RegioneLombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

COMUNE DI BELLAGIO

PROVINCIA DI COMO

Componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al Piano di Governo del Territorio

DOCUMENTI TECNICI DI AGGIORNAMENTO

SECONDA RELAZIONE TECNICA DI AGGIORNAMENTO

RECEPIMENTO PARERE REGIONE LOMBARDIA

IL TECNICO INCARICATO:
STUDIO DI GEOLOGIA
TECNICA ED AMBIENTALE

dott. geol. Claudio Depoli
Via Villatico 11
23823 Colico (Lc)
tel_fax: 0341.933011
e_mail: tecnico@studiogeoteam.com

DOCUMENTI DI PIANO

DATA:	SCALA:	ALL.:	ELAB.:
marzo 2013	///	F	

Geologia Tecnica ed Ambientale
Via Villatico, 11 – Colico (Lc)
Tel/fax 0341.933011

Sommario

COMMENTO 2
AMBITO 1 Loc. Breno 3
Sintesi introduttiva 3
AMBITO 2 (EX Area 3) loc. Mulino del Perlo 13
Sintesi introduttiva 13
AMBITO 6 Mote Fopa 13
Sintesi introduttiva 13
ALLEGATI: 28
CARTOGRAFIA: 29

COMMENTO

Questo documento integrativo allo studio di supporto della componente geologica, idrogeologica e sismica redatto per il territorio comunale di Bellagio, provincia di Como, **ritenuto conforme ai criteri della L.R 12/05 in campo geologico dalla Regione Lombardia** ne è stato oggetto di prescrizione relativamente a 3 ambiti (Area 1 loc. Breno, Ambito 2 ex Area 3 loc. Mulino del Perlo ed Area 7, loc. M.te Fopa) "modifica ed integrazione" da parte della Regione Lombardia.(rif. Parere marzo 2013), ovvero:

RegioneLombardia

Giunta Regionale
DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E URBANISTICA
TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO
PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE DI BACINO E LOCALE

Piazza Città di Lombardia n.1
20124 Milano
Tel 02 6765.1

www.regione.lombardia.it
territorio@pec.regione.lombardia.it

Spett.le
COMUNE DI BELLAGIO

Email: comune.bellagio.co@halleycert.it

e, p.c.
PROVINCIA DI COMO

Email:
protocollo.elettronico@pec.provincia.como.it

Oggetto : Aggiornamento della componente geologca idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio - L.r. 11 marzo 2005, n. 12. Rif. nota n. 18106 del 17 dicembre 2012.

Con riferimento alla nota a margine indicata, si comunica che lo studio in oggetto **è stato ritenuto conforme** ai criteri di attuazione della l.r. 12/05 in campo geologico e ai contenuti della verifica di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI **con le prescrizioni formulate nell'allegato parere**.

Ovvero:

In conclusione **si esprime parere positivo** sulle riclassificazioni/riperimetrazioni proposte per gli ambiti: Area 2 – Loc. Gorla/Mulino del Perlo, Area 4 – Brogno, Area 5 - Loc. Rovenzola, Area 7 - Loc. Montecchio/Pra Filippo, Area 8 – Ronco, Area 9 - M. Lumaga.

Per gli ambiti Area 1 - Loc. Breno, Ambito 2 (ex Area 3 dello studio del maggio 2012) – Loc. Mulino del Perlo, Area 6 - Loc. Monte Fopa **si prescrive di ricondurre la perimetrazione/classificazione a quella vigente** (modificando di conseguenza le cartografie), **o, in alternativa di integrare le valutazioni effettuate** secondo le indicazioni sopraesposte.

Nel rispetto di quanto indicato si è provveduto ad integrare le valutazioni nei 3 settori.

AMBITO 1 Loc. Breno

Sintesi introduttiva

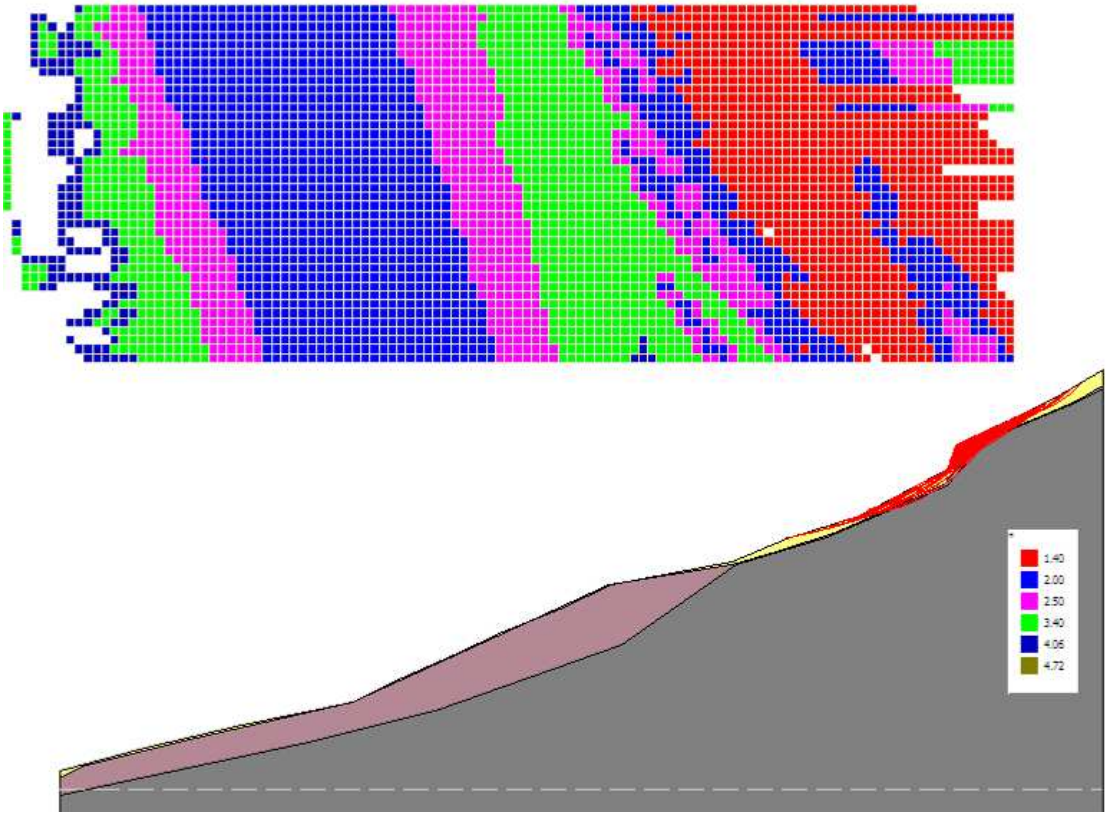
Preso atto, da parte della Regione Lombardia , dell'approvazione dello studio geologico di supporto al PGT con parere di conformità ai criteri di attuazione della l.r. 12/2005 in campo geologico, permangono da pare del Settore territoriale regionale . alcune perplessità in merito all'Ambito 1 Loc. Breno.
In particolare:

