COMMITTENTE | TIMBRO

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.p.A.

VIA BERLINO N°10 38100 TRENTO
PART. IVA 00210880225

PROGETTO

PROGETTO ESECUTIVO

RIFACIMENTO DEL SOVRAPPASSO AUTOSTRADALE N° 27 "S.C. EGNA" (PR. km 104+170) E DEL PONTE SUL FIUME ADIGE NEL COMUNE DI EGNA (BZ)

num.	data	aggiornamento	redatto	approvato
d				
c	15.03.2018	Revisione per gara	MV2	MV1
b	17.09.2014	Modifiche per la validazione	DS	MV1

CONTENUTO

RELAZIONI

RELAZIONE DI CALCOLO
PARETE CHIODATA

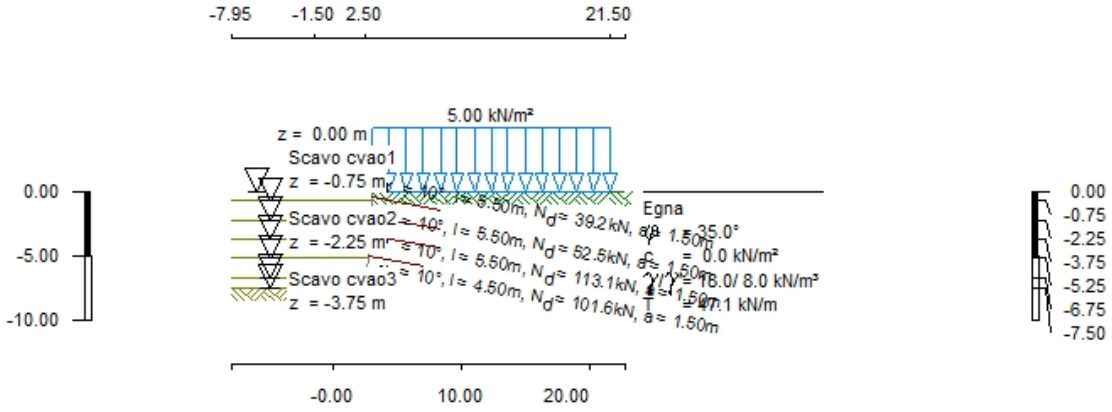
PROGETTISTA:

STUDIO DI INGEGNERIA
BAUINGENIEURBÜRO
DOTT. ING. MARIO VALDEMARIN
Bressanone, via Mercato Vecchio 21 Altenmarktgasse, Brixen (BZ)
tel. 0472-835576; fax 0472-836748; studio.valdemarin@rolmail.net

TIMBRO

Progetto: dott.ing. Mario Valdemarin
Verifica strutturale: dott.ing. Vittorio Gavoni
Carpenteria costruttiva: dott.ing. Dieter Schölzhorn

data	file	redatto	approvato	scala	cod. progetto	documento
14/03/2014	03/03/E00/	DS	MV1	–	0303	1.4.6c


-7.95
-1.50
2.50
21.50
5.00 kN/m²
z = 0.00 m
Scavo cvao1
z = -0.75 m
Scavo cvao2
z = -2.25 m
Scavo cvao3
z = -3.75 m
Egna
0.00
-5.00
-10.00
-0.00
10.00
20.00
0.00
-0.75
-2.25
-3.75
-5.25
-6.75
-7.50

File inserimento dati: Egna.dbn

Sistema stratigrafico con 1 strato

Parametri stratigrafici (valori d'esercizio)

φ	Angolo di attrito phi
δ	Angolo di attrito parete (la spinta del terreno che agisce in direzione di chiodi, δ vedi tabella spinta terreno)
c	Coesione
c_u	Coesione (non drainato)
γ	Peso spec.
γ_W	Peso spec. immerso
δ_{SW}	Angolo d'attrito parete sulla parete sostitutiva definita dai punti terminali dei chiodi
T_{chiodo}	Aderenza attivabile da un chiodo nel terreno
ψ_A	Angolo massimo tra direzione blocco scorrevole e direzione chiodo per la verifica, se il chiodo va in tensione nella fase della rottura del terreno.

Num.	Nome	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	c_u [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ_W [kN/m³]	δ_{EW} [°]	T_{chiodo} [kN/m]	ψ_A [°]
1	Egna	35.0	-.-	0.0	-.-	18.0	8.0	35.0	47.1	90.0

Andamento del terreno:

x [m]	z [m]
3.00	0.00
21.50	0.00

Carichi distribuiti:

x_A [m]	z_A [m]	x_E [m]	z_E [m]	p_x [kN/m²]	p_z [kN/m²]	Tipo	Caso carico	$\gamma_{Ap.2}$	$\gamma_{Ap.3}$	ψ
3.00	-0.00	21.50	-0.00	0.00	5.00	traffico	accide	1.500	1.300	1.00

Sintesi dei chiodi:

Num. z-quota Inclin. Min- lungh. Largh- lungh. Dist. orizon. Largh piastra Strain Limit Pretensione

Num.	z-quota [m]	Inclin. [°]	Min- lungh. Limit [m]	Largh- lungh. [m]	Dist. orizon. [m]	Largh piastra [mm]	Strain Limit [N/mm²]	Pretensione [kN]
1	-0.50	10.00	5.50	5.50	1.50	200	500	-
2	-2.00	10.00	5.50	5.50	1.50	200	500	-
3	-3.50	10.00	5.50	5.50	1.50	200	500	-
4	-5.00	10.00	4.50	4.50	1.50	200	500	-
5	-6.50	10.00	3.50	3.50	1.50	200	500	-

Scavi:

Stato	Intersezione parete-fondo scavo x [m]	z [m]	Chiodi
1: scavo1	2.95	-0.75	1
2: scavo2	2.85	-2.25	1, 2
3: scavo3	2.75	-3.75	1, 2, 3
4: scavo4	2.65	-5.25	1, 2, 3
5: scavo5	2.55	-6.75	1, 2, 3, 4
6: scavo6	2.50	-7.50	1, 2, 3, 4, 5

Calcolo mediante UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2008

Fattori parziali di sicurezza Stabilità interna (GEO):
Calcolo mediante approccio 1

Combinazione 1 di fattori parziali dei gruppi A2 + M2 + R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	Q,stb	φ	c	cu	γ	Ep	a
Comb. 1	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.400	1.000	1.100	1.400

Fattori parziali di sicurezza Grandezze di taglio (STR):
Calcolo mediante approccio 1

Combinazione 1 di fattori parziali dei gruppi A1 + M1 + R1
Combinazione 2 di fattori parziali dei gruppi A2 + M2 + R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	Q,stb	φ	c	cu	γ	Ep
Comb. 1	1.300	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Comb. 2	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.400	1.000	1.000

Fattori parziali di sicurezza Capacità portante (GEO):
Calcolo mediante approccio 2

Combinazione 1 di fattori parziali dei gruppi A1 + M1 + R2

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	Q,stb	φ	c	cu	γ	Ep	R,v
Comb. 1	1.300	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.400

Fattori parziali di sicurezza Stabilità dei pendii (GEO):
Calcolo mediante approccio 1

Combinazione 1 di fattori parziali dei gruppi A2 + M2 + R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	Q,stb	φ	c	cu	γ	Ep	a	bt
Comb. 1	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.400	1.000	1.100	1.200	1.300

γ -	Fattori parziali per...
G,dst	Azioni permanenti sfavorevoli
G,stb	Azioni permanenti favorevoli
Q,dst	Azioni variabili sfavorevoli
Q,stb	Azioni variabili favorevoli
φ	Frizione tan(φ)
c	Coesione c
cu	Coesione non drenata cu
γ	Peso dell' unità di volume
Ep	Resistenza del terreno
R,v	Resistenza a rottura
bt	Resistenza di elementi (sezione cerchio slittamento - parete)
a	Resistenza chiodi (friz. cemento-terreno)

Calcolo Caso carico accidentale

Scavo No. 1 Nome: scavo1 Caso carico: accidentale

Verifiche di stabilità interna

Verifica di stabilità (Scavo scavo1):

Calcolo mediante App. 1.
Risultati sono design values per m parete.
L'ultimo chiodo sopra la quota di scavo è già posto in opera.
Il calcolo delle verifiche è effettuato con le lunghezze dei chiodi date.
Calcolo automatico dell'inclinazione della parete sost. mediante
punti terminali chiodi.
Intersezione parete - fondo scavo x= 2.95 z= -0.75

θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_{12} [°]	L_{chiodo} [m]	W [kN/m]	Q_1 [kN/m]	Q_{12} [kN/m]	Z_{Nec} [kN/m]	Z_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
-7.39	53.92	90.00	5.5	142.5	162.9	8.4	-91.3	1.2	0.00

Meccanismi con intersezione delle linee di scorrimento all'interno
della chiodatura:

θ_1	θ_2	θ_{12}	L_{chiodo}	W	Q_1	Q_{12}	Z_{Nec}	Z_{Esist}	E_d/R_d
[°]	[°]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
18.44	53.91	90.00	-	5.6	6.9	2.1	0.5	112.6	0.00
18.44	53.99	88.18	-	5.5	6.8	2.1	0.5	112.6	0.00
18.44	54.13	83.89	-	5.3	6.8	2.3	0.6	112.6	0.01
18.44	54.19	79.60	-	5.1	6.8	2.4	0.6	112.6	0.01

Risultati di un prisma di spinta semplice:

θ	W	Q	$ZH_{Nec}=E_{ah}$	ZH_{Esist}	E_d/R_d
[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
57.8	5.60	6.37	3.15	118.69	0.03

Meccanismo di rottura determinante nel presente stato di avanzamento:
Prisma di spinta semplice:

θ	W	Q	$ZH_{Nec}=E_{ah}$	ZH_{Esist}	E_d/R_d
[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
57.8	5.60	6.37	3.15	118.69	0.03

Specifiche chiodi (Scavo scavo1) (valori di progetto):

x-Testa	z-Testa	Incl.	Lungh	a	F_{Sty}	F_{Nec}
[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
2.97	-0.50	10.0	5.50	1.50	180.8	4.8

<u>Verifiche di stabilità esterna</u>

Capacità portante (App. 2)
Est. bottom of fondation: x_1=2.95 z_1=-0.75 x_2=8.38 z_2=-0.75
Substitutive wall: (x_2, z_2) to x_3= 8.38 z_3= 0.00

Carico:

Verticale			V,c	=	101.18kN/m
Orizzontale			H,c	=	-1.80kN/m
Momento			My,c	=	4.56kNm/m
Profondità di fissaggio t				=	0.00m
Larghezza b'				=	5.34m
Inclin. della forza risultata tan(δ_s)=H/V				=	0.02
Parametri determinanti del suolo	γ sopra la base			=	0.00kN/m³
	γ sotto la base			=	18.00kN/m³
	Angolo dell' attrito φ			=	35.00°
	Coesione c			=	0.00kN/m²
Coeff. dell' appoggio N_c,N_d,N_b	=	46.12	33.30	45.23	
Coeff. dell' inclinazione i_c,i_d,i_b	=	0.96	0.96	0.95	
Coeff. della scarpata λ_c, λ_d, λ_b	=	1.00	1.00	1.00	
Larghezza del meccanismo del guasto				=	35.26m

Profondità del meccanismo del guasto = 9.87m

Carico d' appoggio valore di progetto N_d = 136.9 kN
Resistenza dell' appoggio valore di progetto R_d = 7864.6 kN
N_d/R_d = 0.02 < 1.0: verifica compiuta.

