



Regione Puglia
 Provincia di Foggia
 Comuni di Troia e Lucera



Potenziamento del Parco Eolico di Troia San Vincenzo

Codifica proponente:

IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.
TSV	ENG	REL	00127	00

Titolo:

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E
 GEOTECNICA

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.				
2	3	2	2	0	2	D	R	0	1	2	7	0	0

Proponente:

ERG Eolica San Vincenzo



PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
 www.progettoenergia.biz | info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo





Sul presente documento sussiste il DIRITTO DI PROPRIETÀ. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
		00	25.09.2023	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. FIORENTINO	E. FICETOLA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO.....	3
3. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	4
4. PIANIFICAZIONE SETTORIALE.....	5
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE.....	6
5.1. GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO.....	6
5.2. GEOMORFOLOGICO.....	9
5.3. IDROGEOLOGICO.....	11
6. ANALISI ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE DELL'INTERVENTO.....	13
7. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON LA SICUREZZA DEL TERRITORIO.....	14
8. STABILITA' DELL'AREA.....	15
8.1. DESCRIZIONE STATO DEI LUOGHI E INTERVENTO DI PROGETTO.....	15
8.2. GENERALITÀ.....	18
8.3. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA.....	18
8.4. METODO DI CALCOLO.....	19
8.5. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	21
9. MODELLAZIONE DELLA STABILITÀ DELL'AREA - WTGR_TSV09.....	22
9.1. GEOMETRIA, CARICHI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO.....	22
9.2. RISULTATI ANALISI STABILITA' IN CONDIZIONI DRENATE.....	24
9.2.1. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (COMBINAZIONE SISMA).....	24
9.2.1.1. METODO DI BISHOP.....	25
9.2.1.2. METODO DI JAMBU.....	27
9.2.2. STATO LIMITE ULITMO (COMBINAZIONE A2+M2+R2).....	29
9.2.2.1. METODO DI BISHOP.....	30
9.2.2.2. METODO DI JANBU.....	32
9.3. RISULTATI SINTETICI.....	34
10. MODELLAZIONE DELLA STABILITÀ DELL'AREA - WTGR_TSV10.....	34
10.1. GEOMETRIA, CARICHI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO.....	34
10.2. RISULTATI ANALISI STABILITA' IN CONDIZIONI DRENATE.....	36
10.2.1. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (COMBINAZIONE SISMA).....	36
10.2.1.1. METODO DI BISHOP.....	37
10.2.1.2. METODO DI JAMBU.....	39
10.2.2. STATO LIMITE ULITMO (COMBINAZIONE A2+M2+R2).....	41
10.2.2.1. METODO DI BISHOP.....	42
10.2.2.2. METODO DI JANBU.....	44
10.3. RISULTATI SINTETICI.....	46
11. CONCLUSIONI.....	46
12. ALLEGATI.....	47

 ERG Eolica San Vincenzo	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA</p> <p style="text-align: center;">Potenziamento Parco Eolico di Troia San Vincenzo</p>	 PROGETTO ENERGIA
Codifica Elaborato: 232202_D_R_0127 Rev. 00		

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo **studio di compatibilità geologica e geotecnica** finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un **ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente (repowering)**, di proprietà società **ERG Eolica San Vincenzo srl, sito nel Comune di Troia (FG)**, connesso alla Stazione Terna di **Troia (FG)**, realizzato con il permesso di costruire rilasciato dalla Città di Troia (FG), n. 70 del 11/12/2003 e successive varianti: n.11 del 17/02/2004, n.90 del 05/10/2004 e n.18 del 14/07/2005, previa esclusione di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale con D.D. del settore ecologia 368/2003.

L'impianto eolico esistente è costituito da 21 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2MW, per una potenza totale di impianto pari a 42 MW, posto nella località denominata Monte S. Vincenzo, a Nord- Est del centro abitato di Troia, con opere di connessione ricadenti ancora nel Comune di Troia (FG), in quanto il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Sottostazione AT/MT, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Troia. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **"Impianto eolico esistente"**.

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 10 aerogeneratori con diametro del rotore massimo di 175 m, altezza massima complessiva di 220 m e potenza unitaria di 7,2 MW, per una potenza totale pari a 72 MW, da realizzare nel medesimo sito. In particolare, in agro di Troia si installeranno 8 aerogeneratori, mentre in agro di Lucera, nei pressi del confine comunale con Troia, saranno installati 2 aerogeneratori. Il tracciato dei cavidotti ricalcherà in buona parte quello attuale, con modifiche dove necessario, ma con attenzione a contenere l'impatto complessivo. Si prevede inoltre l'elevazione del livello di tensione nominale del cavidotto dagli attuali 20 a 30kV. Infine, si rendono necessari interventi di adeguamento all'interno della stazione elettrica d'utenza esistente, con sostituzione del solo trasformatore. Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito **"Progetto di ammodernamento"**.

Si evidenzia che nel Documento relativo alla **Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017)** del 10 novembre 2017 si fa riferimento ai progetti di *repowering*, quali **occasione per attenuare l'impatto degli impianti eolici esistenti**, considerata la possibilità di ridurre il numero degli aerogeneratori a fronte di una maggiore potenza prodotta dall'installazione di nuove macchine, con ciò **garantendo comunque il raggiungimento degli obiettivi assegnati all'Italia**. In particolare, nelle aree caratterizzate dalla presenza di numerosi aerogeneratori, quale si può considerare la provincia di Foggia, il **"rinnovo"** dei parchi eolici esistenti e vetusti oltre a consentire una maggiore produzione di energia eolica **può portare a una riduzione del consumo di suolo e quindi a un miglioramento dell'impatto visivo complessivo del parco eolico o dei parchi eolici (riduzione "effetto selva")**.

Si precisa che l'ammodernamento tecnico è stato progettato **come "un intervento non sostanziale", ai sensi dell'art. 5, comma 3, 3-bis, 3-ter e 3-quater del D.Lgs 28/2011**, così come modificato dall'art. 32 comma 1, del D.L. 77/2021 e dall'art. 9 comma 1 della Legge n.34 del 2022.

2. SCOPO

Scopo del presente documento è la redazione dello **studio di compatibilità geologica e geotecnica circa la stabilità dell'area interessata dal progetto**. Nell'ambito del P.A.I dell'A.d.B. Puglia, e con riferimento al pericolo frane, gli aerogeneratori di progetto WTG R-TSV08, WTG R-TSV09, WTG R-TSV10, con relative piazzole e viabilità d'accesso, nonché il cavidotto MT, ricadono nella zona classificata come PG1, disciplinata dall'art.15 co. 1 delle N.T.A., per il quale le stesse prevedono la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica circa la stabilità dell'area interessata.

Pertanto, al fine di dimostrare la compatibilità dell'intervento, tenuto conto delle condizioni litostratigrafiche più cautelative, si è eseguita la verifica di **stabilità globale di due aerogeneratori WTG R-TSV09 e WTG R-TSV10**.

Si anticipa che le verifiche di stabilità globale relative all'interazione opere-pendio sono da ritenersi soddisfatte in quanto caratterizzate da un FS maggiore di quello previsto dalle vigenti norme (NTC 2018).

3. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

In particolare, il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso agli aerogeneratori) ricade principalmente nel Comune di Troia (8 aerogeneratori) ed in minima parte (2 aerogeneratori) in quello di Lucera (FG), nei pressi del limite comunale, ed è connesso Sottostazione AT/MT, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Troia (FG).

Entrando più nel dettaglio, il Parco Eolico in oggetto è localizzato a Nord-Est rispetto al centro abitato di Troia, nella località denominata Monte S. Vincenzo, ad un'altitudine di circa 250m s.l.m.

Si riporta di seguito stralcio della corografia di inquadramento:

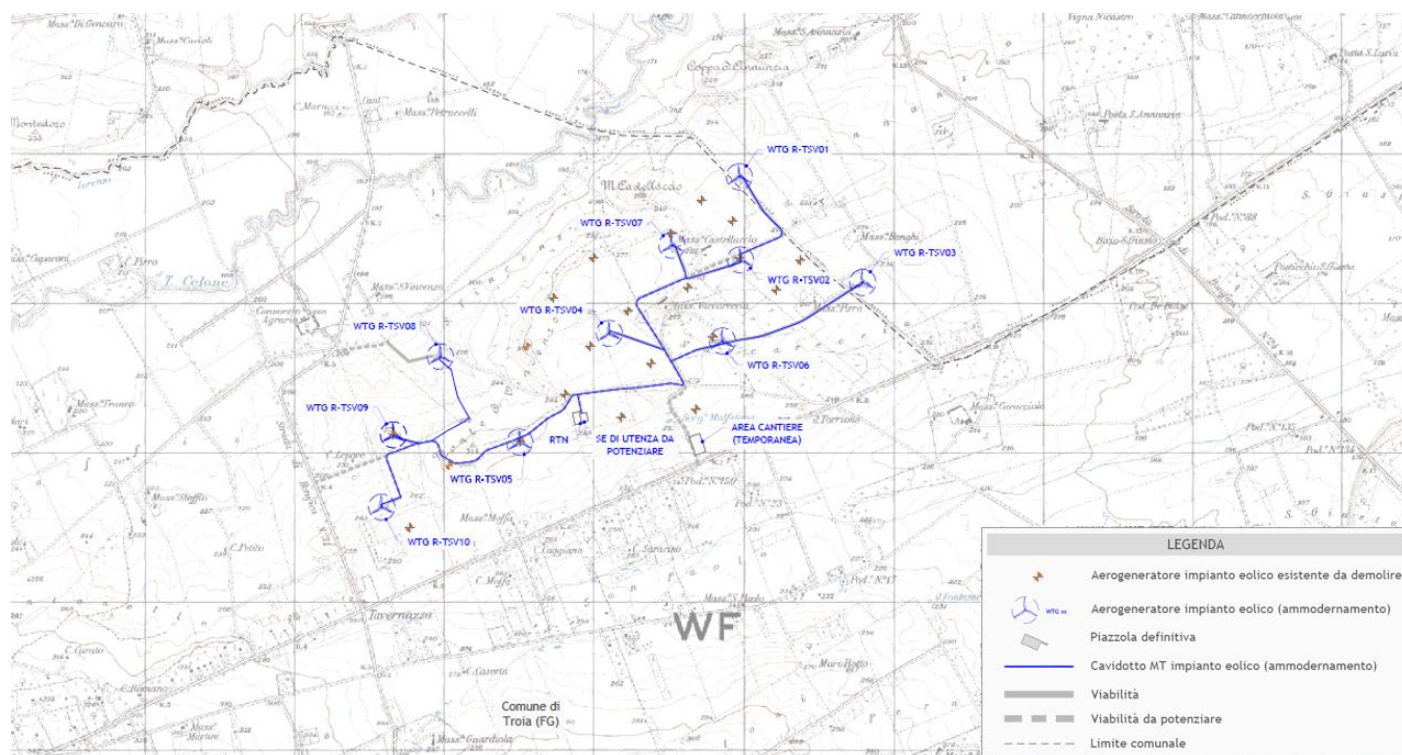


Figura 1 – Corografia d'inquadramento

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84) del progetto di ammodernamento con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		IDENTIFICATIVO CATASTALE		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
WTG R – TVS01	532.901,0	4.583.660,0	Lucera	145	234-235-157
WTG R – TVS02	532.908,0	4.583.103,0	Troia	12	349-280
WTG R – TVS03	533.728,0	4.582.952,0	Lucera	145	107
WTG R – TVS04	532.030,0	4.582.610,0	Troia	12	253
WTG R – TVS05	531.430,0	4.581.880,0	Troia	15	270-239

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		IDENTIFICATIVO CATASTALE		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
WTG R – TVS06	532.789,0	4.582.558,0	Troia	12	410-276
WTG R – TVS07	532.450,0	4.583.200,0	Troia	12	278
WTG R – TVS08	530.898,0	4.582.454,0	Troia	15	43
WTG R – TVS09	530.584,0	4.581.930,0	Troia	15	274-313- 220-319-259
WTG R – TVS10	530.505,0	4.581.445,0	Troia	15	190

Tabella 1 – Coordinate in formato UTM (WGS84) e identificativo catastale degli aerogeneratori

4. PIANIFICAZIONE SETTORIALE

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'**Appennino Meridionale**, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.



L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

Le Autorità di Bacino sono dotate di Piani stralci per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Il Piano di Bacino ha valore di Piano Territoriale di Settore e costituisce il documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato, che deve essere predisposto in attuazione della Legge 183/1989 quale strumento di governo del bacino idrografico.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'**ex Autorità di Bacino Interregionale della Puglia** è stato adottato il 15 dicembre 2004 ed approvato con Delibera del C.I. n° 39 del 30 novembre 2005.

 ERG Eolica San Vincenzo	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA</p> <p style="text-align: center;">Potenziamento Parco Eolico di Troia San Vincenzo</p>	 PROGETTO ENERGIA
Codifica Elaborato: 232202_D_R_0127 Rev. 00		

In particolare, il PAI definisce le aree caratterizzate da un significativo livello di pericolosità idraulica, in funzione del regime pluviometrico e delle caratteristiche morfologiche del territorio, secondo le classi che seguono:

- aree ad alta probabilità di inondazione: porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) inferiore a 30 anni;
- aree a media probabilità di inondazione: porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 30 anni e 200 anni;
- aree a bassa probabilità di inondazione: porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 200 anni e 500 anni;

Inoltre, il territorio è stato suddiviso in tre fasce a pericolosità geomorfologica (PG) crescente:

- area a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3): porzione di territorio interessata da fenomeni franosi attivi o quiescenti
- area a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2): porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori geomorfologici predisponenti l'occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata;
- area a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1): porzione di territorio caratterizzata da bassa suscettività geomorfologica all'instabilità;

Il Piano definisce, infine, il Rischio idraulico (R) come Entità del danno atteso correlato alla probabilità di inondazione (P), alla vulnerabilità del territorio (V), al valore esposto o di esposizione al rischio (E) determinando:

- aree a rischio molto elevato – R4;
- aree a rischio elevato – R3;
- aree a rischio medio – R2;
- aree a rischio basso – R1.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

5.1. GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO

Dalla consultazione della Carta Geologica d' Italia (Ispra) Foglio N° 422 "Cerignola" in scala 1:50.000 è emerso che:

- *L' aerogeneratore **WTG R-TSV 09** e parte del cavidotto sorgeranno in corrispondenza di depositi di versante costituiti da blocchi di crosta calcarea, di conglomerati e sabbie mediamente cementati, ciottoli e massi di varia composizione dispersi in matrice limoso argillosa. (a).*
- *L' aerogeneratore **WTG R-TSV 04** e parte del cavidotto sorgeranno in corrispondenza di depositi eluvio-colluviali costituiti da silt argillosi di colore nerastro con inclusi clasti calcarei ed arenacei con diametro medio di 10 cm. (b2)*
- *Gli aerogeneratori **WTG R-TSV 01, WTG R-TSV 02, WTG R-TSV 03, WTG R-TSV 05, WTG R-TSV 06, WTG R-TSV 07** e parte del cavidotto sorgeranno in corrispondenza di depositi alluvionali costituiti da conglomerati massivi matrice sostenuti poco cementati alternati a conglomerati clastosostenuti a stratificazione planare-obliqua. (TLC2)*
- *Gli aerogeneratori **WTG R-TSV 08, WTG R-TSV 10** e parte del cavidotto sorgeranno in corrispondenza di depositi siltoso argillosi, talora marnoso argillosi di colore grigio con intercalazioni di argille siltose e sottili strati di sabbie medio-fine. (ASP)*

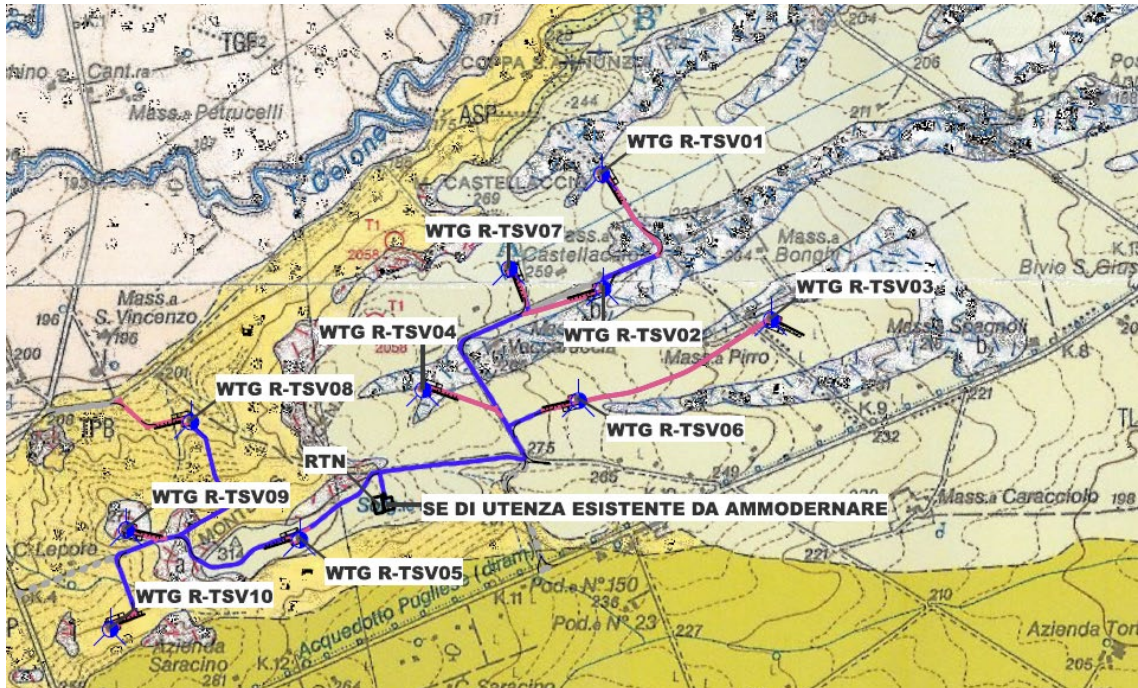


Figura 2 – Stralcio carta geologica scala 1:50.000 foglio n° 421 "Ascoli Satriano" con indicazione area in esame



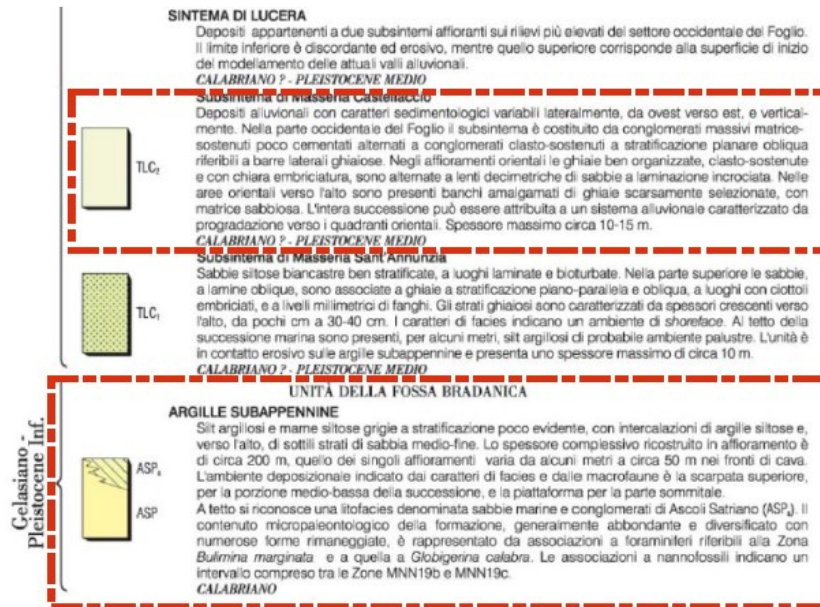


Figura 3 – Legenda carta geologica scala 1:50.000 foglio n° 421 "Ascoli Satriano"

Infine, dalla consultazione delle stratigrafie di alcuni sondaggi geognostici eseguiti in aree praticamente adiacenti al sito in esame, i depositi ghiaioso sabbiosi suddetti poggiano su materiali coesivi, argilloso limoso sabbiosi di colore variabile da beige/verdastro a beige/azzurrognolo, parzialmente alterati, moderatamente consistenti con intercalazioni di livelli sabbiosi alterati e di colore arancio. Di seguito si riporta una stratigrafia "tipo" desunta dalle perforazioni prese in esame.

