



Regione Lombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

STUDIO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

UNIONE DEI COMUNI RIVIERA DEL BREGAGNO -PROVINCIA DI COMO-

Analisi delle aree in dissesto (Ambiti Fa del P.A.I.)

ELABORATO DI VERIFICA

Recepimento osservazioni Regione Lombardia
Protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

IL TECNICO INCARICATO:

Geo.Te.Am.

**Studio di Geologia Tecnica
ed Ambientale**

*Dott. Geol. Depoli Claudio
Dott. Geol. Adamoli Cristian*

Via Villatico 11 - 23823 Colico (Lc)

☎ +39 0341 933011

www.studiogeoteam.com

✉ tecnico@studiogeoteam.com

IL SINDACO:

IL SEGRETARIO:

DATA:

Settembre 2010
Agg. Marzo 2011

ALL.:

B

TAV.:

<u>1</u>	<u>ALLEGATO TECNICO – SETTORE A OVEST DELLA CAVA ALTA: SIMULAZIONE CADUTA MASSI (ROCKFALL)</u>	<u>2</u>
1.1	RILIEVI GEOMECCANICI SETTORE OVEST CAVA ALTA	2
1.1.1	Foto ammasso roccioso	7
1.2	ELABORAZIONI	8
1.2.1	sezione S1	8
1.2.2	Sezione S2	14
1.2.3	Sezione S3	20
<u>2</u>	<u>ALLEGATO TECNICO-SETTORE CAVE: STABILITÀ SCARPATE IN ROCCIA (SWEDGE)</u>	<u>25</u>
2.1	UBICAZIONE	25
2.2	CAVA ALTA - RGM A	25
2.2.1	Sito A Combinazione K2-K4	26
2.3	CAVA ALTA - RGM B	28
2.3.1	Sito B - Combinazione K1-K2	29
2.3.2	Sito B - Combinazione K1-K4	31
2.3.3	Sito B - Combinazione K2-K4	34
2.4	CAVA ALTA RGM C	36
2.4.1	Sito C1	37
2.4.2	Sito C2 - Combinazione K1-K3	37
2.5	CAVA BASSA RGM D	39
2.5.1	Sito D1 - Combinazione K1-K3	40
2.5.2	Sito D1 - Combinazione K1-K4	42
2.5.3	Sito D1 - Combinazione K1-K5	45
2.5.4	Sito D1 - Combinazione K4-K5	47
2.5.5	Sito D2 - Combinazione K1-K3	50
2.5.6	Sito D2 - Combinazione K3-K4	52
2.5.7	Sito D2 - Combinazione K3-K5	55
<u>3</u>	<u>ALLEGATO TECNICO- AREA IN DISSESTO DA SCIVOLAMENTO</u>	<u>58</u>
3.1	PENDIO INDEFINITO	58
3.2	VERIFICHE DI STABILITÀ	61
3.2.1	Ubicazione sezioni	61
3.2.2	Riferimenti teorici	61
3.2.3	Sezione 1	66
3.2.4	Sezione 2	70
3.2.5	Sezione 3	74

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

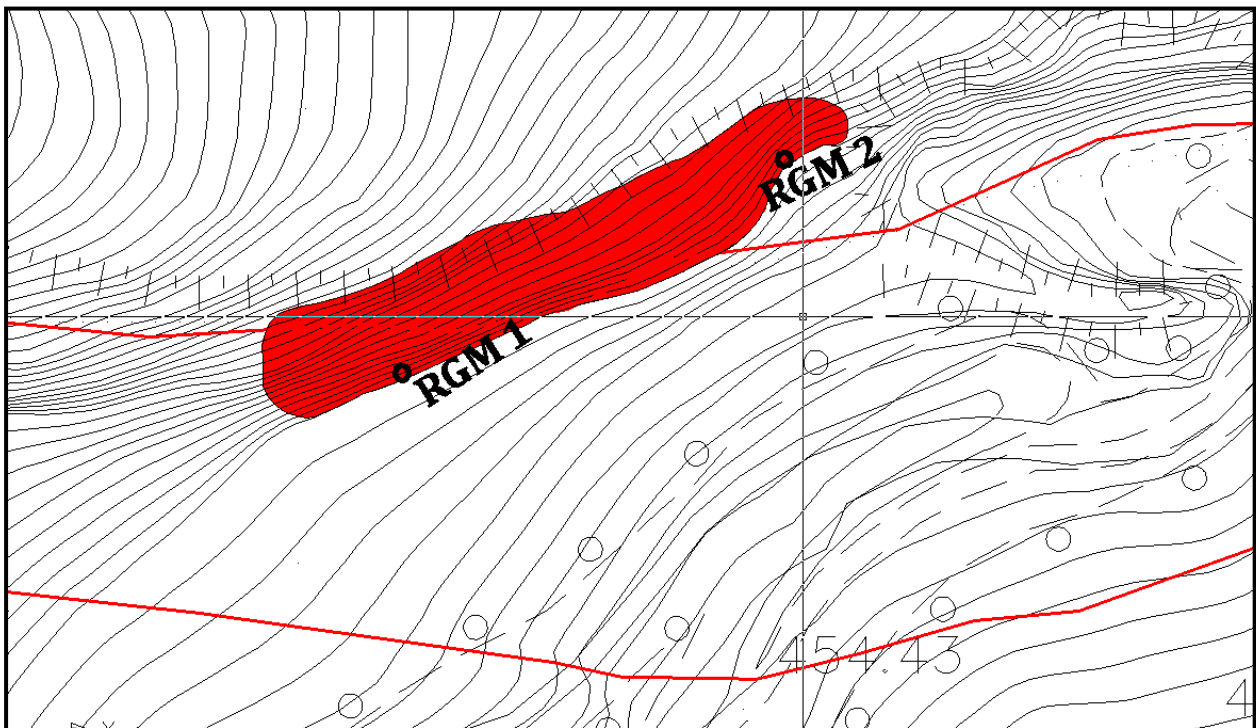
ELABORATO DI VERIFICA

1 ALLEGATO TECNICO – SETTORE A OVEST DELLA CAVA ALTA: SIMULAZIONE CADUTA MASSI (ROCKFALL)

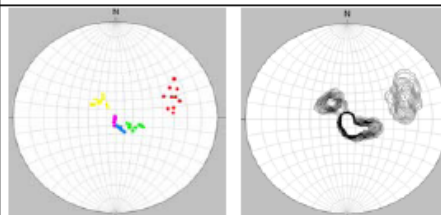
1.1 RILIEVI GEOMECCANICI SETTORE OVEST CAVA ALTA

I rilievi sono stati condotti alla base della parete rocciosa nell' area, segnata in rosso, in cui i sopralluoghi hanno segnalato la presenza di evidenze da crollo.

La zona risulta essere omogenea dal punto di vista delle caratteristiche strutturali, geomeccaniche e di acclività.



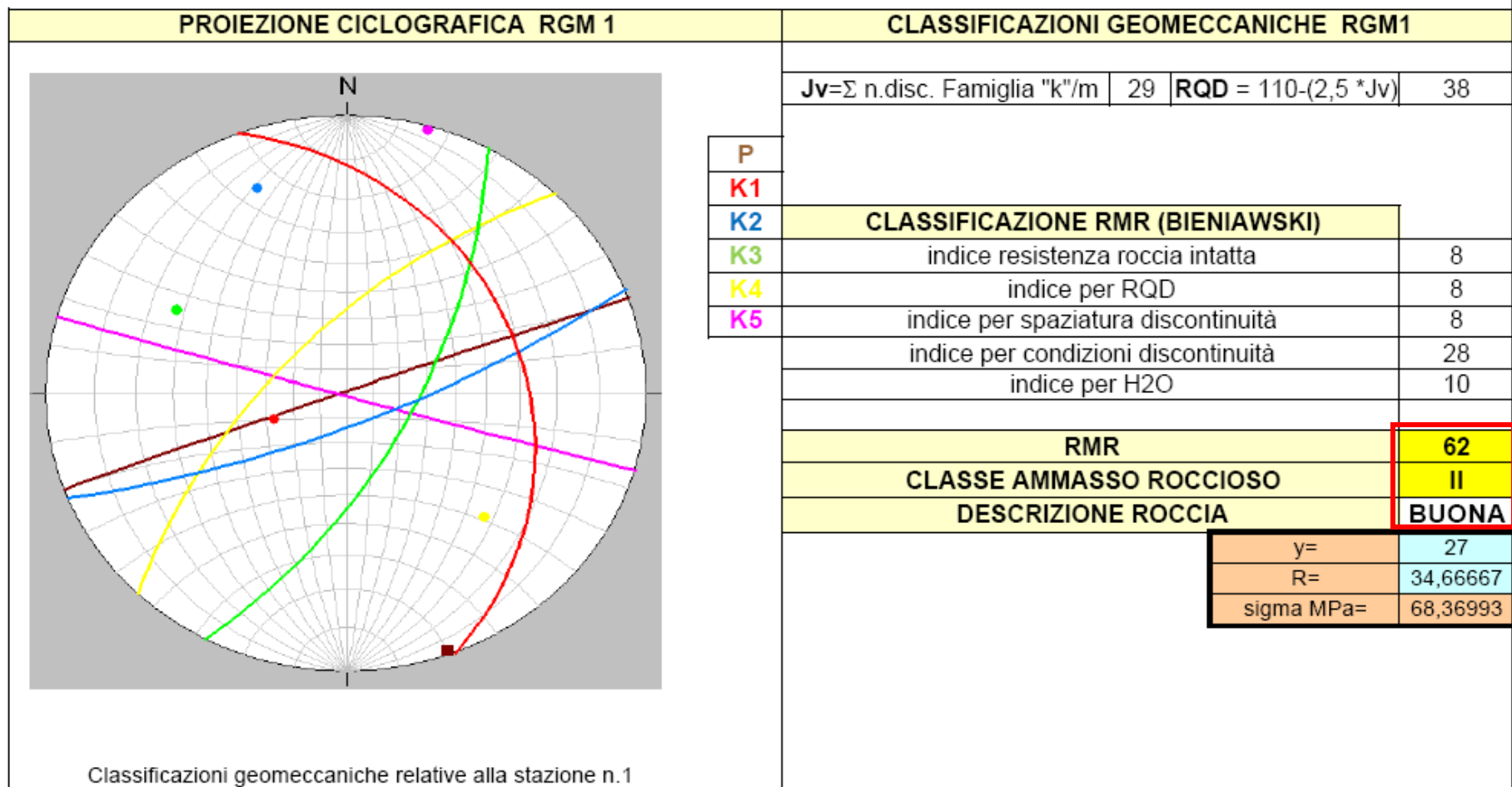
SCHEDA DI SINTESI RGM1											
LOCALIZZAZIONE		AFFIORAMENTO									
Stazione:	1	DIMENSIONI		Lunghezza:	110 m	Altezza	50 m	Area:	5500m ²		
Località:	Musso										
Quota:	525 m s.l.m.										
LITOTIPO											
FORMAZIONE		MARMI									
DESCRIZIONE GEOLOGICA		Marmi a grana media-fine grigio chiaro-bianchi									
RESISTENZA A COMP.MONOASSIALE MATERIALE ROCCIA Mpa (Miller)				68,37							
DISCONTINUITA'											
Famiglia	Orientazione	Spaziatura	Persistenza	Apertura	Profilo	Alterazione	Riempimento	Condizioni	JRC da		
set	imm.°/incl.°	m	%	mm	-	-	-	idrauliche giunti	pettine Barton		
K1	069/29	0,150	90	1	planare	WD2	assente	umido	7		
K2	158/77	0,100	60	2	planare	WD2	assente	umido	7		
K3	118/65	0,150	40	2	planare	WD2	assente	umido	5		
K4	314/65	0,300	40	chiusa	planare	WD2	assente	umido	7		
K5	196/89	0,400	50	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5		
AMMASSO ROCCIOSO											
CLASSE		R1 (ammasso roccioso massiccio)									
ALTERAZIONE AR		W2 (leggermente alterato)									
VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (cm ³)				min	100						
				med	4000						
				max	6000						
Scheda di sintesi del rilievo geomeccanico relativo alla stazione RGM1											



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

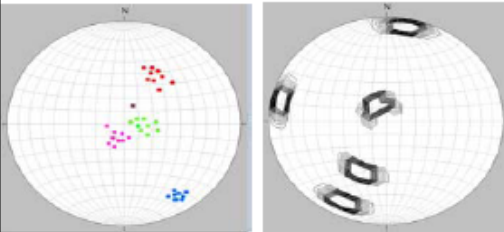
ELABORATO DI VERIFICA



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

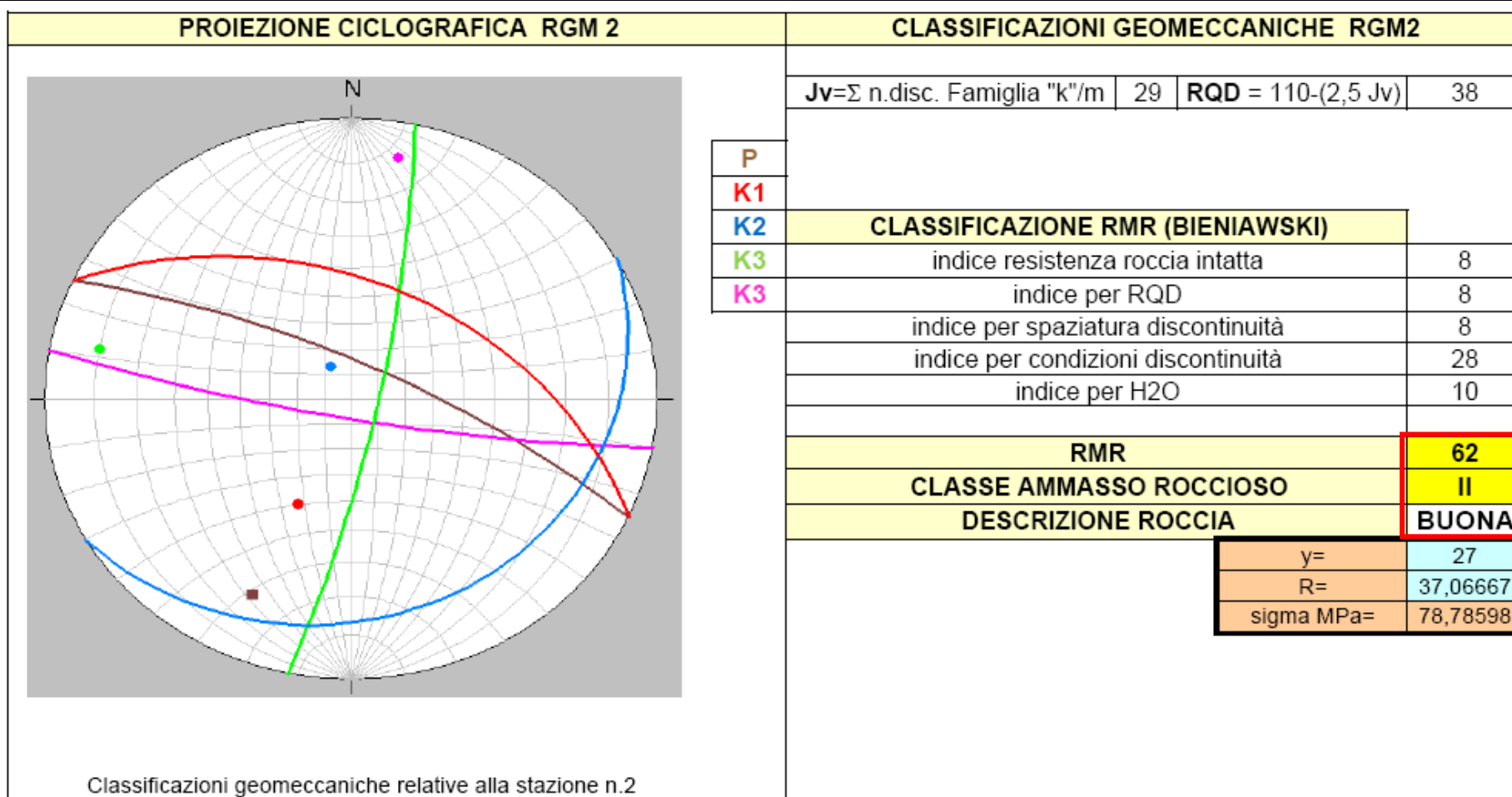
ELABORATO DI VERIFICA

SCHEDA DI SINTESI RGM2									
LOCALIZZAZIONE		AFFIORAMENTO							
Stazione:	2	DIMENSIONI		Lunghezza:	110 m	Altezza	50 m	Area:	5500m ²
Località:	Musso								
Quota:	520 m s.l.m.								
LITOTIPO									
FORMAZIONE		MARMI							
DESCRIZIONE GEOLOGICA		Marmi a grana media-fine grigio chiaro-bianchi							
RESISTENZA A COMP.MONOASSIALE MATERIALE ROCCIA Mpa (Miller)		78,79							
DISCONTINUITA'									
Famiglia	Orientazione	Spaziatura	Persistenza	Apertura	Profilo	Alterazione	Riempimento	Condizioni	JRC da
set	imm.°/incl.°	m	%	mm	-	-	-	idrauliche giunti	pettine Barton
K1	025/45	0,100	100	1	planare	WD2	assente	umido	5
K2	150/15	0,400	30	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5
K3	102/80	0,100	70	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5
K4	190/82	0,100	50	chiusa	ondulata	WD2	assente	umido	11
AMMASSO ROCCIOSO									
CLASSE		R1 (ammasso roccioso massiccio)							
ALTERAZIONE AR		W2 (leggermente alterato)							
VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (cm ³)				min	90				
				med	3700				
				max	5500				
									
Scheda di sintesi del rilievo geomeccanico relativo alla stazione RGM2									

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

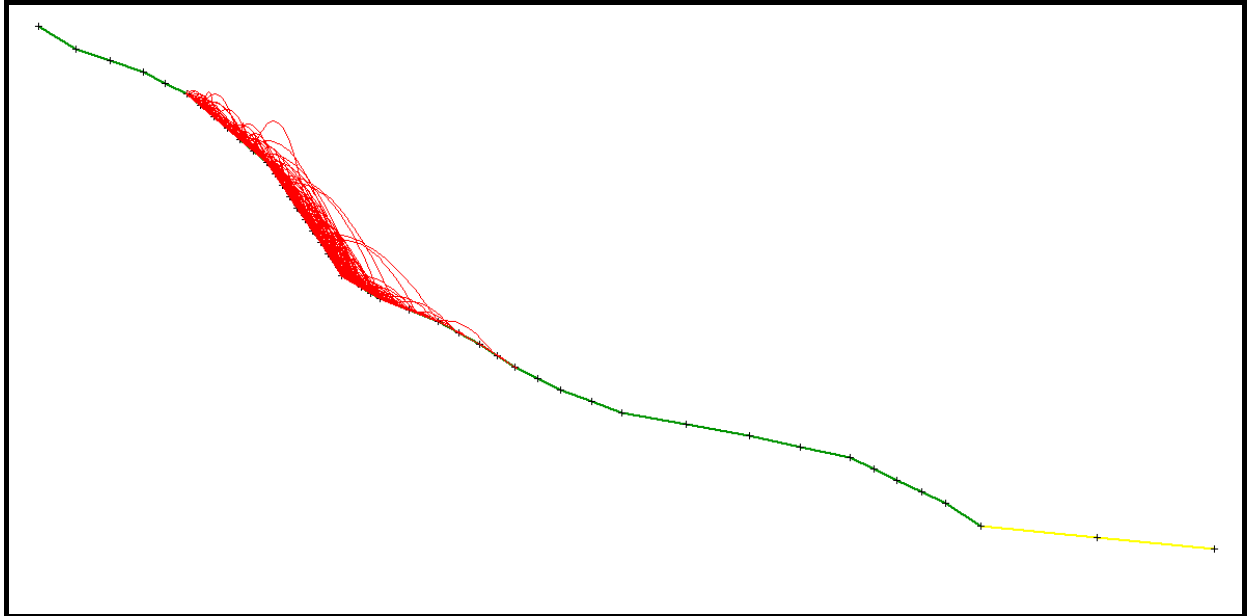
1.1.1 Foto ammasso roccioso



1.2 ELABORAZIONI

Nel presente elaborato sono contenute le elaborazioni di verifica per l'area in studio, in particolare sono state condotte simulazioni di caduta massi lungo 3 traiettorie tramite programma di calcolo monodimensionale (*Rockfall* della piattaforma Rocscience); sono inoltre state condotte verifiche di stabilità del pendio lungo 3 sezioni rappresentative, valutandone la stabilità globale.