Stabilità dei pendii, metodo delle strisce Caso carico accidentale (App. 1)

Azioni variabili orizzontali vanno considerati solo, se girano nel senso orario.
Azioni variabili verticali vanno considerati solo, se girano nel senso orario,
e sono fuori di R*sin(φ)

Centro = (2.75, -0.46), raggio = 0.77
Punto a sinistra = (2.03, -0.75), punto a destra = (3.37, 0.00)

Geometria di lamelle:

No	x	Largh. b	dxM	Peso G	Carico P	Peso aqu. W	u	φ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	2.07	0.08	-0.68	0.1	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
2	2.15	0.08	-0.60	0.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
3	2.22	0.08	-0.52	0.4	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
4	2.30	0.08	-0.45	0.5	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
5	2.38	0.08	-0.37	0.5	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-28.53
6	2.46	0.08	-0.29	0.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-22.19
7	2.53	0.08	-0.21	0.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-16.12
8	2.61	0.08	-0.14	0.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-10.23
9	2.69	0.08	-0.06	0.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-4.45
10	2.77	0.08	0.02	0.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	1.28
11	2.84	0.08	0.09	0.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	7.03
12	2.92	0.08	0.17	0.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	12.85
13	3.00	0.08	0.25	1.4	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	18.80
14	3.07	0.08	0.33	1.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	24.98
15	3.15	0.08	0.40	1.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	31.49
16	3.28	0.18	0.53	3.3	1.2	0.0	0.0	29.26	0.00	43.39

*** Annotazione: Tutte strisce segnate con '*', θ sono limitate a 45°- φ /2.

Contributo dei carichi verticali:

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	0.1	-0.10	0.06	0.755875	0.08

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
2	0.3	-0.21	0.15	0.755875	0.20
3	0.4	-0.26	0.22	0.755875	0.29
4	0.5	-0.27	0.27	0.755875	0.35
5	0.5	-0.26	0.30	0.777568	0.39
6	0.6	-0.22	0.33	0.846108	0.39
No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
7	0.6	-0.17	0.35	0.901983	0.39
8	0.7	-0.12	0.37	0.946535	0.39
9	0.7	-0.05	0.37	0.980563	0.38
10	0.7	0.02	0.38	1.004473	0.37
11	0.7	0.08	0.37	1.018351	0.37
12	0.7	0.15	0.37	1.021972	0.36
13	1.4	0.46	0.80	1.014767	0.79
14	1.6	0.68	0.90	0.995720	0.91
15	1.6	0.81	0.87	0.963160	0.91
16	4.4	3.03	2.47	0.871916	2.83
		---			---
		3.55			9.40

Contributo chiodi:

chiodo non tensionato $F_A = F_{Esist}$:

$M_{resistente} = R * ((\mu * F_A * \sin\alpha * \tan\varphi) / (\cos\theta + \mu * \sin\theta * \tan\varphi) + F_A * \cos(\theta + \alpha))$

$M_{attivo} = 0$

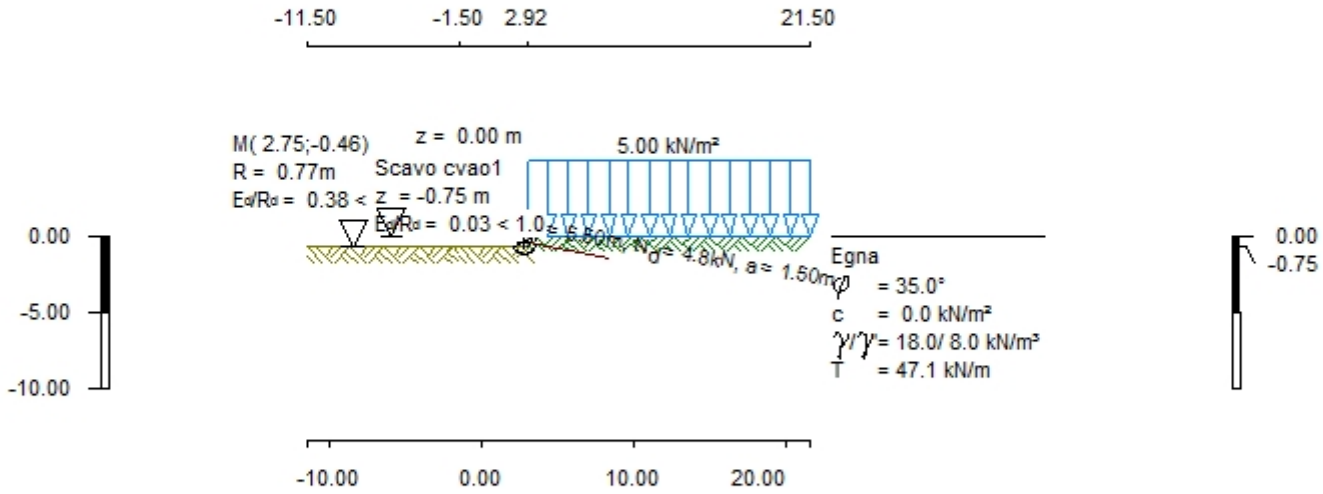
Chiodo	x_s [m]	z_s [m]	$F_{Esist,c}$ [kN/chiodo]	sotto tensione	$F_{Esist,d}$ [kN/chiodo]	$M_{resist,d}$ [kNm/m]	$M_{attivo,d}$ [kNm/m]	$F_{Esist,d}$ * μ [kN/chiodo]
1	3.51	-0.60	233.2	no	0.0	0.0	0.0	0.0

Sum $M_{resistente,d}$: 0.0 kNm/m

Carico E_d= 3.5*0.8 = 2.7 kNm/m

Resistenza R_d= 9.4*0.8 + 0.0 = 7.3 kNm/m

μ = E_d/R_d = 0.38 < 1.0: Verifica compiuta.


-11.50
-1.50
2.92
21.50
M(2.75;-0.46)
R = 0.77m
Ed/Rd = 0.38 <
z = 0.00 m
Scavo cvao1
z = -0.75 m
Ed/Rd = 0.03 < 1.0
5.00 kN/m²
Egna
φ = 35.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
T = 47.1 kN/m
0.00
-5.00
-10.00
0.00
-0.75
-10.00
0.00
10.00
20.00

Scavo No. 2 Nome: scavo2 Caso carico: accidentale

Verifiche di stabilità interna

Verifica di stabilità (Scavo scavo2):

Calcolo mediante App. 1.
Risultati sono design values per m parete.
L'ultimo chiodo sopra la quota di scavo è già posto in opera.
Il calcolo delle verifiche è effettuato con le lunghezze dei chiodi date.
Calcolo automatico dell'inclinazione della parete sost. mediante
punti terminali chiodi.
Intersezione parete - fondo scavo x= 2.85 z= -2.25

θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_{12} [°]	L_{chiodo} [m]	W [kN/m]	Q_1 [kN/m]	Q_{12} [kN/m]	Z_{Nec} [kN/m]	Z_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
8.18	53.92	90.00	5.5	216.5	222.6	8.4	-73.9	106.0	0.00
-7.39	53.04	93.81	5.5	292.3	339.6	27.0	-181.1	1.2	0.00

Meccanismi con intersezione delle linee di scorrimento all'interno della chiodatura:

49.69	53.92	90.00	-	39.3	46.9	2.8	19.1	215.9	0.09
49.69	52.31	105.33	-	41.8	48.8	2.3	19.5	215.9	0.09

Risultati di un prisma di spinta semplice:

θ [°]	W [kN/m]	Q [kN/m]	$ZH_{Nec}=E_{ah}$ [kN/m]	ZH_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
57.8	33.87	38.55	19.09	220.30	0.09

Meccanismo di rottura determinante nella fase attuale:
linea di scorrimento piana da x= 2.85 z= -2.25 a x= 4.16 z= -0.71
θ_1= 49.69° θ_2= 52.31° θ_{12}=105.33° Z_{Nec}=19.54 [kN/m] Z_{Esist}=215.88[kN/m] **E_d/R_d= 0.09**

Specifiche chiodi (Scavo scavo2) (valori di progetto):

x-Testa [m]	z-Testa [m]	Incl. [°]	Lungh [m]	a [m]	F_{Sty} [kN]	F_{Nec} [kN]
2.97	-0.50	10.0	5.50	1.50	154.8	13.4
2.87	-2.00	10.0	5.50	1.50	180.8	16.2

Verifiche di stabilità esterna

Capacità portante (App. 2)
Est. bottom of fondation: x_1=2.85 z_1=-2.25 x_2=8.33 z_2=-2.25
Substitutive wall: (x_2, z_2) to x_3= 8.33 z_3= 0.00

Carico:

Verticale			V,c	=	253.83kN/m
Orizzontale			H,c	=	-11.62kN/m
Momento			My,c	=	23.77kNm/m
Profondità di fissaggio t				=	0.00m
Larghezza b'				=	5.30m
Inclin. della forza risultata tan(δ_s)=H/V				=	0.05
Parametri determinanti del suolo	γ sopra la base			=	0.00kN/m³
	γ sotto la base			=	18.00kN/m³
	Angolo dell' attrito φ			=	35.00°
	Coesione c			=	0.00kN/m²
Coeff. dell' appoggio N_c,N_d,N_b	= 46.12	33.30	45.23		
Coeff. dell' inclinazione i_c,i_d,i_b	= 0.91	0.91	0.87		
Coeff. della scarpata λ_c, λ_d, λ_b	= 1.00	1.00	1.00		
Larghezza del meccanismo del guasto				=	33.53m
Profondità del meccanismo del guasto				=	9.31m

Carico d' appoggio valore di progetto N_d = 335.3 kN
Resistenza dell' appoggio valore di progetto R_d = 7085.0 kN
N_d/R_d = 0.05 < 1.0: verifica compiuta.

Stabilità dei pendii, metodo delle strisce Caso carico accidentale (App. 1)

Azioni variabili orizzontali vanno considerati solo, se girano nel senso orario.
Azioni variabili verticali vanno considerati solo, se girano nel senso orario,
e sono fuori di R*sin(φ)

Centro = (2.42, -0.41), raggio = 2.92
Punto a sinistra = (0.15, -2.25), punto a destra = (5.30, 0.00)

Geometria di lamelle:

No	x	Largh. b	dxM	Peso G	Carico P	Peso aqu. W	u	φ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	0.30	0.29	-2.12	0.9	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
2	0.59	0.29	-1.83	2.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
3	0.88	0.29	-1.53	3.4	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
4	1.17	0.29	-1.24	4.2	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-25.23
5	1.46	0.29	-0.95	4.8	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-19.04
6	1.76	0.29	-0.66	5.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-13.08
7	2.05	0.29	-0.37	5.5	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-7.25
8	2.34	0.29	-0.08	5.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-1.50
9	2.63	0.29	0.22	5.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	4.23
10	2.92	0.29	0.51	11.2	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	10.01
11	3.21	0.29	0.80	16.9	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	15.89
12	3.51	0.29	1.09	16.4	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	21.95
13	3.80	0.29	1.38	15.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	28.28
14	4.09	0.29	1.67	14.7	1.9	0.0	0.0	29.26	0.00	35.01
15	4.38	0.29	1.97	13.5	1.9	0.0	0.0	29.26	0.00	42.36
16	4.67	0.29	2.26	11.9	1.9	0.0	0.0	29.26	0.00	50.69
17	4.96	0.29	2.55	9.6	1.9	0.0	0.0	29.26	0.00	60.90
18	5.21	0.19	2.79	4.4	1.3	0.0	0.0	29.26	0.00	73.11

*** Annotazione: Tutte strisce segnate con '*', θ sono limitate a 45°- φ /2.

Contributo dei carichi verticali:

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	0.9	-0.63	0.49	0.753432	0.65
2	2.3	-1.43	1.28	0.753432	1.70
3	3.4	-1.77	1.89	0.753432	2.50
4	4.2	-1.79	2.35	0.812434	2.89

No.	S=G+P+W [kN/m]	E_d=S*sin θ [kN/m]	(S-u*b)*tan φ + c*b [kN/m]	cos θ + μ *tan φ *sin θ [-]	R_d [kN/m]
No.	S=G+P+W [kN/m]	E_d=S*sin θ [kN/m]	(S-u*b)*tan φ + c*b [kN/m]	cos θ + μ *tan φ *sin θ [-]	R_d [kN/m]
5	4.8	-1.57	2.70	0.874736	3.09
6	5.3	-1.19	2.95	0.925145	3.19
7	5.5	-0.70	3.10	0.964698	3.22
8	5.7	-0.15	3.17	0.993979	3.19
9	5.6	0.41	3.15	1.013223	3.11
10	11.2	1.95	6.28	1.022360	6.14
11	16.9	4.62	9.46	1.020994	9.27
12	16.4	6.12	9.17	1.008347	9.09
13	15.6	7.41	8.76	0.983100	8.91
14	16.6	9.52	9.30	0.943095	9.86
15	15.4	10.36	8.61	0.884648	9.73
16	13.8	10.64	7.71	0.800804	9.62
17	11.5	10.05	6.44	0.675313	9.54
18	5.6	5.39	3.16	0.497395	6.35
		--------			--------
		57.24			102.04

Contributo chiodi:

chiodo non tensionato $F_A = F_{Esist}$:

$M_{resistente} = R * ((\mu * F_A * \sin\alpha * \tan\varphi) / (\cos\theta + \mu * \sin\theta * \tan\varphi) + F_A * \cos(\theta + \alpha))$

