



COMUNE DI TROIA

PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI ORSARA DI PUGLIA

PROVINCIA DI FOGGIA

Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di 6 aerogeneratori con potenza di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nei comuni di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG), in località "Cancarro"

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica

COD. ID.				
Livello prog.	Tipo documentazione	N. elaborato	Data	Scala
PD	Definitiva	4.2.3	07/2022	

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

REVISIONI					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	LUGLIO 2022	PRIMA EMISSIONE		MAGNOTTA	MAGNOTTA

COMMITTENTE:



Italgen S.p.A

Via Kennedy,37
24020 Villa di Serio (BG), Italia
P.IVA 02605580162

PROGETTAZIONE:



MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.


via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI
pec: gpsd@pec.it
P.IVA: 06948690729

RELAZIONE GEOTECNICA

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA

INDICE

1. INFORMAZIONI INTRODUTTIVE.....	3
2. MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	3
3. MODELLAZIONE PLANO-ALTIMETRICA	5
3.1. WTG1	6
3.2. WTG2	7
3.3. WTG3	8
3.4. WTG4	9
3.5. WTG5	10
3.6. WTG6	11
3.7. FUTURO AMPLIAMENTO S.E.	12
4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	12
5. ANALISI DEI CARICHI.....	15
6. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO	17
6.1. CENNI DI TEORIA PER L'ANALISI DI STABILITÀ DEI PENDII	17
6.2. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO ANTE OPERA.....	28
6.2.1. WTG1 (ante opera).....	28
6.2.2. WTG2 (ante opera).....	32
6.2.3. WTG3 (ante opera).....	37
6.2.4. WTG4 (ante opera).....	42
6.2.5. WTG5 (ante opera).....	47
6.2.6. WTG6 (ante opera).....	51
6.2.7. FUTURO AMPLIAMENTO S.E.....	56
6.3. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO POST OPERA	60
6.3.1. WTG1 (post opera)	60
6.3.2. WTG2 (post opera)	65
6.3.3. WTG3 (post opera)	70
6.3.4. WTG4 (post opera)	75
6.3.5. WTG5 (post opera)	80
6.3.6. WTG6 (post opera)	84
6.3.7. FUTURO AMPLIAMENTO S.E. (post opera).....	89
7. CONCLUSIONI.....	94

	<p>Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"</p>	<p>Luglio 2022</p>
---	--	--------------------

8. VERIFICHE GEOTECNICHE.....95

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 dei Comuni di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia.

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

I 6 aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto sono di seguito nomenclati con sigle identificative da WTG1 a WTG6, così come individuati, tra l'altro, negli elaborati grafici di progetto.

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

WTG	Riferimenti catastali			Coordinate WGS 84-UTM 33N	
	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	E	N
WTG01	Troia	8	156	521850.75	4575926.55
WTG02	Troia	8	270	521339.11	4575901.08
WTG03	Troia	8	149	520878.51	4575452.99
WTG04	Troia	8	407	520453.85	4575181.39
WTG05	Orsara di Puglia	2	148	520927.31	4573869.89
WTG06	Orsara di Puglia	2	42	521316.76	4574727.76

La connessione alla rete di trasmissione elettrica nazionale avverrà su futuro ampliamento della stazione RTN con sezione di raccolta a 36 kV e trasformazione 150/36 kV ubicata nei comuni di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia (FG), in località "Cancarro".

Tutti gli aerogeneratori previsti in progetto, così come il futuro ampliamento della stazione elettrica, ricadono in area classificata a "media e moderata pericolosità geomorfologica (PG1)" ai sensi dell'art. 15 delle N.T.A. del P.A.I.

Il cavidotto di collegamento tra gli aerogeneratori e di collegamento del parco eolico alla stazione elettrica ricade quasi interamente in aree perimetrate PG1 e solo per minima parte in area perimetrata PG2.


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 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.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	---	-------------

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
STAZIONE ELETTRICA	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.
AEROGENERATORE WTG1	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.
AEROGENERATORE WTG2	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.
AEROGENERATORE WTG3	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.
AEROGENERATORE WTG4	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.
AEROGENERATORE WTG5	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.
AEROGENERATORE WTG6	Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.

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	$V_{s,30}$ [m/s]
STAZIONE ELETTRICA	C	303
AEROGENERATORE WTG1	C	324
AEROGENERATORE WTG2	C	323
AEROGENERATORE WTG3	C	324
AEROGENERATORE WTG4	C	318
AEROGENERATORE WTG5	C	324
AEROGENERATORE WTG6	C	326

Per ciò che attiene la classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nella tabella 3.2.III delle NTC, 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.

AEROGENERATORE	Peso di volume naturale γ_n (kN/m ³)	Angolo d'attrito interno ϕ' (°)	Coesione drenata c'(kPa)
SOTTOSTAZIONE TERNA WTG1 WTG2 WTG3 WTG4 WTG5 WTG6	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 a tutte le 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.

AEROGENERATORE	Peso di volume naturale γ_n (kN/m ³)	Angolo d'attrito interno ϕ' (°)	Coesione drenata c'(kPa)
SOTTOSTAZIONE TERNA WTG1 WTG2 WTG3 WTG4 WTG5 WTG6	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).

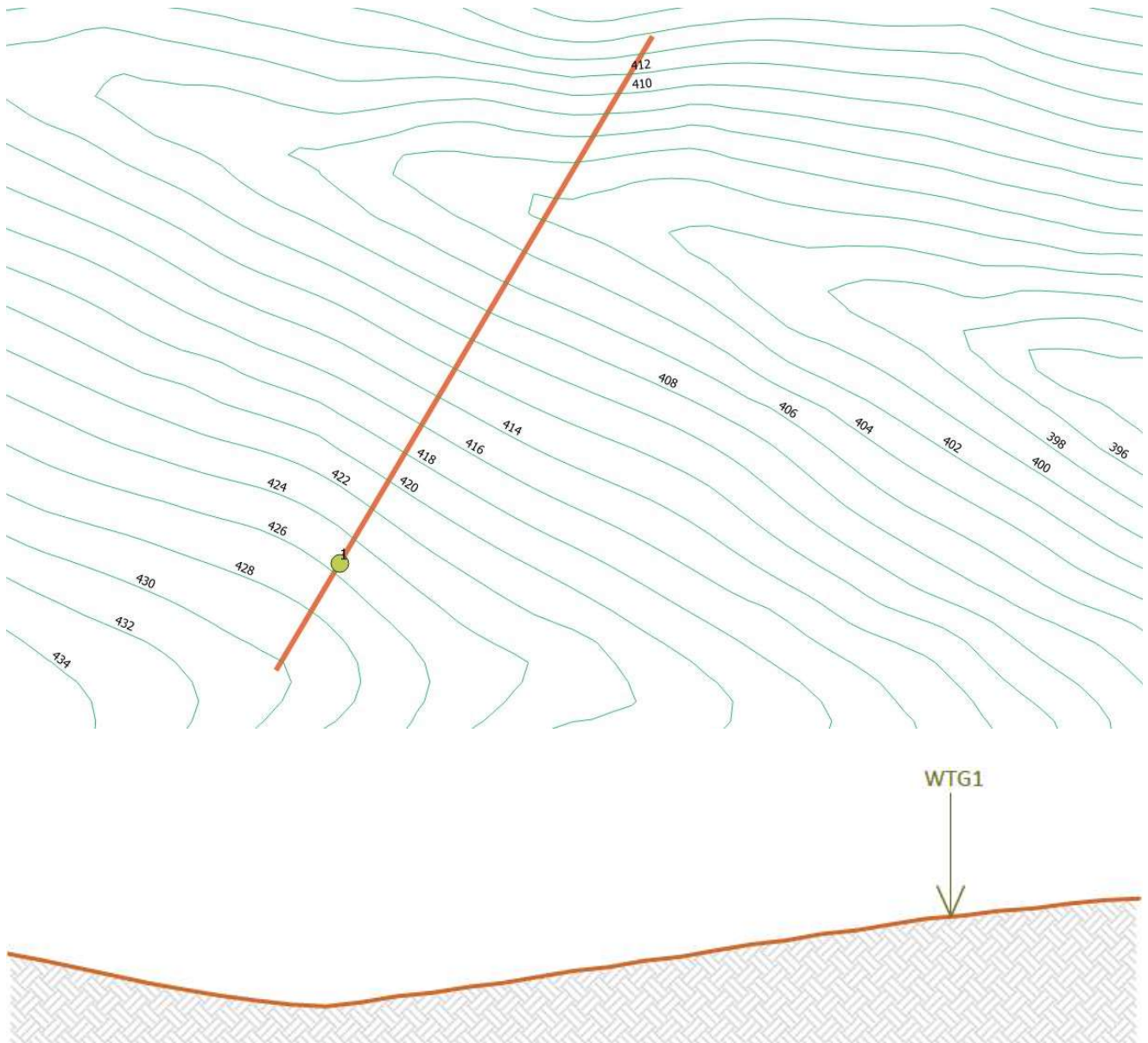
Tutti gli aerogeneratori e la totalità dei cavidotti e delle piste di accesso agli aerogeneratori sorgeranno su versanti collinari costituiti da rocce plioleistoceniche di natura argilloso-limoso-sabbiosa, le cui quote sono tutte al disotto dei 500 m s.l.m., ad eccezione di un breve tratto di cavidotto e della parte iniziale della pista di accesso agli aerogeneratori WTG 03 e 04 la cui quota supera di poco i 500 m s.l.m.

Considerata la natura prevalentemente argilloso-limoso-sabbiosa dei depositi affioranti, la morfologia dei siti individuati è abbastanza dolce ed i fianchi delle colline scendono con moderato pendio.

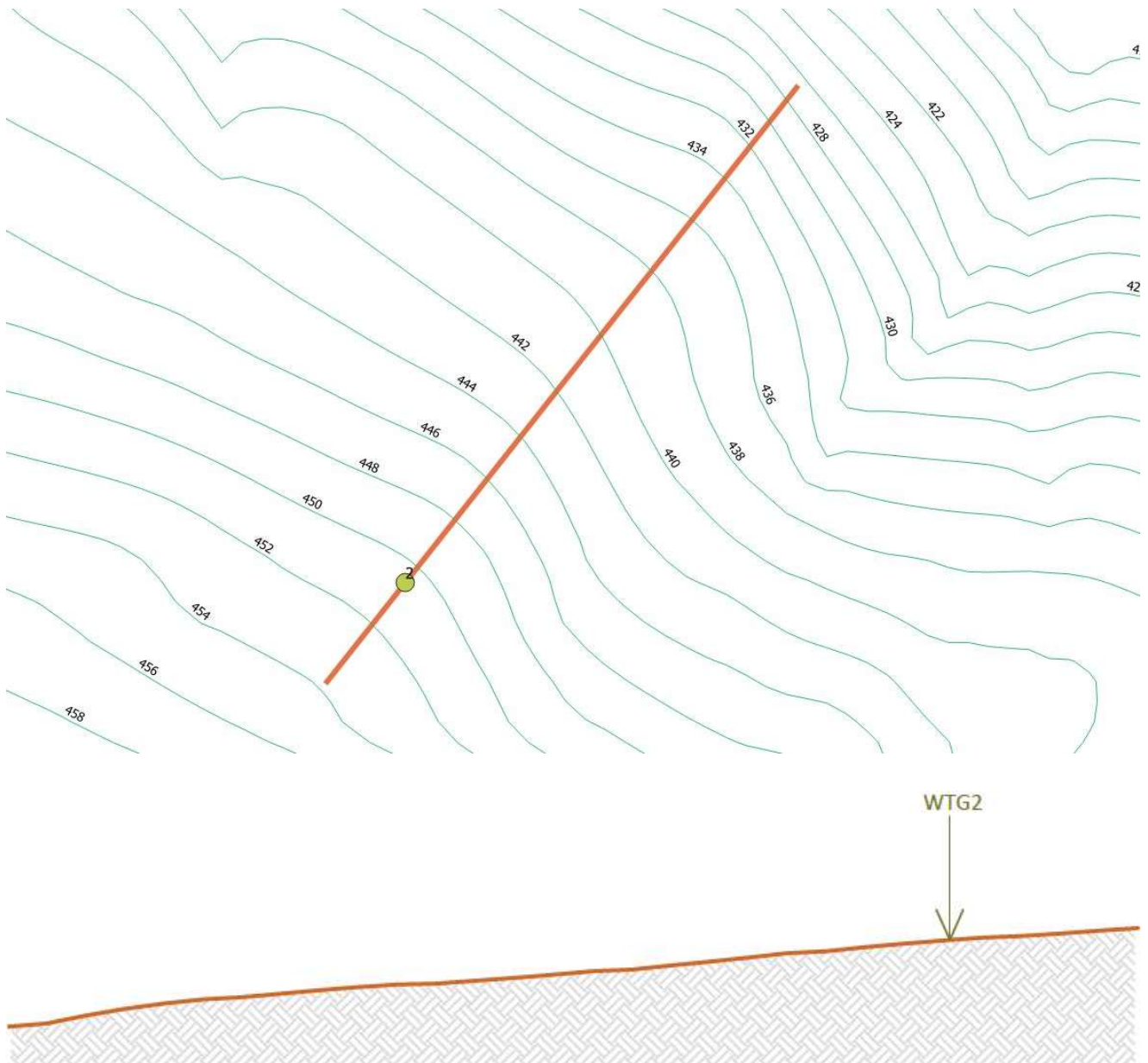
La morfologia delle aree di interesse è caratterizzata per un ampio intorno da pendenze massime che non superano il 15%. Per le porzioni di territorio in cui troveranno sede gli aerogeneratori in progetto ed il futuro ampliamento della stazione elettrica, e quindi ricadenti in area perimetrata dal P.A.I., 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 300 m e si estende per 250 m a valle dell'aerogeneratore e 50 m a monte.

