

ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA
 E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
 MAXILOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE		IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE
		IL PROGETTISTA
GRUPPO DI PROGETTAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO		IL GEOLOGO
ATI: TECHNITAL s.p.a. (mandataria) EGIS STRUCTURES & ENVIRONNEMENT S.A. SICS s.r.l. Società Italiana Consulenza Strade S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l. SOIL Geologia Geotecnica Opere in sotterraneo Difesa del territorio		IL RESPONSABILE DELLA CONGRUENZA FUNZIONALE CON IL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO (ATI: TECHNITAL-EGIS-SOIL-SIS-SICS)
INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	<i>Dott. Ing. M. Raccosta</i>	
IL GEOLOGO	<i>Dott. Geol. F. Ferrari</i>	
VISTO:IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO:IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE	LA DIREZIONE LAVORI
<i>Dott. Ing. Vincenzo Lomma</i>		

SUBLOTTO 2.1: S.S. 77 "VAL DI CHIEN TI" TRONCO PONTELATRAVE – FOLIGNO
 TRATTI FOLIGNO-VALMENOTRE E GALLERIA MUCCIA-PONTELATRAVE (inclusa galleria)
 RIPRISTINO VIABILITA' SECONDARIA- STRADA 30
 STATO DI PROGETTO
 RELAZIONE GEOTECNICA

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050011 ex F12C03000050010 (comunicazione CIPE 20/04/2015)				REVISIONE	FOGLIO	SCALA				
CODICE ELAB. e FILE	Opera	Lotto	Stato Settore	WBS	Disciplina	Tipo Doc.	N. Progress.			
	L0703	A2	E P	CA40200	GET	REL	003	A	--	--
D										
C										
B										
A	EMISSIONE				28/07/15	ARCELLI	PELLEGRINI	RASIMELLI		
REV.	DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	APPROVATO RESP. TECNICO ANAS	

INDICE

0	Premessa.....	2
1	Inquadramento e definizione dei terreni	2
2	Verifica di stabilità.....	4
3	Verifica e dimensionamento protezioni corticali.....	7
4	Risultati Verifiche di stabilità.....	11
5	Risultati Verifica e dimensionamento protezioni corticali	25
6	Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)	29

0 Premessa

La presente Relazione Geotecnica si pone l'obiettivo di descrivere e dimensionare le opere di rinforzo corticale e di valutare la stabilità dei pendii relativi al piano di recupero della strada di cantiere n° 30, di accesso alle aree di imbocco delle gallerie naturali Varano (imbocco Est) e Serravalle (imbocco Ovest) e all'impianto di betonaggio Beton 4, situata nel Comune di Serravalle di Chienti. La pista n° 30 verrà modificata rispetto allo stato attuale (di cantiere), prevedendo il collegamento della via Chienti con strada inter poderale pre-esistente alle pendici del Monte Barbontile. Partendo dalla via Chienti, il primo tratto della strada di progetto (dalla progressiva 0.000 - sez. 1 - alla progressiva 252.490 - sez. 26 -) sfrutterà la pista esistente, che verrà ristretta ad un'unica carreggiata di larghezza pari a 2,50 m; per la restante parte di sede stradale, al piede del Monte Borbontile, è previsto un rinterro con superiore banca. Il secondo tratto (dalla progressiva 252.490 - sez. 26 - alla progressiva 340.230 - sez. 35 -), invece, verrà realizzato ex novo per permettere il collegamento con il tratturo pre-esistente.

1 Inquadramento e definizione dei terreni

La pista n° 30 ed il suo prolungamento sino al collegamento con la stradina comunale corrono lungo un tratto del piede nord-ovest del Monte Barbontile, l'assetto geologico del sito (Figura 1) è caratterizzato dalla presenza della formazione della Maiolica, costituita da calcari stratificati con strati di spessore variabile tra i 10 e i 35 cm, ed in una piccola porzione da depositi di versante (MUSa) caratterizzati da elevata energia di trasporto e quindi prevalentemente granulari.

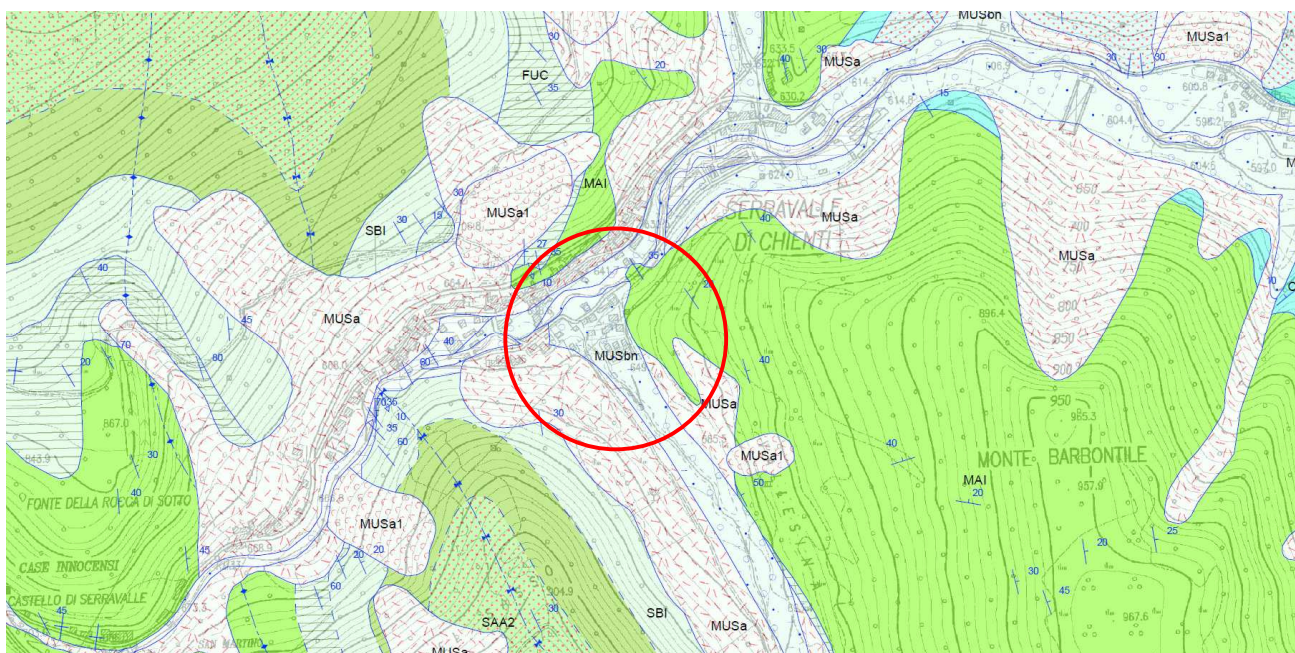


Figura 1 – Stralcio della Carta geologica regionale 1:10000 dell'area - stralcio Sezione 312120

Dall'elaborato del progetto esecutivo LO703.A2.E.P.CA402.00.CAN.REL.001.A si è potuto estrapolare i parametri geomeccanici del terreno (calcari stratificati) così come sotto riportati:

Strato	Peso unità di volume (kg/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kg/cm ²)	Descrizione
1	2450	0,198	0,662	-0,0007	250	Calcari stratificati

Inoltre, il rilevato sarà costituito da materiale granulare di buona qualità (CNR UNI 10006 A1-a; A1-b; A2-4; A2-5) proveniente dai lavori del vicino sublotto 1.2 o da cava di prestito corrispondente alle specifiche del CSA.

2 Verifica di stabilità

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.10.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
Φ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$

ΔE variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i]}{\sum [W_i \tan \alpha_i]}$$

dove il termine N_i è espresso da

$$N_i = [W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F] / m$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Janbu semplificato contiene al secondo membro il termine m che è funzione di F . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.

