



REGIONE  
VENETO

PROVINCIA  
DI VICENZA



## COMUNE DI ARZIGNANO

Committente:



Via Del Lavoro, 49 - 36071 Arzignano (VI)

Oggetto:

**PROPOSTA MIGLIORATIVA  
INERENTE AD OPERE GEOTECNICHE E STRUTTURALI  
PER LA STABILIZZAZIONE DEL VERSANTE IN VIA RIOTORTO  
INTERESSATO A VINCOLO IDROGEOLOGICO**

### RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

CODICE ELABORATO C14166 - PE - RL 01

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Controllato
00	28/10/2014	Prima emissione	Ing. S.F.	Ing. C.P.
01	06/11/2014	Revisione generale	Ing. S.F.	Ing. C.P.

Dott. CORRADO PILATI  
Ingegnere



**SOMMARIO**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>2</b>
<b>3. METODO DI CALCOLO</b>	<b>2</b>
<b>4. CLASSIFICAZIONE SISMICA</b>	<b>2</b>
<b>5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO</b>	<b>5</b>
<b>6. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI STABILIZZAZIONE</b>	<b>6</b>
<b>7. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE OPERE DI STABILIZZAZIONE</b>	<b>6</b>
7.1 SEZIONE DI CALCOLO	6
7.2 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL PENDIO	8
7.2.1 Verifica di stabilità globale del versante esistente	8
7.2.2 Verifica di stabilità globale post-interventi	10
<b>ALLEGATI</b>	<b>14</b>

## **1. PREMESSA**

Su incarico dell'impresa "*Il Grifo*" di Arzignano, è stata eseguita la verifica delle opere geotecniche e strutturali di stabilizzazione del versante sito in via Riotorto ad Arzignano (VI).

I parametri geotecnici del terreno utili al dimensionamento delle opere, si sono ricavati dalla "*Relazione geologica e geotecnica*" del Marzo 2011 a firma del dott. geol. Giuseppe Franco Darteni di Vicenza e dalla relazione geologica del 4 novembre 2014 condotti dal dott. geol. Umberto Pivetta di Arcugnano (VI).

*Allegati alla relazione di calcolo:*

- Elaborazione dati e risultati con il programma PHASE 2 v.7.018 della Rocscience;
- Tavola grafica con planimetria, pianta e sezione interventi;

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La seguente relazione di calcolo è stata eseguita in ottemperanza alle seguenti disposizioni legislative.

- **LEGGE 5 novembre 1971, n. 1086**

*"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".*

- **LEGGE 2 febbraio 1974, n. 64**

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

- **N.T.C. 2008 del D.M. 14 gennaio 2008**

*"Norme Tecniche per le costruzioni".*

- **CIRCOLARE 2 Febbraio 2009**

*Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

## **3. METODO DI CALCOLO**

In accordo alla normativa vigente, le opere in oggetto sono state dimensionate e verificate secondo il *metodo degli stati limite*.

## **4. CLASSIFICAZIONE SISMICA**

In base all'OPCM 3274 il Comune di Arzignano (VI) ricadeva in zona sismica di III° categoria; con le N.T.C. 2008 per la classificazione sismica del territorio si fa riferimento ad una griglia di nodi geografici di ordinate spettrali note, sulla base delle quali viene determinata la sismicità del sito.

Per le verifiche sismiche, tenuto conto che la struttura oggetto d'intervento è di tipo 2, di II° classe ed ha una vita nominale di 50 anni, si assumono i seguenti parametri (ricavati con il programma Edilus-MS della Acca Software):

Verifica	Stato limite	T <sub>R</sub> (anni)	a <sub>g</sub> (g)	F <sub>0</sub> (-)	T* <sub>c</sub> (s)
SLE	“Danno”	50	0.056	2.497	0.250
SLU	“Salvaguardia vita”	475	0.158	2.423	0.280

**Tabella A**

## EdiLus-MS

Mappe Sismiche

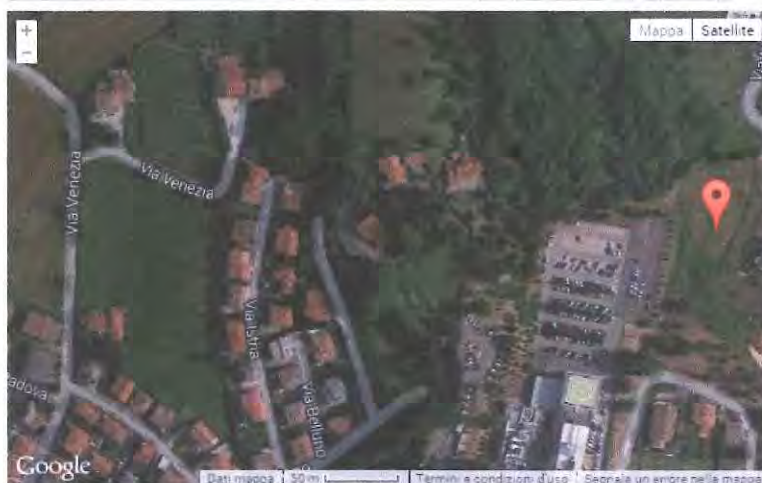


EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

ad es. "Via M. Concetta, 114 MONTELLA"

Via Rio Torto, 15-28, 36071 Arzignano VI, Italia

Cerca



45.52822321, 11.32775187

Latitudine (WGS84)  Longitudine (WGS84)

Latitudine (ED50)  Longitudine (ED50)

Altitudine (mt)

Classe dell'edificio

Vita Nominale Struttura

Periodo di Riferimento per l'azione sismica

### Parametri di pericolosità Sismica

Stato Limite	T <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> /g [-]	F <sub>0</sub> [-]	T* <sub>c</sub> [s]
Operatività	30	0.042	2.470	0.240
Danno	50	0.056	2.497	0.250
Salvaguardia Vita	475	0.158	2.423	0.280
Prevenzione Collasso	975	0.205	2.466	0.280