- Area 1 - Loc. Breno: si prende atto dell'estensione dell'area di indagine nel settore a nord-ovest. Non si notano apprezzabili differenze tra la carta di pericolosità finale riportata nello studio di approfondimento (04/2012) e quella del lavoro più recente (aggiornamento 12/2012), sebbene siano state utilizzate procedure differenti per la definizione della pericolosità. Entrambe le procedure evidenziano nella parte sommitale dell'ambito valori del fattore di sicurezza anche inferiori a 1 non congruenti con l'attribuzione della pericolosità (H2 lungo il profilo 1a e H3 lungo il profilo 1b). Data la vicinanza delle aree di cui si propone la riclassificazione (da Fq a Fs) al limite orientale dell'area Fq, la valutazione del grado di pericolosità dovrà necessariamente essere estesa anche ad un significativo ambito limitrofo. Dovrà inoltre essere realizzata una sezione di verifica di stabilità passante per gli ambiti oggetto della proposta di riperimetrazione valutando lo spessore effettivo dei depositi superficiali e le caratteristiche geotecniche locali.

In attuazione alle prescrizione si è operato mediante correlazione corretta dei dati e integrazione sezione di verifica e analisi pericolosità.

Geologia Tecnica ed Ambientale
Via Villatico, 11 – Colico (Lc)
Tel/fax 0341.933011

RELAZIONE DI CALCOLO
SEZ 1a



In rosso le sup. fino a Fs= 1.4

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-12.78 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	99.8 m
Ascissa vertice destro superiore xs	203.03 m
Ordinata vertice destro superiore ys	176.77 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-0.49	11.95
2	17.61	16.95
3	38.62	21.95
4	62.76	26.95
5	73.24	31.95
6	84.05	36.95
7	94.8	41.95
8	106.83	46.95
9	117.97	51.95
10	143.81	56.95
11	155.71	61.95
12	171.45	66.95
13	190.33	76.95
14	192.21	81.95
15	213.18	91.95
16	223.68	98.37

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	-0.49	10.45
2	5.18	13.4
3	28.85	19.26
4	62.29	26.83
5	93.29	40.98
6	117.45	51.97
7	143.81	56.36
8	153.33	59.29
9	165.78	63.19
10	179.21	69.05
11	189.46	73.69
12	193.61	78.57
13	198.98	83.45
14	217.77	91.51
15	223.68	94.95

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	-0.49	6.78
2	51.55	17.77
3	80.11	25.1
4	120.14	39.25
5	144.79	56.34
6	164.32	62.2
7	190.19	73.18
8	195.07	79.04
9	199.46	83.43
10	218.5	91.49
11	223.68	94.2

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

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0,1	28	1800	2000	0.00		eluviale
3	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	0.67
Ascissa centro superficie	172.82 m
Ordinata centro superficie	101.34 m
Raggio superficie	29.11 m

==========

Numero di superfici esaminate....(1084)

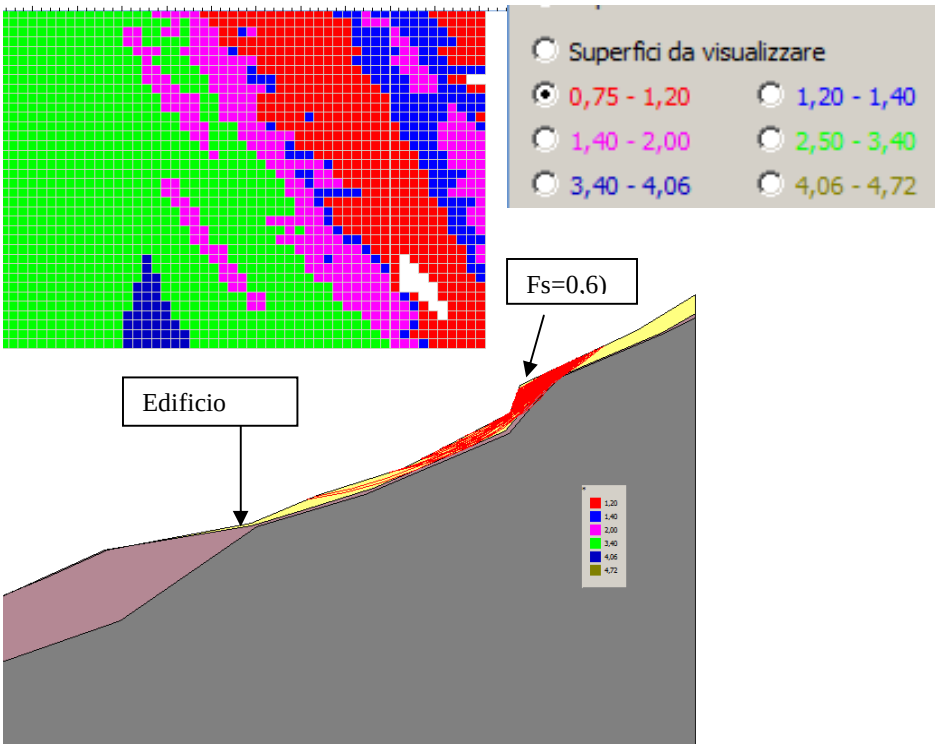
COMMENTO

Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4

In particolare:

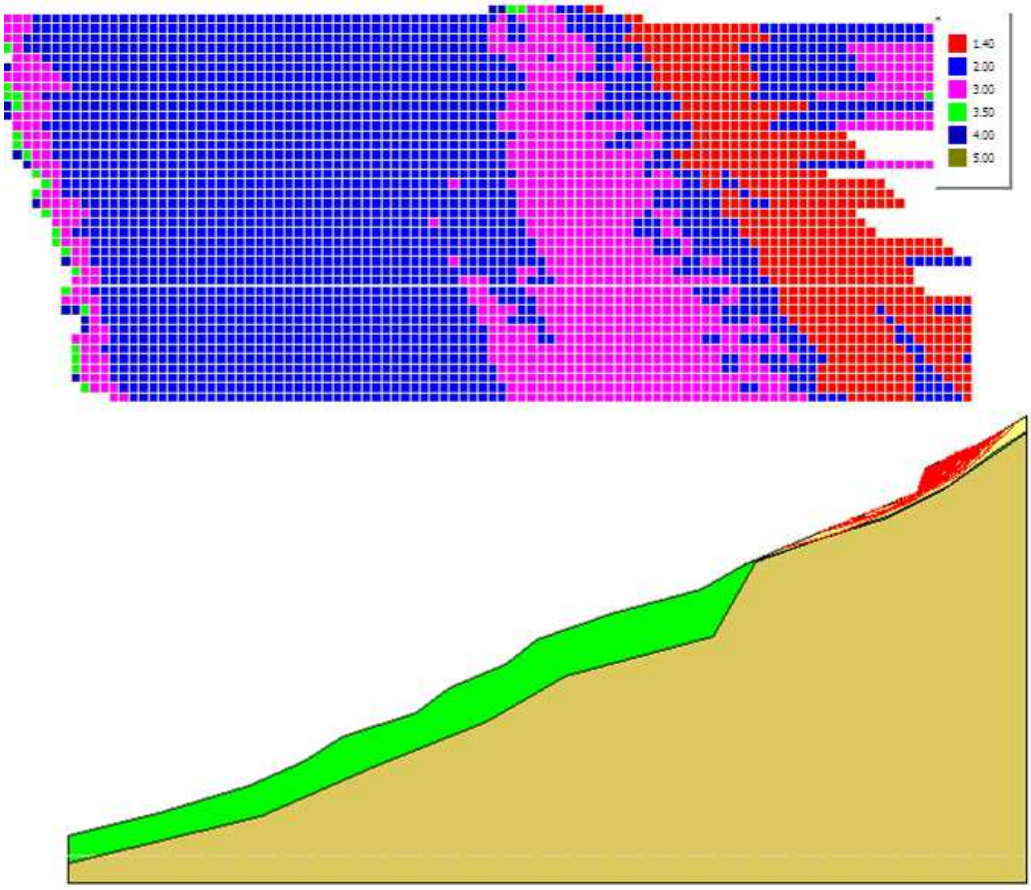
SUPERFICI CON FS < 1,2

In particolare tali superfici discretizzate fino a valori pari o inferiore a 1,2 (corrispondente alla pericolosità preliminare H4) riguardano la parte alta del settore, con FS minore riscontrato solo nel tratto di pendio acclive (FS= 0,67) . Si tratta di analisi effettuate senza considerare i valori di coesione delle terre.



Geologia Tecnica ed Ambientale
Via Villatico, 11 – Colico (Lc)
Tel/fax 0341.933011

RELAZIONE DI CALCOLO
Se 1b aggiornata



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-23.6 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	93.14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	190.89 m
Ordinata vertice destro superiore ys	172.18 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.01	4.91
2	9.82	7.41
3	19.64	9.91
4	36.71	14.91
5	48.13	19.91
6	55.62	24.91
7	70.95	29.91
8	77.47	34.91
9	89.36	39.91
10	95.35	44.91
11	110.67	49.91
12	128.78	54.91
13	137.58	59.91
14	149.14	64.91
15	160.99	69.91
16	173.09	74.91
17	174.75	79.91
18	185.85	84.91
19	195.18	90.3

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.01	4.91
2	9.82	7.41
3	19.64	9.91
4	36.71	14.91
5	48.13	19.91
6	55.62	24.91
7	70.95	29.91
8	77.47	34.91
9	89.36	39.91
10	95.35	44.91
11	110.67	49.91
12	128.78	54.91
13	137.58	59.91
14	138.19	60.17
15	154.97	65.9
16	167.51	70.15
17	178.77	75.68
18	188.97	83.33
19	195.18	87.39

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0.01	-0.76
2	39.36	8.95
3	61.89	18.72
4	85.05	28.07
5	101.21	37.42

6	131.38	45.5
7	140.1	60.59
8	152.0	64.84
9	167.09	69.73
10	178.56	75.46
11	195.18	86.97

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

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1		33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0,1	28	1700	2000	0.00		coltre eluviale
3	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

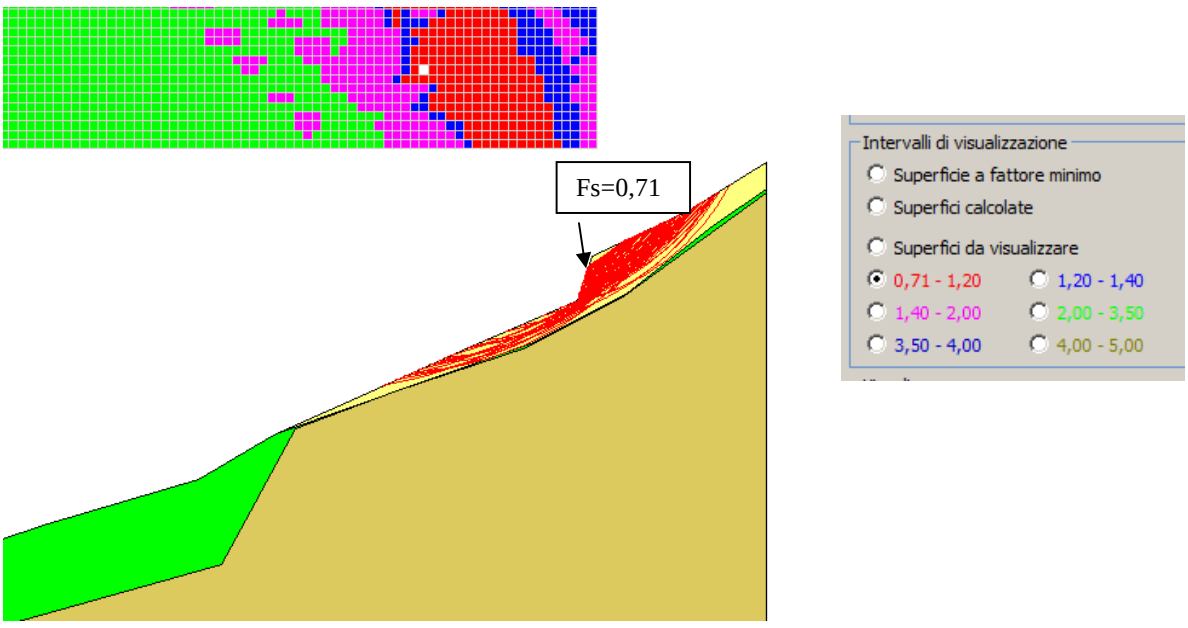
Fs minimo individuato	0.71
Ascissa centro superficie	156.57 m
Ordinata centro superficie	99.46 m
Raggio superficie	28.57 m

Numero di superfici esaminate....(929)

