

Regione BASILICATA

Provincia di Matera

COMUNE di IRSINA



IMPIANTO EOLICO "Sant'Eufemia"

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. Prog : IRS 2

Cod. Elab.:A.2.2

VERIFICHE DI STABILITA'

DATA: Agosto 2023

PROPONENTE

WINDERG

Winderg s.r.l.

via Trento, 64
20871 - Vimercate (MB)
P.IVA 04702520968


WINDERG s.r.l.
Presidente e Amministratore Delegato
Dot. Michele Giambelli

INCARICO



Via Enrico Fermi, 38
85021 Avigliano (PZ)
Tel. 0971.700637
mail: adr_srls@virgilio.it
A.U : Ing. Rocco Sileo


A.d.R. srls
Via Enrico Fermi, 38
85021 AVIGLIANO (PZ)
C.F. e P.IVA 02022800763

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Rocco SILEO



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Raffaele NARDONE



Rev	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00		I emissione	Lotito	Nardone	Winderg S.r.l

Sommario

Relazione di calcolo.....	2
1. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione A-A' Ante operam	5
2. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione A-A' Post operam	8
3. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione B-B' Ante operam.....	12
4. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione B-B' Post operam	17
5. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione C-C' Ante operam.....	22
6. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione C-C' Post operam	27

Relazione di calcolo

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.

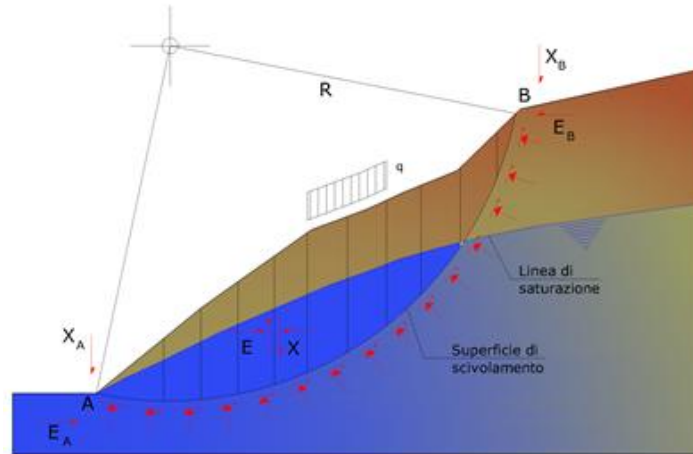
Metodo equilibrio limite (LEM)

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 concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii 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 concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- 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.

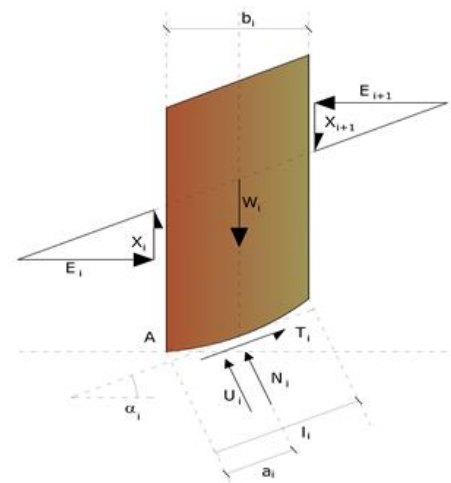
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

Metodo di 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 $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

1. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione A-A' Ante operam

Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	104.91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	91.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	164.71 m
Ordinata vertice destro superiore ys	113.26 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.064
Coefficiente azione sismica verticale	0.032

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	83.48	70.12
2	125.63	79.27
3	165.1	86.02
4	181.16	88.6

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	83.48	67.3
2	150.38	79.99
3	181.16	85.0

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 (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0	25	21	18.6		UG1	
2	0	135	26	21.5		UG2	

Risultati analisi pendio [Utente]

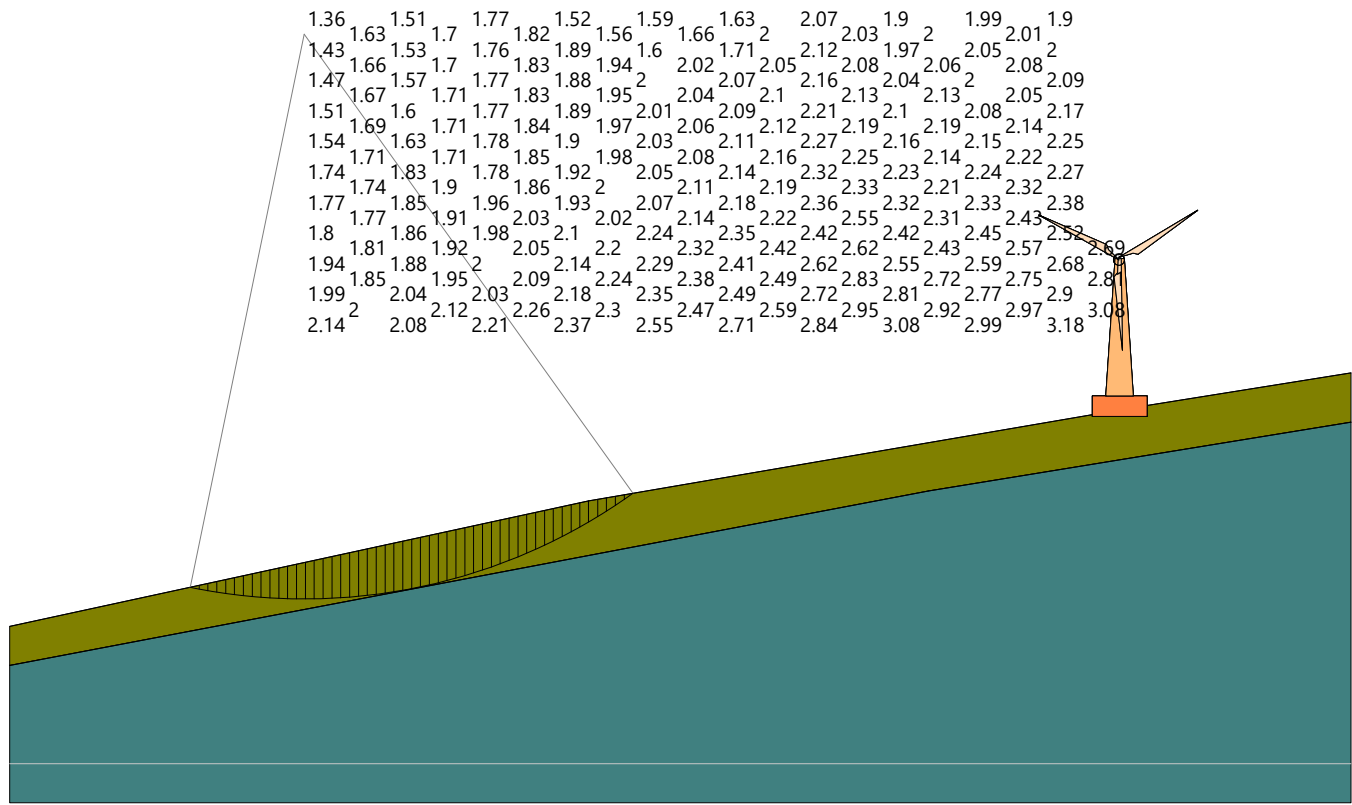
Fs minimo individuato	1.36
Ascissa centro superficie	104.91 m
Ordinata centro superficie	113.26 m
Raggio superficie	41.13 m

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

$$x_c = 104.914 \quad y_c = 113.261 \quad R_c = 41.134 \quad F_s = 1.358$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0.64	-11.2	0.7	1.62	0.12	0.06	0.0	21.0	0.0	1.7	0.5
2	0.64	-10.3	0.7	4.76	0.35	0.17	0.0	21.0	0.0	5.1	1.4
3	0.64	-9.3	0.7	7.78	0.57	0.28	0.0	21.0	0.0	8.3	2.3
4	0.64	-8.4	0.7	10.67	0.78	0.38	0.0	21.0	0.0	11.3	3.2
5	0.64	-7.5	0.7	13.43	0.98	0.48	0.0	21.0	0.0	14.1	4.0
6	0.64	-6.6	0.6	16.07	1.17	0.58	0.0	21.0	0.0	16.7	4.7
7	0.64	-5.7	0.6	18.58	1.36	0.67	0.0	21.0	0.0	19.2	5.4