[Termini e Condizioni di utilizzo di Edilus-MS](#)

### *Mappa sismica del luogo*

Il terreno è stato classificato di classe “B” e categoria topografica T2. Il coefficiente sismico orizzontale e verticale adottati nelle verifiche è dato dalle seguenti formule:

$$k_h = \beta \times S_s \times S_T \times a_g / g = 0.24 \times 1.20 \times 1.20 \times 0.158 = 0.0546$$

$$k_v = 0.5 k_h = 0.5 \times 0.069 = 0.0273$$

dove:  $\beta$  = coefficiente di riduzione dell'acc. massima = 0.24

(da tabella 7.11.I delle N.T.C. del 2008: suolo tipo;  $0.1 < a_g(g) < 0.2$ )

$S_s =$  coefficiente di amplificazione stratigrafica = 1.20

$S_T =$  coefficiente di amplificazione topografica = 1.20

$a_g = 0.158 \text{ g}$

Vicenza, 6 novembre 2014



## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Il terreno presente in sito è stato schematizzato in più strati con i seguenti *parametri caratteristici*:

n° strato di terreno	Tipo di terreno	$\gamma_{sat}$ (daN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (daN/cm <sup>2</sup> )	Parametri assunti
1	Coltre Argillosa	1800	/	0.14-0.50	$\phi = 10^\circ$ $c' = 0.01 \text{ daN/cm}^2$
2	Tufi argillificati	2000	31	/	$\phi = 31^\circ$ $c' = 0.00 \text{ daN/cm}^2$
3	Tufi vulcanici	2400	33	/	$\phi = 33^\circ$ $c' = 0.00 \text{ daN/cm}^2$
4	Basalto	2700	/	/	$\phi = 50^\circ$ $c' = 0.00 \text{ daN/cm}^2$

**Tabella B**

Come riportato nella *relazione geologico-tecnica e dai sondaggi*, nel tratto interessato da movimento franoso si è riscontrata la presenza di infiltrazione idrica nella copertura argillosa alla profondità media di -2.30 m in prossimità della sezione 3-3 e alla profondità di -6.40 m da p.c. in corrispondenza della sezione 2-2 (vedi tavole grafiche allegate). Il livello della falda è stato registrato in data 27 ottobre 2014 e fa seguito a due mesi poco piovosi di settembre ed ottobre 2014. Si può pertanto presumere che la falda possa innalzarsi ulteriormente in seguito ad importanti eventi piovosi.

Vicenza, 6 novembre 2014



## 6. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI STABILIZZAZIONE

Alla luce delle dimensioni del dissesto idrogeologico, della sua natura e dell'entità delle forze instabilizzanti in atto, si è deciso di inserire le seguenti opere geotecniche che saranno strettamente legate alla realizzazione degli edifici in progetto:

- **una platea di micropali e tiranti permanenti** a fondazione di ciascuna unità abitativa (da valutare se necessitano opere geotecniche speciali per l'unità abitativa della sezione 1-1) con la funzione di assicurare la stabilità locale del fabbricato che a sua volta, grazie agli accorgimenti costruttivi in fondazione e dell'interrato, avrà anche la funzione di migliorare la stabilità globale del versante: l'esecuzione di fondazioni profonde quali pali permetteranno di scaricare i carichi derivanti dalla struttura in elevazione nel substrato rigido, la presenza di tiranti consentirà di contrastare le spinte orizzontali del terreno sull'edificio che sarà esso stesso un elemento di contenimento delle forze instabilizzanti del versante.
- **opere di drenaggio:** rappresentato da un sistema di trincee drenanti lungo il lato di monte delle unità abitative in progetto in grado di intercettare e allontanare l'acqua presente tra lo strato argilloso e quello rigido rappresentato dai tufi. Le trincee drenanti risultano indispensabili per diminuire l'entità delle forze destabilizzanti (riduzione delle spinte del terreno a tergo delle opere in progetto) evitando a sua volta continue fluttuazioni della falda stessa.

## 7. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE OPERE DI STABILIZZAZIONE

### 7.1 SEZIONE DI CALCOLO

I dati relativi all'intervento, al terreno ed ai carichi sono stati inseriti nel programma "PHASE 2" v.7.017 della Rocscience, un programma di calcolo agli elementi finiti 2D per l'analisi elasto-plastica di scavi in roccia ed in terreno e per analisi di stabilità globale. Il programma permette di creare ed analizzare modelli complessi e multi-fase, offre una vasta gamma di supporti per la schematizzazione di tiranti, chiodi, micropali, geotessili, spritz-beton, opere in calcestruzzo o acciaio, e fornisce grafici e risultati utili per la progettazione.

*Secondo quanto previsto dalle N.T.C. 2008, le verifiche delle opere di stabilizzazione fanno riferimento alle indicazioni normative relative alla stabilità dei pendii naturali (§ 6.3); le verifiche devono essere eseguite lungo le superfici che meglio approssimano quelle riconosciute dalle indagini dove il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale. Le verifiche saranno*

*condotte in seguito a back-analysis.* Quest'analisi è un approccio di calcolo che consente di determinare le caratteristiche geotecniche del terreno presente in sito adottando i parametri del terreno che portano il pendio al limite delle condizioni di stabilità cioè ad un coefficiente di sicurezza del versante unitario.