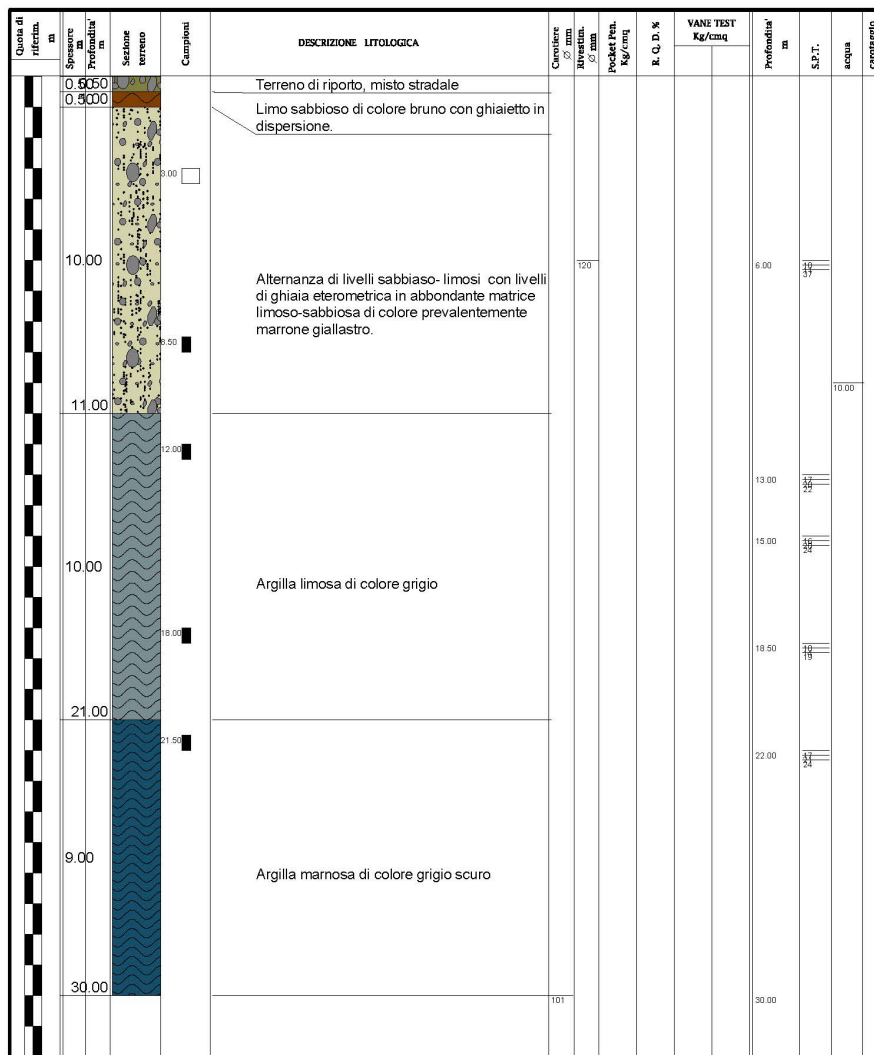


Figura 4 – Stratigrafia “tipo” con i litotipi presenti nell’area in esame
Sondaggio S6 – Lat. 41.323678° Long. 15.321438°

5.2. GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, dalla consultazione del Foglio 421 “Ascoli Satriano” si nota che l’area in esame ricade nella porzione nord occidentale del Tavoliere di Puglia.

Il paesaggio appare essenzialmente caratterizzato da una serie di basse colline a dolci forme del terreno; la loro sommità - in particolare nelle zone settentrionale ed orientale del Foglio - è pianeggiante, con debole inclinazione verso i quadranti orientali; i versanti occidentali di questi stessi rilievi sono più acclivi.

L’intera area è dissecata da larghe valli, a fondo prevalentemente piatto, che si sviluppano in direzione circa SO-NE e sono percorse dai torrenti Carapelle e Cervaro, e dai loro principali affluenti. Nella porzione orientale del Foglio si estende una vasta piana alluvionale, nella quale si riconoscono numerose incisioni, sia attive che abbandonate: i corsi d’acqua principali hanno, infatti, reinciso le coperture alluvionali e scorrano, in parte incassati, nei depositi argilloso-siltosi della Fossa bradanica.

L’analisi dei principali elementi morfologici dell’area dei Tavoliere indica con chiarezza che questi sono da porre in relazione con i caratteri litostratigrafici e strutturali dell’area; il pattern dei reticoli idrografici dei due corsi d’acqua principali è condizionato da effetti di eventi geodinamici quali la recente strutturazione della fascia esterna dell’Appennino dauno, nonché dalla presenza di due

importanti strutture disgiuntive (linee del Cervaro e del Carapelle) che consentono di individuare nell'area del Foglio tre settori a differente evoluzione quaternaria. In particolare l'area compresa tra il corso di questi due torrenti è stata condizionata sia dall'avanzamento del più esterno dei thrust che caratterizzano il bordo orientale della Catena appenninica, e dal conseguente sollevamento regionale, che dall'attività delle due ricordate strutture sepolte; in questa area il sollevamento regionale è responsabile della formazione di una estesa paleosuperficie inclinata verso est, caratterizzata dalla presenza di ampie conoidi detritiche coalescenti.

Il parco insisterà su una spianata di terrazzo che è delimitata a Nord ed Ovest da versanti con cigli abbastanza netti e di notevole pendenza, fino ed oltre il 30%, che lo contornano lungo i due lati suddetti. I dislivelli massimi tra le parti alte del terrazzo e le vallate alluvionali circostanti s'aggirano intorno al centinaio di metri.

La spianata di terrazzo in oggetto invece degrada molto blandamente verso nord, nord est tra le quote 240-300 s.l.m. con pendenze medie bassissime, pari al 2-3%.

Il paesaggio della zona oggetto di studio è morfologicamente piatto e omogeneo a garanzia di stabilità. Non esistono zone interessate a dissesto idrogeologico per la mancata azione delle acque selvagge che esercitano lavoro di erosione e dilavamento per la scarsa eterogeneità della componente litologica.

Di seguito si riporta la carta idrogeomorfologica della regione Puglia con individuazione dell'area in esame.

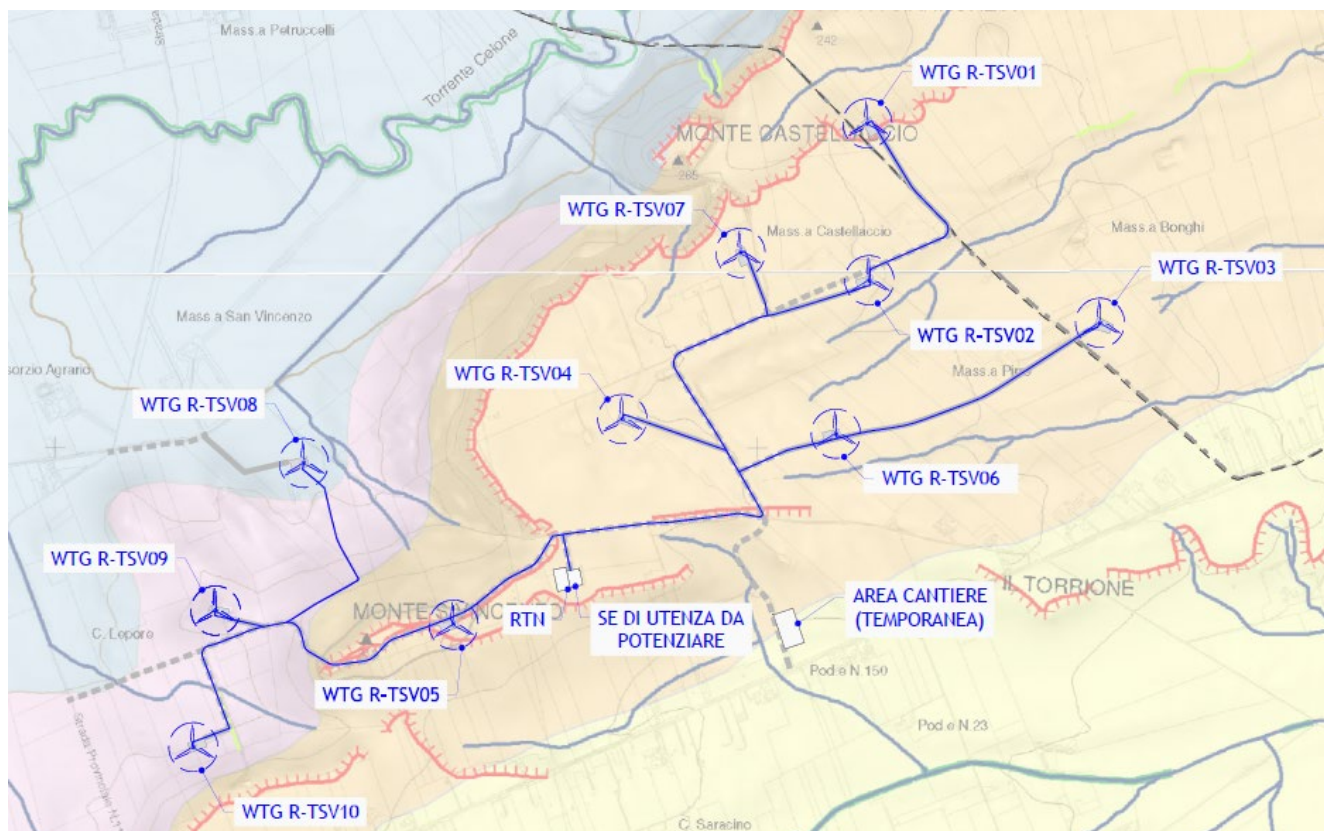


Figura 5 – Carta idrogeomorfologica regione Puglia con individuazione area in esame



Figura 6 – Legenda Carta idrogeomorfologica regione Puglia con individuazione area in esame

Dal punto di vista idrografico l'area in esame si caratterizza per un paesaggio caratterizzato da rilievi collinari di modesta acclività generate dalle dinamiche fluviali che hanno causato lo smembramento e all'isolamento di tali rilievi; i numerosi paleoalvei meandriformi di antichi corsi d'acqua evidenziano come le dinamiche fluviali hanno giocato un ruolo fondamentale nel modellamento dell'area in esame.

Il reticolo idrografico superficiale dell'area in studio è caratterizzato da numerosi corsi d'acqua a regime torrentizio ad andamento SO-NE e decorso parallelo che scorrono in valli ampie. I corsi d'acqua della zona di interesse, partendo da Nord il canale Acqua salata, il torrente Sannoro e il torrente Lavella tributari del torrente Cervaro e il Torrente Celone ubicato a nord del sito in esame, presentano un deflusso occasionale, infatti le portate hanno un valore significativo in seguito a precipitazioni copiose.

5.3. IDROGEOLOGICO



Dal punto di vista idrogeologico, le unità acquifere principali presenti nell'area interessata dalla realizzazione del futuro parco eolico sono quelle che caratterizzano il sottosuolo del Tavoliere (MAGGIORE et alii, 1996; 2004).

Procedendo dal basso verso l'alto, la successione è la seguente:

- *acquifero fessurato-carsico profondo;*
- *acquifero poroso profondo;*
- *acquifero poroso superficiale.*

Acquifero fessurato carsico profondo

L'unità più profonda trova sede nelle rocce calcaree del substrato prepliocenico dell'Avanfossa appenninica ed è in continuità (nel settore sud-orientale) con la falda carsica murgiana. Dato il tipo di acquifero, la circolazione idrica sotterranea è condizionata in maniera significativa sia dalle numerose faglie che dislocano le unità sepolte della Piattaforma Apula che dallo stato di fratturazione e carsificazione della roccia calcarea (GRASSI & TADOLINI, 1992).

 ERG Eolica San Vincenzo	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA</p> <p style="text-align: center;">Potenziamento Parco Eolico di Troia San Vincenzo</p>	 PROGETTO ENERGIA
Codifica Elaborato: 232202_D_R_0127 Rev. 00		

La possibilità di utilizzo di questa risorsa idrica è limitata alle zone dove le unità calcaree si trovano a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, in pratica in prossimità del bordo ofantino del Tavoliere (MAGGIORE et alii, 1996; 2004). In prossimità del bordo ofantino l'acquifero fessurato-carsico profondo è alimentato dalle acque del sottosuolo murgiano (GRASSI et alii, 1986), come è anche dimostrato sulla base di dati idrochimici (MAGGIORE et alii, 2004).

Acquifero poroso profondo

L'acquifero poroso profondo si rinviene nei livelli sabbioso-limosi e, in minor misura, ghiaiosi, presenti a diverse altezze nella successione argillosa plioleustocenica (MAGGIORE et alii, 2004). Al momento sono ancora poco note la distribuzione spaziale e la geometria di questi corpi idrici, nonché le loro modalità di alimentazione e di deflusso (COTECCHIA et alii, 1995; MAGGIORE et alii, 1996; 2004).

I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i 150 m e i 500 m dal piano campagna ed il loro spessore non supera le poche decine di metri.

La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità. La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo. In genere, la produttività tende a diminuire rapidamente a partire dall'inizio dell'esercizio del pozzo facendo registrare, in alcuni casi, il completo esaurimento della falda. Ciò dimostra che tali livelli possono costituire soltanto delle limitate fonti di approvvigionamento idrico, essendo la ricarica molto lenta (COTECCHIA et alii, 1995).

Acquifero poroso superficiale

L'acquifero poroso superficiale si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità laterale le formazioni argillose pleistoceniche. Le stratigrafie dei numerosi pozzi per acqua evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità.

I diversi livelli in cui l'acqua fluisce costituiscono orizzonti idraulicamente interconnessi, dando luogo ad un unico sistema acquifero. In linea generale, i sedimenti a granulometria grossolana che prevalgono nelle aree più interne svolgono il ruolo di acquifero, mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose meno permeabili che svolgono il ruolo di acquitardo. Ne risulta, quindi, che l'acqua circola in condizioni freatiche nelle aree più interne ed in pressione man mano che ci si avvicina alla linea di costa (COTECCHIA, 1956; MAGGIORE et alii, 2004). Anche la potenzialità reale della falda, essendo strettamente legata a fattori di ordine morfologico e stratigrafico, varia sensibilmente da zona a zona.

Le acque, infatti, tendono ad accumularsi preferenzialmente dove il tetto delle argille forma dei veri e propri impluvi o laddove lo spessore dei terreni permeabili è maggiore e dove la loro natura è prevalentemente ghiaiosa (CALDARA & PENNETTA, 1993a). Circa le modalità di alimentazione della falda superficiale, un contributo importante proviene dalle precipitazioni. Oltre che dalle acque di infiltrazione, diversi Autori ritengono che al ravvenamento della falda superficiale contribuiscano anche i corsi d'acqua che attraversano aree il cui substrato è permeabile (ZORZI & REINA, 1956; COLACCICO, 1953; COTECCHIA, 1956; MAGGIORE et alii, 1996).

Per le considerazioni su menzionate e per le caratteristiche dei litotipi che insistono nell'area oggetto di studio, questi ultimi rientrano nell'Acquifero poroso superficiale.

Per quanto riguarda i caratteri di permeabilità dei terreni presenti in corrispondenza di tutti gli aerogeneratori in progetto, essendo essenzialmente sciolti o debolmente cementati in matrice prevalentemente sabbiosa, sono da ritenersi generalmente permeabili per porosità.