1.2.1 sezione S1



Document Name

Verifiche_S1

Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Random

Slope

Segment 1, Material: Asphalt [default]

Start Point: X mean=268.498 std dev=0 Y mean=167.536 std dev=0

End Point: X mean=258.226 std dev=0 Y mean=168.536 std dev=0

Segment 2, Material: Asphalt [default]

Start Point: X mean=258.226 std dev=0 Y mean=168.536 std dev=0

End Point: X mean=247.954 std dev=0 Y mean=169.536 std dev=0

Segment 3, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=247.954 std dev=0 Y mean=169.536 std dev=0

End Point: X mean=244.889 std dev=0 Y mean=171.536 std dev=0

Segment 4, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=244.889 std dev=0 Y mean=171.536 std dev=0

End Point: X mean=242.737 std dev=0 Y mean=172.536 std dev=0

Segment 5, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=242.737 std dev=0 Y mean=172.536 std dev=0

End Point: X mean=240.586 std dev=0 Y mean=173.536 std dev=0

Segment 6, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=240.586 std dev=0 Y mean=173.536 std dev=0

End Point: X mean=238.534 std dev=0 Y mean=174.536 std dev=0

Segment 7, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=238.534 std dev=0 Y mean=174.536 std dev=0

End Point: X mean=236.482 std dev=0 Y mean=175.536 std dev=0

Segment 8, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=236.482 std dev=0 Y mean=175.536 std dev=0

End Point: X mean=232.033 std dev=0 Y mean=176.536 std dev=0

Segment 9, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=232.033 std dev=0 Y mean=176.536 std dev=0

End Point: X mean=227.583 std dev=0 Y mean=177.536 std dev=0

Segment 10, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=227.583 std dev=0 Y mean=177.536 std dev=0

End Point: X mean=221.962 std dev=0 Y mean=178.536 std dev=0

Segment 11, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=221.962 std dev=0 Y mean=178.536 std dev=0

End Point: X mean=216.34 std dev=0 Y mean=179.536 std dev=0

Segment 12, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=216.34 std dev=0 Y mean=179.536 std dev=0

End Point: X mean=213.649 std dev=0 Y mean=180.536 std dev=0

Segment 13, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=213.649 std dev=0 Y mean=180.536 std dev=0

End Point: X mean=210.958 std dev=0 Y mean=181.536 std dev=0

Segment 14, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=210.958 std dev=0 Y mean=181.536 std dev=0

End Point: X mean=208.928 std dev=0 Y mean=182.536 std dev=0

Segment 15, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=208.928 std dev=0 Y mean=182.536 std dev=0

End Point: X mean=206.898 std dev=0 Y mean=183.536 std dev=0

Segment 16, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=206.898 std dev=0 Y mean=183.536 std dev=0

End Point: X mean=205.362 std dev=0 Y mean=184.536 std dev=0

Segment 17, Material: Bedrock outcrops [default]

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Start Point: X mean=205.362 std dev=0 Y mean=184.536 std dev=0
End Point: X mean=203.826 std dev=0 Y mean=185.536 std dev=0

Segment 18, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=203.826 std dev=0 Y mean=185.536 std dev=0
End Point: X mean=201.999 std dev=0 Y mean=186.536 std dev=0

Segment 19, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=201.999 std dev=0 Y mean=186.536 std dev=0
End Point: X mean=200.172 std dev=0 Y mean=187.536 std dev=0

Segment 20, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=200.172 std dev=0 Y mean=187.536 std dev=0
End Point: X mean=197.614 std dev=0 Y mean=188.536 std dev=0

Segment 21, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=197.614 std dev=0 Y mean=188.536 std dev=0
End Point: X mean=195.055 std dev=0 Y mean=189.536 std dev=0

Segment 22, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=195.055 std dev=0 Y mean=189.536 std dev=0
End Point: X mean=194.211 std dev=0 Y mean=190.036 std dev=0

Segment 23, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=194.211 std dev=0 Y mean=190.036 std dev=0
End Point: X mean=193.367 std dev=0 Y mean=190.536 std dev=0

Segment 24, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=193.367 std dev=0 Y mean=190.536 std dev=0
End Point: X mean=191.678 std dev=0 Y mean=191.536 std dev=0

Segment 25, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=191.678 std dev=0 Y mean=191.536 std dev=0
End Point: X mean=190.459 std dev=0 Y mean=193.536 std dev=0

Segment 26, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=190.459 std dev=0 Y mean=193.536 std dev=0
End Point: X mean=189.777 std dev=0 Y mean=194.536 std dev=0

Segment 27, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=189.777 std dev=0 Y mean=194.536 std dev=0
End Point: X mean=189.094 std dev=0 Y mean=195.536 std dev=0

Segment 28, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=189.094 std dev=0 Y mean=195.536 std dev=0
End Point: X mean=188.418 std dev=0 Y mean=196.536 std dev=0

Segment 29, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=188.418 std dev=0 Y mean=196.536 std dev=0
End Point: X mean=187.743 std dev=0 Y mean=197.536 std dev=0

Segment 30, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=187.743 std dev=0 Y mean=197.536 std dev=0
End Point: X mean=187.078 std dev=0 Y mean=198.536 std dev=0

Segment 31, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=187.078 std dev=0 Y mean=198.536 std dev=0

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

End Point: X mean=186.412 std dev=0 Y mean=199.536 std dev=0

Segment 32, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=186.412 std dev=0 Y mean=199.536 std dev=0

End Point: X mean=185.752 std dev=0 Y mean=200.536 std dev=0

Segment 33, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=185.752 std dev=0 Y mean=200.536 std dev=0

End Point: X mean=185.091 std dev=0 Y mean=201.536 std dev=0

Segment 34, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=185.091 std dev=0 Y mean=201.536 std dev=0

End Point: X mean=183.909 std dev=0 Y mean=202.536 std dev=0

Segment 35, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=183.909 std dev=0 Y mean=202.536 std dev=0

End Point: X mean=182.726 std dev=0 Y mean=203.536 std dev=0

Segment 36, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=182.726 std dev=0 Y mean=203.536 std dev=0

End Point: X mean=181.544 std dev=0 Y mean=204.536 std dev=0

Segment 37, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=181.544 std dev=0 Y mean=204.536 std dev=0

End Point: X mean=180.362 std dev=0 Y mean=205.536 std dev=0

Segment 38, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=180.362 std dev=0 Y mean=205.536 std dev=0

End Point: X mean=179.202 std dev=0 Y mean=206.536 std dev=0

Segment 39, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=179.202 std dev=0 Y mean=206.536 std dev=0

End Point: X mean=178.042 std dev=0 Y mean=207.536 std dev=0

Segment 40, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=178.042 std dev=0 Y mean=207.536 std dev=0

End Point: X mean=176.099 std dev=0 Y mean=208.536 std dev=0

Segment 41, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=176.099 std dev=0 Y mean=208.536 std dev=0

End Point: X mean=174.156 std dev=0 Y mean=209.536 std dev=0

Segment 42, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=174.156 std dev=0 Y mean=209.536 std dev=0

End Point: X mean=171.213 std dev=0 Y mean=210.536 std dev=0

Segment 43, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=171.213 std dev=0 Y mean=210.536 std dev=0

End Point: X mean=168.271 std dev=0 Y mean=211.536 std dev=0

Segment 44, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=168.271 std dev=0 Y mean=211.536 std dev=0

End Point: X mean=164.97 std dev=0 Y mean=213.536 std dev=0

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Material name: Asphalt [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

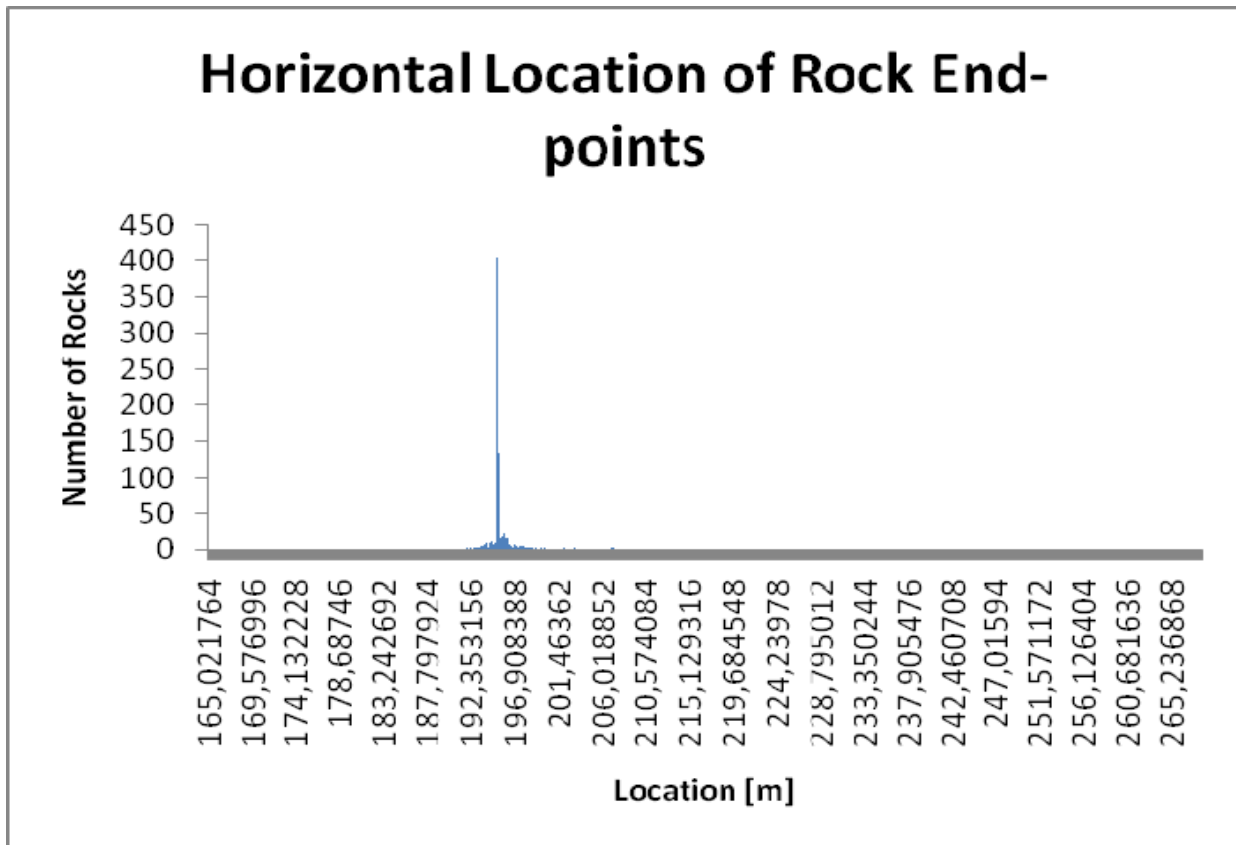
Material name: Bedrock outcrops [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.45 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=2

Seeders

Line Seeder

Horizontal Velocity: mean=0.1, std dev=2
Vertical Velocity: mean=0.1, std dev=2
Mass: mean=10, std dev=2
Angular Velocity: mean=3, std dev=2
Location (Vertex 1): 191.678, 191.536
Location (Vertex 2): 190.459, 193.536
Location (Vertex 3): 189.777, 194.536
Location (Vertex 4): 189.094, 195.536
Location (Vertex 5): 188.418, 196.536
Location (Vertex 6): 187.743, 197.536
Location (Vertex 7): 187.078, 198.536
Location (Vertex 8): 186.412, 199.536
Location (Vertex 9): 185.752, 200.536
Location (Vertex 10): 185.091, 201.536
Location (Vertex 11): 183.909, 202.536
Location (Vertex 12): 182.726, 203.536
Location (Vertex 13): 181.544, 204.536
Location (Vertex 14): 180.362, 205.536
Location (Vertex 15): 179.202, 206.536
Location (Vertex 16): 178.042, 207.536



Statistics of Raw Data

Number of data points: 1000
 Minimum: 191.919
 Maximum: 207.218
 Mean: 195.354
 Standard deviation: 1.13787
 Range: 15.299
 Median: 195.162
 Variance: 1.29474

**Best Fitted Distribution
 (using Kolmogorov-Smirnov Test)**

Normal Distribution

Minimum value: 191.919
 Maximum value: 207.218
 Mean value: 195.354
 Standard Deviation: 1.13787

Table of data:

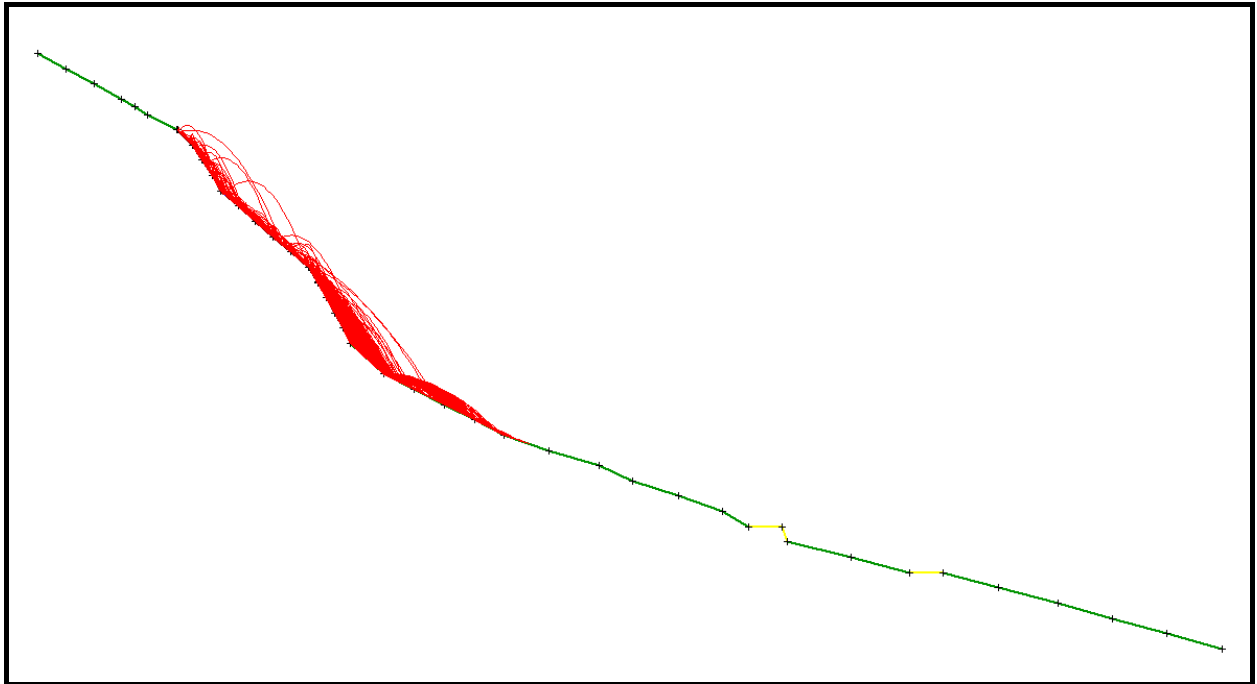
Rank	Percentile	Data
701	70.07%	195.26
950	94.99%	196.922
1000	100.00%	207.218

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

1.2.2 Sezione S2



Document Name

Verifiche_S2

Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Random

Slope

Segment 1, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=153.389 std dev=0 Y mean=267.679 std dev=0

End Point: X mean=157.096 std dev=0 Y mean=265.679 std dev=0

Segment 2, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=157.096 std dev=0 Y mean=265.679 std dev=0

End Point: X mean=160.712 std dev=0 Y mean=263.679 std dev=0

Segment 3, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=160.712 std dev=0 Y mean=263.679 std dev=0

End Point: X mean=164.257 std dev=0 Y mean=261.679 std dev=0

Segment 4, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=164.257 std dev=0 Y mean=261.679 std dev=0

End Point: X mean=166.005 std dev=0 Y mean=260.679 std dev=0

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Segment 5, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=166.005 std dev=0 Y mean=260.679 std dev=0

End Point: X mean=167.754 std dev=0 Y mean=259.679 std dev=0

Segment 6, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=167.754 std dev=0 Y mean=259.679 std dev=0

End Point: X mean=171.584 std dev=0 Y mean=257.679 std dev=0

Segment 7, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=171.584 std dev=0 Y mean=257.679 std dev=0

End Point: X mean=173.569 std dev=0 Y mean=255.679 std dev=0

Segment 8, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=173.569 std dev=0 Y mean=255.679 std dev=0

End Point: X mean=174.868 std dev=0 Y mean=253.679 std dev=0

Segment 9, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=174.868 std dev=0 Y mean=253.679 std dev=0

End Point: X mean=176.168 std dev=0 Y mean=251.679 std dev=0

Segment 10, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=176.168 std dev=0 Y mean=251.679 std dev=0

End Point: X mean=177.301 std dev=0 Y mean=249.679 std dev=0

Segment 11, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=177.301 std dev=0 Y mean=249.679 std dev=0

End Point: X mean=179.566 std dev=0 Y mean=247.679 std dev=0

Segment 12, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=179.566 std dev=0 Y mean=247.679 std dev=0

End Point: X mean=181.836 std dev=0 Y mean=245.679 std dev=0

Segment 13, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=181.836 std dev=0 Y mean=245.679 std dev=0

End Point: X mean=184.131 std dev=0 Y mean=243.679 std dev=0

Segment 14, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=184.131 std dev=0 Y mean=243.679 std dev=0

End Point: X mean=186.451 std dev=0 Y mean=241.679 std dev=0

Segment 15, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=186.451 std dev=0 Y mean=241.679 std dev=0

End Point: X mean=188.802 std dev=0 Y mean=239.679 std dev=0

Segment 16, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=188.802 std dev=0 Y mean=239.679 std dev=0

End Point: X mean=189.947 std dev=0 Y mean=237.679 std dev=0

Segment 17, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=189.947 std dev=0 Y mean=237.679 std dev=0

End Point: X mean=191.066 std dev=0 Y mean=235.679 std dev=0

Segment 18, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=191.066 std dev=0 Y mean=235.679 std dev=0

End Point: X mean=192.191 std dev=0 Y mean=233.679 std dev=0

Segment 19, Material: Clean hard bedrock [default]

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Start Point: X mean=192.191 std dev=0 Y mean=233.679 std dev=0
End Point: X mean=193.309 std dev=0 Y mean=231.679 std dev=0

Segment 20, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=193.309 std dev=0 Y mean=231.679 std dev=0
End Point: X mean=194.211 std dev=0 Y mean=229.679 std dev=0

Segment 21, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=194.211 std dev=0 Y mean=229.679 std dev=0
End Point: X mean=198.552 std dev=0 Y mean=225.679 std dev=0

Segment 22, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=198.552 std dev=0 Y mean=225.679 std dev=0
End Point: X mean=202.59 std dev=0 Y mean=223.679 std dev=0

Segment 23, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=202.59 std dev=0 Y mean=223.679 std dev=0
End Point: X mean=206.563 std dev=0 Y mean=221.679 std dev=0

Segment 24, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=206.563 std dev=0 Y mean=221.679 std dev=0
End Point: X mean=210.47 std dev=0 Y mean=219.679 std dev=0

Segment 25, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=210.47 std dev=0 Y mean=219.679 std dev=0
End Point: X mean=214.263 std dev=0 Y mean=217.679 std dev=0

Segment 26, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=214.263 std dev=0 Y mean=217.679 std dev=0
End Point: X mean=220.175 std dev=0 Y mean=215.679 std dev=0

Segment 27, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=220.175 std dev=0 Y mean=215.679 std dev=0
End Point: X mean=226.726 std dev=0 Y mean=213.679 std dev=0

Segment 28, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=226.726 std dev=0 Y mean=213.679 std dev=0
End Point: X mean=231.058 std dev=0 Y mean=211.679 std dev=0

Segment 29, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=231.058 std dev=0 Y mean=211.679 std dev=0
End Point: X mean=237.106 std dev=0 Y mean=209.679 std dev=0

Segment 30, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=237.106 std dev=0 Y mean=209.679 std dev=0
End Point: X mean=242.862 std dev=0 Y mean=207.679 std dev=0

Segment 31, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=242.862 std dev=0 Y mean=207.679 std dev=0
End Point: X mean=246.296 std dev=0 Y mean=205.679 std dev=0

Segment 32, Material: Asphalt [default]

Start Point: X mean=246.296 std dev=0 Y mean=205.679 std dev=0
End Point: X mean=250.619 std dev=0 Y mean=205.679 std dev=0

Segment 33, Material: Asphalt [default]

Start Point: X mean=250.619 std dev=0 Y mean=205.679 std dev=0

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

End Point: X mean=251.27 std dev=0 Y mean=203.679 std dev=0

Segment 34, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=251.27 std dev=0 Y mean=203.679 std dev=0

End Point: X mean=259.648 std dev=0 Y mean=201.679 std dev=0

Segment 35, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=259.648 std dev=0 Y mean=201.679 std dev=0

End Point: X mean=267.351 std dev=0 Y mean=199.679 std dev=0

Segment 36, Material: Asphalt [default]

Start Point: X mean=267.351 std dev=0 Y mean=199.679 std dev=0

End Point: X mean=271.694 std dev=0 Y mean=199.679 std dev=0

Segment 37, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=271.694 std dev=0 Y mean=199.679 std dev=0

End Point: X mean=278.841 std dev=0 Y mean=197.679 std dev=0

Segment 38, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=278.841 std dev=0 Y mean=197.679 std dev=0

End Point: X mean=286.716 std dev=0 Y mean=195.679 std dev=0

Segment 39, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=286.716 std dev=0 Y mean=195.679 std dev=0

End Point: X mean=293.831 std dev=0 Y mean=193.679 std dev=0

Segment 40, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=293.831 std dev=0 Y mean=193.679 std dev=0

End Point: X mean=300.959 std dev=0 Y mean=191.679 std dev=0

Segment 41, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=300.959 std dev=0 Y mean=191.679 std dev=0

End Point: X mean=308.099 std dev=0 Y mean=189.679 std dev=0

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Asphalt [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.45 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Seeders

Line Seeder

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Horizontal Velocity: mean=0.1, std dev=2

