



Comune di
Crevalcore



Comune di
San Giovanni in Persiceto



Comune di
Casalecchio di Reno



Comune di
Bologna



Comune di
Sasso Marconi



Comune di
Marzabotto

Ciclovia del Sole: tratto 3 attraversamento dei centri abitati di Crevalcore,
San Giovanni in Persiceto, Sala Bolognese -
tratto 4: Casalecchio - Marzabotto

CUP n° C61B21013060002

PROGETTO DEFINITIVO



Coordinamento e integrazione delle prestazioni specialistiche:

arch. Enrico Guaitoli Panini

Il Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Maurizio Martelli

Progettazione ciclabile e paesaggistica:

arch. Irene Esposito, paes. Giulia Mazzali, arch. Eleonora Vaccari,
arch. Michela Gessani, dott. paes. Sara Martignoni, arch. Alberto Coppi

Supporto al RUP:

ing. Chiara Ferrari
arch. Federica Sodano
ing. Sara Destro
dott.ssa Silvia Mazza
arch. Giulia Maroni

Progettazione delle strutture:

prof. ing. Massimo Majowiecki, ing. Giovanni Berti,
ing. Monica Mingozzi, ing. Elisa Sammarco, ing. Marco Chinni

Geologia, Ambiente, Idraulica:

geol. Pierluigi Dallari, geol. Arianna Casarini, geol. Lisa Gasparini,
geol. Emiliano Quadernari, ing. Yos Zorzi

Coordinamento della sicurezza:

ing. Fausto Gallarello, ing. Roberto Perlangeli

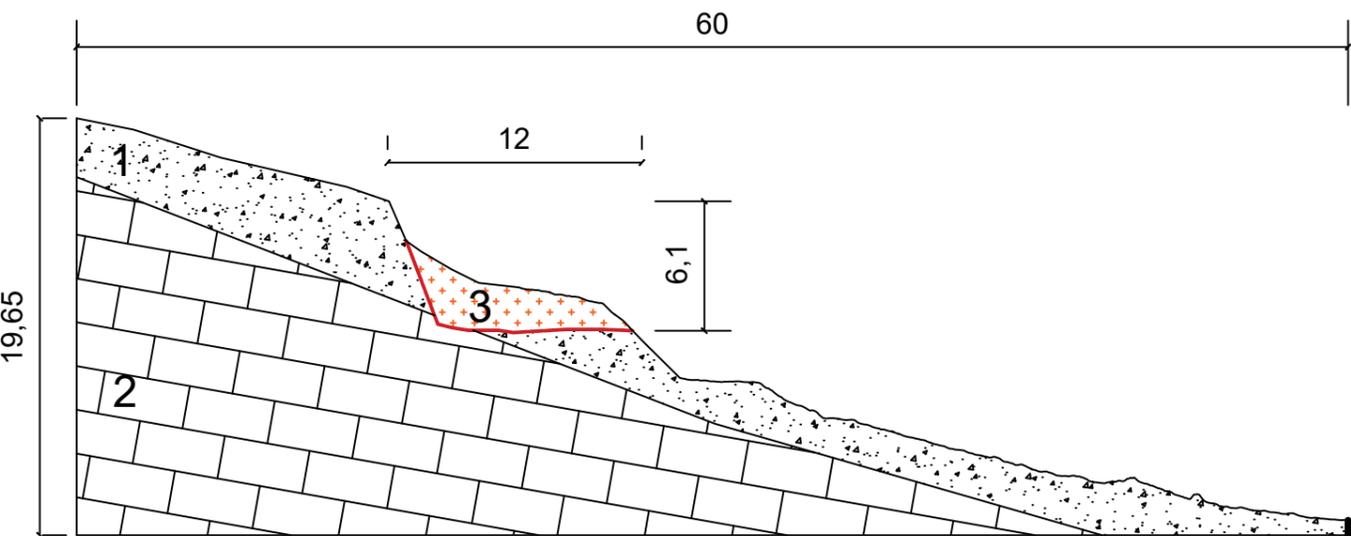
Consolidamento e Mitigazione del Rischio di Dissesto

SCALA -	FORMATO Varie
CODICE GEO_2_1_A	DATA 30/11/2023

Marzabotto - Via Brolo - Opera 2

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	30/11/2023	Prima Emissione	E.Q.	P.D.	