Là dove affiorano depositi ghiaiosi e ciottolosi, essendo il grado di porosità piuttosto elevato, vi è un rapido allontanamento delle acque meteoriche dai terreni superficiali, concomitante anche ad un lieve aumento delle pendenze. Le alluvioni terrazzate e la formazione sabbiosa, presentano un grado di permeabilità senz'altro inferiore rispetto al precedente affioramento. Ciò è in relazione

anche alla locale presenza della crosta calcarea evaporitica piuttosto cementata e alla più diffusa presenza di livelli e lenti di natura limosa e limo- argillosa. Di conseguenza risulta, quindi, più difficile in queste zone il deflusso delle acque superficiali, in relazione anche alla debole pendenza del terreno.

Dai dati bibliografici consultati e dall'interpretazione di indagini e studi eseguiti nelle immediate vicinanze dell'area in esame è possibile asserire che la formazione sabbiosa è caratterizzata da un grado di permeabilità medio-alto ($k=10^{-5} \div 10^{-6}$ m/s).

Inoltre, la presenza di terreni sabbiosi, sabbioso limoso ghiaiosi, permeabili per porosità, poggianti sulle argille grigio-azzurre del ciclo sedimentario pleistocenico, poco permeabili, permette l'instaurazione di una falda idrica proprio in corrispondenza della superficie di contatto tra i due litotipi.

Dalla conoscenza dell'assetto geologico-stratigrafico dell'area e dal monitoraggio piezometrico eseguito all'interno di alcuni piezometri installati nel corso di precedenti campagne di indagini geognostiche in aree limitrofe, il livello piezometrico della falda locale si attesta sempre ad una profondità superiore ai 15.00 metri dal locale piano campagna.

6. ANALISI ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE DELL'INTERVENTO

Il layout di progetto è stato definito considerando i seguenti approcci finalizzati all'applicazione di soluzioni tecnologiche ritenute ottimali:

- La posizione degli aerogeneratori è stata definita in modo da evitare l'interferenza con i vincoli ostativi di livello nazionale, regionale e comunale e rispettando per quanto possibile le indicazioni delle linee guida nazionale, in modo da ridurre l'effetto selva.
- Il tracciato della viabilità di servizio è stato definito utilizzando per quanto possibile la viabilità esistente, mantenendone anche il profilo altimetrico, in modo da minimizzare le attività di scavo e rinterro in fase di cantiere.
- Sono stati inoltre previsti seguenti ulteriori accorgimenti tecnologici per minimizzare gli impatti sia in fase di costruzione che di funzionamento dell'impianto.
- Sono state limitate le opere di scavo/riporto al fine del rispetto dell'orografia del terreno.
- È stato perseguito il massimo riutilizzo della viabilità esistente già a servizio degli aerogeneratori esistenti; realizzazione della nuova viabilità rispettando l'orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito.
- È stato favorito l'impiego di materiali che favoriscano l'integrazione con il paesaggio dell'area per tutti gli interventi che riguardino manufatti (strade, cabine, muri di contenimento, ecc.) e sistemi vegetazionali.
- Particolare attenzione è stata posta alle condizioni determinate dai cantieri e ripristino della situazione "ante operam" sia delle aree occupate dai cantieri che delle aree occupate dalle strutture attualmente in esercizio. Particolare riguardo alla reversibilità e rinaturalizzazione o rimboschimento delle aree occupate dalle opere da dismettere e dalle aree occupate temporaneamente da camion e autogru nella fase di montaggio degli aerogeneratori.

Si sottolinea che trattandosi di una tipologia di intervento che costituisce il potenziamento di impianti eolici esistenti si è cercato il massimo riutilizzo delle aree già occupate da infrastrutture e opere con l'impossibilità di identificare delle alternative localizzative significative. In particolare, l'intervento si vuole configurare come variante non sostanziale all'impianto eolico esistente e dunque deve essere localizzato all'interno dello stesso sito dell'impianto eolico esistente.

L'alternativa localizzativa, infatti, comporterebbe lo sfruttamento di nuove aree naturali e/o seminaturali e di conseguenza genererebbe impatti più marcati rispetto a quelli generati dal presente progetto di ammodernamento. La realizzazione di un impianto costituito da 10 aerogeneratori in un sito non ancora antropizzato implicherebbe un impatto maggiore rispetto al Progetto proposto sia in termini di consumo di suolo sia di modifica della percezione del paesaggio.

7. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON LA SICUREZZA DEL TERRITORIO

Come verificabile dall'elaborato "TSV.ENG.TAV.00101 Interferenza con il Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Autorità di bacino della Puglia (AdB - Puglia)", di cui se ne riporta uno stralcio, gli aerogeneratori WTG R-TSV08, WTG R-TSV09, WTG R-TSV10, con relative piazzole e nuova viabilità, nonché parte del tracciato del Cavidotto MT, ricadono in area a pericolosità geomorfologica media e moderata P.G.1.

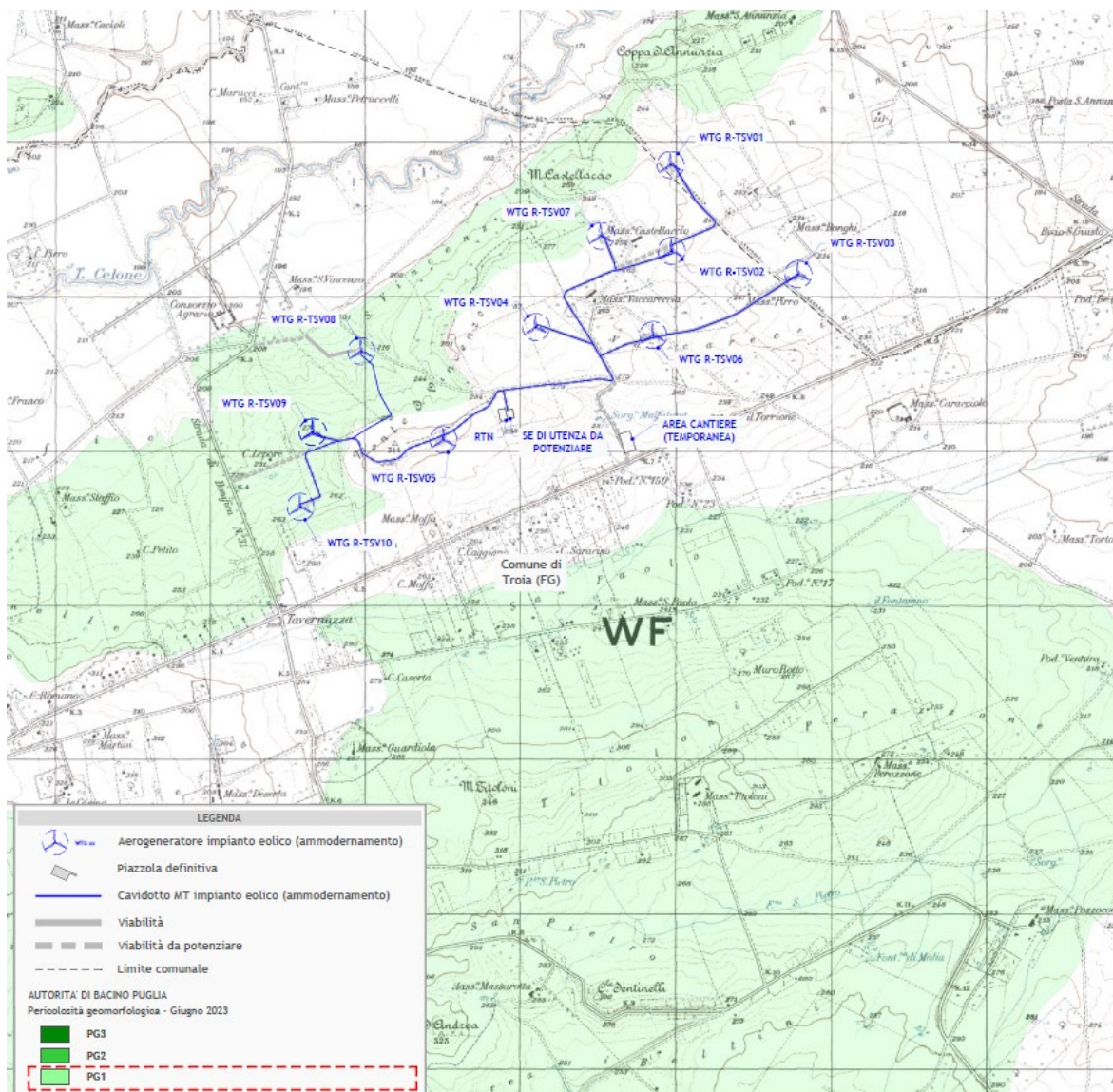




Figura 7 - Stralcio della cartografia del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia - aree a pericolosità geomorfologica con ubicazione dell'area d'intervento del Progetto

Con riferimento alle interferenze rilevate con la perimetrazione della pericolosità geomorfologica dell'ex Autorità di Bacino della Puglia (P.G.1) si precisa, ai sensi dell'art. 15 co. 1 delle N.T.A. del PAI, che in tali aree *sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.*

 ERG Eolica San Vincenzo	STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA Potenziamento Parco Eolico di Troia San Vincenzo	 PROGETTO ENERGIA
Codifica Elaborato: 232202_D_R_0127 Rev. 00		

Così come richiesto dall'art. 15 comma 2 delle NTA del PAI, è stato redatto il presente studio di compatibilità geologica e geotecnica dimostrante la compatibilità dell'intervento, dal punto di vista della sicurezza, con le condizioni di pericolosità dell'area.

In particolare, nel proseguo, verrà effettuata la verifica di stabilità globale, per le torri aventi una morfologia più gravosa nei confronti della stabilità (WTG R-TSV09 e WTG R-TSV10).

8. STABILITA' DELL'AREA

8.1. DESCRIZIONE STATO DEI LUOGHI E INTERVENTO DI PROGETTO

L'impianto eolico esistente, da dismettere, è costituito come di seguito descritto:

- ✓ n.21 aerogeneratori ubicati nel comune di Troia (modello MM82, con potenza nominale pari a 2,00 MW) e relative fondazioni, piazzole, e cavidotti interrati in media tensione (MT = 20 kV);
- ✓ cavidotto interrato di collegamento in media tensione (MT = 20 kV) fra gli aerogeneratori e la Stazione Elettrica di Utenza.

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

L'impianto in esercizio, oggetto di potenziamento, interessa l'area a est del comune di Troia e a sud di Lucera. Il parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso agli aerogeneratori) ricade nei comuni di Troia e Lucera in provincia di Foggia, così come il cavidotto MT che attraversa entrambi i comuni per collegare il suddetto impianto alla Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV esistente, sita nel comune di Troia, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo alla Stazione RTN 380/150 kV, ubicata anch'essa nel comune di Troia.

In particolare:

- nel comune di Troia saranno installati n. 8 aerogeneratori, individuati con le sigle WTG R-TSV02, WTG R-TSV04, WTG R-TSV05, WTG R-TSV06, WTG R-TSV07, WTG R-TSV08, WTG R-TSV09, e WTG R-TSV10;
- nel comune di Lucera saranno installati n. 2 aerogeneratori, individuati con le sigle WTG R-TSV01 e WTG R-TSV03;

Il contesto territoriale presenta un'articolazione morfologica caratterizzata da un sistema sub-pianeggiante a quote altimetriche comprese tra 220 m. s.l.m. e i 280 m. s.l.m..

Tenuto conto della modellazione geotecnica del sottosuolo (relazione geotecnica e sismica) e innanzi richiamata, si è eseguita la verifica di stabilità globale delle opere per la torre avente una morfologia più gravosa nei confronti della stabilità, a tale scopo si sono considerate le torri aventi una morfologia più gravosa nei confronti della stabilità (WTG R-TSV09 e WTG R-TSV10).

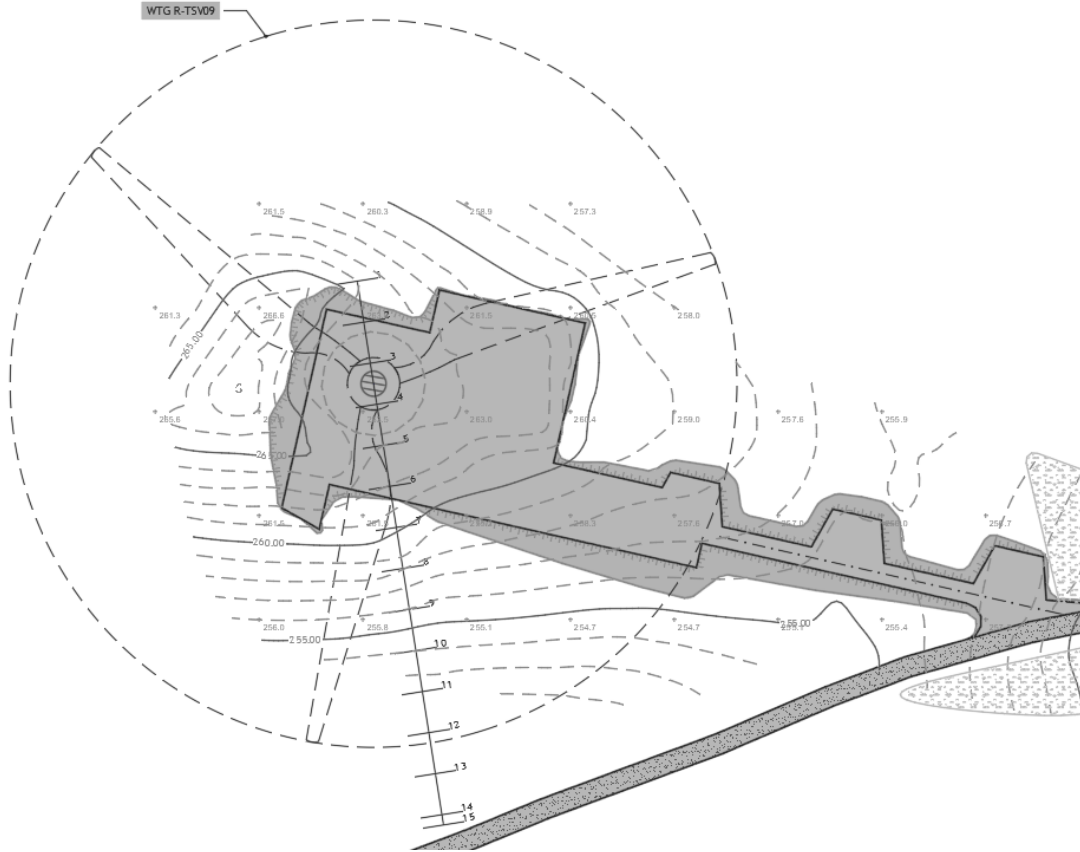
L'intervento di progetto prevede la realizzazione di un plinto in cls armato di grandi dimensioni, di forma circolare con base maggiore di diametro pari a 25,00ml e base minore di diametro 6,00ml. L'altezza massima della fondazione, misurata al centro della stessa è di 3,12 ml mentre l'altezza minima misurata sull'estremità è di 1,10 ml. Al centro della fondazione viene realizzato un accrescimento al fine di consentire l'alloggio dell'anchor cage per l'installazione della torre eolica. Viste le caratteristiche geologiche del terreno e gli enti sollecitanti, la fondazione è del tipo indiretto su n.14 pali di diametro 120 cm e lunghezza pari a 27,00 ml, disposti ad una distanza dal centro pari a 9,50 ml.

La modellazione dell'area per il raggiungimento delle quote di progetto, si ottiene mediante opere di movimento terra.