8	0.64	-4.8	0.6	20.98	1.53	0.76	0.0	21.0	0.0	21.6	6.1
9	0.64	-3.9	0.6	23.25	1.7	0.84	0.0	21.0	0.0	23.8	6.7
10	0.64	-3.0	0.6	25.39	1.85	0.91	0.0	21.0	0.0	25.8	7.3
11	0.64	-2.1	0.6	27.42	2.0	0.99	0.0	21.0	0.0	27.7	7.8
12	0.64	-1.2	0.6	29.32	2.14	1.06	0.0	21.0	0.0	29.5	8.3
13	0.64	-0.3	0.6	31.11	2.27	1.12	0.0	21.0	0.0	31.2	8.8
14	0.64	0.6	0.6	32.77	2.39	1.18	0.0	21.0	0.0	32.7	9.2
15	0.64	1.5	0.6	34.31	2.5	1.24	0.0	21.0	0.0	34.1	9.6
16	0.64	2.4	0.6	35.73	2.61	1.29	0.0	21.0	0.0	35.3	10.0
17	0.64	3.3	0.6	37.02	2.7	1.33	0.0	21.0	0.0	36.5	10.3
18	0.64	4.2	0.6	38.2	2.79	1.38	0.0	21.0	0.0	37.5	10.6
19	0.64	5.1	0.6	39.25	2.87	1.41	0.0	21.0	0.0	38.4	10.9
20	0.64	6.0	0.6	40.18	2.93	1.45	0.0	21.0	0.0	39.2	11.1
21	0.64	6.9	0.6	40.99	2.99	1.48	0.0	21.0	0.0	39.9	11.3
22	0.64	7.8	0.7	41.67	3.04	1.5	0.0	21.0	0.0	40.5	11.4
23	0.64	8.7	0.7	42.23	3.08	1.52	0.0	21.0	0.0	41.0	11.6
24	0.64	9.6	0.7	42.66	3.11	1.54	0.0	21.0	0.0	41.3	11.7
25	0.64	10.5	0.7	42.97	3.14	1.55	0.0	21.0	0.0	41.5	11.7
26	0.64	11.4	0.7	43.15	3.15	1.55	0.0	21.0	0.0	41.6	11.8
27	0.64	12.3	0.7	43.2	3.15	1.56	0.0	21.0	0.0	41.6	11.8
28	0.64	13.3	0.7	43.12	3.15	1.55	0.0	21.0	0.0	41.5	11.7
29	0.64	14.2	0.7	42.91	3.13	1.54	0.0	21.0	0.0	41.3	11.7
30	0.64	15.1	0.7	42.56	3.11	1.53	0.0	21.0	0.0	41.0	11.6
31	0.64	16.1	0.7	42.08	3.07	1.51	0.0	21.0	0.0	40.5	11.4
32	0.64	17.0	0.7	41.47	3.03	1.49	0.0	21.0	0.0	39.9	11.3
33	0.64	17.9	0.7	40.71	2.97	1.47	0.0	21.0	0.0	39.2	11.1
34	0.64	18.9	0.7	39.81	2.91	1.43	0.0	21.0	0.0	38.4	10.8
35	0.64	19.8	0.7	38.78	2.83	1.4	0.0	21.0	0.0	37.4	10.6
36	0.64	20.8	0.7	37.59	2.74	1.35	0.0	21.0	0.0	36.3	10.3
37	0.64	21.8	0.7	36.26	2.65	1.31	0.0	21.0	0.0	35.1	9.9
38	0.64	22.7	0.7	34.77	2.54	1.25	0.0	21.0	0.0	33.7	9.5
39	0.64	23.7	0.7	33.13	2.42	1.19	0.0	21.0	0.0	32.2	9.1
40	0.64	24.7	0.7	31.34	2.29	1.13	0.0	21.0	0.0	30.5	8.6
41	0.64	25.7	0.7	29.38	2.14	1.06	0.0	21.0	0.0	28.7	8.1
42	0.64	26.7	0.7	27.25	1.99	0.98	0.0	21.0	0.0	26.7	7.5
43	0.64	27.7	0.7	24.96	1.82	0.9	0.0	21.0	0.0	24.5	6.9
44	0.64	28.7	0.7	22.49	1.64	0.81	0.0	21.0	0.0	22.2	6.3
45	0.63	29.7	0.7	19.49	1.42	0.7	0.0	21.0	0.0	19.3	5.5
46	0.66	30.8	0.8	17.17	1.25	0.62	0.0	21.0	0.0	17.1	4.8
47	0.64	31.8	0.8	13.44	0.98	0.48	0.0	21.0	0.0	13.5	3.8
48	0.64	32.9	0.8	9.86	0.72	0.35	0.0	21.0	0.0	9.9	2.8
49	0.64	34.0	0.8	6.08	0.44	0.22	0.0	21.0	0.0	6.2	1.7
50	0.64	35.1	0.8	2.08	0.15	0.07	0.0	21.0	0.0	2.1	0.6



1.36 1.51 1.77 1.82 1.52 1.56 1.59 1.66 1.63 2 2.07 1.9 1.99 2.01 1.9
 1.43 1.63 1.53 1.7 1.76 1.83 1.89 1.94 1.6 2.02 1.71 2.12 2.03 1.97 2 2.05 2.08
 1.47 1.66 1.57 1.7 1.77 1.83 1.88 1.95 2 2.04 2.07 2.1 2.16 2.04 2.06 2.08 2.09
 1.51 1.67 1.6 1.71 1.77 1.83 1.89 1.95 2.01 2.06 2.09 2.1 2.21 2.13 2.13 2.05 2.09
 1.54 1.69 1.63 1.71 1.78 1.84 1.9 1.97 2.03 2.06 2.11 2.12 2.27 2.19 2.1 2.19 2.08 2.14 2.17
 1.74 1.71 1.83 1.71 1.78 1.85 1.9 1.98 2.03 2.08 2.11 2.16 2.27 2.25 2.16 2.19 2.15 2.14 2.25
 1.74 1.74 1.83 1.9 1.78 1.86 1.92 2 2.05 2.08 2.14 2.16 2.32 2.25 2.23 2.14 2.24 2.22 2.27
 1.77 1.85 1.9 1.96 1.86 1.93 2 2.07 2.11 2.18 2.19 2.36 2.33 2.32 2.21 2.24 2.32 2.27
 1.77 1.77 1.85 1.91 1.96 2.03 2.1 2.02 2.07 2.14 2.18 2.22 2.36 2.32 2.31 2.33 2.43 2.38
 1.8 1.81 1.86 1.92 1.98 2.05 2.1 2.2 2.24 2.32 2.35 2.42 2.42 2.55 2.42 2.31 2.45 2.43 2.52 2.69
 1.94 1.81 1.88 1.95 2 2.09 2.14 2.24 2.29 2.38 2.41 2.49 2.62 2.62 2.43 2.59 2.57 2.68 2.81
 1.99 1.85 2.04 1.95 2.03 2.09 2.18 2.24 2.35 2.38 2.49 2.49 2.72 2.83 2.72 2.75 2.75 2.9 2.81
 2.14 2 2.08 2.12 2.21 2.26 2.18 2.3 2.35 2.47 2.49 2.59 2.72 2.95 2.81 2.92 2.97 2.97 3.08

- UG1
 Peso unità di volume 18.6kN/m³
 Angolo di resistenza a taglio 21°
 Coesione 0 kN/m²
 Coesione non drenata 25 kN/m²

- UG2
 Peso unità di volume 21.5kN/m³
 Angolo di resistenza a taglio 26°
 Coesione 0 kN/m²
 Coesione non drenata 135 kN/m²

SEZIONE A-A' WTG1 ANTE OPERAM

2. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione A-A' Post operam

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	13.95 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	52.99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	113.63 m
Ordinata vertice destro superiore ys	83.73 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:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	
Categoria topografica:	

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

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

S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.089
 Coefficiente azione sismica verticale 0.044

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	5.0	8.0
2	87.96	26.27
3	93.07	29.23
4	125.77	29.33
5	130.33	33.88
6	151.16	37.2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	5.0	4.0
2	125.77	29.33
3	125.89	29.45
4	151.16	33.6

Coefficienti parziali azioni

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0	35	21	18.6		UG1
2	0	135	26	21.5		UG2

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	105	29.34	125	29.40116	120

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.18
Ascissa centro superficie	78.74 m
Ordinata centro superficie	79.12 m
Raggio superficie	58.58 m