Vertical Velocity: mean=0.1, std dev=2

Mass: mean=10, std dev=2

Angular Velocity: mean=3, std dev=2

Location (Vertex 1): 194.218, 229.671

Location (Vertex 2): 193.315, 231.694

Location (Vertex 3): 192.213, 233.672

Location (Vertex 4): 191.084, 235.677

Location (Vertex 5): 189.955, 237.709

Location (Vertex 6): 188.817, 239.678

Location (Vertex 7): 186.46, 241.692

Location (Vertex 8): 184.147, 243.679

Location (Vertex 9): 181.835, 245.685

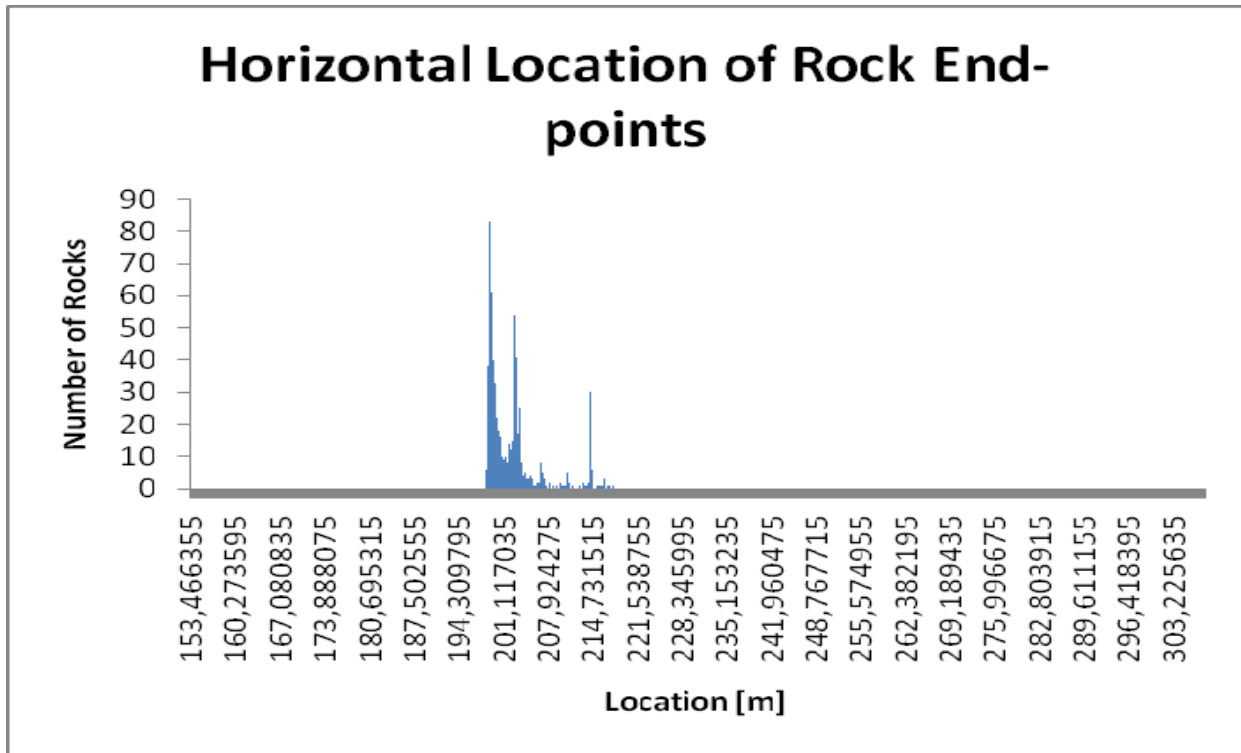
Location (Vertex 10): 177.31, 249.695

Location (Vertex 11): 176.172, 251.682

Location (Vertex 12): 174.871, 253.696

Location (Vertex 13): 173.58, 255.683

Location (Vertex 14): 171.602, 257.67



Statistics of Raw Data

Number of data points: 1000
 Minimum: 198.65
 Maximum: 217.754
 Mean: 202.427
 Standard deviation: 4.30771
 Range: 19.104
 Median: 201.056
 Variance: 18.5563

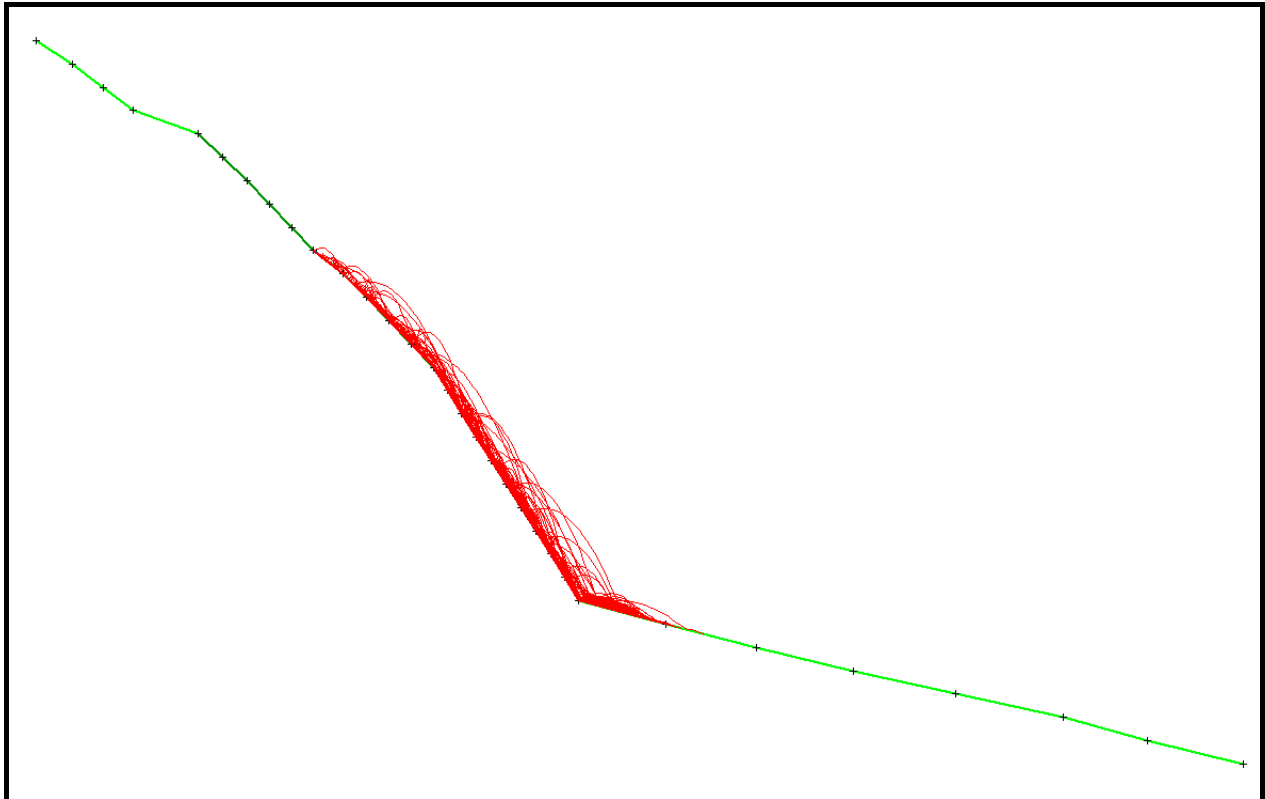
Best Fitted Distribution
 (using Kolmogorov-Smirnov Test)

Beta Distribution
 Minimum value: 198.65
 Maximum value: 217.754
 Mean value: 202.427
 Standard Deviation: 4.30771
 Beta Parameter a: 0.419109
 Beta Parameter b: 1.70066

Table of data:

Rank	Percentile	Data
700	69.97%	203.055
950	94.99%	214.345
1000	100.00%	217.754

1.2.3 Sezione S3



Document Name

Verifiche_S3

Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Random

Slope

Segment 1, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=184.103 std dev=0 Y mean=239.098 std dev=0

End Point: X mean=187.159 std dev=0 Y mean=237.098 std dev=0

Segment 2, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=187.159 std dev=0 Y mean=237.098 std dev=0

End Point: X mean=189.872 std dev=0 Y mean=235.098 std dev=0

Segment 3, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=189.872 std dev=0 Y mean=235.098 std dev=0

End Point: X mean=192.454 std dev=0 Y mean=233.098 std dev=0

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Segment 4, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=192.454 std dev=0 Y mean=233.098 std dev=0

End Point: X mean=198.003 std dev=0 Y mean=231.098 std dev=0

Segment 5, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=198.003 std dev=0 Y mean=231.098 std dev=0

End Point: X mean=200.131 std dev=0 Y mean=229.098 std dev=0

Segment 6, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=200.131 std dev=0 Y mean=229.098 std dev=0

End Point: X mean=202.17 std dev=0 Y mean=227.098 std dev=0

Segment 7, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=202.17 std dev=0 Y mean=227.098 std dev=0

End Point: X mean=204.133 std dev=0 Y mean=225.098 std dev=0

Segment 8, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=204.133 std dev=0 Y mean=225.098 std dev=0

End Point: X mean=206.023 std dev=0 Y mean=223.098 std dev=0

Segment 9, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=206.023 std dev=0 Y mean=223.098 std dev=0

End Point: X mean=207.851 std dev=0 Y mean=221.098 std dev=0

Segment 10, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=207.851 std dev=0 Y mean=221.098 std dev=0

End Point: X mean=210.414 std dev=0 Y mean=219.098 std dev=0

Segment 11, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=210.414 std dev=0 Y mean=219.098 std dev=0

End Point: X mean=212.486 std dev=0 Y mean=217.098 std dev=0

Segment 12, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=212.486 std dev=0 Y mean=217.098 std dev=0

End Point: X mean=214.386 std dev=0 Y mean=215.098 std dev=0

Segment 13, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=214.386 std dev=0 Y mean=215.098 std dev=0

End Point: X mean=216.295 std dev=0 Y mean=213.098 std dev=0

Segment 14, Material: Bedrock outcrops [default]

Start Point: X mean=216.295 std dev=0 Y mean=213.098 std dev=0

End Point: X mean=218.249 std dev=0 Y mean=211.098 std dev=0

Segment 15, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=218.249 std dev=0 Y mean=211.098 std dev=0

End Point: X mean=219.431 std dev=0 Y mean=209.098 std dev=0

Segment 16, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=219.431 std dev=0 Y mean=209.098 std dev=0

End Point: X mean=220.648 std dev=0 Y mean=207.098 std dev=0

Segment 17, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=220.648 std dev=0 Y mean=207.098 std dev=0

End Point: X mean=221.896 std dev=0 Y mean=205.098 std dev=0

Segment 18, Material: Clean hard bedrock [default]

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Start Point: X mean=221.896 std dev=0 Y mean=205.098 std dev=0
End Point: X mean=223.173 std dev=0 Y mean=203.098 std dev=0

Segment 19, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=223.173 std dev=0 Y mean=203.098 std dev=0
End Point: X mean=224.483 std dev=0 Y mean=201.098 std dev=0

Segment 20, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=224.483 std dev=0 Y mean=201.098 std dev=0
End Point: X mean=225.761 std dev=0 Y mean=199.098 std dev=0

Segment 21, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=225.761 std dev=0 Y mean=199.098 std dev=0
End Point: X mean=227.023 std dev=0 Y mean=197.098 std dev=0

Segment 22, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=227.023 std dev=0 Y mean=197.098 std dev=0
End Point: X mean=228.268 std dev=0 Y mean=195.098 std dev=0

Segment 23, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=228.268 std dev=0 Y mean=195.098 std dev=0
End Point: X mean=229.496 std dev=0 Y mean=193.098 std dev=0

Segment 24, Material: Clean hard bedrock [default]

Start Point: X mean=229.496 std dev=0 Y mean=193.098 std dev=0
End Point: X mean=230.708 std dev=0 Y mean=191.098 std dev=0

Segment 25, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=230.708 std dev=0 Y mean=191.098 std dev=0
End Point: X mean=238.185 std dev=0 Y mean=189.098 std dev=0

Segment 26, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=238.185 std dev=0 Y mean=189.098 std dev=0
End Point: X mean=246.018 std dev=0 Y mean=187.098 std dev=0

Segment 27, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=246.018 std dev=0 Y mean=187.098 std dev=0
End Point: X mean=254.309 std dev=0 Y mean=185.098 std dev=0

Segment 28, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=254.309 std dev=0 Y mean=185.098 std dev=0
End Point: X mean=263.081 std dev=0 Y mean=183.098 std dev=0

Segment 29, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=263.081 std dev=0 Y mean=183.098 std dev=0
End Point: X mean=272.324 std dev=0 Y mean=181.098 std dev=0

Segment 30, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=272.324 std dev=0 Y mean=181.098 std dev=0
End Point: X mean=279.593 std dev=0 Y mean=179.098 std dev=0

Segment 31, Material: Soil with vegetation [default]

Start Point: X mean=279.593 std dev=0 Y mean=179.098 std dev=0
End Point: X mean=287.806 std dev=0 Y mean=177.098 std dev=0

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.45 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Soil with vegetation [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.4 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=4

Seeders

Line Seeder

Horizontal Velocity: mean=0.1, std dev=2

Vertical Velocity: mean=0.1, std dev=2

Mass: mean=10, std dev=2

Angular Velocity: mean=4, std dev=2

Location (Vertex 1): 207.851, 221.098

Location (Vertex 2): 210.414, 219.098

Location (Vertex 3): 212.486, 217.098

Location (Vertex 4): 214.386, 215.098

Location (Vertex 5): 216.295, 213.098

Location (Vertex 6): 218.249, 211.098

Location (Vertex 7): 219.431, 209.098

Location (Vertex 8): 220.648, 207.098

Location (Vertex 9): 221.896, 205.098

Location (Vertex 10): 223.173, 203.098

Location (Vertex 11): 224.483, 201.098

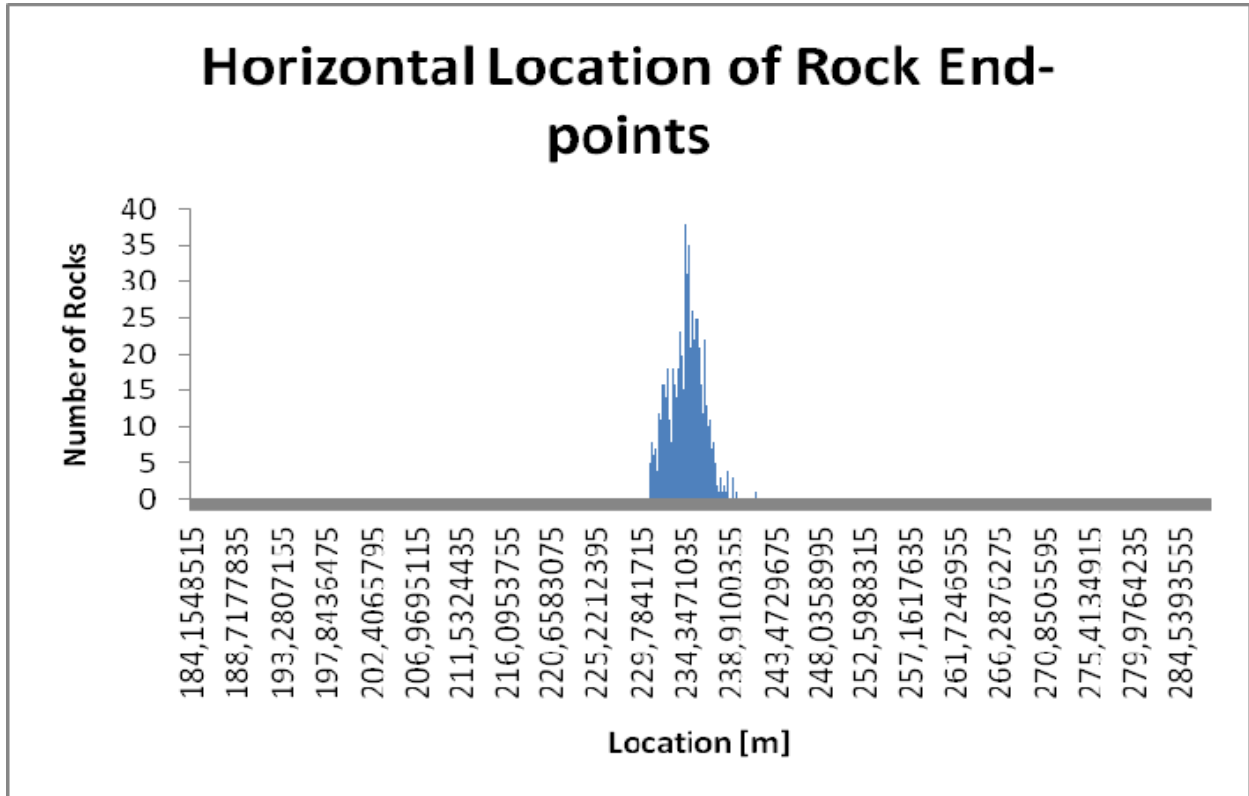
Location (Vertex 12): 225.761, 199.098

Location (Vertex 13): 227.023, 197.098

Location (Vertex 14): 228.268, 195.098

Location (Vertex 15): 229.496, 193.098

Location (Vertex 16): 230.708, 191.098



Statistics of Raw Data

Number of data points: 1000
 Minimum: 230.777
 Maximum: 241.492
 Mean: 234.448
 Standard deviation: 1.67193
 Range: 10.715
 Median: 234.548
 Variance: 2.79535

Best Fitted Distribution
 (using Kolmogorov-Smirnov Test)

Minimum value: 230.777
 Maximum value: 241.492
 Mean value: 234.448

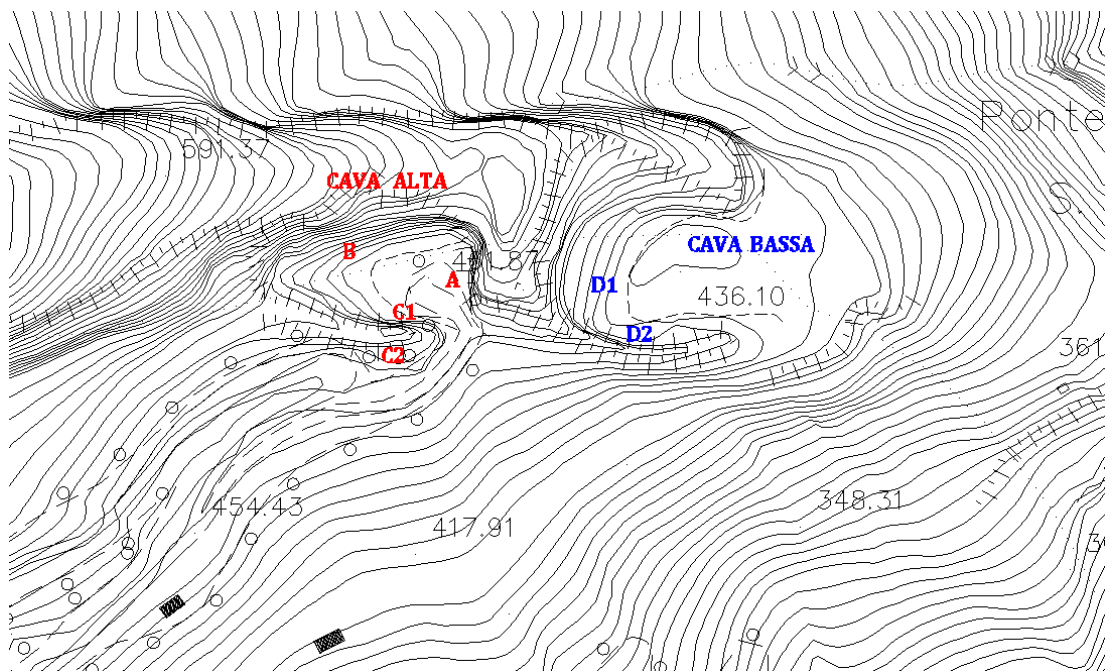
Table of data:

Rank Percentile Data

701	70.07%	235.381
950	94.99%	237.012
1000	100.00%	241.492

2 ALLEGATO TECNICO-SETTORE CAVE: STABILITÀ SCARPATE IN ROCCIA (SWEDGE)

2.1 UBICAZIONE



2.2 CAVA ALTA - RGM A

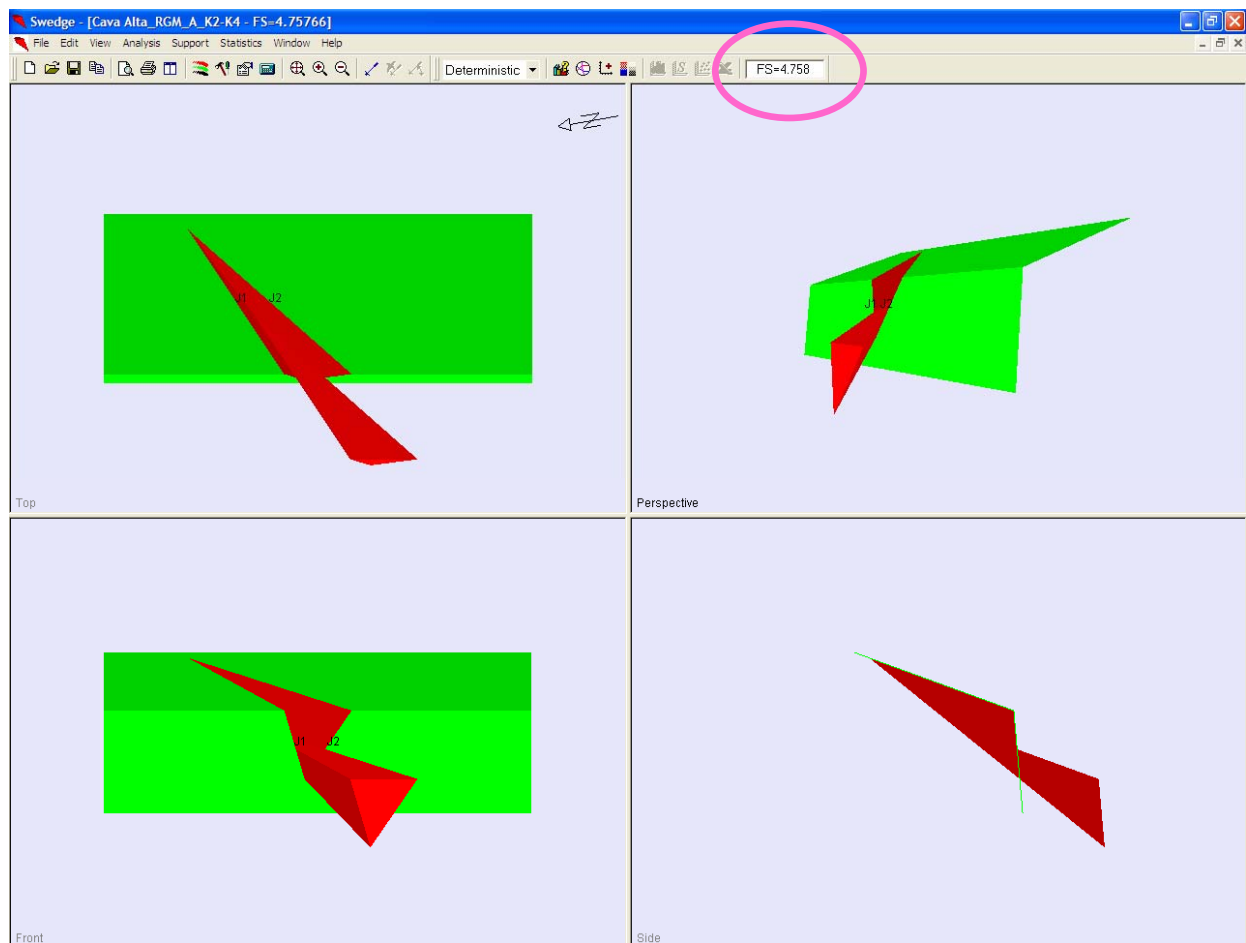
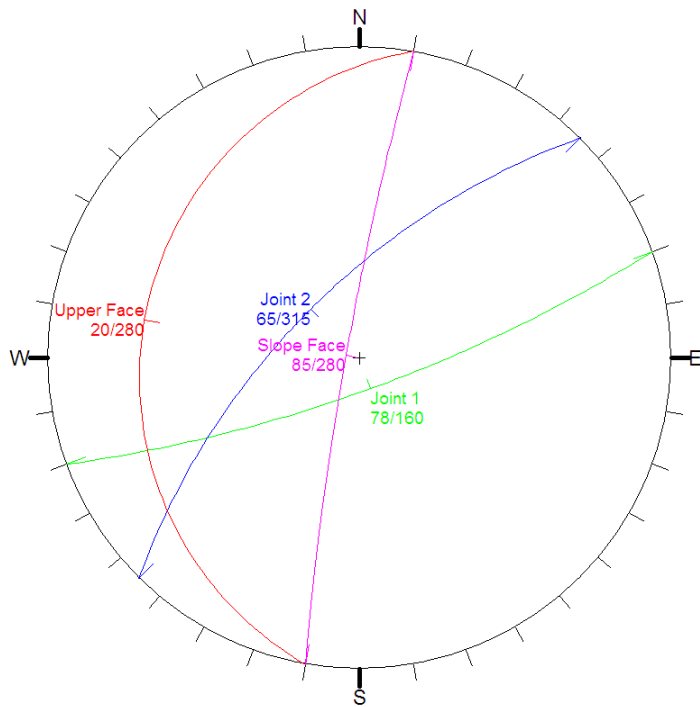
SCHEDA DI SINTESI RGM A									
LOCALIZZAZIONE			AFFIORAMENTO						
Stazione:	A		DIMENSIONI		Lunghezza:	Altezza:	Area:		
Località:	Cava Alta								
Quota:	465m s.l.m.								
LITOTIPO									
FORMAZIONE			MARMI						
DESCRIZIONE GEOLOGICA			Marmi a grana media-fine grigio chiaro-bianchi						
RESISTENZA A COMP.MONOASSIALE MATERIALE ROCCIA Mpa (Miller)			68,37						
DISCONTINUITA'									
Famiglia	Orientazione	Spaziatura	Persistenza	Apertura	Profilo	Alterazione	Riempimento	Condizioni	JRC da
set	imm.°/incl.°	m	%	mm	-	-	-	idrauliche giunti	pettine Barton
K1	070/32	0,150	90	1	planare	WD2	assente	umido	7
K2	160/78	0,100	60	2	planare	WD2	assente	umido	7
K3	120/65	0,150	40	2	planare	WD2	assente	umido	5
K4	315/65	0,300	40	chiusa	planare	WD2	assente	umido	7
K5	198/90	0,400	50	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5
AMMASSO ROCCIOSO									
CLASSE		R1 (ammasso roccioso massiccio)							
ALTERAZIONE AR		W2 (leggermente alterato)							
VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (cm ³)				min	100				
				med	4000				
				max	6000				
Scheda di sintesi del rilievo geomeccanico relativo alla stazione RGM A									