Criterio di rottura di HOEK-BROWN

Di seguito troveremo le relazioni esistenti tra **GSI**, m_b , s , D , σ_{ci} ed a . Tali relazioni vengono legate ai parametri del criterio di rottura di Mohor-Coulomb tramite le seguenti espressioni:

σ_{ci}	resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
m_i	Coefficiente materiale roccia intatta;
GSI	Qualità ammasso roccioso;
D	Fattore di disturbo ammasso roccioso
γ	Peso dell'unità di volume della roccia

$$m_b = m_i \exp[(GSI-100)/(28-14 D)]$$

$$s = \exp[(GSI-100)/(9-3 D)]$$

$$a = 1/2 + 1/6[\exp(-GSI/15) - \exp(-20/3)]$$

Critero di Hoek-Brown lineare

Riportiamo di seguito le espressioni di angolo di attrito e coesione media dell'ammasso roccioso

$$\phi = \arcsin \left[\frac{6 a m_b (s + m_b \sigma_{3n})^{a-1}}{2 (1+a) (2+a) + 6 a m_b (s + m_b \sigma_{3n})} \right]$$

$$c = \left[\frac{\sigma_{ci} [(1+2a)s + (1-a) m_b \sigma_{3n}] (s + m_b \sigma_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \left[\frac{6 a m_b (s + m_b \sigma_{3n})}{(1+a)(2+a)} \right]}} \right]$$

$$\sigma_{3n} = \sigma_{3max} / \sigma_{ci}$$

$$\sigma_{3max} = \sigma_{cm} 0.72 \left[\frac{\sigma_{cm}}{\gamma H} \right]^{-0.91}$$

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \left[\frac{m_b + 4 s - a (m_b - 8 s) (m_b / 4 + s)^{a-1}}{2 (1+a) (2+a)} \right]$$

γ : Peso dell'unità di volume della roccia

H : altezza media del pendio.

3 Verifica e dimensionamento protezioni corticali

Il rafforzamento corticale è composto da barre di ancoraggio e rete in acciaio per evitare la caduta massi. L'obiettivo di questo sistema è guidare blocchi instabili sul fondo del declivio e ridurre così l'energia e la velocità dei blocchi stessi.

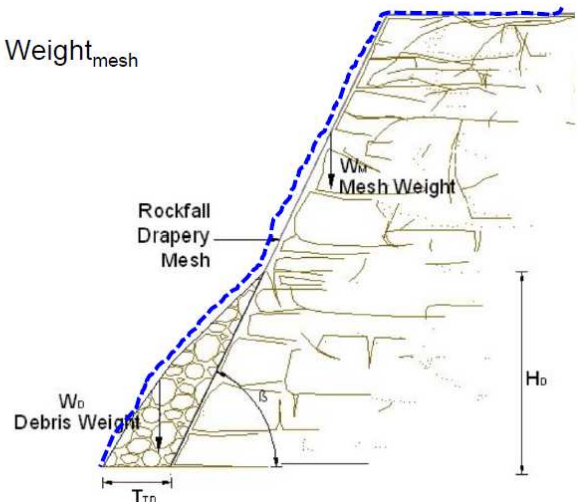
Il rafforzamento corticale è un sistema passivo in grado di contenere i detriti nella parte inferiore del pendio. Deve essere progettato tenendo conto di tutti i carichi in grado di trasmettere una sollecitazione sulla maglia per metro lineare:

1. peso della rete prescelta
2. peso dei detriti accumulati in corrispondenza del fondo della rete
3. pesi esterni come la neve o l'accumulo di ghiaccio

Questi tre carichi possono essere descritti dalle seguenti formule.

$$\text{Mesh}_{\text{tensile resistance}} \geq \text{Load}_{\text{debris}} + \text{Load}_{\text{snow}} + \text{Weight}_{\text{mesh}}$$

Security factors: reduction of resistance forces, increase of destabilizing forces.



Carico totale dovuto alla rete:

$$W_m = \gamma_m \cdot H_s / \text{sen}\beta \cdot (\text{sen}\beta - \text{cos}\beta \tan\delta) \cdot g$$

dove:

γ_m = peso specifico della rete metallica

H_s = altezza totale del pendio

β = inclinazione del pendio

δ = angolo di attrito rete-terreno

g = accelerazione di gravità

Sollecitazione totale trasmessa dai detriti alla rete:

$$W_d = 1/2 \cdot \gamma_d \cdot H_d^2 \cdot (1/\tan B_d - 1/\tan \beta) \cdot (\sin \beta - \cos \beta \tan \varphi_d) \cdot g$$

dove:

γ_d = peso specifico dei detriti

H_d = altezza dell'accumulo dei detriti

φ_d = angolo di attrito interno dei detriti

$B_d = \arctan[H_d/(T_d + H_d/\tan \beta)]$ = valore dell'inclinazione esterna dei detriti

T_d = larghezza dell'accumulo dei detriti

Sollecitazione totale trasmessa dai carichi esterni (neve):

$$W_s = \gamma_s \cdot t_s \cdot H_s / \sin \beta \cdot (\sin \beta - \cos \beta \tan \varphi_s) \cdot g$$

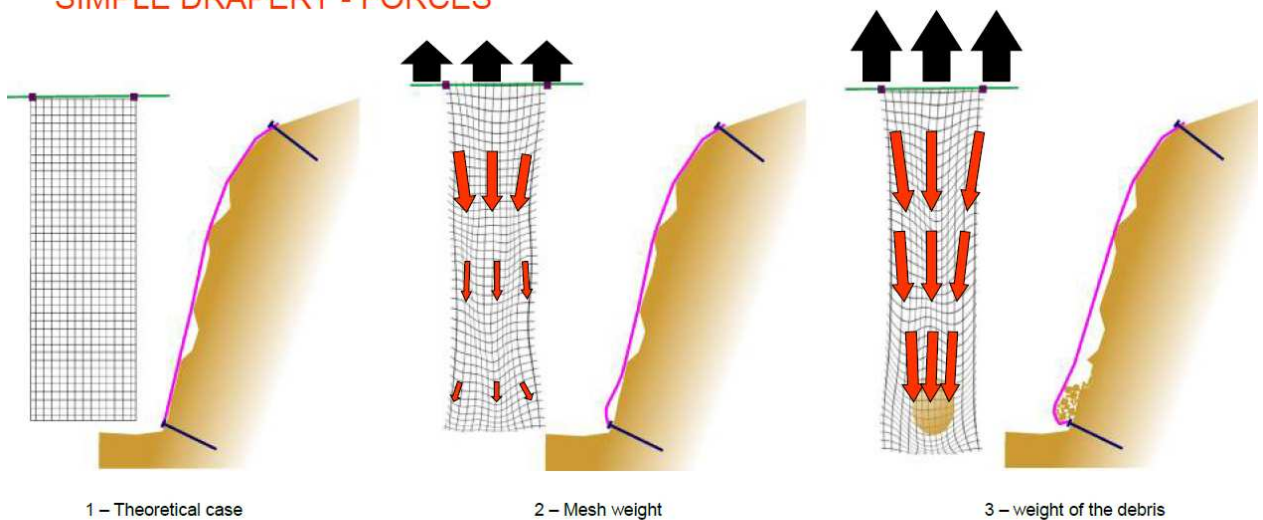
dove:

γ_s = peso specifico della neve

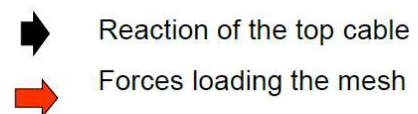
t_s = spessore della neve

φ_s = angolo di attrito neve-terreno

SIMPLE DRAPERY - FORCES



Under load (weight, debris, snow)
The top horizontal rope is uniformly loaded
The wire mesh is uniformly tensioned

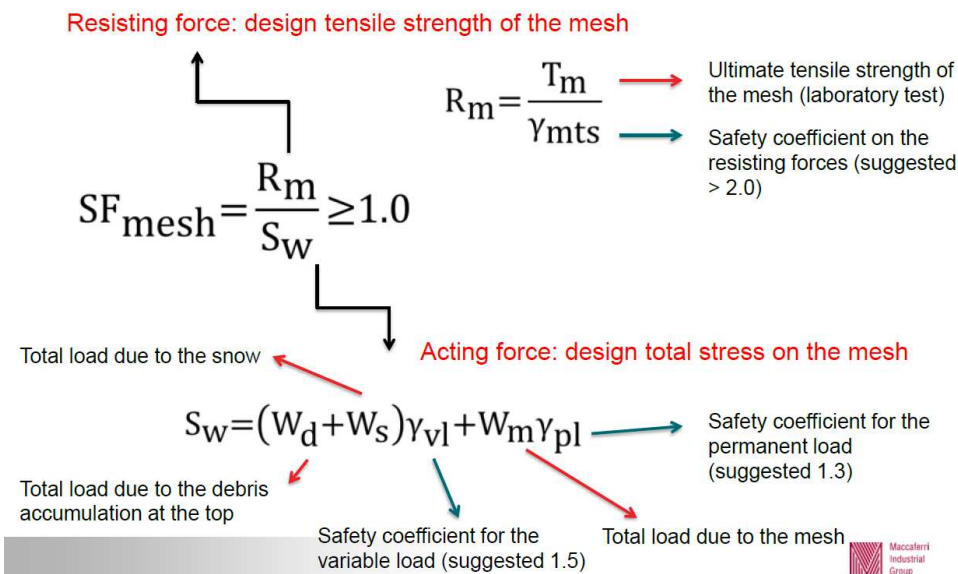


Il calcolo viene fatto usando il metodo Stato Limite Ultimo (SLU). Questo metodo fornisce margine di sicurezza, contro il raggiungimento dello stato limite di collasso introducendo alcuni fattori di sicurezza:

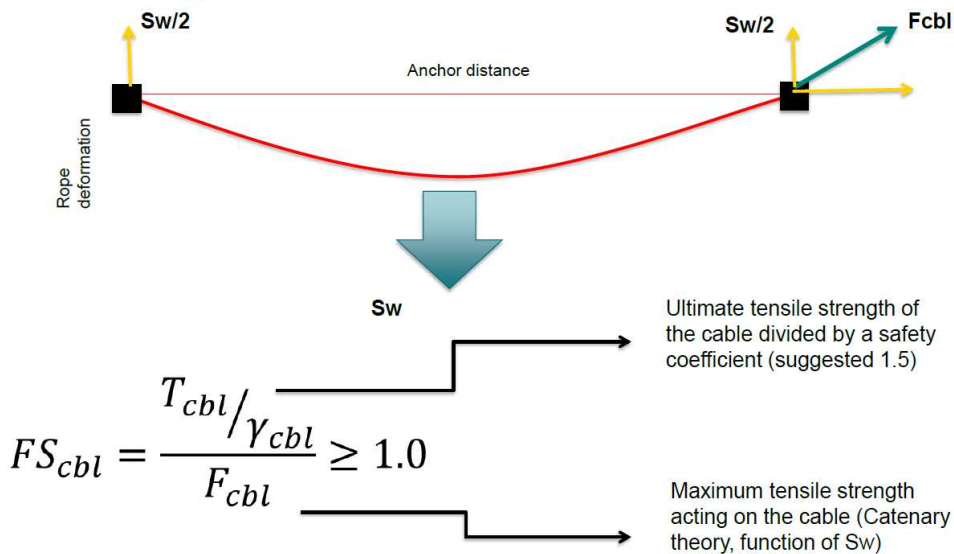
- Fattori parziali: le forze resistenti sono diminuite ricavando così la resistenza di progetto (Rd);
- Fattori di carico: i carichi permanenti e variabili sono aumentati per ricavare il carico teorico agente sul sistema (Ed).

Le equazioni alla base del metodo di calcolo sono descritte di seguito:

Mesh Design



Cable Design



Anchors design (1):

1. anchor diameter

$$FS_{anchor(j)} = \frac{S_{bar(j)}}{N_{(j)}} \geq 1.0$$

Working shear resistance of the anchor (j)

Force acting on the anchor (j), developed by the mesh and the cable (catenary solution)

Anchors design (2):

2. anchor length

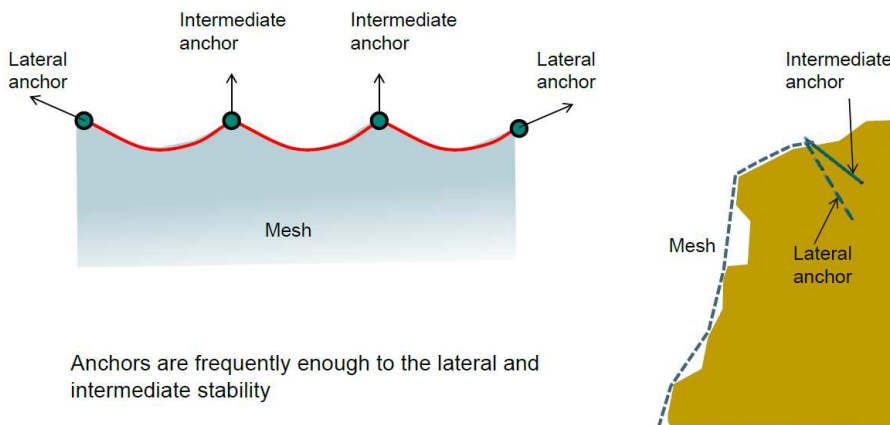
$$L_{anchor(j)} = L_{s(j)} + L_p$$

Minimum foundation length : calculated with Bustamante-Doix ($L_s = P / (\pi \phi_{drill} \tau_{lim} / \gamma_{gt})$)

Length of hole with plasticity phenomena in firm part of the rock mass (generally 30-50 cm)

NOTE: the final suitable length of the anchor has to be evaluated during the drilling in order to verify the exact nature of the soil and confirmed with pull-out tests.

Superior structural system geometry



Anchors are frequently enough to the lateral and intermediate stability

Lateral steel cables are often required for high slope without significant friction

4 Risultati Verifiche di stabilità

Pista 30 - Sez. 11

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ^q
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ^q

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
2	Terreno di riporto	1800	2000	35,00	0,00

Descrizione rocce

Simbologia adottata

Nr.	Indice roccia
Descrizione	Descrizione
GSI	Qualità ammasso roccioso (Geological Strength Index)
m_i	Coefficiente materiale roccia intatta
σ_{ci}	Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta espressa in kg/cm ^q
D	Fattore di disturbo ammasso roccioso

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	GSI	m_i	σ_{ci} [kg/cm ^q]	D
1	Calcarei stratificati	2450	2450	44,00	17,00	250,00	0,50

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	17,72
2	1,99	18,12
3	2,05	18,15
4	2,12	18,18
5	2,19	18,21
6	2,26	18,24
7	2,33	18,28
8	2,44	18,33
9	2,55	18,38
10	2,67	18,43
11	2,79	18,49
12	2,93	18,55
13	3,06	18,61
14	3,21	18,68
15	3,22	18,69
16	3,26	18,72
17	4,50	19,58
18	4,65	19,68
19	5,50	20,32
20	6,07	20,74
21	7,88	22,12
22	11,47	25,53
23	12,53	26,54
24	12,73	26,43
25	13,70	25,89

n°	X	Y
	[m]	[m]
26	13,75	25,84
27	16,25	25,78
28	16,44	25,49
29	16,64	25,49
30	16,83	25,76
31	21,21	28,29
32	25,47	28,29
33	28,94	33,39
34	30,76	34,94

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Calcari stratificati)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	16,83	25,76
2	16,64	25,49
3	16,44	25,49
4	16,25	25,78
5	13,75	25,84
6	13,70	25,89
7	12,73	26,43
8	12,53	26,54
9	11,47	25,53
10	7,88	22,12
11	6,07	20,74
12	5,50	20,32
13	4,65	19,68
14	4,50	19,58
15	3,26	18,72
16	3,22	18,69
17	3,21	18,68
18	3,06	18,61
19	2,93	18,55
20	2,79	18,49
21	2,67	18,43
22	2,55	18,38
23	2,44	18,33
24	2,33	18,28
25	2,26	18,24
26	2,19	18,21
27	2,12	18,18
28	2,05	18,15
29	1,99	18,12
30	0,00	17,72
31	0,00	0,00
32	30,76	0,00
33	30,76	34,94
34	28,94	33,39
35	25,47	28,29
36	23,65	25,49

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (Terreno di riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	25,47	28,29
2	21,21	28,29
3	16,83	25,76
4	23,65	25,49

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Carichi distribuiti

X_i, X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]

Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
		[m]	[m]	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	Traffico	13,75	16,25	2000	2000	0	0

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine 43.075759
 Longitudine 12.957292
 Comune Serravalle Di Chienti
 Provincia Macerata
 Regione Marche

Punti di interpolazione del reticolo 23191 - 23413 - 23414 - 23192

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
 Vita di riferimento 50 anni
 Accelerazione al suolo $a_g =$ 2.266 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s) 1.18
 Coefficiente di amplificazione topografica (S_t) 1.20
 Coefficiente riduzione (β_s) 0.28
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 9.15$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 4.57$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{ofav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{ofav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.25	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.60	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 0,00$	$Y_0 = 25,00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1,00$	$dY = 1,00$
Numero passi		$Nx = 80$	$Ny = 60$
Raggio	[m]	$R = 10,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1,00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 30

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **simiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Criterio di rottura adottato: **Hoek-Brown lineare**