$M_{attivo} = 0$

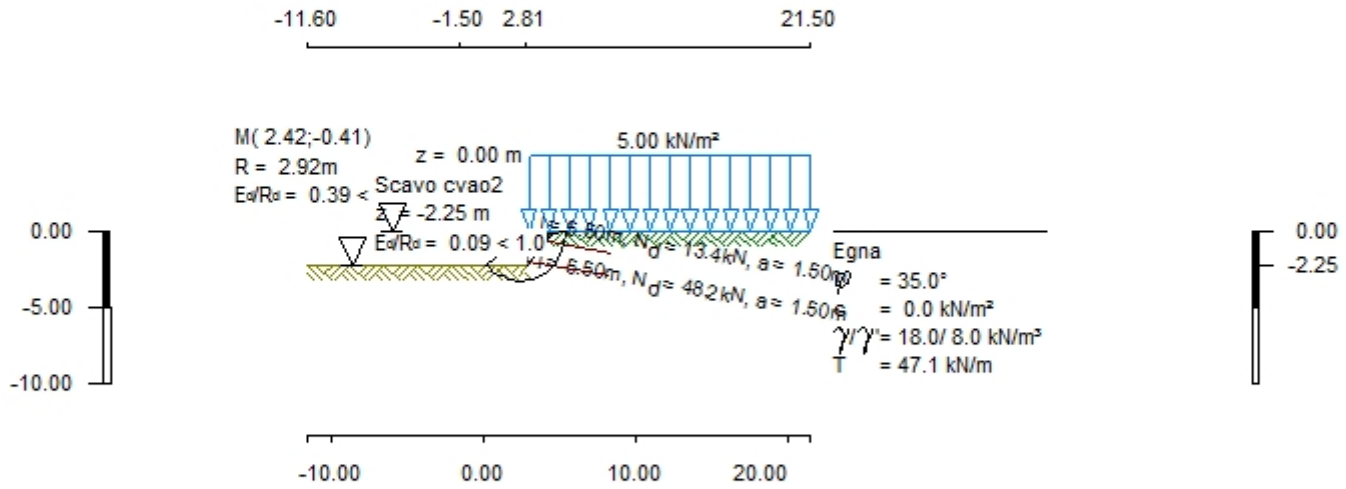
Chiodo	x_s [m]	z_s [m]	$F_{Esist,c}$ [kN/chiodo]	sotto tensione	$F_{Esist,d}$ [kN/chiodo]	$M_{resist,d}$ [kNm/m]	$M_{attivo,d}$ [kNm/m]	$F_{Esist,d}$ * μ [kN/chiodo]
1	5.29	-0.91	148.0	no	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4.63	-2.31	174.9	si	124.9	134.9	0.0	48.2

Sum $M_{resistente,d}$: 134.9 kNm/m

Carico E_d= 57.2*2.9 = 166.9 kNm/m

Resistenza R_d= 102.0*2.9 +134.9 = 432.6 kNm/m

μ = E_d/R_d = 0.39 < 1.0: Verifica compiuta.


-11.60
-1.50
2.81
21.50
M(2.42;-0.41)
R = 2.92m
Eα/Rd = 0.39 <
z = 0.00 m
5.00 kN/m²
Scavo cvao2
z = -2.25 m
Eα/Rd = 0.09 < 1.0
Nd = 13.4kN, a = 1.50m
Nd = 48.2kN, a = 1.50m
Egna
φ = 35.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ'= 18.0/ 8.0 kN/m³
T = 47.1 kN/m
0.00
-5.00
-10.00
0.00
-2.25
-10.00
0.00
10.00
20.00

Scavo No. 3 Nome: scavo3 Caso carico: accidentale

Verifiche di stabilità interna

Verifica di stabilità (Scavo scavo3):

Calcolo mediante App. 1.
Risultati sono design values per m parete.
L'ultimo chiodo sopra la quota di scavo è già posto in opera.
Il calcolo delle verifiche è effettuato con le lunghezze dei chiodi date.
Calcolo automatico dell'inclinazione della parete sost. mediante
punti terminali chiodi.
Intersezione parete - fondo scavo x= 2.75 z= -3.75

θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_{12} [°]	L_{chiodo} [m]	W [kN/m]	Q_1 [kN/m]	Q_{12} [kN/m]	Z_{Nec} [kN/m]	Z_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
22.17	53.92	90.00	5.5	290.4	291.7	8.4	-29.1	171.0	0.00
8.18	53.04	93.81	5.5	366.3	383.6	27.0	-115.3	106.0	0.00
-7.39	52.95	93.81	5.5	440.3	522.3	57.3	-264.1	1.2	0.00

Meccanismi con intersezione delle linee di scorrimento all'interno
della chiodatura:

54.01	53.92	90.00	-	91.0	111.8	3.5	50.7	300.4	0.17
54.01	51.97	105.33	-	94.3	114.4	2.8	51.4	300.4	0.17

Risultati di un prisma di spinta semplice:

θ [°]	W [kN/m]	Q [kN/m]	$ZH_{Nec}=E_{ah}$ [kN/m]	ZH_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
57.8	84.91	96.63	47.86	304.84	0.16

Meccanismo di rottura determinante nella fase attuale:
linea di scorrimento piana da x= 2.75 z= -3.75 a x= 4.87 z= -0.84
θ_1= 54.01° θ_2= 51.97° θ_{12}=105.33° Z_{Nec}=51.44 [kN/m] Z_{Esist}=300.36[kN/m] **E_d/R_d= 0.17**

Specifiche chiodi (Scavo scavo3) (valori di progetto):

x-Testa [m]	z-Testa [m]	Incl. [°]	Lungh [m]	a [m]	F_{Sty} [kN]	F_{Nec} [kN]
2.97	-0.50	10.0	5.50	1.50	128.8	20.6
2.87	-2.00	10.0	5.50	1.50	154.8	25.7
2.77	-3.50	10.0	5.50	1.50	180.8	30.8

Verifiche di stabilità esterna

Capacità portante (App. 2)
Est. bottom of fondation: x_1=2.75 z_1=-3.75 x_2=8.28 z_2=-3.75
Substitutive wall: (x_2, z_2) to x_3= 8.28 z_3= 0.00

Carico:

Verticale			V,c	=	412.28kN/m
Orizzontale			H,c	=	-29.72kN/m
Momento			My,c	=	46.37kNm/m
Profondità di fissaggio t				=	0.00m
Larghezza b'				=	5.31m
Inclin. della forza risultata tan(δ_s)=H/V				=	0.07
Parametri determinanti del suolo	γ sopra la base			=	0.00kN/m³
	γ sotto la base			=	18.00kN/m³
	Angolo dell' attrito φ			=	35.00°
	Coesione c			=	0.00kN/m²
Coeff. dell' appoggio N_c,N_d,N_b	=	46.12	33.30	45.23	
Coeff. dell' inclinazione i_c,i_d,i_b	=	0.86	0.86	0.80	
Coeff. della scarpata λ_c, λ_d, λ_b	=	1.00	1.00	1.00	
Larghezza del meccanismo del guasto				=	32.28m
Profondità del meccanismo del guasto				=	8.90m

Carico d' appoggio valore di progetto N_d = 541.2 kN
Resistenza dell' appoggio valore di progetto R_d = 6545.3 kN
N_d/R_d = 0.08 < 1.0: verifica compiuta.

Stabilità dei pendii, metodo delle strisce Caso carico accidentale (App. 1)

Azioni variabili orizzontali vanno considerati solo, se girano nel senso orario.
Azioni variabili verticali vanno considerati solo, se girano nel senso orario,
e sono fuori di R*sin(φ)

Centro = (2.11, 2.17), raggio = 7.25
Punto a sinistra = (-2.07, -3.75), punto a destra = (9.02, 0.00)

Geometria di lamelle:

No	x	Largh. b	dxM	Peso G	Carico P	Peso aqu. W	u	φ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	-1.71	0.72	-3.81	3.1	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-30.37*
2	-0.98	0.72	-3.09	8.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-25.22
3	-0.26	0.72	-2.36	12.1	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-19.03
4	0.47	0.72	-1.64	14.8	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-13.07
5	1.19	0.72	-0.91	16.5	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-7.25
6	1.92	0.72	-0.19	17.2	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	-1.50
7	2.64	0.72	0.54	25.7	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	4.24
8	3.37	0.72	1.26	64.8	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	10.01
9	4.09	0.72	1.99	62.6	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	15.89
10	4.82	0.72	2.71	59.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	21.95
11	5.54	0.72	3.44	54.9	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	28.29
12	6.27	0.72	4.16	49.1	4.7	0.0	0.0	29.26	0.00	35.02
13	6.99	0.72	4.88	41.5	4.7	0.0	0.0	29.26	0.00	42.37
14	7.72	0.72	5.61	31.5	4.7	0.0	0.0	29.26	0.00	50.70
15	8.44	0.72	6.33	17.6	4.7	0.0	0.0	29.26	0.00	60.91
16	8.91	0.22	6.81	1.3	1.4	0.0	0.0	29.26	0.00	69.87

*** Annotazione: Tutte strisce segnate con '*', θ sono limitate a 45°- φ /2.

Contributo dei carichi verticali:

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	3.1	-1.64	1.75	0.719667	2.43
2	8.3	-3.52	4.63	0.784063	5.90
3	12.1	-3.95	6.78	0.853027	7.95
4	14.8	-3.35	8.30	0.910101	9.12
5	16.5	-2.08	9.25	0.956318	9.68
6	17.2	-0.45	9.66	0.992264	9.73

No.	S=G+P+W [kN/m]	E_d=S*sin θ [kN/m]	(S-u*b)*tan φ + c*b [kN/m]	cos θ + μ *tan φ *sin θ [-]	R_d [kN/m]
No.	S=G+P+W [kN/m]	E_d=S*sin θ [kN/m]	(S-u*b)*tan φ + c*b [kN/m]	cos θ + μ *tan φ *sin θ [-]	R_d [kN/m]
7	25.7	1.90	14.42	1.018174	14.16
8	64.8	11.26	36.28	1.033976	35.09
9	62.6	17.14	35.06	1.039275	33.74
10	59.3	22.19	33.24	1.033290	32.17
11	54.9	26.02	30.76	1.014705	30.31
12	53.8	30.87	30.13	0.981357	30.70
13	46.2	31.14	25.89	0.929562	27.85
14	36.2	28.04	20.30	0.852357	23.81
15	22.3	19.50	12.50	0.733473	17.04
16	2.7	2.51	1.50	0.609911	2.45
		--------			--------
		175.58			292.15

Contributo chiodi:

chiodo non tensionato $F_A = F_{Esist}$:

$M_{resistente} = R * ((\mu * F_A * \sin\alpha * \tan\varphi) / (\cos\theta + \mu * \sin\theta * \tan\varphi) + F_A * \cos(\theta + \alpha))$

$M_{attivo} = 0$

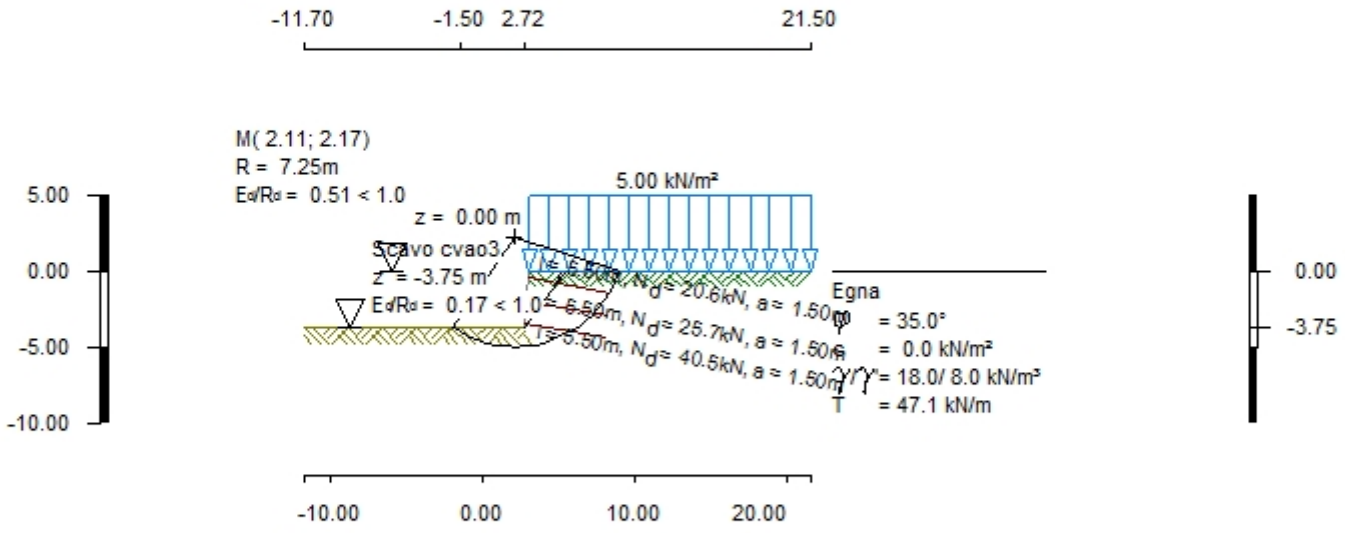
Chiodo	x_s [m]	z_s [m]	$F_{Esist,c}$ [kN/chiodo]	sotto tensione	$F_{Esist,d}$ [kN/chiodo]	$M_{resist,d}$ [kNm/m]	$M_{attivo,d}$ [kNm/m]	$F_{Esist,d}$ * μ [kN/chiodo]
1	8.38	-1.45	0.1	si	0.1	0.1	0.0	0.0
2	7.38	-2.80	43.1	si	30.8	89.9	0.0	15.6
3	5.84	-4.04	112.3	si	80.2	311.8	0.0	40.5

Sum $M_{resistente,d}$: 401.8 kNm/m

Carico E_d= 175.6*7.2 = 1272.8 kNm/m

Resistenza R_d= 292.2*7.2 +401.8 = 2519.6 kNm/m

μ = E_d/R_d = 0.51 < 1.0: Verifica compiuta.