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.2.1 Sito A Combinazione K2-K4



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Alta_RGM_A_K2-K4

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=4.75766

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=112.459 m

Wedge volume=41947.3 m³

Wedge weight=104868 tonnes

Wedge area (joint1)=3019.47 m²

Wedge area (joint2)=4920.38 m²

Wedge area (slope)=1234.68 m²

Wedge area (upper face)=2766.45 m²

Normal force (joint1)=109678 tonnes

Normal force (joint2)=122802 tonnes

Driving force=56245.1 tonnes

Resisting force=267595 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=32.4349 deg, trend=242.237 deg

length=164.938 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=52.3269 m

Joint2 on slope face=60.8491 m

Joint1 on upper face=132.705 m

Joint2 on upper face=164.206 m

Maximum Persistence:

Joint1=164.938 m

Joint2=164.938 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 50.8542 deg

J1&Crest on slope face = 73.5732 deg

J1&Crest on upper face = 122.066 deg

J2&Crest on slope face = 55.5726 deg

J2&Crest on upper face = 43.2249 deg

J1&2 on upper face = 14.7089 deg

Joint Set 1 Data:

dip=78 deg, dip direction=160 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Joint Set 2 Data:

dip=65 deg, dip direction=315 deg
 cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=85 deg, dip direction=280 deg
 slope height=50 meters
 rock unit weight=2.5 tonnes/m³
 Water pressures in the slope=NO
 Overhanging slope face=NO
 Externally applied force=NO
 Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=280 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: 6.88, 13.8, 50

Point 234: -1.67, -34.6, 50

Point 123: 123, 64.8, 88.5

2.3 CAVA ALTA - RGM B

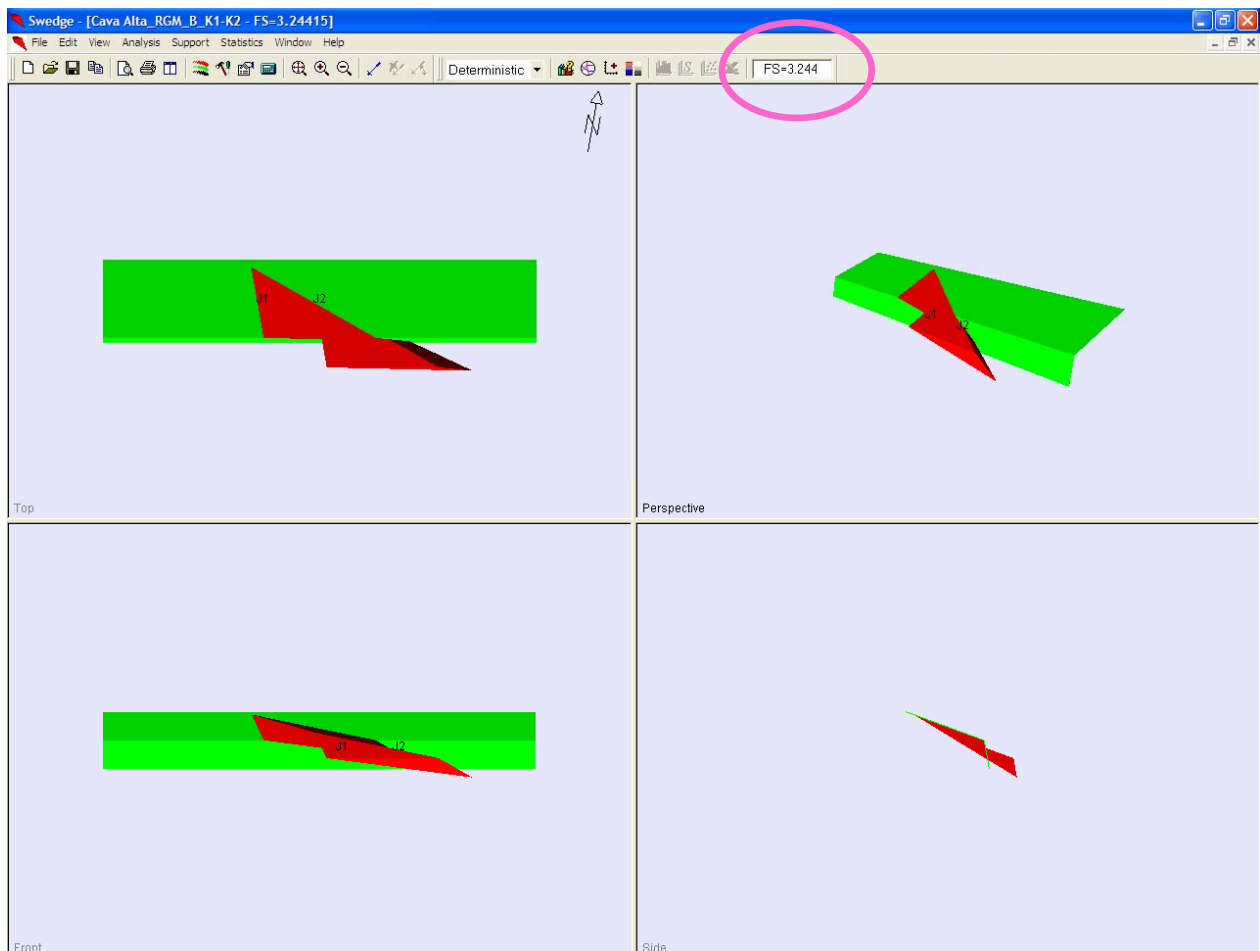
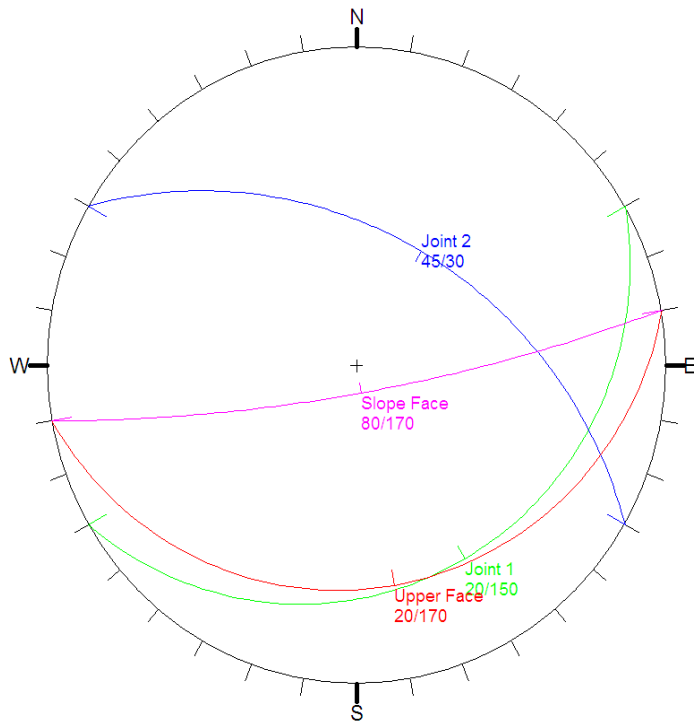
SCHEDA DI SINTESI RGM B									
LOCALIZZAZIONE		AFFIORAMENTO							
Stazione:	B	DIMENSIONI		Lunghezza:		Altezza:		Area:	
Località:	Cava Alta								
Quota:	465 m s.l.m.								
LITOTIPO									
FORMAZIONE		MARMI							
DESCRIZIONE GEOLOGICA		Marmi a grana media-fine grigio chiaro-bianchi							
RESISTENZA A COMP.MONOASSIALE MATERIALE ROCCIA Mpa (Miller)		78,79							
DISCONTINUITA'									
Famiglia	Orientazione	Spaziatura	Persistenza	Apertura	Profilo	Alterazione	Riempimento	Condizioni	JRC da
set	imm.°/incl.°	m	%	mm	-	-	-	idrauliche giunti	pettine Barton
K1	030/45	0,100	100	1	planare	WD2	assente	umido	5
K2	150/20	0,400	30	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5
K3	105/80	0,100	70	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5
K4	192/85	0,100	50	chiusa	ondulata	WD2	assente	umido	11
AMMASSO ROCCIOSO									
CLASSE		R1 (ammasso roccioso massiccio)							
ALTERAZIONE AR		W2 (leggermente alterato)							
VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (cm ³)				min	90				
				med	3700				
				max	5500				
Scheda di sintesi del rilievo geomeccanico relativo alla stazione RGM B									

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.3.1 Sito B - Combinazione K1-K2



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Alta_RGM_B_K1-K2

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=3.24415

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=194.539 m

Wedge volume=412202 m³

Wedge weight=1.0305e+006 tonnes

Wedge area (joint1)=36561.3 m²

Wedge area (joint2)=9409.63 m²

Wedge area (slope)=7339.97 m²

Wedge area (upper face)=28124.3 m²

Normal force (joint1)=812264 tonnes

Normal force (joint2)=-287178 tonnes

Driving force=352453 tonnes

Resisting force=1.14341e+006 tonnes

Failure Mode:

Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=14.4492 deg, trend=105.068 deg

length=467.039 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=380.831 m

Joint2 on slope face=101.85 m

Joint1 on upper face=197.191 m

Joint2 on upper face=375.667 m

Maximum Persistence:

Joint1=467.039 m

Joint2=467.039 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 22.2389 deg

J1&Crest on slope face = 7.66132 deg

J1&Crest on upper face = 99.408 deg

J2&Crest on slope face = 150.1 deg

J2&Crest on upper face = 31.1881 deg

J1&2 on upper face = 49.4039 deg

Joint Set 1 Data:

dip=20 deg, dip direction=150 deg
 cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=45 deg, dip direction=30 deg
 cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=170 deg
 slope height=50 meters
 rock unit weight=2.5 tonnes/m³
 Water pressures in the slope=NO
 Overhanging slope face=NO
 Externally applied force=NO
 Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=170 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

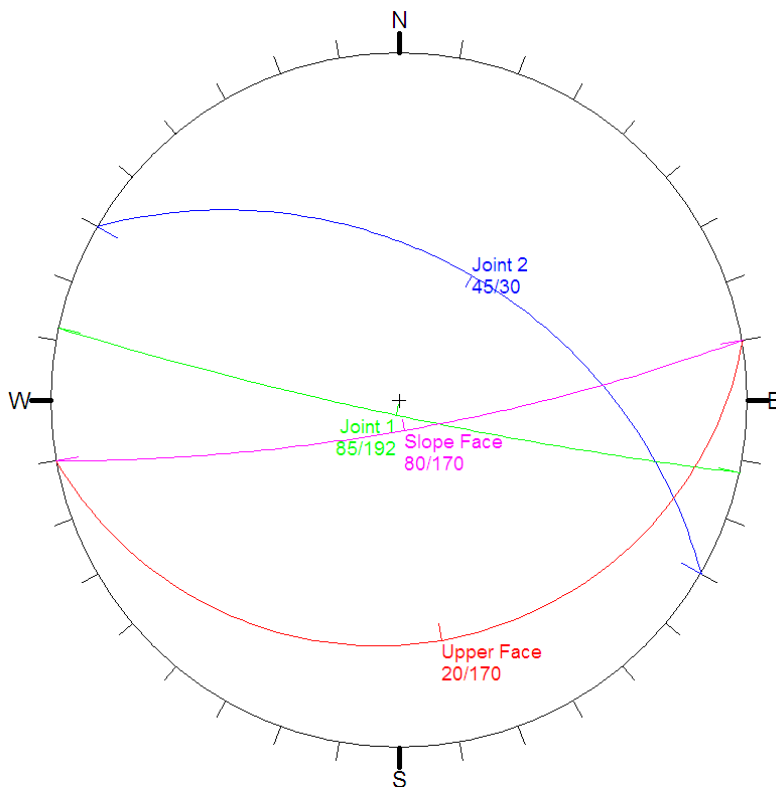
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -373, -56.9, 50

Point 234: -88.5, -6.65, 50

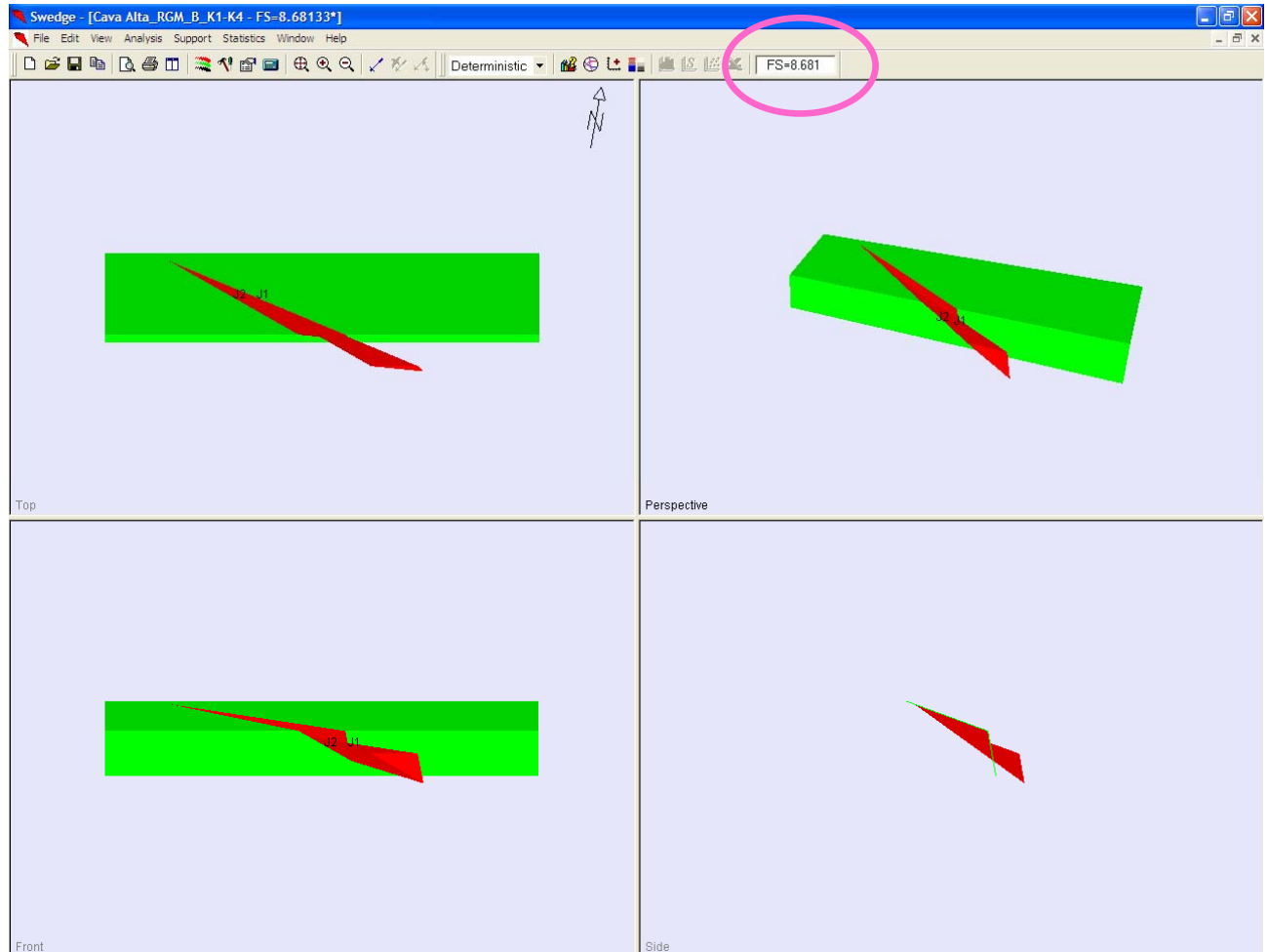
Point 123: -437, 118, 117

2.3.2 Sito B - Combinazione K1-K4

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA



Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Alta_RGM_B_K1-K4

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=8.68133

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=131.571 m

Wedge volume=75349.8 m3

Wedge weight=188375 tonnes

Wedge area (joint1)=7751.02 m2

Wedge area (joint2)=6363.94 m2

Wedge area (slope)=1983.87 m2

Wedge area (upper face)=5141.08 m2

Normal force (joint1)=154686 tonnes

Normal force (joint2)=227298 tonnes

Driving force=51662.8 tonnes

Resisting force=448502 tonnes

Failure Mode:

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=15.9177 deg, trend=103.43 deg

length=346.391 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=51.7748 m

Joint2 on slope face=101.85 m

Joint1 on upper face=323.468 m

Joint2 on upper face=254.071 m

Maximum Persistence:

Joint1=346.391 m

Joint2=346.391 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 48.8011 deg

J1&Crest on slope face = 101.299 deg

J1&Crest on upper face = 24.0009 deg

J2&Crest on slope face = 29.9003 deg

J2&Crest on upper face = 148.812 deg

J1&2 on upper face = 7.1872 deg

Joint Set 1 Data:

dip=85 deg, dip direction=192 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=45 deg, dip direction=30 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=170 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=170 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -11.5, 6.92, 50