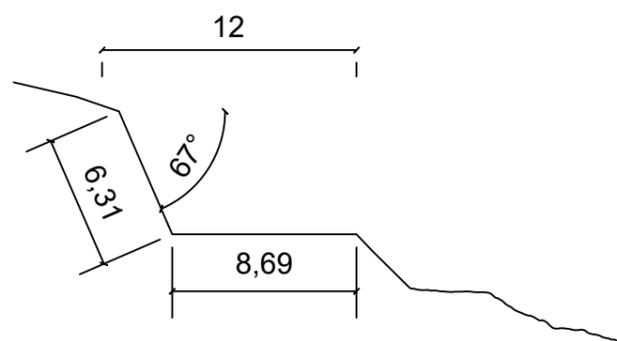
STATO DI FATTO



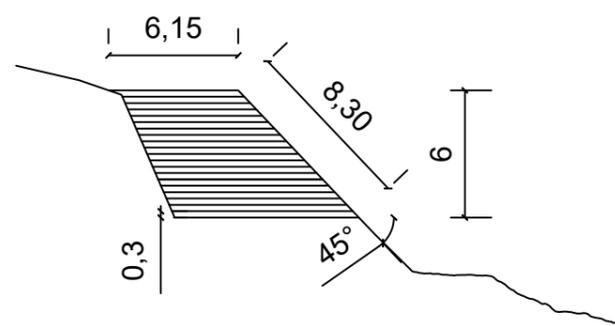
- 1: Detrito di versante
- 2: Formazione in posto
- 3: Deposito di frana



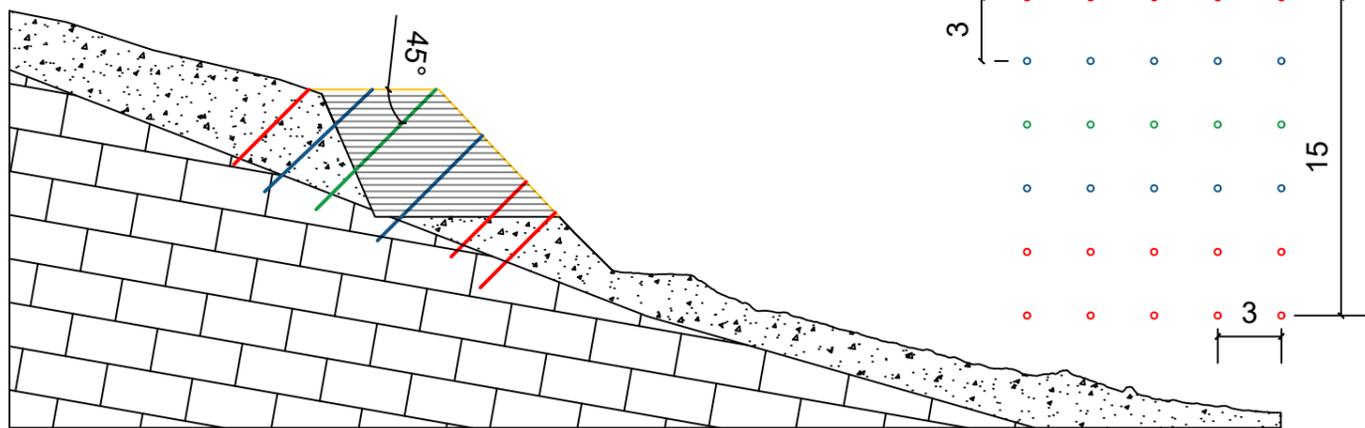
STATO DI PROGETTO - FASE 1



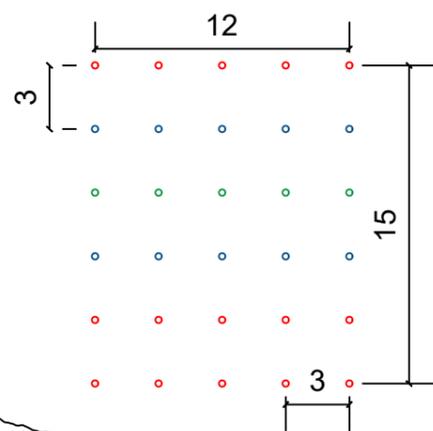
STATO DI PROGETTO - FASE 2



STATO DI PROGETTO - FASE 3

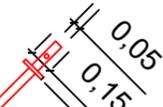


MAGLIA CHIODATURA



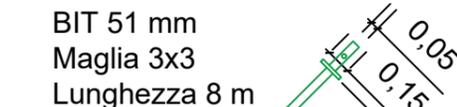
CHIEDO TIPO 1 SIRIVE

- BIT 51 mm
- Maglia 3x3
- Lunghezza 5 m



CHIEDO TIPO 3 SIRIVE

- BIT 51 mm
- Maglia 3x3
- Lunghezza 8 m



CHIEDO TIPO 2 SIRIVE

- BIT 51 mm
- Maglia 3x3
- Lunghezza 7 m



FASE 1:

- pulizia del versante da arbusti e piante
- rimozione del materiale in frana
- riprofilazione del versante