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a

1,00 m

- freccia inferiore a

0,50 m

- volume inferiore a

2,00 mc

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	12342
Coefficiente di sicurezza minimo	1.145
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	12342	1.145	1	26.948	12342

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	17,00	36,00	10,00	17,25	23,37	4,86	1.145 (J)	[A2M2]	H+V
2	C	17,00	36,00	10,00	17,25	23,37	4,86	1.169 (J)	[A2M2]	H-V
3	C	17,00	37,00	11,00	17,25	23,72	5,38	1.206 (J)	[A2M2]	H+V
4	C	17,00	37,00	11,00	17,25	23,72	5,38	1.232 (J)	[A2M2]	H-V
5	C	17,00	38,00	12,00	17,25	24,05	5,88	1.263 (J)	[A2M2]	H+V
6	C	17,00	38,00	12,00	17,25	24,05	5,88	1.291 (J)	[A2M2]	H-V
7	C	17,00	39,00	13,00	17,25	24,37	6,36	1.316 (J)	[A2M2]	H+V
8	C	18,00	36,00	10,00	17,29	24,37	7,14	1.343 (J)	[A2M2]	H+V
9	C	17,00	39,00	13,00	17,25	24,37	6,36	1.347 (J)	[A2M2]	H-V
10	C	17,00	40,00	14,00	17,25	24,67	6,81	1.367 (J)	[A2M2]	H+V

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

- Le ascisse X sono considerate positive verso destra
- Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
- Le strisce sono numerate da valle verso monte
- N° numero d'ordine della striscia
- X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m
- Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
- Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
- X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m
- Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m
- α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
- φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
- L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
- W peso della striscia espresso in kg
- Q carico applicato sulla striscia espresso in kg
- N sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
- T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
- U pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
- E_v, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
- X_v, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
- ID Indice della superficie interessata dall'intervento
- m_b parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
- s parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
- a parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
- σ_{ci} resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta kg/cmq
- σ_{cm} parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown kg/cmq
- H altezza media pendio m
- σ_{3max} parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown kg/cmq

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 17,00	Y[m]= 36,00
Raggio del cerchio	R[m]= 10,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 17,25	Y _v [m]= 26,00
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 23,37	Y _m [m]= 28,29
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.145	

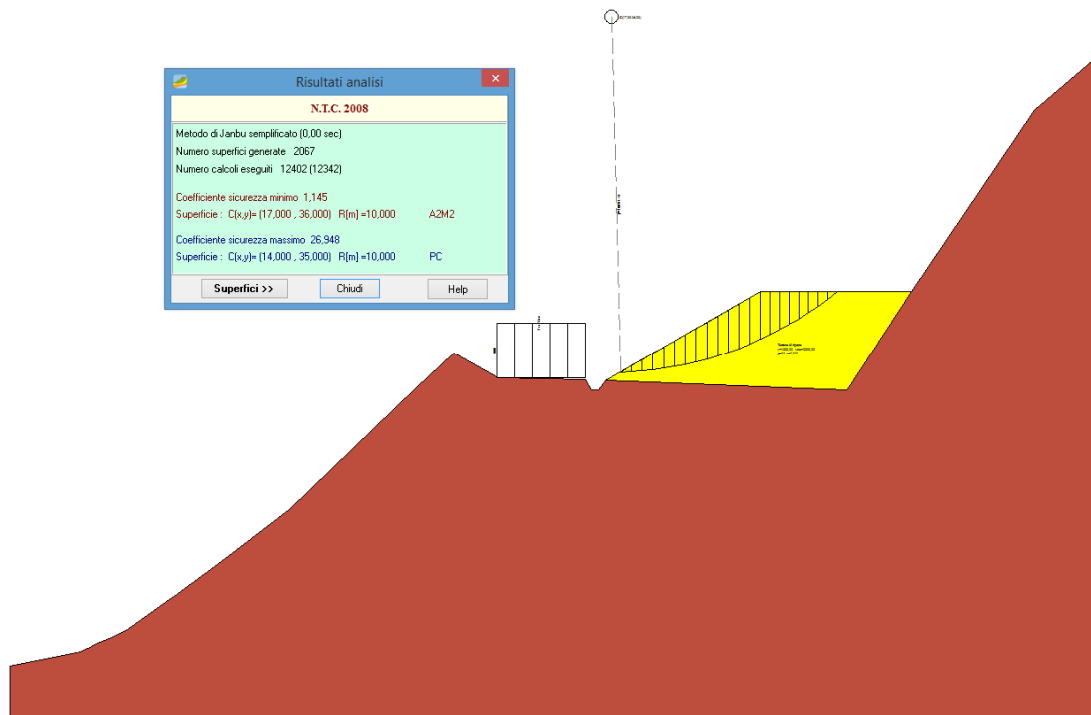
Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	17,25	26,00	26,00	17,56	26,18	26,02	17,45	26,07	0,30	2,31	29,26	0,00
2	17,56	26,18	26,02	17,86	26,35	26,04	17,72	26,15	0,31	4,06	29,26	0,00
3	17,86	26,35	26,04	18,16	26,53	26,07	18,02	26,25	0,31	5,81	29,26	0,00
4	18,16	26,53	26,07	18,47	26,71	26,11	18,32	26,36	0,31	7,57	29,26	0,00
5	18,47	26,71	26,11	18,77	26,88	26,16	18,63	26,47	0,31	9,33	29,26	0,00
6	18,77	26,88	26,16	19,08	27,06	26,22	18,93	26,58	0,31	11,11	29,26	0,00
7	19,08	27,06	26,22	19,38	27,23	26,29	19,23	26,70	0,31	12,89	29,26	0,00
8	19,38	27,23	26,29	19,69	27,41	26,37	19,54	26,83	0,31	14,69	29,26	0,00
9	19,69	27,41	26,37	19,99	27,59	26,46	19,84	26,96	0,32	16,50	29,26	0,00
10	19,99	27,59	26,46	20,30	27,76	26,56	20,15	27,09	0,32	18,33	29,26	0,00
11	20,30	27,76	26,56	20,60	27,94	26,67	20,45	27,23	0,32	20,18	29,26	0,00
12	20,60	27,94	26,67	20,91	28,11	26,79	20,75	27,38	0,33	22,05	29,26	0,00
13	20,91	28,11	26,79	21,21	28,29	26,93	21,06	27,53	0,33	23,94	29,26	0,00

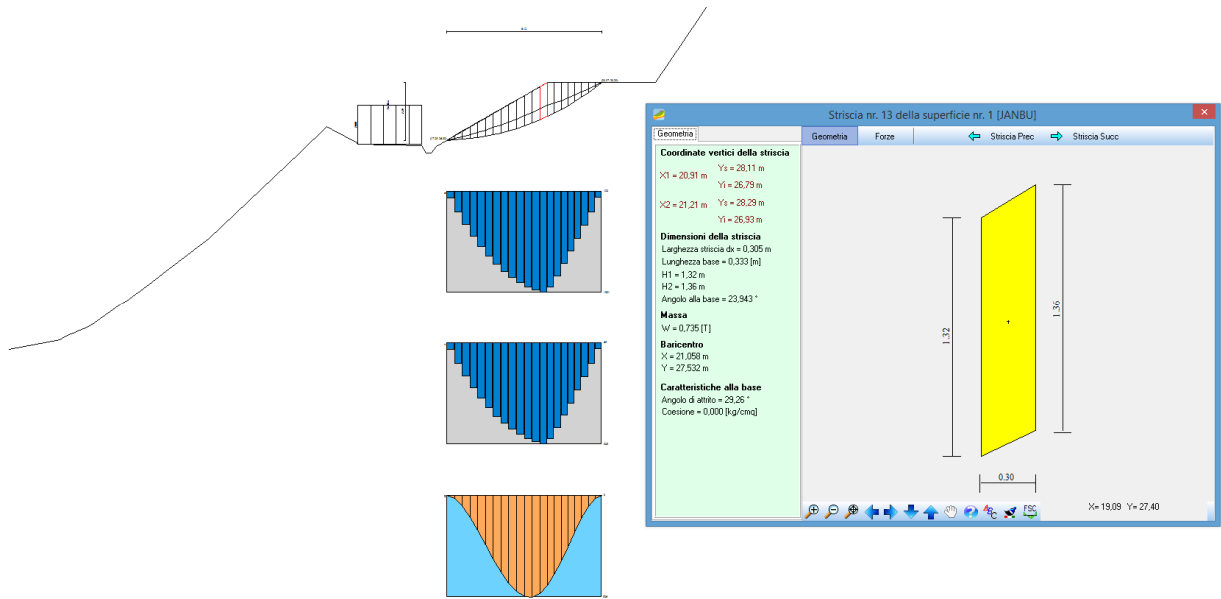
N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _q [m]	Y _q [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
14	21,21	28,29	26,93	21,48	28,29	27,06	21,34	27,64	0,30	25,76	29,26	0,00
15	21,48	28,29	27,06	21,75	28,29	27,20	21,61	27,71	0,30	27,49	29,26	0,00
16	21,75	28,29	27,20	22,02	28,29	27,35	21,88	27,78	0,31	29,24	29,26	0,00
17	22,02	28,29	27,35	22,29	28,29	27,51	22,15	27,86	0,31	31,03	29,26	0,00
18	22,29	28,29	27,51	22,56	28,29	27,69	22,42	27,94	0,32	32,85	29,26	0,00
19	22,56	28,29	27,69	22,83	28,29	27,87	22,69	28,03	0,33	34,71	29,26	0,00
20	22,83	28,29	27,87	23,10	28,29	28,07	22,95	28,13	0,34	36,62	29,26	0,00
21	23,10	28,29	28,07	23,37	28,29	28,29	23,19	28,22	0,35	38,57	29,26	0,00