-11.70
-1.50
2.72
21.50
M(2.11; 2.17)
R = 7.25m
Ed/Rd = 0.51 < 1.0
5.00 kN/m²
z = 0.00 m
Scavo cvao3
z = -3.75 m
Ed/Rd = 0.17 < 1.0
Nd= 20.6kN, a = 1.50m
Nd= 25.7kN, a = 1.50m
Nd= 40.5kN, a = 1.50m
Egna
φ = 35.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
T = 47.1 kN/m
5.00
0.00
-5.00
-10.00
0.00
-3.75
-10.00
0.00
10.00
20.00

Scavo No. 4 Nome: scavo4 Caso carico: accidentale

Verifiche di stabilità interna

Verifica di stabilità (Scavo scavo4):

Calcolo mediante App. 1.
Risultati sono design values per m parete.
L'ultimo chiodo sopra la quota di scavo non è ancora posto in opera.
Il calcolo delle verifiche è effettuato con le lunghezze dei chiodi date.
Calcolo automatico dell'inclinazione della parete sost. mediante
punti terminali chiodi.
Intersezione parete - fondo scavo x= 2.65 z= -5.25

θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_{12} [°]	L_{chiodo} [m]	W [kN/m]	Q_1 [kN/m]	Q_{12} [kN/m]	Z_{Nec} [kN/m]	Z_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
33.50	53.92	90.00	5.5	364.4	375.8	8.4	35.7	117.1	0.31
22.17	53.04	93.81	5.5	440.3	449.8	27.0	-31.6	57.1	0.00
8.18	52.95	93.81	5.5	514.3	550.0	57.3	-148.3	0.2	0.00

Meccanismi con intersezione delle linee di scorrimento all'interno
della chiodatura:

55.69	53.92	90.00	-	163.8	203.9	4.3	96.0	248.2	0.39
53.68	53.92	90.00	-	177.3	215.2	4.6	94.4	238.9	0.40
51.74	53.92	90.00	-	190.9	226.5	4.8	92.2	229.5	0.40
49.86	53.92	90.00	-	204.7	237.9	5.1	89.5	220.1	0.41
48.05	53.92	90.00	-	218.6	249.5	5.4	86.4	210.8	0.41
46.31	53.92	90.00	-	232.6	261.2	5.7	82.8	201.4	0.41
46.31	51.34	105.33	-	237.8	265.0	4.4	83.3	201.4	0.41

Risultati di un prisma di spinta semplice:

θ [°]	W [kN/m]	Q [kN/m]	$ZH_{Nec}=E_{ah}$ [kN/m]	ZH_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
57.8	158.71	180.63	89.48	253.62	0.35

Meccanismo di rottura determinante nella fase attuale:

linea di scorrimento piana da x= 2.65 z= -5.25 a x= 6.58 z= -1.14

θ_1= 46.31° θ_2= 51.34° θ_{12}=105.33° Z_{Nec}=83.26 [kN/m] Z_{Esist}=201.38[kN/m] **E_d/R_d= 0.41**

Specifiche chiodi (Scavo scavo4) (valori di progetto):

x-Testa [m]	z-Testa [m]	Incl. [°]	Lungh [m]	a [m]	F_{Sty} [kN]	F_{Nec} [kN]
2.97	-0.50	10.0	5.50	1.50	102.8	36.3
2.87	-2.00	10.0	5.50	1.50	128.8	45.4
2.77	-3.50	10.0	5.50	1.50	154.8	57.7

<u>Verifiche di stabilità esterna</u>

Capacità portante (App. 2)

Est. bottom of fondation: x_1=2.65 z_1=-5.25 x_2=7.99 z_2=-5.25

Substitutive wall: (x_2, z_2) to x_3= 7.99 z_3= 0.00

Carico:

Verticale			V,c	=	552.03kN/m
Orizzontale			H,c	=	-56.11kN/m
Momento			My,c	=	53.21kNm/m
Profondità di fissaggio t				=	0.00m
Larghezza b'				=	5.14m
Inclin. della forza risultata tan(δ_s)=H/V				=	0.10
Parametri determinanti del suolo	γ sopra la base			=	0.00kN/m³
	γ sotto la base			=	18.00kN/m³
	Angolo dell' attrito φ			=	35.00°
	Coesione c			=	0.00kN/m²
Coeff. dell' appoggio N_c,N_d,N_b	= 46.12	33.30	45.23		
Coeff. dell' inclinazione i_c,i_d,i_b	= 0.80	0.81	0.73		
Coeff. della scarpata λ_c, λ_d, λ_b	= 1.00	1.00	1.00		
Larghezza del meccanismo del guasto				=	29.86m
Profondità del meccanismo del guasto				=	8.16m

Carico d' appoggio valore di progetto N_d = 722.6 kN

Resistenza dell' appoggio valore di progetto R_d = 5578.2 kN

N_d/R_d = 0.13 < 1.0: verifica compiuta.

Stabilità dei pendii, metodo delle strisce Caso carico accidentale (App. 1)

Azioni variabili orizzontali vanno considerati solo, se girano nel senso orario.
Azioni variabili verticali vanno considerati solo, se girano nel senso orario,
e sono fuori di R*sin(φ)

Centro = (-1.92, -1.22), raggio = 6.09
Punto a sinistra = (2.65, -5.25), punto a destra = (4.05, 0.00)

Geometria di lamelle:

No	x	Largh. b	dxM	Peso G	Carico P	Peso aqu. W	u	φ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	2.72	0.14	4.64	2.4	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	49.62
2	2.86	0.14	4.78	7.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	51.69
3	3.00	0.14	4.92	11.4	0.5	0.0	0.0	29.26	0.00	53.87
4	3.14	0.14	5.06	11.6	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	56.16
5	3.28	0.14	5.20	11.1	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	58.60
6	3.42	0.14	5.34	10.5	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	61.22
7	3.56	0.14	5.48	9.8	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	64.08
8	3.70	0.14	5.62	9.0	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	67.27
9	3.84	0.14	5.76	8.1	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	70.96
10	3.98	0.14	5.90	6.9	0.9	0.0	0.0	29.26	0.00	75.51

Contributo dei carichi verticali:

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	2.4	1.85	1.36	1.023848	1.33
2	7.3	5.71	4.08	1.007188	4.05
3	11.9	9.60	6.66	0.988313	6.74
4	12.5	10.40	7.01	0.966860	7.25
5	12.0	10.22	6.70	0.942346	7.11
6	11.4	9.96	6.36	0.914086	6.96
7	10.7	9.61	5.98	0.881065	6.79
8	9.9	9.14	5.55	0.841646	6.59
9	9.0	8.49	5.03	0.792857	6.35
10	7.8	7.57	4.38	0.728034	6.01
		---			---
		82.54			59.19

Contributo chiodi:

chiodo non tensionato $F_A = F_{Esist}$:

$M_{resistente} = R * ((\mu * F_A * \sin\alpha * \tan\varphi) / (\cos\theta + \mu * \sin\theta * \tan\varphi) + F_A * \cos(\theta + \alpha))$

$M_{attivo} = 0$

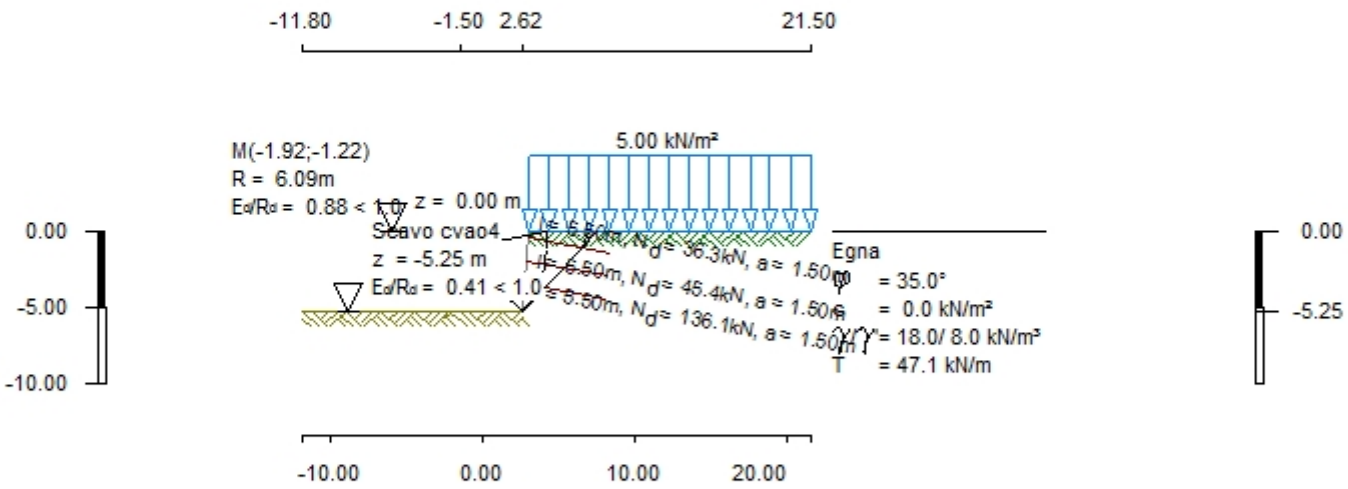
Chiodo	x_s [m]	z_s [m]	$F_{Esist,c}$ [kN/chiodo]	sotto tensione	$F_{Esist,d}$ [kN/chiodo]	$M_{resist,d}$ [kNm/m]	$M_{attivo,d}$ [kNm/m]	$F_{Esist,d} * \mu$ [kN/chiodo]
1	4.15	-0.71	202.6	no	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4.09	-2.22	200.6	no	0.0	0.0	0.0	0.0
3	3.66	-3.66	216.3	si	154.5	210.3	0.0	136.1

Sum $M_{resistente,d}$: 210.3 kNm/m

Carico E_d= 82.5*6.1 = 502.9 kNm/m

Resistenza R_d= 59.2*6.1 +210.3 = 571.0 kNm/m

$\mu = E_d/R_d$ = 0.88 < 1.0: Verifica compiuta.


-11.80
-1.50
2.62
21.50
5.00 kN/m²
M(-1.92;-1.22)
R = 6.09m
Ed/Rd = 0.88 < 1.0
z = 0.00 m
Scavo cvao4
z = -5.25 m
Ed/Rd = 0.41 < 1.0
l = 6.50m, Nd= 36.3kN, a = 1.50m
l = 6.50m, Nd= 45.4kN, a = 1.50m
l = 6.50m, Nd= 136.1kN, a = 1.50m
Egna
φ = 35.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
T = 47.1 kN/m
0.00
-5.00
-10.00
0.00
-5.25
-10.00
0.00
10.00
20.00

Scavo No. 5 Nome: scavo5 Caso carico: accidentale

Verifiche di stabilità interna

Verifica di stabilità (Scavo scavo5):

Calcolo mediante App. 1.
Risultati sono design values per m parete.
L'ultimo chiodo sopra la quota di scavo non è ancora posto in opera.
Il calcolo delle verifiche è effettuato con le lunghezze dei chiodi date.
Calcolo automatico dell'inclinazione della parete sost. mediante
punti terminali chiodi.
Intersezione parete - fondo scavo x= 2.55 z= -6.75

θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_{12} [°]	L_{chiodo} [m]	W [kN/m]	Q_1 [kN/m]	Q_{12} [kN/m]	Z_{Nec} [kN/m]	Z_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
42.23	53.92	90.00	5.5	438.4	474.7	8.4	115.7	155.4	0.74
33.50	53.04	93.81	5.5	514.3	538.7	27.0	65.3	94.6	0.69
22.17	52.95	93.81	5.5	588.3	613.4	57.3	-24.3	34.7	0.00
12.02	46.88	112.74	4.5	654.1	665.9	57.8	-142.0	0.1	0.00

Meccanismi con intersezione delle linee di scorrimento all'interno
della chiodatura:

42.23	53.92	90.00	-	438.4	474.7	8.4	115.7	155.4	0.74
40.01	53.93	90.00	-	406.2	445.5	26.2	107.7	144.3	0.75
38.60	53.93	90.00	-	426.2	462.9	26.8	100.1	132.1	0.76
38.60	54.31	88.18	-	423.4	461.3	27.9	100.3	132.1	0.76
38.60	55.16	83.89	-	416.7	457.9	30.5	100.7	132.1	0.76
38.60	55.89	79.60	-	409.8	454.7	33.4	101.1	132.1	0.77
38.60	56.50	75.31	-	402.8	451.9	36.8	101.4	132.2	0.77

Risultati di un prisma di spinta semplice:

θ [°]	W [kN/m]	Q [kN/m]	$ZH_{Nec}=E_{ah}$ [kN/m]	ZH_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
57.8	255.28	290.53	143.93	281.92	0.51

Meccanismo di rottura determinante nella fase attuale:

linea di scorrimento piana da x= 2.55 z= -6.75 a x= 7.48 z= -2.81

θ_1= 38.60° θ_2= 56.50° θ_{12}= 75.31° Z_{Nec}=101.35[kN/m] Z_{Esist}=132.17[kN/m] **E_d/R_d= 0.77**

Specifiche chiodi (Scavo scavo5) (valori di progetto):

x-Testa [m]	z-Testa [m]	Incl. [°]	Lungh [m]	a [m]	F_{Sty} [kN]	F_{Nec} [kN]
2.97	-0.50	10.0	5.50	1.50	76.8	39.2
2.87	-2.00	10.0	5.50	1.50	102.8	52.5
2.77	-3.50	10.0	5.50	1.50	128.8	65.7
2.67	-5.00	10.0	4.50	1.50	121.1	71.6

<u>Verifiche di stabilità esterna</u>

Capacità portante (App. 2)

Est. bottom of fondation: x_1=2.55 z_1=-6.75 x_2=7.59 z_2=-6.75

Substitutive wall: (x_2, z_2) to x_3= 7.59 z_3= 0.00

Carico:

Verticale			V,c	=	671.82kN/m
Orizzontale			H,c	=	-90.78kN/m
Momento			My,c	=	25.98kNm/m
Profondità di fissaggio t				=	0.00m
Larghezza b'				=	4.96m
Inclin. della forza risultata tan(δ_s)=H/V				=	0.14
Parametri determinanti del suolo	γ sopra la base			=	0.00kN/m³
	γ sotto la base			=	18.00kN/m³
	Angolo dell' attrito φ			=	35.00°
	Coesione c			=	0.00kN/m²
Coeff. dell' appoggio N_c,N_d,N_b	= 46.12	33.30	45.23		
Coeff. dell' inclinazione i_c,i_d,i_b	= 0.74	0.75	0.65		
Coeff. della scarpata λ_c, λ_d, λ_b	= 1.00	1.00	1.00		
Larghezza del meccanismo del guasto				=	27.29m
Profondità del meccanismo del guasto				=	7.37m

Carico d' appoggio valore di progetto N_d = 877.9 kN

Resistenza dell' appoggio valore di progetto R_d = 4636.6 kN

N_d/R_d = 0.19 < 1.0: verifica compiuta.

Stabilità dei pendii, metodo delle strisce Caso carico accidentale (App. 1)

Azioni variabili orizzontali vanno considerati solo, se girano nel senso orario.
Azioni variabili verticali vanno considerati solo, se girano nel senso orario,
e sono fuori di R*sin(φ)

Centro = (-1.50, -1.43), raggio = 6.69
Punto a sinistra = (2.55, -6.75), punto a destra = (5.03, 0.00)

Geometria di lamelle:

No	x	Largh. b	dxM	Peso G	Carico P	Peso aqu. W	u	φ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	2.67	0.25	4.18	7.9	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	38.63
2	2.92	0.25	4.42	23.3	0.3	0.0	0.0	29.26	0.00	41.41
3	3.17	0.25	4.67	27.8	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	44.31
4	3.42	0.25	4.92	26.6	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	47.36
5	3.67	0.25	5.17	25.4	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	50.61
6	3.92	0.25	5.42	23.9	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	54.09
7	4.16	0.25	5.67	22.3	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	57.89
8	4.41	0.25	5.91	20.3	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	62.15
9	4.66	0.25	6.16	18.0	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	67.11
10	4.91	0.25	6.41	14.9	1.6	0.0	0.0	29.26	0.00	73.41

Contributo dei carichi verticali:

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	7.9	4.93	4.42	1.116612	3.96
2	23.6	15.62	13.23	1.105386	11.97
3	29.4	20.53	16.46	1.090885	15.09
4	28.2	20.78	15.82	1.072607	14.75
5	27.0	20.84	15.11	1.049873	14.39
6	25.5	20.68	14.30	1.021709	14.00
7	23.9	20.23	13.38	0.986644	13.56
8	22.0	19.42	12.30	0.942245	13.06
9	19.6	18.08	10.99	0.883908	12.44
10	16.5	15.84	9.26	0.800388	11.57
		---			---
		176.94			124.78

Contributo chiodi:

chiodo non tensionato $F_A = F_{Esist}$:

$M_{resistente} = R * ((\mu * F_A * \sin\alpha * \tan\varphi) / (\cos\theta + \mu * \sin\theta * \tan\varphi) + F_A * \cos(\theta + \alpha))$

$M_{attivo} = 0$

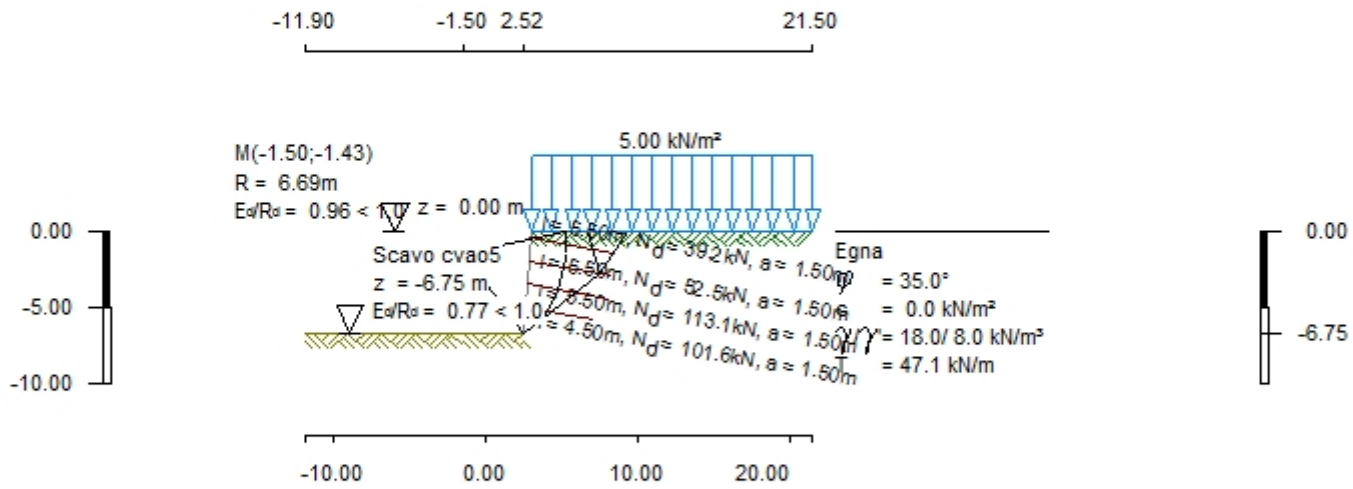
Chiodo	x_s [m]	z_s [m]	$F_{Esist,c}$ [kN/chiodo]	sotto tensione	$F_{Esist,d}$ [kN/chiodo]	$M_{resist,d}$ [kNm/m]	$M_{attivo,d}$ [kNm/m]	$F_{Esist,d} * \mu$ [kN/chiodo]
1	5.17	-0.89	154.0	no	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5.12	-2.40	151.5	no	0.0	0.0	0.0	0.0
3	4.73	-3.85	165.0	si	117.9	159.0	0.0	113.1
4	4.00	-5.23	148.3	si	106.0	241.0	0.0	101.6

Sum $M_{resistente,d}$: 399.9 kNm/m

Carico E_d= 176.9*6.7 = 1183.6 kNm/m

Resistenza R_d= 124.8*6.7 +399.9 = 1234.6 kNm/m

$\mu = E_d/R_d$ = 0.96 < 1.0: Verifica compiuta.


-11.90
-1.50
2.52
21.50
5.00 kN/m²
M(-1.50;-1.43)
R = 6.69m
Ed/Rd = 0.96 < 1.0
z = 0.00 m
Scavo cvao5
z = -6.75 m
Ed/Rd = 0.77 < 1.0
Egna
= 35.0°
= 0.0 kN/m²
= 18.0/ 8.0 kN/m³
= 47.1 kN/m
0.00
-5.00
-10.00
0.00
-6.75
-10.00
0.00
10.00
20.00

Scavo No. 6 Nome: scavo6 Caso carico: accidentale

Verifiche di stabilità interna

Verifica di stabilità (Scavo scavo6):

Calcolo mediante App. 1.
Risultati sono design values per m parete.
L'ultimo chiodo sopra la quota di scavo è già posto in opera.
Calcolo automatico delle lunghezze dei chiodi:
I chiodi posti al di sotto del chiodo attuale e lo stesso compreso, saranno allungati se necessario
Calcolo automatico dell'inclinazione della parete sost. mediante punti terminali chiodi.
Intersezione parete - fondo scavo x= 2.50 z= -7.50

θ_1 [°]	θ_2 [°]	θ_{12} [°]	L_{chiodo} [m]	W [kN/m]	Q_1 [kN/m]	Q_{12} [kN/m]	Z_{Nec} [kN/m]	Z_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
45.78	53.92	90.00	5.5	475.4	529.2	8.4	160.3	197.3	0.81
38.16	53.04	93.81	5.5	551.3	590.4	27.0	117.6	134.8	0.87
28.18	52.95	93.81	5.5	589.6	621.4	57.3	40.7	71.7	0.57
20.49	46.88	112.74	4.5	684.4	690.6	57.8	-48.5	38.3	0.00
6.37	45.90	115.00	3.5	681.3	708.3	79.0	-199.7	0.2	0.00

Meccanismi con intersezione delle linee di scorrimento all'interno della chiodatura:

38.16	53.92	90.00	-	544.8	586.6	29.3	118.2	134.8	0.88
38.16	54.32	88.18	-	541.6	585.0	30.4	118.4	134.8	0.88
38.16	55.18	83.89	-	534.3	581.2	33.3	119.0	134.8	0.88
38.16	55.93	79.60	-	526.8	577.8	36.5	119.4	134.8	0.89
38.16	56.56	75.31	-	519.1	574.7	40.2	119.7	134.8	0.89
38.16	57.05	71.03	-	511.1	572.0	44.4	119.9	134.8	0.89

Risultati di un prisma di spinta semplice:

θ [°]	W [kN/m]	Q [kN/m]	$ZH_{Nec}=E_{ah}$ [kN/m]	ZH_{Esist} [kN/m]	E_d/R_d [-]
57.8	312.10	355.20	175.97	313.74	0.56

Meccanismo di rottura determinante nella fase attuale:
linea di scorrimento piana da x= 2.50 z= -7.50 a x= 8.28 z= -2.96
θ_1= 38.16° θ_2= 57.05° θ_{12}= 71.03° Z_{Nec}=119.95[kN/m] Z_{Esist}=134.77[kN/m] **E_d/R_d= 0.89**

Forze mediante App. 1 (design values)
Combinazione critica: No. 1
Dimensionamento mediante UNI EN 1992 (Eurocode 2)

Parete, Forze (valori di progetto)
Spess. calcestruzzo d = 15.0 [cm]
Dist. centro armatura lato aria d_{aria} = 3.5 [cm]
Dist. centro armatura lato terreno $d_{terreno}$ = 3.5 [cm]
Modulo elastico calcestruzzo E = 30000 [MN/m²]
Res. a flessione EI = 8438 [kN*m²]
Calcestruzzo: C20/25, res. nom. calcestruzzo f_{ck} = 20.0 [MN/m²]
Tensione max. cls nella verifica a punzonam. Tau011 = 0.500 [MN/m²]
Res. nom. armatura f_{yk} = 450.0 [MN/m²]
Armatura a fless. per definire
il grado di armatura longitudinale μ
per la verifica a punzonamento As μ = MAX(as_1,as_2) (calc. parete)

*** Le forze di spinta del terreno sono calcolate ottimizzando Theta considerando tutti i carichi della condizione di carico attuale.
*** L'andamento delle spinte del terreno viene calcolato con derivazione di E_{ah} rispetto a z.
*** La coesione è stata considerata ai fini del calcolo delle spinte del terreno.
*** Spinta del terr. minimo considerata (φ=40.0°).
*** L'angolo d'attrito della parete e definito dalla inclin. dei chiodi (δ= -6.2°)
*** La spinta del terreno rimane invariata.
*** Spinta terreno e_{ah} (carichi permanenti)) è calcolato con 85.00 %.