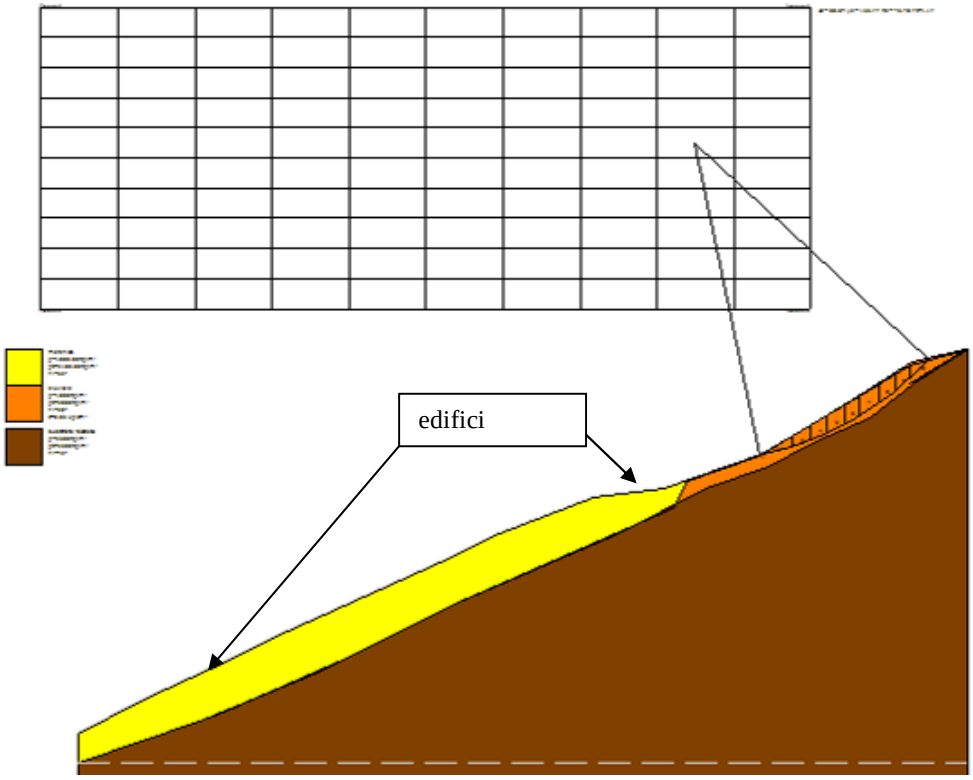
COMMENTO

Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4

In particolare tali superfici discertizzate fino a valori pari o inferiore a 1,2 (corrispondente alla pericolosità preliminare H4) riguardano la parte alta del settore con FS minore riscontrato solo nel tratto di pendio acclive (FS= 0,71)



RELAZIONE DI CALCOLO
Se 1C nuova



Fs min = 1.17

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

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	-4.49 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	112.09 m
Ascissa vertice destro superiore xs	105.31 m
Ordinata vertice destro superiore ys	155.15 m

Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.74	51.36
2	10.06	56.4
3	22.88	62.25
4	27.77	64.7
5	38.65	69.61
6	46.68	73.3
7	55.13	77.2
8	60.77	80.02
9	74.22	85.22
10	84.43	86.38
11	98.4	91.38
12	112.17	99.54
13	119.3	104.08
14	127.74	106.3 7

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.74	47.28
2	18.05	53.12
3	35.62	60.49
4	54.05	69.6
5	85.7	83.65
6	87.81	87.52
7	98.08	91.07
8	111.12	99.02
9	119.73	104.61
10	127.37	106.23
11	119.3	101.37
12	127.74	106.3 7

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0.74	47.28
2	18.05	53.12
3	22.16	54.84
4	22.82	55.07
5	40.17	62.66
6	55.79	70.47
7	77.91	80.01
8	90.27	86.52
9	99.38	89.55
10	105.45	93.02
11	113.69	96.49
12	119.98	101.48
13	127.74	106.23

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coesione efficace	1.0
Coesione non drenata	1.0
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/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		33	1800.00	2100.00	0.00	morenico	
2	0.1		28	1800	2000	0.00	eluviale	
3	0		45	2300	2500	0.00	Substrato roccioso	

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

Fs minimo individuato	1.17
Ascissa centro superficie	88.84 m
Ordinata centro superficie	135.77 m
Raggio superficie	45.48 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 88.84 yc = 135.77 Rc = 45.48 Fs=1.1659

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.47	11.8	0.48	30.03	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	27.7	14.0
2	4.38	15.0	4.54	6632.07	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	5752.8	4154.8
3	2.43	19.5	2.57	7879.1	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	6978.9	3897.4
4	2.43	22.8	2.63	10070.98	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	8936.4	4731.4
5	2.43	26.1	2.7	11539.94	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	10251.6	5304.5
6	2.1	29.3	2.41	10570.27	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	9405.3	4839.8
7	2.75	32.9	3.28	14008.61	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	12504.3	6463.0
8	2.43	36.9	3.04	11666.01	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	10447.7	5515.3
9	1.95	40.4	2.56	8112.84	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	7247.8	4003.0
10	2.91	44.6	4.08	5777.47	0.0	0.0	0.05	28.0	0.0	4645.3	3518.0

COMMENTO

Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS min pari a 1.17

AMBITO 2 (EX Area 3) loc. Mulino del Perlo

Sintesi introduttiva

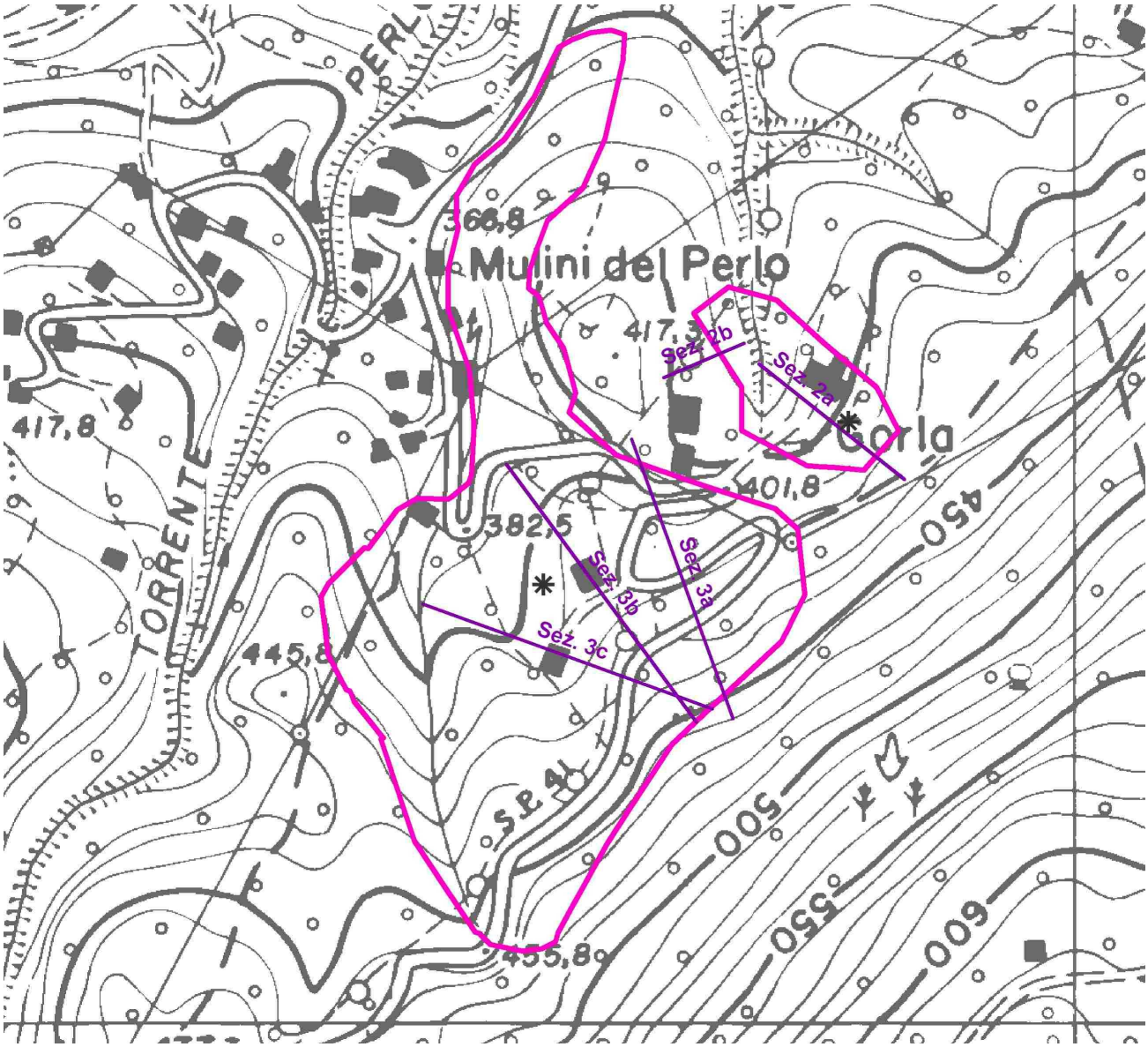
Preso atto, da parte della Regione Lombardia , dell'approvazione dello studio geologico di supporto al PGT con parere di conformità ai criteri di attuazione della l.r. 12/2005 in campo geologico, permangono da pare del Settore territoriale regionale . alcune perplessità in merito all'Ambito 2 (ex Area 3 dello studio del maggio 2012).
In particolare:

- Ambito 2 (ex Area 3 dello studio del maggio 2012) – Loc. Mulino del Perlo. Si prende atto degli ulteriori dati acquisiti rispetto allo studio del aprile 2012. Permane un'incongruenza tra i risultati della verifica di stabilità effettuata nello studio del mese di aprile 2012 (in cui sono stati individuati valori di Fs< 1 lungo la sezione 3a) e la zonazione di pericolosità (attribuzione alle classi di pericolosità H3/H2 nel medesimo settore). Data la vastità dell'ambito, si propone di realizzare ulteriori sezioni di verifica di stabilità, in particolare in corrispondenza degli elementi antropici presenti, valutando i parametri geotecnici e lo spessore della coltre superficiale con un grado di dettaglio maggiore (anche con riferimento alle indagini realizzate nell'ambito e citate in bibliografia) e riportando correttamente le corrispondenze tra i fattori di stabilità individuati e la zonazione di pericolosità.

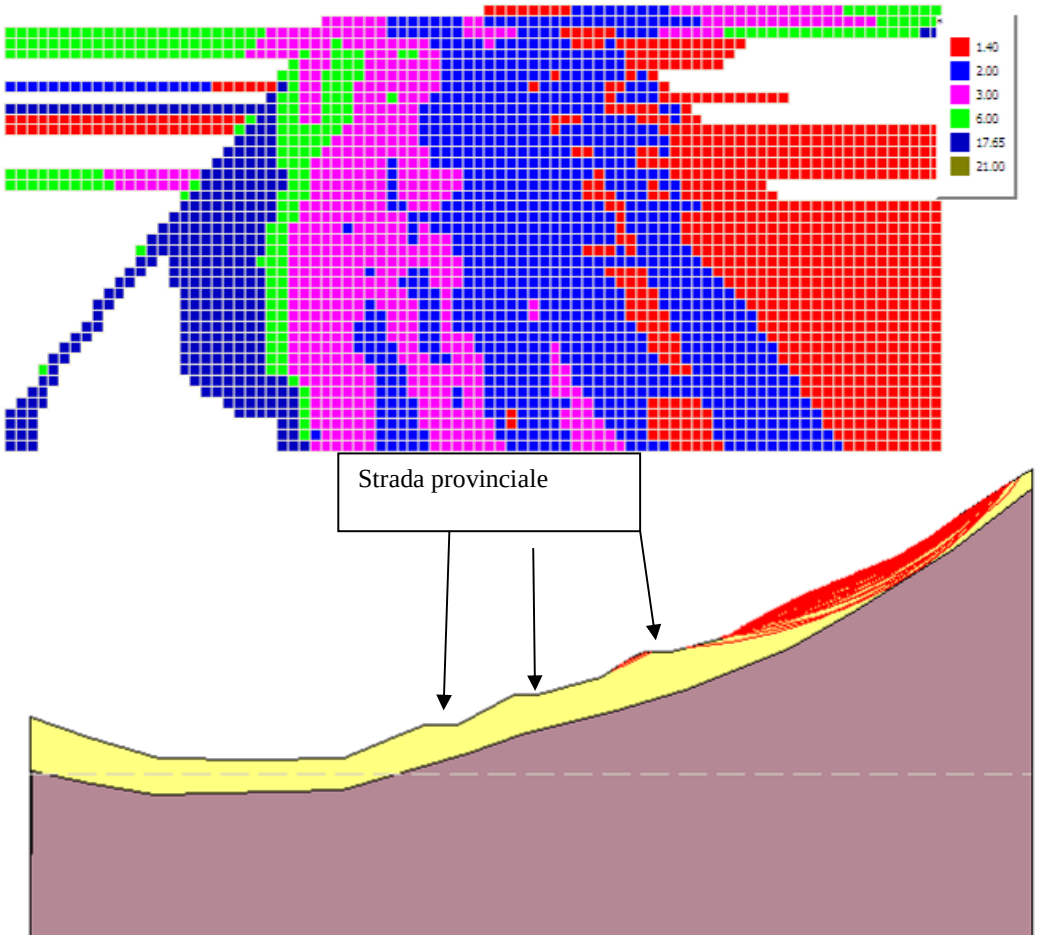
Come citato, l'area è già stata oggetto di notevoli studi ed approfondimenti geologico tecnici (dott. Prof A. Clerici – 2003 e 2005) volti alla sistemazione dell'area dopo l'evento alluvionale del 2002; gli studi sono stati propedeutici alla definizione della tipologia d'evoluzione del pendio ed alla individuazione delle opere di consolidamento del versante, realizzate e collaudate.
Anche se non richiesto nel primo parere regionale ,non pare sufficiente a questo punto l'indicazione di tali analisi quale riferimento bibliografico, ma risulta necessario esplicitare ulteriori verifiche "anche in riferimento alle indagini realizzate nell'ambito e citate in bibliografia.
Al fine di escludere ogni eventuale ulteriore commento in merito a tali indagini, si riportano in allegato alla integrazione i seguenti riferimenti:

- *"Opere di sistemazione e consolidamento versanti instabili in loc. Gorla in comune di Bellagio" – Dott A Clerici – maggio 2003*
- *" Condizioni dei versanti della proprietà in loc. Gorla in comune di Bellagio – prof. A. Clerici, febbraio 2005*
- *Prove penetrometriche continue in loc. Mulini del Perlo-Gorla – Soc. Appli 2008*

Pertanto, nel rispetto delle prescrizioni si integrano le valutazioni espressi per l'area, mediante "ulteriori verifica di stabilità", aggiungendo alla sez. 3a, anche le nuove sezioni di verifica 3B e 3C redatte "in corrispondenza degli elementi antropici presenti", utilizzando ancora i dati geotecnici e di spessori derivanti dalla analisi bibliografiche locali.