Point 234: -88.5, -6.65, 50

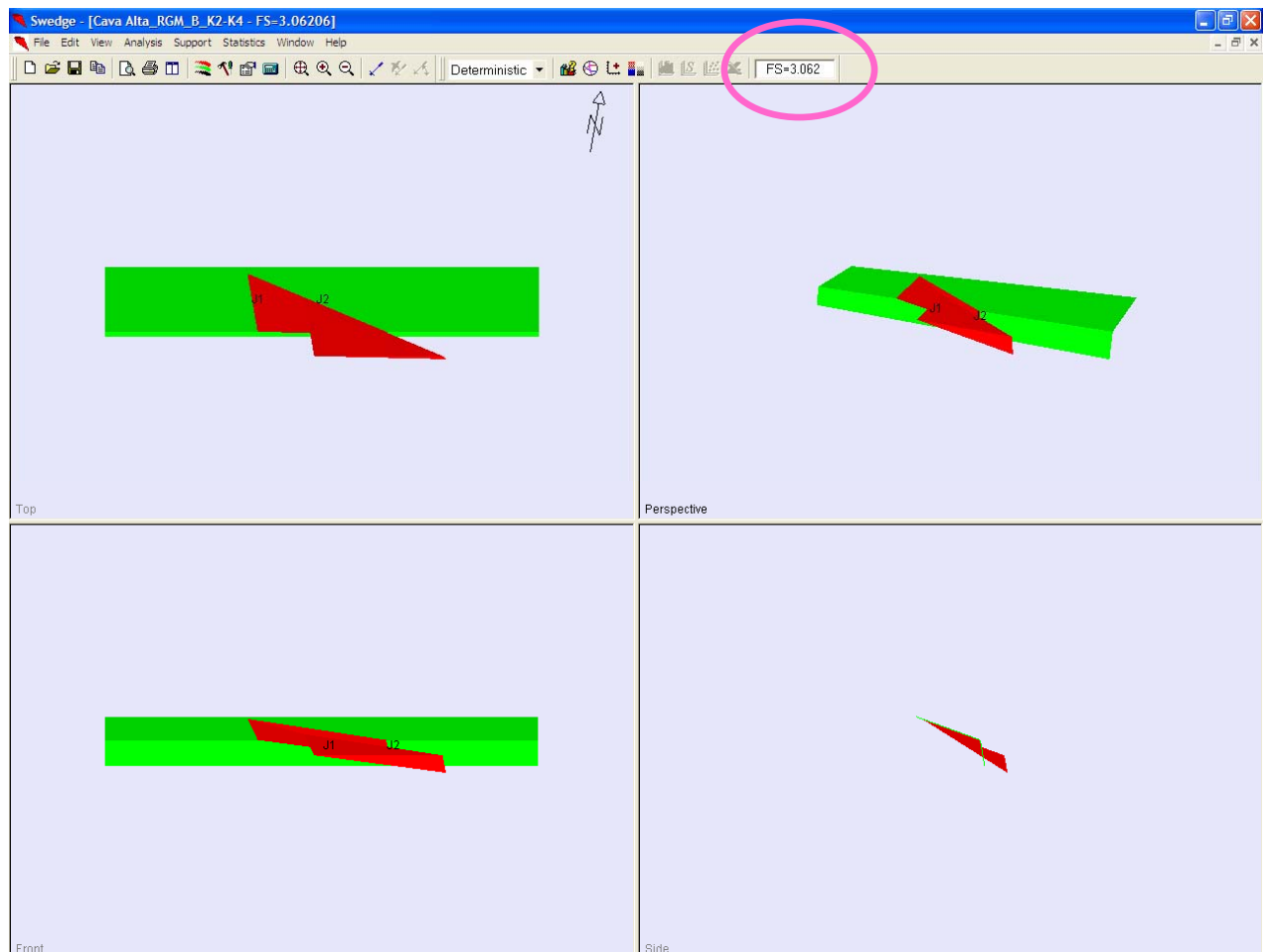
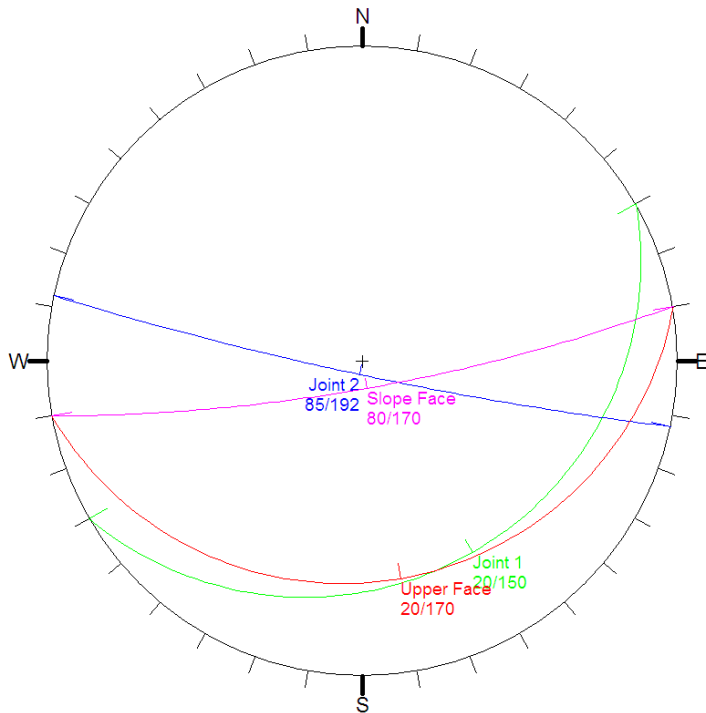
Point 123: -324, 77.4, 95

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.3.3 Sito B - Combinazione K2-K4



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Alta_RGM_B_K2-K4

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=3.06206

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=176.559 m

Wedge volume=475221 m³

Wedge weight=1.18805e+006 tonnes

Wedge area (joint1)=33182.3 m²

Wedge area (joint2)=10401.4 m²

Wedge area (slope)=9323.84 m²

Wedge area (upper face)=32424.1 m²

Normal force (joint1)=1.21854e+006 tonnes

Normal force (joint2)=-304791 tonnes

Driving force=406338 tonnes

Resisting force=1.24423e+006 tonnes

Failure Mode:

Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=14.0032 deg, trend=103.25 deg

length=456.19 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=380.831 m

Joint2 on slope face=51.7748 m

Joint1 on upper face=178.967 m

Joint2 on upper face=434.073 m

Maximum Persistence:

Joint1=456.19 m

Joint2=456.19 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 71.0401 deg

J1&Crest on slope face = 7.66132 deg

J1&Crest on upper face = 99.408 deg

J2&Crest on slope face = 101.299 deg

J2&Crest on upper face = 24.0009 deg

J1&2 on upper face = 56.5911 deg

Joint Set 1 Data:

dip=20 deg, dip direction=150 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=85 deg, dip direction=192 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=170 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=170 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -373, -56.9, 50

Point 234: -11.5, 6.92, 50

Point 123: -431, 101, 110

2.4 CAVA ALTA RGM C

SCHEDA DI SINTESI RGM C									
LOCALIZZAZIONE		AFFIORAMENTO							
Stazione:	C	DIMENSIONI		Lunghezza:		Altezza		Area:	
Località:	Cava Alta								
Quota:	465 m s.l.m.								
LITOTIPO									
FORMAZIONE		MARMI							
DESCRIZIONE GEOLOGICA		Marmi a grana media-fine grigio chiaro-bianchi							
RESISTENZA A COMP.MONOASSIALE MATERIALE ROCCIA Mpa (Miller)		84,61							
DISCONTINUITA'									
Famiglia	Orientazione	Spaziatura	Persistenza	Apertura	Profilo	Alterazione	Riempimento	Condizioni	JRC da
set	imm.°/incl.°	m	%	mm	-	-	-	idrauliche giunt	pettine Barton
K1	089/72	0,050	90	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5
K2	267/55	0,050	60	chiusa	ondulata	WD2	assente	umido	13
K3	209/73	0,100	40	chiusa	ondulata	WD2	assente	umido	13
AMMASSO ROCCIOSO									
CLASSE		R1 (ammasso roccioso massiccio)							
ALTERAZIONE AR		W2 (leggermente alterato)							
VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (cm ³)				min	6				
				med	75				
				max	1200				

Scheda di sintesi del rilievo geomeccanico relativo alla stazione RGM C

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

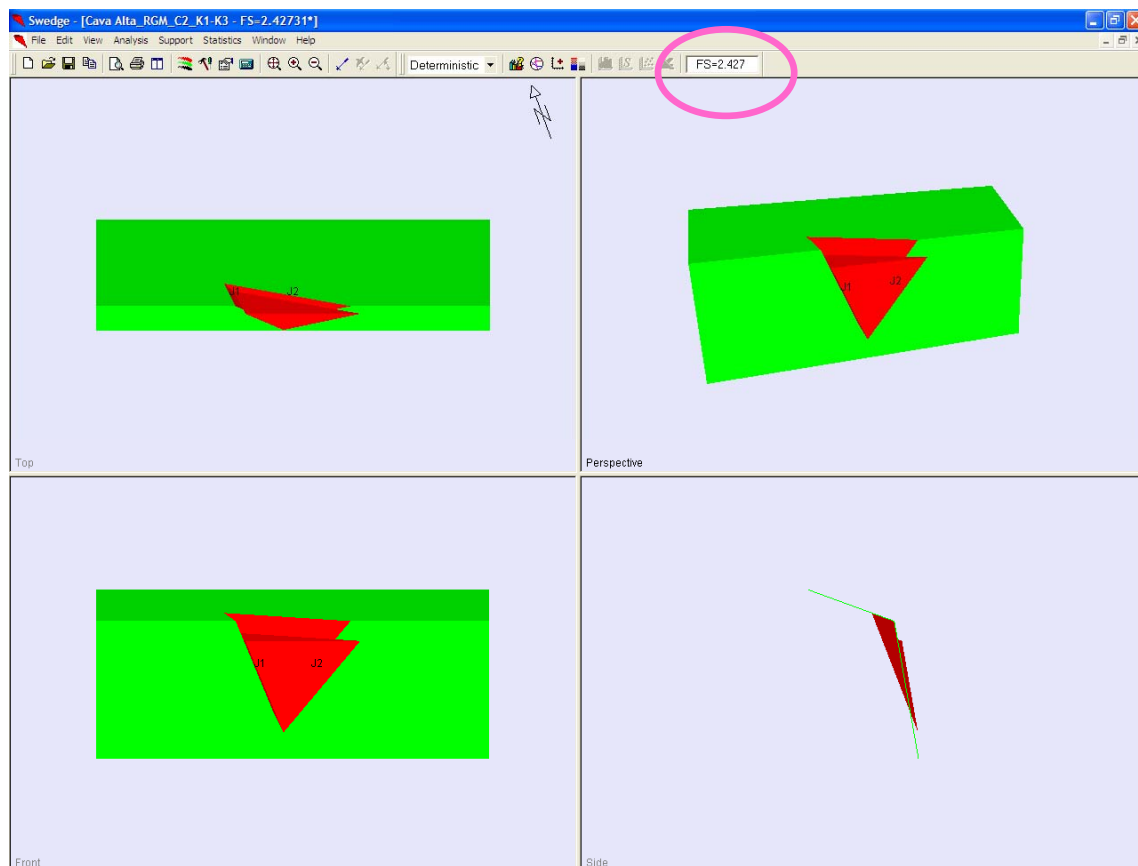
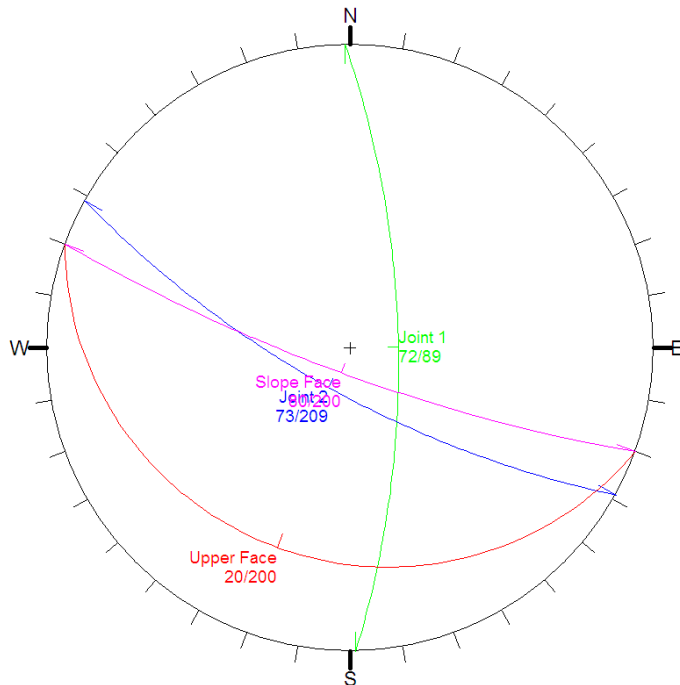
Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.4.1 Sito C1

Nessuna combinazione

2.4.2 Sito C2 - Combinazione K1-K3



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Alta_RGM_C2_K1-K3

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=2.42731

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=13.1333 m

Wedge volume=6047.98 m³

Wedge weight=15120 tonnes

Wedge area (joint1)=325.189 m²

Wedge area (joint2)=1930.03 m²

Wedge area (slope)=1595.24 m²

Wedge area (upper face)=412.651 m²

Normal force (joint1)=7245.31 tonnes

Normal force (joint2)=7060.85 tonnes

Driving force=12788.5 tonnes

Resisting force=31041.7 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=57.7584 deg, trend=147.994 deg

length=64.4259 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=54.8615 m

Joint2 on slope face=65.9264 m

Joint1 on upper face=14.5665 m

Joint2 on upper face=70.3773 m

Maximum Persistence:

Joint1=64.4259 m

Joint2=70.3773 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 61.8997 deg

J1&Crest on slope face = 67.7355 deg

J1&Crest on upper face = 115.629 deg

J2&Crest on slope face = 50.3648 deg

J2&Crest on upper face = 10.7552 deg

J1&2 on upper face = 53.6155 deg

Joint Set 1 Data:

dip=72 deg, dip direction=89 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=73 deg, dip direction=209 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=200 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=200 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -16.5, 15.4, 50

Point 234: 42.5, -6.1, 50

Point 123: -18.2, 29.1, 54.5

2.5 CAVA BASSA RGM D

SCHEDA DI SINTESI RGM D										
LOCALIZZAZIONE			AFFIORAMENTO							
Stazione:	D		DIMENSIONI		Lunghezza:	110 m	Altezza	50 m	Area:	5500m ²
Località:	Cava Bassa									
Quota:	440 m s.l.m.									
LITOTIPO										
FORMAZIONE			MARMI							
DESCRIZIONE GEOLOGICA			Marmi a grana media-fine grigio chiaro-bianchi							
RESISTENZA A COMP.MONOASSIALE MATERIALE ROCCIA Mpa (Miller)					80,69					
DISCONTINUITA'										
Famiglia	Orientazione	Spaziatura	Persistenza	Apertura	Profilo	Alterazione	Riempimento	Condizioni	JRC da	
set	imm.°/incl.°	m	%	mm	-	-	-	idrauliche giunti	pettine Barton	
K1	089/47	0,150	80	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5	
K2	228/10	0,200	20	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5	
K3	344/73	0,250	25	chiusa	planare	WD2	assente	umido	7	
K4	115/24	0,100	7	chiusa	planare	WD2	assente	umido	5	
K4	075/85	0,100	10	chiusa	planare	WD2	assente	umido	7	
AMMASSO ROCCIOSO										
CLASSE			R1 (ammasso roccioso massiccio)							
ALTERAZIONE AR			W2 (leggermente alterato)							
VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (cm ³)				min	6					
				med	175					
				max	20000					

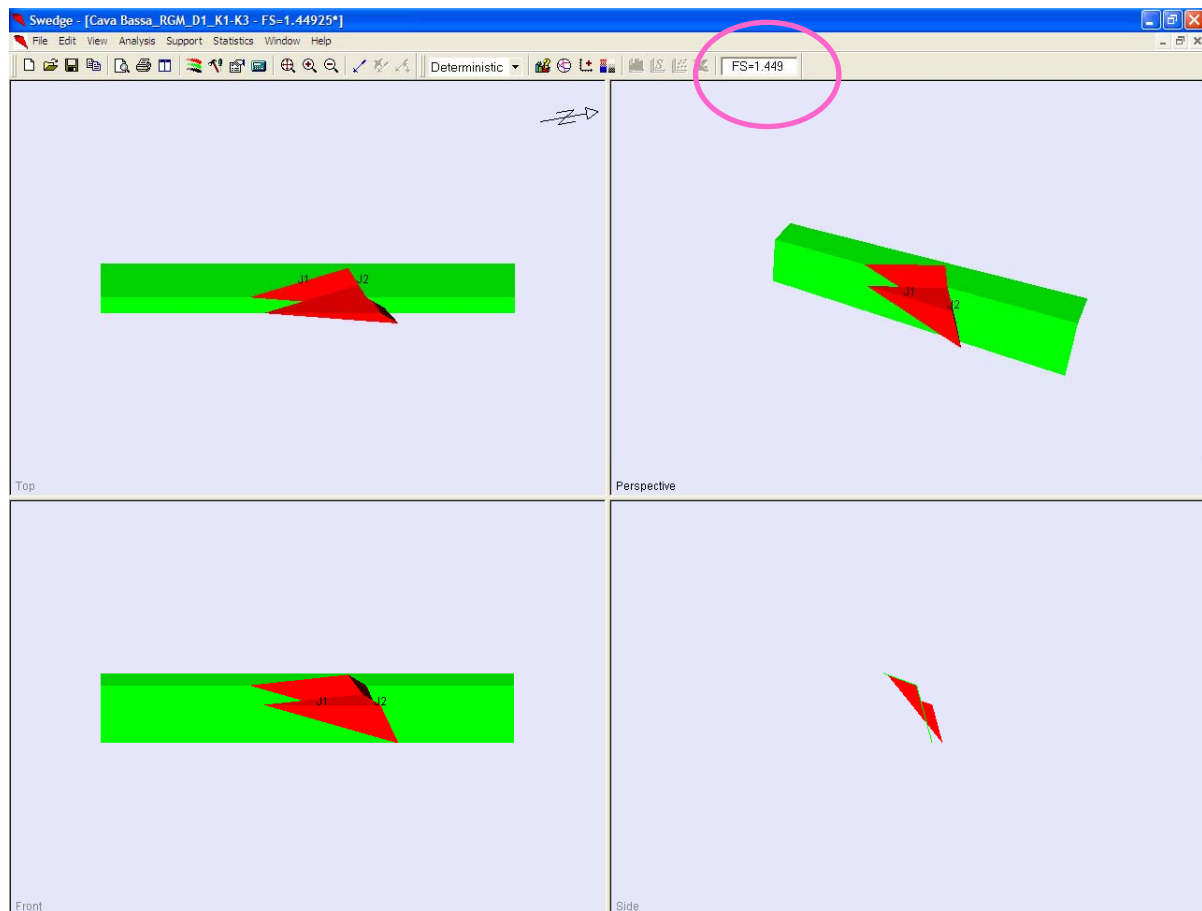
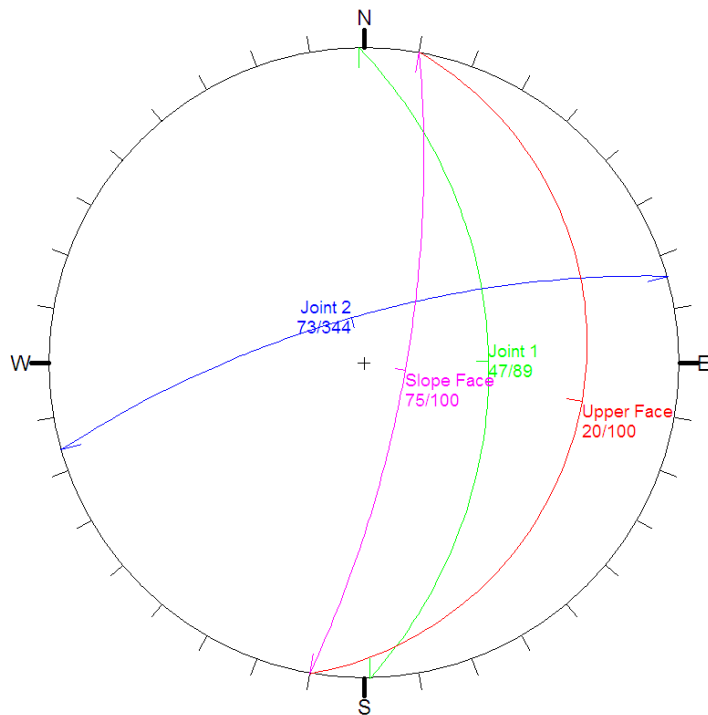
Scheda di sintesi del rilievo geomeccanico relativo alla stazione RGM D

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.5.1 Sito D1 - Combinazione K1-K3



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D1_K1-K3

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=1.44925

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=40.6406 m

Wedge volume=43624.9 m³

Wedge weight=109062 tonnes

Wedge area (joint1)=6174.39 m²

Wedge area (joint2)=1002.45 m²

Wedge area (slope)=3931.26 m²

Wedge area (upper face)=3086.49 m²

Normal force (joint1)=73819.2 tonnes

Normal force (joint2)=-30529.9 tonnes

Driving force=79763.1 tonnes

Resisting force=115597 tonnes

Failure Mode:

Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=42.507 deg, trend=57.7267 deg

length=94.5713 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=182.912 m

Joint2 on slope face=56.8659 m

Joint1 on upper face=134.809 m

Joint2 on upper face=46.8731 m

Maximum Persistence:

Joint1=182.912 m

Joint2=94.5713 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 49.1047 deg

J1&Crest on slope face = 16.4393 deg

J1&Crest on upper face = 17.5457 deg

J2&Crest on slope face = 114.456 deg

J2&Crest on upper face = 60.1158 deg

J1&2 on upper face = 102.338 deg

Joint Set 1 Data:

dip=47 deg, dip direction=89 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=73 deg, dip direction=344 deg

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=75 deg, dip direction=100 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m3

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=100 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

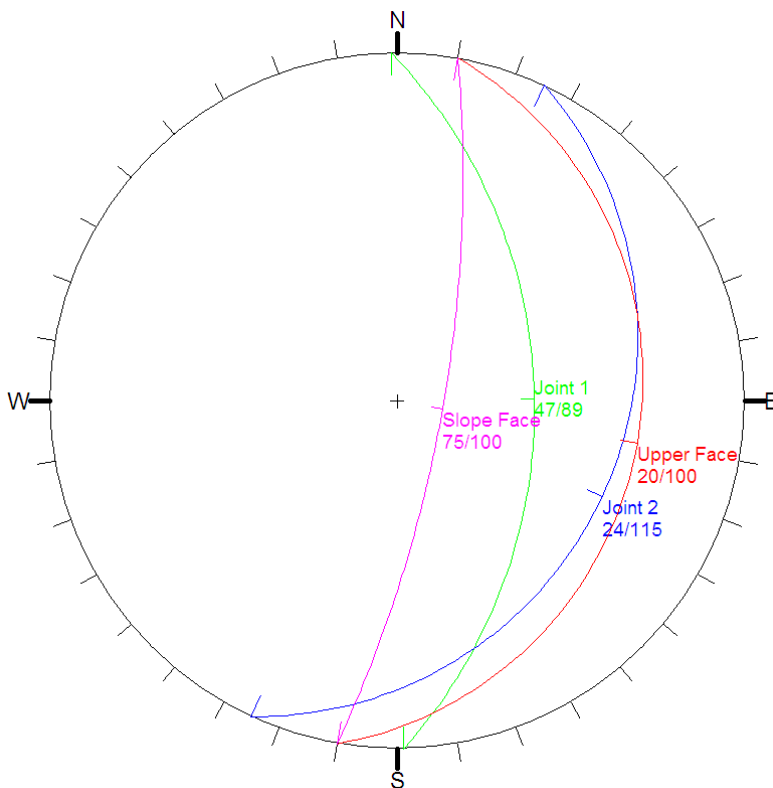
Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -43.7, -170, 50