3.1. WTG1



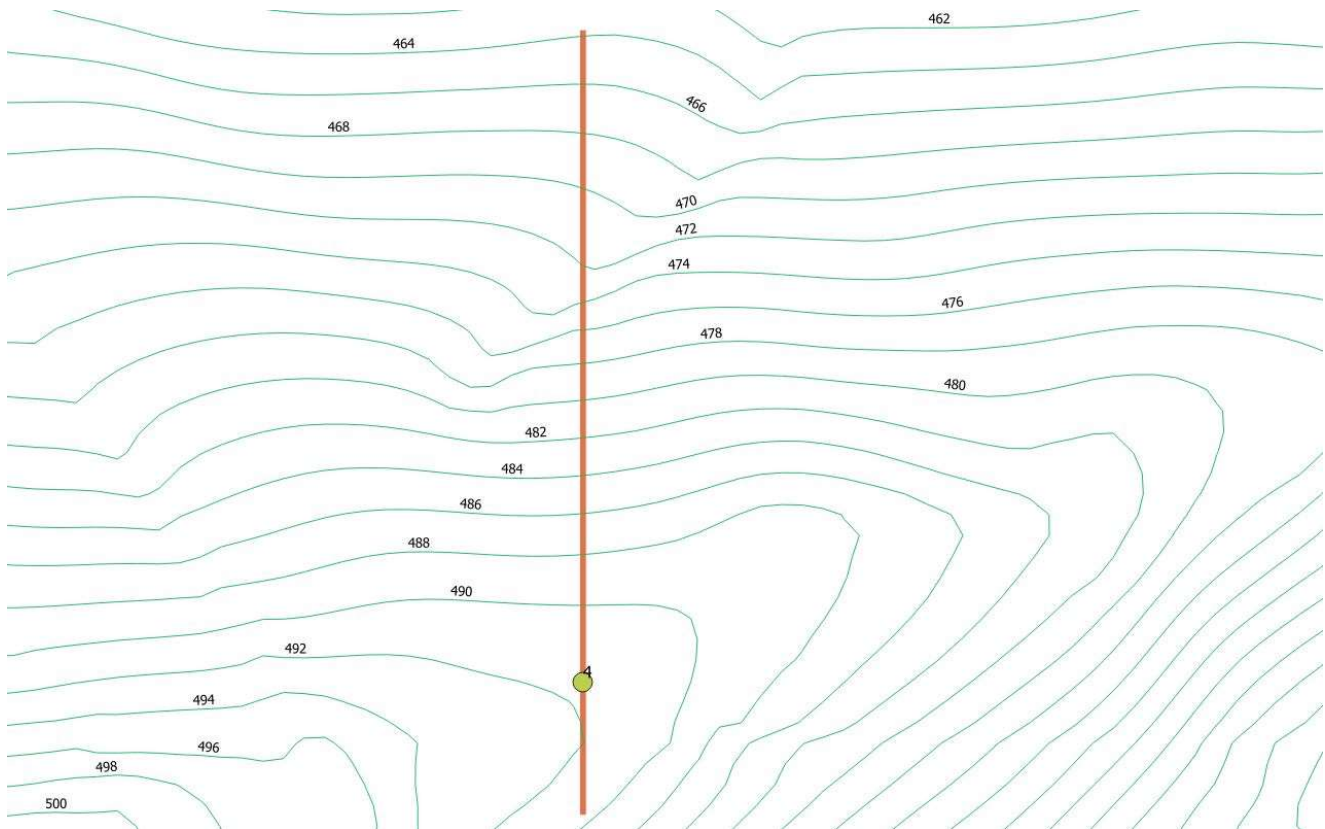
3.2. WTG2



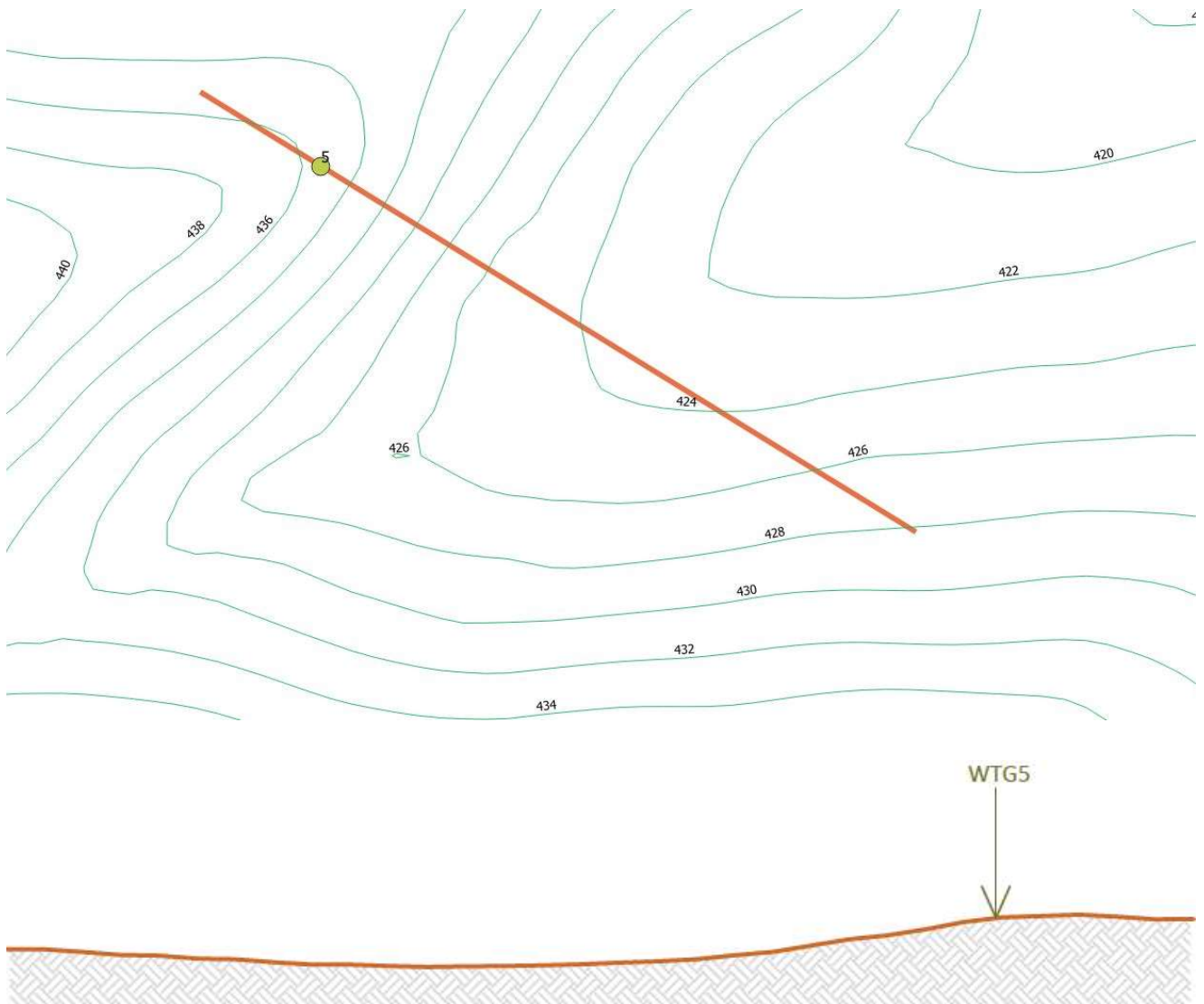
3.3. WTG3



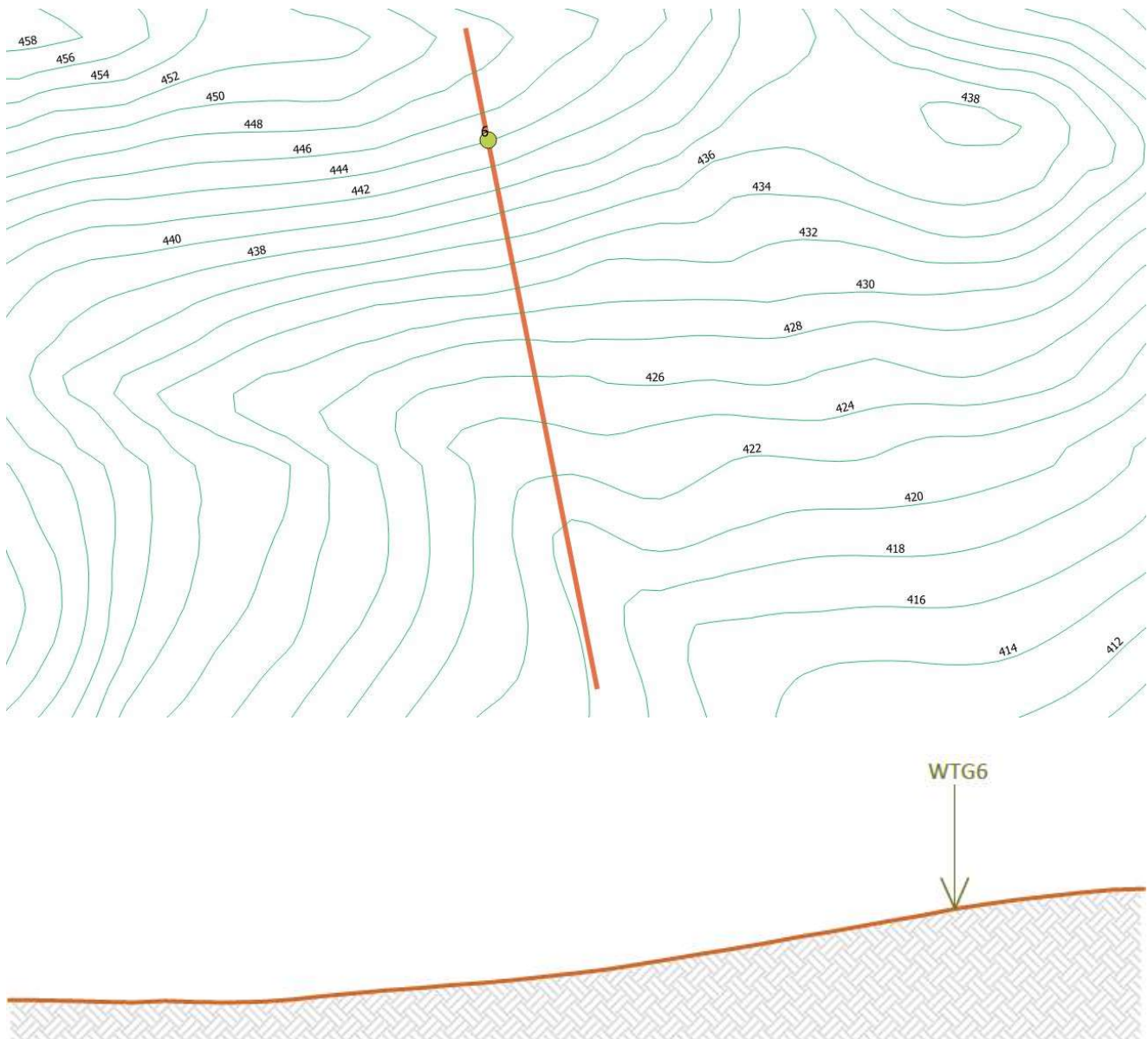
3.4. WTG4



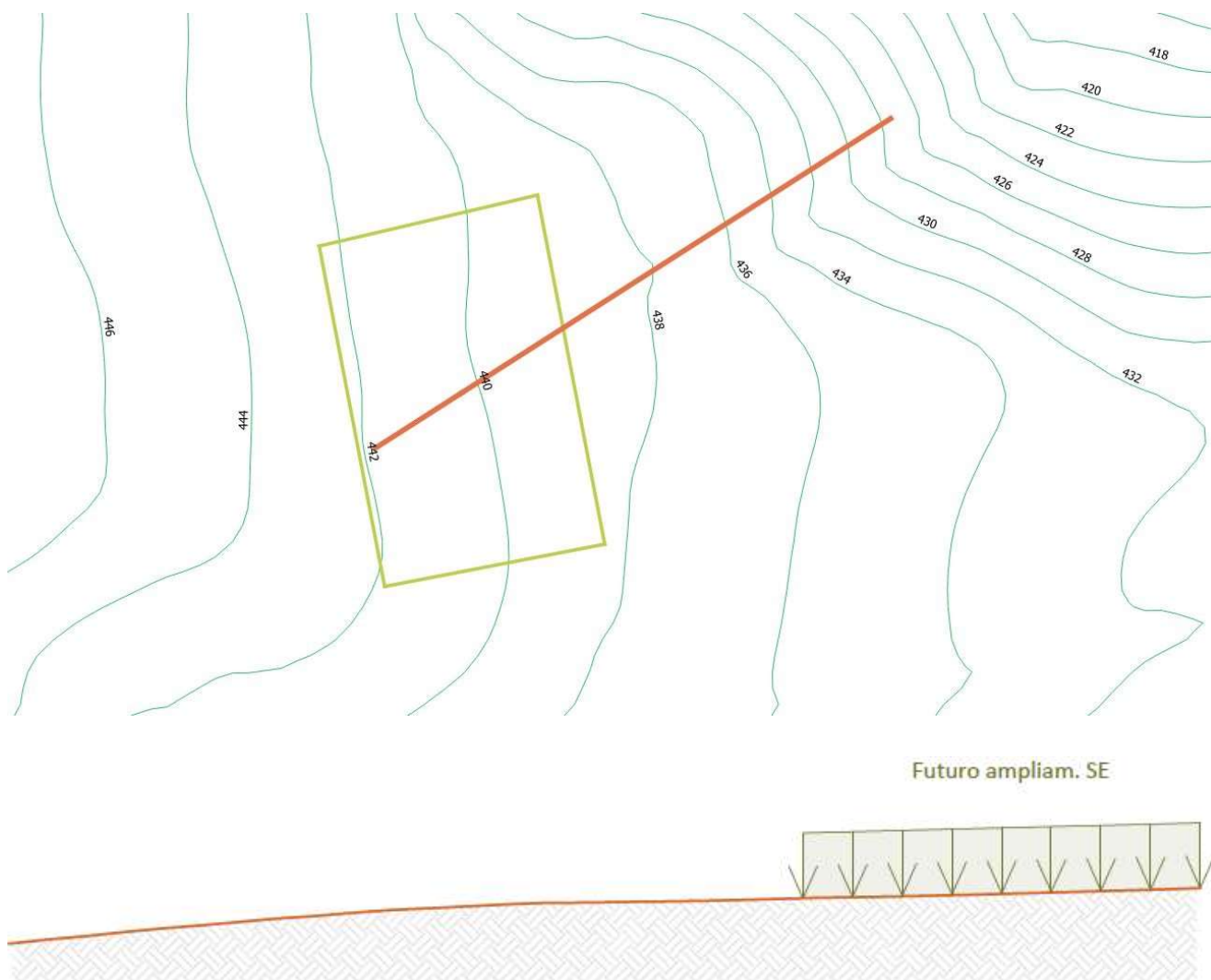
3.5. WTG5



3.6. WTG6



3.7. FUTURO AMPLIAMENTO S.E.



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;

T_{c^*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per la valutazione dell'azione sismica si assumono le seguenti coordinate (WGS 84-UTM 33N) baricentriche rispetto alla posizione prevista per le opere in progetto: Lat. 41,32926°; Long. 15,25348°.

Proprietà delle costruzioni

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

Di seguito si riportano i parametri sismici adoperati per le calcolazioni.

Parametri sismici- Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine:	41,330241
longitudine:	15,254336
Classe:	4
Vita nominale:	100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 30995	Lat: 41,3219	Lon: 15,2212	Distanza: 2922,586
Sito 2	ID: 30996	Lat: 41,3209	Lon: 15,2877	Distanza: 2976,468
Sito 3	ID: 30774	Lat: 41,3709	Lon: 15,2892	Distanza: 5369,793
Sito 4	ID: 30773	Lat: 41,3719	Lon: 15,2225	Distanza: 5337,205

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	120	[anni]
ag:	0,087	g
Fo:	2,581	
Tc*:	0,371	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:	201	[anni]	
ag:	0,108	g	
Fo:	2,542		
Tc*:	0,420	[s]	

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%	
Tr:	1898	[anni]	
ag:	0,259	g	
Fo:	2,568		
Tc*:	0,462	[s]	

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%	
Tr:	2475	[anni]	
ag:	0,287	g	
Fo:	2,566		
Tc*:	0,459	[s]	

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,460
St:	1,000
Kh:	0,026
Kv:	0,013
Amax:	1,273
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,039
Kv:	0,019
Amax:	1,589
Beta:	0,240

SLV:

Ss:	1,300
Cc:	1,350
St:	1,000
Kh:	0,094
Kv:	0,047
Amax:	3,306
Beta:	0,280

SLC:

Ss:	1,260
-----	-------

Cc: 1,360
St: 1,000
Kh: 0,101
Kv: 0,051
Amax: 3,541
Beta: 0,280

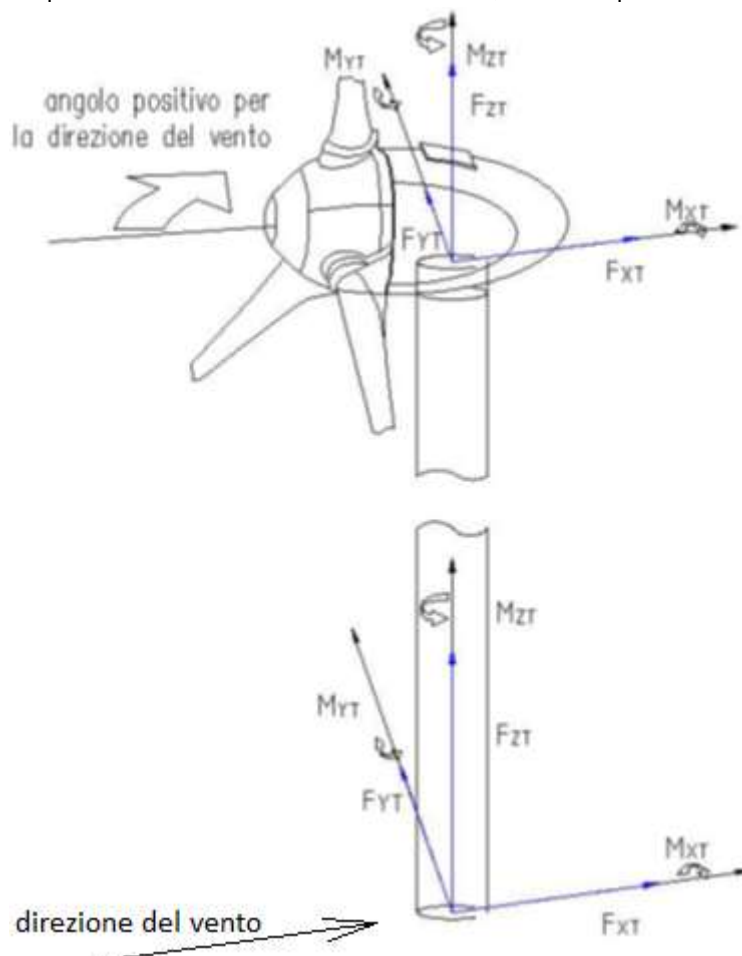
5. ANALISI DEI CARICHI

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 kN/m³.

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.

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 futuro ampliamento della stazione elettrica, in fase post opera si considera un carico uniformemente distribuito equivalente pari a 20 kN/m^2 ($0,20 \text{ kg/cm}^2$) 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

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 (ϕ), 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.

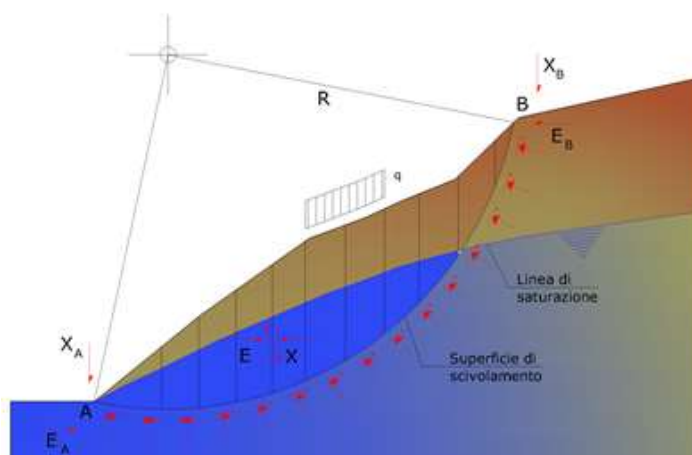
Metodo equilibrio limite (LEM)

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 (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_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

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.