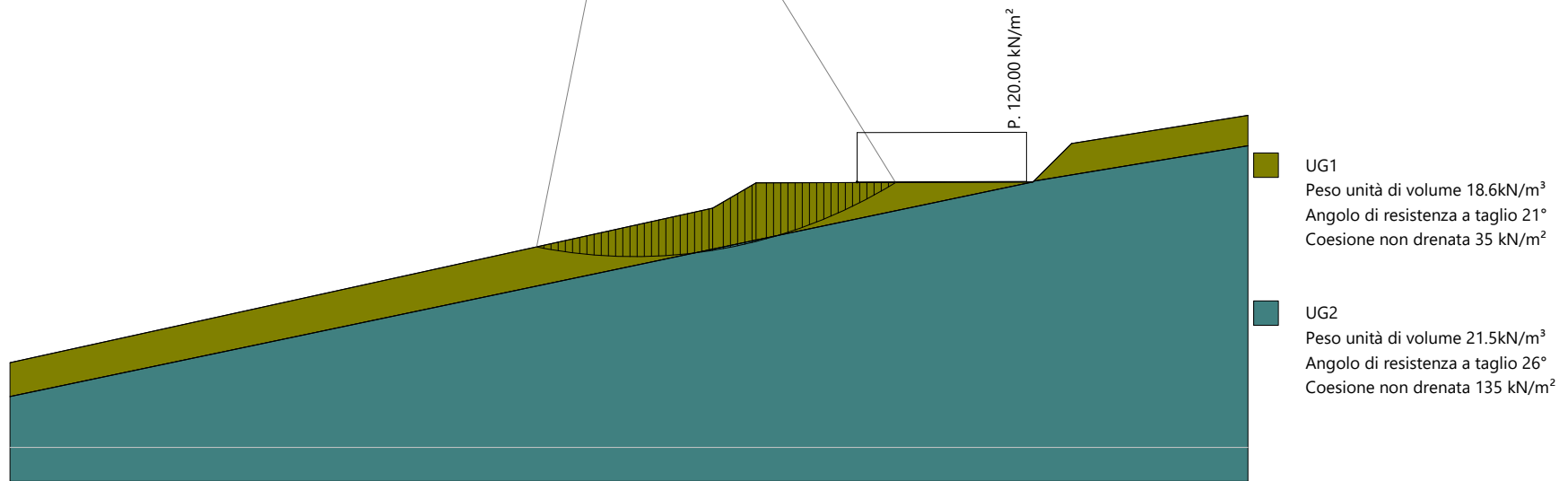
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento;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

$$x_c = 78.742 \quad y_c = 79.118 \quad R_c = 58.583 \quad F_s = 1.175$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0.85	-11.0	0.9	2.79	0.28	0.14	0.0	21.0	0.0	3.0	1.0
2	0.85	-10.1	0.9	8.23	0.81	0.4	0.0	21.0	0.0	8.9	2.9
3	0.85	-9.3	0.9	13.46	1.33	0.66	0.0	21.0	0.0	14.4	4.7
4	0.85	-8.5	0.9	18.49	1.83	0.91	0.0	21.0	0.0	19.6	6.4
5	0.85	-7.6	0.9	23.32	2.31	1.14	0.0	21.0	0.0	24.6	8.0
6	0.85	-6.8	0.9	27.95	2.77	1.37	0.0	21.0	0.0	29.3	9.6
7	0.85	-6.0	0.9	32.38	3.21	1.59	0.0	21.0	0.0	33.7	11.0
8	0.85	-5.1	0.9	36.62	3.63	1.79	0.0	21.0	0.0	37.9	12.4
9	0.85	-4.3	0.8	40.66	4.03	1.99	0.0	21.0	0.0	41.8	13.7
10	0.85	-3.5	0.8	44.51	4.41	2.18	0.0	21.0	0.0	45.5	14.9
11	0.85	-2.6	0.8	48.16	4.77	2.36	0.0	21.0	0.0	48.9	16.0
12	0.85	-1.8	0.8	51.62	5.11	2.53	0.0	21.0	0.0	52.2	17.0
13	0.85	-1.0	0.8	54.89	5.43	2.69	0.0	21.0	0.0	55.2	18.0
14	0.85	-0.1	0.8	57.96	5.74	2.84	0.0	21.0	0.0	58.0	18.9
15	0.85	0.7	0.8	60.84	6.02	2.98	0.0	21.0	0.0	60.6	19.8
16	0.85	1.5	0.8	63.52	6.29	3.11	0.0	21.0	0.0	63.0	20.6
17	0.85	2.3	0.8	66.02	6.54	3.23	0.0	21.0	0.0	65.2	21.3
18	0.85	3.2	0.8	68.31	6.76	3.35	0.0	21.0	0.0	67.2	22.0
19	0.85	4.0	0.8	70.42	6.97	3.45	0.0	21.0	0.0	69.0	22.5
20	0.85	4.8	0.9	72.33	7.16	3.54	0.0	21.0	0.0	70.6	23.1
21	0.85	5.7	0.9	74.04	7.33	3.63	0.0	21.0	0.0	72.1	23.5
22	0.85	6.5	0.9	75.56	7.48	3.7	0.0	21.0	0.0	73.3	23.9

23	0.85	7.3	0.9	76.93	7.62	3.77	0.0	26.0	0.0	73.6	30.6
24	0.85	8.2	0.9	78.21	7.74	3.83	0.0	26.0	0.0	74.6	30.9
25	0.46	8.8	0.5	42.97	4.25	2.11	0.0	26.0	0.0	40.8	17.0
26	1.23	9.7	1.3	121.44	12.02	5.95	0.0	26.0	0.0	115.1	47.8
27	0.85	10.7	0.9	90.01	8.91	4.41	0.0	26.0	0.0	84.9	35.3
28	0.85	11.5	0.9	95.14	9.42	4.66	0.0	26.0	0.0	89.5	37.2
29	0.85	12.4	0.9	100.04	9.9	4.9	0.0	26.0	0.0	93.9	39.0
30	0.85	13.2	0.9	104.69	10.36	5.13	0.0	26.0	0.0	98.0	40.7
31	0.49	13.9	0.5	62.27	6.16	3.05	0.0	26.0	0.0	58.2	24.1
32	1.21	14.8	1.2	152.31	15.08	7.46	0.0	26.0	0.0	142.0	58.9
33	0.85	15.8	0.9	102.39	10.14	5.02	0.0	26.0	0.0	95.2	39.5
34	0.85	16.7	0.9	98.38	9.74	4.82	0.0	21.0	0.0	93.5	30.6
35	0.85	17.5	0.9	94.31	9.34	4.62	0.0	21.0	0.0	89.7	29.3
36	0.85	18.4	0.9	90.01	8.91	4.41	0.0	21.0	0.0	85.6	28.0
37	0.85	19.3	0.9	85.49	8.46	4.19	0.0	21.0	0.0	81.3	26.6
38	0.85	20.2	0.9	80.74	7.99	3.96	0.0	21.0	0.0	76.8	25.1
39	0.85	21.1	0.9	75.76	7.5	3.71	0.0	21.0	0.0	72.1	23.6
40	0.85	21.9	0.9	70.53	6.98	3.46	0.0	21.0	0.0	67.2	22.0
41	0.85	22.8	0.9	65.07	6.44	3.19	0.0	21.0	0.0	62.1	20.3
42	0.85	23.7	0.9	59.36	5.88	2.91	0.0	21.0	0.0	56.7	18.5
43	0.85	24.7	0.9	53.39	5.29	2.62	0.0	21.0	0.0	51.1	16.7
44	0.85	25.6	0.9	47.17	4.67	2.31	0.0	21.0	0.0	45.2	14.8
45	0.85	26.5	0.9	76.59	7.58	3.75	0.0	21.0	0.0	73.6	24.0
46	0.85	27.4	1.0	135.64	13.43	6.65	0.0	21.0	0.0	130.7	42.7
47	0.85	28.4	1.0	128.61	12.73	6.3	0.0	21.0	0.0	124.2	40.6
48	0.85	29.3	1.0	121.29	12.01	5.94	0.0	21.0	0.0	117.5	38.4
49	0.85	30.3	1.0	113.68	11.25	5.57	0.0	21.0	0.0	110.6	36.1
50	0.85	31.2	1.0	93.78	9.28	4.6	0.0	21.0	0.0	91.5	29.9

1.22	1.21	1.18	1.2	1.4	1.91	2.24						
1.25	1.2	1.23	1.2	1.18	1.19	1.25	1.38	1.61	1.87	2.35	2.27	
1.27	1.21	1.23	1.23	1.18	1.19	1.24	1.36	1.58	1.86	2.29	2.33	
1.29	1.22	1.2	1.22	1.18	1.18	1.22	1.33	1.57	1.83	2.22	2.37	
	1.23	1.2	1.2	1.26	1.19	1.18	1.21	1.32	1.53	1.8	2.21	2.42
	1.25	1.2	1.21	1.26	1.2	1.18	1.2	1.32	1.51	1.8	2.47	
	1.29	1.21	1.21	1.24	1.23	1.18	1.2	1.29	1.48	1.79	2.54	
	1.31	1.22	1.21	1.23	1.23	1.18	1.2	1.27	1.48	1.76	2.54	
		1.25	1.21	1.22	1.28	1.2	1.19	1.24	1.46	1.72		
			1.28	1.21	1.28	1.2	1.18	1.24	1.42			
			1.22	1.21	1.27	1.22	1.18	1.22				
			1.32	1.2	1.27	1.27	1.18	1.22				
			1.35	1.24	1.2	1.27	1.2	1.22				
				1.21	1.24	1.27	1.2					
					1.33	1.2						