PERL
366,8
Mulini del Perlo
417,3
Sez. 2b
Sez. 2a
Corla
417,8
401,8
450
TORRENTE
382,5
Sez. 3a
Sez. 3b
Sez. 3c
445,8
S.P. 41
500
550
600
455,8

RELAZIONE DI CALCOLO
Sez 3a



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-6.36 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	75.93 m
Ascissa vertice destro superiore xs	245.3 m
Ordinata vertice destro superiore ys	183.85 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	10.0
3	14.65	5.0
4	31.86	0.0
5	55.12	-0.66
6	77.34	0.0
7	89.65	5.0
8	97.74	8.0
9	106.07	8.0
10	119.65	15.68
11	125.59	15.68
12	141.45	20.0
13	149.28	25.0
14	152.26	26.35
15	158.65	26.35
16	172.16	30.0
17	181.12	35.0
18	190.37	40.0
19	202.77	45.0
20	214.82	50.0
21	223.14	55.0
22	229.97	60.0
23	245.36	70.0
24	248.0	71.75

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	-44.67
2	0.32	-3.32
3	14.91	-6.56
4	15.45	-6.56
5	30.57	-9.26
6	77.01	-7.91
7	108.34	1.01
8	121.57	5.87
9	143.71	11.27
10	162.34	16.94
11	188.0	26.93
12	204.2	36.38
13	228.77	52.04
14	248.0	66.93

Stratigrafia

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

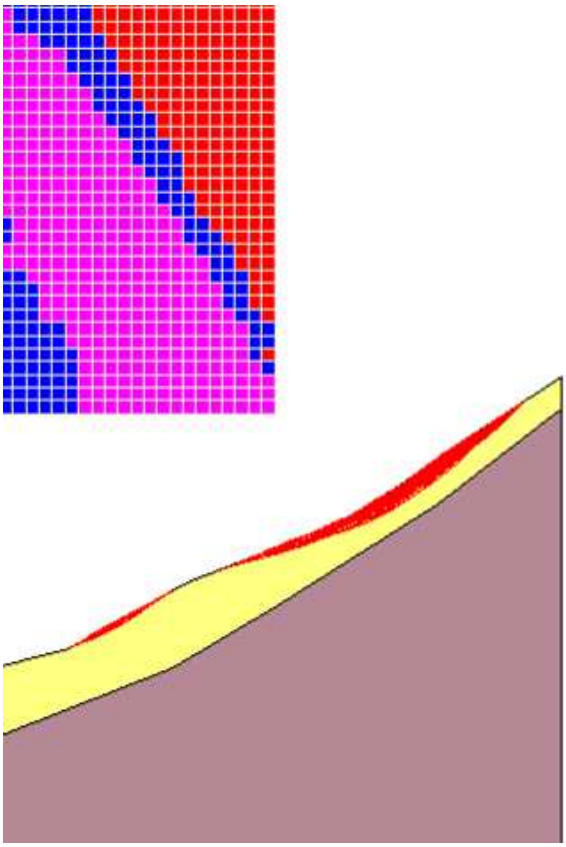
Strato	c (kg/cm^2)	Fi (°)	G (Kg/m^3)	Gs (Kg/m^3)	K (Kg/cm^3)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

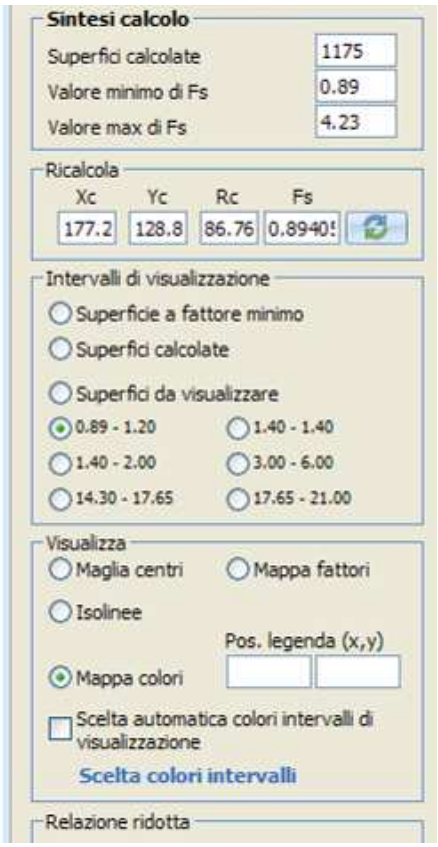
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0.89
Ascissa centro superficie	200.0 m
Ordinata centro superficie	95.36 m
Raggio superficie	46.38 m

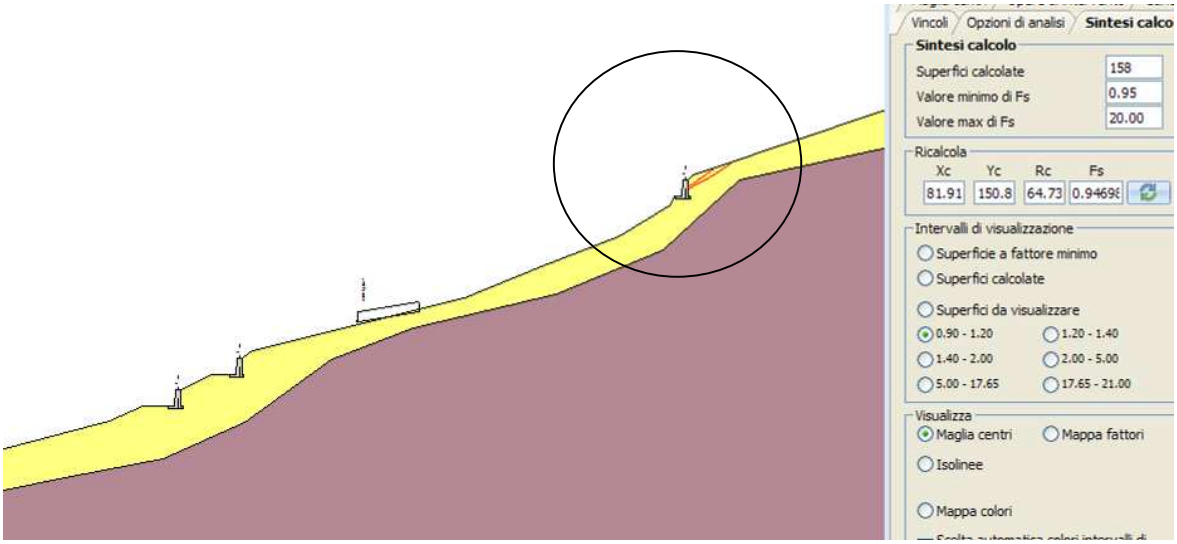
Numero di superfici esaminate....(614)

COMMENTO
Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4
Tali ambiti , come meglio evidenziato nella sottostante figura, si concentrano esclusivamente a monte della strada provinciale e per orizzonti estremamente superficiali .