Spinta del terreno per m parete (valori di progetto):

And. par.	pess. par.	Dist.armat.		Angolo scorrim	Spinta terr.	
x	z	h	d_{air}	d_{lay}	θ	E_{ah} e_{ah}
[m]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[kN]	[kN/m]
3.00	0.00	15.0	3.5	3.5	0.00	0.0	19.07
2.99	-0.10	15.0	3.5	3.5	61.70	0.2	19.07
2.99	-0.20	15.0	3.5	3.5	61.71	0.5	19.07
2.98	-0.30	15.0	3.5	3.5	61.71	0.9	19.07
2.97	-0.40	15.0	3.5	3.5	61.72	1.3	19.07

And. par.	pess. par.	Dist.armat.		Angolo scorrim	Spinta terr.	
x	z	h	d_{air}	d_{lay}	θ	E_{ah} e_{ah}
[m]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[kN] [kN/m]
And. par.	pess. par.	Dist.armat.		Angolo scorrim	Spinta terr.	
x	z	h	d_{air}	d_{lay}	θ	E_{ah} e_{ah}
[m]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[kN] [kN/m]
2.97	-0.50	15.0	3.5	3.5	61.72	1.7 19.07
2.96	-0.60	15.0	3.5	3.5	61.72	2.3 19.07
2.95	-0.70	15.0	3.5	3.5	61.72	2.9 19.07
2.95	-0.80	15.0	3.5	3.5	61.73	3.5 19.07
2.94	-0.90	15.0	3.5	3.5	61.73	4.2 19.07
2.93	-1.00	15.0	3.5	3.5	61.73	5.0 19.07
2.93	-1.10	15.0	3.5	3.5	61.73	5.8 19.07
2.92	-1.20	15.0	3.5	3.5	61.73	6.7 19.07
2.91	-1.30	15.0	3.5	3.5	61.73	7.7 22.38
2.91	-1.40	15.0	3.5	3.5	61.73	8.7 22.38
2.90	-1.50	15.0	3.5	3.5	61.73	9.8 22.38
2.89	-1.60	15.0	3.5	3.5	61.73	10.9 22.38
2.89	-1.70	15.0	3.5	3.5	61.73	12.1 22.38
2.88	-1.80	15.0	3.5	3.5	61.74	13.4 22.38
2.87	-1.90	15.0	3.5	3.5	61.74	14.7 22.38
2.87	-2.00	15.0	3.5	3.5	61.74	16.1 22.38
2.86	-2.10	15.0	3.5	3.5	61.74	17.5 22.38
2.85	-2.20	15.0	3.5	3.5	61.74	19.0 22.38
2.85	-2.30	15.0	3.5	3.5	61.74	20.6 22.38
2.84	-2.40	15.0	3.5	3.5	61.74	22.2 22.38
2.83	-2.50	15.0	3.5	3.5	61.74	23.9 22.38
2.83	-2.60	15.0	3.5	3.5	61.74	25.6 22.38
2.82	-2.70	15.0	3.5	3.5	61.74	27.4 22.38
2.81	-2.80	15.0	3.5	3.5	61.74	29.3 28.86
2.81	-2.90	15.0	3.5	3.5	61.74	31.2 28.86
2.80	-3.00	15.0	3.5	3.5	61.74	33.2 28.86
2.79	-3.10	15.0	3.5	3.5	61.74	35.2 28.86
2.79	-3.20	15.0	3.5	3.5	61.74	37.4 28.86
2.78	-3.30	15.0	3.5	3.5	61.74	39.5 28.86
2.77	-3.40	15.0	3.5	3.5	61.74	41.8 28.86
2.77	-3.50	15.0	3.5	3.5	61.74	44.0 28.86
2.76	-3.60	15.0	3.5	3.5	61.74	46.4 28.86
2.75	-3.70	15.0	3.5	3.5	61.74	48.8 28.86
2.75	-3.80	15.0	3.5	3.5	61.74	51.3 28.86
2.74	-3.90	15.0	3.5	3.5	61.74	53.8 28.86
2.73	-4.00	15.0	3.5	3.5	61.74	56.4 28.86
2.73	-4.10	15.0	3.5	3.5	61.74	59.1 28.86

And. par.	pess. par.	Dist.armat.		Angolo scorrim	Spinta terr.	
	x	z	h	d_{air}	d_{lay}	θ	E_{ah} e_{ah}
[m]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[kN]	[kN/m]
2.72	-4.20	15.0	3.5	3.5	61.74	61.8	28.86
2.71	-4.30	15.0	3.5	3.5	61.74	64.6	26.95
2.71	-4.40	15.0	3.5	3.5	61.74	67.4	26.95
And. par.	pess. par.	Dist.armat.		Angolo scorrim	Spinta terr.	
	x	z	h	d_{air}	d_{lay}	θ	E_{ah} e_{ah}
[m]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[kN]	[kN/m]
2.70	-4.50	15.0	3.5	3.5	61.74	70.3	26.95
2.69	-4.60	15.0	3.5	3.5	61.74	73.3	26.95
2.69	-4.70	15.0	3.5	3.5	61.74	76.3	26.95
2.68	-4.80	15.0	3.5	3.5	61.74	79.4	26.95
2.67	-4.90	15.0	3.5	3.5	61.74	82.5	26.97
2.67	-5.00	15.0	3.5	3.5	61.74	85.7	27.48
2.66	-5.10	15.0	3.5	3.5	61.74	89.0	28.00
2.65	-5.20	15.0	3.5	3.5	61.74	92.3	28.51
2.65	-5.30	15.0	3.5	3.5	61.74	95.7	29.03
2.64	-5.40	15.0	3.5	3.5	61.74	99.1	29.55
2.63	-5.50	15.0	3.5	3.5	61.74	102.6	30.06
2.63	-5.60	15.0	3.5	3.5	61.74	106.2	30.58
2.62	-5.70	15.0	3.5	3.5	61.74	109.8	31.10
2.61	-5.80	15.0	3.5	3.5	61.74	113.5	31.61
2.61	-5.90	15.0	3.5	3.5	61.74	117.3	32.13
2.60	-6.00	15.0	3.5	3.5	61.74	121.1	32.65
2.59	-6.10	15.0	3.5	3.5	61.74	124.9	33.16
2.59	-6.20	15.0	3.5	3.5	61.74	128.9	33.68
2.58	-6.30	15.0	3.5	3.5	61.74	132.9	34.20
2.57	-6.40	15.0	3.5	3.5	61.74	136.9	34.71
2.57	-6.50	15.0	3.5	3.5	61.74	141.0	35.23
2.56	-6.60	15.0	3.5	3.5	61.74	145.2	35.74
2.55	-6.70	15.0	3.5	3.5	61.74	149.5	36.26
2.55	-6.80	15.0	3.5	3.5	61.74	153.7	36.78
2.54	-6.90	15.0	3.5	3.5	61.74	158.1	37.29
2.53	-7.00	15.0	3.5	3.5	61.74	162.5	37.81
2.53	-7.10	15.0	3.5	3.5	61.74	167.0	38.33
2.52	-7.20	15.0	3.5	3.5	61.74	171.5	38.84
2.51	-7.30	15.0	3.5	3.5	61.74	176.1	39.36
2.51	-7.40	15.0	3.5	3.5	61.74	180.8	39.88
2.50	-7.50	15.0	3.5	3.5	61.74	185.5	40.39

Forze per m parete (valori di progetto):

Coord.Z	Poriz	Deform.	Par. soll.		R.app.	Arm.compr.		Arm. taglio.
z	h	w	T	M	A_H	as_{Air}	as_{Lay}	as_{Tras}
[m]	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[cm²/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
0.00	19.07	0.0	0.00	0.00	--.-	--.--	--.--	--.--
-0.10	19.07	0.0	-1.90	-0.10	--.-	--.--	0.02	--.--
-0.20	19.07	0.0	-3.81	-0.38	--.-	--.--	0.08	--.--
-0.30	19.07	0.0	-5.71	-0.86	--.-	--.--	0.18	--.--
-0.40	19.07	0.0	-7.61	-1.53	--.-	--.--	0.33	--.--
-0.50	19.07	-0.0	2.02	-1.32	23.0	--.--	0.28	--.--
-0.50	19.07	-0.0	2.02	-1.32	--.-	--.--	0.28	--.--
-0.60	19.07	-0.0	11.66	-1.12	--.-	--.--	0.24	--.--
-0.70	19.07	-0.0	9.75	-0.05	--.-	--.--	0.01	--.--
-0.80	19.07	-0.0	7.85	0.83	--.-	0.18	--.--	--.--
-0.90	19.07	-0.0	5.95	1.53	--.-	0.33	--.--	--.--
-1.00	19.07	-0.0	4.04	2.03	--.-	0.43	--.--	--.--
-1.10	19.07	-0.0	2.14	2.34	--.-	0.50	--.--	--.--
-1.20	19.07	-0.0	0.24	2.46	--.-	0.53	--.--	--.--
-1.20	19.08	-0.0	0.24	2.46	--.-	0.53	--.--	--.--
-1.30	22.38	-0.0	-1.83	2.38	--.-	0.51	--.--	--.--
-1.40	22.38	-0.0	-4.06	2.08	--.-	0.45	--.--	--.--
-1.50	22.38	-0.0	-6.30	1.56	--.-	0.33	--.--	--.--
-1.60	22.38	-0.0	-8.53	0.82	--.-	0.17	--.--	--.--
-1.70	22.38	-0.0	-10.76	-0.15	--.-	--.--	0.03	--.--
-1.80	22.38	-0.0	-12.99	-1.34	--.-	--.--	0.29	--.--
-1.90	22.38	-0.0	-15.23	-2.75	--.-	--.--	0.59	--.--
-2.00	22.38	-0.0	-0.29	-2.78	34.3	--.--	0.60	--.--
-2.00	22.38	-0.0	-0.29	-2.78	--.-	--.--	0.60	--.--
-2.10	22.38	-0.0	14.64	-2.81	--.-	--.--	0.60	--.--
-2.10	22.38	-0.0	14.64	-2.81	--.-	--.--	0.60	--.--
-2.20	22.38	-0.0	12.41	-1.45	--.-	--.--	0.31	--.--
-2.30	22.38	-0.0	10.18	-0.32	--.-	--.--	0.07	--.--
-2.40	22.38	-0.0	7.95	0.59	--.-	0.12	--.--	--.--
-2.50	22.38	-0.0	5.71	1.27	--.-	0.27	--.--	--.--
-2.60	22.38	-0.0	3.48	1.73	--.-	0.37	--.--	--.--
-2.70	22.38	-0.0	1.25	1.97	--.-	0.42	--.--	--.--
-2.70	22.39	-0.0	1.25	1.97	--.-	0.42	--.--	--.--
-2.80	28.86	-0.0	-1.31	1.97	--.-	0.42	--.--	--.--
-2.90	28.86	-0.0	-4.19	1.70	--.-	0.36	--.--	--.--
-3.00	28.86	-0.0	-7.07	1.13	--.-	0.24	--.--	--.--
-3.10	28.86	-0.0	-9.95	0.28	--.-	0.06	--.--	--.--
-3.20	28.86	-0.0	-12.83	-0.86	--.-	--.--	0.18	--.--
-3.30	28.86	-0.0	-15.71	-2.29	--.-	--.--	0.49	--.--