SEZIONE A-A' WTG1 POST OPERAM

3. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione B-B' Ante operam

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5.85 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	58.3 m
Ascissa vertice destro superiore xs	174.36 m
Ordinata vertice destro superiore ys	103.32 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:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	
Categoria topografica:	

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

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

S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.073
 Coefficiente azione sismica verticale 0.036

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	26.84	9.81
2	37.94	10.84
3	52.37	12.76
4	87.89	21.3
5	145.6	34.6
6	180.0	41.33

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	26.84	3.15
2	64.58	11.48
3	120.63	25.23
4	180.0	37.33

Coefficienti parziali azioni

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0	35	21	18.6		UG1
2	0	135	26	21.5		UG2

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.24
Ascissa centro superficie	47.98 m
Ordinata centro superficie	101.07 m
Raggio superficie	88.82 m

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

$$x_c = 47.98 \quad y_c = 101.066 \quad R_c = 88.817 \quad F_s = 1.238$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0.75	0.6	0.8	0.66	0.04	0.02	0.0	21.0	0.0	0.7	0.2
2	0.75	1.1	0.8	1.91	0.12	0.06	0.0	21.0	0.0	1.9	0.6
3	0.75	1.6	0.8	3.08	0.2	0.1	0.0	21.0	0.0	3.1	0.9
4	0.75	2.0	0.8	4.15	0.27	0.13	0.0	21.0	0.0	4.1	1.3
5	0.84	2.6	0.8	5.77	0.37	0.18	0.0	21.0	0.0	5.7	1.8
6	0.67	3.1	0.7	5.84	0.37	0.19	0.0	21.0	0.0	5.8	1.8
7	0.75	3.5	0.8	8.41	0.54	0.27	0.0	21.0	0.0	8.3	2.6
8	0.75	4.0	0.8	10.26	0.66	0.33	0.0	21.0	0.0	10.1	3.1
9	0.75	4.5	0.8	12.02	0.77	0.38	0.0	21.0	0.0	11.8	3.7
10	0.75	5.0	0.8	13.69	0.88	0.44	0.0	21.0	0.0	13.4	4.1
11	0.75	5.5	0.8	15.27	0.98	0.49	0.0	21.0	0.0	14.9	4.6
12	0.75	6.0	0.8	16.75	1.07	0.54	0.0	21.0	0.0	16.3	5.1
13	0.75	6.4	0.8	18.15	1.16	0.58	0.0	21.0	0.0	17.6	5.5
14	0.75	6.9	0.8	19.45	1.25	0.62	0.0	21.0	0.0	18.9	5.9
15	0.75	7.4	0.8	20.67	1.32	0.66	0.0	21.0	0.0	20.0	6.2
16	0.75	7.9	0.8	21.79	1.39	0.7	0.0	21.0	0.0	21.1	6.5
17	0.75	8.4	0.8	22.81	1.46	0.73	0.0	21.0	0.0	22.1	6.8
18	0.75	8.9	0.8	23.75	1.52	0.76	0.0	21.0	0.0	22.9	7.1
19	0.75	9.4	0.8	24.59	1.57	0.79	0.0	21.0	0.0	23.7	7.4
20	0.75	9.9	0.8	25.34	1.62	0.81	0.0	21.0	0.0	24.4	7.6
21	0.75	10.4	0.8	25.99	1.66	0.83	0.0	21.0	0.0	25.0	7.8
22	0.75	10.9	0.8	26.55	1.7	0.85	0.0	21.0	0.0	25.5	7.9
23	0.75	11.4	0.8	27.02	1.73	0.86	0.0	21.0	0.0	25.9	8.0
24	0.75	11.9	0.8	27.39	1.75	0.88	0.0	21.0	0.0	26.3	8.1
25	0.75	12.4	0.8	27.66	1.77	0.89	0.0	21.0	0.0	26.5	8.2
26	0.75	12.9	0.8	27.84	1.78	0.89	0.0	21.0	0.0	26.7	8.3
27	0.75	13.4	0.8	27.92	1.79	0.89	0.0	21.0	0.0	26.7	8.3

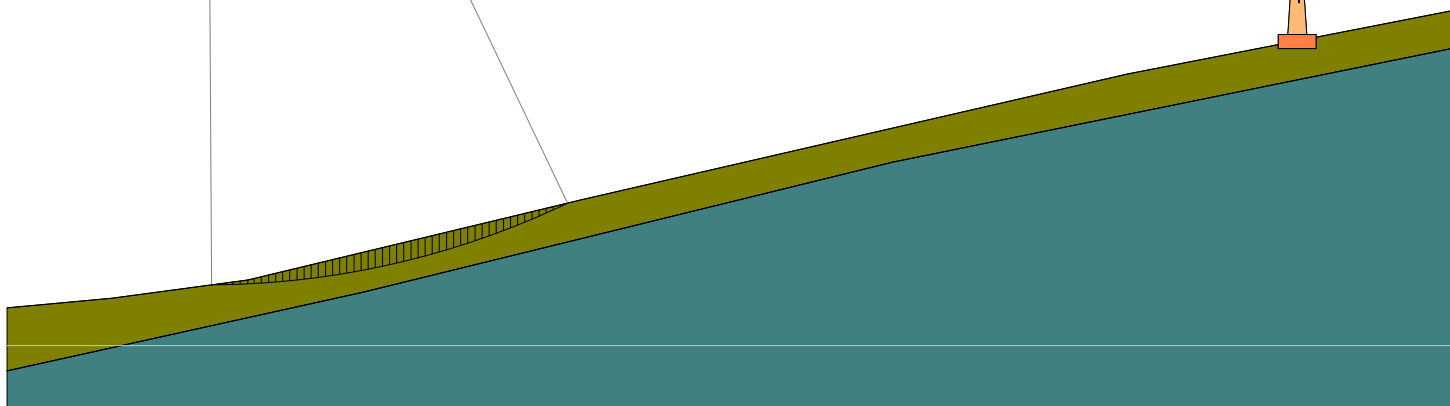
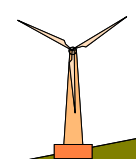
28	0.75	13.9	0.8	27.9	1.79	0.89	0.0	21.0	0.0	26.7	8.3
29	0.75	14.4	0.8	27.79	1.78	0.89	0.0	21.0	0.0	26.6	8.2
30	0.75	14.9	0.8	27.57	1.76	0.88	0.0	21.0	0.0	26.4	8.2
31	0.75	15.4	0.8	27.26	1.74	0.87	0.0	21.0	0.0	26.0	8.1
32	0.75	15.9	0.8	26.84	1.72	0.86	0.0	21.0	0.0	25.6	8.0
33	0.75	16.4	0.8	26.33	1.69	0.84	0.0	21.0	0.0	25.2	7.8
34	0.75	16.9	0.8	25.71	1.65	0.82	0.0	21.0	0.0	24.6	7.6
35	0.75	17.4	0.8	24.99	1.6	0.8	0.0	21.0	0.0	23.9	7.4
36	0.75	17.9	0.8	24.17	1.55	0.77	0.0	21.0	0.0	23.1	7.2
37	0.75	18.4	0.8	23.25	1.49	0.74	0.0	21.0	0.0	22.2	6.9
38	0.75	18.9	0.8	22.21	1.42	0.71	0.0	21.0	0.0	21.2	6.6
39	0.75	19.4	0.8	21.08	1.35	0.67	0.0	21.0	0.0	20.1	6.2
40	0.75	20.0	0.8	19.83	1.27	0.63	0.0	21.0	0.0	19.0	5.9
41	0.75	20.5	0.8	18.48	1.18	0.59	0.0	21.0	0.0	17.7	5.5
42	0.75	21.0	0.8	17.02	1.09	0.54	0.0	21.0	0.0	16.3	5.1
43	0.75	21.5	0.8	15.44	0.99	0.49	0.0	21.0	0.0	14.8	4.6
44	0.75	22.0	0.8	13.76	0.88	0.44	0.0	21.0	0.0	13.2	4.1
45	0.75	22.6	0.8	11.96	0.77	0.38	0.0	21.0	0.0	11.5	3.6
46	0.75	23.1	0.8	10.05	0.64	0.32	0.0	21.0	0.0	9.6	3.0
47	0.75	23.6	0.8	8.02	0.51	0.26	0.0	21.0	0.0	7.7	2.4
48	0.75	24.2	0.8	5.88	0.38	0.19	0.0	21.0	0.0	5.7	1.8
49	0.75	24.7	0.8	3.62	0.23	0.12	0.0	21.0	0.0	3.5	1.1
50	0.75	25.2	0.8	1.24	0.08	0.04	0.0	21.0	0.0	1.2	0.4