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0.90	1.00	1.00
	Sfavorevole		1.10	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.00	0.00	0.00
	Sfavorevole		1.50	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_Q$	0.00	0.00	0.00
	Sfavorevole		1.35	1.35	1.15
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.00	0.00	0.00
	Sfavorevole		1.50	1.50	1.30

*Coefficienti parziali per le azioni stradali (Tab. 5.1.V N.T.C. 2008)*

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso unità volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

*Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab. 6.2.II NTC 2008)*

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante fondazione	1.0	1.0	1.4
Scorrimento	1.0	1.0	1.1
Resistenza terreno a valle	1.0	1.0	1.4

*Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi per le opere di sostegno (Tab. 6.5.I NTC 2008)*

N° profili indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{a3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

*Fattori di correlazione ancoraggi in funzione del numero n di profili di indagine (Tab. 6.6.III N.T.C. 2008)*

Delle varie combinazioni di calcolo eseguite mediante il programma di calcolo "PHASE2" v.7.017, nei paragrafi seguenti *si riportano le verifiche sulla sezione più gravosa rappresentata dalla SEZIONE 3-3.*



## **7.2 VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE DEL PENDIO**

Nel programma di calcolo vengono inseriti, oltre alle caratteristiche geometriche e meccaniche del pendio, gli interventi di stabilizzazione con la massima resistenza offerta ed il *sovraccarico rappresentato dall'edificio di tre piani compreso l'interrato in calcestruzzo armato. L'interrato permetterà di realizzare uno scatolare rigido che funge da elemento di contrasto alle forze instabilizzanti del versante. La fondazione degli edifici sarà rappresentata da una platea rigida su micropali la quale verrà tirantata per contenere ulteriormente le sollecitazioni orizzontali.*

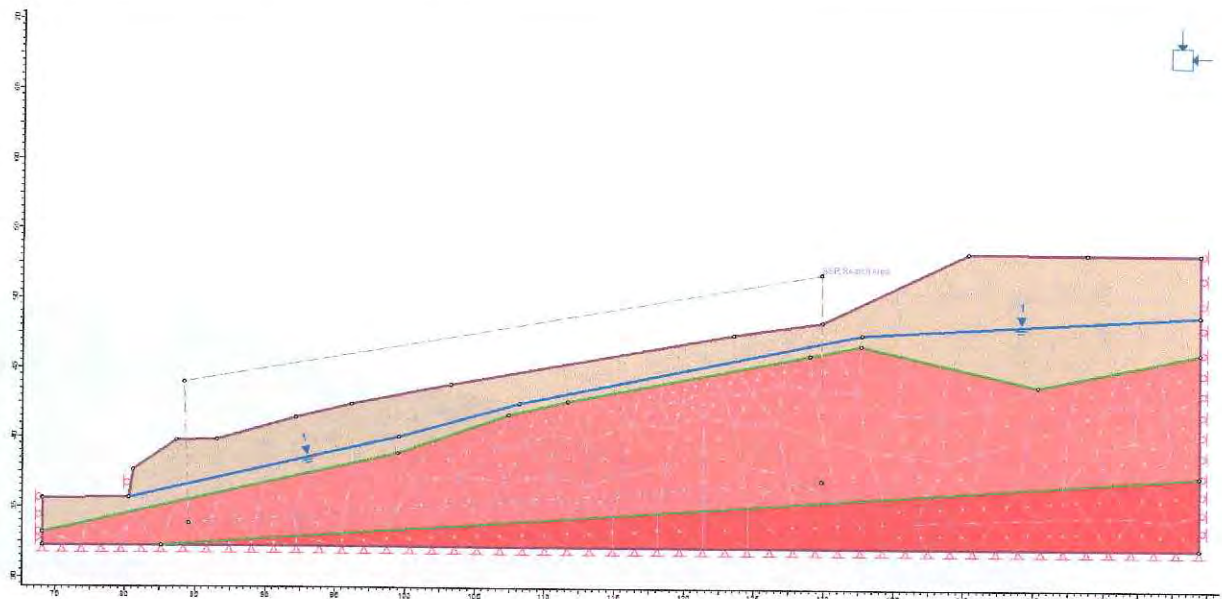
Si procede con l'analisi del pendio in condizioni naturali al fine di definire i parametri geotecnici che confermino la condizione di equilibrio limite del versante oggetto di studio; si andrà poi ad analizzare il pendio ad opere ultimate. Il programma di calcolo fornisce, oltre alle sollecitazioni agenti sui singoli elementi strutturali, il coefficiente di sicurezza del pendio ottenuto considerando la resistenza offerta dagli interventi di stabilizzazione.

### **7.2.1 Verifica di stabilità globale del versante esistente**

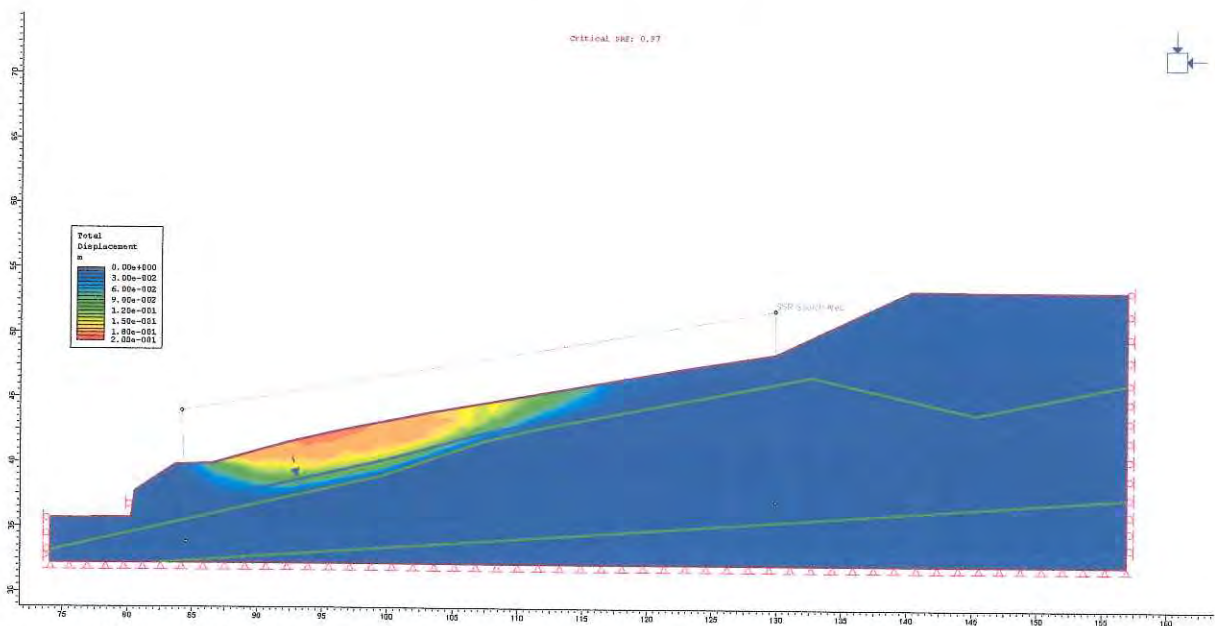
Nel dimensionamento degli interventi di stabilizzazione devono essere valutate le condizioni di stabilità iniziali, prima dell'esecuzione dell'intervento, e quelle finali, ad intervento ultimato in modo da valutare l'incremento del margine di sicurezza rispetto al cinematiso di collasso critico potenziale o effettivo.