RELAZIONE DI CALCOLO
Sez 3B INTEGRATIVA



Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	D.M. 88/96
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-5.47 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	126.4 m
Ascissa vertice destro superiore xs	153.41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	196.29 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-24.24	39.24
2	-21.51	44.23
3	-14.02	49.2
4	5.52	54.13
5	23.97	59.06

6	29.57	61.43
7	35.47	61.43
8	35.47	63.93
9	35.68	64.02
10	40.51	66.51
11	45.35	66.51
12	45.35	69.01
13	47.16	70.32
14	81.27	78.85
15	93.5	83.81
16	106.16	88.76
17	114.35	93.73
18	115.09	95.24
19	117.3	95.24
20	117.3	97.74
21	118.01	98.66
22	121.16	99.53
23	147.36	108.61
24	163.76	113.55
25	174.2	118.5 2

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-24.24	35.93
2	-13.47	41.81
3	-0.93	46.21
4	17.03	49.94
5	32.62	52.99
6	45.84	58.75
7	59.73	68.91
8	72.94	74.0
9	95.99	79.42
10	113.27	86.54
11	125.47	97.72
12	149.53	103.14
13	174.2	110.57

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coesione efficace	1.0
Coesione non drenata	1.0
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/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0		45	2300	2500	0.00	Substrato roccioso	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m³)
1	45.35	66.51	1	0.4	2.5	0.8	1	2400
2	35.47	61.43	1	0.4	2.5	0.8	1	2400
3	117.3	95.24	1	0.4	2.5	0.8	1	2400

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	64	75	74	76.61519	2

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	0.95
Ascissa centro superficie	81.92 m
Ordinata centro superficie	150.86 m
Raggio superficie	64.73 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 conci. Superficie...xc = 97.804 yc = 136.886 Rc = 44.908 Fs=1.1678

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.69	24.8	0.75	1938.12	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1698.6	944.6
2	0.71	27.2	0.79	2281.18	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1994.7	1109.2
3	0.7	28.3	0.79	2028.77	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1773.2	986.1
4	0.7	29.3	0.8	1792.61	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1566.7	871.2
5	0.7	30.3	0.81	1536.1	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1342.8	746.7
6	0.36	31.1	0.41	678.5	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	593.3	330.0
7	1.04	32.1	1.22	1607.56	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1406.9	782.4
8	0.7	33.4	0.83	757.36	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	663.8	369.1
9	0.7	34.5	0.84	472.65	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	414.9	230.7
10	0.7	35.6	0.86	163.79	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	144.1	80.1

Analisi dei conci. Superficie...xc = 81.916 yc = 150.864 Rc = 64.732 Fs=0.947

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.42	31.4	0.49	893.34	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	737.8	506.0
2	0.26	33.8	0.32	676.96	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	558.3	382.9
3	0.57	34.2	0.69	1458.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1203.2	825.1
4	0.42	34.7	0.51	910.89	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	751.2	515.2
5	0.42	35.2	0.51	778.44	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	642.0	440.3

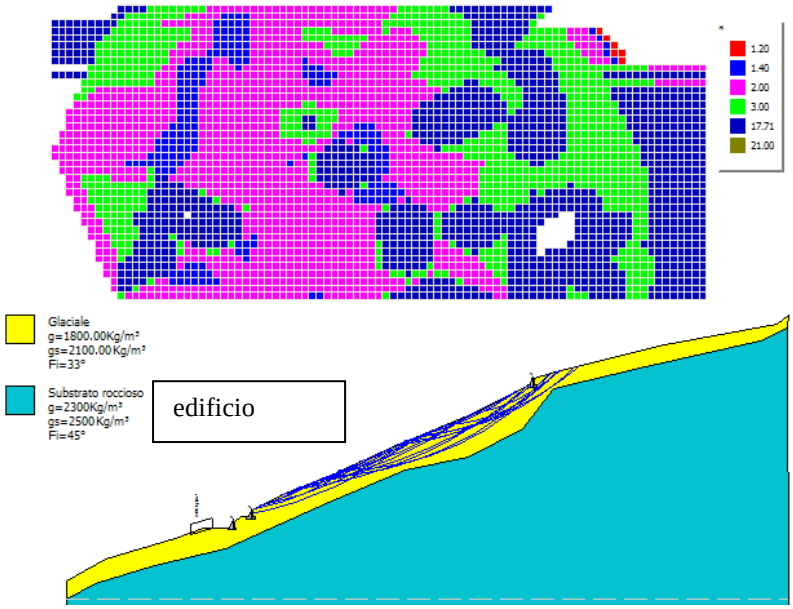
6	0.42	35.6	0.51	642.29	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	529.8	363.3
7	0.42	36.1	0.52	502.37	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	414.5	284.2
8	0.42	36.5	0.52	358.57	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	295.9	202.9
9	0.42	37.0	0.52	210.89	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	174.1	119.4
10	0.42	37.5	0.53	66.53	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	54.9	37.7

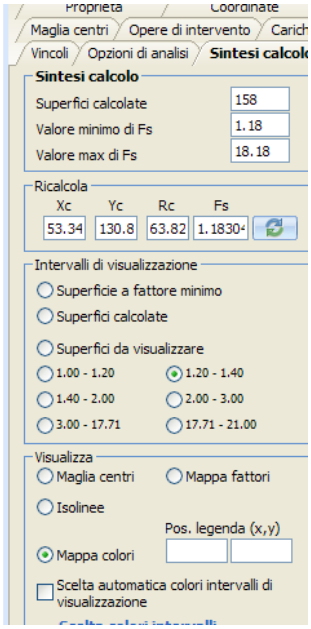
PROVE PENETROMETRICHE

COMMENTO
Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.2
Tali ambiti , come meglio evidenziato nella figura, si concentrano esclusivamente per due possibili superfici a monte della strada provinciale ; dipendono certamente dalla resistenza delle opere di sostegno presenti.

Sul pendio sono state considerate sia le strutture abitative (casa) sia le opere di contenimento realizzate fatta eccezione per le opere di drenaggio profondo e superficiale i cui effetti sono utilizzati nella definizione della pericolosità finale.