Point 234: -17.3, -20.9, 50

Point 123: -58.9, -37.2, 63.9

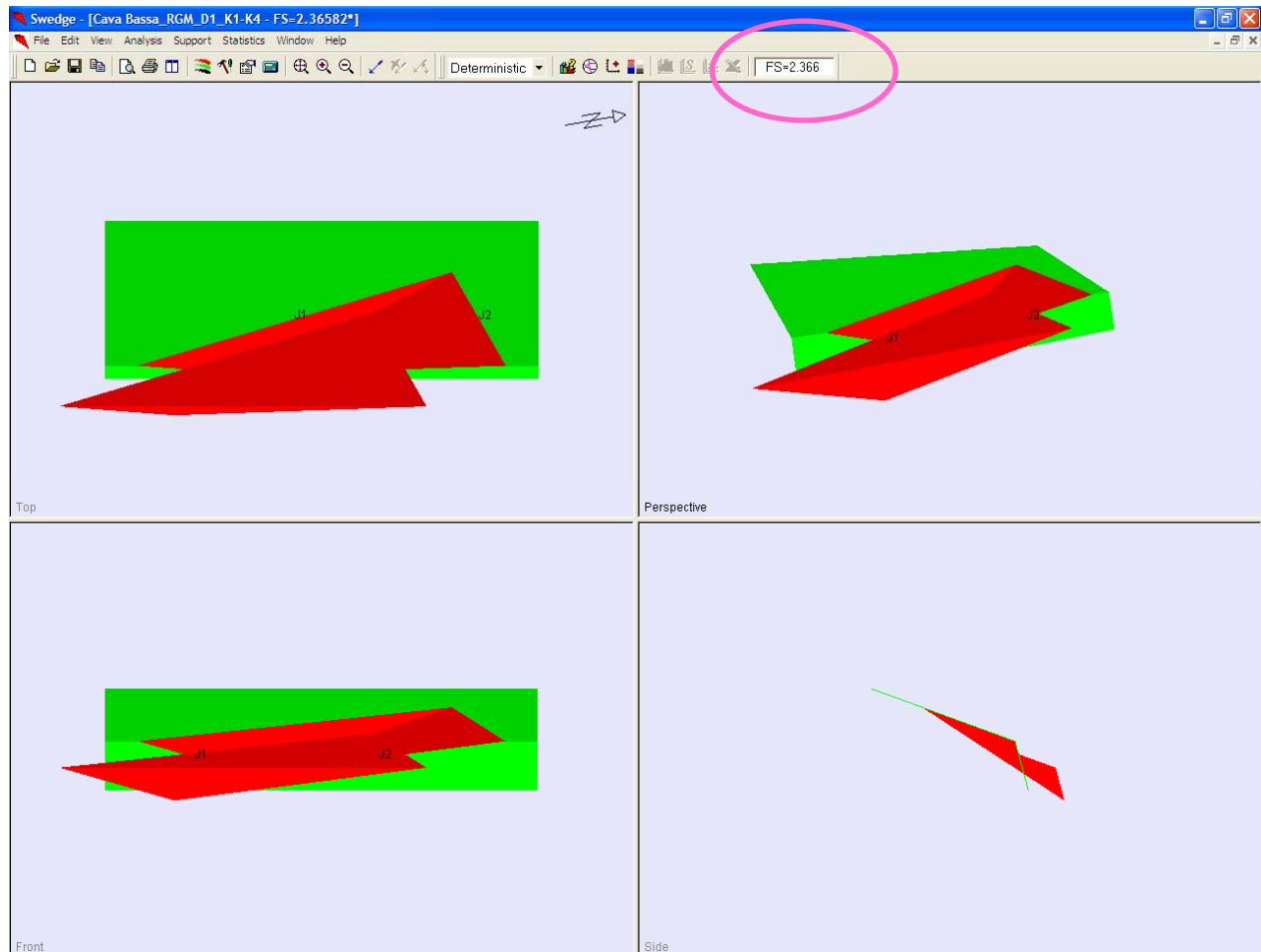
2.5.2 Sito D1 - Combinazione K1-K4



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA



Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D1_K1-K4

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=2.36582

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=151.102 m

Wedge volume=597284 m³

Wedge weight=1.49321e+006 tonnes

Wedge area (joint1)=22956.4 m²

Wedge area (joint2)=30431.3 m²

Wedge area (slope)=14476.7 m²

Wedge area (upper face)=42258.3 m²

Normal force (joint1)=-947157 tonnes

Normal force (joint2)=2.20746e+006 tonnes

Driving force=607344 tonnes

Resisting force=1.43687e+006 tonnes

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Failure Mode:

Sliding on joint2

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=16.6475 deg, trend=162.809 deg

length=354.924 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=182.912 m

Joint2 on slope face=387.375 m

Joint1 on upper face=501.222 m

Joint2 on upper face=171.648 m

Maximum Persistence:

Joint1=501.222 m

Joint2=387.375 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 155.881 deg

J1&Crest on slope face = 16.4393 deg

J1&Crest on upper face = 17.5457 deg

J2&Crest on slope face = 7.67924 deg

J2&Crest on upper face = 61.6787 deg

J1&2 on upper face = 100.776 deg

Joint Set 1 Data:

dip=47 deg, dip direction=89 deg

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=24 deg, dip direction=115 deg

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=75 deg, dip direction=100 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m3

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=100 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -43.7, -170, 50

Point 234: 53.5, 380, 50

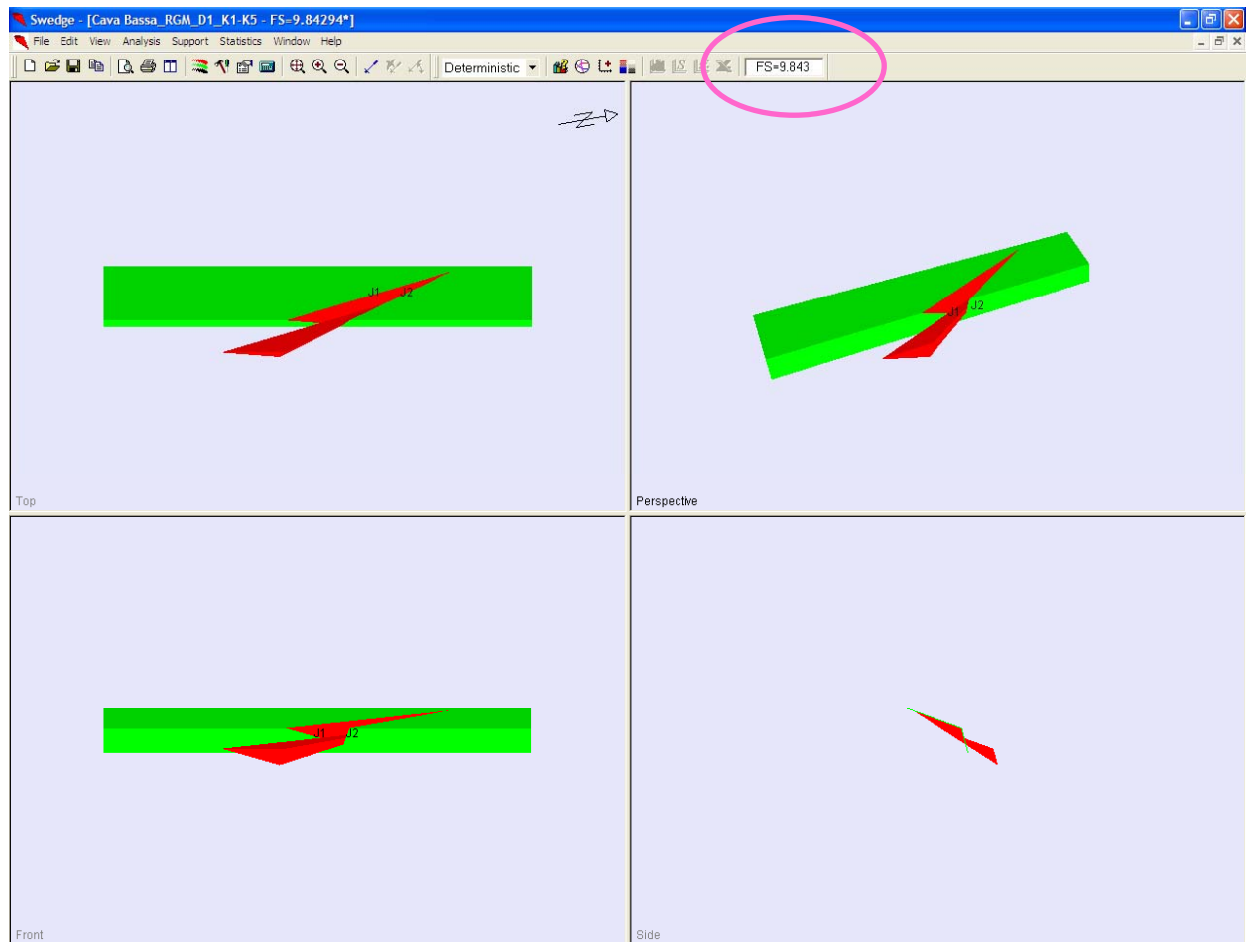
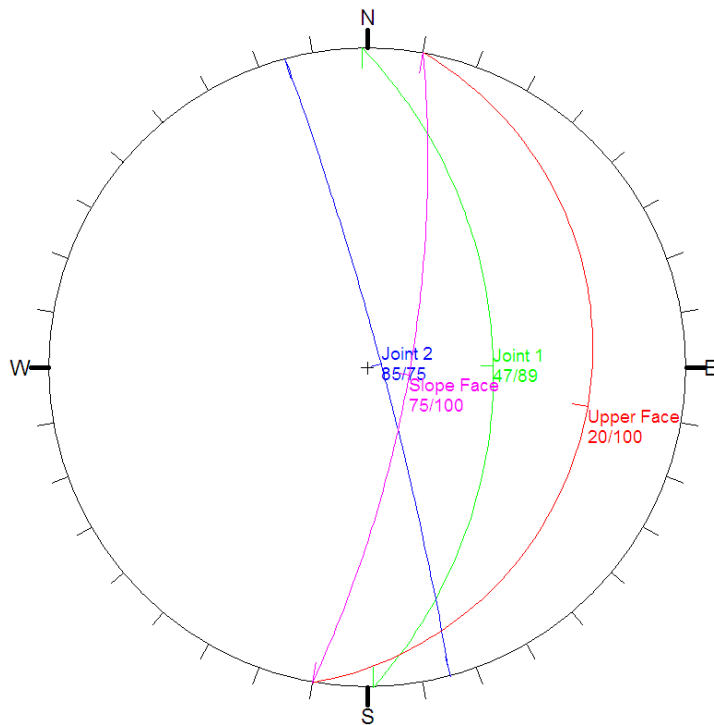
Point 123: -101, 325, 102

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.5.3 Sito D1 - Combinazione K1-K5



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D1_K1-K5

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=9.84294

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=159.071 m

Wedge volume=217879 m³

Wedge weight=544698 tonnes

Wedge area (joint1)=24167.1 m²

Wedge area (joint2)=8010.48 m²

Wedge area (slope)=5016.29 m²

Wedge area (upper face)=15415.1 m²

Normal force (joint1)=812015 tonnes

Normal force (joint2)=574830 tonnes

Driving force=149450 tonnes

Resisting force=1.47103e+006 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=15.9246 deg, trend=163.57 deg

length=380.524 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=182.912 m

Joint2 on slope face=54.9302 m

Joint1 on upper face=527.656 m

Joint2 on upper face=347.801 m

Maximum Persistence:

Joint1=527.656 m

Joint2=380.524 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 93.1095 deg

J1&Crest on slope face = 16.4393 deg

J1&Crest on upper face = 17.5457 deg

J2&Crest on slope face = 70.4512 deg

J2&Crest on upper face = 152.783 deg

J1&2 on upper face = 9.67123 deg

Joint Set 1 Data:

dip=47 deg, dip direction=89 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=85 deg, dip direction=75 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=75 deg, dip direction=100 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=100 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

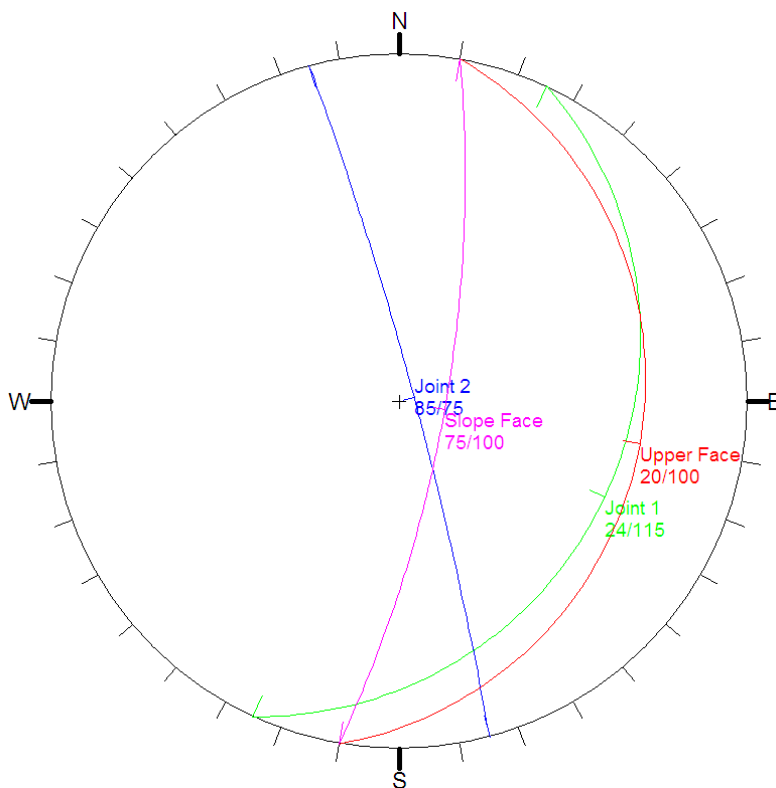
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -43.7, -170, 50

Point 234: -10, 20.4, 50

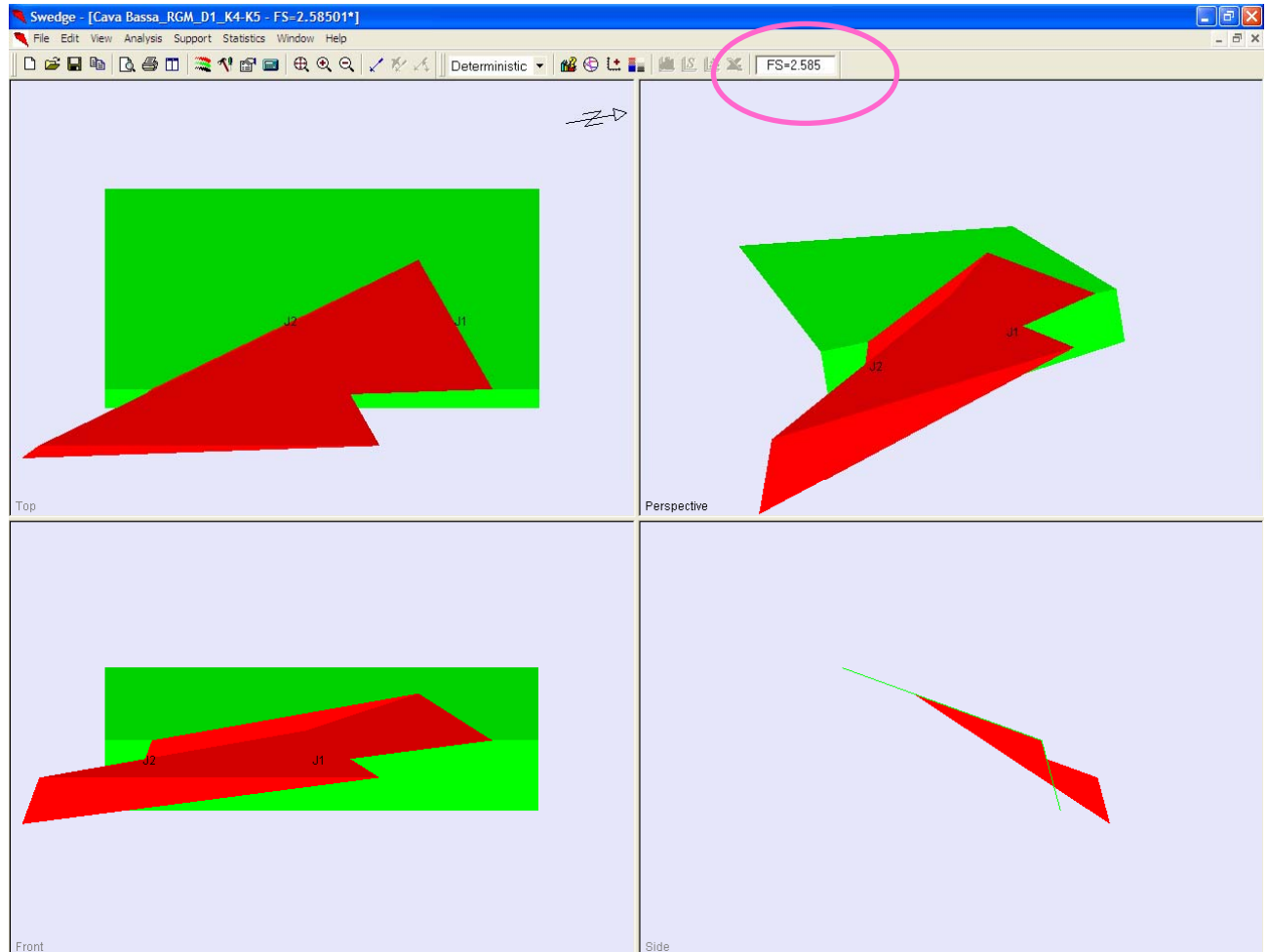
Point 123: -104, 351, 104

2.5.4 Sito D1 - Combinazione K4-K5

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA



Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D1_K4-K5

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=2.58501

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=147.192 m

Wedge volume=380220 m³

Wedge weight=950550 tonnes

Wedge area (joint1)=29643.9 m²

Wedge area (joint2)=7412.28 m²

Wedge area (slope)=9460.38 m²

Wedge area (upper face)=26900.8 m²

Normal force (joint1)=986048 tonnes

Normal force (joint2)=-301726 tonnes

Driving force=386624 tonnes

Resisting force=999425 tonnes

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Failure Mode:

Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=16.4303 deg, trend=163.522 deg

length=354.756 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=387.375 m

Joint2 on slope face=54.9302 m

Joint1 on upper face=167.206 m

Joint2 on upper face=321.828 m

Maximum Persistence:

Joint1=387.375 m

Joint2=354.756 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 62.772 deg

J1&Crest on slope face = 7.67924 deg

J1&Crest on upper face = 61.6787 deg

J2&Crest on slope face = 109.549 deg

J2&Crest on upper face = 27.217 deg

J1&2 on upper face = 91.1043 deg

Joint Set 1 Data:

dip=24 deg, dip direction=115 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=85 deg, dip direction=75 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=75 deg, dip direction=100 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=100 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: 53.5, 380, 50

Point 234: -10, 20.4, 50

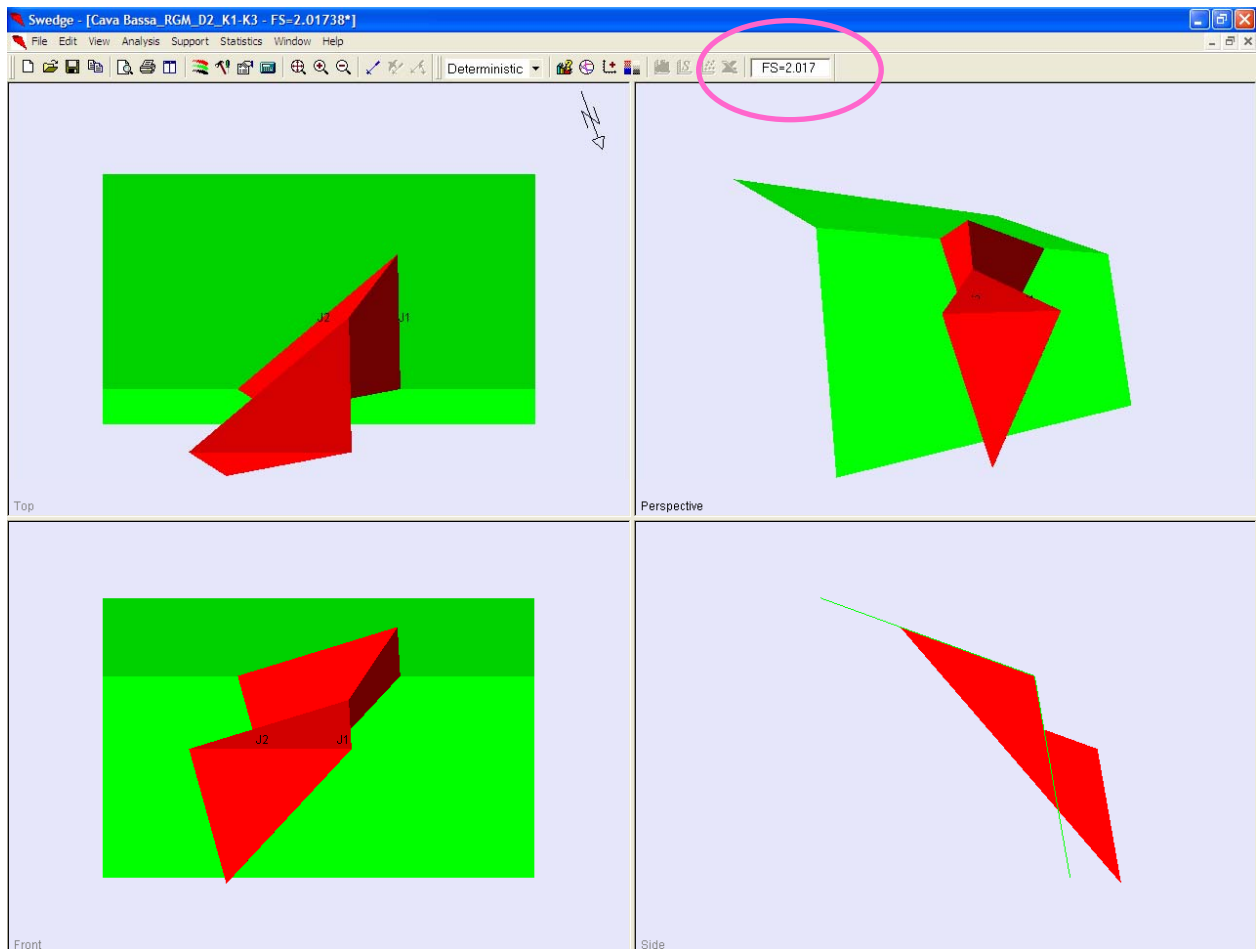
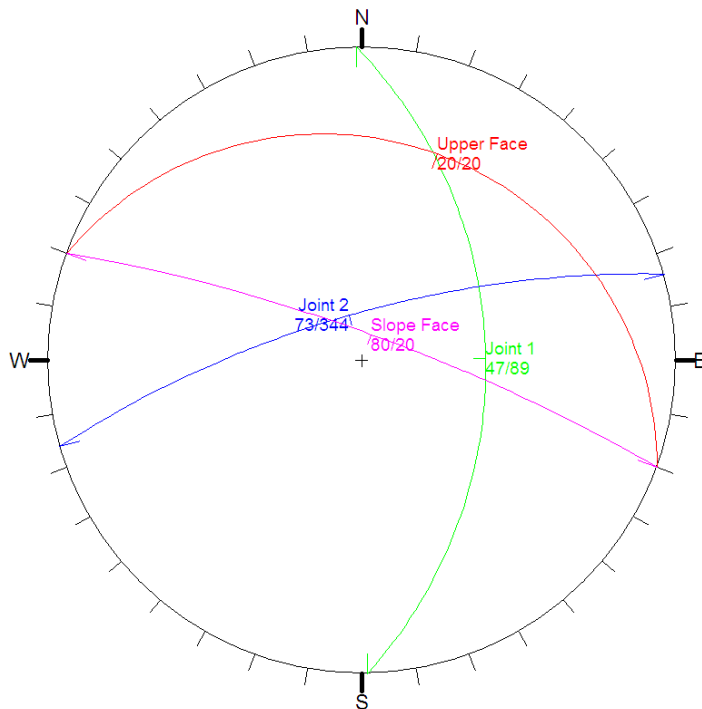
Point 123: -96.5, 326, 100