La verifica della stabilità globale del pendio naturale viene valutata con riferimento ai valori caratteristici del terreno al fine di valutare il livello di sicurezza attuale del pendio espresso come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e lo sforzo mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale (§ 6.3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e §C6.3.4 della successiva circolare del febbraio 2009).

Si riporta di seguito l'analisi di stabilità globale del pendio naturale per le Sezione 3-3 dove l'analisi del meccanismo di collasso nel terreno è stato ricercato nella zona segnalata dal geologo e oggetto di intervento.

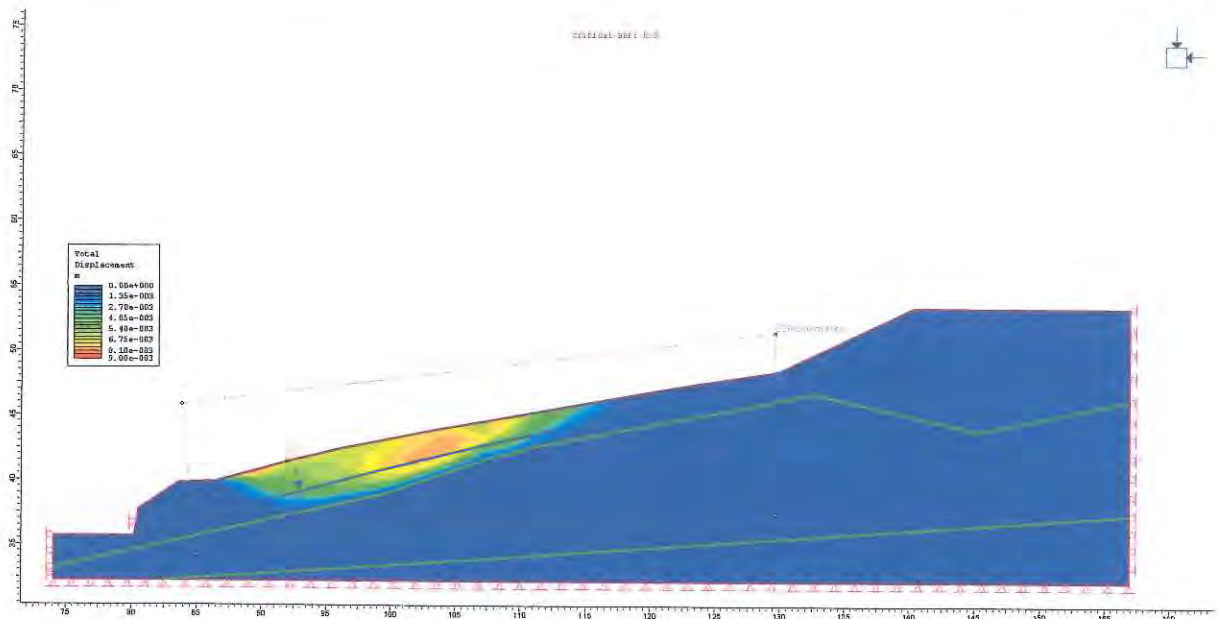


Schema tipo e geologia sezione 3-3



Stabilità globale pendio naturale in condizioni "normali" per sezione 3-3 ( $F_s = 0.97$ )

I risultati sulla stabilità globale indicano che il pendio è in una condizione di equilibrio limite visto e considerato che il coefficiente di sicurezza di stabilità del versante è prossimo all'unità. *Una piccola fluttuazione della falda (ad esempio un innalzamento di 0.5 m dal valore rilevato) comporta un drastico abbassamento del coefficiente di sicurezza di stabilità da  $F_s=0.97$  a  $F_s=0.90$ .*



**Stabilità globale pendio naturale con lieve innalzamento della falda per sezione 3-3 ( $F_s = 0.90$ )**

Come si può vedere dall'analisi condotta sulla sezione 3-3, la causa principale dell'instabilità dell'area in esame è l'assenza di un sistema di regimazione delle acque superficiali e sotterranee il quale si è aggravato ulteriormente una volta realizzato il rilevato in terra adibito a parcheggio per l'ospedale di Arzignano che fornisce una ulteriore ricarica d'acqua al pendio in esame.