1.36		1.24		1.27		1.51		1.29		1.31		1.43	
1.38	1.24	1.24	1.25	1.27	1.27	1.51	1.56	1.62	1.3	1.31	1.37	1.43	
1.41	1.24	1.24	1.25	1.27	1.27	1.28	1.57	1.62	1.3	1.31	1.37	1.43	1.46
1.44	1.25	1.24	1.24	1.27	1.27	1.29	1.57	1.61	1.31	1.32	1.37	1.42	1.46
1.47	1.26	1.24	1.24	1.27	1.29	1.29	1.58	1.62	1.31	1.32	1.37	1.43	1.47
1.51	1.27	1.24	1.24	1.27	1.29	1.29	1.57	1.62	1.48	1.32	1.38	1.43	1.48
1.56	1.29	1.27	1.26	1.27	1.3	1.29	1.58	1.72	1.48	1.33	1.39	1.43	1.49
1.62	1.3	1.27	1.27	1.27	1.3	1.29	1.59	1.72	1.34	1.34	1.59	1.45	1.51
1.67	1.32	1.27	1.27	1.27	1.3	1.47	1.59	1.8	1.5	1.59	1.37	1.62	1.51
1.72	1.35	1.27	1.27	1.27	1.3	1.45	1.59	1.82	1.71	1.58	1.37	1.45	1.7
1.77	1.37	1.28	1.27	1.3	1.31	1.44	1.71	1.85	1.81	1.59	1.39	1.62	1.88
		1.28		1.31		1.43		1.95		1.6		1.79	1.88

- UG1
 - Peso unità di volume 18.6kN/m³
 - Angolo di resistenza a taglio 21°
 - Coesione 0 kN/m²
 - Coesione non drenata 35 kN/m²

- UG2
 - Peso unità di volume 21.5kN/m³
 - Angolo di resistenza a taglio 26°
 - Coesione 0 kN/m²
 - Coesione non drenata 135 kN/m²

2.05



SEZIONE B-B' WTG2 ANTE

4. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione B-B' Post operam

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	37.56 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	55.4 m
Ascissa vertice destro superiore xs	120.46 m
Ordinata vertice destro superiore ys	103.38 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:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	
Categoria topografica:	

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

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

S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.099
 Coefficiente azione sismica verticale 0.049

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	26.84	9.81
2	37.94	10.84
3	52.37	12.76
4	87.89	21.3
5	116.19	28.22
6	125.58	34.46
7	158.28	34.33
8	162.0	38.06
9	180.0	41.33

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	26.84	3.15
2	64.58	11.48
3	120.63	25.23
4	180.0	37.33

Coefficienti parziali azioni

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0	35	21	18.6		UG1

2	0	135	26	21.5		UG2
---	---	-----	----	------	--	-----

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	136	34.2	156	34.12355	120

Risultati analisi pendio

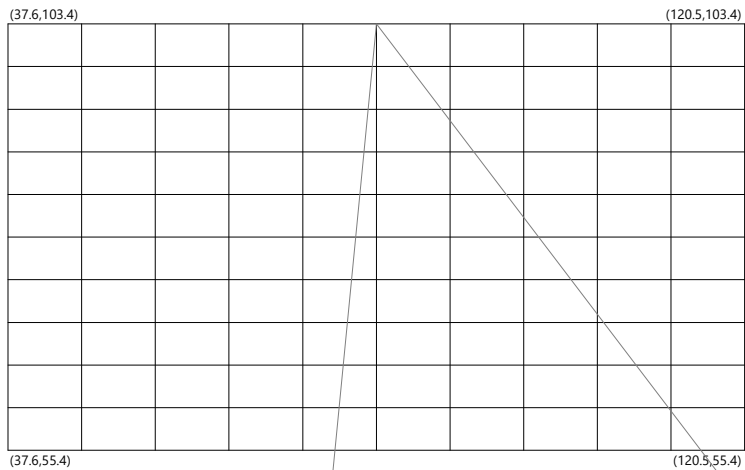
Fs minimo individuato	1.13
Ascissa centro superficie	79.01 m
Ordinata centro superficie	103.38 m
Raggio superficie	86.63 m

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

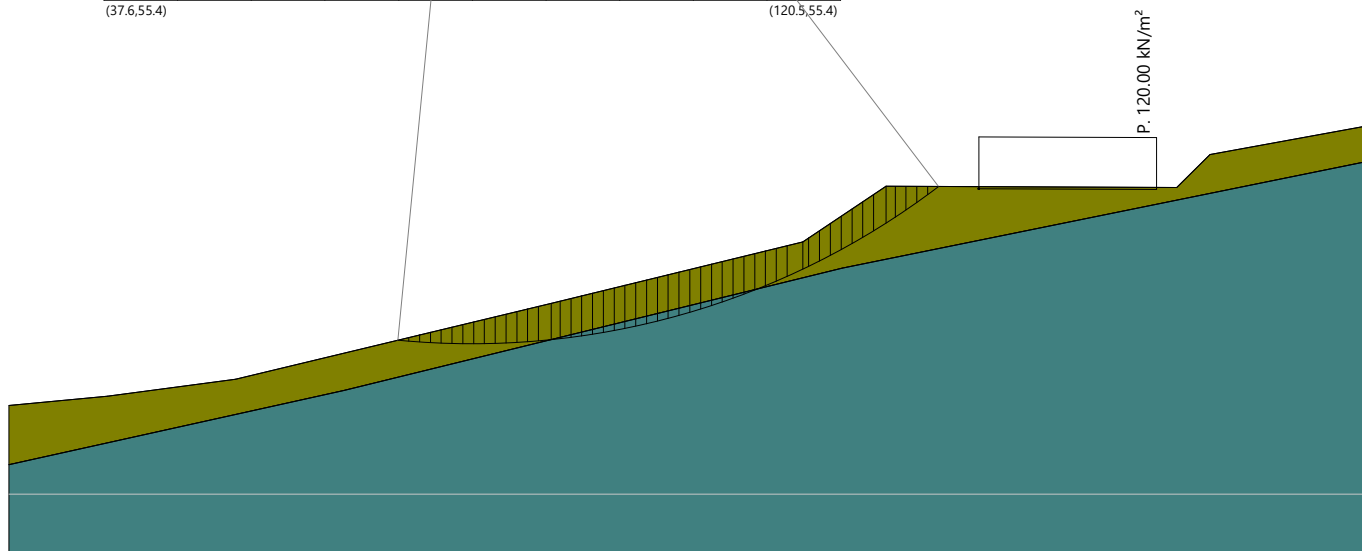
$$x_c = 79.008 \quad y_c = 103.377 \quad R_c = 86.627 \quad F_s = 1.13$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1.22	-5.1	1.2	4.6	0.41	0.2	0.0	21.0	0.0	4.8	1.6
2	1.22	-4.3	1.2	13.5	1.2	0.59	0.0	21.0	0.0	13.9	4.7
3	1.22	-3.5	1.2	22.01	1.96	0.97	0.0	21.0	0.0	22.5	7.6
4	1.22	-2.7	1.2	30.13	2.68	1.33	0.0	21.0	0.0	30.7	10.4
5	1.22	-1.9	1.2	37.87	3.37	1.67	0.0	21.0	0.0	38.3	13.0
6	1.22	-1.1	1.2	45.22	4.02	1.99	0.0	21.0	0.0	45.5	15.5
7	1.22	-0.3	1.2	52.18	4.64	2.3	0.0	21.0	0.0	52.3	17.8
8	1.22	0.5	1.2	58.75	5.23	2.59	0.0	21.0	0.0	58.6	19.9
9	1.22	1.3	1.2	64.94	5.78	2.86	0.0	21.0	0.0	64.5	21.9
10	1.22	2.1	1.2	70.74	6.3	3.11	0.0	21.0	0.0	69.9	23.7
11	1.22	2.9	1.2	76.16	6.78	3.35	0.0	21.0	0.0	75.0	25.5
12	1.22	3.7	1.2	81.18	7.23	3.57	0.0	21.0	0.0	79.6	27.0
13	1.22	4.5	1.2	85.82	7.64	3.78	0.0	21.0	0.0	83.8	28.5
14	1.44	5.4	1.4	106.8	9.51	4.7	0.0	21.0	0.0	103.9	35.3
15	1.0	6.2	1.0	77.41	6.89	3.41	0.0	26.0	0.0	74.4	32.1
16	1.22	6.9	1.2	98.26	8.74	4.32	0.0	26.0	0.0	94.0	40.6
17	1.22	7.8	1.2	101.93	9.07	4.48	0.0	26.0	0.0	97.2	41.9
18	1.22	8.6	1.2	105.14	9.36	4.63	0.0	26.0	0.0	99.8	43.1
19	1.22	9.4	1.2	107.89	9.6	4.75	0.0	26.0	0.0	102.1	44.0