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

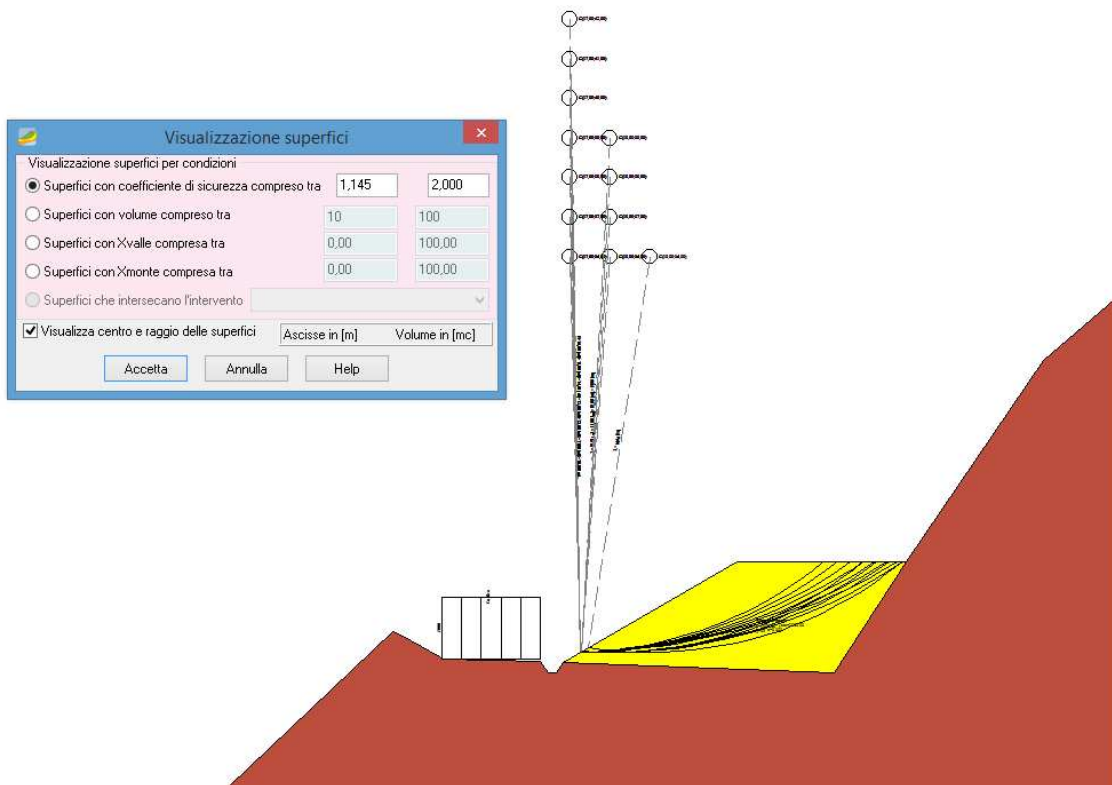
N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	45	0	42	21	0	0	15	0	0	
2	132	0	122	60	0	15	54	0	0	
3	214	0	196	96	0	54	109	0	0	
4	291	0	263	129	0	109	176	0	0	
5	362	0	324	159	0	176	246	0	0	
6	429	0	380	186	0	246	316	0	0	
7	490	0	431	211	0	316	381	0	0	
8	545	0	477	233	0	381	436	0	0	
9	595	0	517	253	0	436	477	0	0	
10	639	0	553	270	0	477	501	0	0	
11	677	0	584	285	0	501	506	0	0	
12	709	0	609	298	0	506	489	0	0	
13	735	0	630	308	0	489	447	0	0	
14	629	0	539	264	0	447	393	0	0	
15	563	0	483	236	0	393	328	0	0	
16	493	0	423	207	0	328	257	0	0	
17	417	0	358	175	0	257	184	0	0	
18	335	0	289	141	0	184	116	0	0	
19	247	0	214	105	0	116	57	0	0	
20	153	0	134	65	0	57	16	0	0	
21	52	0	46	22	0	16	0	0	0	



Analisi della superficie 1



Superficie 1 - dettagli strisce



Visualizzazione superfici con coefficiente di sicurezza compreso tra 1,145 a 2,000

Pista 30 - Sez. 31

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ^q
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ^q

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
2	Terreno di riporto	1800	2000	35,00	0,000

Descrizione rocce

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice roccia
<i>Descrizione</i>	Descrizione
<i>GSI</i>	Qualità ammasso roccioso (Geological Strength Index)
m_i	Coefficiente materiale roccia intatta
σ_{ci}	Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta espressa in kg/cm ^q
<i>D</i>	Fattore di disturbo ammasso roccioso

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	<i>GSI</i>	m_i	σ_{ci} [kg/cm ^q]	<i>D</i>
1	Calcarei stratificati	2450	2450	44,00	17,00	250,00	0,50

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
<i>X</i>	Ascissa del punto del profilo espressa in m
<i>Y</i>	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,98
2	0,42	11,24
3	0,91	11,54
4	1,31	11,78
5	2,55	12,54
6	3,71	13,24
7	4,19	13,54
8	4,51	13,65
9	5,68	14,08
10	6,56	14,39
11	7,09	14,58
12	7,44	14,71
13	7,70	14,80
14	9,24	15,38
15	13,75	17,98
16	16,25	17,92
17	21,44	19,95
18	22,65	19,97
19	22,74	19,98
20	23,95	20,00
21	24,03	20,00
22	24,14	19,86
23	24,25	19,73
24	24,43	19,74
25	24,67	20,11
26	26,91	23,75
27	28,12	24,54
28	30,89	25,93

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Calcari stratificati)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	9,24	15,38
2	7,70	14,80
3	7,44	14,71
4	7,09	14,58
5	6,56	14,39
6	5,68	14,08
7	4,51	13,65
8	4,19	13,54
9	3,71	13,24
10	2,55	12,54
11	1,31	11,78
12	0,91	11,54
13	0,42	11,24
14	0,00	10,98
15	0,00	0,00
16	30,89	0,00
17	30,89	25,93
18	28,12	24,54
19	26,91	23,75
20	24,67	20,11
21	24,43	19,74
22	24,25	19,73
23	24,14	19,86
24	24,03	20,00
25	23,95	20,00
26	22,74	19,98
27	21,51	18,92
28	18,87	13,73
29	10,07	13,79
30	9,67	13,97

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Terreno di riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	22,74	19,98
2	22,65	19,97
3	21,44	19,95
4	16,25	17,92
5	13,75	17,98
6	9,24	15,38
7	9,67	13,97
8	10,07	13,79
9	18,87	13,73
10	21,51	18,92

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Carichi distribuiti

X_i , X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]

VX_i , VX_f , VY_i , VY_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _r [m]	Vy _i [kg/m]	Vy _r [kg/m]	Vx _i [kg/m]	Vx _r [kg/m]
1	Carico 1	13,75	16,25	2000	2000	0	0
2	Carico 2	21,44	23,94	2000	2000	0	0

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	43.075759
Longitudine	12.957292
Comune	Serravalle Di Chienti
Provincia	Macerata
Regione	Marche
Punti di interpolazione del reticolo	23191 - 23413 - 23414 - 23192