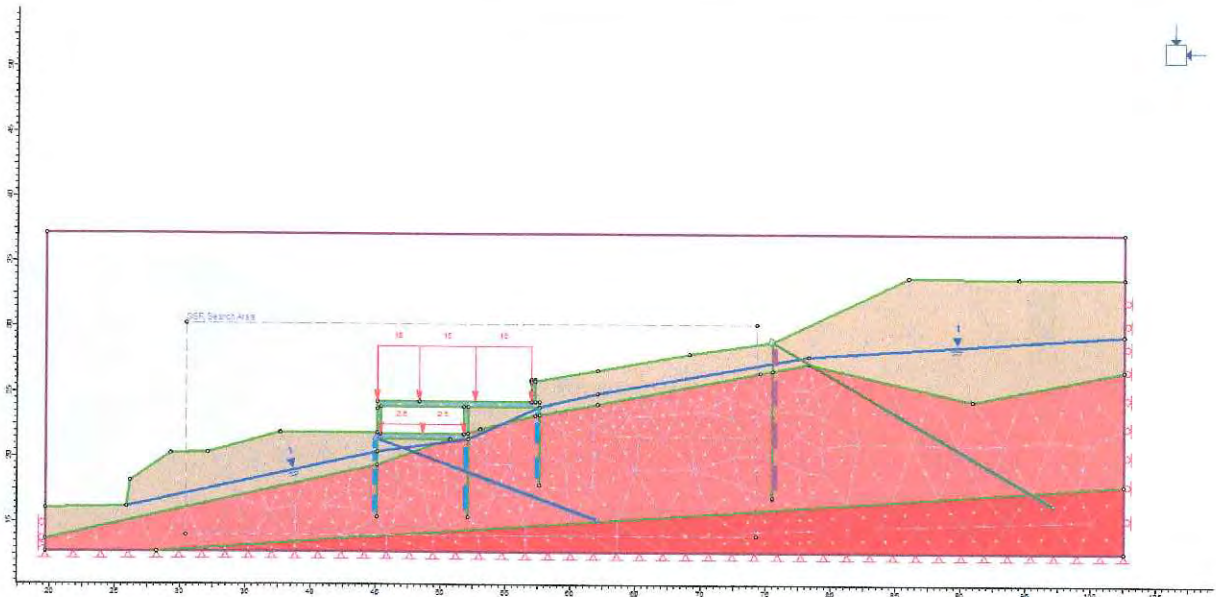
### 7.2.2 Verifica di stabilità globale post-interventi

Introdotta le opere di stabilizzazione del pendio secondo gli schemi previsti nelle tavole grafiche, si va a verificare l'incremento indotto dagli interventi di stabilizzazione per la zona interessata dal dissesto in atto. Come richiesto da normativa (§ 6.3.5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e §C6.3.5 della successiva circolare del febbraio 2009), le condizioni di stabilità devono essere verificate non solo lungo il cinematiso di collasso critico originario, ma anche lungo possibili cinematisi alternativi che possano innescarsi a seguito della realizzazione degli interventi di stabilizzazione.

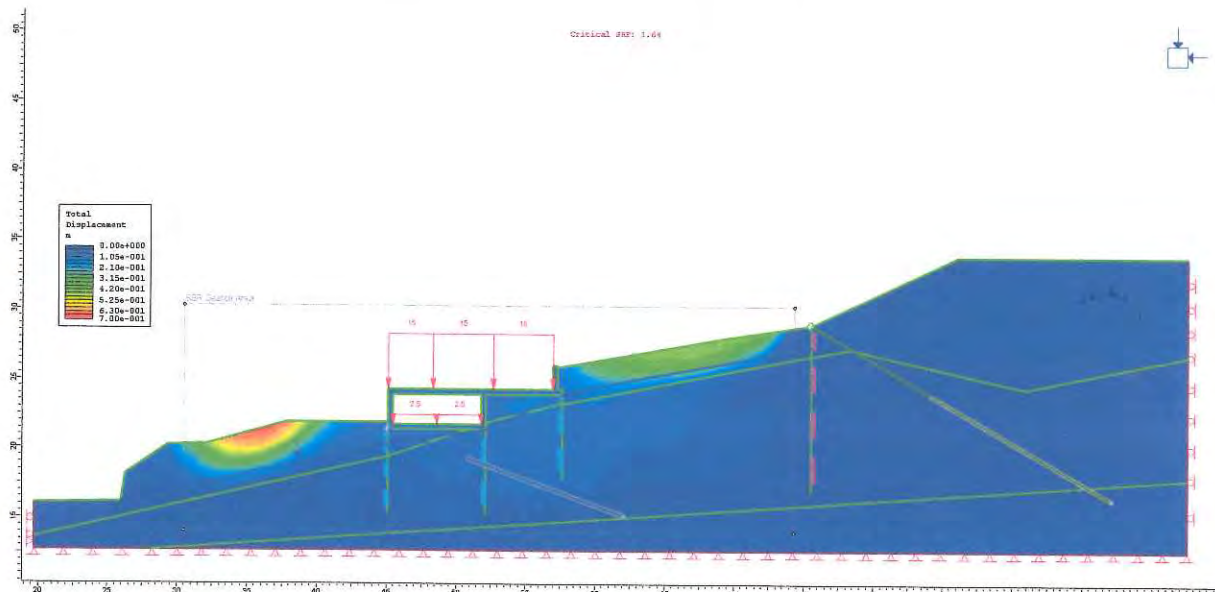
Effettuando l'analisi in condizioni statiche e sismiche, per la *sezione 3-3* la nuova superficie critica individuata fornisce i seguenti coefficienti di sicurezza:

**$F_s$  (condizioni statiche): 1.64**

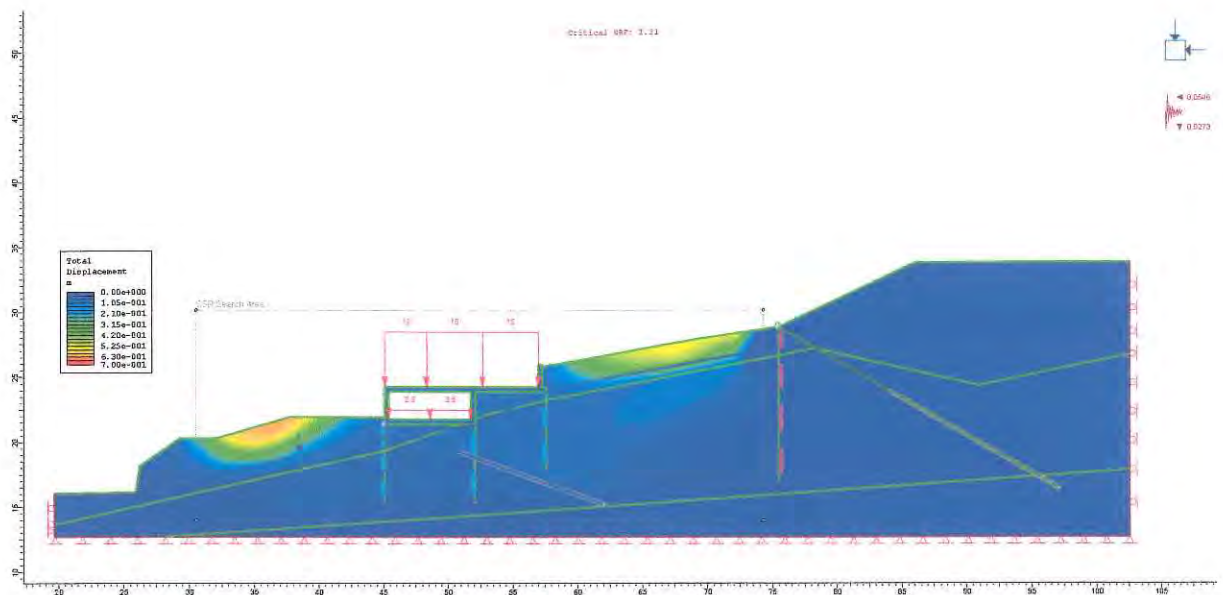
**$F_s$  (condizioni sismiche): 1.31**



*Schema tipo SEZIONE 3-3 post-intervento*



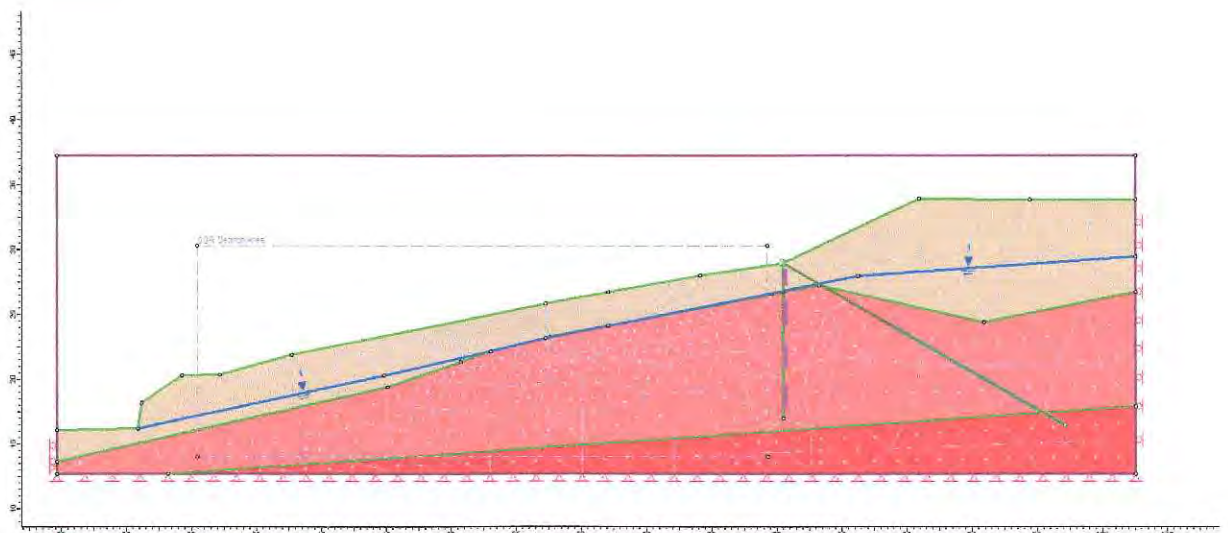
*Stabilità globale pendio SEZIONE 3-3 post-interventi geotecnici e strutturali, statica ( $F_s = 1.64$ )*



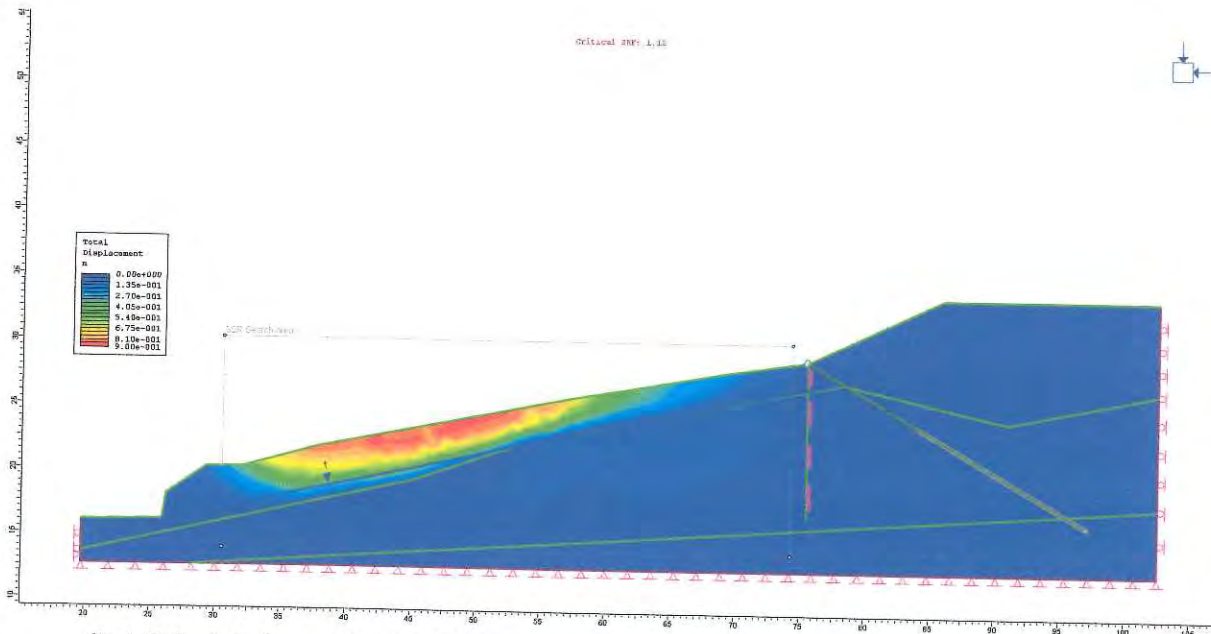
**Stabilità globale pendio SEZIONE 3-3 post-interventi geotecnici e strutturali, sismica ( $F_s=1.31$ )**

