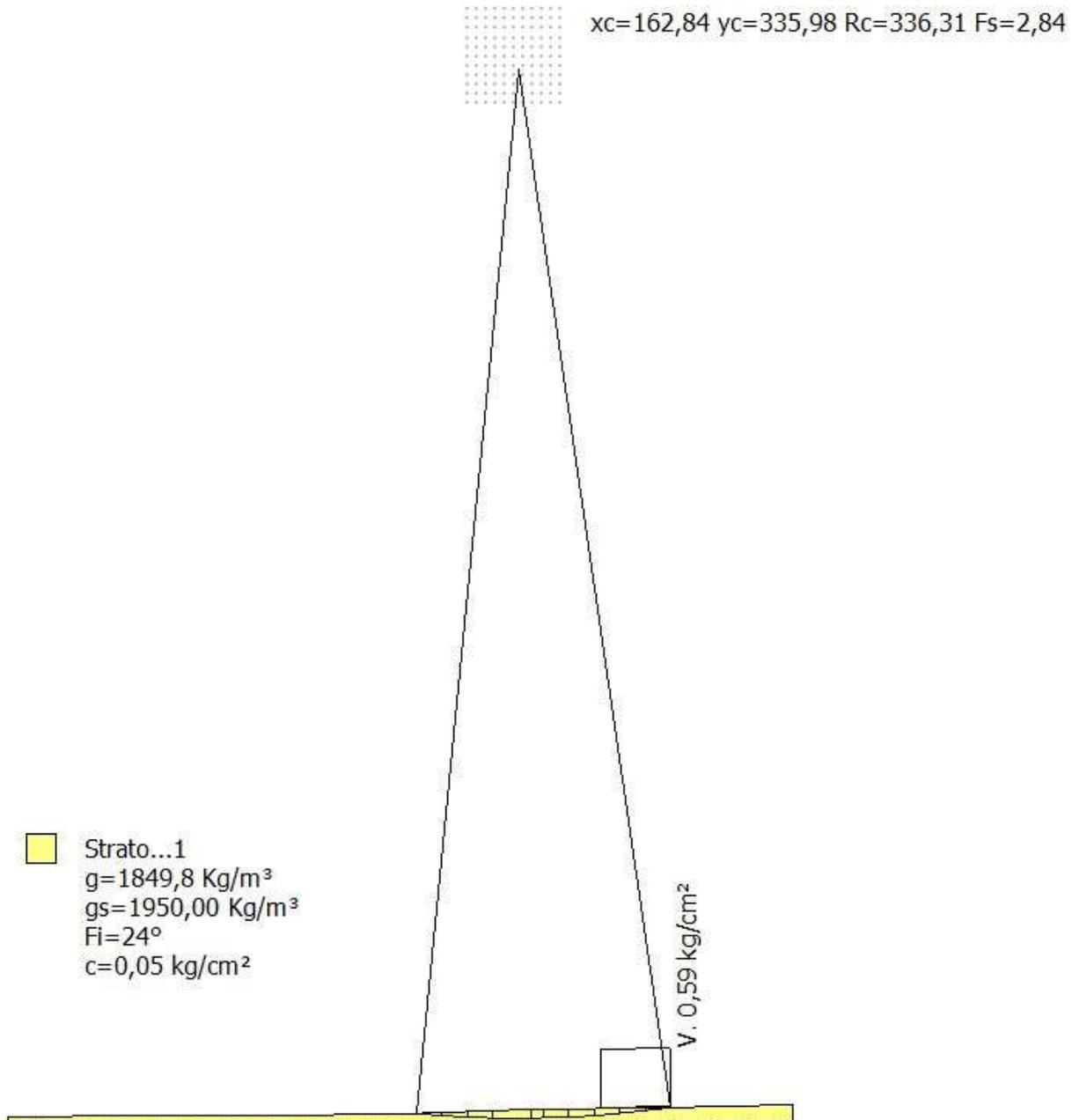
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