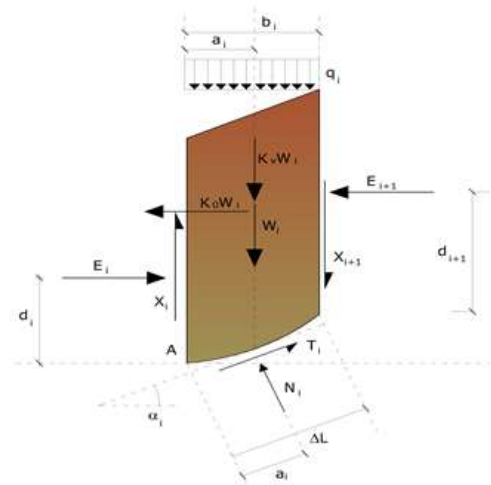
Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

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:

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

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

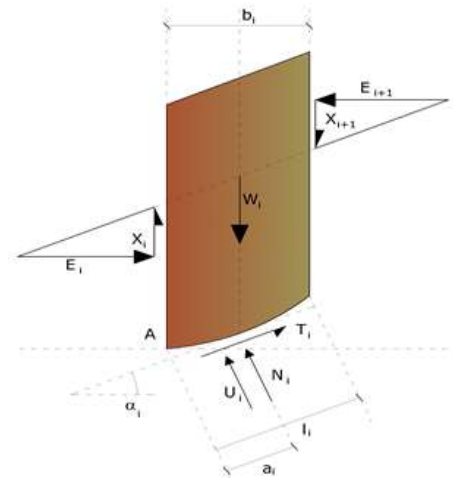
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto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

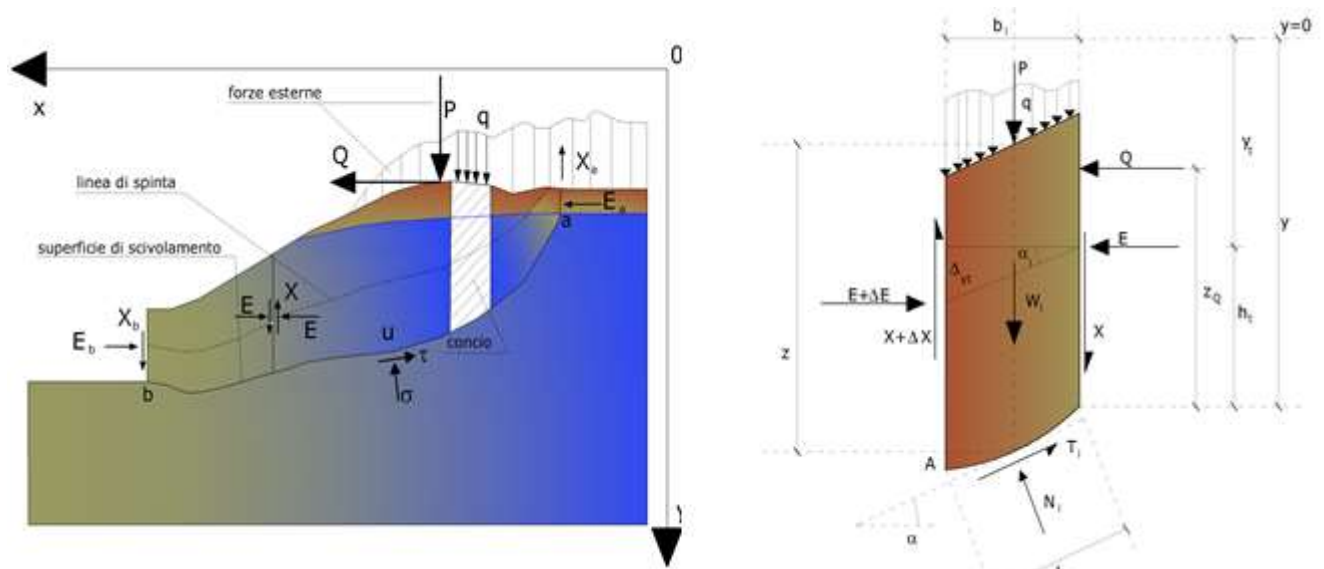
Metodo di Janbu (1967)

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.

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



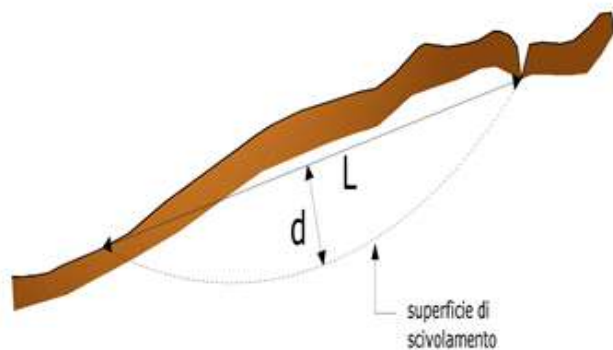
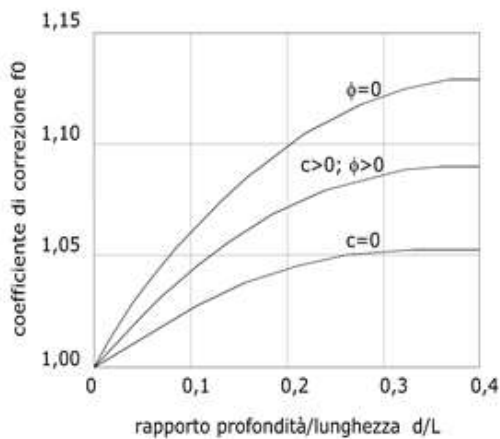


Azioni sul concio i -esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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 σ e τ 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;

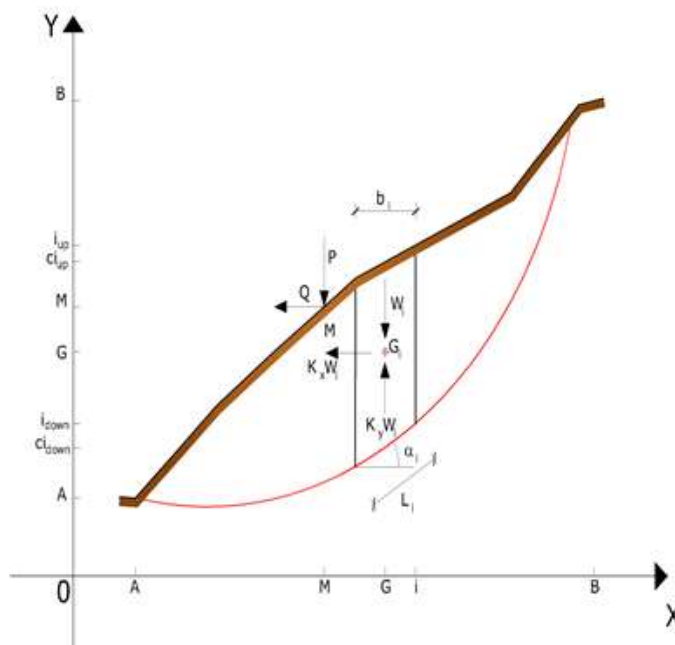
φ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

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 **x₀** 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 **C₃**. 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 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	---	-------------

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:

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

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

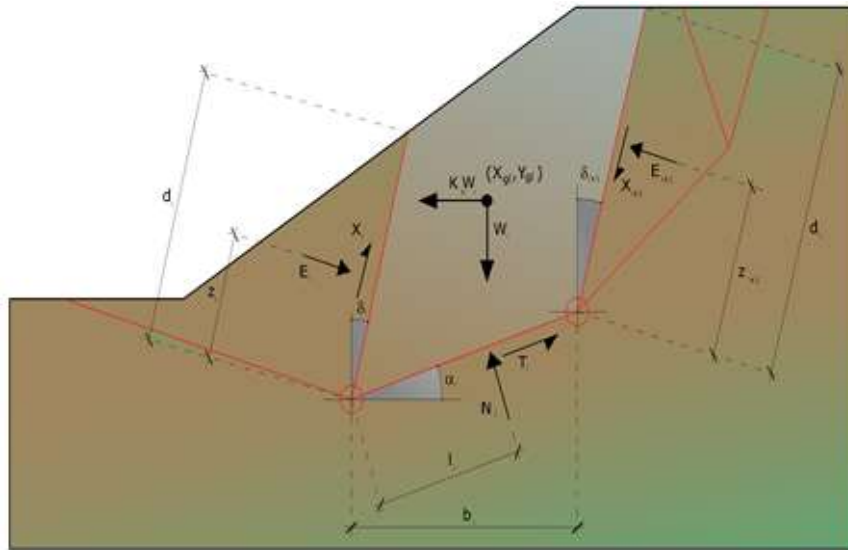
Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_i = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

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

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

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

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 λ rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c , λ 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 conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ ;
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 un 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;

θ = 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 θ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

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

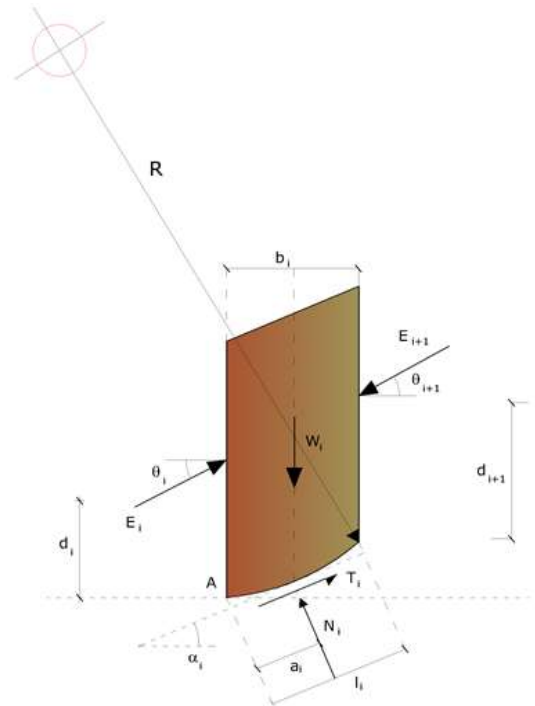
Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ 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.

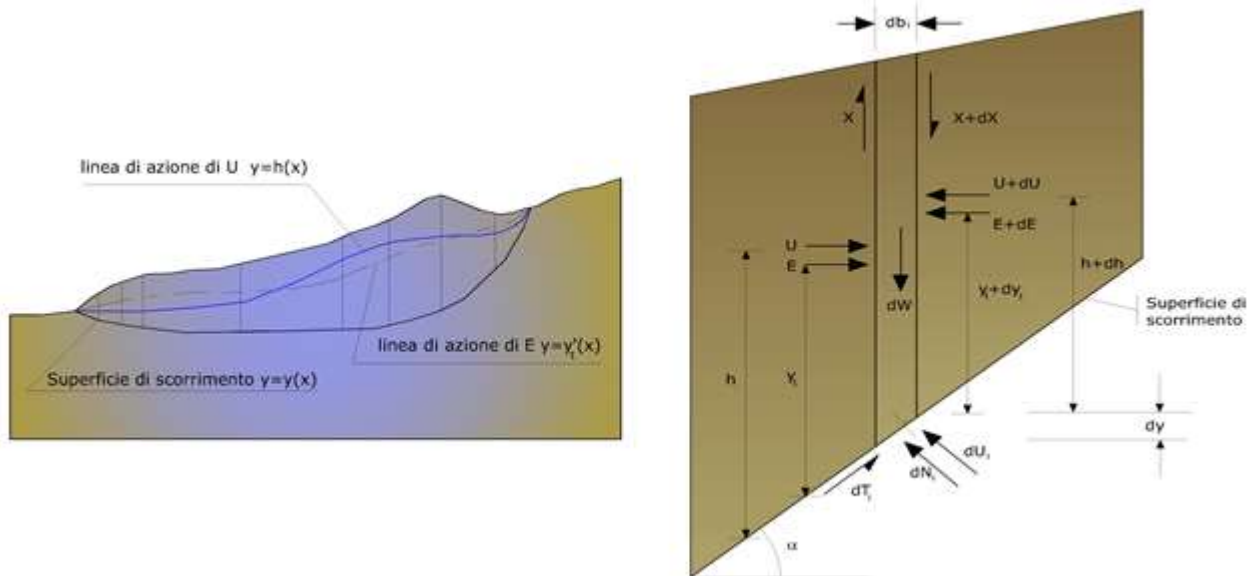
La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia 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 mezzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

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

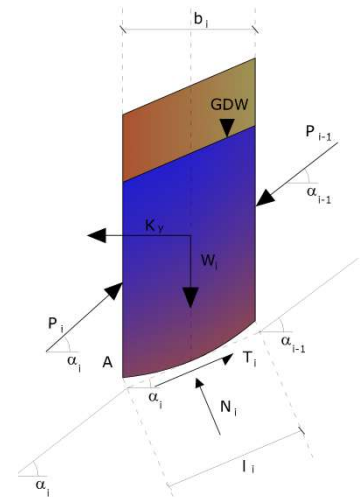
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

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 indeterminazione 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 $(6n-3)$;



-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 (P_{i-1}) e P_i si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia (α_i), 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.

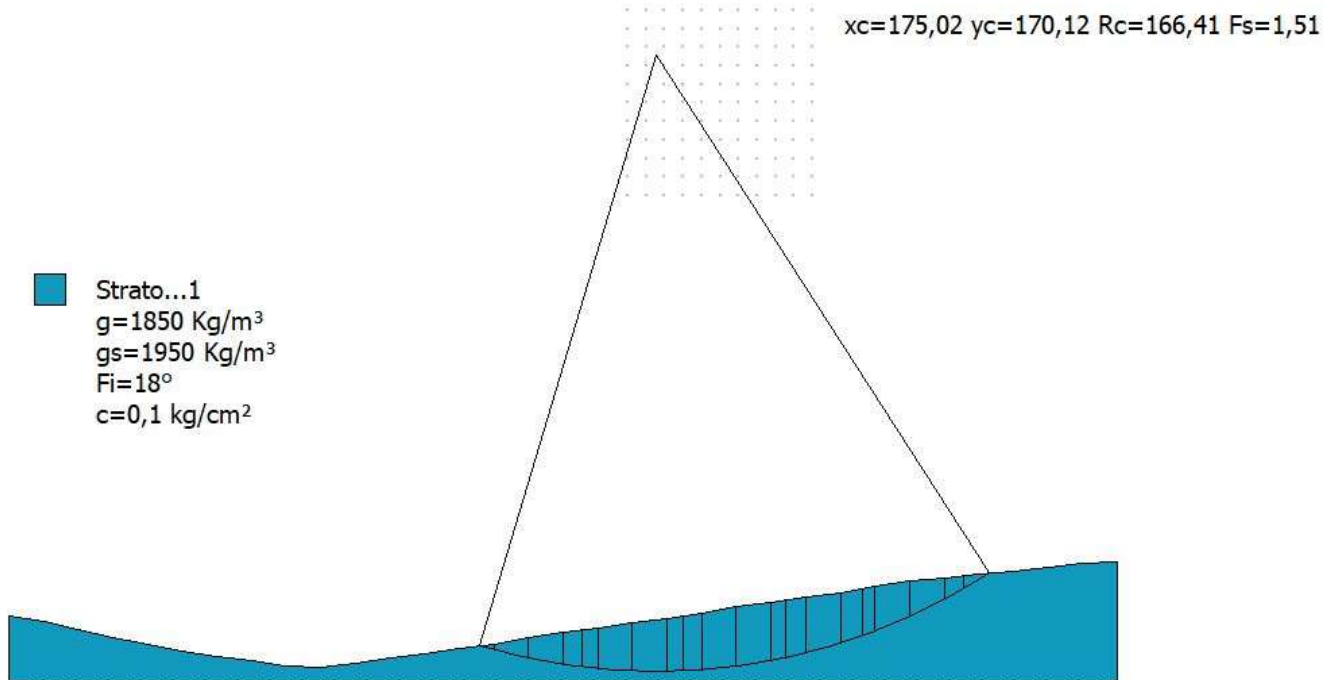
Ricerca della superficie di scorrimento critica

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.

6.2. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO ANTE OPERA

6.2.1. WTG1 (ante opera)



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	167,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	132,62 m
Ascissa vertice destro superiore xs	217,52 m
Ordinata vertice destro superiore ys	182,62 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,094

Coefficiente azione sismica verticale 0,047

Vertici profilo

Nr X y

	(m)	(m)
1	0,0	18,88
2	9,38	17,14
3	18,75	15,06
4	28,13	13,07
5	37,5	11,08
6	46,88	9,44
7	56,25	7,84
8	65,63	6,58
9	75,0	5,44
10	84,38	5,0
11	93,75	6,1
12	103,13	7,64
13	112,5	8,56
14	121,88	10,09
15	131,25	11,14
16	140,63	12,76
17	150,0	14,33
18	159,38	15,38
19	168,75	16,99
20	178,13	18,05
21	187,5	19,67
22	196,88	21,32
23	206,25	22,35
24	215,63	24,05
25	225,0	25,03
26	234,38	26,63
27	243,75	28,16
28	253,13	28,94
29	262,5	30,17
30	271,88	30,87
31	281,25	32,07
32	290,63	32,99
33	300,0	33,39