Le verifiche della stabilità globale statiche e sismiche, dimostrano che l'inserimento degli interventi di stabilizzazione comportano un incremento consistente e soddisfacente del coefficiente di sicurezza relativo alla stabilità del pendio rispetto alla condizione iniziale.

Al fine di migliorare la stabilità del versante, sono *indispensabili opere di drenaggio rappresentate da trincee drenanti*. Tale stabilità viene ulteriormente migliorata mediante l'inserimento delle strutture collegate agli edifici in progetto in quanto, con particolari accorgimenti sulle strutture di fondazione, forniscono un contributo significativo alle forze stabilizzanti. Infatti, con le sole opere drenanti di abbassamento della falda, (si ipotizzano delle trincee drenanti profonde fino a 3 m dal p.c.) si ottiene un coefficiente di sicurezza pari a  $F_s = 1.12$  a discapito di un  $F_s = 1.64$  garantito con l'aggiunta dei fabbricati poggianti su idoneo Sistema fondazionale.



**Schema tipo SEZIONE 3-3 solo opere drenanti**



*Stabilità globale pendio SEZIONE 3-3 post-interventi di drenaggio, statica ( $F_s = 1.12$ )*

Vicenza, 6 novembre 2014



# *Allegati*

## **Phase2 Analysis Information: SEZ. 3-3**

Phase2 Analysis Information  
Project Settings  
Document Name: C14166-SEZIONE 3 PHASE2 INTERVENTO  
Last saved with Phase2 version: 7.02  
Project Title: SEZIONE 3  
Single stage model  
Analysis Type: Plane Strain  
C14166-SV-RL01-REV01

Solver Type: Gaussian Elimination  
Units: Metric, stress as kPa

Stress Analysis  
Maximum Number of Iterations: 500  
Tolerance: 0.001  
Number of Load Steps: Automatic  
Convergence Type: Absolute Energy  
Tensile Failure: Reduces Shear Strength  
HB Tensile Strength: Reduced to Zero After Tensile Failure  
Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

Groundwater

Method: Piezometric Lines  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>

Strength Reduction  
Initial Estimate of SRF: 1  
Step Size: Automatic  
Tolerance (SRF): 0.01  
Limit SSR Search Area: Yes  
Apply SSR to Mohr-Coulomb Tensile Strength: Yes  
Convergence Parameters: Automatic  
Field Stress  
Field stress: constant  
Sigma one: 10 kPa (compression positive)  
Sigma three: 10 kPa (compression positive)  
Sigma Z: 10 kPa (compression positive)  
Angle from the horizontal to sigma 1: 0 degrees (counter-clockwise)

Mesh  
Mesh type: graded  
Element type: 6 noded triangles  
Number of elements: 387  
Number of nodes: 849

Mesh Quality  
All elements are of good quality  
Poor quality elements defined as:  
Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00  
Minimum interior angle < 2.0 degrees  
Maximum interior angle > 175.0 degrees

Material Properties  
Material: ARGILLA  
Initial element loading field stress & body force  
Unit weight 18 kN/m<sup>3</sup>  
Elastic type isotropic  
Young's modulus 2500 kPa  
Poisson's ratio 0.4  
Failure criterion Mohr-Coulomb  
Tensile strength 0 kPa  
Peak friction angle 10 degrees  
Peak cohesion 1 kPa  
Material type Plastic  
Dilation Angle 0 degrees  
Residual Friction Angle 10 degrees  
Residual Cohesion 0 kPa  
INTERVENTI: Piezo to use 1  
Hu Type Custom  
Hu value 1

Material: TUFI VULCANICI  
Initial element loading field stress & body force  
Unit weight 24 kN/m<sup>3</sup>  
Elastic type isotropic  
Young's modulus 13000 kPa  
Poisson's ratio 0.31  
Failure criterion Mohr-Coulomb  
Tensile strength 0 kPa  
Peak friction angle 33 degrees



Peak cohesion        0 kPa  
 Material type        Plastic  
 Dilation Angle       0 degrees  
 Residual Friction Angle    33 degrees  
 Residual Cohesion    0 kPa  
 INTERVENTI: Piezo to use    1  
 Hu Type Custom  
 Hu value    1

Material: BASALTO  
 Initial element loading        field stress & body force  
 Unit weight            27 kN/m<sup>3</sup>  
 Elastic type            isotropic  
 Young's modulus        30000 kPa  
 Poisson's ratio        0.3  
 Failure criterion        Mohr-Coulomb  
 Tensile strength        0 kPa  
 Peak friction angle     50 degrees  
 Peak cohesion        0 kPa  
 Material type        Plastic  
 Dilation Angle        0 degrees  
 Residual Friction Angle     50 degrees  
 Residual Cohesion    0 kPa  
 Piezo to use            None  
 Ru value    0