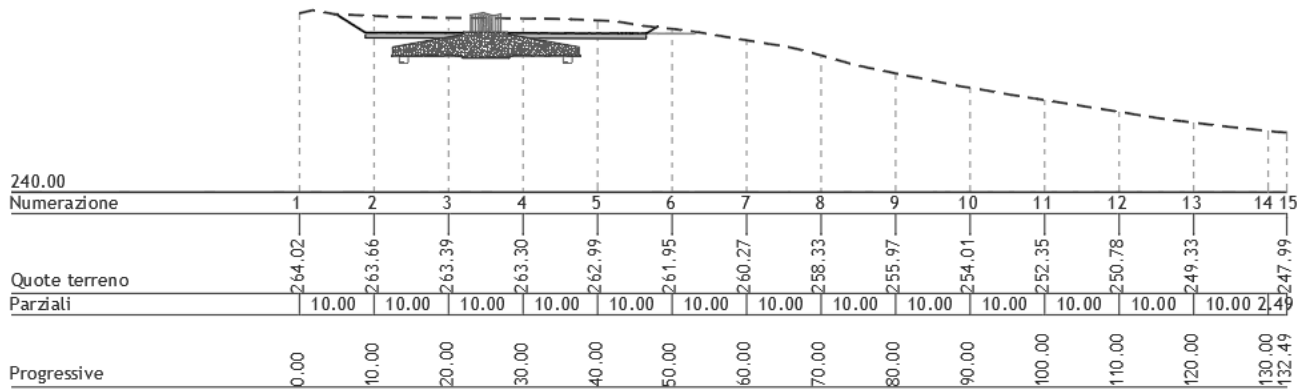
Si riportano di seguito planimetria e sezioni delle torri WTG R-TSV09 e WTG R-TSV10:

Torre WTG R-TSV09

PLANIMETRIA

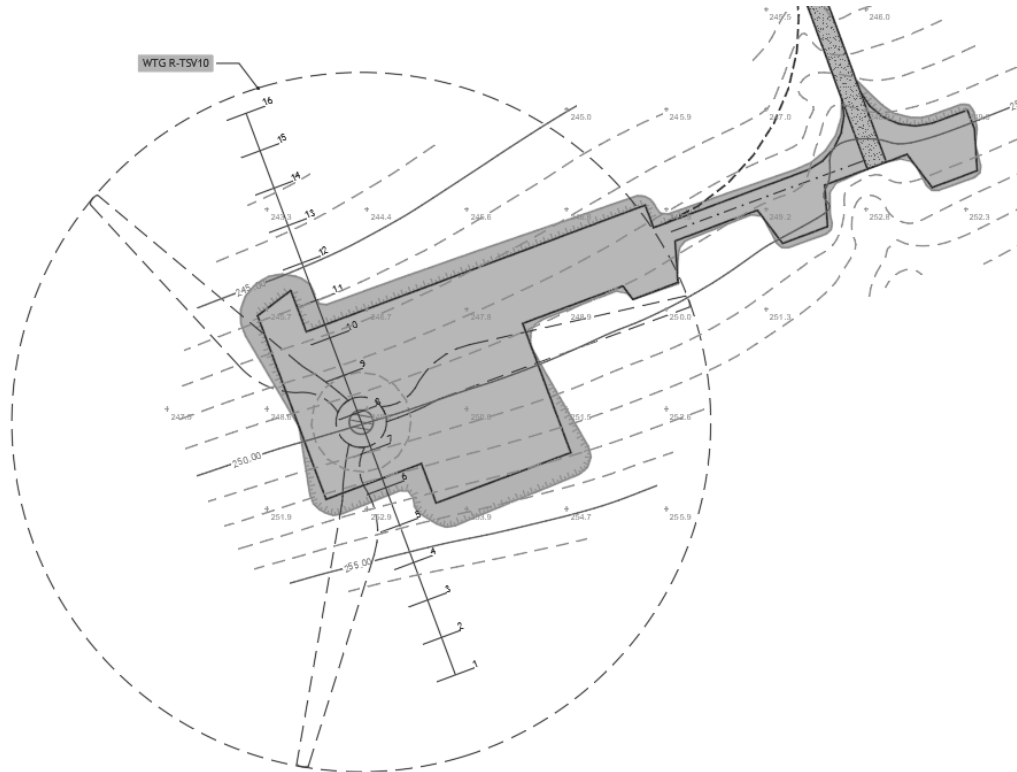


SEZIONE

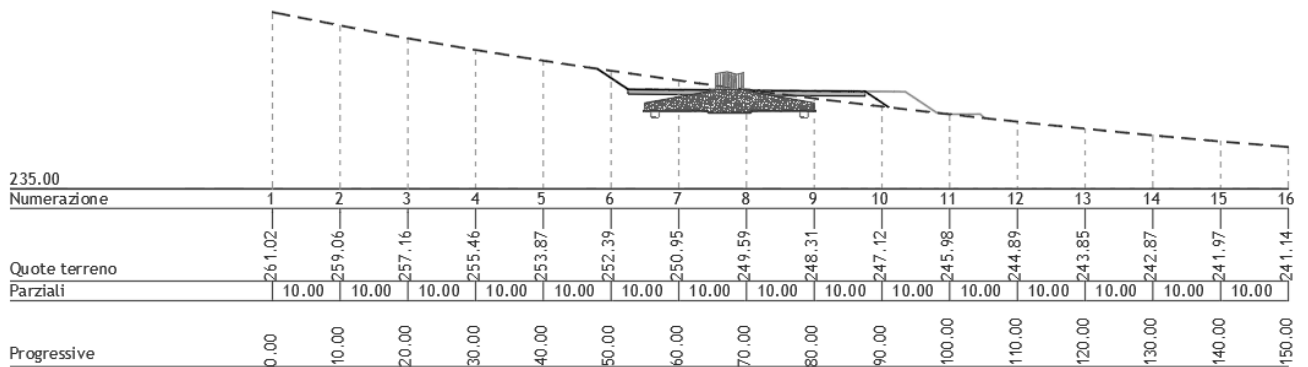


Torre WTG R-TSV10

PLANIMETRIA



SEZIONE



Si riporta un'analisi puntuale della verifica di stabilità globale assumendo, quali dati input il modello geologico, geotecnico, sismico e le azioni agenti, modellate ed analizzate secondo le previsioni delle vigenti normative.

8.2. GENERALITÀ

I calcoli e le verifiche ivi riportati e relativi alla sezione più gravosa dal punto di vista delle sollecitazioni, sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Le azioni sono combinate mediante le combinazioni di carico di seguito descritte. Da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

Sono state effettuate tutte le verifiche (geotecniche) secondo l'Approccio 1 combinazione 2 (A2+M2+R2) definito dal D.M. 17 Gennaio 2018. Nelle relative tabelle sono riportati, in funzione dei carichi agenti e dell'approccio scelto per la verifica, i coefficienti di combinazione delle azioni elementari dovuti ai coefficienti parziali delle azioni γ . Il valore di progetto della resistenza R_d è determinato in modo analitico con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M , specificato nella tabella 6.2.II delle NTC 2018, e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specifici per ciascun tipo di opera come specificato nella tabella 6.8.I delle NTC 2018.

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso per unità di volume	γ_T	γ_T	1.00	1.00

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	(R2)
γ_R	1.1

Ai fini della verifica si considera lo stato limite di salvaguardia della vita.

I risultati di calcolo ottenuti per la sezione sopra indicata, considerate come più gravose dal punto di vista delle sollecitazioni, devono essere applicati a tutte le altre sezioni ad altezza inferiore secondo schemi progettuali.

8.3. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

Le azioni sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove:

- G1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali, peso proprio del terreno, forze indotte dal terreno, forze risultanti dalla pressione dell'acqua, ecc;
- G2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta pretensione e precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuamente, per un tempo non trascurabile

rispetto alla vita nominale della struttura;

- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i -esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 17 gennaio 2018;

ψ_{0i} coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Tabella 6.2.I D.M 17/01/2018

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente	EQU	(A1)	(A2)
		γ_F (o γ_E)		STR	GEO
Carichi permanenti G1	favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali G2 ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G21}	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Azioni variabili Q	favorevoli	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula precedente). Le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare.

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle condizioni di carico statiche, vengono considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

E azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

G_1 rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P rappresenta pretensione e precompressione;

ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i ;

Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_k + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

8.4. METODO DI CALCOLO

Quale metodo di calcolo sono state ipotizzate varie superfici di scorrimento in modo da interessare tutta la parte di terreno potenzialmente soggetta ad instabilità. Per ognuna di esse sono state calcolate le forze motrici e le forze resistenti.

Il calcolo è stato effettuato secondo i metodi classici di Bishop e Jambu.

Il coefficiente di sicurezza è dato dal rapporto fra le forze resistenti e quelle motrici. Tale valore è stato calcolato per tutte le combinazioni di carico previste dall'approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) e il rapporto più gravoso, in relazione al corrispondente coefficiente R2, è stato riportato come Coefficiente di Sicurezza per Stabilità Globale.

L'azione sismica è stata valutata come previsto dal D.M. 17.01.2018 al § 7.11.3.5.2.

Si riportano di seguito una descrizione dei metodi di calcolo utilizzati:

▪ **Metodo di BISHOP (1955)**

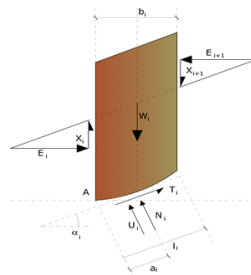
Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_y = 0, \Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

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

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 $\Delta X = 0$ 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 %.

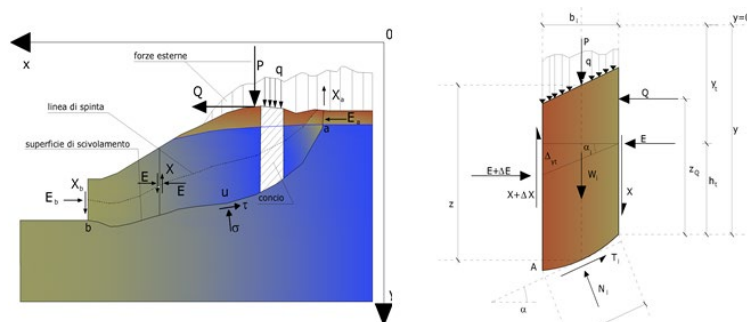


▪ **Metodo di JANBU (1967)**

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.

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

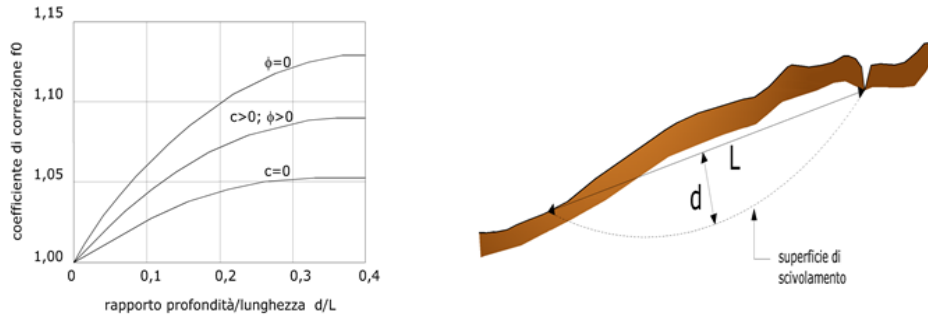


Azioni sul concio i -esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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:

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

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



8.5. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La valutazione della spinta del terreno in zona sismica, secondo quanto prevede il D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni" al § 3.2.3 e al § 7.11.6.2.1, è stata eseguita utilizzando metodi pseudo-statici.

L'utilizzo di metodi pseudo-statici, consente di ricondurre l'azione sismica, che è un'azione dinamica variabile nel tempo e nello spazio, ad un insieme di forze statiche equivalenti, orizzontali e verticali, mediante l'utilizzo di coefficienti sismici, che dipendono dalla zona sismica, dalle condizioni locali e dall'entità degli spostamenti ammessi per l'opera considerata. Tali coefficienti vengono utilizzati, oltre che per valutare le forze di inerzia sull'opera, anche per determinare la spinta retrostante il muro. Come specificato al § 7.11.3.5.2, in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale e verticale, devono essere calcolati come:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

a_{max} = accelerazione orizzontale massima al suolo

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito ed assume i valori indicati nella Tab. 7.11-I

g = accelerazione di gravità

	Categoria sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Classe Opera	Vita Nominale	Periodo di Riferimento
[adim]	[anni]	[anni]
4	50	100

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	S.L.O.	S.L.O.	S.L.O.	S.L.O.
60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
2,55	2,55	2,55	2,55	2,55

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,915	0,2	0,0187	0,0093
S.L.D.	1,125	0,2	0,0229	0,0115
S.L.V.	2,4515	0,24	0,06	0,03
S.L.C.	2,9512	0,28	0,0843	0,0421

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,06

Coefficiente azione sismica verticale 0,03

9. MODELLAZIONE DELLA STABILITÀ DELL'AREA - WTGR_TSV09

9.1. GEOMETRIA, CARICHI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Si riporta di seguito il profilo ritenuto rappresentativo dell'intera area analizzata ai fini della stabilità del pendio:

GEOMETRIA

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	10,0	247,99
2	11,03	248,07
3	12,02	248,15
4	18,21	248,81
5	19,13	248,9
6	26,0	249,76
7	27,23	249,92
8	32,99	250,86
9	35,33	251,21
10	38,57	251,75
11	43,43	252,5
12	46,97	253,05
13	51,53	253,85
14	53,96	254,24
15	59,63	255,39
16	60,95	255,62
17	67,73	257,03
18	67,94	257,06
19	69,22	257,44
20	74,93	259,02
21	75,83	259,24
22	77,08	259,52
23	83,93	260,61
24	88,91	261,45
25	92,04	261,86

26	96,34	262,31
27	100,14	262,95
28	105,97	263,2
29	108,24	263,26
30	109,88	263,28
31	117,49	263,38
32	120,24	263,38
33	124,44	263,41
34	130,85	263,57
35	132,54	263,66
36	137,84	263,89
37	140,64	264,43
38	142,49	264,02

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	10,0	242,97
2	11,43	243,09
3	12,48	243,17
4	18,73	243,83
5	19,71	243,94
6	26,62	244,8
7	27,95	244,97
8	33,76	245,92
9	36,11	246,27
10	39,36	246,81
11	44,2	247,56
12	47,79	248,12
13	52,36	248,92
14	54,84	249,32
15	60,57	250,48
16	61,9	250,71
17	68,7	252,12
18	69,1	252,19
19	70,6	252,63
20	76,17	254,18
21	76,95	254,37
22	78,02	254,6
23	84,75	255,68
24	89,65	256,51
25	92,62	256,9
26	97,01	257,35
27	100,66	257,96
28	106,14	258,21
29	108,34	258,26
30	109,95	258,28
31	117,52	258,38
32	120,26	258,38
33	124,52	258,41
34	131,04	258,58
35	132,77	258,66
36	138,43	258,91
37	140,57	259,32
38	142,49	258,9

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0	120	30	1800,00	2000	Depositi alluvionali conglomeratici	
2	12	150	21	2000	2000	Depositi sitosi argillosi	

9.2. RISULTATI ANALISI STABILITA' IN CONDIZIONI DRENATE

Dalle verifiche analitiche condotte secondo quanto richiamato nei punti precedenti, applicando il metodo di Bishop e Jambu, si riporta di seguito la superficie di scorrimento corrispondente al fattore di sicurezza minimo individuato.

9.2.1. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (COMBINAZIONE SISMA)

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

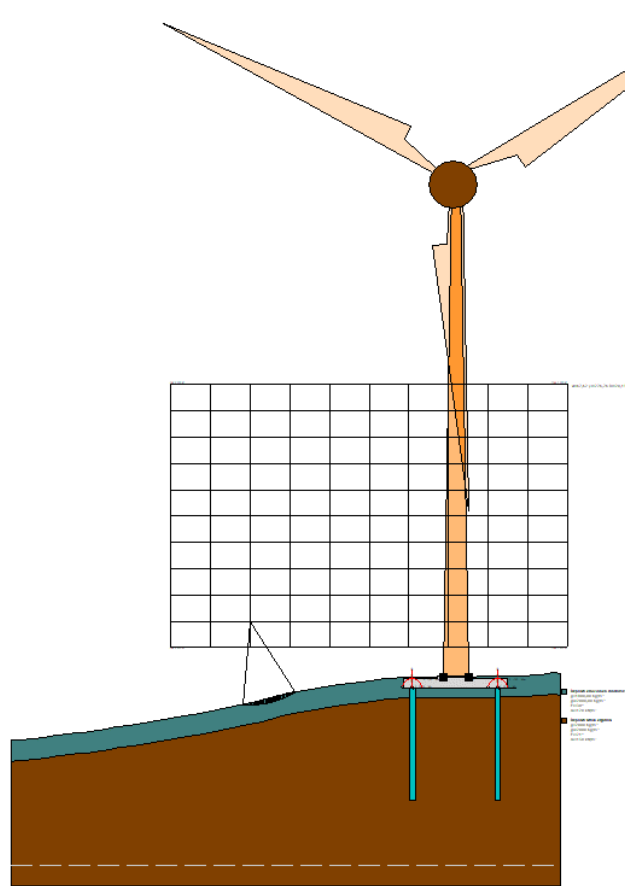
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	40,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,2
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	48,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	270,42 m
Ascissa vertice destro superiore xs	144,05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	333,84 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,06
Coefficiente azione sismica verticale	0,03

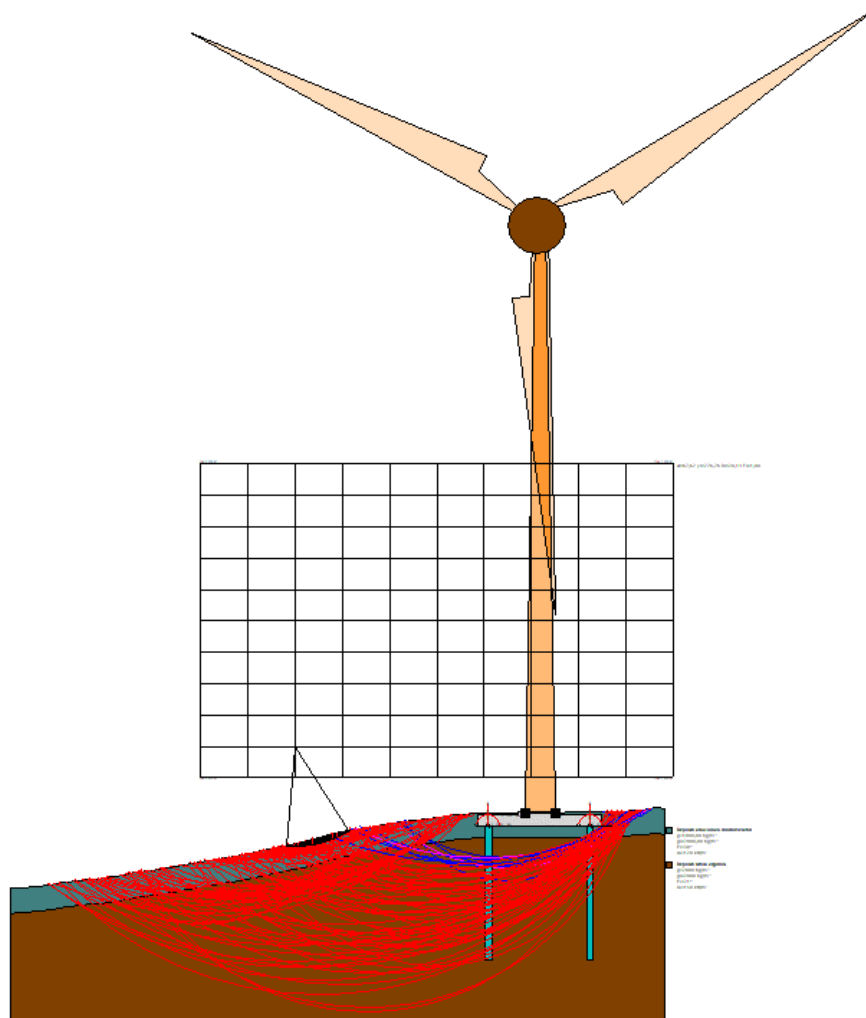
9.2.1.1. METODO DI BISHOP
Superfici individuate