Coefficienti parziali azioni

=====
 Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850	1950	

Risultati analisi pendio

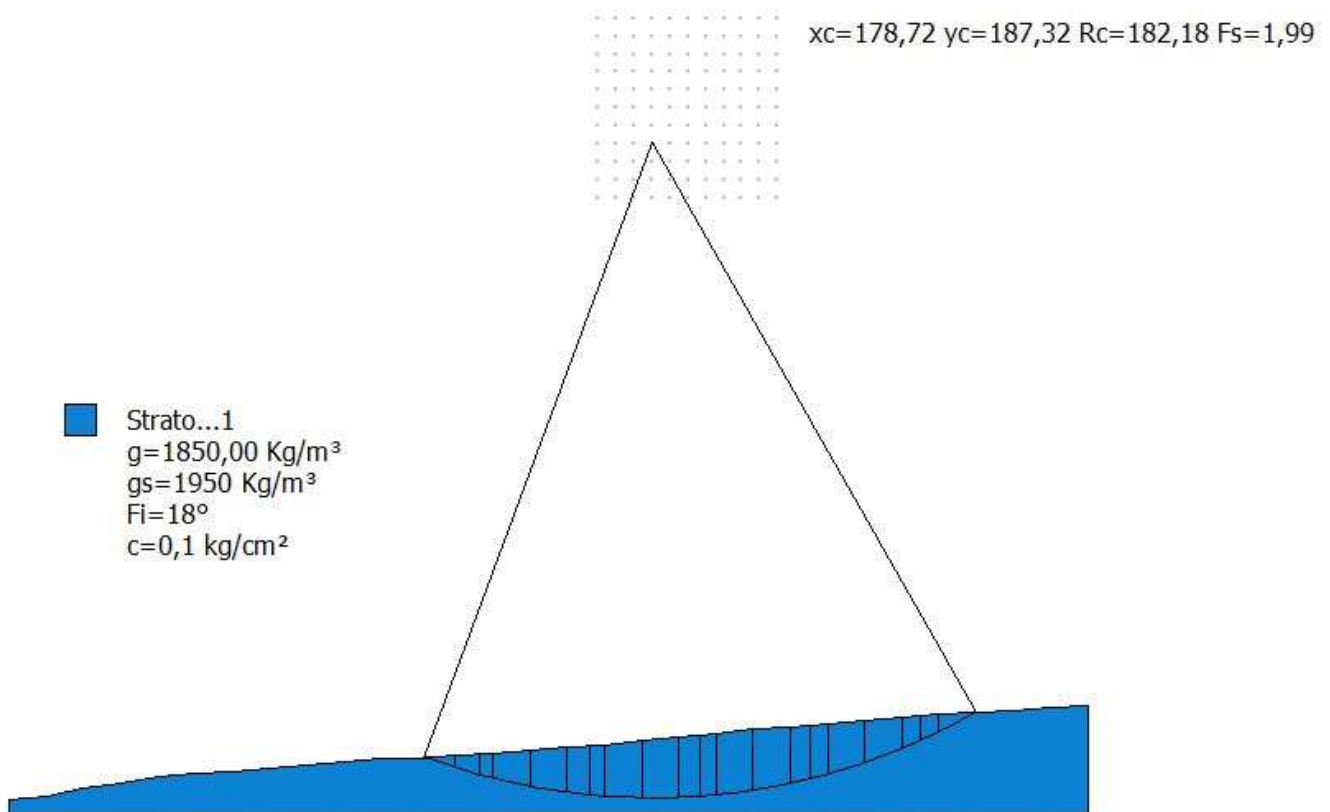
=====
 Fs minimo individuato 1,51
 Ascissa centro superficie 175,02 m
 Ordinata centro superficie 170,12 m
 Raggio superficie 166,41 m
 =====

xc = 175,015 yc = 170,122 Rc = 166,405 Fs=1,512

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,93	-16,0	4,08	5762,66	541,69	270,85	0,1	18,0	0,0	5950,1	-1062,9
2	9,38	-13,6	9,64	62099,49	5837,35	2918,68	0,1	18,0	0,0	64569,8	-8915,2
3	9,38	-10,3	9,53	124148,6	11669,97	5834,98	0,1	18,0	0,0	129978,3	-10686,9

4	4,93	-7,8	4,98	85398,41	8027,45	4013,73	0,1	18,0	0,0	89675,2	-3619,2
5	4,44	-6,2	4,47	85858,85	8070,73	4035,37	0,1	18,0	0,0	90241,2	-1192,1
6	9,38	-3,8	9,4	209947,8	19735,09	9867,54	0,1	18,0	0,0	220637,7	5868,3
7	9,38	-0,5	9,38	239206,8	22485,44	11242,72	0,1	18,0	0,0	250651,6	20215,5
8	4,42	1,8	4,42	119630,3	11245,25	5622,62	0,1	18,0	0,0	124829,3	15064,5
9	4,95	3,4	4,96	139531,3	13115,94	6557,97	0,1	18,0	0,0	145035,9	21484,5
10	9,38	5,9	9,43	275570,0	25903,58	12951,79	0,1	18,0	0,0	284306,0	54214,0
11	9,38	9,2	9,5	277248,8	26061,38	13030,69	0,1	18,0	0,0	282399,3	69976,0
12	3,91	11,5	3,99	113064,1	10628,02	5314,01	0,1	18,0	0,0	113879,6	32966,2
13	5,47	13,2	5,62	156515,0	14712,41	7356,21	0,1	18,0	0,0	156219,8	49955,1
14	9,38	15,8	9,74	252217,9	23708,48	11854,24	0,1	18,0	0,0	247635,0	91498,2
15	5,86	18,5	6,19	142979,9	13440,11	6720,06	0,1	18,0	0,0	137651,5	58218,0
16	3,51	20,3	3,74	80049,23	7524,63	3762,31	0,1	18,0	0,0	76024,1	34771,4
17	9,38	22,6	10,16	188299,3	17700,14	8850,07	0,1	18,0	0,0	175131,2	88843,1
18	9,38	26,2	10,45	134501,0	12643,1	6321,55	0,1	18,0	0,0	120777,5	70718,9
19	5,35	29,0	6,12	46003,11	4324,29	2162,15	0,1	18,0	0,0	40006,7	26117,4
20	6,9	31,5	8,1	24044,75	2260,21	1130,1	0,1	18,0	0,0	20285,1	14489,2

6.2.2. WTG2 (ante opera)



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	163,72 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	172,32 m
Ascissa vertice destro superiore xs	213,72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	222,32 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]

S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,0
2	10,34	5,88
3	20,69	7,95
4	31,03	9,71
5	41,38	11,11
6	51,72	12,25
7	62,07	12,81
8	72,41	13,77
9	82,76	14,64
10	93,1	15,45
11	103,45	16,19
12	113,79	16,45
13	124,14	17,14
14	134,48	17,91
15	144,83	18,75
16	155,17	19,7

17	165,52	20,13
18	175,86	21,16
19	186,21	22,22
20	196,55	23,3
21	206,9	24,42
22	217,24	24,97
23	227,59	26,0
24	237,93	26,93
25	248,28	27,79
26	258,62	28,59
27	268,97	28,95
28	279,31	29,65
29	289,66	30,36
30	300,0	31,05

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

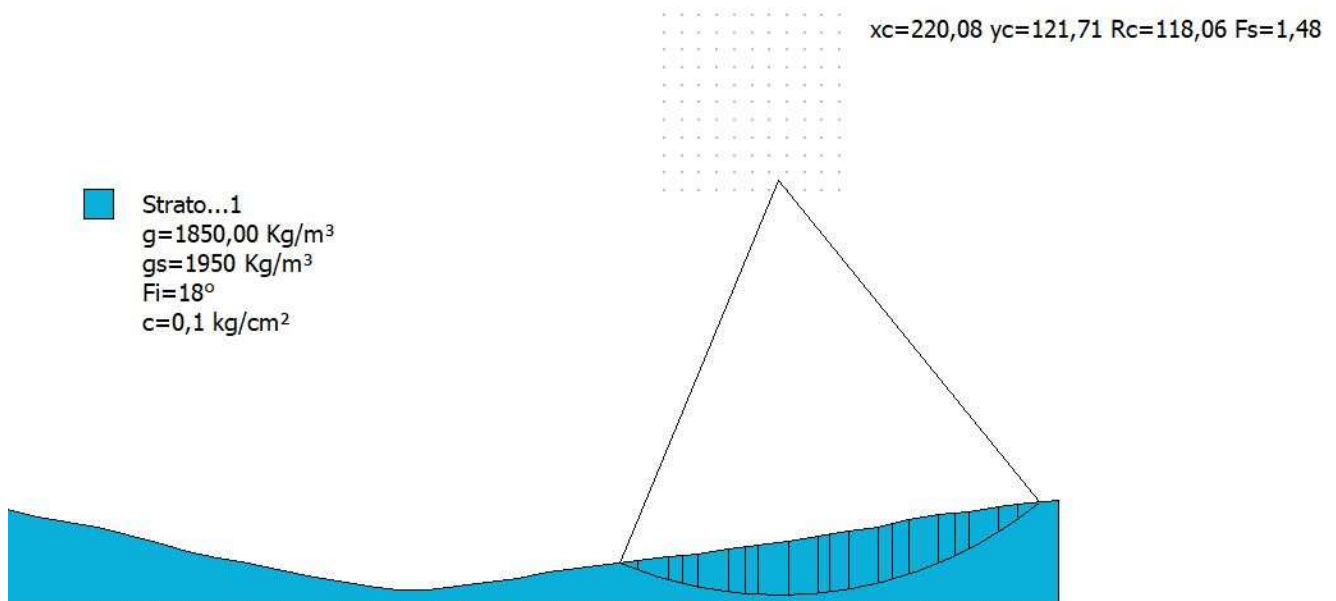
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,99
Ascissa centro superficie	178,72 m
Ordinata centro superficie	187,32 m
Raggio superficie	182,18 m

xc = 178,722 yc = 187,323 Rc = 182,176 Fs=1,987

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	8,85	-18,9	9,35	30733,57	2898,18	1450,62	0,1	18,0	0,0	31387,0	-7216,4
2	6,5	-16,4	6,77	58346,28	5502,05	2753,94	0,1	18,0	0,0	60174,0	-11165,6
3	3,85	-14,7	3,98	47519,52	4481,09	2242,92	0,1	18,0	0,0	49273,6	-7707,5
4	10,34	-12,4	10,59	171187,8	16143,01	8080,07	0,1	18,0	0,0	178557,1	-20959,1
5	10,34	-9,1	10,48	225791,0	21292,09	10657,33	0,1	18,0	0,0	236847,0	-14587,8
6	6,15	-6,5	6,19	153888,3	14511,67	7263,53	0,1	18,0	0,0	161761,8	-2878,1
7	4,19	-4,8	4,21	110598,6	10429,45	5220,26	0,1	18,0	0,0	116285,6	1102,2
8	10,34	-2,5	10,35	293200,3	27648,79	13839,06	0,1	18,0	0,0	307960,2	14688,3
9	10,34	0,7	10,35	316322,5	29829,21	14930,42	0,1	18,0	0,0	330847,4	33843,8
10	5,8	3,3	5,81	183465,5	17300,8	8659,57	0,1	18,0	0,0	190825,9	27734,6
11	4,54	4,9	4,56	144923,5	13666,28	6840,39	0,1	18,0	0,0	150042,0	25994,7
12	10,34	7,3	10,43	330294,2	31146,74	15589,89	0,1	18,0	0,0	339179,4	72618,0
13	10,34	10,6	10,52	315236,0	29726,76	14879,14	0,1	18,0	0,0	319089,3	86950,9
14	5,46	13,1	5,6	155175,7	14633,07	7324,29	0,1	18,0	0,0	154965,1	49392,4
15	4,89	14,8	5,05	131922,7	12440,31	6226,75	0,1	18,0	0,0	130418,2	45648,0
16	10,34	17,3	10,83	251107,2	23679,41	11852,26	0,1	18,0	0,0	244087,9	97128,3
17	10,34	20,7	11,06	200140,7	18873,26	9446,64	0,1	18,0	0,0	189377,3	88416,7
18	5,11	23,3	5,57	75289,32	7099,78	3553,66	0,1	18,0	0,0	69591,4	36324,6
19	5,23	25,1	5,78	58380,47	5505,28	2755,56	0,1	18,0	0,0	53025,1	29754,4
20	10,11	27,8	11,43	48520,71	4575,5	2290,18	0,1	18,0	0,0	42806,8	26685,0

6.2.3. WTG3 (ante opera)



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	187,58 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	119,21 m
Ascissa vertice destro superiore xs	237,58 m
Ordinata vertice destro superiore ys	169,21 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	27,9
2	8,57	25,85

3	17,14	24,3
4	25,71	22,81
5	34,29	20,71
6	42,86	18,35
7	51,43	15,84
8	60,0	14,08
9	68,57	12,57
10	77,14	10,71
11	85,71	9,12
12	94,29	7,65
13	102,86	6,1
14	111,43	4,94
15	120,0	5,06
16	128,57	6,26
17	137,14	7,24
18	145,71	8,29
19	154,29	10,28
20	162,86	11,25
21	171,43	12,26
22	180,0	13,42
23	188,57	14,33
24	197,14	15,29
25	205,71	16,59
26	214,29	17,69
27	222,86	18,85
28	231,43	20,49
29	240,0	21,75
30	248,57	23,03
31	257,14	25,05
32	265,71	26,43
33	274,29	27,42
34	282,86	28,75
35	291,43	29,69
36	300,0	30,61

Coefficienti parziali azioni

=====

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Risultati analisi pendio

=====

Fs minimo individuato	1,48
Ascissa centro superficie	220,08 m
Ordinata centro superficie	121,71 m
Raggio superficie	118,06 m

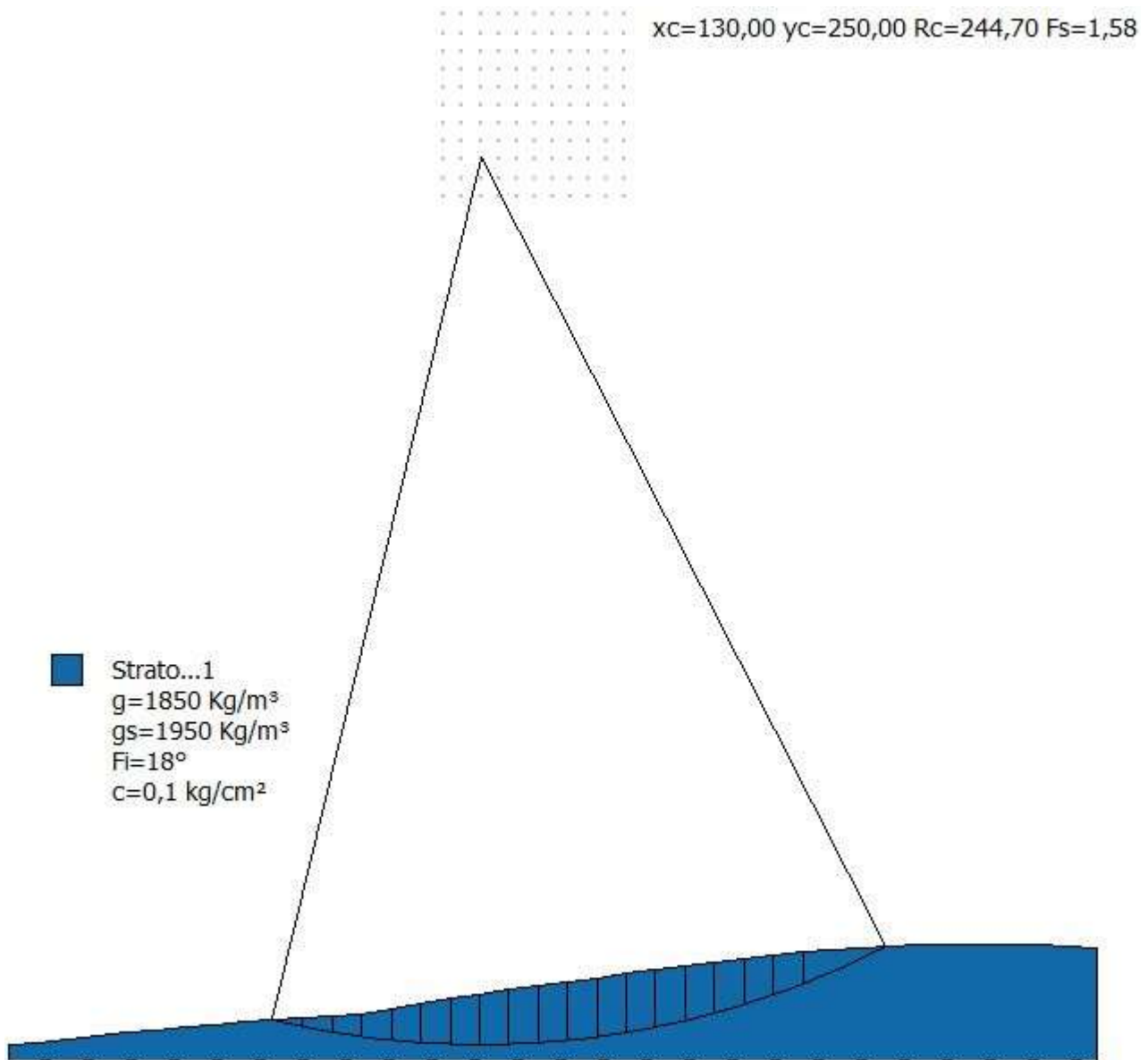
=====

xc = 220,085 yc = 121,711 Rc = 118,06 Fs=1,481

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5,27	-21,2	5,65	13784,54	1299,88	650,63	0,1	18,0	0,0	13927,0	-3777,5
2	8,57	-17,7	9,0	74007,69	6978,93	3493,16	0,1	18,0	0,0	75964,3	-15807,7
3	4,12	-14,4	4,25	54700,55	5158,26	2581,87	0,1	18,0	0,0	56757,6	-8654,1

4	4,45	-12,3	4,56	71499,51	6742,4	3374,78	0,1	18,0	0,0	74590,1	-8657,6
5	8,57	-9,1	8,68	171349,2	16158,23	8087,68	0,1	18,0	0,0	179734,3	-11140,9
6	4,93	-5,8	4,96	115473,6	10889,16	5450,35	0,1	18,0	0,0	121405,6	-811,6
7	3,64	-3,7	3,65	91263,16	8606,12	4307,62	0,1	18,0	0,0	95927,0	2698,1
8	8,57	-0,7	8,57	231644,9	21844,12	10933,64	0,1	18,0	0,0	242838,8	18871,6
9	8,57	3,4	8,59	250614,7	23632,97	11829,01	0,1	18,0	0,0	260559,9	38582,9
10	3,16	6,3	3,18	95729,96	9027,34	4518,45	0,1	18,0	0,0	98657,2	19454,9
11	5,41	8,4	5,47	164487,2	15511,14	7763,79	0,1	18,0	0,0	168148,0	39330,7
12	8,57	11,8	8,76	257380,1	24270,95	12148,34	0,1	18,0	0,0	258818,3	76550,9
13	3,98	15,0	4,12	116605,3	10995,88	5503,77	0,1	18,0	0,0	115130,3	40728,2
14	4,59	17,1	4,81	132745,9	12517,94	6265,61	0,1	18,0	0,0	129160,0	51056,6
15	8,57	20,5	9,15	231737,0	21852,8	10937,99	0,1	18,0	0,0	219625,9	101680,6
16	4,79	24,0	5,25	113932,3	10743,82	5377,61	0,1	18,0	0,0	104614,7	56173,3
17	3,78	26,3	4,21	79176,84	7466,38	3737,15	0,1	18,0	0,0	71018,9	41781,1
18	8,57	29,7	9,87	141563,7	13349,46	6681,81	0,1	18,0	0,0	122120,0	81784,8
19	5,61	33,8	6,75	57271,16	5400,67	2703,2	0,1	18,0	0,0	46861,5	36314,5
20	5,99	37,2	7,52	22440,68	2116,16	1059,2	0,1	18,0	0,0	17433,8	15258,6