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni
Accelerazione al suolo a _g =	2.266 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S _s)	1.18
Coefficiente di amplificazione topografica (S _t)	1.20
Coefficiente riduzione (β _s)	0.28
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	k _h =(a _g /g*β _s *S _t *S) = 9.15
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	k _v =0.50 * k _h = 4.57

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ _{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ _{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ _{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ _{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	γ _{tanφ'}	1.25	1.25
Coesione efficace	γ _c	1.25	1.25
Resistenza non drenata	γ _{cu}	1.40	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ _{qu}	1.60	1.60
Peso dell'unità di volume	γ _t	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 0,00$	$Y_0 = 20,00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1,00$	$dY = 1,00$
Numero passi		$N_x = 80$	$N_y = 60$
Raggio	[m]	$R = 10,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1,00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 30

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Criterio di rottura adottato: **Hoek-Brown lineare**

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a

1,00 m

- freccia inferiore a

0,50 m

- volume inferiore a

2,00 mc

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate

7804

Coefficiente di sicurezza minimo

1.209

Superficie con coefficiente di sicurezza minimo

1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	7804	1.209	1	20.869	7804

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	10,00	28,00	12,00	10,32	16,87	4,78	1.209 (J)	[A2M2]	H-V
2	C	4,00	47,00	32,00	9,37	20,50	7,21	1.262 (J)	[A2M2]	H-V
3	C	4,00	50,00	35,00	9,27	21,96	9,83	1.264 (J)	[A2M2]	H-V
4	C	4,00	51,00	36,00	9,25	22,24	10,71	1.265 (J)	[A2M2]	H-V

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
5	C	4,00	49,00	34,00	9,30	21,67	8,95	1.268 (J)	[A2M2]	H-V
6	C	4,00	48,00	33,00	9,33	21,29	8,06	1.274 (J)	[A2M2]	H-V
7	C	3,00	54,00	39,00	9,54	22,03	8,74	1.276 (J)	[A2M2]	H-V
8	C	10,00	29,00	13,00	10,32	17,58	5,26	1.278 (J)	[A2M2]	H-V
9	C	3,00	53,00	38,00	9,58	21,76	7,92	1.279 (J)	[A2M2]	H-V
10	C	4,00	52,00	37,00	9,21	22,52	11,57	1.280 (J)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sfuerzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sfuerzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _v , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _v , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento
m _b	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
s	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
a	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
σ _{ci}	resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta kg/cmq
σ _{cm}	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown kg/cmq
H	altezza media pendio m
σ _{3max}	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown kg/cmq

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 10,00	Y[m]= 28,00
Raggio del cerchio	R[m]= 12,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 10,32	Y _v [m]= 16,00
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 16,87	Y _m [m]= 18,16
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.209	

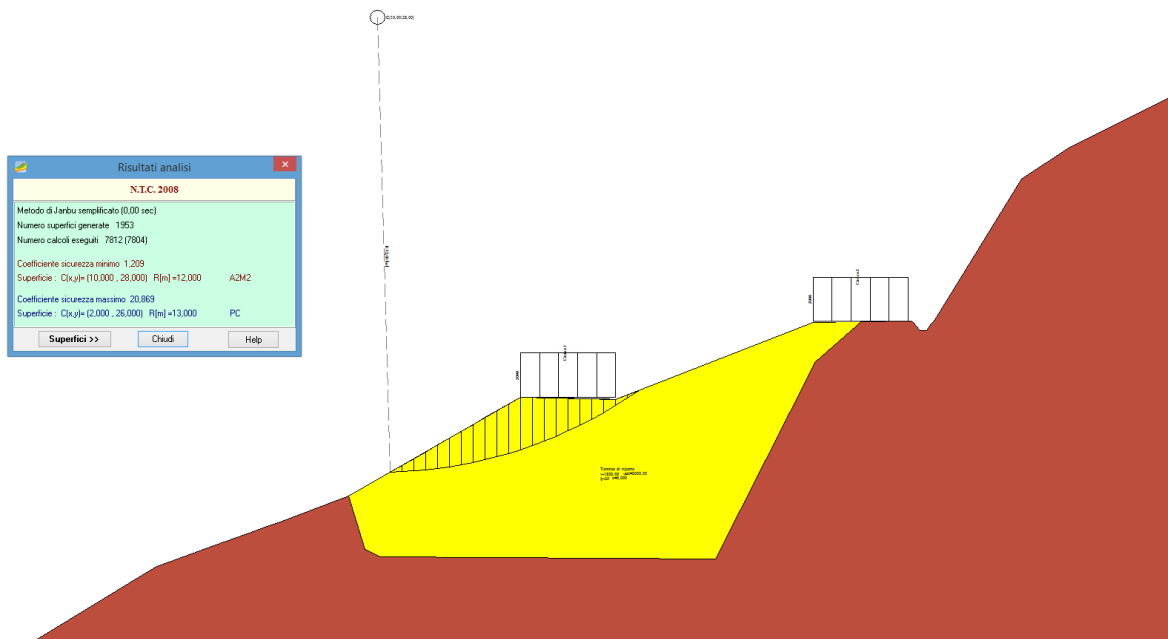
Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	10,32	16,00	16,00	10,63	16,18	16,02	10,53	16,07	0,31	2,29	29,26	0,00
2	10,63	16,18	16,02	10,95	16,36	16,04	10,81	16,16	0,31	3,78	29,26	0,00
3	10,95	16,36	16,04	11,26	16,54	16,07	11,11	16,26	0,31	5,27	29,26	0,00
4	11,26	16,54	16,07	11,57	16,72	16,10	11,42	16,36	0,31	6,76	29,26	0,00
5	11,57	16,72	16,10	11,88	16,90	16,15	11,73	16,47	0,31	8,27	29,26	0,00
6	11,88	16,90	16,15	12,19	17,08	16,20	12,04	16,59	0,32	9,77	29,26	0,00
7	12,19	17,08	16,20	12,50	17,26	16,26	12,35	16,70	0,32	11,28	29,26	0,00
8	12,50	17,26	16,26	12,82	17,44	16,33	12,66	16,83	0,32	12,81	29,26	0,00
9	12,82	17,44	16,33	13,13	17,62	16,41	12,97	16,95	0,32	14,34	29,26	0,00
10	13,13	17,62	16,41	13,44	17,80	16,50	13,28	17,09	0,32	15,88	29,26	0,00
11	13,44	17,80	16,50	13,75	17,98	16,60	13,60	17,22	0,33	17,43	29,26	0,00
12	13,75	17,98	16,60	14,06	17,97	16,71	13,90	17,32	0,33	19,00	29,26	0,00
13	14,06	17,97	16,71	14,38	17,96	16,83	14,22	17,37	0,33	20,58	29,26	0,00
14	14,38	17,96	16,83	14,69	17,96	16,95	14,53	17,42	0,34	22,19	29,26	0,00
15	14,69	17,96	16,95	15,00	17,95	17,09	14,84	17,49	0,34	23,81	29,26	0,00
16	15,00	17,95	17,09	15,31	17,94	17,24	15,15	17,55	0,35	25,45	29,26	0,00
17	15,31	17,94	17,24	15,63	17,94	17,40	15,46	17,63	0,35	27,11	29,26	0,00
18	15,63	17,94	17,40	15,94	17,93	17,57	15,77	17,71	0,36	28,80	29,26	0,00
19	15,94	17,93	17,57	16,25	17,92	17,76	16,07	17,79	0,36	30,52	29,26	0,00