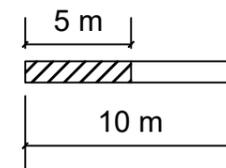
FASE 2:

- ricostruzione del versante con terreno proveniente da opera 1
- costipamento per strati di 30 cm
- scavo di fosso di guardia a monte dell'opera

FASE 3:

- posa di geotessuto in fibra di cocco
- posa rete a doppia torsione
- chiodatura come con Sirive tipo 1 tipo 2 e tipo 3
- posa funi in acciaio zincato

Le quote nel disegno esprimono metri



Ciclovia del Sole: tratto 3 attraversamento dei centri abitati di Crevalcore, San Giovanni in Persiceto, Sala Bolognese - tratto 4: Casalecchio - Marzabotto

PROGETTO DEFINITIVO



Coordinamento e integrazione delle prestazioni specialistiche:
arch. Enrico Guaitoli Panini

Il Responsabile Unico del Procedimento:
ing. Maurizio Martelli

Progettazione ciclabile e paesaggistica:
arch. Irene Esposito, paes. Giulia Mazzali, arch. Eleonora Vaccari, arch. Michela Gessani, dott. paes. Sara Martignoni, arch. Alberto Coppi

Supporto al RUP:
ing. Chiara Ferrari
arch. Federica Sodano
ing. Sara Destro
dott.ssa Silvia Mazza
arch. Giulia Maroni

Progettazione delle strutture:
prof. ing. Massimo Majowlecki, ing. Giovanni Berti, ing. Monica Mingozi, ing. Elisa Sammarco, ing. Mario Chinni

Geologia, Ambiente, Idraulica:
geol. Pierluigi Dallari, geol. Arianna Casarini, geol. Lisa Gasparini, geol. Emiliano Quadernari, ing. Yos Zorzi

Coordinamento della sicurezza:
ing. Fausto Gallarelo, ing. Roberto Perlangeli

Opera di consolidamento del versante e mitigazione del rischio di frana
Marzabotto - Via Brolo - Tavola 1 - Movimento Terra - Rafforzamento corticale
Frana per colata

SCALA GRAFICA	FORMATO
	A3
CODICE	DATA
GEO_2_1_A	30/11/2023

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	30/11/2023	Prima emissione	E.Q.	P.D.	





Comune di
Crevalcore



Comune di
San Giovanni in Persiceto



Comune di
Casalecchio di Reno



Comune di
Bologna



Comune di
Sasso Marconi



Comune di
Marzabotto

Ciclovia del Sole: tratto 3 attraversamento dei centri abitati di Crevalcore,
San Giovanni in Persiceto, Sala Bolognese -
tratto 4: Casalecchio - Marzabotto

CUP n° C61B21013060002

PROGETTO DEFINITIVO



Coordinamento e integrazione delle prestazioni specialistiche:

arch. Enrico Guaitoli Panini

Il Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Maurizio Martelli

Progettazione ciclabile e paesaggistica:

arch. Irene Esposito, paes. Giulia Mazzali, arch. Eleonora Vaccari,
arch. Michela Gessani, dott. paes. Sara Martignoni, arch. Alberto Coppi

Supporto al RUP:

ing. Chiara Ferrari
arch. Federica Sodano
ing. Sara Destro
dott.ssa Silvia Mazza
arch. Giulia Maroni

Progettazione delle strutture:

prof. ing. Massimo Majowiecki, ing. Giovanni Berti,
ing. Monica Mingozzi, ing. Elisa Sammarco, ing. Marco Chinni

Geologia, Ambiente, Idraulica:

geol. Pierluigi Dallari, geol. Arianna Casarini, geol. Lisa Gasparini,
geol. Emiliano Quadernari, ing. Yos Zorzi

Coordinamento della sicurezza:

ing. Fausto Gallarello, ing. Roberto Perlangeli

**Consolidamento e Mitigazione del Rischio di Dissesto
Verifiche di Progetto - Analisi di Stabilità di Versante
Marzabotto - Via Brolo - Opera 2**

SCALA -	FORMATO Varie
CODICE GEO_2_1_A	DATA 30/11/2023

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	30/11/2023	Prima Emissione	E.Q.	P.D.	