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.5.5 Sito D2 - Combinazione K1-K3



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D2_K1-K3

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=2.01738

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=53.2637 m

Wedge volume=23587.9 m³

Wedge weight=58969.8 tonnes

Wedge area (joint1)=1715.03 m²

Wedge area (joint2)=2083.22 m²

Wedge area (slope)=1534.08 m²

Wedge area (upper face)=1609.39 m²

Normal force (joint1)=39913.9 tonnes

Normal force (joint2)=16507.5 tonnes

Driving force=39844.7 tonnes

Resisting force=80381.9 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=42.507 deg, trend=57.7267 deg

length=100.961 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=68.8871 m

Joint2 on slope face=52.6324 m

Joint1 on upper face=53.2734 m

Joint2 on upper face=79.7942 m

Maximum Persistence:

Joint1=100.961 m

Joint2=100.961 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 57.8037 deg

J1&Crest on slope face = 47.4783 deg

J1&Crest on upper face = 88.9067 deg

J2&Crest on slope face = 74.718 deg

J2&Crest on upper face = 41.8755 deg

J1&2 on upper face = 49.2178 deg

Joint Set 1 Data:

dip=47 deg, dip direction=89 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=73 deg, dip direction=344 deg

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=20 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m3

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=20 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

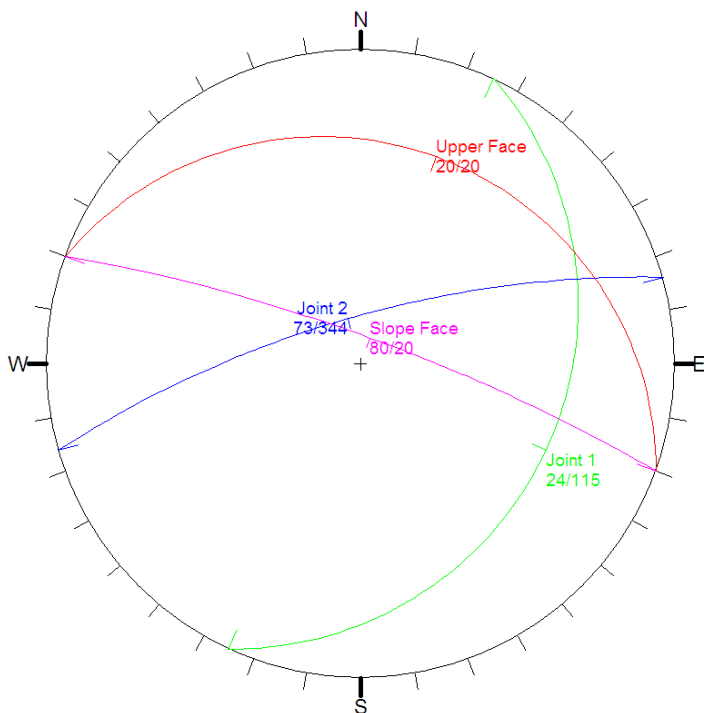
Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -46.8, 7.64, 50

Point 234: 10, -13, 50

Point 123: -62.9, -39.7, 68.2

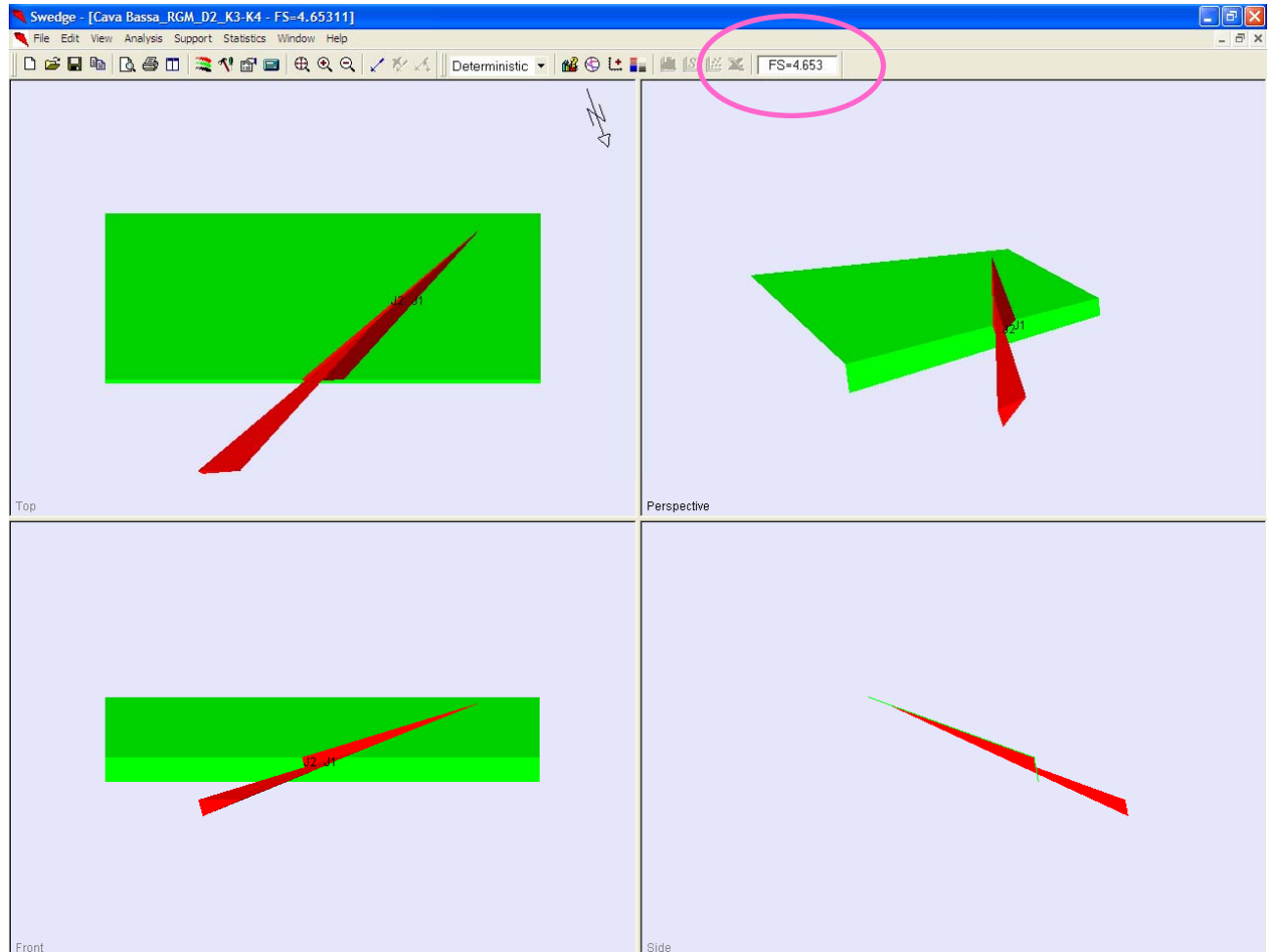
2.5.6 Sito D2 - Combinazione K3-K4



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA



Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D2_K3-K4

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=4.65311

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=485.901 m

Wedge volume=453553 m³

Wedge weight=1.13388e+006 tonnes

Wedge area (joint1)=26363.9 m²

Wedge area (joint2)=19004.3 m²

Wedge area (slope)=3233.49 m²

Wedge area (upper face)=30945.7 m²

Normal force (joint1)=1.03205e+006 tonnes

Normal force (joint2)=319222 tonnes

Driving force=332880 tonnes

Resisting force=1.54893e+006 tonnes

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=17.0722 deg, trend=68.6124 deg

length=736.395 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=124.34 m

Joint2 on slope face=52.6324 m

Joint1 on upper face=638.767 m

Joint2 on upper face=727.926 m

Maximum Persistence:

Joint1=736.395 m

Joint2=736.395 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 81.1823 deg

J1&Crest on slope face = 24.0997 deg

J1&Crest on upper face = 130.475 deg

J2&Crest on slope face = 74.718 deg

J2&Crest on upper face = 41.8755 deg

J1&2 on upper face = 7.64916 deg

Joint Set 1 Data:

dip=24 deg, dip direction=115 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

dip=73 deg, dip direction=344 deg

cohesion=8.25 tonnes/m², friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=20 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=20 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -110, 30.5, 50

Point 234: 10, -13, 50

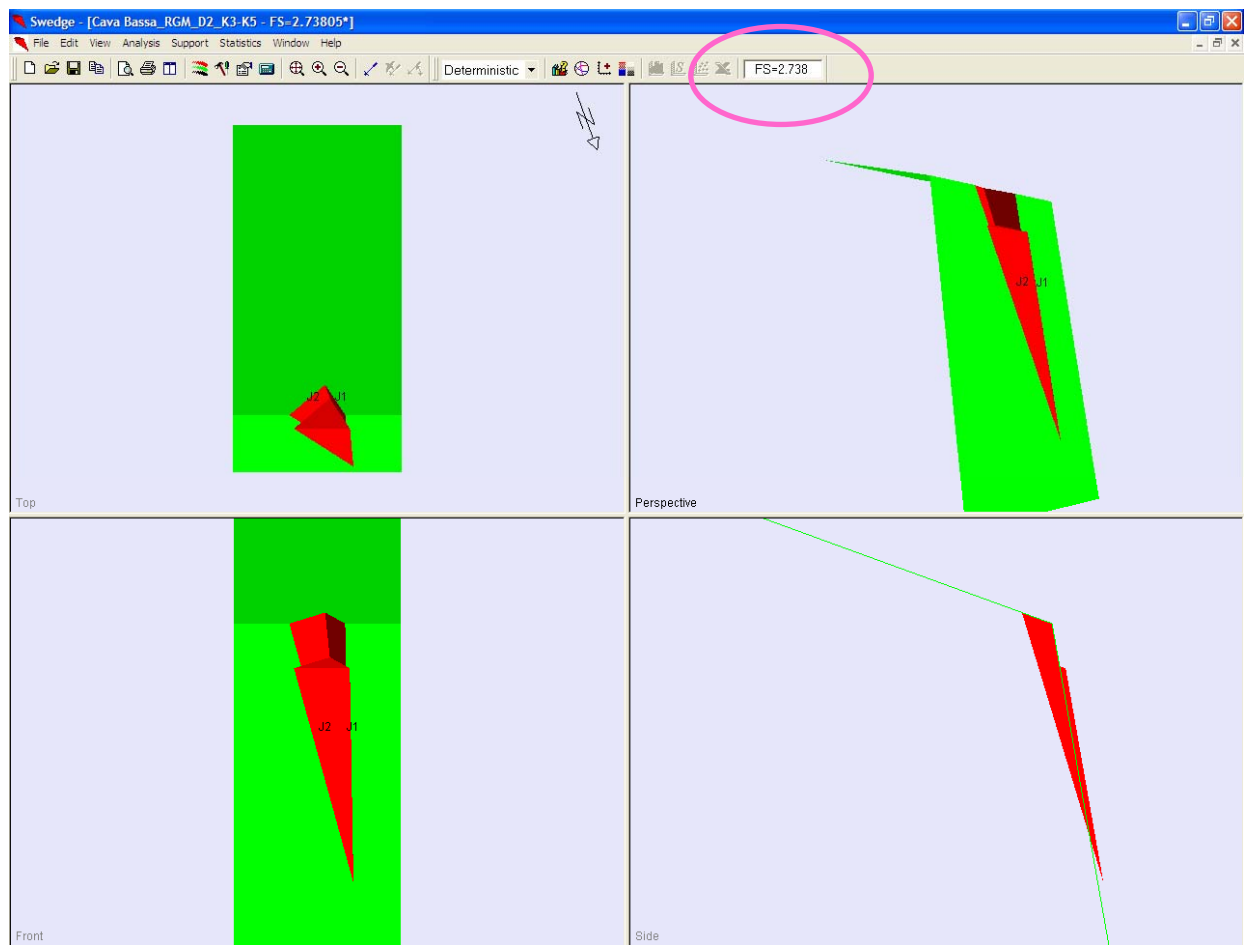
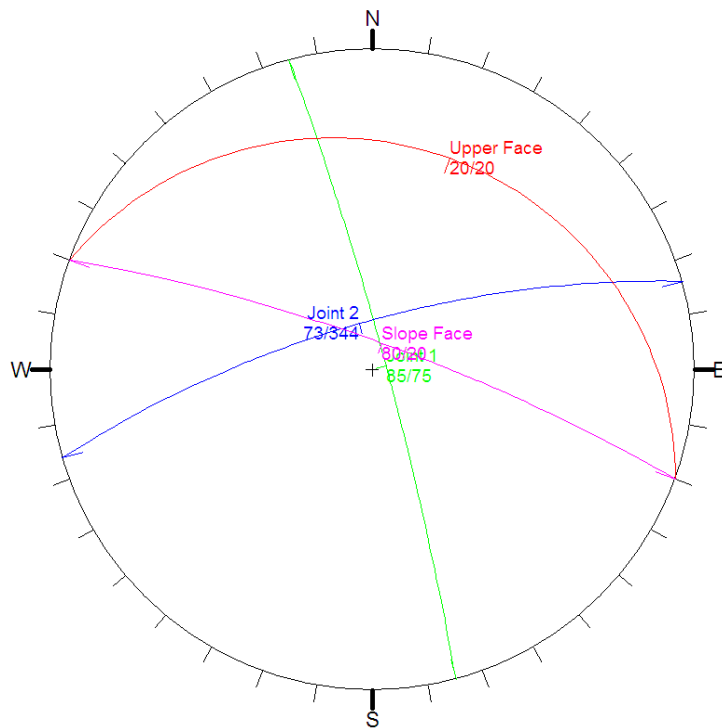
Point 123: -655, -257, 216

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

2.5.7 Sito D2 - Combinazione K3-K5



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Swedge Analysis Information

Document Name:

Cava Bassa_RGM_D2_K3-K5

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=2.73805

Wedge height(on slope)=50 m

Wedge width(on upper face)=7.50708 m

Wedge volume=717.335 m³

Wedge weight=1793.34 tonnes

Wedge area (joint1)=202.247 m²

Wedge area (joint2)=293.613 m²

Wedge area (slope)=331.01 m²

Wedge area (upper face)=48.9434 m²

Normal force (joint1)=151.668 tonnes

Normal force (joint2)=522.978 tonnes

Driving force=1708.26 tonnes

Resisting force=4677.31 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=72.2805 deg, trend=0.891499 deg

length=55.1857 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=50.7782 m

Joint2 on slope face=52.6324 m

Joint1 on upper face=8.83862 m

Joint2 on upper face=11.2463 m

Maximum Persistence:

Joint1=55.1857 m

Joint2=55.1857 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 14.342 deg

J1&Crest on slope face = 90.94 deg

J1&Crest on upper face = 58.1411 deg

J2&Crest on slope face = 74.718 deg

J2&Crest on upper face = 41.8755 deg

J1&2 on upper face = 79.9834 deg

Joint Set 1 Data:

dip=85 deg, dip direction=75 deg

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Joint Set 2 Data:

cohesion=8.25 tonnes/m2, friction angle=41 deg

Slope Data:

dip=80 deg, dip direction=20 deg

slope height=50 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m3

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=20 deg, dip direction=20 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -2.23, -8.57, 50

Point 234: 10, -13, 50

Point 123: -0.261, -16.8, 52.6

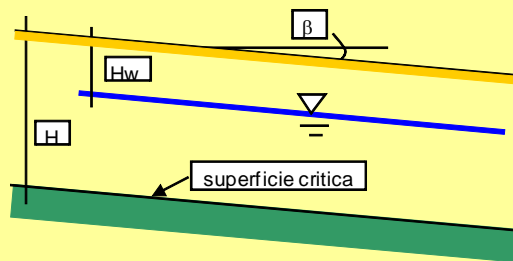
3 ALLEGATO TECNICO- AREA IN DISSESTO DA SCIVOLAMENTO

3.1 PENDIO INDEFINITO

Deposito eluviale

Pendio infinito con falda - condizioni statiche

Lambe T. W. - Whitman R. V. [1968]



DATI DI INGRESSO

γ_w	peso di volume acqua	9.8	(kN/m ³)
γ_t	peso di volume terreno	17.0	(kN/m ³)
H_w	profondità falda da p.c.	0.2	(m)
H	spessore dello strato di terreno	1.5	(m)
β	pendenza pendio	27.0	(°)
ϕ'	angolo di attrito	26.0	(°)
c'	coesione drenata	9.8	(kPa)

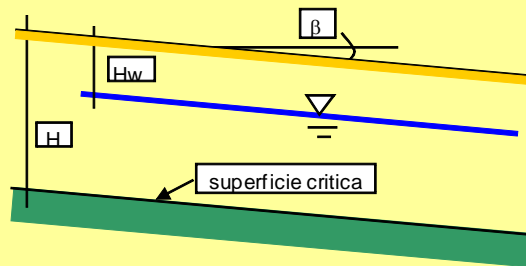
RISULTATI

FS statico: 1.43

Deposito glaciale

Pendio infinito con falda - condizioni statiche

Lambe T. W. - Whitman R. V. [1968]



DATI DI INGRESSO

γ_w	peso di volume acqua	9.8	(kN/m ³)
γ_t	peso di volume terreno	19.0	(kN/m ³)
H_w	profondità falda da p.c.	0.2	(m)
H	spessore dello strato di terreno	3.0	(m)
β	pendenza pendio	28.0	(°)
ϕ'	angolo di attrito	31.0	(°)
c'	coesione drenata	19.6	(kPa)

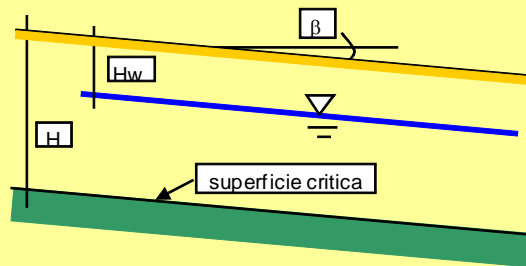
RISULTATI

FS statico: 1.42

Deposito detritico

Pendio infinito con falda - condizioni statiche

Lambe T. W. - Whitman R. V. [1968]



DATI DI INGRESSO

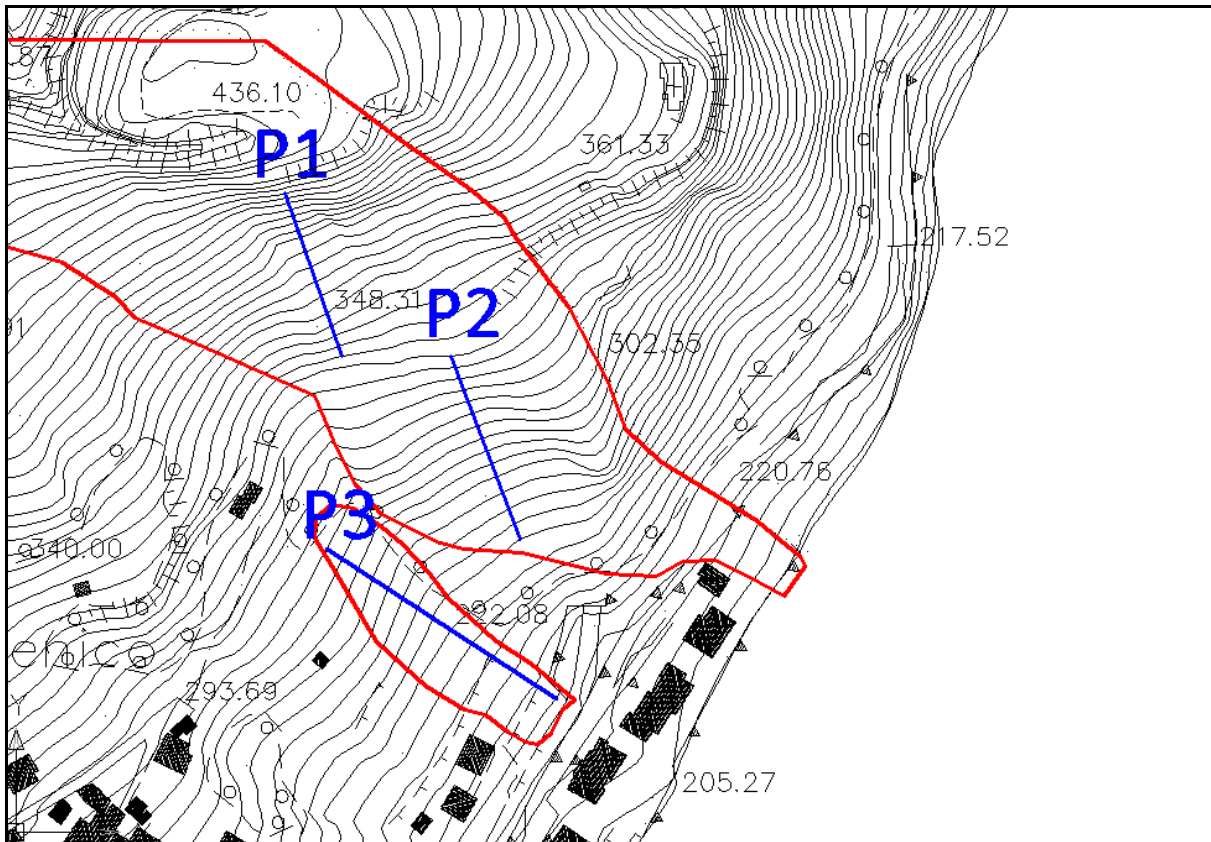
γ_w	peso di volume acqua	9.8	(kN/m ³)
γ_t	peso di volume terreno	19.0	(kN/m ³)
H_w	profondità falda da p.c.	0.2	(m)
H	spessore dello strato di terreno	2.0	(m)
β	pendenza pendio	26.0	(°)
ϕ'	angolo di attrito	35.0	(°)
c'	coesione drenata	9.8	(kPa)

RISULTATI

FS statico: 1.42

3.2 VERIFICHE DI STABILITÀ

3.2.1 Ubicazione sezioni



3.2.2 Riferimenti teorici

Normativa di riferimento

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. LL.PP. del 14/02/1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

D.M. 16 Gennaio 1996

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

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

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Norme tecniche per le Costruzioni

Decreto Ministeriale 14 Settembre 2005. Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005. Supplemento Ordinario n. 159

Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi

multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i

$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

($n-1$) forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;

($n-1$) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono ($6n-2$).