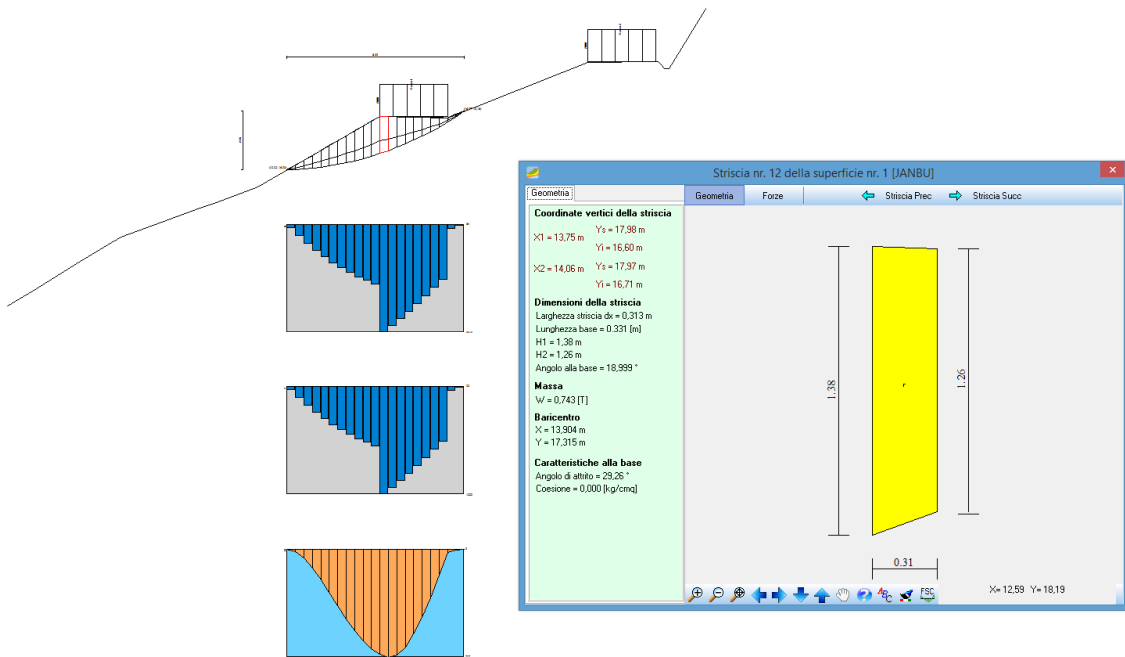
N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _q [m]	Y _q [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
20	16,25	17,92	17,76	16,56	18,04	17,95	16,39	17,91	0,37	32,27	29,26	0,00
21	16,56	18,04	17,95	16,87	18,16	18,16	16,67	18,05	0,38	34,05	29,26	0,00

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

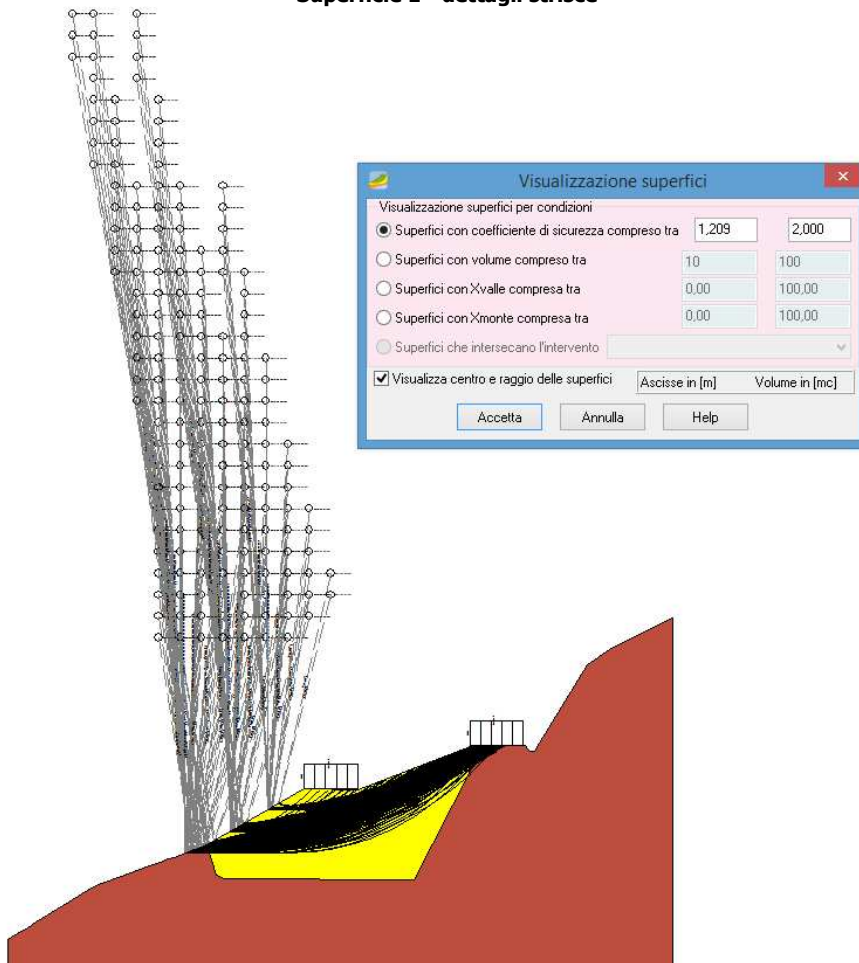
N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	47	0	48	22	0	0	16	0	0	
2	138	0	141	65	0	16	59	0	0	
3	225	0	227	105	0	59	122	0	0	
4	308	0	307	142	0	122	199	0	0	
5	385	0	381	177	0	199	284	0	0	
6	458	0	450	209	0	284	371	0	0	
7	526	0	514	238	0	371	456	0	0	
8	590	0	572	265	0	456	534	0	0	
9	648	0	626	290	0	534	600	0	0	
10	702	0	674	312	0	600	652	0	0	
11	750	0	718	333	0	652	686	0	0	
12	743	625	1305	605	0	686	707	0	0	
13	676	625	1238	573	0	707	690	0	0	
14	603	625	1166	540	0	690	638	0	0	
15	524	625	1090	505	0	638	554	0	0	
16	439	625	1010	468	0	554	446	0	0	
17	348	625	924	428	0	446	316	0	0	
18	250	625	833	386	0	316	173	0	0	
19	146	625	735	341	0	173	23	0	0	
20	71	0	68	31	0	23	7	0	0	
21	25	0	24	11	0	7	0	0	0	



Analisi della superficie 1



Superficie 1 - dettagli strisce



Visualizzazione superfici con coefficiente di sicurezza compreso tra 1,209 a 2,000

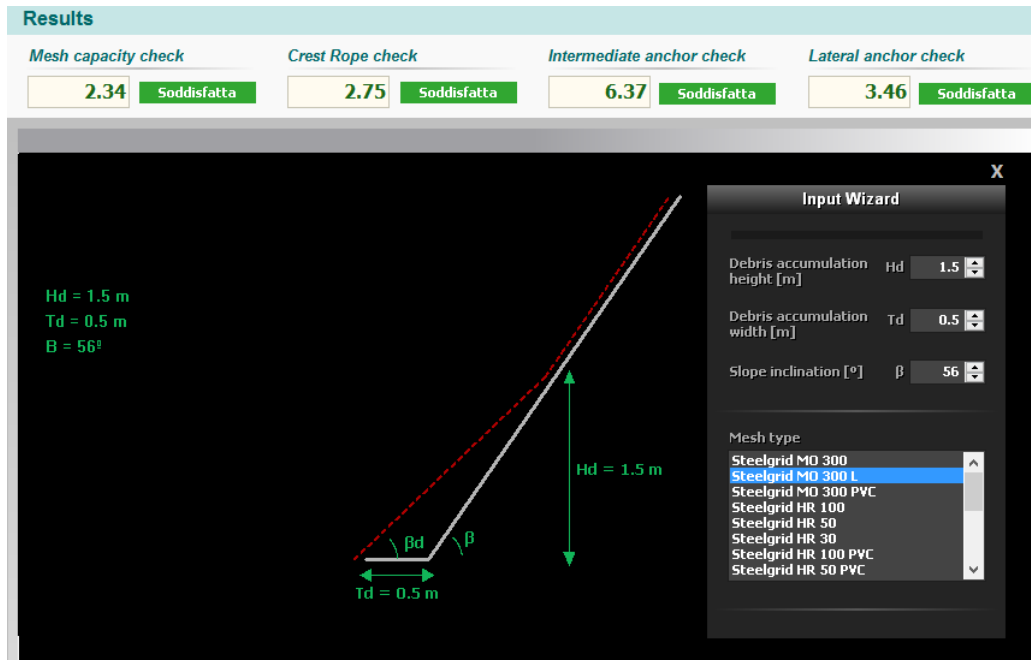
5 Risultati Verifica e dimensionamento protezioni corticali

Software impiegato



Protezione corticale esistente - Rif. sezione 14

Principali risultati dell'elaborazione



MACRO 2 Drapery System

Rock and Soil Slope Protection Design Software

MACCAFERRI

www.maccaferri.com

Cliente **VAL DI CHIANTI / PISTA 30 - Sezione 14 - Protezione corticale esistente**

pag. 1 of 2

◆ Informazioni sul progetto

Titolo VAL DI CHIANTI	Description:
Numero PISTA 30 - Sezione 14 - Protezione corticale esistente	
Cliente VAL DI CHIANTI	
Progettista	