Superficie a fattore minimo individuato

Fs minimo individuato	1,8
Ascissa centro superficie	67,62 m
Ordinata centro superficie	276,76 m
Raggio superficie	20,19 m

xc = 67,624 yc = 276,763 Rc = 20,193 Fs=1,801

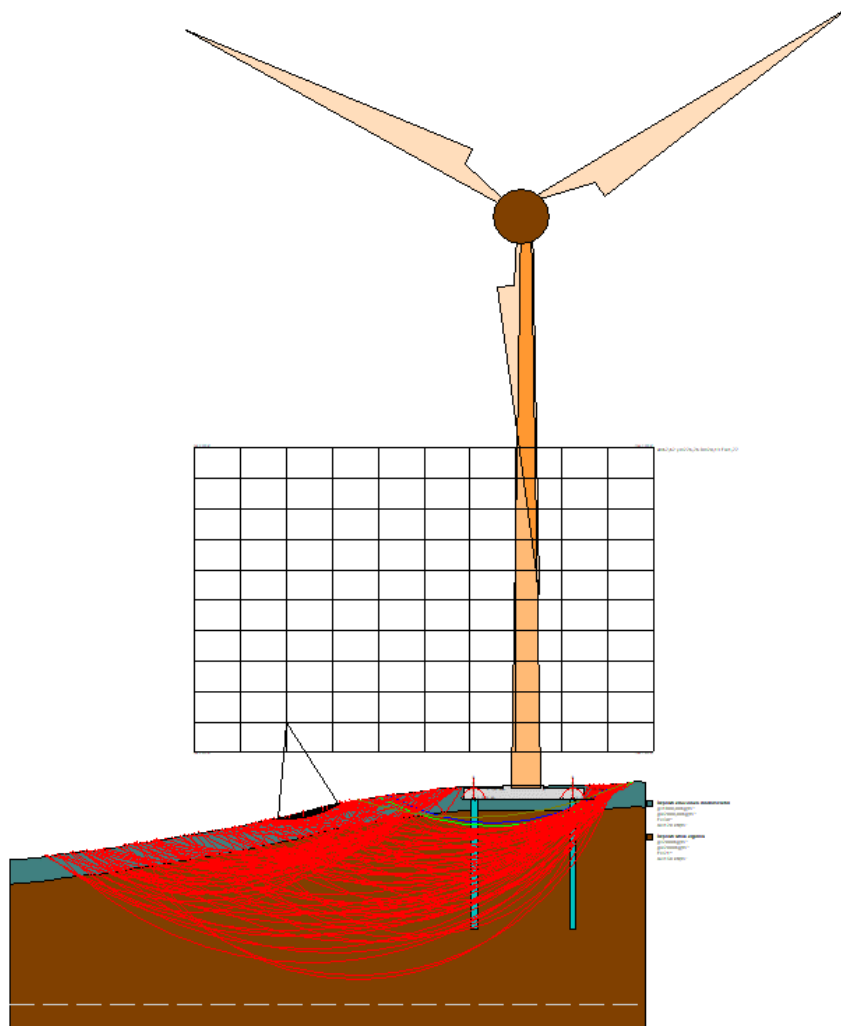
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,31	-4,5	0,32	0,25	0,02	0,01	0,0	30,0	0,0	0,3	0,1
2	0,31	-3,6	0,32	0,74	0,04	0,02	0,0	30,0	0,0	0,8	0,2
3	0,31	-2,7	0,32	1,2	0,07	0,04	0,0	30,0	0,0	1,2	0,4
4	0,31	-1,8	0,32	1,63	0,1	0,05	0,0	30,0	0,0	1,6	0,5
5	0,31	-0,9	0,32	2,03	0,12	0,06	0,0	30,0	0,0	2,0	0,7
6	0,27	-0,1	0,27	2,06	0,12	0,06	0,0	30,0	0,0	2,1	0,7
7	0,2	0,6	0,2	1,71	0,1	0,05	0,0	30,0	0,0	1,7	0,5
8	0,47	1,6	0,47	4,6	0,28	0,14	0,0	30,0	0,0	4,6	1,5
9	0,31	2,7	0,32	3,65	0,22	0,11	0,0	30,0	0,0	3,6	1,2
10	0,31	3,6	0,32	4,07	0,24	0,12	0,0	30,0	0,0	4,0	1,3
11	0,19	4,3	0,19	2,59	0,16	0,08	0,0	30,0	0,0	2,5	0,8
12	0,44	5,2	0,45	6,67	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,5	2,1
13	0,31	6,2	0,32	5,11	0,31	0,15	0,0	30,0	0,0	5,0	1,6
14	0,31	7,2	0,32	5,39	0,32	0,16	0,0	30,0	0,0	5,2	1,7
15	0,31	8,0	0,32	5,64	0,34	0,17	0,0	30,0	0,0	5,4	1,7

16	0,31	9,0	0,32	5,86	0,35	0,18	0,0	30,0	0,0	5,6	1,8
17	0,31	9,9	0,32	6,06	0,36	0,18	0,0	30,0	0,0	5,8	1,9
18	0,31	10,8	0,32	6,22	0,37	0,19	0,0	30,0	0,0	6,0	1,9
19	0,31	11,7	0,32	6,36	0,38	0,19	0,0	30,0	0,0	6,1	2,0
20	0,31	12,6	0,32	6,47	0,39	0,19	0,0	30,0	0,0	6,2	2,0
21	0,31	13,5	0,32	6,55	0,39	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,0
22	0,31	14,4	0,33	6,6	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,0
23	0,31	15,4	0,33	6,62	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,0
24	0,31	16,3	0,33	6,61	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,0
25	0,31	17,2	0,33	6,57	0,39	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,0
26	0,31	18,2	0,33	6,49	0,39	0,19	0,0	30,0	0,0	6,2	2,0
27	0,31	19,1	0,33	6,39	0,38	0,19	0,0	30,0	0,0	6,1	2,0
28	0,31	20,0	0,34	6,25	0,38	0,19	0,0	30,0	0,0	6,0	1,9
29	0,22	20,9	0,24	4,3	0,26	0,13	0,0	30,0	0,0	4,1	1,3
30	0,41	21,8	0,44	7,6	0,46	0,23	0,0	30,0	0,0	7,3	2,3
31	0,31	22,9	0,34	5,51	0,33	0,17	0,0	30,0	0,0	5,3	1,7
32	0,18	23,7	0,2	3,04	0,18	0,09	0,0	30,0	0,0	2,9	0,9
33	0,45	24,7	0,49	6,89	0,41	0,21	0,0	30,0	0,0	6,6	2,1
34	0,31	25,9	0,35	4,32	0,26	0,13	0,0	30,0	0,0	4,2	1,3
35	0,31	26,9	0,35	3,84	0,23	0,12	0,0	30,0	0,0	3,7	1,2
36	0,17	27,7	0,19	1,87	0,11	0,06	0,0	30,0	0,0	1,8	0,6
37	0,46	28,7	0,52	4,11	0,25	0,12	0,0	30,0	0,0	4,0	1,3
38	0,31	30,0	0,36	1,96	0,12	0,06	0,0	30,0	0,0	1,9	0,6
39	0,31	31,0	0,37	1,21	0,07	0,04	0,0	30,0	0,0	1,2	0,4
40	0,31	32,0	0,37	0,41	0,02	0,01	0,0	30,0	0,0	0,4	0,1



9.2.1.2. METODO DI JAMBU

Superfici individuate



Superficie a fattore minimo individuato

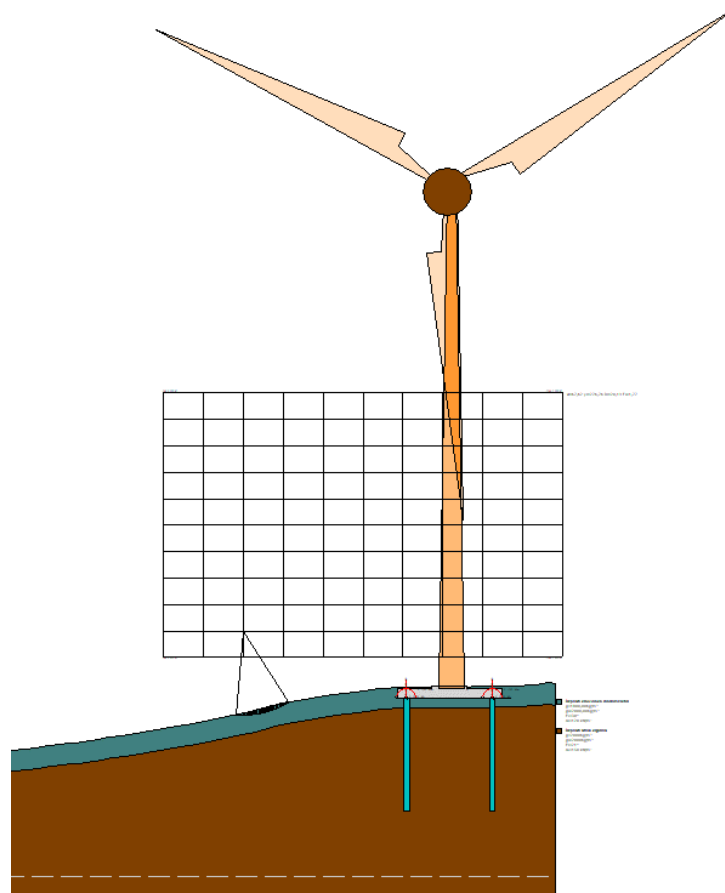
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,77
Ascissa centro superficie	67,62 m
Ordinata centro superficie	276,76 m
Raggio superficie	20,19 m

$x_c = 67,624$ $y_c = 276,763$ $R_c = 20,193$ $F_s = 1,768$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,31	-4,5	0,32	0,25	0,02	0,01	0,0	30,0	0,0	0,3	0,1
2	0,31	-3,6	0,32	0,74	0,04	0,02	0,0	30,0	0,0	0,8	0,2
3	0,31	-2,7	0,32	1,2	0,07	0,04	0,0	30,0	0,0	1,2	0,4
4	0,31	-1,8	0,32	1,63	0,1	0,05	0,0	30,0	0,0	1,6	0,5
5	0,31	-0,9	0,32	2,03	0,12	0,06	0,0	30,0	0,0	2,0	0,7
6	0,27	-0,1	0,27	2,06	0,12	0,06	0,0	30,0	0,0	2,1	0,7
7	0,2	0,6	0,2	1,71	0,1	0,05	0,0	30,0	0,0	1,7	0,6

8	0,47	1,6	0,47	4,6	0,28	0,14	0,0	30,0	0,0	4,6	1,5
9	0,31	2,7	0,32	3,65	0,22	0,11	0,0	30,0	0,0	3,6	1,2
10	0,31	3,6	0,32	4,07	0,24	0,12	0,0	30,0	0,0	4,0	1,3
11	0,19	4,3	0,19	2,59	0,16	0,08	0,0	30,0	0,0	2,5	0,8
12	0,44	5,2	0,45	6,67	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,5	2,1
13	0,31	6,2	0,32	5,11	0,31	0,15	0,0	30,0	0,0	5,0	1,6
14	0,31	7,2	0,32	5,39	0,32	0,16	0,0	30,0	0,0	5,2	1,7
15	0,31	8,0	0,32	5,64	0,34	0,17	0,0	30,0	0,0	5,4	1,8
16	0,31	9,0	0,32	5,86	0,35	0,18	0,0	30,0	0,0	5,6	1,9
17	0,31	9,9	0,32	6,06	0,36	0,18	0,0	30,0	0,0	5,8	1,9
18	0,31	10,8	0,32	6,22	0,37	0,19	0,0	30,0	0,0	6,0	2,0
19	0,31	11,7	0,32	6,36	0,38	0,19	0,0	30,0	0,0	6,1	2,0
20	0,31	12,6	0,32	6,47	0,39	0,19	0,0	30,0	0,0	6,2	2,1
21	0,31	13,5	0,32	6,55	0,39	0,2	0,0	30,0	0,0	6,2	2,1
22	0,31	14,4	0,33	6,6	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,1
23	0,31	15,4	0,33	6,62	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,1
24	0,31	16,3	0,33	6,61	0,4	0,2	0,0	30,0	0,0	6,3	2,1
25	0,31	17,2	0,33	6,57	0,39	0,2	0,0	30,0	0,0	6,2	2,1
26	0,31	18,2	0,33	6,49	0,39	0,19	0,0	30,0	0,0	6,2	2,1
27	0,31	19,1	0,33	6,39	0,38	0,19	0,0	30,0	0,0	6,1	2,1
28	0,31	20,0	0,34	6,25	0,38	0,19	0,0	30,0	0,0	5,9	2,1
29	0,22	20,9	0,24	4,3	0,26	0,13	0,0	30,0	0,0	4,1	1,4
30	0,41	21,8	0,44	7,6	0,46	0,23	0,0	30,0	0,0	7,2	2,5
31	0,31	22,9	0,34	5,51	0,33	0,17	0,0	30,0	0,0	5,3	1,9
32	0,18	23,7	0,2	3,04	0,18	0,09	0,0	30,0	0,0	2,9	1,0
33	0,45	24,7	0,49	6,89	0,41	0,21	0,0	30,0	0,0	6,6	2,4
34	0,31	25,9	0,35	4,32	0,26	0,13	0,0	30,0	0,0	4,1	1,5
35	0,31	26,9	0,35	3,84	0,23	0,12	0,0	30,0	0,0	3,7	1,4
36	0,17	27,7	0,19	1,87	0,11	0,06	0,0	30,0	0,0	1,8	0,7
37	0,46	28,7	0,52	4,11	0,25	0,12	0,0	30,0	0,0	4,0	1,5
38	0,31	30,0	0,36	1,96	0,12	0,06	0,0	30,0	0,0	1,9	0,7
39	0,31	31,0	0,37	1,21	0,07	0,04	0,0	30,0	0,0	1,2	0,4
40	0,31	32,0	0,37	0,41	0,02	0,01	0,0	30,0	0,0	0,4	0,2



9.2.2. STATO LIMITE ULTIMO (COMBINAZIONE A2+M2+R2)

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,3	1,3
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,8	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

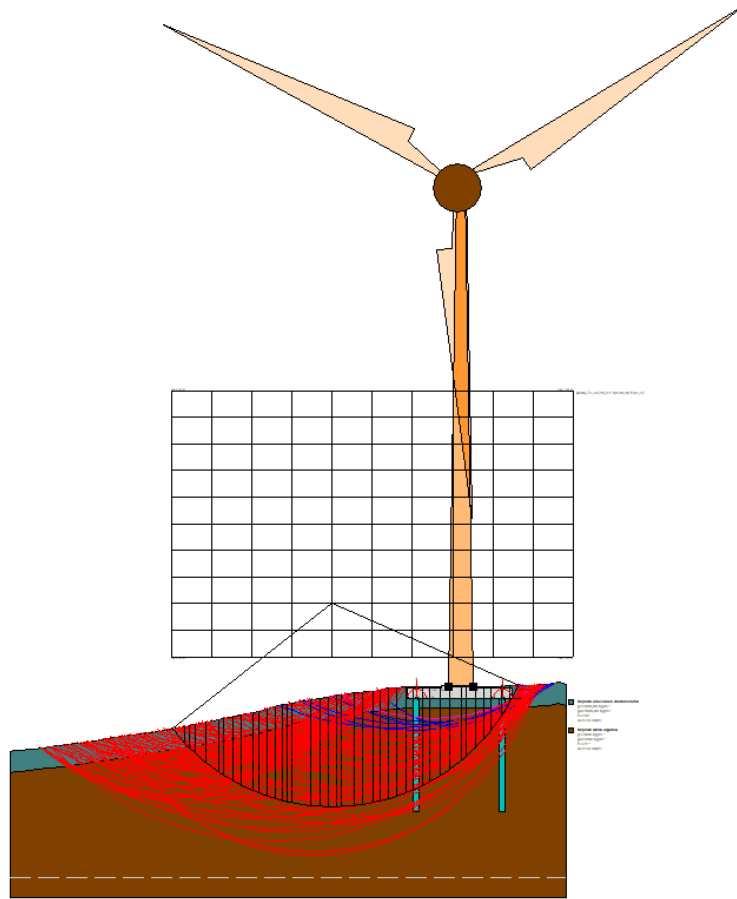
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	40,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	48,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	270,42 m
Ascissa vertice destro superiore xs	144,05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	333,84 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