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n

Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a ($n-2$) in quando si fa l'assunzione che

N_j sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

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

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di *Bishop* a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \left\{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \right\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

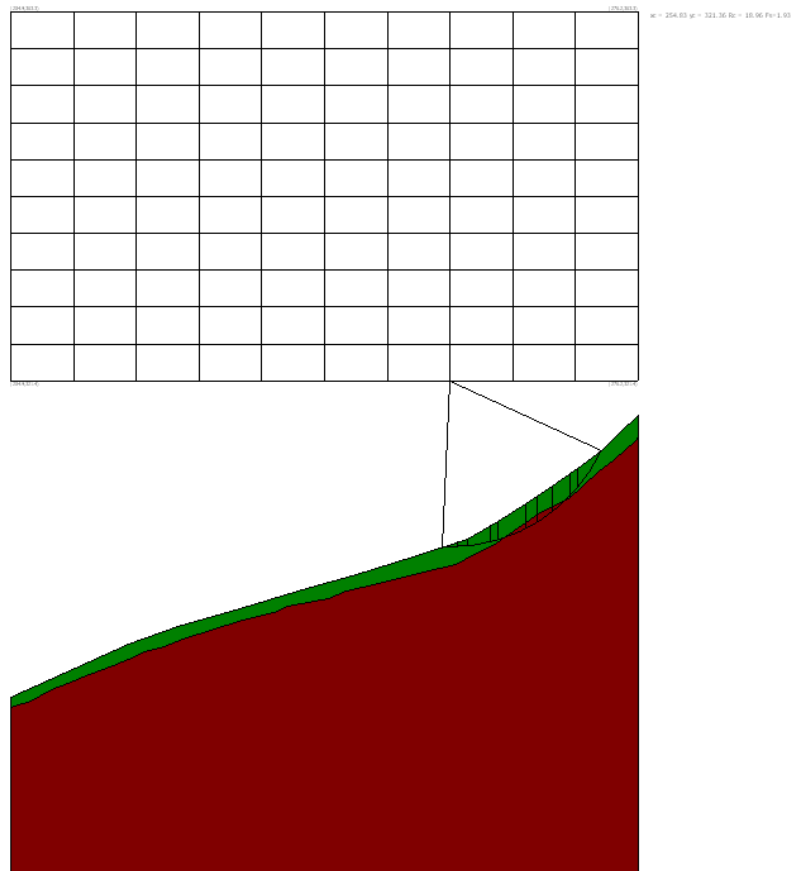
- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W : peso concio
- K_x : Coefficiente sismico orizzontale
- K_y : Coefficiente sismico verticale

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

3.2.3 Sezione 1



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

=====
Lat./Long. 46.104676/9.279218
Normativa NTC 2008
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
Coefficiente parziale resistenza 1.1
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare
=====

Maglia dei Centri

=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi 204.89 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 321.36 m
Ascissa vertice destro superiore xs 276.24 m
=====

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Ordinata vertice destro superiore ys 363.31 m

Passo di ricerca 10.0

Numero di celle lungo x 10.0

Numero di celle lungo y 10.0

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe II

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.17	2.63	0.16
S.L.D.	50.0	0.21	2.62	0.17
S.L.V.	475.0	0.41	2.68	0.28
S.L.C.	975.0	0.49	2.72	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3264	0.2	0.0067	0.0033
S.L.D.	0.4032	0.2	0.0082	0.0041
S.L.V.	0.7872	0.2	0.0161	0.008
S.L.C.	0.9408	0.2	0.0192	0.0096

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0067

Coefficiente azione sismica verticale 0.0033

Vertici profilo

N	X m	y m
1	204.82	269.37
2	204.82	285.37

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

3	209.31	287.37
4	213.79	289.37
5	218.25	291.37
6	223.94	293.37
7	230.88	295.37
8	237.6	297.37
9	244.2	299.37
10	250.65	301.37
11	256.84	303.37
12	260.26	305.37
13	263.39	307.37
14	266.47	309.37
15	269.34	311.37
16	272.03	313.37
17	274.14	315.37
18	276.3	317.37

Vertici strato1

N	X m	y m
1	204.82	269.37
2	204.82	284.22
3	204.82	284.22
4	207.25	284.98
5	209.56	286.28
6	211.3	286.88
7	213.85	287.98
8	216.6	288.91
9	218.22	289.72
10	220.08	290.53
11	222.31	291.13
12	224.43	291.91
13	228.0	293.12
14	230.75	294.06
15	234.76	295.03
16	236.42	295.76
17	240.99	296.56
18	243.06	297.41

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

19	246.8	298.32
20	251.74	299.58
21	255.59	300.47
22	257.49	301.56
23	259.76	302.65
24	264.92	306.18
25	268.28	307.96
26	271.64	310.92
27	273.54	312.34
28	275.93	314.56
29	276.3	315.04

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno No

=====

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.1		28	1700	1900	0.00		
2			45	2300	2500	0.00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato 1.93

Ascissa centro superficie 254.83 m

Ordinata centro superficie 321.36 m

Raggio superficie 18.96 m

=====

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

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

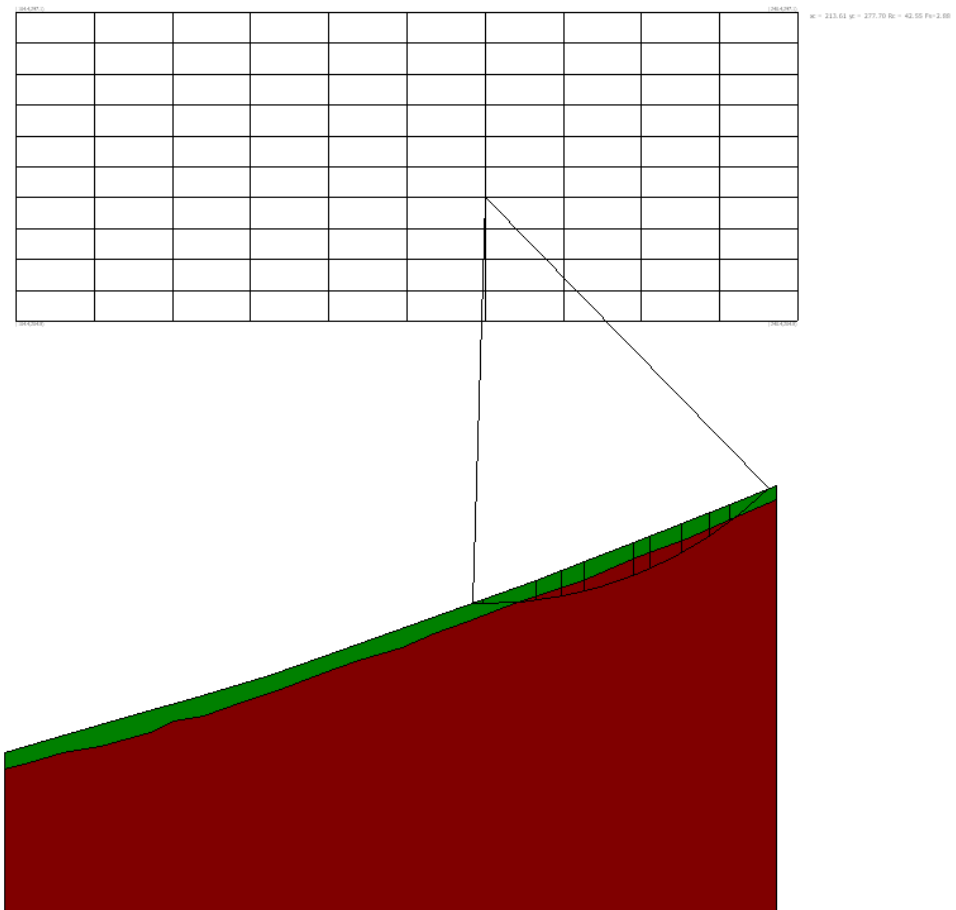
Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 254.834 yc = 321.361 Rc = 18.965 Fs=1.9274

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.81	-0.1	1.81	975.14	6.53	3.22	0.1	28.0	0.0	977.1	1319.8
2	1.13	4.4	1.13	1408.63	9.44	4.65	0.1	28.0	0.0	1333.5	1043.0
3	2.5	9.9	2.54	6049.26	40.53	19.96	0.1	28.0	0.0	5595.6	3166.7
4	0.92	15.2	0.95	3183.23	21.33	10.5	0.1	28.0	0.0	2914.7	1465.1
5	3.13	21.7	3.37	14667.62	98.27	48.4	0.0	45.0	0.0	12885.0	7846.0
6	1.39	29.2	1.6	7816.85	52.37	25.8	0.0	45.0	0.0	6803.7	4410.2
7	1.69	34.7	2.05	9564.07	64.08	31.56	0.0	45.0	0.0	8359.5	5755.4
8	1.94	41.8	2.6	9792.77	65.61	32.32	0.0	45.0	0.0	8723.0	6616.9
9	0.93	47.8	1.39	3845.51	25.76	12.69	0.1	28.0	0.0	3650.1	2801.3
10	2.7	57.5	5.02	6500.02	43.55	21.45	0.1	28.0	0.0	5190.3	8188.3

3.2.4 Sezione 2



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long. 46.104676/9.279218
Normativa NTC 2008
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
Coefficiente parziale resistenza 1.1
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 164.43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 264.76 m
Ascissa vertice destro superiore xs 246.4 m
Ordinata vertice destro superiore ys 297.12 m
Passo di ricerca 10.0
Numero di celle lungo x 10.0
Numero di celle lungo y 10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
Vita nominale: 50.0 [anni]
Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.17	2.63	0.16
S.L.D.	50.0	0.21	2.62	0.17
S.L.V.	475.0	0.41	2.68	0.28

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

S.L.C.	975.0	0.49	2.72	0.3
--------	-------	------	------	-----

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s ²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0.3264	0.2	0.0067	0.0033
S.L.D.	0.4032	0.2	0.0082	0.0041
S.L.V.	0.7872	0.2	0.0161	0.008
S.L.C.	0.9408	0.2	0.0192	0.0096

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.007

Coefficiente azione sismica verticale 0.003

Vertici profilo

N	X m	y m
1	163.24	206.56
2	163.24	219.56
3	169.98	221.56
4	176.87	223.56
5	183.9	225.56
6	191.02	227.56
7	196.61	229.56
8	202.19	231.56
9	207.76	233.56
10	213.33	235.56
11	218.9	237.56
12	224.04	239.56
13	229.14	241.56
14	234.18	243.56
15	239.19	245.56
16	244.15	247.56

Vertici strato1

N	X m	y m
1	163.24	206.56
2	163.24	217.81
3	163.24	217.81
4	165.7	218.43

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

5	169.39	219.48
6	173.28	220.22
7	178.53	221.69
8	181.06	222.85
9	184.0	223.37
10	188.21	224.84
11	192.1	226.1
12	196.62	227.89
13	200.41	229.26
14	204.82	230.52
15	208.19	231.99
16	211.87	233.36
17	216.71	235.14
18	223.79	237.59
19	229.68	240.11
20	234.73	242.0
21	239.57	244.1
22	244.15	246.05

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno No

=====

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.1		28	1700	1900	0.00		
2	0		45	2300	2500	0.00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato 2.88

Ascissa centro superficie 213.61 m

Ordinata centro superficie 277.7 m

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

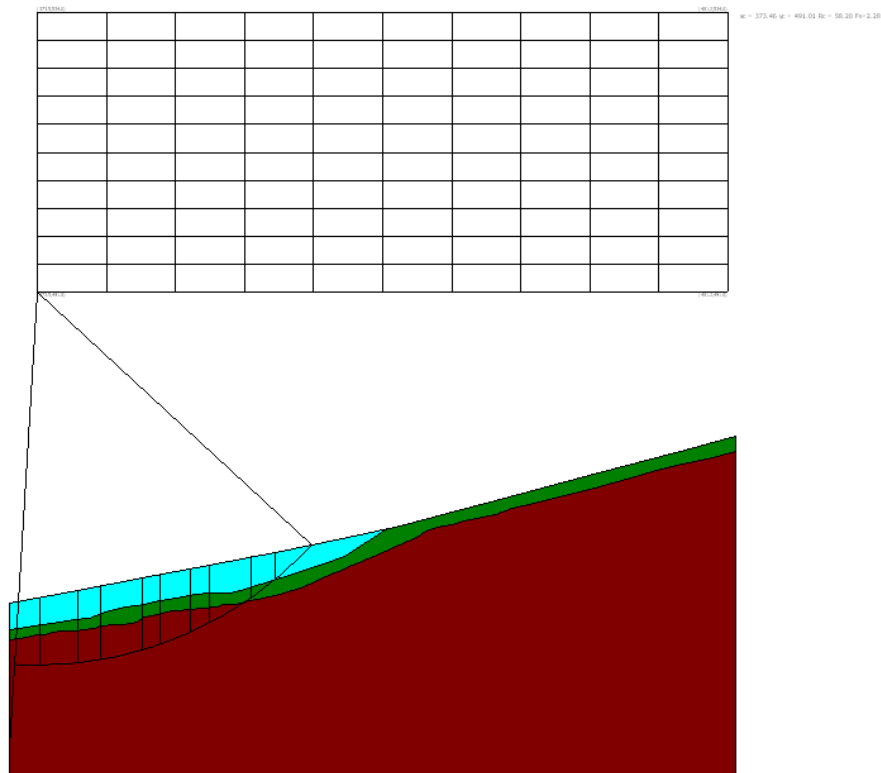
Raggio superficie 42.55 m

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

Analisi dei concii. Superficie...xc = 213.614 yc = 277.704 Rc = 42.548 Fs=2.8809

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.06	-1.1	1.06	368.44	2.58	1.11	0.1	28.0	0.0	377.7	478.1
2	5.57	3.4	5.58	12574.89	88.02	37.72	0.1	28.0	0.0	12325.6	4600.5
3	2.68	9.0	2.71	12041.05	84.29	36.12	0.0	45.0	0.0	11503.1	4408.9
4	2.47	12.5	2.53	13834.4	96.84	41.5	0.0	45.0	0.0	13073.5	5069.6
5	5.09	17.8	5.35	34123.67	238.87	102.37	0.0	45.0	0.0	31955.2	12706.2
6	1.75	22.7	1.89	12149.93	85.05	36.45	0.0	45.0	0.0	11369.3	4664.8
7	3.3	26.4	3.69	21722.58	152.06	65.17	0.0	45.0	0.0	20416.0	8631.8
8	2.9	31.2	3.39	15914.65	111.4	47.74	0.0	45.0	0.0	15135.1	6698.9
9	2.1	35.2	2.57	8567.61	59.97	25.7	0.0	45.0	0.0	8275.3	3834.8
10	4.1	40.6	5.4	7269.76	50.89	21.81	0.1	28.0	0.0	6670.5	4460.4

3.2.5 Sezione 3



Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

=====
 Lat./Long. 46.104676/9.279218
 Normativa NTC 2008
 Numero di strati 3.0
 Numero dei conci 10.0
 Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
 Coefficiente parziale resistenza 1.1
 Analisi Condizione drenata
 Superficie di forma circolare
 =====

Maglia dei Centri

=====
 Ascissa vertice sinistro inferiore xi 373.46 m
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 491.01 m
 Ascissa vertice destro superiore xs 481.24 m
 Ordinata vertice destro superiore ys 534.63 m
 Passo di ricerca 10.0
 Numero di celle lungo x 10.0
 Numero di celle lungo y 10.0
 =====

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.17	2.63	0.16
S.L.D.	50.0	0.21	2.62	0.17
S.L.V.	475.0	0.41	2.68	0.28

=====
 Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

S.L.C.	975.0	0.49	2.72	0.3
--------	-------	------	------	-----

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s ²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0.3264	0.2	0.0067	0.0033
S.L.D.	0.4032	0.2	0.0082	0.0041
S.L.V.	0.7872	0.2	0.0161	0.008
S.L.C.	0.9408	0.2	0.0192	0.0096

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.007

Coefficiente azione sismica verticale 0.003

Vertici profilo

N	X m	y m
1	369.16	419.42
2	369.16	442.42
3	379.69	444.42
4	389.94	446.42
5	400.25	448.42
6	410.6	450.42
7	420.98	452.42
8	430.03	454.42
9	437.45	456.42
10	444.85	458.42
11	452.21	460.42
12	459.55	462.42
13	466.97	464.42
14	474.6	466.42
15	482.38	468.42

Vertici strato1

N	X m	y m
1	369.16	419.42
2	369.16	438.23
3	369.16	438.23
4	371.95	438.62
5	374.33	439.01

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

6	377.01	439.53
7	379.16	439.92
8	381.55	440.11
9	384.18	441.16
10	387.2	441.83
11	390.16	442.31
12	392.6	442.83
13	395.09	443.22
14	398.15	443.84
15	400.21	444.12
16	403.46	444.12
17	405.33	444.41
18	407.05	444.94
19	408.96	445.65
20	413.91	447.19
21	418.12	448.48
22	421.43	449.82
23	427.75	453.92
24	430.03	454.42
25	437.45	456.42
26	444.85	458.42
27	452.21	460.42
28	459.55	462.42
29	466.97	464.42
30	474.6	466.42
31	482.38	468.42

Vertici strato2

N	X m	y m
1	369.16	419.42
2	369.16	436.78
3	369.16	436.78
4	370.5	436.94
5	371.9	437.18
6	372.47	437.28
7	373.46	437.48
8	374.57	437.59

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

9	375.22	437.74
10	376.1	437.97
11	377.02	438.06
12	378.8	438.08
13	379.58	438.18
14	380.82	438.35
15	382.28	438.55
16	383.38	438.92
17	385.78	439.02
18	386.88	439.13
19	389.1	439.55
20	389.97	440.2
21	391.43	440.57
22	392.73	440.93
23	394.59	441.19
24	395.56	441.19
25	396.86	441.4
26	399.63	441.66
27	401.2	441.95
28	401.63	441.96
29	402.47	442.24
30	404.27	442.35
31	405.5	442.5
32	406.52	442.84
33	407.9	443.08
34	409.6	443.44
35	411.3	443.86
36	414.44	444.8
37	417.19	445.93
38	418.45	446.51
39	419.78	447.13
40	421.04	447.58
41	422.55	448.33
42	425.92	449.69
43	427.65	450.53
44	428.82	451.0
45	430.0	451.6

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

46	432.35	452.49
47	433.24	453.16
48	434.15	453.66
49	435.75	454.21
50	438.19	454.64
51	439.9	455.19
52	445.0	456.32
53	447.42	457.19
54	451.06	458.03
55	455.86	459.32
56	459.62	460.2
57	466.12	462.0
58	470.76	463.3
59	474.22	464.09
60	478.78	465.18
61	482.38	466.09

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno No

=====

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.2		31	1900	2100,00	0.00		
2	0.1		28	1700	1900	0.00		
3			45	2300	2500	0.00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato 2.28

Ascissa centro superficie 373.46 m

Ordinata centro superficie 491.01 m

Raggio superficie 58.2 m

=====

Analisi delle aree in dissesto (ambiti Fa del P.A.I.)

Recepimento parere Regione Lombardia protocollo Z1.2011.0000401 del 10/01/2011

ELABORATO DI VERIFICA

=====

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

Analisi dei concii. Superficie...xc = 373.461 yc = 491.007 Rc = 58.20 Fs=2.2758

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4.7	70.1	13.84	96263.86	673.85	288.79	0.0	45.0	0.0	121757.9	171602.5
2	5.83	3.3	5.84	131663.5	921.64	394.99	0.0	45.0	0.0	128362.1	61608.0
3	3.58	7.9	3.62	83747.22	586.23	251.24	0.0	45.0	0.0	79268.9	38349.4
4	6.67	13.1	6.85	154583.3	1082.08	463.75	0.0	45.0	0.0	142803.5	70249.6
5	2.74	17.9	2.88	61903.99	433.33	185.71	0.0	45.0	0.0	56339.4	28363.3
6	4.7	21.8	5.07	99559.38	696.92	298.68	0.0	45.0	0.0	89984.5	46431.9
7	2.87	25.8	3.18	53902.97	377.32	161.71	0.0	45.0	0.0	48610.9	25879.8
8	6.54	31.2	7.65	98598.5	690.19	295.8	0.0	45.0	0.0	89339.2	50032.6
9	3.8	37.3	4.78	38163.21	267.14	114.49	0.1	28.0	0.0	38714.5	15278.7
10	5.6	43.4	7.72	24401.44	170.81	73.2	0.2	31.0	0.0	20902.2	18480.4