$$x_c = 198,424 \quad y_c = 77,58 \quad R_c = 76,708 \quad F_s = 1,264$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7,19	-14,2	7,42	18890,83	2229,12	1114,56	0,1	18,0	0,0	18109,1	-2013,4
2	7,19	-8,7	7,27	56793,42	6701,62	3350,81	0,1	18,0	0,0	54851,2	-1128,2
3	9,6	-2,4	9,61	148710,8	17547,87	8773,94	0,1	18,0	0,0	143226,2	11894,3
4	4,78	3,0	4,79	89581,0	10570,56	5285,28	0,1	18,0	0,0	103138,6	15653,2
5	7,19	7,5	7,25	133758,9	15783,55	7891,78	0,1	18,0	0,0	151663,8	34758,6
6	7,19	12,9	7,38	107462,3	12680,55	6340,28	0,1	18,0	0,0	118554,8	38805,6
7	7,19	18,5	7,58	104482,9	12328,98	6164,49	0,1	18,0	0,0	110910,6	48192,0
8	7,19	24,3	7,89	90951,71	10732,3	5366,15	0,1	18,0	0,0	91658,6	50950,1
9	7,19	30,4	8,33	65523,09	7731,73	3865,86	0,1	18,0	0,0	61619,1	43100,9
10	7,19	36,8	8,98	26047,09	3073,56	1536,78	0,1	18,0	0,0	22320,6	19635,7

### 6.3.5. WTG5 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	146,34 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	325,48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	176,34 m
Ordinata vertice destro superiore ys	355,48 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,118
Coefficiente azione sismica verticale	0,059

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	41,7	0,3
3	83,3	0,6
4	125,0	1,1
5	166,7	2,3
6	208,3	3,1
7	250,0	4,1

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	3	211	3,423077	0,59

### Risultati analisi pendio

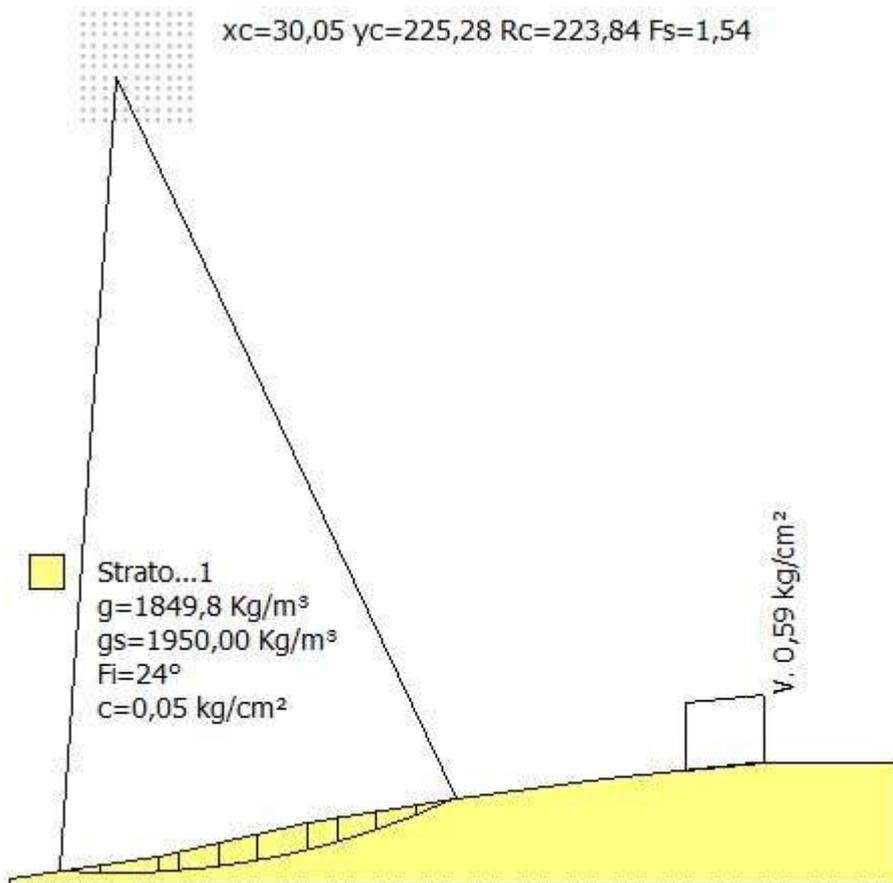
Fs minimo individuato	2,84
Ascissa centro superficie	162,84 m
Ordinata centro superficie	335,98 m
Raggio superficie	336,31 m