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: Verifica Opera 2.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Material: ROCCIA IN POSTO
Strength Type: Generalised Hoek-Brown
Unit Weight: 23 kN/m³
Unconfined Compressive Strength (intact): 50000 kPa
mb: 0.477966
s: 8.10625e-005
a: 0.51595
Water Surface: None

Material: DETRITO VERSANTE
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 4 kPa

Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: None

Material: RICOSTITUITO
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 10 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None

Support Properties

Support: RETE
RETE
Support Type: GeoTextile
Force Application: Active
Force Orientation: Parallel to Reinforcement
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 10 kN/m²
Pullout Strength Friction Angle: 40 degrees

Support: CHIODI
CHIODI
Support Type: Soil Nail
Force Application: Active
Out-of-Plane Spacing: 3 m
Tensile Capacity: 100 kN
Plate Capacity: 100 kN
Bond Strength: 50 kN/m

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.459520
Center: 2759.651, 1505.573
Radius: 23.720
Left Slip Surface Endpoint: 2740.136, 1492.091
Right Slip Surface Endpoint: 2761.275, 1481.909
Resisting Moment=19677.6 kN-m
Driving Moment=13482.2 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 1.415990
Center: 2759.651, 1505.573
Radius: 23.720
Left Slip Surface Endpoint: 2740.136, 1492.091
Right Slip Surface Endpoint: 2761.275, 1481.909
Resisting Horizontal Force=701.411 kN
Driving Horizontal Force=495.35 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 19286

Number of Invalid Surfaces: 9325
Error Codes:
Error Code -102 reported for 180 surfaces
Error Code -106 reported for 15 surfaces
Error Code -107 reported for 6957 surfaces
Error Code -108 reported for 215 surfaces
Error Code -1000 reported for 1958 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 17552
Number of Invalid Surfaces: 11059
Error Codes:
Error Code -102 reported for 180 surfaces
Error Code -106 reported for 15 surfaces
Error Code -107 reported for 6957 surfaces
Error Code -108 reported for 1909 surfaces
Error Code -111 reported for 40 surfaces
Error Code -1000 reported for 1958 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

-102 = Two surface / slope intersections,
but resulting arc is actually outside soil region.

-106 = Average slice width is less than
 $0.0001 * (\text{maximum horizontal extent of soil region})$.
This limitation is imposed to avoid numerical errors
which may result from too many slices, or too
small a slip region.

-107 = Total driving moment or
total driving force is negative. This will occur
if the wrong failure direction is specified,
or if high external or anchor loads are applied
against the failure direction.

-108 = Total driving moment
or total driving force < 0.1 . This is to
limit the calculation of extremely high safety
factors if the driving force is very small
(0.1 is an arbitrary number).

-111 = safety factor equation did not converge

-1000 = No valid slip surfaces are generated
at a grid center. Unable to draw a surface.

List of All Coordinates

Search Grid

2750.174	1503.678
2797.562	1503.678
2797.562	1551.066
2750.174	1551.066

Material Boundary

2741.316	1491.917
2743.779	1486.243
2743.920	1485.917
2744.622	1485.917
2752.613	1485.917

Material Boundary

2726.668	1492.853
2743.779	1486.243

Material Boundary

2744.622	1485.917
2756.796	1481.215
2775.052	1475.968
2786.668	1473.628

External Boundary

2726.668	1466.669
2786.668	1466.669
2786.668	1473.628
2786.668	1476.669
2775.373	1478.464
2762.006	1481.474
2758.931	1483.306
2755.472	1483.306
2755.130	1483.382
2752.613	1485.917
2746.921	1491.917
2741.316	1491.917
2740.798	1491.917
2726.668	1495.621
2726.668	1492.853