9.2.2.1. METODO DI BISHOP

Superfici individuate



Superficie a fattore minimo individuato

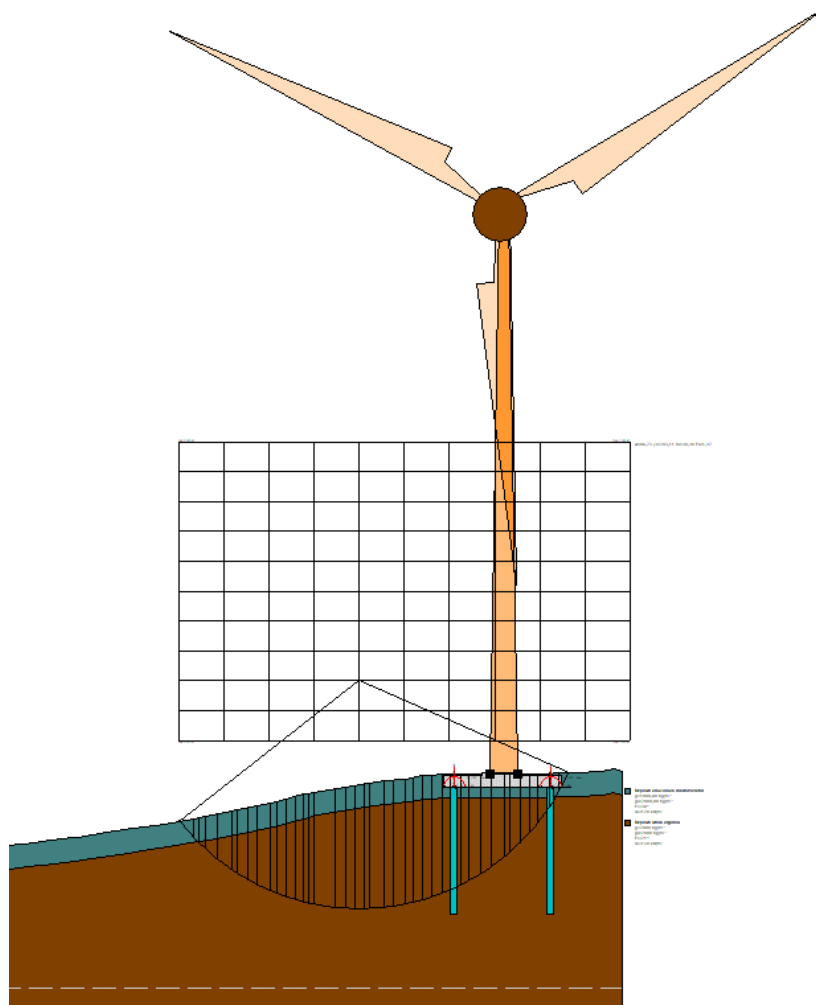
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,47
Ascissa centro superficie	86,73 m
Ordinata centro superficie	283,11 m
Raggio superficie	48,48 m

$xc = 86,731$ $yc = 283,105$ $Rc = 48,478$ $Fs=1,47$

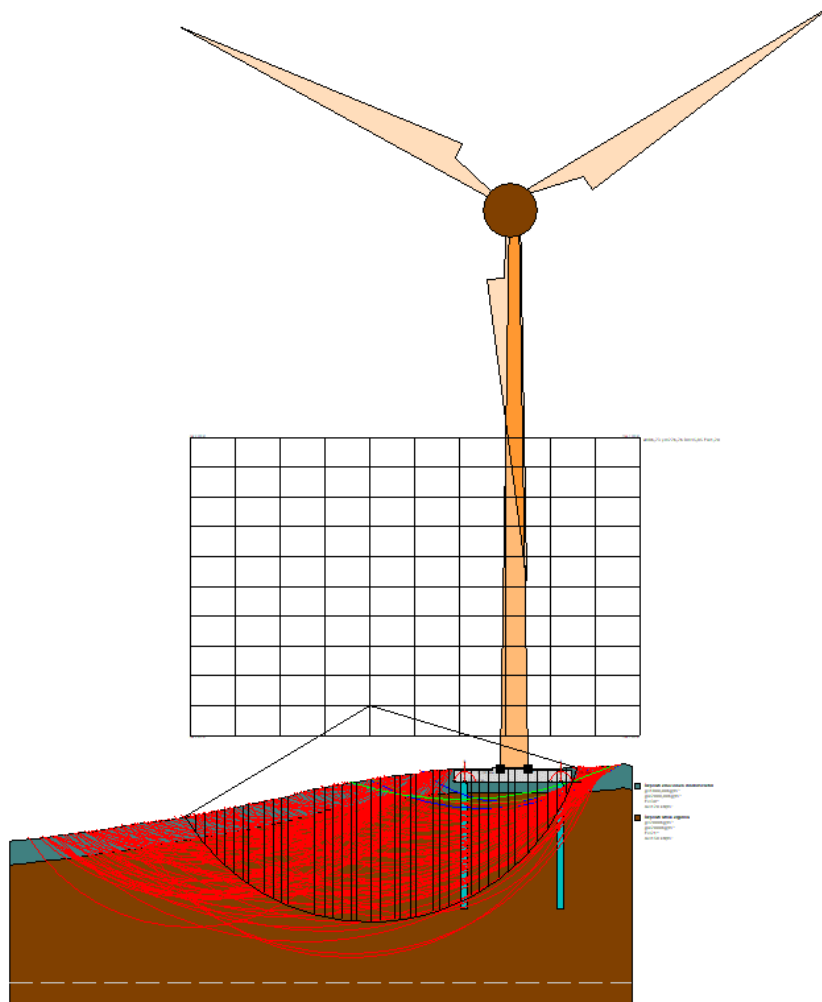
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	3,05	-49,3	4,68	114,71	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	222,0	69,8
2	1,08	-45,6	1,54	90,19	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	152,1	47,8
3	1,34	-43,6	1,86	147,98	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	218,7	57,8
4	2,79	-40,4	3,66	429,48	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	573,1	143,7
5	2,89	-36,1	3,58	604,38	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	726,0	175,1
6	1,31	-33,1	1,57	322,77	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	364,3	86,4
7	1,99	-30,8	2,32	542,59	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	587,2	137,9
8	2,07	-28,0	2,34	625,48	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	646,8	150,4
9	2,73	-24,8	3,01	915,99	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	904,1	208,6
10	1,49	-22,1	1,61	540,64	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	514,9	118,1
11	1,98	-19,9	2,11	764,15	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	708,9	161,9
12	2,07	-17,4	2,16	847,32	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	764,9	174,0

13	1,66	-15,1	1,72	715,07	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	631,2	143,1
14	0,91	-13,5	0,93	402,27	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	350,1	79,2
15	1,25	-12,2	1,28	566,27	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	487,4	110,2
16	4,45	-8,8	4,5	2109,07	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1769,4	399,2
17	2,4	-4,7	2,41	1183,99	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	968,5	218,1
18	1,73	-2,3	1,73	867,3	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	700,7	157,7
19	2,07	0,0	2,07	1051,14	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	841,0	189,2
20	1,18	1,9	1,18	606,58	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	783,4	171,4
21	3,13	4,4	3,14	1617,41	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	2073,8	453,8
22	1,89	7,4	1,91	979,87	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1249,0	273,5
23	2,42	10,0	2,45	1246,89	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1584,8	347,2
24	1,72	12,5	1,76	881,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1118,8	245,3
25	2,08	14,8	2,15	1061,43	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1349,0	295,9
26	2,05	17,3	2,15	1033,27	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1316,9	289,2
27	2,07	19,9	2,2	1015,46	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1300,3	286,1
28	1,72	22,3	1,85	822,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1059,2	233,5
29	2,27	24,9	2,5	2999,47	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	3911,2	833,7
30	1,64	27,4	1,85	732,21	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	961,8	213,1
31	2,64	30,3	3,05	1113,71	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1484,3	330,1
32	2,07	33,6	2,48	814,69	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1107,1	247,5
33	2,91	37,2	3,66	2702,99	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	3792,7	816,4
34	1,22	40,3	1,6	400,59	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	572,7	130,1
35	2,07	42,9	2,82	618,7	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	905,5	207,7
36	2,07	46,4	2,99	536,57	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	812,5	189,3
37	1,59	49,6	2,46	350,7	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	549,7	130,9
38	2,54	53,6	4,28	431,59	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	707,0	175,7
39	2,07	58,4	3,95	3465,52	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	6392,1	1361,6
40	2,07	63,5	4,63	78,92	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	141,1	44,3



9.2.2.2. METODO DI JANBU

Superfici individuate



Superficie a fattore minimo individuato

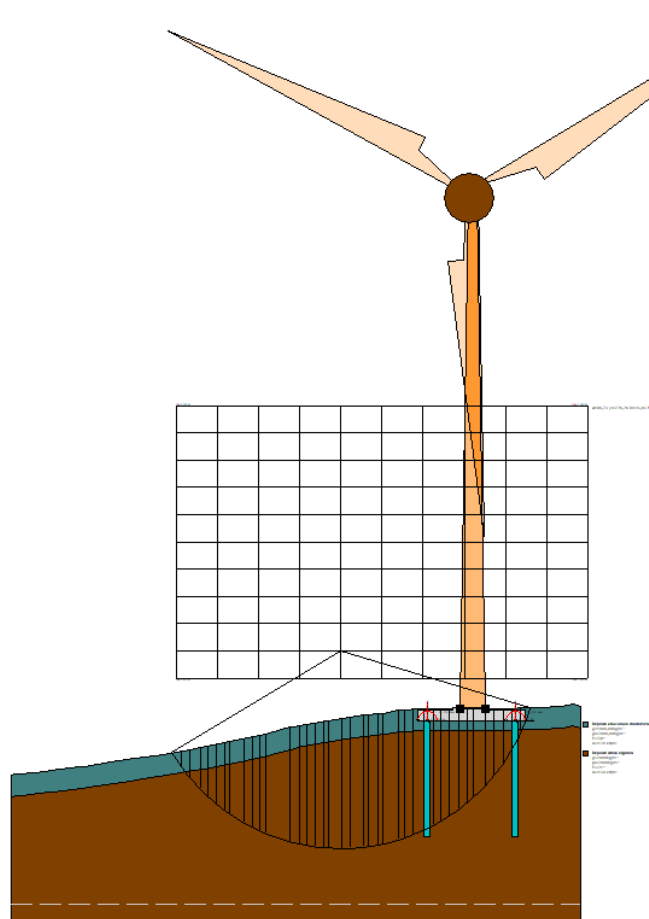
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,2
Ascissa centro superficie	86,73 m
Ordinata centro superficie	276,76 m
Raggio superficie	45,85 m

$x_c = 86,731$ $y_c = 276,763$ $R_c = 45,849$ $F_s = 1,202$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	2,08	-56,6	3,78	67,26	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	234,3	163,4
2	2,02	-52,2	3,29	179,49	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	463,8	290,5
3	2,42	-47,9	3,61	359,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	641,2	287,0
4	1,8	-44,1	2,51	356,98	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	553,4	224,4
5	2,08	-40,8	2,75	500,58	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	702,3	265,6
6	1,8	-37,6	2,27	501,49	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	648,2	231,8
7	1,31	-35,2	1,61	404,35	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	494,1	170,0
8	3,13	-31,9	3,69	1081,09	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1233,2	405,4

9	2,08	-28,1	2,36	801,58	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	853,7	268,4
10	1,58	-25,6	1,75	647,34	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	661,5	202,6
11	0,2	-24,3	0,22	86,21	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	86,5	26,2
12	1,28	-23,3	1,4	556,37	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	550,0	165,0
13	5,71	-18,7	6,02	2729,91	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	2540,9	735,2
14	2,15	-13,5	2,22	1122,64	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	988,7	277,7
15	1,56	-11,2	1,59	835,22	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	719,8	200,1
16	2,08	-8,8	2,11	1140,92	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	964,7	266,1
17	2,08	-6,2	2,09	1165,71	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	966,8	265,0
18	1,14	-4,2	1,14	645,36	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	528,3	144,3
19	3,02	-1,6	3,03	1745,81	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1407,9	383,6
20	1,95	1,5	1,95	1141,69	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1474,4	392,0
21	3,13	4,7	3,14	1844,51	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	2354,6	628,0
22	1,16	7,4	1,17	688,1	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	872,0	233,8
23	2,08	9,4	2,11	1226,22	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1547,5	417,4
24	1,06	11,4	1,08	622,91	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	784,0	212,9
25	3,79	14,5	3,92	2213,43	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	2780,5	765,4
26	1,38	17,9	1,45	796,7	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1002,1	280,9
27	2,08	20,2	2,22	1175,75	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1482,9	422,1
28	2,37	23,2	2,58	1303,09	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1653,4	481,4
29	2,27	26,4	2,53	3151,74	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	4050,9	1176,6
30	1,64	29,1	1,88	840,5	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1087,9	335,1
31	2,04	31,8	2,4	999,84	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1310,3	416,1
32	2,08	34,9	2,54	965,43	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1287,1	425,2
33	2,08	38,1	2,64	903,64	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1230,5	426,2
34	1,41	41,0	1,87	2228,28	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	3129,9	1077,6
35	2,75	44,5	3,86	1014,27	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1454,5	564,0
36	2,08	48,9	3,17	663,5	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	993,2	424,3
37	2,12	53,1	3,53	568,19	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	890,4	425,5
38	2,04	57,7	3,83	429,64	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	710,4	396,6
39	2,08	63,0	4,58	3542,23	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	6706,3	3845,9
40	2,08	69,6	5,95	111,53	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	204,5	224,7



9.3. RISULTATI SINTETICI

Le verifiche di stabilità globale relative all'interazione opere-pendio, con riferimento alla caratterizzazione geotecnica e sismica desunte dalla relazione geotecnica e sismica, alle scelte tecniche e progettuali innanzi richiamate, per i cui approfondimenti si rimanda ai disegni allegati al progetto, sono da ritenersi soddisfatti in quanto caratterizzati da un FS maggiore di quello previsto dalle vigenti norme (NTC 2018).

Si riporta di seguito tabelle esplicative dei risultati sintetici connessi alle verifiche di stabilità globale:

RISULTATI ANALISI DI STABILITA' GLOBALE				
Condizione	SLV		SLU	
	metodo di calcolo		metodo di calcolo	
	Bishop	Janbu	Bishop	Janbu
Drenata	1,80	1,77	1,47	1,20

10. MODELLAZIONE DELLA STABILITÀ DELL'AREA - WTGR_TSV10

10.1. GEOMETRIA, CARICHI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Si riporta di seguito il profilo ritenuto rappresentativo dell'intera area analizzato ai fini della stabilità del pendio:

GEOMETRIA

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	10,0	241,14
2	11,53	241,27
3	13,77	241,45
4	19,76	241,95
5	19,99	241,97
6	20,07	241,97
7	26,21	242,52
8	28,61	242,73
9	33,88	243,24
10	37,15	243,57
11	38,64	243,71
12	42,64	244,11
13	45,69	244,42
14	51,08	245,0
15	54,23	245,33
16	57,3	245,68
17	62,77	246,28
18	63,52	246,36
19	65,53	246,59
20	69,73	247,08
21	71,3	247,26
22	75,95	247,82
23	79,84	248,29
24	82,17	248,58
25	88,14	249,33
26	96,3	249,33
27	96,3	249,93
28	96,92	250,51
29	100,83	251,07
30	105,46	251,73
31	107,04	251,96
32	111,29	252,57
33	113,26	252,85
34	114,0	252,95
35	119,48	253,78
36	122,54	254,26

37	129,24	255,33
38	131,08	255,62
39	131,92	255,77
40	134,17	256,16
41	139,62	257,08
42	144,35	257,97
43	148,15	258,69
44	150,57	259,16
45	156,69	260,36
46	156,79	260,38
47	157,05	260,43
48	160,0	261,01

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	10,0	241,14
2	10,0	236,12
3	11,95	236,29
4	14,18	236,47
5	20,17	236,96
6	20,4	236,98
7	20,5	236,99
8	26,65	237,54
9	29,07	237,75
10	34,37	238,26
11	37,64	238,59
12	39,13	238,73
13	43,15	239,14
14	46,2	239,45
15	51,61	240,02
16	54,77	240,36
17	57,85	240,71
18	63,32	241,31
19	64,08	241,4
20	66,1	241,63
21	70,3	242,12
22	71,88	242,29
23	76,55	242,85
24	80,46	243,32
25	82,8	243,62
26	89,02	244,41
27	89,05	244,41
28	89,07	244,41
29	93,17	244,96
30	95,27	245,24
31	97,6	245,56
32	101,53	246,12
33	106,17	246,78
34	107,75	247,01
35	112,0	247,62
36	113,97	247,9
37	114,73	248,01
38	120,24	248,84
39	123,31	249,32
40	130,03	250,39
41	131,9	250,69
42	132,76	250,84
43	135,01	251,23
44	140,49	252,16
45	145,28	253,05
46	149,1	253,78
47	151,53	254,26
48	157,65	255,45
49	157,76	255,47
50	158,03	255,53
51	160,0	255,92
52	160,0	261,01

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0	120	30	1800,00	2000	Depositi alluvionali conlomeratici	
2	12	150	21	2000	2000	Depositi sitosi argillosi	

10.2. RISULTATI ANALISI STABILITA' IN CONDIZIONI DRENATE

Dalle verifiche analitiche condotte secondo quanto richiamato nei punti precedenti, applicando il metodo di Bishop e Jambu, si riporta di seguito la superficie di scorrimento corrispondente al fattore di sicurezza minimo individuato.