Material: CALCESTRUZZO  
 Initial element loading        body force only  
 Unit weight            25 kN/m<sup>3</sup>  
 Elastic type            isotropic  
 Young's modulus        3e+007 kPa  
 Poisson's ratio        0.3  
 Failure criterion        Mohr-Coulomb  
 Tensile strength        0 kPa  
 Peak friction angle     45 degrees  
 Peak cohesion        10 kPa  
 Material type        Elastic  
 Piezo to use            None  
 Ru value    0

Excavation Areas  
 Original Un-deformed Areas  
 External Boundary Area: 2027.935 m<sup>2</sup>  
 External Boundary Perimeter: 214.603 m

INTERVENTI  
 Values not available until this stage is viewed in a window

Liner Properties  
 Liner: PALI 200  
 Liner Type            Standard Beam  
 Formulation          Timoshenko  
 Thickness 0.2 m  
 Elastic Properties  
 Young's modulus      3e+007 kPa  
 Poisson's ratio        0.2

Liner: PALI 800  
 Liner Type            Standard Beam  
 Formulation          Timoshenko  
 Thickness 0.8 m  
 Elastic Properties  
 Young's modulus      3e+007 kPa  
 Poisson's ratio        0.2

Bolt Properties  
 Bolt name TIRANTI EDIFICIO  
 Bolt Type Tieback  
 Bolt diameter        38 mm  
 Bolt modulus        2e+008 kPa  
 Tensile capacity     400 kN  
 Residual Tensile capacity    0 kN  
 Out-of-plane spacing 2 m

# GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.

PILATI ING. CORRADO

GELSAN ING. ALBERTO

Bond Shear Stiffness 5000 kN/m  
Bond Strength 50 kN/m  
Pre-tensioning 250 kN  
Bond Length 12 m  
Allow Joints to Shear Bolt Yes  
Borehole diameter 160 mm

Bolt name TIRANTI PARCHEGGIO  
Bolt Type Tieback  
Bolt diameter 30 mm  
Bolt modulus 2e+008 kPa  
Tensile capacity 500 kN  
Residual Tensile capacity 0 kN  
Out-of-plane spacing 2.4 m  
Bond Shear Stiffness 5000 kN/m  
Bond Strength 50 kN/m  
Pre-tensioning 200 kN  
Bond Length 60% (of bolt)  
Allow Joints to Shear Bolt Yes  
Borehole diameter 160 mm

#### Displacements

Displacement data is not available until total displacement is viewed in a window

#### Yielded Elements

##### Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements is not available for INTERVENTI until the stage is viewed in a window

##### Yielded Liner Elements

Number of yielded liner elements: 0

#### List of All Coordinates

##### External boundary

X	Y
19.7043	16.0562
19.7043	13.6309
19.7043	12.6922
28.2143	12.6922
102.518	12.6922
102.518	17.8898
102.518	26.7195
102.518	33.8174

##### Material boundary

X	Y
102.518	26.7195
90.9376	24.3551
78.3015	27.2339
75.5002	26.6942
74.6005	26.5208
62.1049	24.1133
57.6095	23.2472
57.2653	23.1809
53.049	22.1648
52.0885	21.8295

##### Material boundary

X	Y
102.518	17.8898
28.2143	12.6922

##### Material boundary

X	Y
56.9653	24.2529
48.3325	24.2529
45.0885	24.2529
45.0885	23.7159
45.0885	21.8896
45.0885	21.3529
50.723	21.3529

# GEO SOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.

PILATI ING. CORRADO

GELSAN ING. ALBERTO

52.0885 21.3529  
52.0885 21.8295  
52.0885 23.8529  
57.6095 23.8529  
57.6095 24.2529  
57.2753 24.2529  
57.2753 25.8465  
57.2753 25.9809  
56.9653 25.9809  
56.9653 25.7913  
56.9653 24.2529

Material boundary

X Y  
45.3885 21.7529  
51.7885 21.7529  
51.7885 23.8529  
45.3885 23.8529

Material boundary

X Y  
45.3885 21.7529  
45.3885 23.8529

Material boundary

X Y  
45.0885 21.8896  
37.694 21.892  
32.1497 20.3271  
29.2718 20.2501  
26.2047 18.1562  
25.9047 16.1562  
19.7043 16.0562

Material boundary

X Y  
102.518 33.8174  
94.4249 33.8174  
85.9376 33.8551  
75.5002 28.9259  
69.144 27.9616  
62.1049 26.7072  
57.2753 25.8465

Material boundary

X Y  
19.7043 13.6309  
45.0885 19.386  
50.723 21.3529

Material boundary

X Y  
45.0885 15.3529  
45.0885 19.386  
45.0885 21.3529

Material boundary

X Y  
75.5002 28.9259  
75.5002 26.6942  
75.5002 16.9259

Material boundary

X Y  
52.0885 21.3529  
52.0885 15.3529

Material boundary

X Y  
57.6095 23.8529  
57.6095 23.2472

# GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.

PILATI ING. CORRADO

CELSAN ING. ALBERTO

57.6095 17.8529

Piezometric line  
X Y  
102.518 29.4294  
78.269 27.805  
62.1049 24.907  
57.6095 23.8529  
52.0885 21.3529  
45.0885 20.343  
25.9047 16.1562

Bolt  
X Y  
75.5002 28.9259  
97.1002 16.4259

Bolt  
X Y  
45.0885 21.3529  
62.0085 15.2029

SSR Search Area  
X Y  
33.335 14.0078  
74.287 14.0078  
74.287 30.806  
33.335 30.806