Support

2740.798	1491.917
2746.921	1491.917

Support

2752.613	1485.917
2746.921	1491.917

Support

2740.798	1491.917
2737.262	1488.382

Support

2743.798	1491.917
2739.484	1487.382

Support

2746.798	1491.917
2741.815	1486.450

Support

2748.901	1489.831
----------	----------

2744.593 1485.381

Support

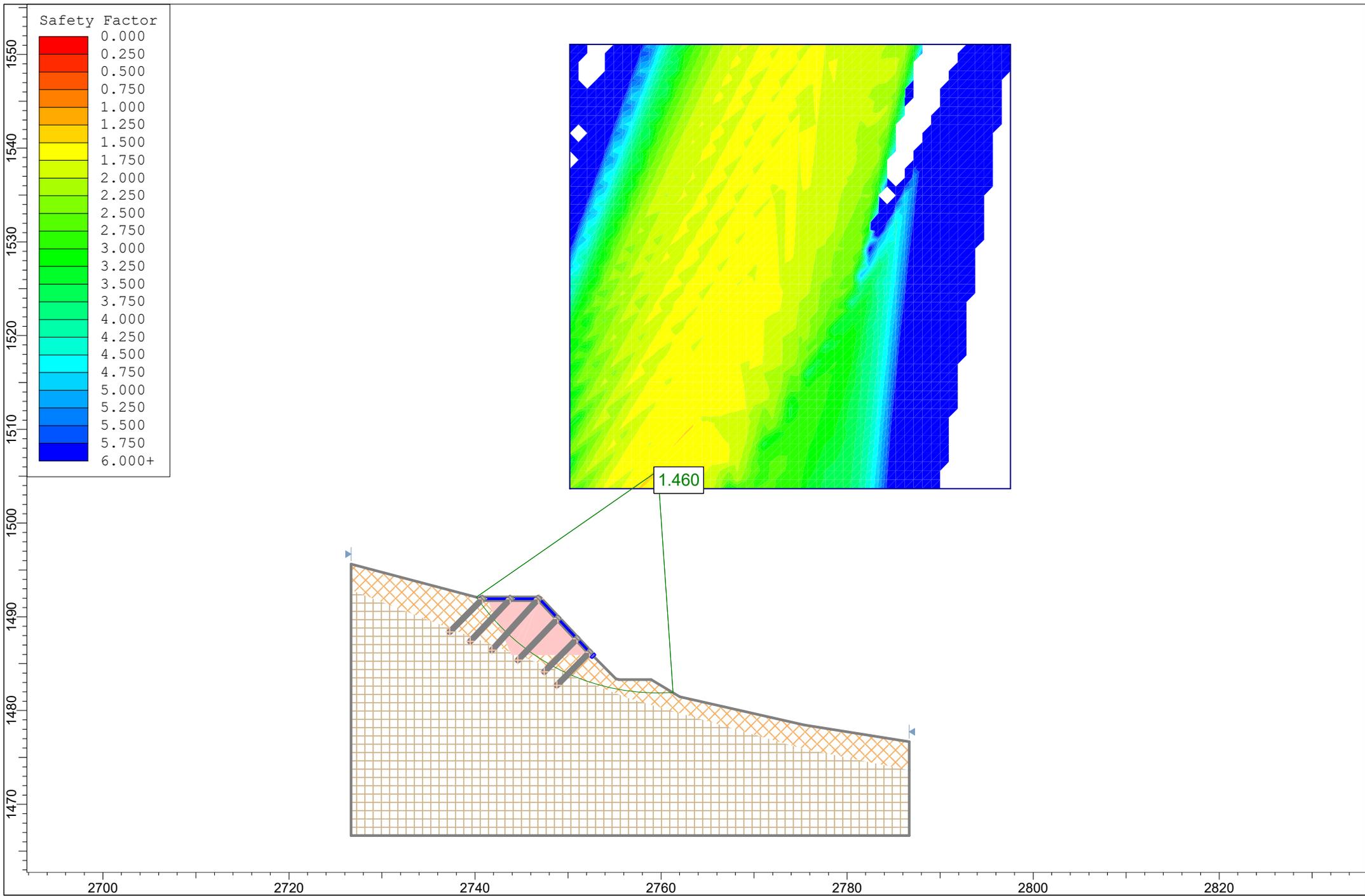
2750.965 1487.654

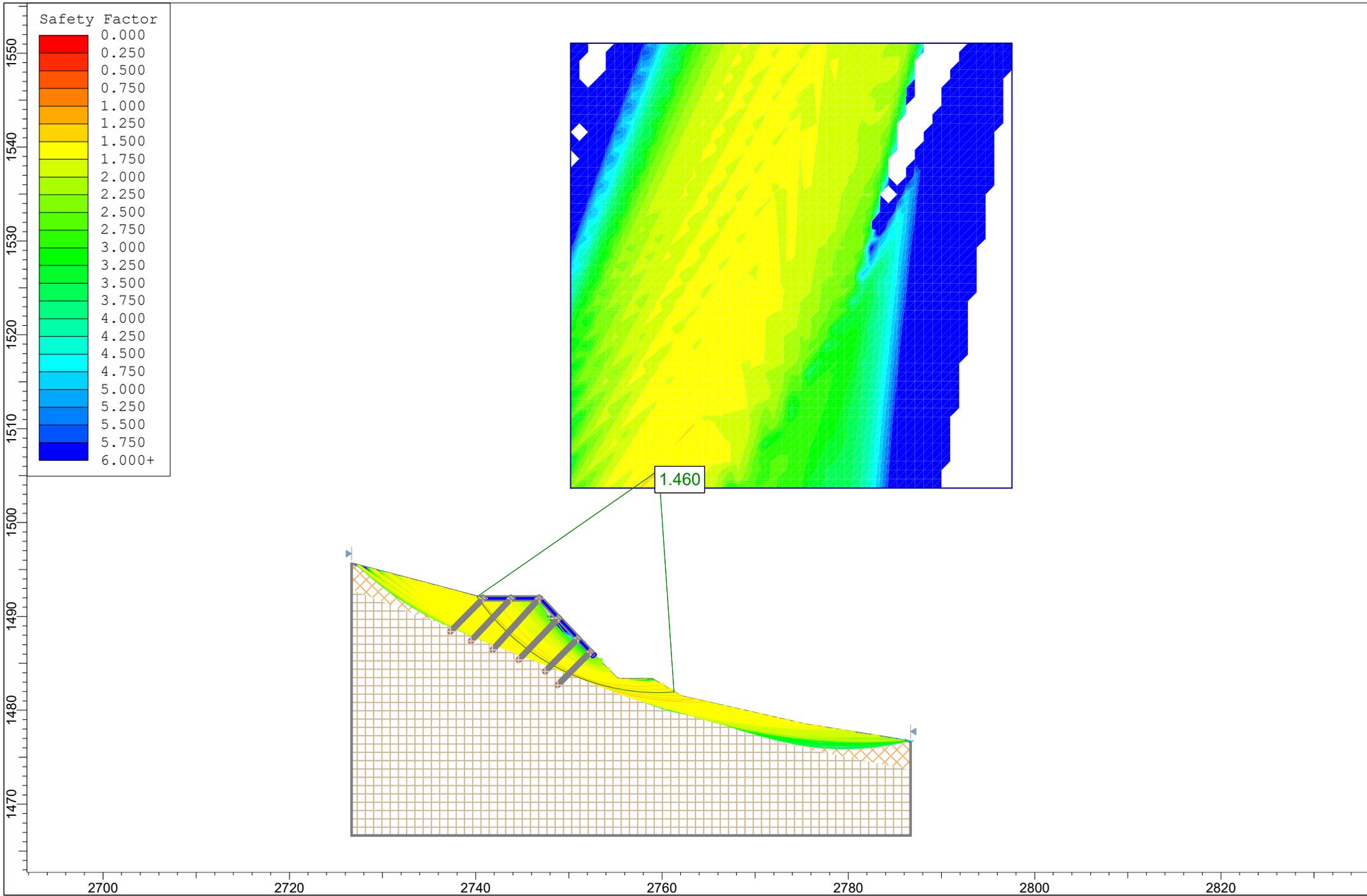
2747.430 1484.119

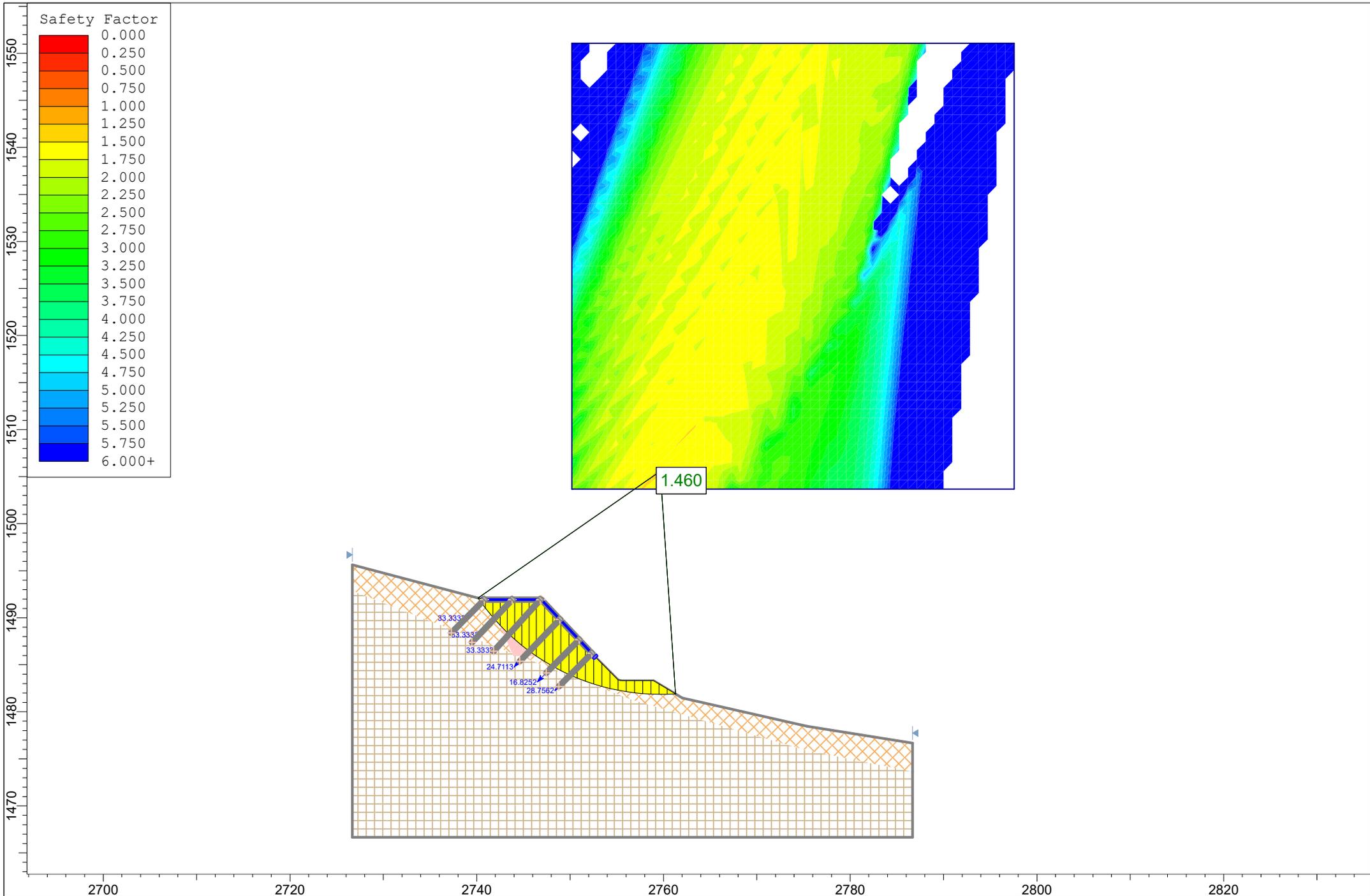
Support

2752.327 1486.219

2748.791 1482.683









Comune di
Crevalcore



Comune di
San Giovanni in Persiceto



Comune di
Casalecchio di Reno



Comune di
Bologna



Comune di
Sasso Marconi



Comune di
Marzabotto

Ciclovia del Sole: tratto 3 attraversamento dei centri abitati di Crevalcore,
San Giovanni in Persiceto, Sala Bolognese -
tratto 4: Casalecchio - Marzabotto

CUP n° C61B21013060002

PROGETTO DEFINITIVO



Coordinamento e integrazione delle prestazioni specialistiche:

arch. Enrico Guaitoli Panini

Il Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Maurizio Martelli

Progettazione ciclabile e paesaggistica:

arch. Irene Esposito, paes. Giulia Mazzali, arch. Eleonora Vaccari,
arch. Michela Gessani, dott. paes. Sara Martignoni, arch. Alberto Coppi

Supporto al RUP:

ing. Chiara Ferrari
arch. Federica Sodano
ing. Sara Destro
dott.ssa Silvia Mazza
arch. Giulia Maroni

Progettazione delle strutture:

prof. ing. Massimo Majowiecki, ing. Giovanni Berti,
ing. Monica Mingozzi, ing. Elisa Sammarco, ing. Marco Chinni

Geologia, Ambiente, Idraulica:

geol. Pierluigi Dallari, geol. Arianna Casarini, geol. Lisa Gasparini,
geol. Emiliano Quadernari, ing. Yos Zorzi

Coordinamento della sicurezza:

ing. Fausto Gallarello, ing. Roberto Perlangeli

Consolidamento e Mitigazione del Rischio di Dissesto

SINTESI NON TECNICA

Marzabotto - Via Brolo - Opera 2

SCALA -	FORMATO Varie
CODICE GEO_2_1_A	DATA 30/11/2023

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	30/11/2023	Prima Emissione	E.Q.	P.D.	E. Guaitoli Panini

Sommario

1. Premessa	2
1.1 Riferimenti normativi	2
2. Inserimento opera	3
3. Caratteristiche opere in progetto	4
3.1 Fase 1 – Movimento Terra	4
3.2 Fase 2 – Rafforzamento Corticale	4
4. Verifica opere in progetto	5
4.1. Verifica di stabilità di versante	5

1. Premessa

Il presente elaborato illustra le caratteristiche del progetto GEO_3_1_A o Opera 3 inerente la messa in sicurezza attraverso consolidamento di versante di una porzione di Via Brolo attualmente interessata dalla presenza di un deposito franoso.

Il presente elaborato andrà ad illustrare le caratteristiche previste in sede di progettazione definitiva e sintetizzerà i principali aspetti del progetto e gli elementi migliorativi rispetto alla sicurezza del tratto di ciclovía interessato.

1.1 Riferimenti normativi

Il presente studio è stato condotto secondo la seguente Normativa Tecnica e documentazione di riferimento:

- **OPCM 3274/2003** - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- **D.M. 17.01.2018** - Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
- **Circolare 21 gennaio 2019 n. 7/C.S.LL.PP.** - Circolare esplicativa delle NTC 2018;
- **D.G.R. 476/2021**– Aggiornamento dell'“Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)” di cui alla deliberazione della Giunta regionale 29 aprile 2019 n. 630.