$$x_c = 162,844 \quad y_c = 335,976 \quad R_c = 336,311 \quad F_s = 2,839$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	8,1	-4,9	8,13	7296,7	861,01	430,51	0,05	24,0	0,0	7045,4	300,2
2	8,1	-3,5	8,12	19671,86	2321,28	1160,64	0,05	24,0	0,0	18971,6	1240,1
3	8,1	-2,1	8,11	29102,07	3434,04	1717,02	0,05	24,0	0,0	28016,2	2469,8
4	12,15	-0,4	12,15	55134,03	6505,82	3252,91	0,05	24,0	0,0	52915,4	6177,8
5	4,05	1,0	4,06	19665,85	2320,57	1160,29	0,05	24,0	0,0	22748,6	2698,7
6	8,1	2,0	8,11	38641,83	4559,74	2279,87	0,05	24,0	0,0	44595,3	6069,0
7	8,1	3,4	8,12	35185,42	4151,88	2075,94	0,05	24,0	0,0	40459,5	6454,0
8	8,1	4,8	8,13	82491,57	9734,01	4867,0	0,05	24,0	0,0	94456,2	17301,7
9	8,1	6,2	8,15	91150,55	10755,76	5377,88	0,05	24,0	0,0	103866,8	21508,9
10	8,1	7,6	8,18	76351,51	9009,48	4504,74	0,05	24,0	0,0	86528,3	20015,0

### 6.3.6. WTG6 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	21,05 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	213,28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	51,05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	243,28 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.]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,1176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0588

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	41,7	5,8
3	83,3	15,6
4	125,0	22,5
5	166,7	28,1
6	208,3	32,4
7	250,0	32,4

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1 1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9 1,0

### 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	No

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	30	211	32,27404	0,59

### Risultati analisi pendio

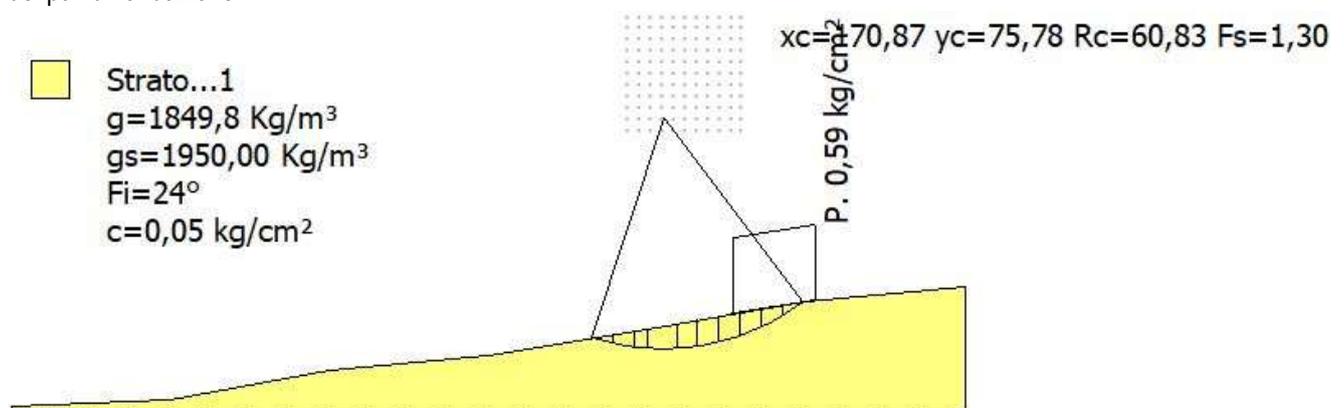
Fs minimo individuato	1,54
Ascissa centro superficie	30,05 m
Ordinata centro superficie	225,28 m
Raggio superficie	223,84 m