Coord.Z	Poriz	Deform.	Par. soll.		R.app.	Arm.compr.		Arm. taglio.
z	h	w	T	M	A_H	as_{Air}	as_{Lay}	as_{Tras}
[m]	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[cm²/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Coord.Z	Poriz	Deform.	Par. soll.		R.app.	Arm.compr.		Arm. taglio.
z	h	w	T	M	A_H	as_{Air}	as_{Lay}	as_{Tras}
[m]	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[cm²/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
-3.40	28.86	0.0	-18.59	-4.01	--.-	--.--	0.86	--.--
-3.50	28.86	-0.0	1.24	-3.89	45.3	--.--	0.84	--.--
-3.50	28.86	-0.0	1.24	-3.89	--.-	--.--	0.84	--.--
-3.60	28.86	-0.0	21.07	-3.76	--.-	--.--	0.81	--.--
-3.60	28.86	-0.0	21.07	-3.76	--.-	--.--	0.81	--.--
-3.70	28.86	-0.0	18.19	-1.79	--.-	--.--	0.38	--.--
-3.80	28.86	-0.0	15.31	-0.12	--.-	--.--	0.02	--.--
-3.90	28.86	-0.0	12.43	1.27	--.-	0.27	--.--	--.--
-4.00	28.86	-0.1	9.55	2.38	--.-	0.51	--.--	--.--
-4.10	28.86	-0.1	6.67	3.19	--.-	0.69	--.--	--.--
-4.20	28.86	-0.1	3.79	3.71	--.-	0.80	--.--	--.--
-4.30	26.96	-0.1	1.01	3.95	--.-	0.85	--.--	--.--
-4.40	26.95	-0.1	-1.68	3.92	--.-	0.84	--.--	--.--
-4.50	26.95	-0.1	-4.37	3.62	--.-	0.78	--.--	--.--
-4.60	26.95	-0.1	-7.06	3.04	--.-	0.65	--.--	--.--
-4.70	26.95	-0.0	-9.75	2.20	--.-	0.47	--.--	--.--
-4.80	26.95	-0.0	-12.44	1.09	--.-	0.23	--.--	--.--
-4.90	26.97	-0.0	-15.13	-0.29	--.-	--.--	0.06	--.--
-4.90	26.97	-0.0	-15.13	-0.29	--.-	--.--	0.06	--.--
-5.00	27.48	-0.0	-3.48	-0.64	28.7	--.--	0.14	--.--
-5.00	27.48	-0.0	-3.48	-0.64	--.-	--.--	0.14	--.--
-5.10	28.00	0.0	8.16	-0.99	--.-	--.--	0.21	--.--
-5.20	28.51	0.0	5.34	-0.31	--.-	--.--	0.07	--.--
-5.30	29.03	0.0	2.47	0.08	--.-	0.02	--.--	--.--
-5.40	29.55	0.0	-0.45	0.18	--.-	0.04	--.--	--.--
-5.50	30.06	0.1	-3.43	-0.01	--.-	--.--	--.--	--.--
-5.60	30.58	0.1	-6.45	-0.50	--.-	--.--	0.11	--.--
-5.70	31.10	0.1	-9.53	-1.30	--.-	--.--	0.28	--.--
-5.80	31.61	0.1	-12.66	-2.42	--.-	--.--	0.52	--.--
-5.90	32.13	0.1	-15.84	-3.84	--.-	--.--	0.83	--.--
-6.00	32.65	0.1	-19.07	-5.59	--.-	--.--	1.21	--.--
-6.10	33.16	0.1	-22.35	-7.67	--.-	--.--	1.67	--.--
-6.20	33.68	0.1	-25.69	-10.07	--.-	--.--	2.20	--.--
-6.30	34.19	0.1	-29.07	-12.82	--.-	--.--	2.83	--.--
-6.40	34.71	0.0	-32.51	-15.90	--.-	--.--	3.54	--.--
-6.40	34.71	0.0	-32.51	-15.90	--.-	--.--	3.54	--.--
-6.50	35.23	-0.0	0.84	-15.82	73.6	--.--	3.52	--.--

Coord.Z	Poriz	Deform.	Par. soll.		R.app.	Arm.compr.		Arm. taglio.
z	h	w	T	M	A_H	as_{Air}	as_{Lay}	as_{Tras}
[m]	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[cm²/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
-6.50	35.23	-0.0	0.84	-15.82	--.-	--.--	3.52	--.--
-6.60	35.74	-0.1	34.19	-15.73	--.-	--.--	3.50	--.--
-6.70	36.26	-0.1	30.59	-12.48	--.-	--.--	2.75	--.--
Coord.Z	Poriz	Deform.	Par. soll.		R.app.	Arm.compr.		Arm. taglio.
z	h	w	T	M	A_H	as_{Air}	as_{Lay}	as_{Tras}
[m]	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[cm²/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
-6.80	36.78	-0.2	26.95	-9.60	--.-	--.--	2.10	--.--
-6.90	37.29	-0.3	23.25	-7.08	--.-	--.--	1.54	--.--
-7.00	37.81	-0.4	19.51	-4.94	--.-	--.--	1.07	--.--
-7.10	38.33	-0.5	15.71	-3.18	--.-	--.--	0.68	--.--
-7.20	38.84	-0.6	11.86	-1.79	--.-	--.--	0.38	--.--
-7.30	39.36	-0.7	7.96	-0.80	--.-	--.--	0.17	--.--
-7.40	39.88	-0.8	4.00	-0.20	--.-	--.--	0.04	--.--
-7.50	40.39	-0.9	0.00	-0.00	--.-	--.--	--.--	--.--

*** Remark : Per i chiodi, la forza trasversale T ed il momento M sul p.to d`appoggio sono calcolati mediante interpolazione lineare di T e M ai bordi della piastra di testa.

Specifiche chiodi (Scavo scavo6) (valori di progetto):

x-Testa	z-Testa	Incl.	Lungh.	a	f_{yk}	γ_M	F_{Sty}	F_{Nec}	F_{Dim}	Dm_{Nec}
[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[MN/m²]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]
2.97	-0.50	10.0	5.50	1.50	500	1.150	63.8	35.8	35.1	10.2
2.87	-2.00	10.0	5.50	1.50	500	1.150	89.8	50.3	52.2	12.4
2.77	-3.50	10.0	5.50	1.50	500	1.150	115.8	64.9	69.0	14.2
2.67	-5.00	10.0	4.50	1.50	500	1.150	108.1	60.6	43.7	13.3
2.57	-6.50	10.0	3.50	1.50	500	1.150	100.5	74.9	112.0	18.1

Dimensionamento (UNI EN 1992 (Eurocode 2)) a flessione secondo Stiglat Wippel IV/70/a:

L_x/L_y	=1.0, $L_x = L_y$ = Max. da interasse oriz. e vert. chiodi
p	Al chiodo: H-Press
	Centro campo: Media di spinta H del chiodo superiore ed inferiore
m_{yes}	Momento di sostegno chiodo
m_{yr}	Momento campo al chiodo
m_{ym}	Momento campo sulla metà
as_{Air}	Armatura flessibile lato aria a m_{yr} risp. m_{ym}
as_{Lay}	Armatura flessibile lato terreno a m_{yes} risp. m_{ym})

z [m]	$L_x=L_y$ [m]	p [kN/m]	B [cm]	m_{yes} [kN*m]	m_{yr} [kN*m]	m_{ym} [kN*m]	as_{Air} [cm²/m]	as_{Lay} [cm²/m]
-0.50	1.50	19.07	20.0	-8.58	3.25	--	0.70	1.87
-0.50	1.50	19.07	20.0	--	--	0.32	0.07	0.00
-0.50	1.50	19.07	20.0	-8.58	3.25	--	0.70	1.87
-2.00	1.50	22.38	20.0	--	--	0.35	0.07	0.00
-2.00	1.50	22.38	20.0	-10.07	3.81	--	0.82	2.20
-2.00	1.50	22.38	20.0	--	--	0.37	0.08	0.00
-2.00	1.50	22.38	20.0	-10.07	3.81	--	0.82	2.20
z [m]	$L_x=L_y$ [m]	p [kN/m]	B [cm]	m_{yes} [kN*m]	m_{yr} [kN*m]	m_{ym} [kN*m]	as_{Air} [cm²/m]	as_{Lay} [cm²/m]
-3.50	1.50	28.86	20.0	--	--	0.43	0.09	0.00
-3.50	1.50	28.86	20.0	-12.99	4.92	--	1.06	2.87
-3.50	1.50	28.86	20.0	--	--	0.48	0.10	0.00
-3.50	1.50	28.86	20.0	-12.99	4.92	--	1.06	2.87
-5.00	1.50	27.48	20.0	--	--	0.47	0.10	0.00
-5.00	1.50	27.48	20.0	-12.37	4.68	--	1.01	2.72
-5.00	1.50	27.48	20.0	--	--	0.46	0.10	0.00
-5.00	1.50	27.48	20.0	-12.37	4.68	--	1.01	2.72
-6.50	1.50	35.23	20.0	--	--	0.52	0.11	0.00
-6.50	1.50	35.23	20.0	-15.85	6.00	--	1.30	3.53
-6.50	1.50	35.23	20.0	--	--	0.59	0.13	0.00
-6.50	1.50	35.23	20.0	-15.85	6.00	--	1.30	3.53

selezionato: _____

*** Verificare se il valore $L_x=L_y$ in corrispondenza del primo e dell'ultimo sostegno, e la loro distanza risp. dalla testa e dal piede della parete possono dare un risultato ragionevole per m_{yes}.

Verifica di punzonamento UNI EN 1992 (Eurocode 2)

F	Forza chiodi da calc. spinta terreno sulla parete MAX(F_{Nec},F_{Dim})*cos(Incl)
H-Press	Spinta terreno sulla piastra di testa
	Fattore per H-Press = 1.000
B	Larghezza piastra di testa
	Sezione in 1.0 * d distanza dalla piastra
h	Larghezza muro
A_{sl}	Armatura longitudinale/trasversale vicino piastra di testa in cm²/m parete (A_{sl} = A_{slx} = A_{slz})
ρ_l	Grado di armatura longitudinale vicino piastra di testa
d	Altezza statica della parete
v_{Ed}	T-Forza per dimensionamento
$v_{Rd,c}$	Resist. a punzonamento senza armatura
A_{swNec}	Armatura minima necessaria a punzonamento in una riga
	Calcolazione A_{sw} e $v_{Rd,cs}$ secondo 6.4.5 (1), Gl 6.52
A_{slNec}	Alternativa per A_{swNec}:Armatura longitudinale/trasversale necessaria per evitare armatura a punzonamento
ρ_{lNec}	Grado di armatura longitudinale per = A_{slNec}

Fattore positione chiodo interno β = 1.150 (6.4.3 (6))

Parametri per $v_{Rd,c}$ (6.4.4):

$C_{Rd,c}$ = 0.180/γ_c (Gl. 6.47, 6.50)

$æ_l$ = 0.100 (Gl. 6.47)

ν_{min} = 0.035 * æ ^(1.500) * f_{ck} ^(0.500) (d<99999 mm) (Gl. 6.3)

Parametri per $v_{Rd,max}$ (6.4.5 (3)):

ν = MIN(0.600 * (1.000 - f_{ck}/250.0), 99999.000) (Gl. 6.6N)

$v_{Rd,max}$ = 0.400 * ν * f_{cd} (Gl. 6.3)

z-Testa [m]	F [kN]	H-Press [kN/m²]	B [cm]	h [cm]	d [cm]	A_{sl} [cm²/m]	ρ_l [%]	v_{Ed} [MN/m²]		$v_{Rd,c}$ [MN/m²]	A_{swNec} [cm²]	A_{slNec} [cm²/m]	ρ_{lNec} [%]
-0.50	35.6	19.07	20.0	15.0	11.5	0.28	0.02	0.212	<	0.443	-	-	-
-2.00	51.9	22.38	20.0	15.0	11.5	2.20	0.19	0.315	<	0.443	-	-	-
-3.50	68.6	28.86	20.0	15.0	11.5	2.87	0.25	0.418	<	0.443	-	-	-
-5.00	60.3	27.48	20.0	15.0	11.5	2.87	0.25	0.365	<	0.443	-	-	-
-6.50	111.4	35.23	20.0	15.0	11.5	3.53	0.31	0.691	>	0.443	2.25	13.75	1.20

Verifiche di stabilità esterna

Capacità portante (App. 2)
Est. bottom of fondation: x_1=2.50 z_1=-7.50 x_2=7.59 z_2=-7.50
Substitutive wall: (x_2, z_2) to x_3= 7.59 z_3= 0.00

Carico:

Verticale			V,c	=	754.55kN/m
Orizzontale			H,c	=	-111.23kN/m
Momento			My,c	=	6.28kNm/m
Profondità di fissaggio t				=	0.00m
Larghezza b'				=	5.08m
Inclin. della forza risultata tan(δ_s)=H/V				=	0.15
Parametri determinanti del suolo	γ sopra la base			=	0.00kN/m³
	γ sotto la base			=	18.00kN/m³
	Angolo dell' attrito φ			=	35.00°
	Coesione c			=	0.00kN/m²
Coeff. dell' appoggio N_c,N_d,N_b	=	46.12	33.30	45.23	
Coeff. dell' inclinazione i_c,i_d,i_b	=	0.72	0.73	0.62	
Coeff. della scarpata λ_c, λ_d, λ_b	=	1.00	1.00	1.00	
Larghezza del meccanismo del guasto				=	27.34m
Profondità del meccanismo del guasto				=	7.34m

Carico d' appoggio valore di progetto N_d = 985.4 kN
Resistenza dell' appoggio valore di progetto R_d = 4642.2 kN
N_d/R_d = 0.21 < 1.0: verifica compiuta.