◆ Input

Parete rocciosa

Inclinazione della parete [°]	B	56
Altezza totale della parete [m]	Hs	9,70
Altezza dell'accumulo detritico alla base [m]	Hd	1,50
Larghezza dell'accumulo detritico alla base [m]	Td	0,50
Inclinazione della sacca di accumulo [°]	Bd	44,78
Angolo di attrito interno del detrito [°]		35,00
peso specifico del detrito [kN/m ³]		20,00
Angolo di attrito rete-terreno [°]		25,00

Neve

Peso specifico della neve [kN/m ³]	4
Spessore della neve [m]	0,3

Rete

Tipo di rete	Steelgrid MO 300 L
Resistenza a trazione massima [kN/m]	50,00
Peso per unità di superficie [Kg/m ²]	1,52

Fune superiore + ancoraggi di testa

Geometria della fune longitudinale superiore

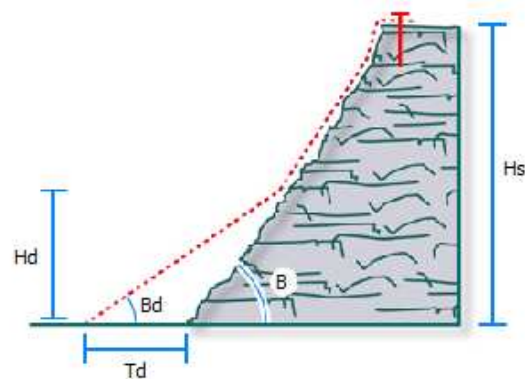
Interasse orizzontale tra gli ancoraggi [m]	1,50
Interasse verticale tra gli ancoraggi [m]	0,00

Tipologia di fune

Diametro della fune [mm]	16
Resistenza nominale dell'acciaio (grado) [MPa]	1770
Anima della fune	Steel
carico di rottura della fune [kN]	161

Tipo di ancoraggio

Tipo di barra	Steel bars B450C
Diametro nominale interno della barra (se cava.) [mm]	0
Diametro nominale esterno della barra [mm]	24,0
Spessore della corona di corrosione [mm]	0
Tensione di snervamento dell'acciaio [MPa]	450
Coefficiente di adesione tra roccia e iniezione [MPa]	2,50



Fattore di Sicurezza

Parete rocciosa

Coefficiente di sicurezza sui carichi variabili	1,50
Coefficiente di sicurezza sui carichi permanenti	1,00

Rete

Coefficiente di riduzione della resistenza a trazione della rete	1,50
--	------

Geometria della fune longitudinale di testa

Coefficiente di sicurezza sulla riduzione dell'interasse X	1,10
Coefficiente di sicurezza sulla riduzione dell'interasse Y	1,05

Cable type

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza della fune	2,00
---	------

Anchor type

Coefficiente di riduzione della resistenza dell'acciaio	1,16
Coefficiente di riduzione per la resistenza della tensione roccia-iniezione	2,00

MACRO 2 Drapery System

Rock and Soil Slope Protection Design Software

MACCAFERRI

www.maccaferri.com

Ciente **VAL DI CHIANTI / PISTA 30 - Sezione 14 - Protezione corticale esistente**

pag. 2 of 2

• Risultati

Mesh capacity check

2.34 Soddisfatta

Crest Rope check

2.75 Soddisfatta

Intermediate anchor check

6.37 Soddisfatta

Lateral anchor check

3.46 Soddisfatta

Progettazione della rete

Carichi totali di progetto [kN/m]	14.23
Resistenza di progetto della rete. [kN/m]	33.33
Rapporto resistenza carico	2.34
Carico totale dovuto al detrito [kN/m]	3.28
Carico totale dovuto alla neve [kN/m]	6.14
Carico totale dovuto alla rete [kN/m]	0.10
Carico totale agente sul rivestimento [kN/m]	9.52
Massimo peso del detrito contenibile dalla rete [kN/m]	129.68

Progettazione della fune

Massima resistenza a trazione della fune [kN]	29.29
Carico di lavoro della fune (numinale) [kN]	80.50
Rapporto tra resistenza e carico di lavoro	2.75
Carico massimo sugli ancoraggi intermedi [kN]	15.92
Carico massimo sugli ancoraggi laterali [kN]	29.29
Distanza massima ammissibile tra gli ancoraggi [m]	1.65
Lunghezza totale della corda [m]	1.67
Massima freccia della catenaria [m]	0.12
Carico massimo agente sulla fune [kN/m]	153.31

Ancoraggi

Progetto degli ancoraggi intermedi

Resistenza di lavoro a taglio degli ancoraggi [kN]	15.92
Contributo resistente a taglio [kN]	101.32
Resistenza di lavoro degli ancoraggi	6.37

Progettazione degli ancoraggi laterali

Forza massi ma sugli ancoraggi laterali [kN]	29.29
Resistenza di lavoro a taglio degli ancoraggi [kN]	101.32
Resistenza di lavoro degli ancoraggi	3.46

Sezione di lavoro dell'acciaio [mm ²]	452.39
Tensione a snervamento dell'acciaio [kN]	175.50
Resistenza minima richiesta per ancoraggi in fune [kN]	29.29
Diametro minimo di perforazione (nominale) [mm]	40.00
Lunghezza minima di fondazione (nominale) [m]	0.49

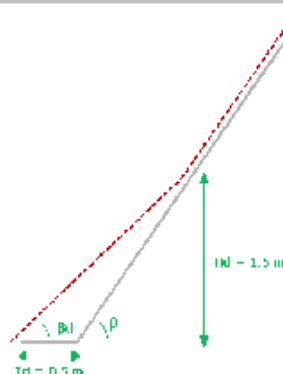
Peso del detrito per ciascun ancoraggio [kN/m]	194.58
--	--------

Carico massimo ammissibile di detrito

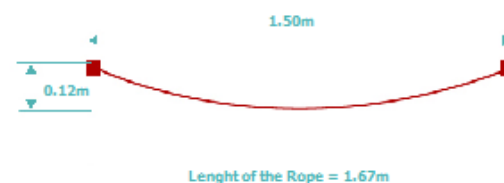
Carico massimo ammissibile di detrito [kN/m]	129.68
Volume massimo ammissibile di detrito [m ³]	6.48

Geometry

Rock Slope | Mesh



Top Cable + Top Anchorages



N.B. In fase di esercizio, prestare attenzione alla manutenzione della protezione corticale in modo tale da evitare eccessivi accumuli di detriti alla base della rete e scongiurare così sollecitazioni eccessive all'intero sistema di protezione.

Per i tratti con rete esistente, la verifica è stata condotta sulla base dei seguenti dati forniti dall'impresa:

- geocomposito metallico costituito da rete a doppia torsione tipo 8x10 cm, filo dal diametro di 2.70 mm con funi di rinforzo longitudinali diam. 8 mm con interasse pari a 300 cm;
- fune di ancoraggio sommitale in acciaio, grado 1770 N/mm², diametro Ø16 mm (UNI EN 12385-4), rivestimento in lega Galmac Zn-5%Al in accordo a UNI EN 10264-2 Classe A;
- piastra in acciaio zincata a caldo di dimensioni 250x250x8 mm;
- ancoraggio in barre in acciaio B450C filetate, diametro Ø24 mm, lunghezza di infissione pari ad 1,00 m in sommità.

Occorre aggiungere alla base, ancoraggi in barre in acciaio B450C filetate, diametro Ø24 mm, lunghezza di infissione pari ad 1,50 m alla base, inclinato verso il basso di 10° rispetto all'orizzontale e fune di ancoraggio alla base in acciaio, grado 1770 N/mm², diametro Ø12 mm (UNI EN 12385-4), rivestimento in lega Galmac Zn-5%Al in accordo a UNI EN 10264-2 Classe A;

6 Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

Verifiche di stabilità:

L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.

Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.

L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Verifica e dimensionamento protezioni corticali:

Si rimanda ai paragrafi precedenti per una esauriente spiegazione delle analisi svolte.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Verifiche di stabilità:

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	12.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

Verifica e dimensionamento protezioni corticali:

Titolo	Macro Studio
Versione	2.0.844
Produttore	Maccaferri

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente

descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