6.2.4. WTG4 (ante opera)



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	120,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	240,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	170,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	290,0 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

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

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]

S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,0
2	8,11	5,89
3	16,22	6,76
4	24,32	7,63
5	32,43	8,5
6	40,54	9,35
7	48,65	10,15
8	56,76	10,9
9	64,86	11,58
10	72,97	12,19
11	81,08	12,72
12	89,19	13,16
13	97,3	13,5
14	105,41	15,17
15	113,51	16,83
16	121,62	18,13
17	129,73	19,28
18	137,84	20,41
19	145,95	21,52
20	154,05	22,62
21	162,16	23,72
22	170,27	24,83
23	178,38	25,93
24	186,49	27,02
25	194,59	28,06
26	202,7	29,04

27	210,81	29,95
28	218,92	30,75
29	227,03	31,43
30	235,14	31,99
31	243,24	32,43
32	251,35	32,75
33	259,46	32,97
34	267,57	33,07
35	275,68	33,12
36	283,78	32,88
37	291,89	32,54
38	300,0	31,99

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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	Coazione (kg/cm ²)	Coazione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850	1950	

Risultati analisi pendio

=====

Fs minimo individuato	1,58
Ascissa centro superficie	130,0 m
Ordinata centro superficie	250,0 m
Raggio superficie	244,7 m

=====

xc = 130,00 yc = 250,00 Rc = 244,703 Fs=1,579

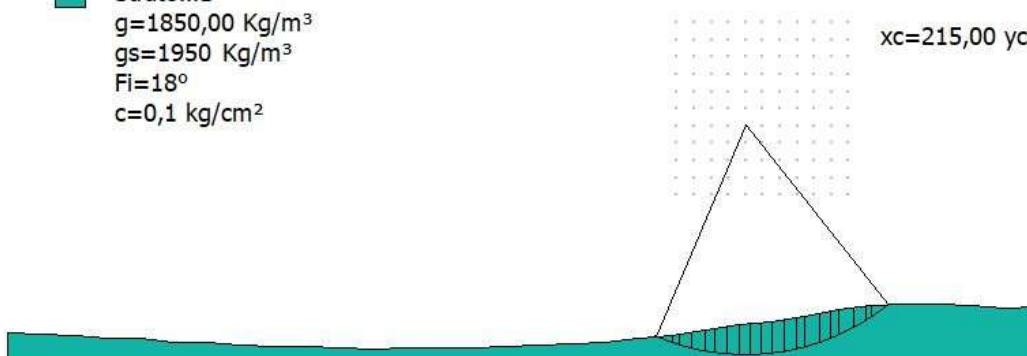
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,49	-13,5	0,5	69,45	6,55	3,28	0,1	18,0	0,0	72,2	-9,9
2	8,11	-12,5	8,31	20301,54	1914,44	958,23	0,1	18,0	0,0	21170,0	-2526,5
3	8,11	-10,6	8,25	52414,9	4942,73	2473,98	0,1	18,0	0,0	54864,5	-4752,4
4	8,11	-8,6	8,2	78853,18	7435,86	3721,87	0,1	18,0	0,0	82755,0	-4494,9
5	8,11	-6,7	8,16	110357,6	10406,72	5208,88	0,1	18,0	0,0	115990,0	-2586,8
6	8,11	-4,8	8,14	147626,5	13921,18	6967,97	0,1	18,0	0,0	155217,5	1478,5
7	8,11	-2,9	8,12	177975,3	16783,07	8400,44	0,1	18,0	0,0	186987,8	7718,1
8	8,11	-1,0	8,11	200489,9	18906,2	9463,13	0,1	18,0	0,0	210254,4	15359,8
9	8,11	0,9	8,11	217765,9	20535,33	10278,55	0,1	18,0	0,0	227699,7	23900,4
10	8,11	2,8	8,12	230690,5	21754,11	10888,59	0,1	18,0	0,0	240236,2	32940,7
11	8,11	4,7	8,14	239301,4	22566,12	11295,03	0,1	18,0	0,0	247913,2	42051,9
12	8,11	6,6	8,16	243801,6	22990,5	11507,44	0,1	18,0	0,0	250977,5	50846,7
13	8,11	8,5	8,2	244240,4	23031,87	11528,15	0,1	18,0	0,0	249541,8	58931,1
14	8,11	10,4	8,24	240521,6	22681,19	11352,62	0,1	18,0	0,0	243597,6	65879,2
15	8,11	12,4	8,3	232394,5	21914,8	10969,02	0,1	18,0	0,0	233013,3	71208,0
16	8,11	14,3	8,37	219500,7	20698,92	10360,43	0,1	18,0	0,0	217591,4	74368,6
17	8,11	16,3	8,45	201427,5	18994,62	9507,38	0,1	18,0	0,0	197132,3	74748,1
18	8,11	18,3	8,54	177721,3	16759,12	8388,45	0,1	18,0	0,0	171456,4	71667,9
19	8,11	20,3	8,64	147924,3	13949,26	6982,03	0,1	18,0	0,0	140450,6	64392,7
20	22,93	24,3	25,15	204808,2	19313,41	9666,95	0,1	18,0	0,0	187612,5	101737,0

6.2.5. WTG5 (ante opera)



Strato...1
 $g=1850,00 \text{ Kg/m}^3$
 $g_s=1950 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i=18^\circ$
 $c=0,1 \text{ kg/cm}^2$

$x_c=215,00 \quad y_c=70,00 \quad R_c=66,88 \quad F_s=1,67$



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	195,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	50,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	245,0 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	9,46
2	9,68	9,4
3	19,35	8,71
4	29,03	7,99
5	38,71	7,86
6	48,39	7,05

7	58,06	6,92
8	67,74	6,15
9	77,42	5,59
10	87,1	5,6
11	96,77	5,24
12	106,45	5,0
13	116,13	5,13
14	125,81	5,25
15	135,48	5,41
16	145,16	5,67
17	154,84	6,09
18	164,52	6,38
19	174,19	6,87
20	183,87	7,92
21	193,55	8,74
22	203,23	10,32
23	212,9	11,92
24	222,58	12,93
25	232,26	14,47
26	241,94	16,25
27	251,61	17,47
28	261,29	17,8
29	270,97	18,08
30	280,65	17,63
31	290,32	16,97
32	300,0	17,04

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Risultati analisi pendio

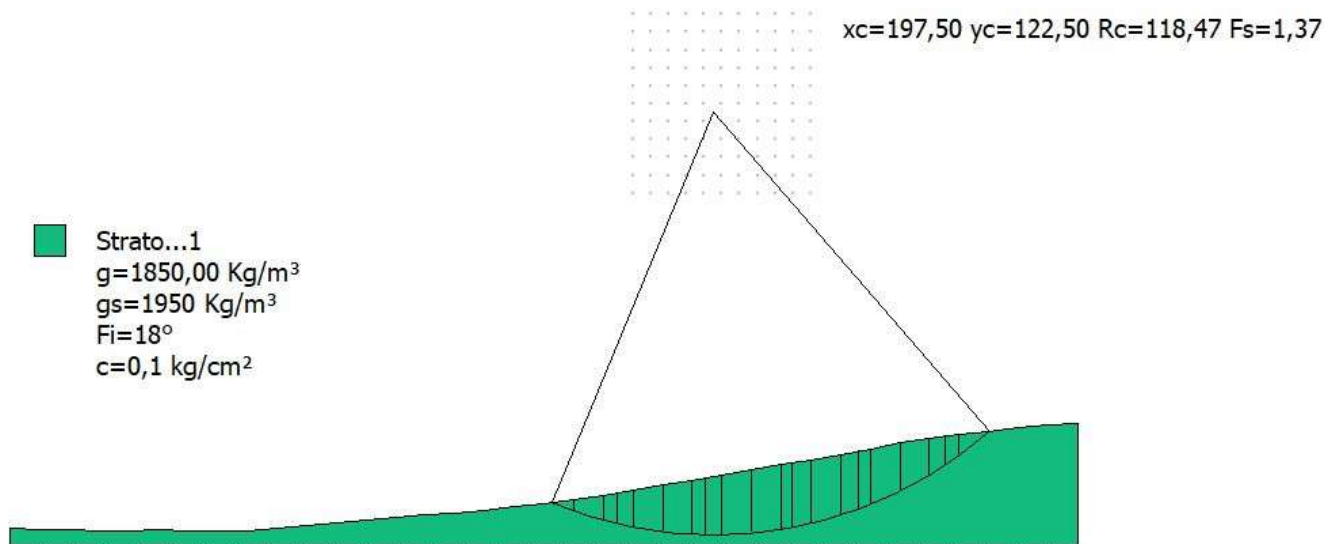
Fs minimo individuato	1,67
Ascissa centro superficie	215,0 m
Ordinata centro superficie	70,0 m
Raggio superficie	66,88 m

xc = 215,00 yc = 70,00 Rc = 66,878 Fs=1,667

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,5	-20,8	4,81	9051,16	853,52	427,22	0,1	18,0	0,0	9165,1	-2411,5
2	2,26	-17,7	2,37	11037,01	1040,79	520,95	0,1	18,0	0,0	11327,6	-2362,8
3	3,38	-15,2	3,5	24569,21	2316,88	1159,67	0,1	18,0	0,0	25438,1	-4196,1
4	4,04	-11,9	4,13	40589,02	3827,55	1915,8	0,1	18,0	0,0	42379,8	-4630,8
5	2,72	-9,0	2,75	33190,43	3129,86	1566,59	0,1	18,0	0,0	34820,3	-2078,8
6	3,38	-6,3	3,4	46981,14	4430,32	2217,51	0,1	18,0	0,0	49387,2	-775,4
7	3,58	-3,3	3,59	55611,9	5244,2	2624,88	0,1	18,0	0,0	58443,2	2000,1
8	3,17	-0,4	3,17	52564,59	4956,84	2481,05	0,1	18,0	0,0	55081,9	4554,8
9	3,38	2,4	3,38	57776,05	5448,28	2727,03	0,1	18,0	0,0	60226,1	7832,2
10	3,13	5,2	3,14	54236,82	5114,53	2559,98	0,1	18,0	0,0	56106,1	9974,4
11	3,63	8,1	3,66	63289,19	5968,17	2987,25	0,1	18,0	0,0	64780,2	14802,5

12	3,38	11,1	3,44	58727,44	5538,0	2771,94	0,1	18,0	0,0	59276,2	16762,0
13	2,67	13,8	2,75	45551,59	4295,52	2150,04	0,1	18,0	0,0	45306,4	15019,4
14	4,08	16,8	4,26	67059,13	6323,68	3165,19	0,1	18,0	0,0	65407,7	25416,3
15	3,38	20,1	3,6	51972,64	4901,02	2453,11	0,1	18,0	0,0	49406,6	22503,8
16	2,22	22,7	2,4	31710,54	2990,3	1496,74	0,1	18,0	0,0	29475,1	15006,7
17	4,54	25,9	5,05	56225,32	5302,05	2653,84	0,1	18,0	0,0	50642,6	29339,4
18	3,38	29,7	3,89	31916,66	3009,74	1506,47	0,1	18,0	0,0	27527,3	18446,7
19	1,76	32,3	2,08	12663,78	1194,19	597,73	0,1	18,0	0,0	10571,5	7776,1
20	4,99	35,8	6,16	16663,67	1571,38	786,53	0,1	18,0	0,0	13227,5	11029,2

6.2.6. WTG6 (ante opera)



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	175,0 m
---------------------------------------	---------

Ordinata vertice sinistro inferiore yi	100,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	225,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	150,0 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,72
2	8,33	5,61
3	16,67	5,45
4	25,0	5,24
5	33,33	5,0
6	41,67	5,43
7	50,0	5,14
8	58,33	5,06
9	66,67	5,22
10	75,0	5,8
11	83,33	6,69
12	91,67	7,48
13	100,0	8,19
14	108,33	8,84
15	116,67	9,57
16	125,0	10,18
17	133,33	10,93
18	141,67	11,79
19	150,0	12,72
20	158,33	13,74
21	166,67	15,05
22	175,0	16,44
23	183,33	17,86
24	191,67	19,21
25	200,0	20,6
26	208,33	22,22
27	216,67	23,56
28	225,0	25,02
29	233,33	26,52
30	241,67	27,95

31	250,0	29,68
32	258,33	30,91
33	266,67	32,07
34	275,0	33,01
35	283,33	33,91
36	291,67	34,65
37	300,0	34,95

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Risultati analisi pendio

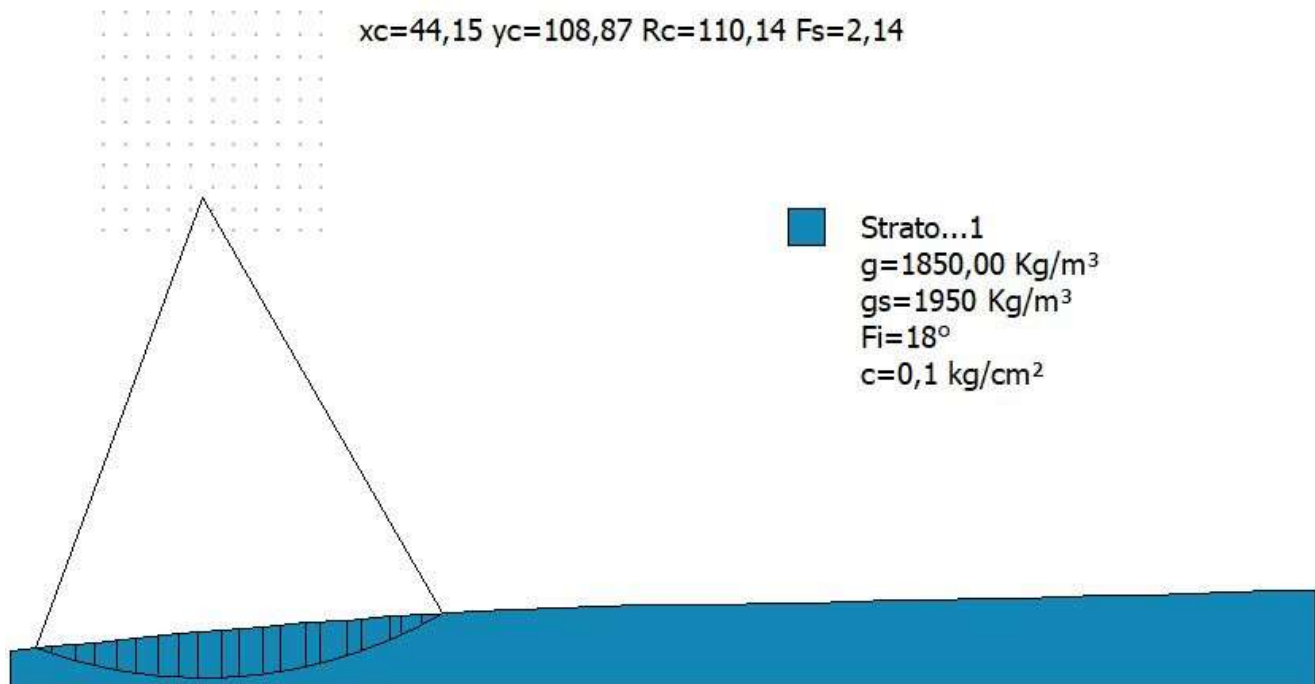
Fs minimo individuato	1,37
Ascissa centro superficie	197,5 m
Ordinata centro superficie	122,5 m
Raggio superficie	118,47 m

=====

xc = 197,50 yc = 122,50 Rc = 118,474 Fs=1,374

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6,06	-20,9	6,49	17644,15	1663,84	832,8	0,1	18,0	0,0	17857,2	-4732,0
2	8,33	-17,2	8,72	78364,26	7389,75	3698,79	0,1	18,0	0,0	80579,8	-16107,0
3	4,04	-14,1	4,16	58310,67	5498,7	2752,26	0,1	18,0	0,0	60566,4	-8850,7
4	4,3	-12,0	4,39	75205,74	7091,9	3549,71	0,1	18,0	0,0	78507,3	-8712,1
5	8,33	-8,9	8,44	180280,7	17000,47	8509,25	0,1	18,0	0,0	189145,3	-11120,3
6	8,33	-4,8	8,36	217128,4	20475,21	10248,46	0,1	18,0	0,0	228293,8	2063,9
7	3,61	-1,9	3,62	103066,7	9719,19	4864,75	0,1	18,0	0,0	108199,4	6210,1
8	4,72	0,1	4,72	141295,5	13324,16	6669,15	0,1	18,0	0,0	147948,7	13491,3
9	8,33	3,2	8,35	265152,0	25003,83	12515,17	0,1	18,0	0,0	275818,8	39893,6
10	8,33	7,3	8,4	276146,8	26040,64	13034,13	0,1	18,0	0,0	283551,7	60815,8
11	3,19	10,1	3,24	106090,1	10004,3	5007,45	0,1	18,0	0,0	107624,7	28442,8
12	5,14	12,1	5,26	170262,0	16055,71	8036,37	0,1	18,0	0,0	170925,8	51529,7
13	8,33	15,5	8,65	268805,8	25348,39	12687,64	0,1	18,0	0,0	264458,1	96321,2
14	4,95	18,9	5,24	151773,0	14312,19	7163,69	0,1	18,0	0,0	145763,9	62633,5
15	3,38	21,0	3,62	98520,79	9290,51	4650,18	0,1	18,0	0,0	92978,7	44000,2
16	8,33	24,1	9,13	223266,3	21054,01	10538,17	0,1	18,0	0,0	204835,4	110372,1
17	8,33	28,6	9,49	182445,1	17204,57	8611,41	0,1	18,0	0,0	159509,0	102439,8
18	4,53	32,2	5,35	75376,88	7108,04	3557,79	0,1	18,0	0,0	63014,6	46171,0
19	3,8	34,6	4,62	48036,21	4529,82	2267,31	0,1	18,0	0,0	38833,2	31007,1
20	8,49	38,3	10,82	47633,9	4491,88	2248,32	0,1	18,0	0,0	36341,0	33069,1