$$x_c = 30,049 \quad y_c = 225,284 \quad R_c = 223,84 \quad F_s = 1,535$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,04	-2,6	11,05	22201,69	2610,92	1305,46	0,05	24,0	0,0	21383,7	1699,1
2	16,31	0,9	16,32	96378,6	11334,12	5667,06	0,05	24,0	0,0	111492,9	12988,7
3	5,76	3,7	5,78	48641,64	5720,26	2860,13	0,05	24,0	0,0	55875,6	9182,2
4	11,04	5,9	11,1	119158,4	14013,03	7006,51	0,05	24,0	0,0	135917,5	27372,7
5	11,04	8,7	11,17	143362,2	16859,39	8429,7	0,05	24,0	0,0	161643,0	40605,0
6	13,76	12,0	14,06	195451,9	22985,15	11492,57	0,05	24,0	0,0	216807,6	67047,0
7	8,32	14,9	8,61	113183,8	13310,42	6655,21	0,05	24,0	0,0	123354,2	44802,7
8	11,04	17,4	11,57	125683,7	14780,41	7390,2	0,05	24,0	0,0	134511,3	55549,8
9	11,04	20,4	11,78	85660,8	10073,71	5036,86	0,05	24,0	0,0	89499,7	42338,7
10	11,04	23,5	12,04	32116,04	3776,85	1888,42	0,05	24,0	0,0	32628,7	17541,5

### 6.3.7. WTG7 (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	161,57 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	72,88 m
Ascissa vertice destro superiore xs	191,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	102,88 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 IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,1176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0588

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	41,7	1,5
3	83,3	9,2
4	125,0	13,2
5	166,7	20,4
6	208,3	27,4
7	250,0	31,3

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,1	1,5
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,9	1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25
Coazione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

Strato	Coazione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coazione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	189	24,4	211	28,10192	0,59

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,3
Ascissa centro superficie	170,87 m
Ordinata centro superficie	75,78 m
Raggio superficie	60,83 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: coazione.

$$xc = 170,871 \quad yc = 75,781 \quad Rc = 60,831 \quad Fs = 1,304$$

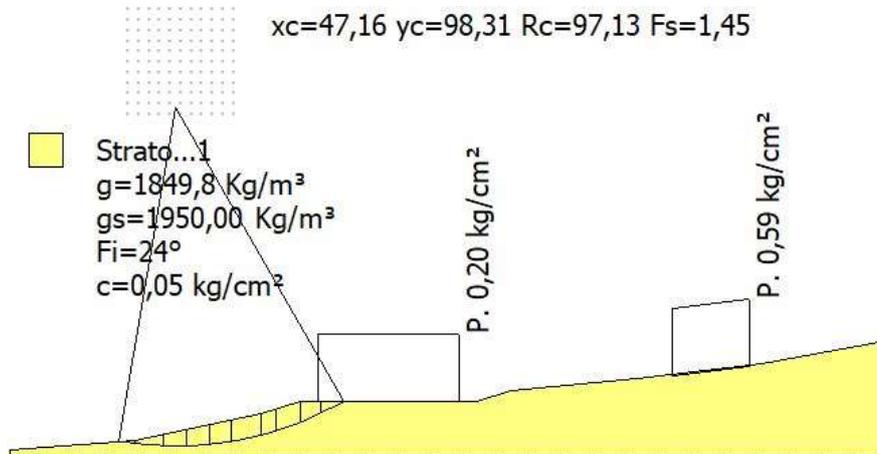
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5,54	-15,2	5,74	13330,65	1567,68	783,84	0,05	24,0	0,0	12745,7	-1630,6

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021

2	5,54	-9,8	5,62	35723,57	4201,09	2100,55	0,05	24,0	0,0	34466,0	-1352,7
3	3,44	-5,6	3,46	30961,08	3641,02	1820,51	0,05	24,0	0,0	29898,6	924,7
4	7,64	-0,3	7,64	86119,04	10127,6	5063,8	0,05	24,0	0,0	82627,9	9681,1
5	5,54	5,9	5,57	70522,61	8293,46	4146,73	0,05	24,0	0,0	80437,4	16218,1
6	5,54	11,2	5,65	71562,17	8415,71	4207,86	0,05	24,0	0,0	79720,5	23520,0
7	5,54	16,6	5,78	79858,8	9391,4	4695,7	0,05	24,0	0,0	86022,3	34046,0
8	5,54	22,1	5,98	92724,69	10904,42	5452,21	0,05	24,0	0,0	95447,8	48485,3
9	5,54	27,9	6,27	75851,42	8920,13	4460,06	0,05	24,0	0,0	73525,9	46897,6
10	5,54	34,0	6,68	50801,89	5974,3	2987,15	0,05	24,0	0,0	45479,0	36184,8

### 6.3.8. WTG8 e sistema di accumulo (post opera)

Per l'analisi di stabilità post opera, a vantaggio di sicurezza, si ipotizza la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.



### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,225466/15,435951
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
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	33,66 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	96,81 m
Ascissa vertice destro superiore xs	63,66 m
Ordinata vertice destro superiore ys	126,81 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.]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	200,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,95	2,49	0,35
S.L.D.	201,0	1,2	2,49	0,39
S.L.V.	1898,0	3,42	2,37	0,44
S.L.C.	2475,0	3,85	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,425	0,2	0,0291	0,0145
S.L.D.	1,8	0,24	0,0441	0,022
S.L.V.	4,1179	0,28	0,1176	0,0588
S.L.C.	4,4137	0,28	0,126	0,063

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1176  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0588

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	35,7	2,9
3	71,4	10,4
4	83,0	13,9
5	133,0	13,9
6	142,9	17,2
7	178,6	20,4
8	214,3	24,7
9	250,0	31,6

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,1 1,5  
 Favorevoli: Permanenti, variabili 0,9 1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25  
 Coesione efficace 1,25

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

Coesione non drenata 1,4  
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		24	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1		189	21,5	211	0,59
2		88	14	128	0,2

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,45
Ascissa centro superficie	47,16 m
Ordinata centro superficie	98,31 m
Raggio superficie	97,13 m

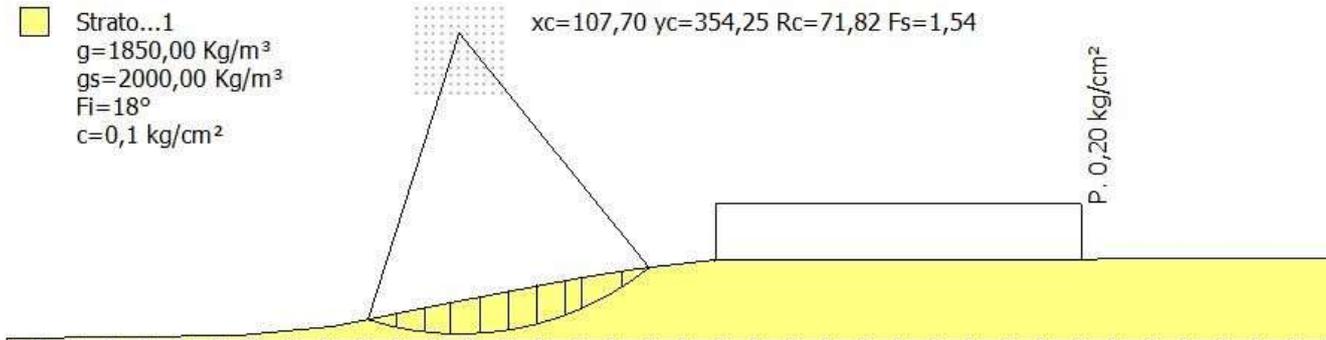
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

$$x_c = 47,164 \quad y_c = 98,307 \quad R_c = 97,127 \quad F_s = 1,452$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,63	-8,2	4,68	4707,14	553,56	276,78	0,05	24,0	0,0	4546,1	-53,3
2	8,2	-4,4	8,22	34885,54	4102,54	2051,27	0,05	24,0	0,0	33663,2	1707,4
3	6,42	0,0	6,42	48839,04	5743,47	2871,74	0,05	24,0	0,0	46830,5	5716,0
4	6,42	3,8	6,43	62363,24	7333,92	3666,96	0,05	24,0	0,0	71631,5	11808,7
5	6,42	7,6	6,47	70821,11	8328,56	4164,28	0,05	24,0	0,0	80258,8	18504,1
6	8,26	12,0	8,44	95459,05	11225,99	5612,99	0,05	24,0	0,0	105891,1	32740,2
7	4,57	15,9	4,75	2587,06	6184,24	3092,12	0,05	24,0	0,0	56931,4	21749,4
8	7,03	19,5	7,45	79617,39	9363,01	4681,5	0,05	24,0	0,0	83876,2	37994,4
9	5,8	23,5	6,33	51788,6	6090,34	3045,17	0,05	24,0	0,0	52597,3	28316,7
10	6,42	27,5	7,23	34625,61	4071,97	2035,99	0,05	24,0	0,0	33703,1	21209,6