Stabilità dei pendii, metodo delle strisce Caso carico accidentale (App. 1)

Azioni variabili orizzontali vanno considerati solo, se girano nel senso orario.
Azioni variabili verticali vanno considerati solo, se girano nel senso orario,
e sono fuori di R*sin(φ)

Centro = (-3.16, 5.81), raggio = 14.46
Punto a sinistra = (2.50, -7.50), punto a destra = (10.08, 0.00)

Geometria di lamelle:

No	x	Largh. b	dxM	Peso G	Carico P	Peso aqu. W	u	φ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	2.88	0.76	6.04	66.3	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	24.68
2	3.64	0.76	6.80	95.0	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	28.04
3	4.40	0.76	7.55	89.0	0.0	0.0	0.0	29.26	0.00	31.50
4	5.15	0.76	8.31	82.2	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	35.09
5	5.91	0.76	9.07	74.4	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	38.86
6	6.67	0.76	9.83	65.5	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	42.83
7	7.43	0.76	10.59	55.2	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	47.08
8	8.19	0.76	11.35	43.1	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	51.69
9	8.95	0.76	12.10	28.7	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	56.84
10	9.70	0.76	12.86	10.9	4.9	0.0	0.0	29.26	0.00	62.82

Contributo dei carichi verticali:

No.	S=G+P+W	E_d=S*sin θ	(S-u*b)*tan φ + c*b	cos θ + μ *tan φ *sin θ	R_d
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	66.3	27.70	37.16	1.135320	32.73
2	95.0	44.63	53.19	1.137804	46.75
3	89.0	46.52	49.88	1.136278	43.90
4	87.2	50.12	48.83	1.130302	43.20
5	79.4	49.80	44.46	1.119286	39.73
6	70.4	47.88	39.45	1.102416	35.79
7	60.1	44.00	33.66	1.078524	31.21
8	48.0	37.68	26.90	1.045834	25.72
9	33.6	28.15	18.84	1.001400	18.81
10	15.8	14.07	8.86	0.939633	9.43
		---			---
		390.56			327.26

Contributo chiodi:

chiodo non tensionato $F_A = F_{Esist}$:

$M_{resistente} = R * ((\mu * F_A * \sin\alpha * \tan\varphi) / (\cos\theta + \mu * \sin\theta * \tan\varphi) + F_A * \cos(\theta + \alpha))$

$M_{attivo} = 0$

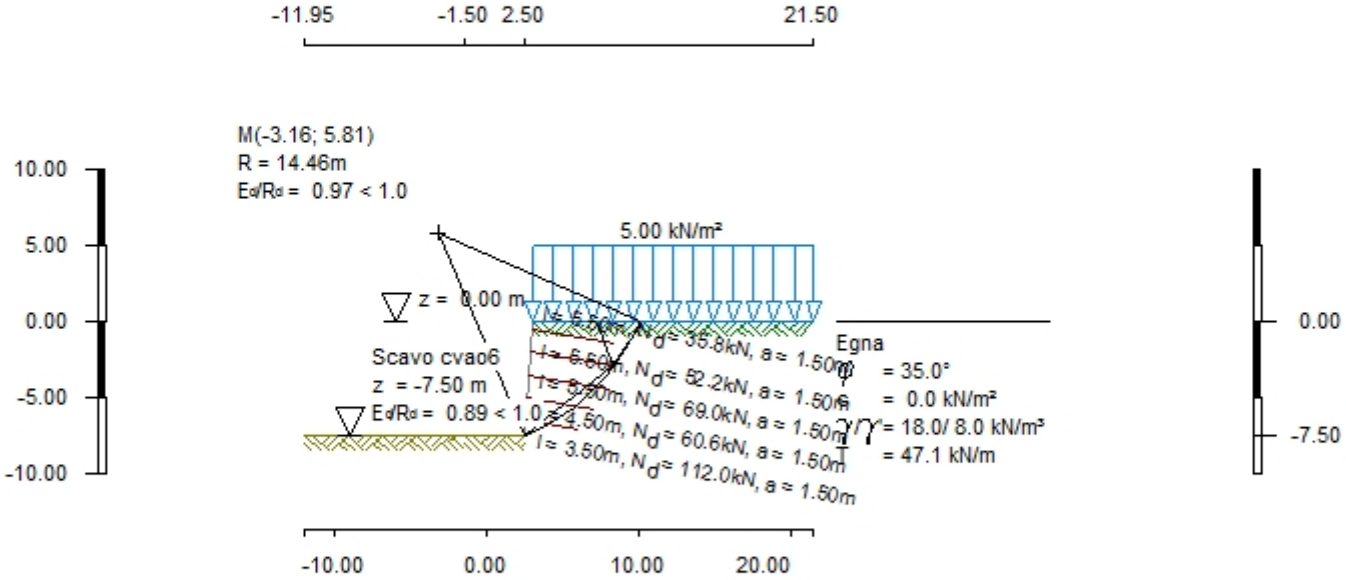
Chiodo	x_s [m]	z_s [m]	$F_{Esist,c}$ [kN/chiodo]	sotto tensione	$F_{Esist,d}$ [kN/chiodo]	$M_{resist,d}$ [kNm/m]	$M_{attivo,d}$ [kNm/m]	$F_{Esist,d} * \mu$ [kN/chiodo]
3	7.20	-4.28	47.0	si	33.6	210.3	0.0	32.6
4	5.79	-5.55	62.6	si	44.7	323.1	0.0	43.3
5	4.01	-6.75	96.1	si	68.6	563.8	0.0	66.5

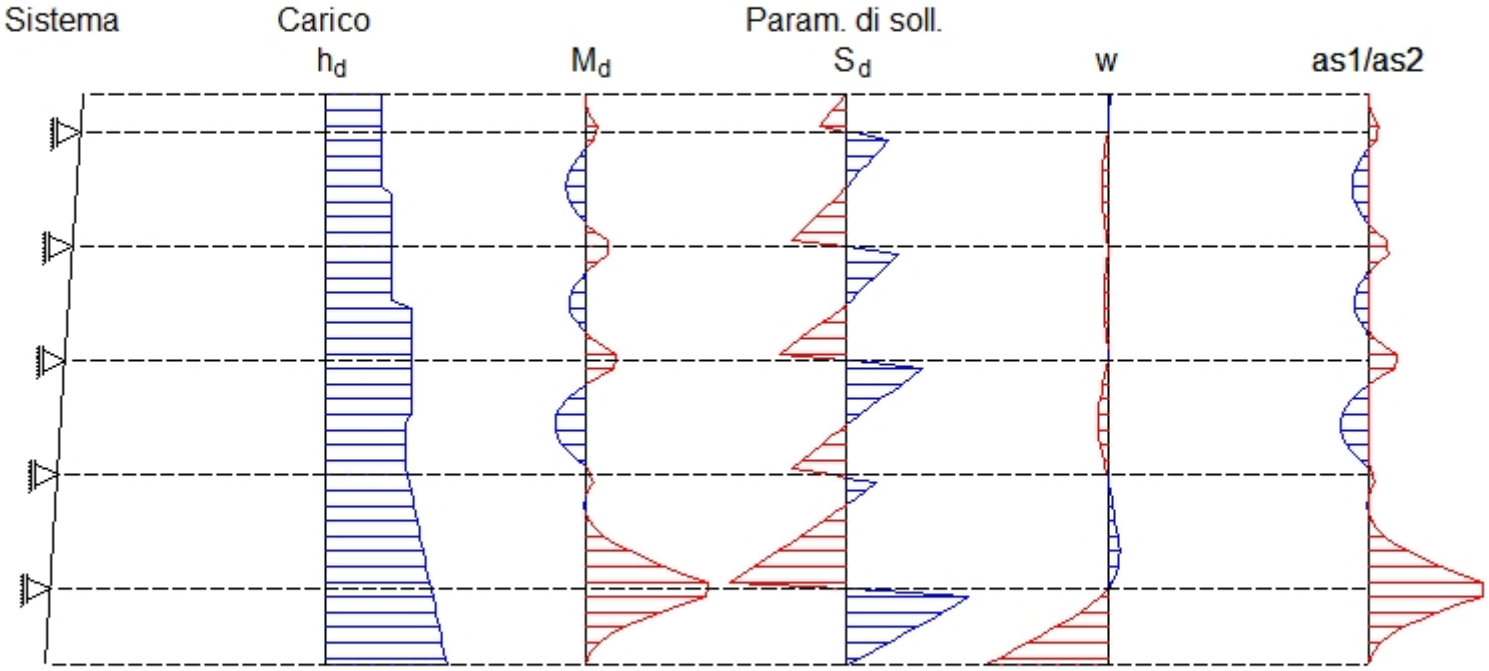
Sum $M_{resistente,d}$: 1097.2 kNm/m

Carico E_d= 390.6*14.5 = 5647.2 kNm/m

Resistenza R_d= 327.3*14.5+1097.2 = 5829.2 kNm/m

$\mu = E_d/R_d$ = 0.97 < 1.0: Verifica compiuta.


-11.95
-1.50
2.50
21.50
M(-3.16; 5.81)
R = 14.46m
Ed/Rd = 0.97 < 1.0
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
5.00 kN/m²
z = 0.00 m
Scavo cvao6
z = -7.50 m
Ed/Rd = 0.89 < 1.0
l = 3.50m, Nd = 112.0kN, a = 1.50m
Egna
φ = 35.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
T = 47.1 kN/m
0.00
-7.50
-10.00
0.00
10.00
20.00



Massimo	40.39 kN/m	3.95 kNm	34.19 kN	0.09 mm	0.85 cm²	3.54 cm²
Minimo	19.07 kN/m	-15.90 kNm	-32.51 kN	-0.94 mm	0.00 cm²	0.00 cm²

Panoramica di fattori di utilizzazione E_d / R_d di tutte le fasi

Fase	Sicurezza interna	capacità portante	rottura del pendio
1: scavo1	0.03	0.02	0.38
2: scavo2	0.09	0.05	0.39
3: scavo3	0.17	0.08	0.51
4: scavo4	0.41	0.13	0.88
5: scavo5	0.77	0.19	0.96
6: scavo6	0.89	0.21	0.97

Sommario

Tutte le verifiche sono sodisfatte.

Sintesi delle lunghezze e forze chiodi eff. necessarie:

Strato	z-quota [m]	Forza (Dim.)N_d [kN]	Lungh. [m]	Largh. Lungh. [m]	Min. Diametro. [mm]	Largh. piastra [mm]	Fatt. corr. F. taglio [%]
1	-0.50	39.2	5.50	5.50	10.7	200	100
2	-2.00	52.5	5.50	5.50	12.4	200	100
3	-3.50	136.1	5.50	5.50	20.0	200	100
4	-5.00	101.6	4.50	4.50	17.3	200	100
5	-6.50	112.0	3.50	3.50	18.1	200	100

*** Remark:

Per chiodo(i) no. 3,4 la forza massima si risulta dalla stabilità dei pendii (metodo delle strisce).
Meno effetto dei chiodi può risultare in meno forza risultante dei chiodi.
Si può essere verificato, variando il parametro 'Fattore limite spinta' del chiodo.

Termini nella versione stampa 'Verifiche di stabilità':
Tutte le forze sono riferite a kN per m parete perpend. al foglio.

θ_1	Inclinazione della linea di scorrimento piana
θ_2	Inclinazione della linea di scorrimento con pend. elev.
θ_{12}	Inclinazione della linea di scorrimento intermedia (parete sost.) (=90°+ ρ)
L_{chiodo}	Lunghezza chiodo
W	Carico complessivo agente sul prisma principale di scorrimento (peso proprio, carichi, press. idraul.)
Q_1	Forza sulla superficie di scorrimento piana
Q_{12}	Forza di spinta attiva del terreno sulla superficie intermedia di scorrimento
Z_{Nec}	Forza risultante dei chiodi sul prisma principale necessaria (tensione=positiva) per soddisfare l'equilibrio delle forze H/V
Z_{Esist}	Max. forze chiodi attivabili (= somma delle forze di estrazione possibili relative ai tronchi di chiodo posti deitro la linea di scorrimento)
E_d/R_d	Fattore di utilizzazione per forze chiodi Z_{Nec} e Z_{Esist} o secondo Fellenius

Denominazioni nel tabulato 'Specifiche chiodi':

a	Interasse orizzontale dei chiodi
f_{yk}	Resistenza nominale acciaio chiodi
γ_M	Acciaio: Resistenza scorrimento
F_{Sty}	Max. forza di estrazione possibile per chiodo derivante dal calc. di stabilità di tutti meccanismi di rottura calcolati.
F_{Nec}	Forza chiodo richiesta per coprire Z_{Nec} del meccanismo determinante nel presente stato di avanzamento. Totale (F_{Nec})= Z_{Nec}
F_{Dim}	Forza max. per chiodo dal calcolo dei Param. di Soll. d. parete
Dm_{Nec}	Diametro min. chiodi d´acciaio per la $As=MAX(F_{Nec},F_{Dim})*\gamma_S/f_{yk}$