6.2.7. FUTURO AMPLIAMENTO S.E.



Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	21,65 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	101,37 m
Ascissa vertice destro superiore xs	71,65 m
Ordinata vertice destro superiore ys	151,37 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
----	----------	----------

1	0,0	5,0
2	9,68	6,03
3	19,35	6,84
4	29,03	7,87
5	38,71	8,81
6	48,39	9,56
7	58,06	10,43
8	67,74	11,29
9	77,42	11,94
10	87,1	12,73
11	96,77	13,41
12	106,45	13,86
13	116,13	14,35
14	125,81	14,82
15	135,48	15,19
16	145,16	15,29
17	154,84	15,41
18	164,52	15,55
19	174,19	15,7
20	183,87	15,91
21	193,55	16,19
22	203,23	16,44
23	212,9	16,6
24	222,58	16,77
25	232,26	17,0
26	241,94	17,2
27	251,61	17,48
28	261,29	17,76
29	270,97	17,99
30	280,65	18,26
31	290,32	18,56
32	300,0	18,88

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili

1,0 1,0

Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,14
Ascissa centro superficie	44,15 m
Ordinata centro superficie	108,87 m
Raggio superficie	110,14 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 = 44,154 yc = 108,871 Rc = 110,141 Fs=2,139

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

1	3,86	-19,3	4,09	6430,69	606,41	303,53	0,1	18,0	0,0	6556,0	-1553,7
2	5,49	-16,8	5,73	29010,24	2735,67	1369,28	0,1	18,0	0,0	29879,0	-5741,1
3	4,19	-14,1	4,32	35650,48	3361,84	1682,7	0,1	18,0	0,0	37023,8	-5446,4
4	5,16	-11,6	5,27	58412,71	5508,32	2757,08	0,1	18,0	0,0	61023,0	-6392,2
5	4,52	-9,1	4,58	62827,63	5924,65	2965,46	0,1	18,0	0,0	65903,5	-4066,0
6	4,83	-6,6	4,86	77186,88	7278,72	3643,22	0,1	18,0	0,0	81130,1	-1676,6
7	4,85	-4,1	4,86	85775,1	8088,59	4048,59	0,1	18,0	0,0	90172,1	1939,4
8	4,5	-1,7	4,5	85035,66	8018,86	4013,68	0,1	18,0	0,0	89244,4	5549,5
9	5,18	0,9	5,18	101693,9	9589,73	4799,95	0,1	18,0	0,0	106338,7	11108,2
10	4,17	3,3	4,18	83653,3	7888,51	3948,44	0,1	18,0	0,0	87004,7	12676,0
11	5,51	5,8	5,53	110911,2	10458,93	5235,01	0,1	18,0	0,0	114488,4	21644,8
12	3,84	8,3	3,88	76284,17	7193,6	3600,61	0,1	18,0	0,0	78020,7	18086,0
13	5,83	10,8	5,94	111658,2	10529,37	5270,27	0,1	18,0	0,0	112872,4	31305,5
14	3,51	13,3	3,61	63197,13	5959,49	2982,9	0,1	18,0	0,0	63032,0	20344,0
15	6,16	15,9	6,41	100221,4	9450,88	4730,45	0,1	18,0	0,0	98339,4	36565,8
16	3,18	18,5	3,36	45259,43	4267,96	2136,25	0,1	18,0	0,0	43607,9	18374,1
17	6,49	21,1	6,96	76109,52	7177,13	3592,37	0,1	18,0	0,0	71751,7	34139,1
18	2,86	23,8	3,12	25200,48	2376,41	1189,46	0,1	18,0	0,0	23195,8	12328,2
19	4,67	25,9	5,2	28477,91	2685,47	1344,16	0,1	18,0	0,0	25647,6	14864,6
20	4,67	28,7	5,33	10436,16	984,13	492,59	0,1	18,0	0,0	9117,8	5868,9

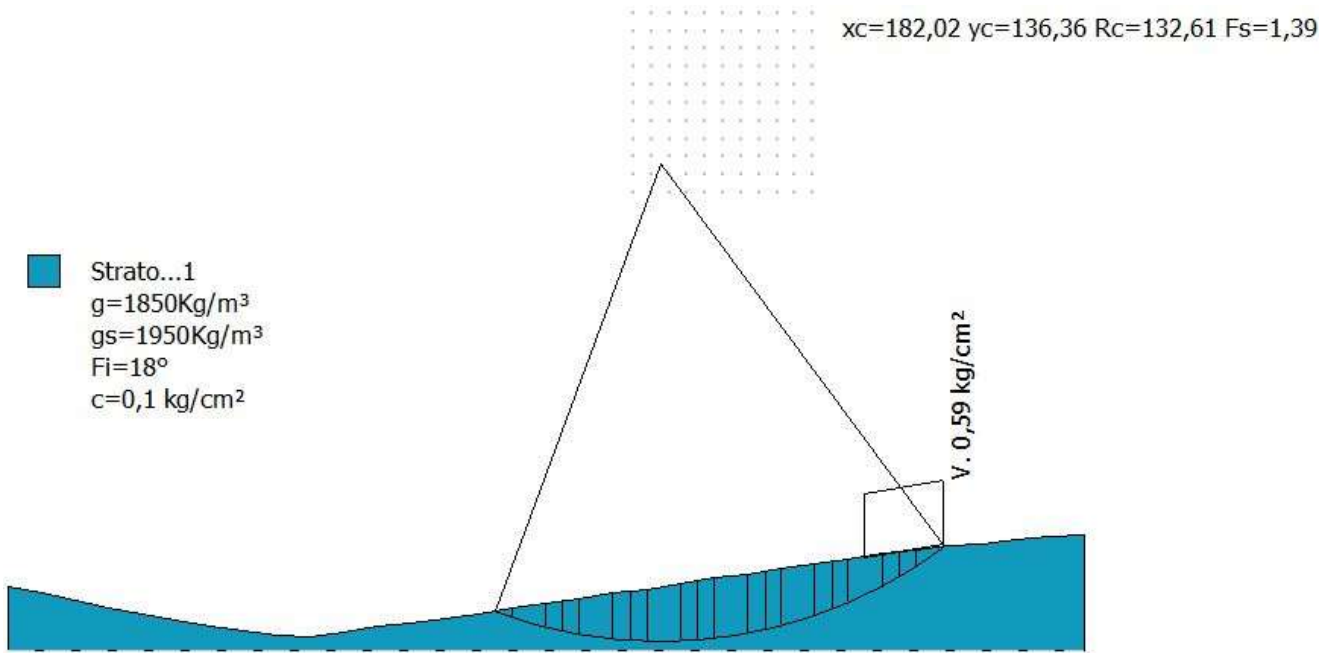
6.3. ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO POST OPERA

Al § 6.3.4 delle NTC 2018 si riporta che "La valutazione del coefficiente di sicurezza dei pendii naturali, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile (τ_f) e la tensione di taglio agente (τ) lungo la superficie di scorrimento, deve essere eseguita impiegando sia i parametri geotecnici, congruenti con i caratteri del cinematiso atteso o accertato, sia le azioni presi con il loro valore caratteristico".

Sempre le NTC 2018, al § 7.11.1 riporta che "Le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici".

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)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	174,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	128,86 m
Ascissa vertice destro superiore xs	224,52 m
Ordinata vertice destro superiore ys	178,86 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,094

Coefficiente azione sismica verticale 0,047

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)	
1	0,0	18,88	
2	9,38	17,14	

3	18,75	15,06
4	28,13	13,07
5	37,5	11,08
6	46,88	9,44
7	56,25	7,84
8	65,63	6,58
9	75,0	5,44
10	84,38	5,0
11	93,75	6,1
12	103,13	7,64
13	112,5	8,56
14	121,88	10,09
15	131,25	11,14
16	140,63	12,76
17	150,0	14,33
18	159,38	15,38
19	168,75	16,99
20	178,13	18,05
21	187,5	19,67
22	196,88	21,32
23	206,25	22,35
24	215,63	24,05
25	225,0	25,03
26	234,38	26,63
27	243,75	28,16
28	253,13	28,94
29	262,5	30,17
30	271,88	30,87
31	281,25	32,07
32	290,63	32,99
33	300,0	33,39

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	239	27	261	30,57937	0,59

Risultati analisi pendio

=====

Fs minimo individuato	1,39
Ascissa centro superficie	182,02 m
Ordinata centro superficie	136,36 m
Raggio superficie	132,61 m

=====

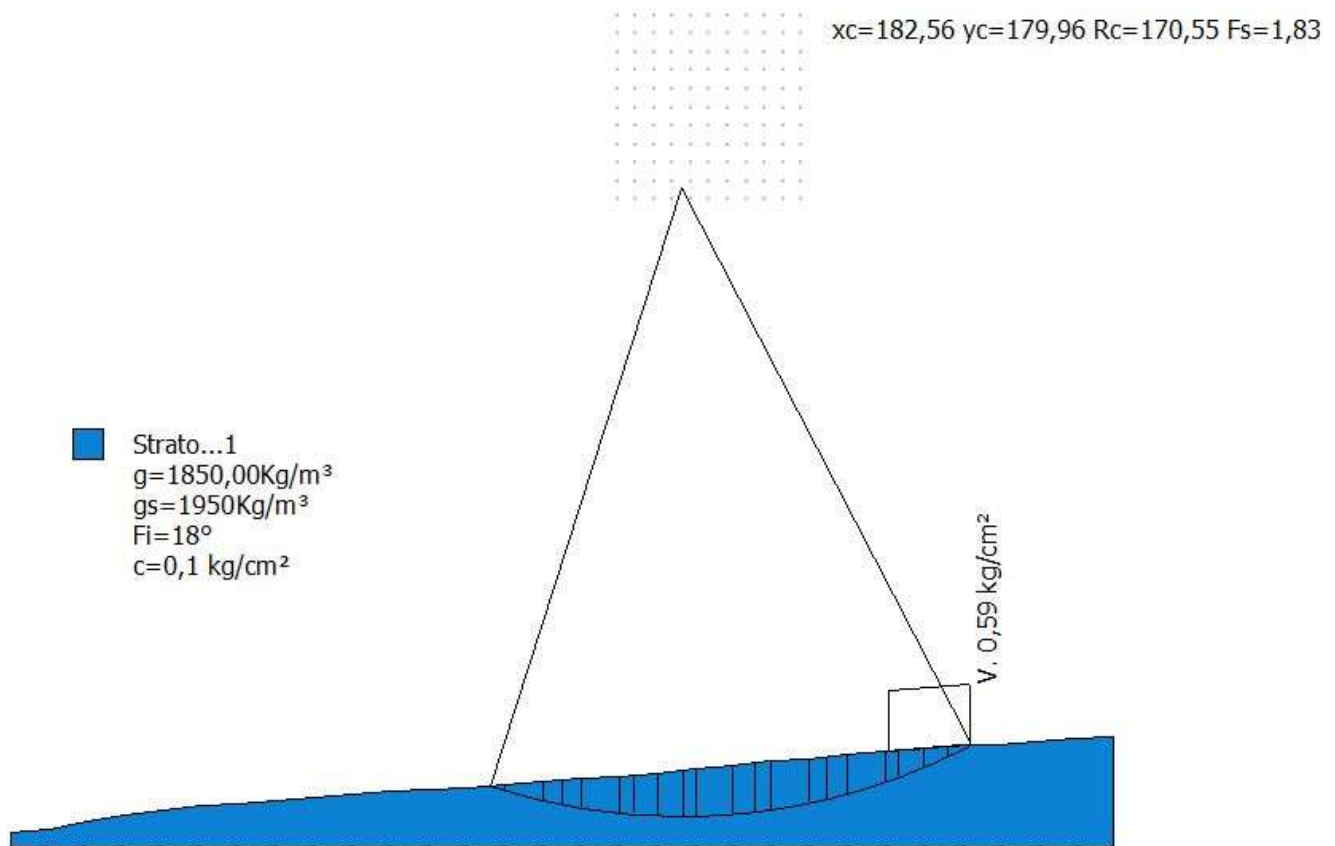
xc = 182,018 yc = 136,357 Rc = 132,614 Fs=1,392

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,58	-19,2	4,85	10360,3	973,87	486,93	0,1	18,0	0,0	10562,5	-2493,9

2	9,38	-16,1	9,76	80173,71	7536,33	3768,16	0,1	18,0	0,0	82745,3	-14964,4
3	4,82	-12,9	4,95	66967,11	6294,91	3147,45	0,1	18,0	0,0	69749,8	-8817,8
4	4,55	-10,8	4,64	75972,86	7141,45	3570,72	0,1	18,0	0,0	79468,3	-7264,6
5	9,38	-7,8	9,46	194560,1	18288,64	9144,32	0,1	18,0	0,0	204304,0	-8239,4
6	4,85	-4,7	4,87	117329,3	11028,95	5514,48	0,1	18,0	0,0	123334,2	1397,7
7	4,52	-2,7	4,53	116360,6	10937,9	5468,95	0,1	18,0	0,0	122205,9	5524,9
8	9,38	0,3	9,38	262110,3	24638,37	12319,18	0,1	18,0	0,0	274276,8	26209,1
9	4,88	3,4	4,89	145565,2	13683,12	6841,56	0,1	18,0	0,0	151316,7	22357,5
10	4,49	5,5	4,51	137812,5	12954,38	6477,19	0,1	18,0	0,0	142403,8	26001,5
11	9,38	8,5	9,48	288630,1	27131,23	13565,62	0,1	18,0	0,0	294890,3	69400,2
12	4,91	11,6	5,01	148463,1	13955,54	6977,77	0,1	18,0	0,0	149450,7	43552,5
13	4,46	13,7	4,59	133255,7	12526,04	6263,02	0,1	18,0	0,0	132592,4	43702,4
14	9,38	16,8	9,79	262754,3	24698,91	12349,45	0,1	18,0	0,0	256230,6	99572,2
15	4,94	20,0	5,26	125050,7	11754,76	5877,38	0,1	18,0	0,0	118964,6	53911,5
16	4,43	22,2	4,79	103872,0	9763,97	4881,98	0,1	18,0	0,0	96985,8	48318,8
17	9,38	25,5	10,39	214525,8	20165,42	10082,71	0,1	18,0	0,0	194050,4	110551,2
18	4,97	29,0	5,68	103218,9	9702,58	4851,29	0,1	18,0	0,0	89847,5	58483,8
19	4,4	31,3	5,15	72424,83	6807,93	3403,97	0,1	18,0	0,0	61246,6	43454,9
20	8,12	34,6	9,86	82042,75	7712,02	3856,01	0,1	18,0	0,0	66370,7	52885,6

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)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	165,06 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	177,46 m
Ascissa vertice destro superiore xs	215,06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	227,46 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,0
2	10,34	5,88
3	20,69	7,95
4	31,03	9,71
5	41,38	11,11
6	51,72	12,25
7	62,07	12,81
8	72,41	13,77
9	82,76	14,64
10	93,1	15,45
11	103,45	16,19
12	113,79	16,45
13	124,14	17,14
14	134,48	17,91
15	144,83	18,75
16	155,17	19,7
17	165,52	20,13
18	175,86	21,16
19	186,21	22,22
20	196,55	23,3
21	206,9	24,42
22	217,24	24,97
23	227,59	26,0
24	237,93	26,93
25	248,28	27,79
26	258,62	28,59
27	268,97	28,95
28	279,31	29,65
29	289,66	30,36
30	300,0	31,05

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili


1,0 1,0

Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	239	27	261	28,81573	0,59

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,83
Ascissa centro superficie	182,56 m
Ordinata centro superficie	179,96 m
Raggio superficie	170,55 m

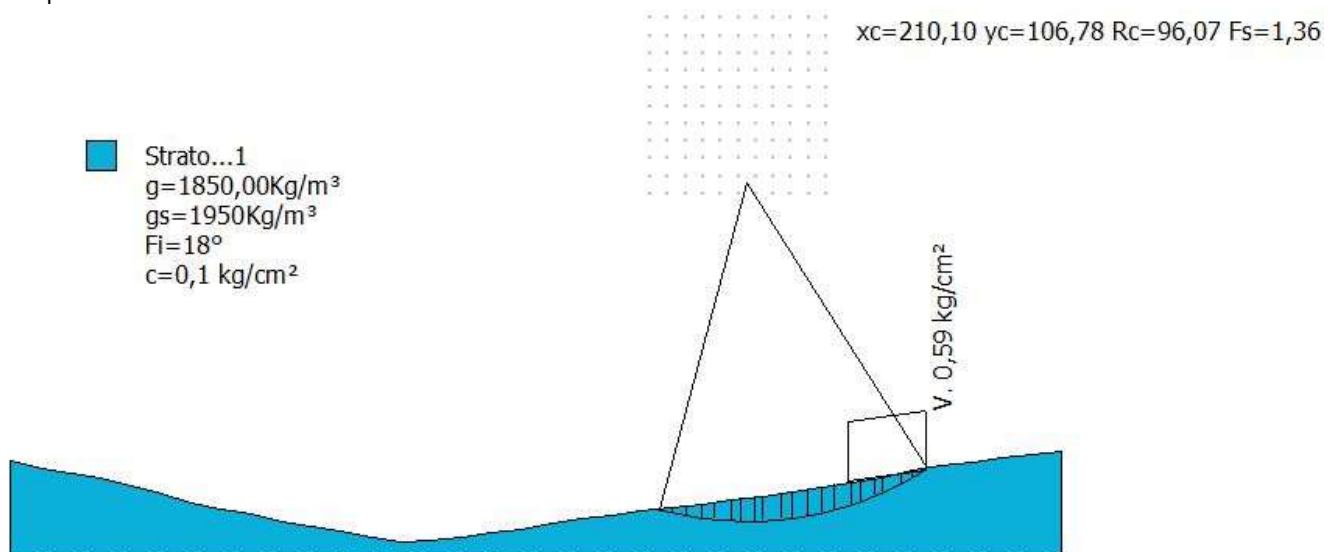
xc = 182,556 yc = 179,965 Rc = 170,549 Fs=1,825