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### 6.3.9. Sottostazione elettrica e futuro ampliamento S.E. Deliceto (post opera)



#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	41,216531/15,474563
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	97,7 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	340,25 m
Ascissa vertice destro superiore xs	117,7 m
Ordinata vertice destro superiore ys	360,25 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 IV
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	100,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"			Febbraio 2021

S.L.O.	60,0	0,68	2,52	0,32
S.L.D.	101,0	0,9	2,46	0,34
S.L.V.	949,0	2,6	2,41	0,42
S.L.C.	1950,0	3,61	2,35	0,44

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,02	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,35	0,2	0,0275	0,0138
S.L.V.	3,4232	0,28	0,0977	0,0489
S.L.C.	4,2631	0,28	0,1217	0,0609

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0977

Coefficiente azione sismica verticale 0,0489

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	281,5
2	55,1	282,0
3	77,3	284,0
4	105,3	290,0
5	136,5	296,0
6	150,0	298,0
7	168,4	300,0
8	350,0	300,5

### 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  
 =====

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,1		18	1849,8	1950,00	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	168,0	300,0	255,0	300,2	0,2

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,54
Ascissa centro superficie	107,7 m
Ordinata centro superficie	354,25 m
Raggio superficie	71,82 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 = 107,7 yc = 354,3 Rc = 71,8 Fs=1,537**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6,69	-14,9	6,92	20963,18	2048,1	1025,1	0,1	18,0	0,0	21772,9	-3426,5
2	6,69	-9,5	6,78	56558,13	5525,73	2765,69	0,1	18,0	0,0	59424,1	-3861,0
3	6,07	-4,3	6,08	75316,7	7358,44	3682,99	0,1	18,0	0,0	79330,1	1633,5
4	7,31	1,0	7,31	111611,0	10904,4	5457,78	0,1	18,0	0,0	116860,8	12849,5
5	6,69	6,6	6,73	113046,4	11044,64	5527,97	0,1	18,0	0,0	116518,6	23967,0
6	6,69	12,0	6,84	115410,9	11275,65	5643,6	0,1	18,0	0,0	116055,5	35053,2
7	6,69	17,5	7,01	109526,5	10700,73	5355,84	0,1	18,0	0,0	106315,3	43213,3
8	3,84	22,0	4,14	56620,12	5531,79	2768,72	0,1	18,0	0,0	52997,2	26330,0
9	9,54	28,0	10,79	104896,0	10248,34	5129,41	0,1	18,0	0,0	92388,2	58217,9
10	6,69	35,5	8,22	26526,82	2591,67	1297,16	0,1	18,0	0,0	21134,3	17528,0

## 7. CONCLUSIONI

Il progetto, di cui il presente elaborato ne costituisce parte integrante, prevede la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica sito in agro del Comune di Deliceto, in provincia di Foggia.

L'impianto in progetto si compone di 8 aerogeneratori tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170 o similari, della potenza di 6 MW ciascuno, ed un sistema di accumulo della potenza di 25 MW.

Gli 8 aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto sono di seguito nomenclati con sigle identificative da WTG1 a WTG8, così come individuati, tra l'altro, negli elaborati grafici di progetto. Il sistema di accumulo è previsto nelle immediate vicinanze dell'aerogeneratore WTG8.

La connessione alla rete di trasmissione elettrica nazionale (RTN) avverrà su futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV, ubicata nel comune di Deliceto (FG).

Degli 8 aerogeneratori previsti in progetto, 2 ricadono in area classificata ad "elevata pericolosità geomorfologica (PG2)" regolamentata dall'art. 14 delle N.T.A. del P.A.I., 5 ricadono in area classificata a "media e moderata pericolosità geomorfologica (PG1)" ai sensi dell'art. 15 delle N.T.A. del P.A.I., ed 1 ricade a cavallo di zone perimetrate PG1 e PG2.