20	1.22	10.2	1.2	110.18	9.81	4.85	0.0	26.0	0.0	103.9	44.8
21	1.22	11.0	1.2	111.99	9.97	4.93	0.0	26.0	0.0	105.2	45.4
22	1.22	11.8	1.2	113.33	10.09	4.99	0.0	26.0	0.0	106.2	45.8
23	1.22	12.7	1.2	114.2	10.16	5.02	0.0	26.0	0.0	106.7	46.0
24	1.22	13.5	1.3	114.59	10.2	5.04	0.0	26.0	0.0	106.8	46.1
25	1.22	14.3	1.3	114.49	10.19	5.04	0.0	26.0	0.0	106.4	45.9
26	1.22	15.2	1.3	113.89	10.14	5.01	0.0	26.0	0.0	105.6	45.6
27	1.22	16.0	1.3	112.81	10.04	4.96	0.0	26.0	0.0	104.4	45.1
28	1.22	16.8	1.3	111.21	9.9	4.89	0.0	26.0	0.0	102.8	44.3
29	1.22	17.7	1.3	109.11	9.71	4.8	0.0	26.0	0.0	100.7	43.4
30	1.22	18.5	1.3	106.49	9.48	4.69	0.0	26.0	0.0	98.1	42.3
31	1.22	19.4	1.3	103.35	9.2	4.55	0.0	26.0	0.0	95.1	41.0
32	1.22	20.2	1.3	99.68	8.87	4.39	0.0	26.0	0.0	91.7	39.6
33	1.22	21.1	1.3	95.46	8.5	4.2	0.0	26.0	0.0	87.7	37.9
34	1.22	21.9	1.3	90.91	8.09	4.0	0.0	21.0	0.0	86.2	29.3
35	1.22	22.8	1.3	86.3	7.68	3.8	0.0	21.0	0.0	81.9	27.8
36	1.22	23.7	1.3	81.19	7.23	3.57	0.0	21.0	0.0	77.2	26.2
37	1.76	24.8	1.9	107.27	9.55	4.72	0.0	21.0	0.0	102.1	34.7
38	0.68	25.7	0.8	39.59	3.52	1.74	0.0	21.0	0.0	37.8	12.8
39	1.22	26.4	1.4	75.02	6.68	3.3	0.0	21.0	0.0	71.7	24.3
40	1.22	27.3	1.4	79.39	7.07	3.49	0.0	21.0	0.0	76.0	25.8
41	1.22	28.2	1.4	83.22	7.41	3.66	0.0	21.0	0.0	79.9	27.1
42	1.22	29.1	1.4	86.48	7.7	3.8	0.0	21.0	0.0	83.2	28.3
43	1.22	30.0	1.4	89.16	7.93	3.92	0.0	21.0	0.0	86.1	29.2
44	1.22	30.9	1.4	91.24	8.12	4.01	0.0	21.0	0.0	88.4	30.0
45	1.42	32.0	1.7	108.07	9.62	4.75	0.0	21.0	0.0	105.1	35.7
46	1.02	32.9	1.2	71.78	6.39	3.16	0.0	21.0	0.0	70.1	23.8
47	1.22	33.8	1.5	69.18	6.16	3.04	0.0	21.0	0.0	67.8	23.0
48	1.22	34.8	1.5	50.3	4.48	2.21	0.0	21.0	0.0	49.6	16.8
49	1.22	35.8	1.5	30.73	2.73	1.35	0.0	21.0	0.0	30.4	10.3
50	1.22	36.8	1.5	10.43	0.93	0.46	0.0	21.0	0.0	10.4	3.5



$x_c=79.01$ $y_c=103.38$ $R_c=86.63$ $F_s=1.13$



- UG1
 Peso unità di volume 18.6kN/m³
 Angolo di resistenza a taglio 21°
 Coesione non drenata 35 kN/m²

- UG2
 Peso unità di volume 21.5kN/m³
 Angolo di resistenza a taglio 26°
 Coesione non drenata 135 kN/m²

SEZIONE B-B' POST OPERAM

5. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione C-C' Ante operam

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	88.71 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	90.04 m
Ascissa vertice destro superiore xs	217.42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	163.52 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:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	
Categoria topografica:	

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

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

S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.073
 Coefficiente azione sismica verticale 0.036

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	7.36	7.36
2	35.53	19.16
3	54.64	25.56
4	82.3	35.1
5	119.02	46.63
6	132.1	49.61
7	149.2	51.81
8	177.36	56.0
9	191.95	59.51
10	214.08	65.46

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	7.36	3.01
2	51.62	20.81
3	109.97	40.07
4	135.12	46.18
5	164.79	50.04
6	179.88	52.45
7	204.52	59.08
8	214.08	61.46

Coefficienti parziali azioni

=====

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

=====

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

=====

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0	35	21	18.6		UG1	
2	0	135	26	21.5		UG2	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.05
Ascissa centro superficie	88.71 m
Ordinata centro superficie	112.09 m
Raggio superficie	75.08 m

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

$$x_c = 88.711 \quad y_c = 112.088 \quad R_c = 75.085 \quad F_s = 1.045$$

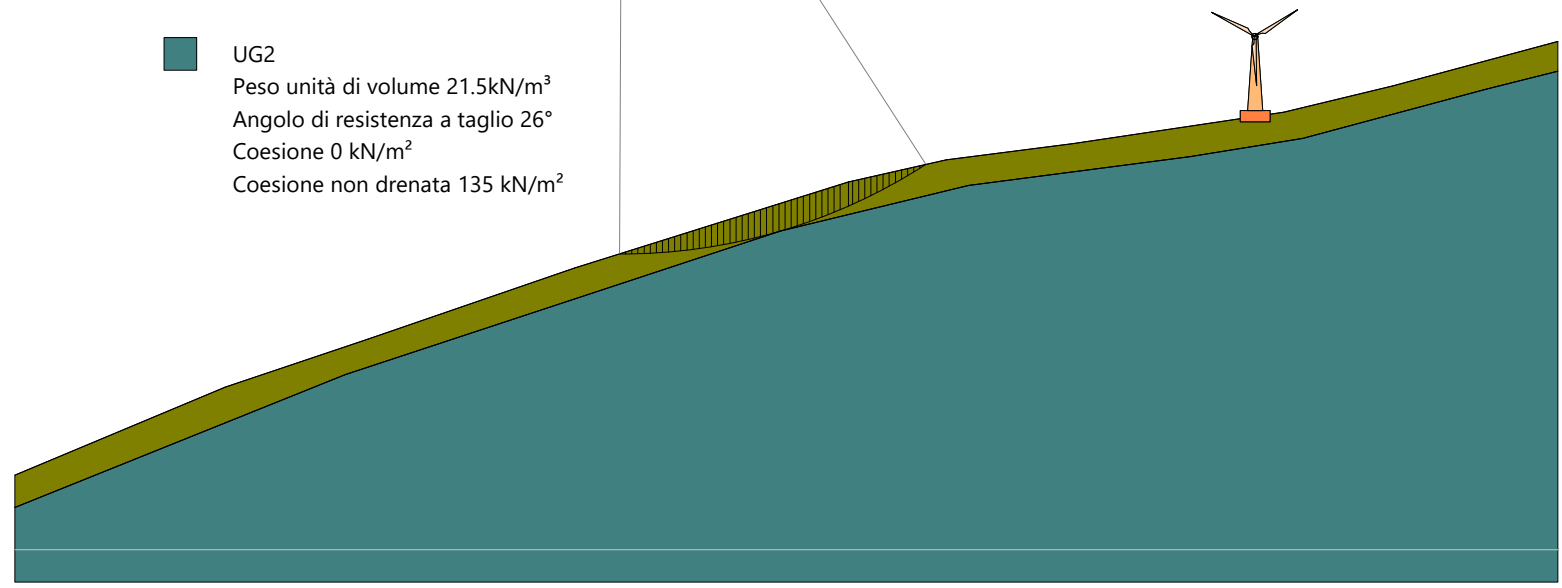
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0.82	0.0	0.8	1.98	0.13	0.06	0.0	21.0	0.0	2.0	0.7
2	0.82	0.7	0.8	5.84	0.37	0.19	0.0	21.0	0.0	5.8	2.1
3	0.82	1.3	0.8	9.56	0.61	0.31	0.0	21.0	0.0	9.5	3.5
4	0.82	1.9	0.8	13.15	0.84	0.42	0.0	21.0	0.0	13.0	4.8
5	0.82	2.6	0.8	16.59	1.06	0.53	0.0	21.0	0.0	16.3	6.0
6	0.82	3.2	0.8	19.9	1.27	0.64	0.0	21.0	0.0	19.5	7.2
7	0.82	3.8	0.8	23.08	1.48	0.74	0.0	21.0	0.0	22.6	8.3
8	0.82	4.4	0.8	26.11	1.67	0.84	0.0	21.0	0.0	25.5	9.3
9	0.82	5.1	0.8	29.0	1.86	0.93	0.0	21.0	0.0	28.2	10.4
10	0.82	5.7	0.8	31.76	2.03	1.02	0.0	21.0	0.0	30.8	11.3
11	0.82	6.3	0.8	34.38	2.2	1.1	0.0	21.0	0.0	33.2	12.2
12	0.82	7.0	0.8	36.85	2.36	1.18	0.0	21.0	0.0	35.5	13.0
13	0.82	7.6	0.8	39.19	2.51	1.25	0.0	21.0	0.0	37.7	13.8
14	0.82	8.2	0.8	41.39	2.65	1.32	0.0	21.0	0.0	39.7	14.6
15	0.82	8.9	0.8	43.44	2.78	1.39	0.0	21.0	0.0	41.6	15.3
16	0.82	9.5	0.8	45.35	2.9	1.45	0.0	21.0	0.0	43.3	15.9
17	0.82	10.1	0.8	47.12	3.02	1.51	0.0	21.0	0.0	44.9	16.5
18	0.82	10.8	0.8	48.75	3.12	1.56	0.0	21.0	0.0	46.4	17.0
19	0.82	11.4	0.8	50.23	3.21	1.61	0.0	21.0	0.0	47.7	17.5