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

1	4,14	-17,1	4,33	6147,02	579,66	290,14	0,1	18,0	0,0	6323,1	-1253,3
2	10,34	-14,6	10,69	65652,37	6191,02	3098,79	0,1	18,0	0,0	68096,4	-10530,8
3	5,16	-11,9	5,27	56428,94	5321,25	2663,45	0,1	18,0	0,0	58920,4	-6423,4
4	5,18	-10,1	5,27	70855,81	6681,7	3344,4	0,1	18,0	0,0	74219,4	-5877,3
5	10,34	-7,5	10,43	173121,9	16325,4	8171,35	0,1	18,0	0,0	181874,9	-6370,1
6	4,11	-5,0	4,13	78085,52	7363,47	3685,64	0,1	18,0	0,0	82101,9	475,3
7	6,23	-3,3	6,24	128537,0	12121,04	6066,94	0,1	18,0	0,0	135078,3	4706,6
8	6,86	-1,1	6,86	153172,5	14444,17	7229,74	0,1	18,0	0,0	160649,2	11511,4
9	3,48	0,6	3,48	81269,07	7663,67	3835,9	0,1	18,0	0,0	85013,8	8573,5
10	10,34	3,0	10,36	251094,3	23678,2	11851,65	0,1	18,0	0,0	261367,9	36643,4
11	5,82	5,7	5,84	143776,5	13558,12	6786,25	0,1	18,0	0,0	148477,1	27743,9
12	4,53	7,4	4,57	111665,8	10530,09	5270,63	0,1	18,0	0,0	114589,3	24897,1
13	10,34	10,0	10,5	243202,8	22934,02	11479,17	0,1	18,0	0,0	246865,4	64693,5
14	4,77	12,6	4,88	103336,2	9744,6	4877,47	0,1	18,0	0,0	103507,6	31974,8
15	5,58	14,3	5,76	113409,9	10694,56	5352,95	0,1	18,0	0,0	112412,1	38454,8
16	10,34	17,1	10,82	181701,0	17134,4	8576,29	0,1	18,0	0,0	176791,9	69887,2
17	3,72	19,6	3,95	69191,78	6524,79	3265,85	0,1	18,0	0,0	66065,2	29368,3
18	6,62	21,5	7,12	115917,7	10931,04	5471,32	0,1	18,0	0,0	108965,3	52599,2
19	6,47	23,9	7,07	86769,96	8182,41	4095,54	0,1	18,0	0,0	79795,0	42573,4
20	6,55	26,3	7,3	55310,71	5215,8	2610,67	0,1	18,0	0,0	49631,5	29156,4

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)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	182,6 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	104,28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	232,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	154,28 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.]


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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	---	-------------

S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	27,9
2	8,57	25,85
3	17,14	24,3
4	25,71	22,81
5	34,29	20,71
6	42,86	18,35
7	51,43	15,84
8	60,0	14,08
9	68,57	12,57
10	77,14	10,71
11	85,71	9,12
12	94,29	7,65
13	102,86	6,1
14	111,43	4,94
15	120,0	5,06
16	128,57	6,26
17	137,14	7,24

18	145,71	8,29
19	154,29	10,28
20	162,86	11,25
21	171,43	12,26
22	180,0	13,42
23	188,57	14,33
24	197,14	15,29
25	205,71	16,59
26	214,29	17,69
27	222,86	18,85
28	231,43	20,49
29	240,0	21,75
30	248,57	23,03
31	257,14	25,05
32	265,71	26,43
33	274,29	27,42
34	282,86	28,75
35	291,43	29,69
36	300,0	30,61

Coefficienti parziali azioni

=====		
Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	239	22	261	25,24272	0,59

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,36
Ascissa centro superficie	210,1 m
Ordinata centro superficie	106,78 m
Raggio superficie	96,07 m

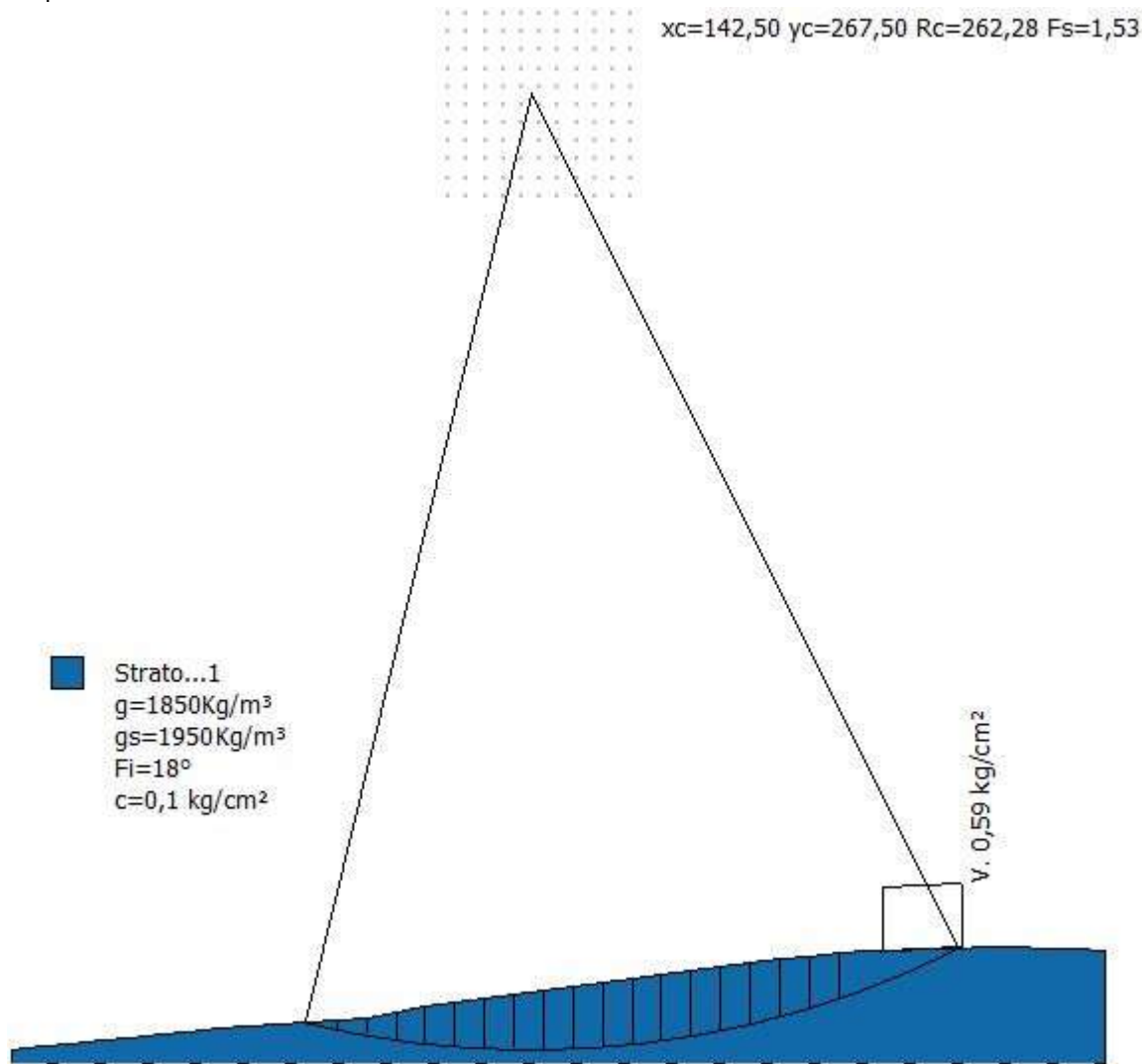
xc = 210,103 yc = 106,78 Rc = 96,066 Fs=1,363

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,31	-14,0	3,41	3685,68	347,56	173,96	0,1	18,0	0,0	3829,4	-552,4
2	4,35	-11,6	4,44	15202,52	1433,6	717,56	0,1	18,0	0,0	15882,3	-1660,3
3	4,23	-9,0	4,28	24644,66	2323,99	1163,23	0,1	18,0	0,0	25852,8	-1572,8
4	3,43	-6,7	3,45	26470,15	2496,14	1249,39	0,1	18,0	0,0	27821,1	-620,5
5	5,15	-4,2	5,16	49802,55	4696,38	2350,68	0,1	18,0	0,0	52356,5	1073,4
6	2,51	-1,9	2,51	27730,74	2615,01	1308,89	0,1	18,0	0,0	29109,5	1708,1
7	3,83	0,0	3,83	45592,12	4299,34	2151,95	0,1	18,0	0,0	47742,7	4313,6
8	2,24	1,8	2,24	28114,33	2651,18	1327,0	0,1	18,0	0,0	29341,9	3545,8
9	5,41	4,1	5,43	71020,91	6697,27	3352,19	0,1	18,0	0,0	73701,2	11774,1
10	3,16	6,7	3,18	42484,33	4006,27	2005,26	0,1	18,0	0,0	43721,4	8921,8
11	4,49	9,0	4,55	61348,44	5785,16	2895,65	0,1	18,0	0,0	62552,2	15295,4
12	4,08	11,6	4,16	56056,71	5286,15	2645,88	0,1	18,0	0,0	56445,6	16434,5

13	3,57	13,9	3,68	47665,19	4494,83	2249,8	0,1	18,0	0,0	47367,0	15831,8
14	5,0	16,6	5,22	67674,06	6381,66	3194,22	0,1	18,0	0,0	66102,4	25423,3
15	2,65	19,0	2,8	45161,43	4258,72	2131,62	0,1	18,0	0,0	43340,6	18707,3
16	3,83	21,0	4,1	60242,43	5680,86	2843,44	0,1	18,0	0,0	56847,0	26917,6
17	2,09	22,9	2,27	30062,25	2834,87	1418,94	0,1	18,0	0,0	27889,7	14322,2
18	5,56	25,4	6,15	70438,11	6642,31	3324,68	0,1	18,0	0,0	63756,5	36257,0
19	3,01	28,3	3,42	31735,39	2992,65	1497,91	0,1	18,0	0,0	27843,4	17678,9
20	4,64	30,9	5,41	31834,96	3002,04	1502,61	0,1	18,0	0,0	27053,6	18938,3

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)

=====

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	120,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	240,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	170,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	290,0 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	---	-------------

S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,0
2	8,11	5,89
3	16,22	6,76
4	24,32	7,63
5	32,43	8,5
6	40,54	9,35
7	48,65	10,15
8	56,76	10,9
9	64,86	11,58
10	72,97	12,19
11	81,08	12,72
12	89,19	13,16
13	97,3	13,5
14	105,41	15,17
15	113,51	16,83
16	121,62	18,13
17	129,73	19,28
18	137,84	20,41

19	145,95	21,52
20	154,05	22,62
21	162,16	23,72
22	170,27	24,83
23	178,38	25,93
24	186,49	27,02
25	194,59	28,06
26	202,7	29,04
27	210,81	29,95
28	218,92	30,75
29	227,03	31,43
30	235,14	31,99
31	243,24	32,43
32	251,35	32,75
33	259,46	32,97
34	267,57	33,07
35	275,68	33,12
36	283,78	32,88
37	291,89	32,54
38	300,0	31,99

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	239	32	261	33,18684	0,59

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,53
Ascissa centro superficie	142,5 m
Ordinata centro superficie	267,5 m
Raggio superficie	262,28 m

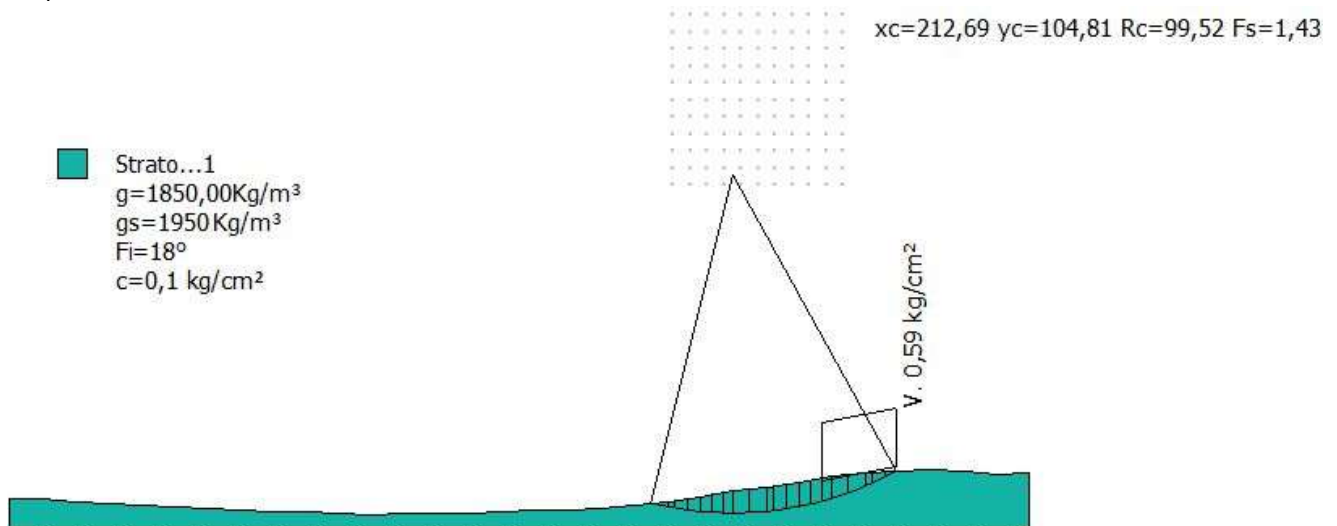
xc = 142,50 yc = 267,50 Rc = 262,284 Fs=1,53

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,68	-13,6	0,7	130,67	12,32	6,17	0,1	18,0	0,0	135,9	-18,8
2	8,11	-12,6	8,31	20589,74	1941,61	971,84	0,1	18,0	0,0	21464,1	-2609,2
3	8,11	-10,8	8,26	51704,04	4875,69	2440,43	0,1	18,0	0,0	54096,6	-4922,4
4	8,11	-9,0	8,21	88086,9	8306,6	4157,7	0,1	18,0	0,0	92405,4	-5617,4
5	8,11	-7,2	8,17	130445,6	12301,02	6157,03	0,1	18,0	0,0	137063,9	-4231,5
6	8,11	-5,5	8,15	166106,3	15663,82	7840,22	0,1	18,0	0,0	174647,8	-199,0
7	8,11	-3,7	8,12	194166,8	18309,93	9164,67	0,1	18,0	0,0	204087,3	5815,7
8	8,11	-1,9	8,11	217238,0	20485,55	10253,64	0,1	18,0	0,0	228046,8	13254,3
9	8,11	-0,1	8,11	236223,1	22275,84	11149,73	0,1	18,0	0,0	247423,8	21728,1
10	8,11	1,6	8,11	251179,1	23686,19	11855,65	0,1	18,0	0,0	262249,8	30859,5
11	8,11	3,4	8,12	262330,9	24737,8	12382,02	0,1	18,0	0,0	272753,6	40307,2
12	8,11	5,2	8,14	269752,8	25437,69	12732,33	0,1	18,0	0,0	279027,4	49727,3

13	8,11	7,0	8,17	273377,3	25779,48	12903,41	0,1	18,0	0,0	281036,7	58763,2
14	8,11	8,8	8,2	272985,8	25742,56	12884,93	0,1	18,0	0,0	278617,4	67009,5
15	8,11	10,6	8,25	268258,1	25296,74	12661,78	0,1	18,0	0,0	271532,2	74010,0
16	8,11	12,4	8,3	258824,8	24407,18	12216,53	0,1	18,0	0,0	259530,6	79256,2
17	8,11	14,2	8,36	244282,4	23035,83	11530,13	0,1	18,0	0,0	242370,5	82188,0
18	8,11	16,0	8,44	224231,7	21145,05	10583,74	0,1	18,0	0,0	219864,1	82198,3
19	8,11	17,9	8,52	198321,1	18701,68	9360,76	0,1	18,0	0,0	191923,7	78655,7
20	32,9	22,7	35,66	549264,4	51795,63	25925,28	0,1	18,0	0,0	510651,0	259739,1

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)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	195,19 m
---------------------------------------	----------

Ordinata vertice sinistro inferiore yi	102,31 m
Ascissa vertice destro superiore xs	245,19 m
Ordinata vertice destro superiore ys	152,31 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0943
Coefficiente azione sismica verticale	0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	9,46
2	9,68	9,4
3	19,35	8,71
4	29,03	7,99
5	38,71	7,86
6	48,39	7,05
7	58,06	6,92
8	67,74	6,15
9	77,42	5,59
10	87,1	5,6
11	96,77	5,24
12	106,45	5,0
13	116,13	5,13
14	125,81	5,25
15	135,48	5,41
16	145,16	5,67
17	154,84	6,09
18	164,52	6,38
19	174,19	6,87
20	183,87	7,92
21	193,55	8,74
22	203,23	10,32
23	212,9	11,92
24	222,58	12,93
25	232,26	14,47
26	241,94	16,25
27	251,61	17,47
28	261,29	17,8
29	270,97	18,08
30	280,65	17,63

31	290,32	16,97
32	300,0	17,04


Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	239	15	261	19,03467	0,59

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,43
Ascissa centro superficie	212,69 m
Ordinata centro superficie	104,81 m
Raggio superficie	99,52 m