10.2.1. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (COMBINAZIONE SISMA)
Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Normativa	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	40,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,2
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

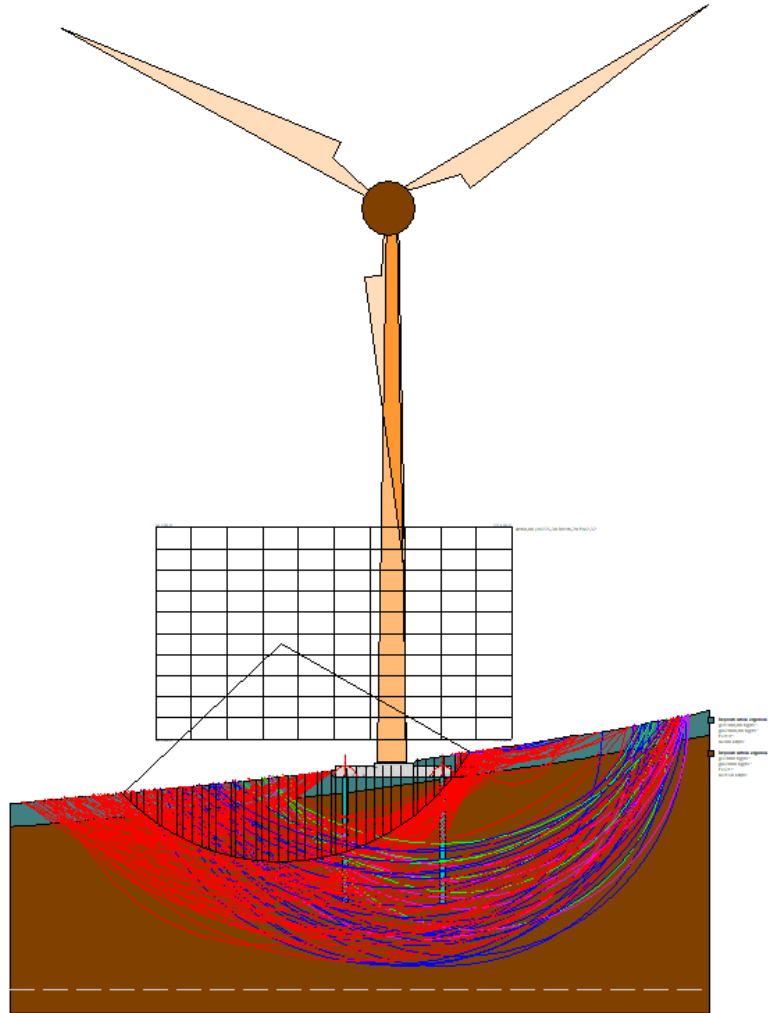
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	41,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	254,99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	117,58 m
Ordinata vertice destro superiore ys	300,31 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,06
Coefficiente azione sismica verticale	0,03

10.2.1.1. METODO DI BISHOP

Superfici individuate



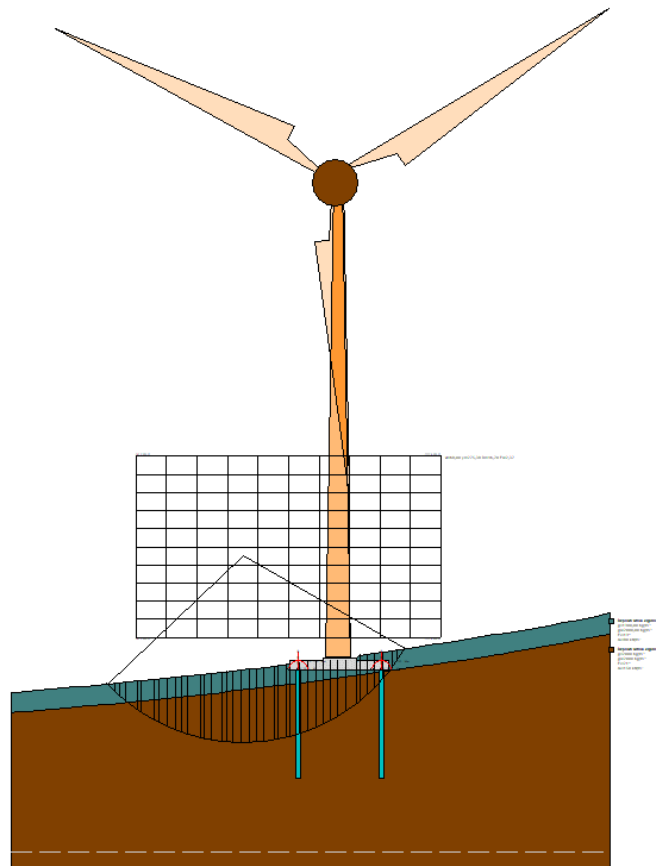
Superficie a fattore minimo individuato

Fs minimo individuato	2,37
Ascissa centro superficie	68,0 m
Ordinata centro superficie	275,38 m
Raggio superficie	46,7 m

xc = 68,00 yc = 275,383 Rc = 46,701 Fs=2,367

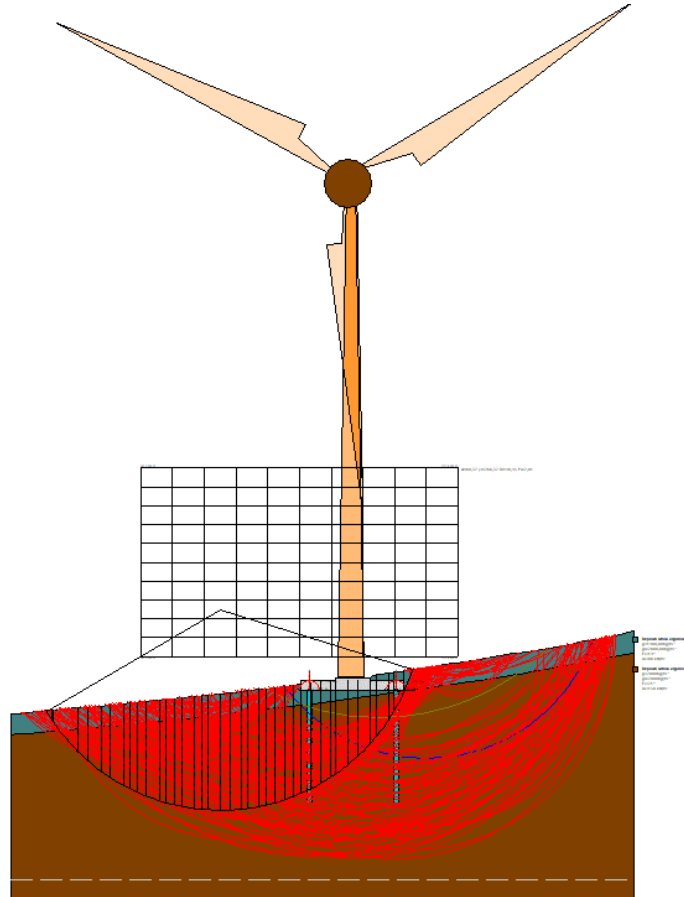
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,86	-44,9	2,63	36,31	2,18	1,09	10,0	19,0	0,0	72,9	21,7
2	1,19	-42,3	1,6	58,62	3,52	1,76	10,0	19,0	0,0	98,5	21,1
3	1,49	-40,1	1,95	110,14	6,61	3,3	10,0	19,0	0,0	172,2	33,3
4	2,9	-36,7	3,62	322,53	19,35	9,68	12,0	21,0	0,0	473,4	95,1
5	1,1	-33,7	1,32	157,16	9,43	4,71	12,0	21,0	0,0	216,8	41,9
6	3,04	-30,7	3,54	524,77	31,49	15,74	12,0	21,0	0,0	687,2	129,4
7	1,44	-27,5	1,62	289,71	17,38	8,69	12,0	21,0	0,0	361,6	66,9
8	1,86	-25,3	2,06	411,14	24,67	12,33	12,0	21,0	0,0	497,8	91,1

9	2,09	-22,6	2,27	507,17	30,43	15,22	12,0	21,0	0,0	594,5	107,9
10	1,63	-20,2	1,73	424,22	25,45	12,73	12,0	21,0	0,0	484,0	87,3
11	1,52	-18,1	1,6	417,01	25,02	12,51	12,0	21,0	0,0	466,2	83,7
12	3,07	-15,2	3,18	899,71	53,98	26,99	12,0	21,0	0,0	979,9	175,0
13	0,99	-12,6	1,02	304,81	18,29	9,14	12,0	21,0	0,0	325,3	57,9
14	1,86	-10,8	1,89	588,4	35,3	17,65	12,0	21,0	0,0	620,2	110,2
15	2,62	-8,1	2,64	858,95	51,54	25,77	12,0	21,0	0,0	889,8	157,7
16	1,11	-5,8	1,11	372,25	22,33	11,17	12,0	21,0	0,0	380,9	67,4
17	1,66	-4,1	1,66	566,54	33,99	17,0	12,0	21,0	0,0	575,2	101,7
18	2,07	-1,8	2,07	719,5	43,17	21,58	12,0	21,0	0,0	723,8	127,8
19	2,14	0,8	2,14	757,18	45,43	22,72	12,0	21,0	0,0	755,4	133,3
20	1,58	3,1	1,58	562,66	33,76	16,88	12,0	21,0	0,0	558,2	98,5
21	1,86	5,2	1,87	665,84	39,95	19,98	12,0	21,0	0,0	658,0	116,2
22	2,78	8,1	2,81	995,0	59,7	29,85	12,0	21,0	0,0	980,4	173,2
23	0,94	10,4	0,96	335,86	20,15	10,08	12,0	21,0	0,0	330,7	58,5
24	1,86	12,1	1,9	659,22	39,55	19,78	12,0	21,0	0,0	649,6	115,0
25	1,09	14,0	1,12	382,07	22,92	11,46	12,0	21,0	0,0	377,1	66,8
26	2,33	16,2	2,42	2305,81	138,35	69,17	12,0	21,0	0,0	2289,6	383,5
27	2,17	19,1	2,29	731,73	43,9	21,95	12,0	21,0	0,0	729,3	129,9
28	1,86	21,7	2,0	610,5	36,63	18,32	12,0	21,0	0,0	613,5	109,6
29	1,94	24,2	2,13	616,52	36,99	18,5	12,0	21,0	0,0	625,6	112,3
30	1,78	26,8	1,99	536,65	32,2	16,1	12,0	21,0	0,0	550,9	99,4
31	1,86	29,3	2,13	527,22	31,63	15,82	12,0	21,0	0,0	548,6	99,8
32	1,86	32,0	2,19	2141,73	128,5	64,25	12,0	21,0	0,0	2286,1	381,8
33	2,71	35,3	3,32	629,75	37,78	18,89	12,0	21,0	0,0	681,7	127,4
34	1,01	38,2	1,29	229,03	13,74	6,87	12,0	21,0	0,0	253,8	47,7
35	1,86	40,5	2,45	387,33	23,24	11,62	12,0	21,0	0,0	437,9	83,4
36	1,6	43,3	2,21	292,96	17,58	8,79	12,0	21,0	0,0	340,1	66,3
37	2,12	46,5	3,08	2820,47	169,23	84,61	12,0	21,0	0,0	3487,6	581,1
38	2,52	50,9	3,99	267,61	16,06	8,03	12,0	21,0	0,0	332,9	74,2
39	1,2	54,6	2,08	78,36	4,7	2,35	10,0	19,0	0,0	102,1	23,6
40	1,86	58,0	3,51	49,22	2,95	1,48	10,0	19,0	0,0	56,1	23,0



10.2.1.2. METODO DI JAMBU

Superfici individuate



Superficie a fattore minimo individuato

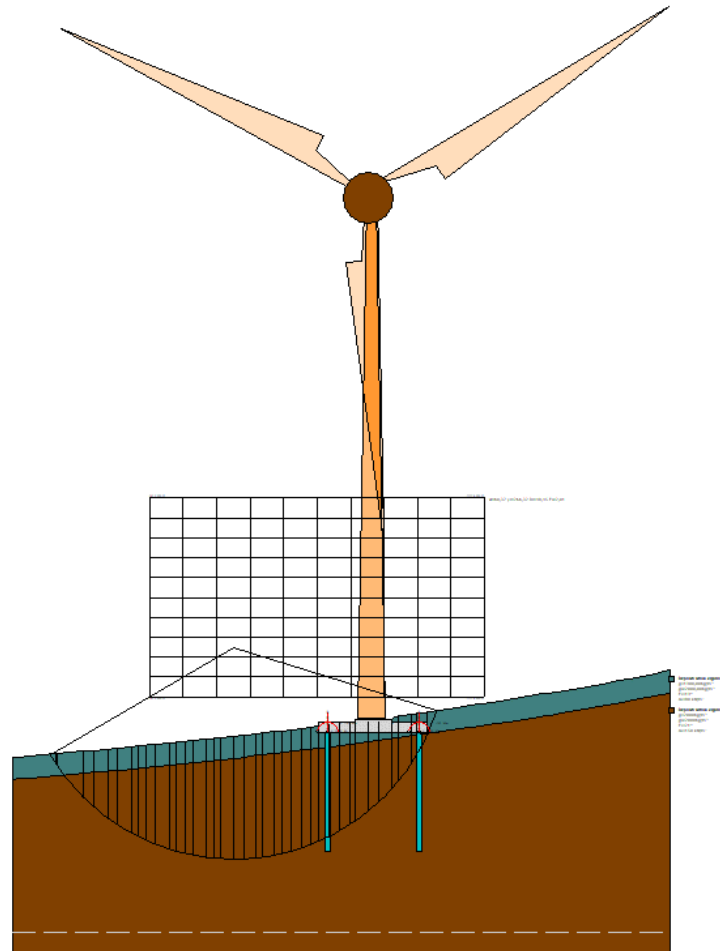
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	2,01
Ascissa centro superficie	60,37 m
Ordinata centro superficie	266,32 m
Raggio superficie	48,45 m

xc = 60,372 yc = 266,321 Rc = 48,449 Fs=2,009

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,21	-58,3	2,3	23,64	1,42	0,71	10,0	19,0	0,0	87,9	50,4
2	0,22	-56,7	0,41	9,31	0,56	0,28	10,0	19,0	0,0	27,1	12,2
3	0,08	-56,4	0,15	3,86	0,23	0,12	10,0	19,0	0,0	10,9	4,7
4	6,13	-50,6	9,66	803,04	48,18	24,09	12,0	21,0	0,0	1738,0	613,4
5	2,4	-42,9	3,28	545,06	32,7	16,35	12,0	21,0	0,0	926,8	268,4
6	3,16	-38,6	4,04	880,09	52,81	26,4	12,0	21,0	0,0	1350,7	360,8
7	2,11	-34,7	2,56	679,1	40,75	20,37	12,0	21,0	0,0	963,6	242,4
8	3,27	-30,9	3,81	1181,84	70,91	35,46	12,0	21,0	0,0	1570,4	376,1
9	1,49	-27,6	1,69	585,5	35,13	17,57	12,0	21,0	0,0	740,3	171,0
10	1,93	-25,4	2,14	796,05	47,76	23,88	12,0	21,0	0,0	975,6	220,4
11	2,07	-22,8	2,25	897,7	53,86	26,93	12,0	21,0	0,0	1064,8	235,2
12	3,04	-19,6	3,23	1393,68	83,62	41,81	12,0	21,0	0,0	1593,9	343,5
13	1,49	-16,7	1,56	711,73	42,7	21,35	12,0	21,0	0,0	791,4	167,5
14	2,2	-14,5	2,27	1081,31	64,88	32,44	12,0	21,0	0,0	1178,2	246,4

15	1,7	-12,1	1,74	856,27	51,38	25,69	12,0	21,0	0,0	915,3	189,4
16	3,15	-9,2	3,19	1631,0	97,86	48,93	12,0	21,0	0,0	1707,9	349,7
17	1,76	-6,2	1,77	932,3	55,94	27,97	12,0	21,0	0,0	959,0	194,9
18	1,31	-4,4	1,32	703,21	42,19	21,1	12,0	21,0	0,0	716,5	145,1
19	3,09	-1,8	3,09	1679,91	100,79	50,4	12,0	21,0	0,0	1691,5	341,7
20	2,38	1,4	2,38	1305,48	78,33	39,16	12,0	21,0	0,0	1299,3	262,4
21	2,76	4,5	2,77	1525,03	91,5	45,75	12,0	21,0	0,0	1505,9	305,1
22	1,47	7,0	1,48	811,97	48,72	24,36	12,0	21,0	0,0	798,3	162,5
23	2,74	9,5	2,78	1512,02	90,72	45,36	12,0	21,0	0,0	1482,9	304,0
24	1,66	12,1	1,7	912,55	54,75	27,38	12,0	21,0	0,0	894,5	185,2
25	2,2	14,5	2,27	1197,81	71,87	35,93	12,0	21,0	0,0	1175,6	246,0
26	2,35	17,3	2,46	1262,95	75,78	37,89	12,0	21,0	0,0	1244,2	264,3
27	2,05	20,0	2,18	1081,03	64,86	32,43	12,0	21,0	0,0	1071,3	231,7
28	1,84	22,5	1,99	951,71	57,1	28,55	12,0	21,0	0,0	950,1	209,3
29	2,33	25,2	2,57	2673,01	160,38	80,19	12,0	21,0	0,0	2704,1	587,9
30	2,44	28,4	2,77	1185,13	71,11	35,55	12,0	21,0	0,0	1212,9	282,1
31	2,2	31,5	2,58	1025,67	61,54	30,77	12,0	21,0	0,0	1068,7	257,6
32	1,33	34,0	1,61	596,98	35,82	17,91	12,0	21,0	0,0	632,3	157,3
33	3,07	37,3	3,86	1285,96	77,16	38,58	12,0	21,0	0,0	1395,4	363,8
34	2,2	41,3	2,93	2484,13	149,05	74,52	12,0	21,0	0,0	2817,4	739,2
35	2,93	45,5	4,18	967,41	58,04	29,02	12,0	21,0	0,0	1134,0	344,5
36	1,47	49,3	2,25	449,0	26,94	13,47	12,0	21,0	0,0	550,5	181,8
37	3,01	53,6	5,07	772,41	46,34	23,17	12,0	21,0	0,0	1001,4	373,5
38	1,4	58,2	2,65	278,09	16,69	8,34	12,0	21,0	0,0	383,8	169,0
39	2,2	62,6	4,78	2813,93	168,84	84,42	12,0	21,0	0,0	4425,0	1896,6
40	2,2	69,0	6,15	122,57	7,35	3,68	10,0	19,0	0,0	181,5	172,6



10.2.2. STATO LIMITE ULTIMO (COMBINAZIONE A2+M2+R2)**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,3	1,3
Favorevoli: Permanenti, variabili	0,8	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