20	0.82	12.0	0.8	51.56	3.3	1.65	0.0	21.0	0.0	48.9	18.0
21	0.82	12.7	0.8	52.75	3.38	1.69	0.0	21.0	0.0	49.9	18.3
22	0.82	13.3	0.8	53.79	3.44	1.72	0.0	21.0	0.0	50.9	18.7
23	0.82	14.0	0.8	54.69	3.5	1.75	0.0	21.0	0.0	51.6	19.0
24	0.82	14.6	0.8	55.43	3.55	1.77	0.0	21.0	0.0	52.3	19.2
25	0.82	15.3	0.9	56.02	3.59	1.79	0.0	21.0	0.0	52.8	19.4
26	0.82	15.9	0.9	56.45	3.61	1.81	0.0	21.0	0.0	53.1	19.5
27	0.82	16.6	0.9	56.74	3.63	1.82	0.0	21.0	0.0	53.4	19.6
28	0.82	17.2	0.9	56.86	3.64	1.82	0.0	21.0	0.0	53.4	19.6
29	0.82	17.9	0.9	56.83	3.64	1.82	0.0	21.0	0.0	53.4	19.6
30	0.82	18.5	0.9	56.64	3.63	1.81	0.0	21.0	0.0	53.2	19.5
31	0.82	19.2	0.9	56.29	3.6	1.8	0.0	21.0	0.0	52.9	19.4
32	0.82	19.9	0.9	55.78	3.57	1.78	0.0	21.0	0.0	52.4	19.2
33	0.82	20.5	0.9	55.1	3.53	1.76	0.0	21.0	0.0	51.7	19.0
34	0.82	21.2	0.9	54.26	3.47	1.74	0.0	21.0	0.0	50.9	18.7
35	0.82	21.9	0.9	53.24	3.41	1.7	0.0	21.0	0.0	50.0	18.4
36	0.82	22.6	0.9	52.05	3.33	1.67	0.0	21.0	0.0	48.9	18.0
37	1.1	23.4	1.2	67.27	4.31	2.15	0.0	21.0	0.0	63.2	23.2
38	0.55	24.0	0.6	32.34	2.07	1.03	0.0	21.0	0.0	30.4	11.2
39	0.82	24.6	0.9	46.18	2.96	1.48	0.0	21.0	0.0	43.5	16.0
40	0.82	25.3	0.9	43.2	2.76	1.38	0.0	21.0	0.0	40.7	15.0
41	0.82	26.0	0.9	40.04	2.56	1.28	0.0	21.0	0.0	37.8	13.9
42	0.82	26.7	0.9	36.68	2.35	1.17	0.0	21.0	0.0	34.7	12.7
43	0.82	27.4	0.9	33.14	2.12	1.06	0.0	21.0	0.0	31.4	11.5
44	0.82	28.1	0.9	29.39	1.88	0.94	0.0	21.0	0.0	27.9	10.2
45	0.82	28.8	0.9	25.45	1.63	0.81	0.0	21.0	0.0	24.2	8.9
46	0.82	29.5	0.9	21.31	1.36	0.68	0.0	21.0	0.0	20.3	7.4
47	0.82	30.3	1.0	16.95	1.08	0.54	0.0	21.0	0.0	16.2	5.9
48	0.82	31.0	1.0	12.38	0.79	0.4	0.0	21.0	0.0	11.8	4.3
49	0.82	31.7	1.0	7.6	0.49	0.24	0.0	21.0	0.0	7.3	2.7
50	0.82	32.5	1.0	2.59	0.17	0.08	0.0	21.0	0.0	2.5	0.9

1.44	1.33	1.59	1.92	1.81	1.51				
	1.42	1.65	1.76	1.84	1.69				
1.11	1.31	1.55	1.79	1.82	1.54				
	1.49	1.41	1.91	1.81	1.76				
1.1	1.43	1.7	1.75	1.81	1.61				
	1.5	1.38	1.65	1.87	1.78	1.46			
1.09	1.54	1.78	1.98	1.85	1.63	1.28			
	1.14	1.46	1.73	1.83	1.78	1.52			
1.08	1.56	1.48	1.77	2.02	1.72	1.36			
	1.12	1.61	1.89	2	1.8	1.55			
1.06	1.19	1.51	1.72	1.86	1.72	1.42			
	1.11	1.65	1.6	1.88	1.85	1.68	1.24		
1.05	1.17	1.7	2	1.87	2.03	1.44			
	1.09	1.26	1.59	1.83	2.23	1.64	1.32		
1.05	1.15	1.75	2.05	2.25	1.8	1.5			
	1.08	1.23	1.83	2.13	1.87	1.9	1.63		
1.09	1.13	1.77	1.7	1.91	2.18	1.54	1.24		
	1.07	1.21	1.88	2.22	2.32	1.74	1.41		
1.11	1.11	1.76	2	2.27	1.85	1.8	1.53		
	1.13	1.19	1.91	1.84	1.9	2.14	1.84		
1.13	1.1	1.76	2.07	2.41	2.34	1.67	1.34		

- UG1**
 Peso unità di volume 18.6kN/m³
 Angolo di resistenza a taglio 21°
 Coesione 0 kN/m²
 Coesione non drenata 35 kN/m²

- UG2**
 Peso unità di volume 21.5kN/m³
 Angolo di resistenza a taglio 26°
 Coesione 0 kN/m²
 Coesione non drenata 135 kN/m²



SEZIONE C-C' ANTE OPERAM

6. Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP Sezione C-C' Post operam

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	90.1 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	76.38 m
Ascissa vertice destro superiore xs	161.56 m
Ordinata vertice destro superiore ys	118.85 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:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	
Categoria topografica:	

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

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

S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.099

Coefficiente azione sismica verticale 0.049

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	7.36	7.36
2	35.53	19.16
3	54.64	25.56
4	82.3	35.1
5	119.02	46.63
6	132.1	49.61
7	139.54	50.57
8	144.88	53.87
9	177.58	53.97
10	180.08	56.47
11	191.95	59.51
12	214.08	65.46

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	7.36	3.01
2	51.62	20.81
3	109.97	40.07
4	135.12	46.18
5	164.79	50.04
6	179.88	52.45
7	204.52	59.08
8	214.08	61.46

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0	35	21	18.6		UG1	
2	0	135	26	21.5		UG2	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	156	53.88	176	53.94117	120