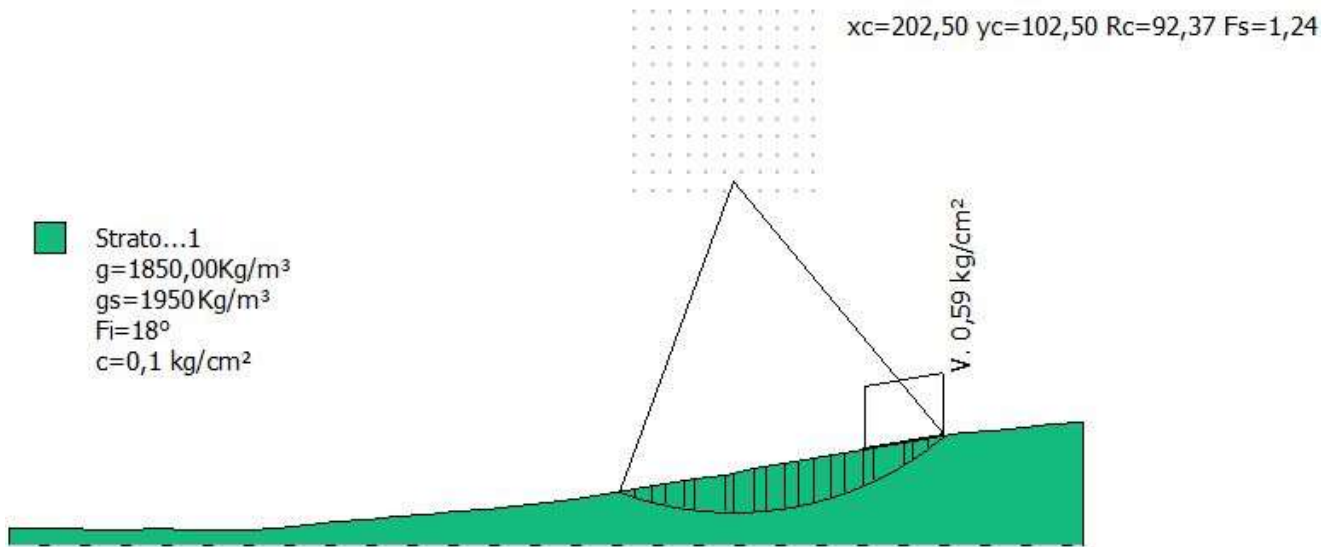
=====

xc = 212,695 yc = 104,81 Rc = 99,519 Fs=1,432

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5,16	-12,6	5,29	7927,18	747,53	374,16	0,1	18,0	0,0	8264,2	-1001,7
2	2,1	-10,5	2,14	7623,04	718,85	359,81	0,1	18,0	0,0	7980,5	-679,4
3	3,63	-8,8	3,67	19581,53	1846,54	924,25	0,1	18,0	0,0	20546,8	-1172,4
4	3,95	-6,6	3,97	29548,17	2786,39	1394,67	0,1	18,0	0,0	31058,0	-630,1
5	3,31	-4,5	3,32	30623,09	2887,76	1445,41	0,1	18,0	0,0	32196,2	474,6
6	3,63	-2,5	3,63	38822,2	3660,93	1832,41	0,1	18,0	0,0	40775,6	1964,4
7	2,73	-0,7	2,73	32344,12	3050,05	1526,64	0,1	18,0	0,0	33904,0	2672,8
8	4,53	1,4	4,53	57199,61	5393,92	2699,82	0,1	18,0	0,0	59747,0	6813,2
9	5,15	4,2	5,17	67659,38	6380,28	3193,52	0,1	18,0	0,0	70192,6	11334,5
10	2,11	6,3	2,12	28081,8	2648,11	1325,46	0,1	18,0	0,0	28937,9	5719,3
11	3,63	8,0	3,67	49016,83	4622,29	2313,59	0,1	18,0	0,0	50192,3	11380,0
12	3,94	10,2	4,0	53191,89	5016,0	2510,66	0,1	18,0	0,0	53938,0	14342,2
13	3,32	12,3	3,4	44190,16	4167,13	2085,78	0,1	18,0	0,0	44322,3	13496,4
14	3,63	14,4	3,75	48286,86	4553,45	2279,14	0,1	18,0	0,0	47853,1	16397,1
15	2,73	16,3	2,84	50002,08	4715,2	2360,1	0,1	18,0	0,0	48944,4	18534,5
16	4,53	18,5	4,78	78063,19	7361,36	3684,58	0,1	18,0	0,0	75209,4	31703,2
17	5,15	21,4	5,53	77722,34	7329,22	3668,5	0,1	18,0	0,0	73086,4	35218,7
18	2,11	23,7	2,31	27458,03	2589,29	1296,02	0,1	18,0	0,0	25291,7	13401,6
19	3,63	25,5	4,02	38982,3	3676,03	1839,97	0,1	18,0	0,0	35260,2	20104,8
20	3,63	27,8	4,11	26999,55	2546,06	1274,38	0,1	18,0	0,0	23810,3	14863,2

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)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	175,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	100,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	225,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	150,0 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,72
2	8,33	5,61
3	16,67	5,45
4	25,0	5,24

5	33,33	5,0
6	41,67	5,43
7	50,0	5,14
8	58,33	5,06
9	66,67	5,22
10	75,0	5,8
11	83,33	6,69
12	91,67	7,48
13	100,0	8,19
14	108,33	8,84
15	116,67	9,57
16	125,0	10,18
17	133,33	10,93
18	141,67	11,79
19	150,0	12,72
20	158,33	13,74
21	166,67	15,05
22	175,0	16,44
23	183,33	17,86
24	191,67	19,21
25	200,0	20,6
26	208,33	22,22
27	216,67	23,56
28	225,0	25,02
29	233,33	26,52
30	241,67	27,95
31	250,0	29,68
32	258,33	30,91
33	266,67	32,07
34	275,0	33,01
35	283,33	33,91
36	291,67	34,65
37	300,0	34,95

Coefficienti parziali azioni

=====

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0

Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	239	28	261	31,77446	0,59

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,24

Ascissa centro superficie 202,5 m

Ordinata centro superficie 102,5 m

Raggio superficie 92,37 m

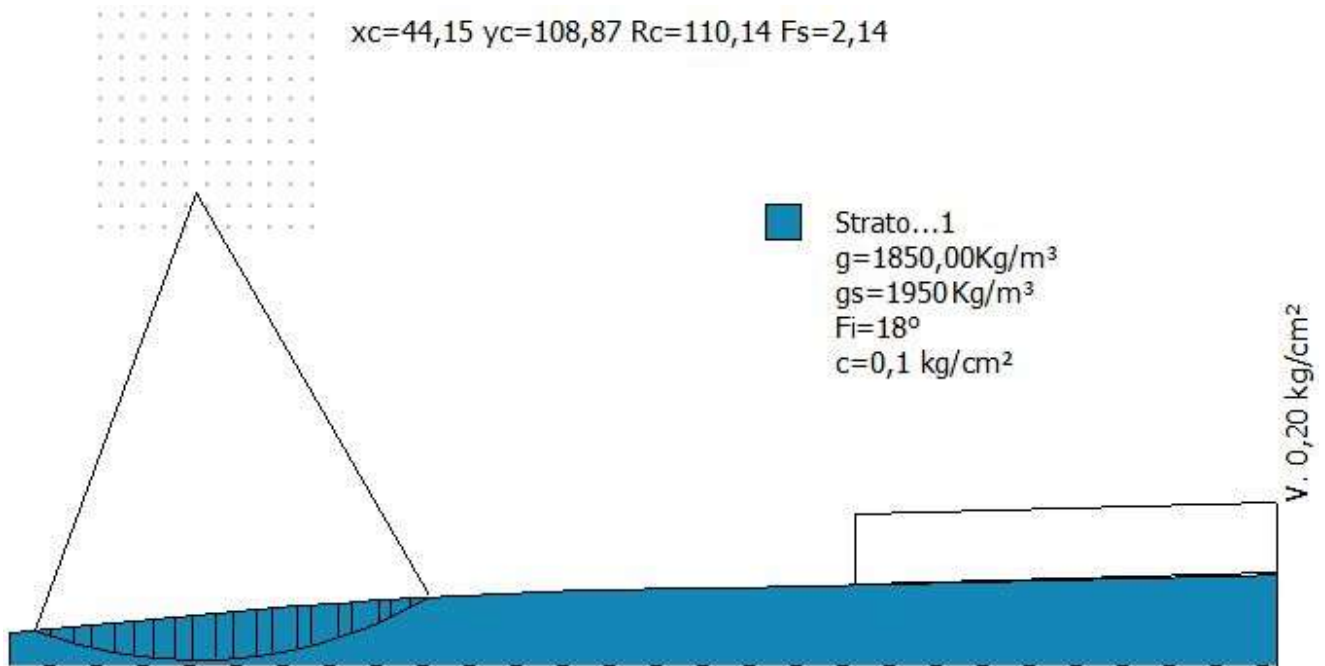
xc = 202,50 yc = 102,50 Rc = 92,371 Fs=1,242

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

1	4,2	-18,7	4,44	8467,14	798,45	399,65	0,1	18,0	0,0	8654,8	-1958,0
2	4,85	-15,8	5,04	29227,54	2756,16	1379,54	0,1	18,0	0,0	30205,5	-5283,7
3	3,48	-13,1	3,57	32396,13	3054,96	1529,1	0,1	18,0	0,0	33736,1	-4358,0
4	5,58	-10,2	5,67	69336,79	6538,46	3272,7	0,1	18,0	0,0	72617,9	-5863,5
5	2,75	-7,6	2,78	40988,09	3865,18	1934,64	0,1	18,0	0,0	43057,0	-1587,2
6	8,33	-4,1	8,36	147019,9	13863,97	6939,34	0,1	18,0	0,0	154558,5	3205,8
7	2,5	-0,8	2,5	49553,24	4672,87	2338,91	0,1	18,0	0,0	51950,6	4002,2
8	5,83	1,8	5,83	123869,4	11680,89	5846,64	0,1	18,0	0,0	129282,3	15588,6
9	3,23	4,6	3,24	71947,33	6784,63	3395,91	0,1	18,0	0,0	74550,9	12563,8
10	5,11	7,2	5,15	116091,8	10947,46	5479,54	0,1	18,0	0,0	119228,9	25462,4
11	3,95	10,1	4,01	90341,19	8519,17	4264,1	0,1	18,0	0,0	91659,4	24180,2
12	4,38	12,7	4,49	99266,82	9360,86	4685,39	0,1	18,0	0,0	99348,4	30963,1
13	4,68	15,6	4,86	103075,2	9719,99	4865,15	0,1	18,0	0,0	101347,1	37088,7
14	3,66	18,3	3,85	77056,27	7266,41	3637,06	0,1	18,0	0,0	74328,0	31099,9
15	5,4	21,3	5,8	105518,0	9950,35	4980,45	0,1	18,0	0,0	99337,3	47597,7
16	2,93	24,1	3,21	67395,7	6355,42	3181,08	0,1	18,0	0,0	61834,0	33314,1
17	8,33	28,0	9,44	170829,7	16109,24	8063,16	0,1	18,0	0,0	150361,0	94465,9
18	2,32	31,8	2,73	38921,13	3670,26	1837,08	0,1	18,0	0,0	32708,5	23625,9
19	4,53	34,3	5,49	61385,46	5788,65	2897,39	0,1	18,0	0,0	49810,6	39410,5
20	4,53	37,8	5,73	37024,23	3491,39	1747,54	0,1	18,0	0,0	28484,4	25462,9

6.3.7. FUTURO AMPLIAMENTO S.E. (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)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
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	21,65 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	101,37 m
Ascissa vertice destro superiore xs	71,65 m
Ordinata vertice destro superiore ys	151,37 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 ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120,0	0,85	2,58	0,37
S.L.D.	201,0	1,06	2,54	0,42
S.L.V.	1898,0	2,54	2,57	0,46
S.L.C.	2475,0	2,81	2,57	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,275	0,2	0,026	0,013
S.L.D.	1,59	0,24	0,0389	0,0195
S.L.V.	3,3035	0,28	0,0943	0,0472
S.L.C.	3,5353	0,28	0,1009	0,0505

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0943

Coefficiente azione sismica verticale 0,0472

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,0
2	9,68	6,03

3	19,35	6,84
4	29,03	7,87
5	38,71	8,81
6	48,39	9,56
7	58,06	10,43
8	67,74	11,29
9	77,42	11,94
10	87,1	12,73
11	96,77	13,41
12	106,45	13,86
13	116,13	14,35
14	125,81	14,82
15	135,48	15,19
16	145,16	15,29
17	154,84	15,41
18	164,52	15,55
19	174,19	15,7
20	183,87	15,91
21	193,55	16,19
22	203,23	16,44
23	212,9	16,6
24	222,58	16,77
25	232,26	17,0
26	241,94	17,2
27	251,61	17,48
28	261,29	17,76
29	270,97	17,99
30	280,65	18,26
31	290,32	18,56
32	300,0	18,88


Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,1		18	1850,00	1950	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	200	16,5	300	19,11203	0,2

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,14
Ascissa centro superficie	44,15 m
Ordinata centro superficie	108,87 m
Raggio superficie	110,14 m

xc = 44,154 yc = 108,871 Rc = 110,141 Fs=2,139

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,86	-19,3	4,09	6430,69	606,41	303,53	0,1	18,0	0,0	6556,0	-1553,7
2	5,49	-16,8	5,73	29010,24	2735,67	1369,28	0,1	18,0	0,0	29879,0	-5741,1

3	4,19	-14,1	4,32	35650,48	3361,84	1682,7	0,1	18,0	0,0	37023,8	-5446,4
4	5,16	-11,6	5,27	58412,71	5508,32	2757,08	0,1	18,0	0,0	61023,0	-6392,2
5	4,52	-9,1	4,58	62827,63	5924,65	2965,46	0,1	18,0	0,0	65903,5	-4066,0
6	4,83	-6,6	4,86	77186,88	7278,72	3643,22	0,1	18,0	0,0	81130,1	-1676,6
7	4,85	-4,1	4,86	85775,1	8088,59	4048,59	0,1	18,0	0,0	90172,1	1939,4
8	4,5	-1,7	4,5	85035,66	8018,86	4013,68	0,1	18,0	0,0	89244,4	5549,5
9	5,18	0,9	5,18	101693,9	9589,73	4799,95	0,1	18,0	0,0	106338,7	11108,2
10	4,17	3,3	4,18	83653,3	7888,51	3948,44	0,1	18,0	0,0	87004,7	12676,0
11	5,51	5,8	5,53	110911,2	10458,93	5235,01	0,1	18,0	0,0	114488,4	21644,8
12	3,84	8,3	3,88	76284,17	7193,6	3600,61	0,1	18,0	0,0	78020,7	18086,0
13	5,83	10,8	5,94	111658,2	10529,37	5270,27	0,1	18,0	0,0	112872,4	31305,5
14	3,51	13,3	3,61	63197,13	5959,49	2982,9	0,1	18,0	0,0	63032,0	20344,0
15	6,16	15,9	6,41	100221,4	9450,88	4730,45	0,1	18,0	0,0	98339,4	36565,8
16	3,18	18,5	3,36	45259,43	4267,96	2136,25	0,1	18,0	0,0	43607,9	18374,1
17	6,49	21,1	6,96	76109,52	7177,13	3592,37	0,1	18,0	0,0	71751,7	34139,1
18	2,86	23,8	3,12	25200,48	2376,41	1189,46	0,1	18,0	0,0	23195,8	12328,2
19	4,67	25,9	5,2	28477,91	2685,47	1344,16	0,1	18,0	0,0	25647,6	14864,6
20	4,67	28,7	5,33	10436,16	984,13	492,59	0,1	18,0	0,0	9117,8	5868,9

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 dei Comuni di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia.

Dal punto di vista morfologico le aree in esame non presentano forme particolarmente evidenti ed accentuate o che richiedano particolare attenzione, grazie anche alla bassa acclività dei versanti su cui sono ubicati gli interventi da realizzare. Considerata anche la costituzione litologica delle aree oggetto di intervento si può asserire che mancano le condizioni predisponesti al dissesto così come non si rilevano elementi di instabilità in atto o potenziali.

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

I 6 aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto sono di seguito nomenclati con sigle identificative da WTG1 a WTG6, così come individuati, tra l'altro, negli elaborati grafici di progetto.

La connessione alla rete di trasmissione elettrica nazionale avverrà su futuro ampliamento della stazione RTN con sezione di raccolta a 36 kV e trasformazione 150/36 kV ubicata nei comuni di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia (FG), in località "Cancarro".

Tutti gli aerogeneratori previsti in progetto, così come il futuro ampliamento della stazione elettrica, ricadono in area classificata a "media e moderata pericolosità geomorfologica (PG1)" ai sensi dell'art. 15 delle N.T.A. del P.A.I.

Il cavidotto di collegamento tra gli aerogeneratori e di collegamento del parco eolico alla stazione elettrica ricade quasi interamente in aree perimetrate PG1 e solo per minima parte in area perimetrata PG2.

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 studio di compatibilità geologica e geotecnica 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, in condizione ante e post opera.

Le analisi di stabilità dei pendii, in configurazione ante e post opera, hanno prodotto i seguenti risultati:

	FATTORE DI SICUREZZA MINIMO		RIDUZIONE PERCENTUALE
	ANTE	POST	[%]
WTG1	1,51	1,39	-7,9
WTG2	1,99	1,83	-8,0
WTG3	1,48	1,36	-8,1
WTG4	1,58	1,53	-3,2
WTG5	1,67	1,43	-14,4
WTG6	1,37	1,24	-9,5
Futuro ampliamento S.E.	2,14	2,14	0,0

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 attiene 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.

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.