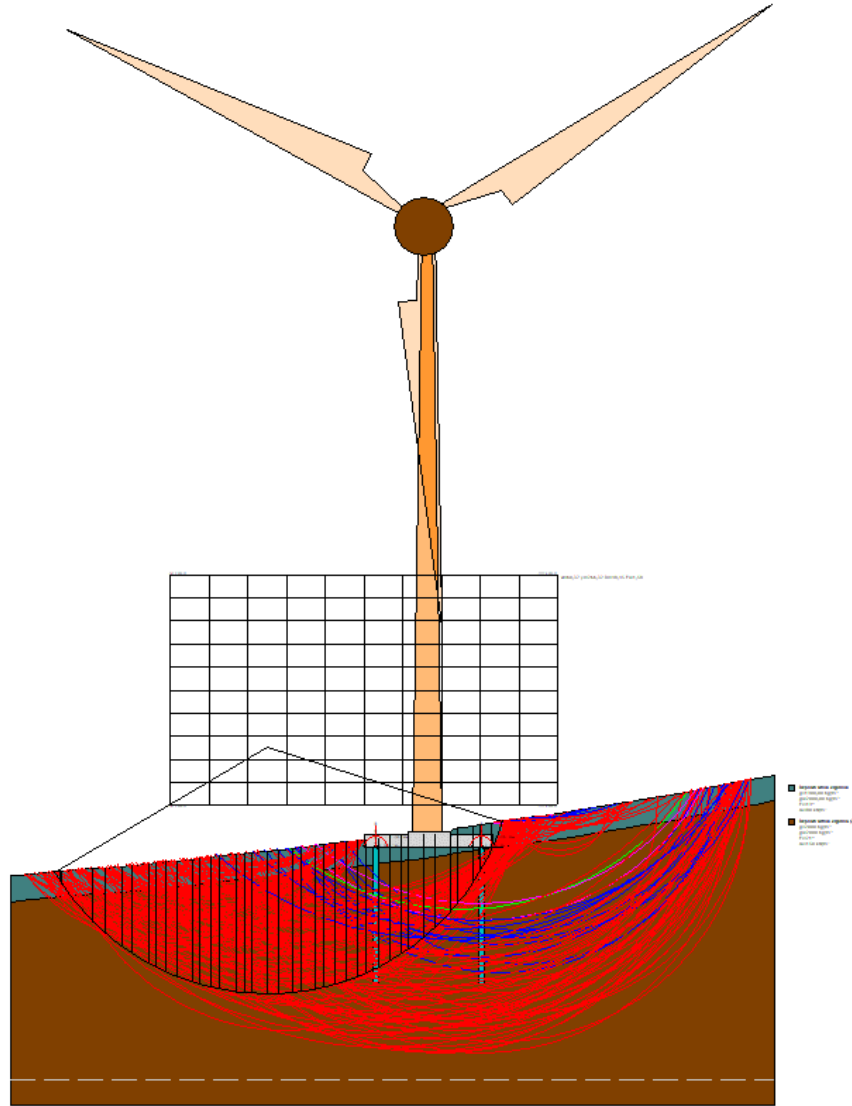
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	40,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	41,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	254,99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	117,58 m
Ordinata vertice destro superiore ys	300,31 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

10.2.2.1. METODO DI BISHOP

Superfici individuate



Superficie a fattore minimo individuato

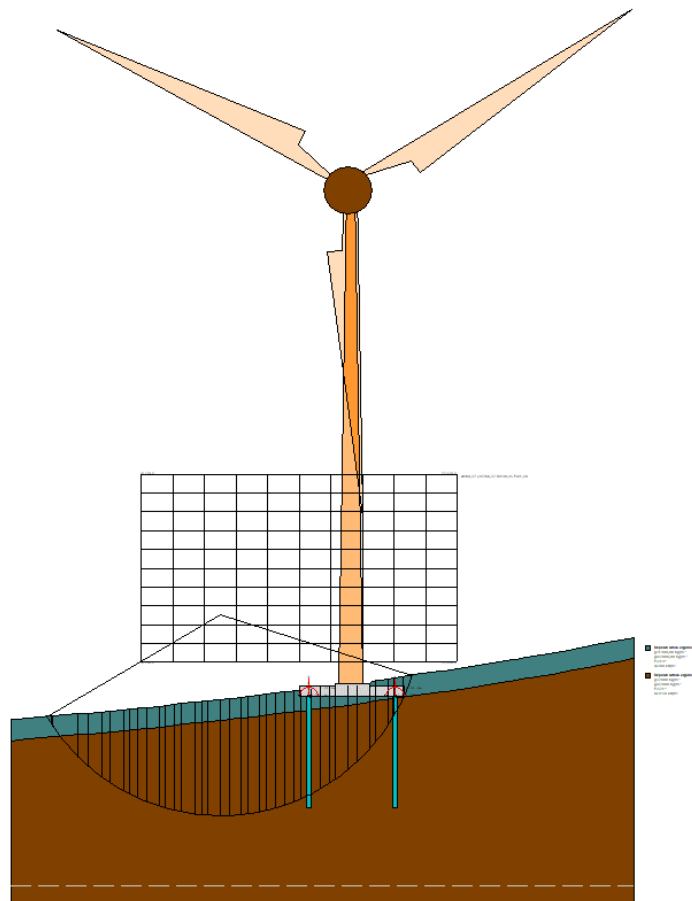
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

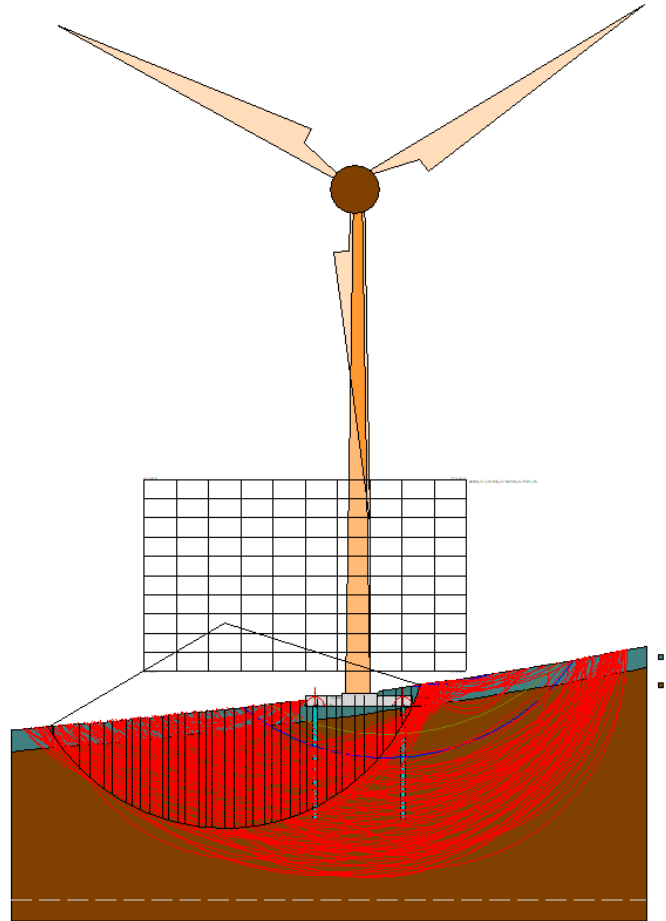
Fs minimo individuato	1,58
Ascissa centro superficie	60,37 m
Ordinata centro superficie	266,32 m
Raggio superficie	48,45 m

$xc = 60,372$ $yc = 266,321$ $Rc = 48,449$ $Fs=1,578$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,21	-58,3	2,3	23,64	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	76,4	25,0
2	0,22	-56,7	0,41	9,31	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	22,8	6,0
3	0,08	-56,4	0,15	3,86	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	9,1	2,4
4	6,13	-50,6	9,66	803,04	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1418,4	334,7
5	2,4	-42,9	3,28	545,06	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	749,3	165,8
6	3,16	-38,6	4,04	880,09	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1089,2	236,5
7	2,11	-34,7	2,56	679,1	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	775,7	166,5

8	3,27	-30,9	3,81	1181,84	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1262,7	268,9
9	1,49	-27,6	1,69	585,5	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	594,8	126,0
10	1,93	-25,4	2,14	796,05	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	783,4	165,4
11	2,07	-22,8	2,25	897,7	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	854,6	179,9
12	3,04	-19,6	3,23	1393,68	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1278,5	268,4
13	1,49	-16,7	1,56	711,73	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	634,4	132,9
14	2,2	-14,5	2,27	1081,31	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	944,3	197,5
15	1,7	-12,1	1,74	856,27	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	733,4	153,2
16	3,15	-9,2	3,19	1631,0	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1367,8	285,5
17	1,76	-6,2	1,77	932,3	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	767,8	160,1
18	1,31	-4,4	1,32	703,21	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	573,5	119,6
19	3,09	-1,8	3,09	1679,91	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1353,5	282,2
20	2,38	1,4	2,38	1305,48	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1689,1	343,1
21	2,76	4,5	2,77	1525,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1957,5	397,7
22	1,47	7,0	1,48	811,97	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1037,6	210,9
23	2,74	9,5	2,78	1512,02	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1927,4	391,9
24	1,66	12,1	1,7	912,55	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1162,6	236,5
25	2,2	14,5	2,27	1197,81	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1527,9	311,1
26	2,35	17,3	2,46	1262,95	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1617,0	329,6
27	2,05	20,0	2,18	1081,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1392,3	284,2
28	1,84	22,5	1,99	951,71	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1234,7	252,3
29	2,33	25,2	2,57	3123,01	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	4104,2	814,2
30	2,44	28,4	2,77	1185,13	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1576,3	323,5
31	2,2	31,5	2,58	1025,67	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1389,0	286,0
32	1,33	34,0	1,61	596,98	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	821,8	169,7
33	3,07	37,3	3,86	1285,96	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1814,0	376,4
34	2,2	41,3	2,93	2484,13	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	3656,6	729,2
35	2,93	45,5	4,18	967,41	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1475,7	312,6
36	1,47	49,3	2,25	449,0	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	716,8	153,2
37	3,01	53,6	5,07	772,41	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1306,0	284,9
38	1,4	58,2	2,65	278,09	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	502,3	113,8
39	2,2	62,6	4,78	3563,93	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	7274,5	1444,4
40	2,2	69,0	6,15	122,57	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	250,1	74,8



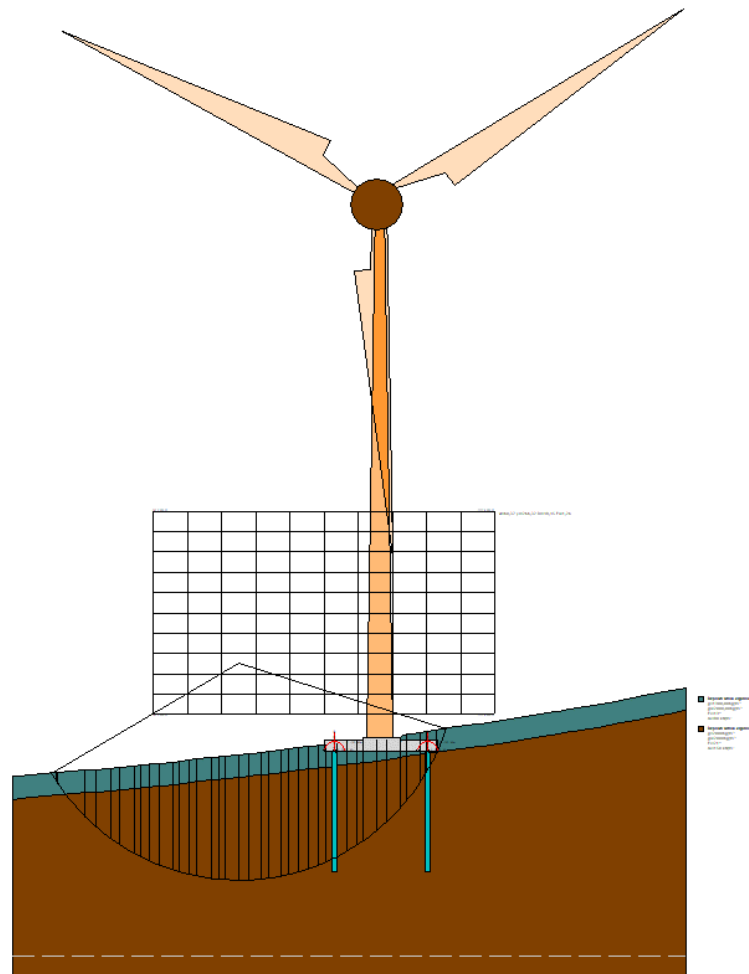
10.2.2.2. METODO DI JANBU
Superfici individuate

Superficie a fattore minimo individuato
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,26
Ascissa centro superficie	60,37 m
Ordinata centro superficie	266,32 m
Raggio superficie	48,45 m

$$x_c = 60,372 \quad y_c = 266,321 \quad R_c = 48,449 \quad F_s = 1,26$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,21	-58,3	2,3	23,64	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	92,3	66,2
2	0,22	-56,7	0,41	9,31	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	26,3	15,2
3	0,08	-56,4	0,15	3,86	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	10,4	5,8
4	6,13	-50,6	9,66	803,04	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1564,8	716,5
5	2,4	-42,9	3,28	545,06	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	799,7	300,3
6	3,16	-38,6	4,04	880,09	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1148,4	397,5
7	2,11	-34,7	2,56	679,1	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	810,8	264,1
8	3,27	-30,9	3,81	1181,84	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1310,4	406,2
9	1,49	-27,6	1,69	585,5	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	613,9	183,5
10	1,93	-25,4	2,14	796,05	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	805,8	235,5

11	2,07	-22,8	2,25	897,7	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	875,9	250,2
12	3,04	-19,6	3,23	1393,68	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1304,9	363,7
13	1,49	-16,7	1,56	711,73	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	645,4	176,7
14	2,2	-14,5	2,27	1081,31	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	958,0	259,1
15	1,7	-12,1	1,74	856,27	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	742,1	198,6
16	3,15	-9,2	3,19	1631,0	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1379,9	365,4
17	1,76	-6,2	1,77	932,3	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	772,3	203,0
18	1,31	-4,4	1,32	703,21	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	575,9	150,9
19	3,09	-1,8	3,09	1679,91	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1355,8	354,3
20	2,38	1,4	2,38	1305,48	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1687,0	429,5
21	2,76	4,5	2,77	1525,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1949,8	498,0
22	1,47	7,0	1,48	811,97	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1031,3	264,7
23	2,74	9,5	2,78	1512,02	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1911,4	494,0
24	1,66	12,1	1,7	912,55	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1150,3	300,1
25	2,2	14,5	2,27	1197,81	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1508,8	397,8
26	2,35	17,3	2,46	1262,95	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1592,8	426,4
27	2,05	20,0	2,18	1081,03	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1368,2	372,8
28	1,84	22,5	1,99	951,71	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1210,7	336,0
29	2,33	25,2	2,57	3123,01	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	4017,2	1104,2
30	2,44	28,4	2,77	1185,13	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1537,2	450,0
31	2,2	31,5	2,58	1025,67	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1350,4	409,4
32	1,33	34,0	1,61	596,98	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	796,9	249,2
33	3,07	37,3	3,86	1285,96	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1752,9	573,9
34	2,2	41,3	2,93	2484,13	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	3523,1	1172,5
35	2,93	45,5	4,18	967,41	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1411,3	536,1
36	1,47	49,3	2,25	449,0	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	681,7	281,1
37	3,01	53,6	5,07	772,41	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	1232,5	571,7
38	1,4	58,2	2,65	278,09	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	468,9	255,1
39	2,2	62,6	4,78	3563,93	0,0	0,0	9,6	17,1	0,0	6795,3	3675,4
40	2,2	69,0	6,15	122,57	0,0	0,0	8,0	15,4	0,0	218,6	242,9



10.3. RISULTATI SINTETICI

Le verifiche di stabilità globale relative all'interazione opere-pendio, con riferimento alla caratterizzazione geotecnica e sismica desunte dalla relazione geotecnica e sismica, alle scelte tecniche e progettuali innanzi richiamate, per i cui approfondimenti si rimanda ai disegni allegati al progetto, sono da ritenersi soddisfatti in quanto caratterizzati da un FS maggiore di quello previsto dalle vigenti norme (NTC 2018).

Si riporta di seguito tabelle esplicative dei risultati sintetici connessi alle verifiche di stabilità globale:

RISULTATI ANALISI DI STABILITA' GLOBALE				
Condizione	SLV		SLU	
	metodo di calcolo		metodo di calcolo	
	Bishop	Janbu	Bishop	Janbu
Drenata	2,37	2,01	1,58	1,26

11. CONCLUSIONI

Nell'ambito del P.A.I dell'A.d.B. Puglia, e con riferimento al pericolo frane, gli aerogeneratori di progetto WTG R-TSV08, WTG R-TSV09, WTG R-TSV10, con relative piazzole e viabilità d'accesso, nonché il cavidotto MT, ricadono nella zona classificata come PG1, disciplinata dall'art.15 co. 1 delle N.T.A., per il quale le stesse prevedono la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica circa la stabilità dell'area interessata.

Pertanto, al fine di dimostrare la compatibilità dell'intervento, tenuto conto delle condizioni litostratigrafiche più cautelative, si è eseguita la verifica di stabilità globale di due aerogeneratori WTG R-TSV09 e WTG R-TSV10.

Le verifiche di stabilità globale relative all'interazione opere-pendio sono da ritenersi soddisfatte in quanto caratterizzate da un FS maggiore di quello previsto dalle vigenti norme (NTC 2018).

12. ALLEGATI

Si riporta, di seguito, l'elenco documenti di riferimento per la presente relazione:

- TSV ENG TAV 00151 Corografia di inquadramento
- TSV ENG TAV 00101 Interferenza con il Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Autorità di bacino della Puglia (AdB - Puglia)
- TSV ENG TAV 00301 Dettagli Costruttivi Piazzole e Viabilità
- TSV ENG TAV 00306 Dettagli costruttivi Cavidotto MT
- TSV ENG REL 00111 Relazione geologica del progetto definitivo
- TSV ENG REL 00112 Relazione geotecnica del progetto definitivo
- TSV ENG TAV 00327 Elaborati grafici strutturali