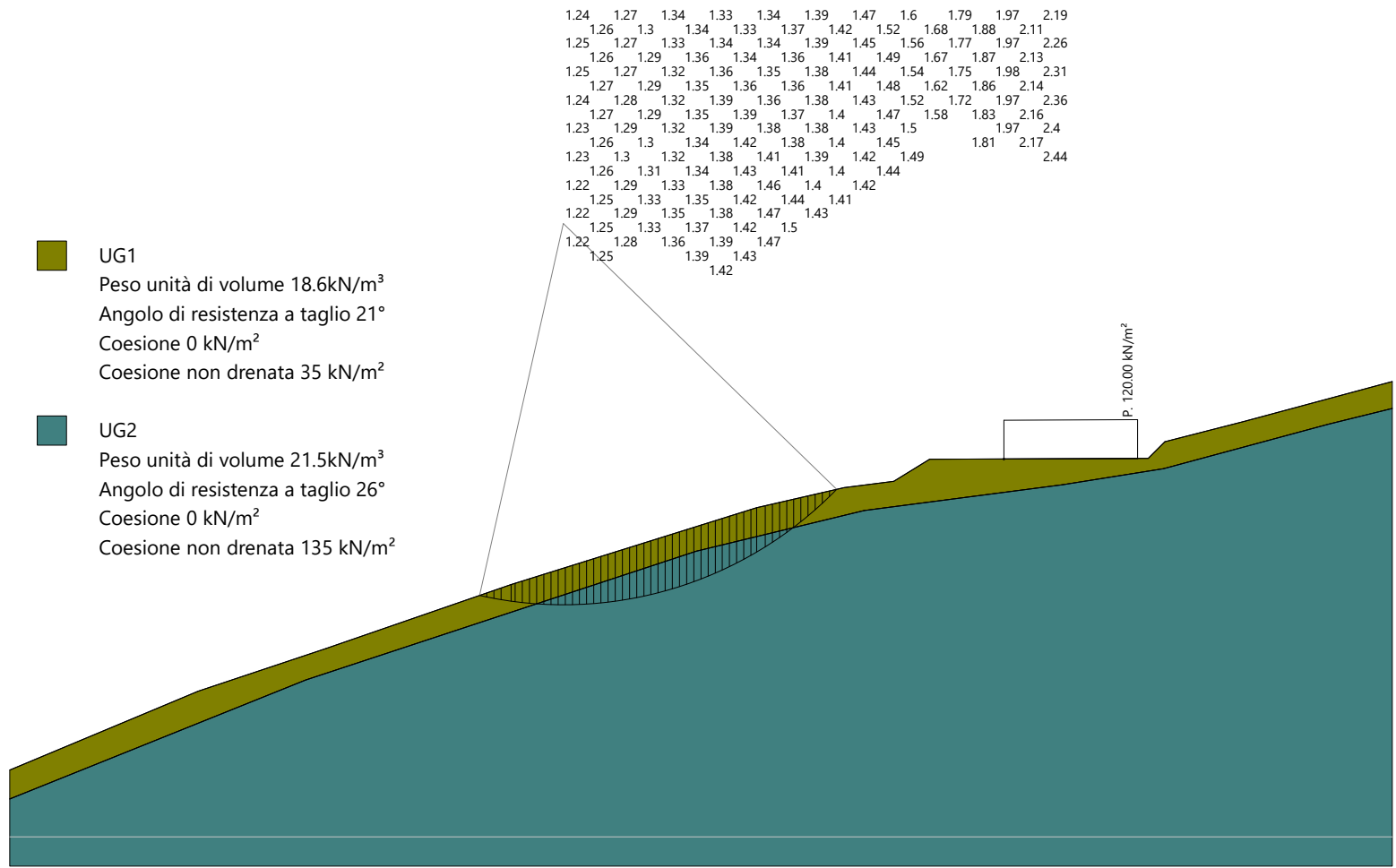
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.22
Ascissa centro superficie	90.1 m
Ordinata centro superficie	89.12 m
Raggio superficie	57.03 m

$$x_c = 90.105 \quad y_c = 89.123 \quad R_c = 57.033 \quad F_s = 1.224$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1.07	-12.1	1.1	5.99	0.59	0.29	0.0	21.0	0.0	6.6	2.1
2	1.07	-11.0	1.1	17.65	1.75	0.86	0.0	21.0	0.0	19.1	6.0
3	1.07	-9.9	1.1	28.89	2.86	1.42	0.0	21.0	0.0	31.0	9.7
4	1.51	-8.6	1.5	59.09	5.85	2.9	0.0	21.0	0.0	62.8	19.7
5	0.63	-7.5	0.6	30.64	3.03	1.5	0.0	21.0	0.0	32.2	10.1
6	1.07	-6.7	1.1	59.41	5.88	2.91	0.0	21.0	0.0	62.1	19.5
7	1.07	-5.6	1.1	68.35	6.77	3.35	0.0	21.0	0.0	70.9	22.2
8	1.07	-4.5	1.1	76.89	7.61	3.77	0.0	21.0	0.0	79.1	24.8
9	1.07	-3.5	1.1	85.6	8.47	4.19	0.0	26.0	0.0	87.9	35.0
10	1.07	-2.4	1.1	94.6	9.37	4.64	0.0	26.0	0.0	96.3	38.4
11	1.07	-1.3	1.1	103.14	10.21	5.05	0.0	26.0	0.0	104.1	41.5
12	1.07	-0.2	1.1	111.21	11.01	5.45	0.0	26.0	0.0	111.4	44.4
13	1.07	0.8	1.1	118.83	11.76	5.82	0.0	26.0	0.0	118.2	47.1
14	1.07	1.9	1.1	125.99	12.47	6.17	0.0	26.0	0.0	124.4	49.6
15	1.07	3.0	1.1	132.69	13.14	6.5	0.0	26.0	0.0	130.2	51.9
16	1.07	4.1	1.1	138.93	13.75	6.81	0.0	26.0	0.0	135.4	54.0
17	1.07	5.1	1.1	144.7	14.33	7.09	0.0	26.0	0.0	140.3	55.9
18	1.07	6.2	1.1	150.02	14.85	7.35	0.0	26.0	0.0	144.6	57.6
19	1.07	7.3	1.1	154.86	15.33	7.59	0.0	26.0	0.0	148.5	59.2

20	1.07	8.4	1.1	159.24	15.76	7.8	0.0	26.0	0.0	152.0	60.6
21	1.07	9.5	1.1	163.13	16.15	7.99	0.0	26.0	0.0	155.1	61.8
22	1.07	10.6	1.1	166.56	16.49	8.16	0.0	26.0	0.0	157.7	62.8
23	1.07	11.6	1.1	169.49	16.78	8.31	0.0	26.0	0.0	159.9	63.7
24	1.07	12.7	1.1	171.94	17.02	8.43	0.0	26.0	0.0	161.7	64.4
25	1.07	13.8	1.1	173.9	17.22	8.52	0.0	26.0	0.0	163.1	65.0
26	1.07	15.0	1.1	175.35	17.36	8.59	0.0	26.0	0.0	164.0	65.4
27	1.07	16.1	1.1	176.3	17.45	8.64	0.0	26.0	0.0	164.6	65.6
28	1.07	17.2	1.1	176.72	17.5	8.66	0.0	26.0	0.0	164.7	65.6
29	1.07	18.3	1.1	176.62	17.49	8.65	0.0	26.0	0.0	164.4	65.5
30	1.07	19.5	1.1	175.98	17.42	8.62	0.0	26.0	0.0	163.6	65.2
31	1.07	20.6	1.1	174.75	17.3	8.56	0.0	26.0	0.0	162.4	64.7
32	1.07	21.7	1.1	172.72	17.1	8.46	0.0	26.0	0.0	160.4	63.9
33	1.07	22.9	1.2	170.11	16.84	8.34	0.0	26.0	0.0	158.1	63.0
34	1.07	24.1	1.2	166.92	16.53	8.18	0.0	26.0	0.0	155.2	61.8
35	1.07	25.3	1.2	163.13	16.15	7.99	0.0	26.0	0.0	151.8	60.5
36	1.07	26.4	1.2	158.71	15.71	7.78	0.0	26.0	0.0	147.9	58.9
37	1.07	27.6	1.2	153.66	15.21	7.53	0.0	26.0	0.0	143.5	57.2
38	1.07	28.9	1.2	147.94	14.65	7.25	0.0	26.0	0.0	138.5	55.2
39	0.85	30.0	1.0	112.95	11.18	5.53	0.0	26.0	0.0	106.0	42.2
40	1.29	31.2	1.5	161.71	16.01	7.92	0.0	26.0	0.0	152.3	60.7
41	1.07	32.6	1.3	123.48	12.22	6.05	0.0	26.0	0.0	116.8	46.5
42	1.07	33.9	1.3	113.04	11.19	5.54	0.0	26.0	0.0	107.4	42.8
43	1.07	35.2	1.3	101.8	10.08	4.99	0.0	26.0	0.0	97.2	38.7
44	1.07	36.5	1.3	89.72	8.88	4.4	0.0	26.0	0.0	86.2	34.3
45	1.07	37.9	1.4	77.82	7.7	3.81	0.0	21.0	0.0	79.3	24.9
46	1.07	39.2	1.4	65.75	6.51	3.22	0.0	21.0	0.0	67.6	21.2
47	1.07	40.6	1.4	52.83	5.23	2.59	0.0	21.0	0.0	54.9	17.2
48	1.07	42.1	1.4	39.0	3.86	1.91	0.0	21.0	0.0	40.9	12.8
49	1.07	43.5	1.5	24.19	2.39	1.19	0.0	21.0	0.0	25.7	8.1
50	1.07	45.0	1.5	8.34	0.83	0.41	0.0	21.0	0.0	9.0	2.8



SEZIONE C-C' POST OPERAM