Nello specifico, gli aerogeneratori WTG2 e WTG8 ricadono in area classificata PG2, gli aerogeneratori WTG1, WTG3, WTG4, WTG5 e WTG7 ricadono in area classificata PG1 e l'aerogeneratore WTG6 ricade a cavallo delle aree PG1 e PG2.

Il sistema di accumulo, nei pressi della WTG8, ricade in area classificata ad "elevata pericolosità geomorfologica (PG2)".

Il cavidotto di collegamento degli aerogeneratori e di collegamento del parco eolico alla stazione elettrica ricade in parte in aree perimetrate PG1 e PG2.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

La sottostazione elettrica 30/150 kV, così come il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV, ricadono in aree classificate a "media e moderata pericolosità geomorfologica (PG1)" ai sensi dell'art. 15 delle N.T.A. del P.A.I.

Nelle aree perimetrate PG1 e PG2, la realizzazione degli interventi previsti in progetto è subordinata ad uno "Studio di compatibilità geologica e geotecnica" che dimostri la compatibilità degli stessi con le condizioni di pericolosità geomorfologica dell'area.

Il presente elaborato illustra e descrive le modalità di conduzione e le risultanze delle analisi di stabilità dei versanti interessati dagli interventi in progetto e perimetrati in PG1 e PG2, in condizione ante e post opera.

Tali analisi hanno prodotto i seguenti risultati:

	FATTORE DI SICUREZZA MINIMO		RIDUZIONE PERCENTUALE
	ANTE	POST	[%]
WTG1	2.53	2.16	-14.6
WTG2	1.68	1.56	-7.1
WTG3	1.82	1.76	-3.3
WTG4	1.19	1.26	5.9
WTG5	3.61	2.84	-21.3
WTG6	1.54	1.54	0.0
WTG7	1.69	1.30	-23.1
WTG8 e sist. di acc.	1.85	1.45	-21.6
S.S.E. e ampl. S.E.	1.54	1.54	0.0

Per gli aerogeneratori, i fattori di sicurezza di cui sopra sono ritenuti ampiamente accettabili considerata anche la circostanza per la quale, in condizione post-opera, a vantaggio di sicurezza si è ipotizzata la fondazione superficiale trascurando l'effetto benefico dei pali di fondazione.

Per quanto riguarda le aree interessate dalla realizzazione della sottostazione elettrica 30/150 kV ed il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV, le opere previste non generano alcuna variazione delle condizioni di stabilità del pendio. Per quanto attiene, invece, le opere relative all'elettrodotto di connessione degli aerogeneratori alla sottostazione elettrica, esse non generano alcuna variazione dello stato di sollecitazione dei versanti rispetto alla condizione ante intervento e, pertanto, si può dedurre che le condizioni di stabilità persistenti in fase ante opera sono confermate anche in fase post opera.

Dai risultati sopra riportati si deduce che, per tutte le opere ricadenti in aree perimetrate PG1 e PG2, le condizioni di stabilità persistenti in fase ante opera sono confermate anche in fase post opera.

Per tutto quanto suddetto si conclude che il presente studio di compatibilità geologica e geotecnica, redatto ai sensi degli artt. 14 e 15 delle N.T.A. del P.A.I., dimostra, sulla base di una adeguata ricostruzione del modello geologico e geotecnico del terreno ed una conseguente analisi qualitativa e quantitativa della stabilità dei versanti di sedime, l'esistenza di adeguate condizioni di sicurezza geomorfologica delle aree interessate dai lavori.

Si esprime, pertanto, giudizio positivo sulla compatibilità complessiva degli interventi in progetto in rapporto alle condizioni di stabilità delle aree destinate a riceverli.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 8 aerogeneratori con potenza complessiva di 48 MW, sistema di accumulo di 25 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Deliceto (FG) in località "Viticone - Le Gattarole"	Febbraio 2021
--	---	---------------

## 8. VERIFICHE GEOTECNICHE

Per quanto riguarda le modalità di conduzione e le risultanze delle verifiche geotecniche effettuate per tutte le fondazioni delle opere in progetto, si faccia utile riferimento agli elaborati di relazione di calcolo preliminare delle strutture.