3. Caratteristiche opere in progetto

Per l'opera in progetto è prevista la realizzazione in numero 2 fasi di lavorazione principale, il primo intervento sarà quello di disboscamento della vegetazione ad alto e basso fusto interferente con l'opera a cui seguirà il ripristino morfologico del versante secondo le caratteristiche di progetto. La seconda fase invece vedrà la realizzazione di un'opera di rafforzamento corticale con l'utilizzo di ancoraggi di tipo Sirive e la posa in opera di geocomposito in fibra di cocco, rete doppia torsione e funi in acciaio.

3.1 Fase 1 – Movimento Terra

Nella prima fase di esecuzione dell'opera sarà necessaria la rimozione della vegetazione arbustiva per un'area complessiva pari a circa 300 m². L'area di disboscamento è rappresentata dal poligono arancione presente in figura 1. In questa prima fase dovranno intervenire, per ragioni di sicurezza, operatori qualificati come rocciatori per eseguire tutte le operazioni di esbosco.

La riprofilazione del versante è resa necessaria dalla presenza di un deposito di frana per colata veloce. Il ripristino morfologico è da attuarsi attraverso la rimozione di terreno, per un volume pari 300 m³, e la realizzazione di una struttura a singolo gradone di forma trapezoidale in sezione che si adagi sul versante naturale leggermente ripulito e riprofilato in modo da ospitarlo. La ricostruzione del versante dovrà avvenire attraverso l'utilizzo delle terre provenienti dagli scavi di sbancamento dell'opera 2 e da quanto in rimanenza derivante dagli sbanchi dell'Opera 1. Il materiale di rinterreo dovrà essere costipato ogni 30 cm e in modo che il volume di escavato si riduca di un fattore pari a 0.4.

Lo scopo del ripristino morfologico del versante è duplice: da un lato risulta necessario per rimuovere il materiale in frana è necessario costituire un tamponamento agli strati di materiale naturale in modo tale da impedire la retrogressione del fenomeno o un aggravamento dello stesso.

Le tavole di progetto riportano i disegni e le quote dei dettagli di progetto.

3.2 Fase 2 – Rafforzamento Corticale

Nella seconda fase di realizzazione dell'opera, al fine di riuscire a fornire ai materiali posizionati e costipati alla fase 1 ulteriore capacità di contenimento.

Per l'opera si è valutato l'utilizzo di una maglia di ancoraggio 3x3 meglio il materiale ricostituito e costipato nella fase 1. Il tipo di ancoraggio stimato è il Sirive Autoperforante e tutte le chiodature sono previste di lunghezza

- Sirive Tipo 1 lunghezza pari a 5 metri
- Sirive Tipo 2 lunghezza pari a 7 metri
- Sirive Tipo 3 lunghezza pari a 8 metri

Tutte le chiodature sono previste con inserimento a 45° dal profilo orizzontale, questo per garantire maggiore resistenza all'opera. A ciascun chiodo Sirive dovrà essere applicata una piastra d'acciaio da 15 cm che permetta di trattenere in sede la rete sottostante.

Per quanto concerne le reti si è optato per reti a doppia torsione a maglia esagonale con rivestimento in zinco alluminio, la maglia di progetto è la 8x10 con un diametro di filo pari a 3 mm. In accoppiamento alle reti è prevista l'installazione di geocomposito con funzione consolidante tipo fibra di cocco.

4. Verifica opere in progetto

4.1. Verifica di stabilità di versante

L'analisi di stabilità di versante è stata eseguita con l'approccio LEM o dell'Equilibrio Limite ed è stata condotta con particolare attenzione per la porzione terminale del versante ossia quella che il progetto intende venga riprofilata. L'analisi è stata eseguita attraverso il software Slide di RocScience.

La modellazione geotecnica deriva dalle indagini eseguite nei pressi del sito oggetto di analisi. Di seguito si propongono i parametri in ingresso alla verifica.

Material Properties

Material: ROCCIA IN POSTO

Strength Type: Generalised Hoek-Brown

Unit Weight: 23 kN/m³

Unconfined Compressive Strength (intact): 50000 kPa

mb: 0.477966

s: 8.10625e-005

a: 0.51595

Water Surface: None

L'analisi è stata condotta nelle sole condizioni non drenate dal momento che si è prevista la rimozione del deposito e che la roccia in posto non appare in grado di costituire condizioni di quel tipo. Per l'analisi si è diviso il valore dei parametri geotecnici di 1.25 come previsto da normativa.

Material: DETRITO VERSANTE

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 4 kPa

L'analisi condotta ha modellato anche la presenza delle opere di consolidamento così come disegnate in progetto, si osserva dunque il contributo di resistenza fornito dalle chiodature e dalla rete di rinforzo corticale.

L'analisi può ritenersi superata poiché il fattore di sicurezza è pari a F.S. = 1.460.

Friction Angle: 27.5 degrees

Water Surface: None

Material: RICOSTITUITO

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 10 kPa

Friction Angle: 30 degrees

Water Surface: None