RELAZIONE DI CALCOLO
Sez 3C INTEGRATIVA





Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

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	-21.24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	96.93 m
Ascissa vertice destro superiore xs	127.92 m
Ordinata vertice destro superiore ys	164.68 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-17.82	32.11
2	-8.63	37.07
3	7.34	42.0
4	13.93	44.44
5	20.87	44.44
6	20.87	45.94
7	22.57	46.94

8	25.18	46.94
9	25.18	48.44
10	25.71	48.8
11	33.43	52.66
12	43.77	56.85
13	58.09	63.36
14	73.91	69.85
15	81.16	73.48
16	86.81	76.3
17	88.92	77.31
18	89.86	77.31
19	89.86	78.81
20	95.83	80.59
21	119.76	86.53
22	145.62	91.42
23	148.52	93. 3

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-17.82	28.13
2	-11.07	31.5
3	2.54	35.76
4	18.98	39.44
5	28.61	43.98
6	42.5	50.21
7	60.08	57.58
8	74.82	60.7
9	87.29	67.22
10	94.38	76.29
11	115.35	81.39
12	142.0	87.35
13	148.18	90.44

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coesione efficace	1.0
Coesione non drenata	1.0
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/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		33	1800.00	2100.00	0.00	Glaciale	
2	0		45	2300	2500	0.00	Substrato roccioso	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m³)
1	89.86	77.31	0.5	0.5	1.5	0.5	1	2500
2	0	0	0.5	0.5	1.5	0.5	1	2500
3	20.87	44.44	0.5	0.5	1.5	0.5	1	2500
4	25.18	46.94	0.5	0.5	1.5	0.5	1	2500

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	11	43	16	44.45599	2

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

Fs minimo individuato	1.27
Ascissa centro superficie	53.34 m
Ordinata centro superficie	130.8 m
Raggio superficie	63.83 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 16.051 yc = 100.32 Rc = 52.55 Fs=1.3922

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.24	10.5	0.24	29.06	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	27.4	11.6
2	4.37	13.0	4.49	6069.56	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5673.1	2405.8
3	3.35	17.4	3.51	9963.36	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	9216.3	3908.4
4	1.26	20.0	1.35	4468.69	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4119.4	1746.9
5	2.31	22.1	2.49	8300.27	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	7642.4	3240.9
6	2.31	24.9	2.54	8014.27	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	7382.3	3130.6
7	2.31	27.7	2.61	7164.08	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6617.9	2806.4
8	2.15	30.5	2.5	5380.64	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4996.3	2118.8
9	2.46	33.4	2.95	4186.67	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3919.6	1662.2
10	2.31	36.6	2.87	1485.58	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1407.4	596.8

Analisi dei conci. Superficie...xc = 38.425 yc = 96.933 Rc = 40.197 Fs=1.3727

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.91	10.2	1.94	945.02	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	891.4	383.4
2	1.91	12.9	1.96	2588.36	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2417.0	1039.5
3	1.91	15.7	1.98	3894.34	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3608.6	1552.0
4	1.91	18.6	2.02	4849.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4470.2	1922.5
5	1.91	21.5	2.05	5438.53	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4998.5	2149.7
6	1.91	24.5	2.1	5639.24	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5181.6	2228.5
7	2.08	27.6	2.34	5879.26	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5416.6	2329.5
8	1.74	30.7	2.03	4191.14	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3883.1	1670.0
9	1.91	33.8	2.3	3205.15	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2995.1	1288.1
10	1.91	37.2	2.4	1219.41	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1154.0	496.3

Analisi dei conci. Superficie...xc = 60.798 yc = 100.32 Rc = 35.919 Fs=1.3987

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.74	1.9	2.74	2669.98	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2634.1	1111.8
2	2.74	6.3	2.75	7235.99	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6955.6	2935.8
3	2.74	10.7	2.79	10754.05	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10135.0	4277.7

4	2.74	15.2	2.84	13186.85	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	12258.8	5174.2
5	2.33	19.4	2.47	12255.68	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	11311.5	4774.3
6	3.15	24.2	3.45	17549.45	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	16172.3	6826.0
7	2.74	29.4	3.14	15197.66	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14093.2	5948.4
8	1.37	33.2	1.64	7054.28	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6606.6	2788.5
9	4.11	38.7	5.26	16612.8	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	15910.9	6715.6
10	2.74	46.1	3.95	4161.81	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4171.9	1760.9

Analisi dei conci. Superficie...xc = 8.593 yc = 103.707 Rc = 57.191 Fs=1.2761

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.95	20.1	1.01	112.69	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	102.6	47.5
2	0.95	21.1	1.02	313.79	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	285.4	132.0
3	0.95	22.1	1.02	481.99	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	437.9	202.6
4	0.95	23.1	1.03	616.55	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	559.8	259.0
5	0.95	24.2	1.04	716.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	650.5	301.0
6	0.95	25.2	1.05	784.54	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	712.1	329.4
7	0.94	26.3	1.05	731.67	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	664.3	307.3
8	0.95	27.3	1.07	573.04	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	520.6	240.8
9	0.95	28.4	1.08	373.44	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	339.6	157.1
10	0.95	29.5	1.09	134.57	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	122.5	56.7

Analisi dei conci. Superficie...xc = 68.256 yc = 103.707 Rc = 35.719 Fs=1.3425

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.59	4.0	2.6	2179.87	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2120.6	932.6
2	1.9	7.6	1.91	3966.12	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3780.0	1662.3
3	3.29	11.8	3.36	11453.25	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10715.7	4712.5
4	2.59	16.7	2.71	12411.86	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	11448.5	5034.7
5	1.37	20.0	1.45	7350.12	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6742.4	2965.1
6	3.82	24.6	4.2	22208.67	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	20331.7	8941.3
7	1.82	29.6	2.09	10453.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	9619.7	4230.5
8	3.11	34.3	3.76	21280.52	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19816.0	8714.5
9	2.86	40.3	3.75	14342.25	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	13699.4	6024.6
10	2.59	46.4	3.76	4861.17	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4820.8	2120.1

Analisi dei conci. Superficie...xc = 23.509 yc = 110.482 Rc = 57.794 Fs=1.351

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.65	15.5	1.71	330.98	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	306.3	133.9
2	1.65	17.2	1.73	875.4	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	807.1	352.7
3	2.32	19.3	2.46	1856.3	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1705.8	745.4
4	0.98	21.0	1.04	930.87	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	853.8	373.1
5	1.65	22.4	1.78	1790.56	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1641.1	717.1
6	1.65	24.2	1.81	1903.58	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1744.4	762.3
7	1.65	26.0	1.84	1832.42	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1680.6	734.4
8	1.65	27.9	1.87	1568.72	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1441.5	629.9

9	1.65	29.7	1.9	1102.83	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1016.4	444.1
10	1.65	31.6	1.94	423.6	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	392.0	171.3

Analisi dei conci. Superficie...xc = 68.256 yc = 110.482 Rc = 40.514 Fs=1.3871

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.01	11.6	2.05	1114.33	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1046.0	445.2
2	2.01	14.6	2.07	3054.49	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2841.8	1209.5
3	1.73	17.3	1.81	3878.4	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3586.7	1526.5
4	2.29	20.3	2.44	6448.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5940.7	2528.4
5	2.01	23.6	2.19	6418.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5905.6	2513.5
6	1.35	26.2	1.5	4458.92	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4108.9	1748.8
7	3.11	29.8	3.58	14991.49	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	13889.7	5911.5
8	1.57	33.6	1.88	6465.55	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6052.2	2575.8
9	2.01	36.7	2.51	5680.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5379.9	2289.7
10	2.01	40.4	2.64	2091.63	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2016.1	858.0

Analisi dei conci. Superficie...xc = 45.882 yc = 120.643 Rc = 62.815 Fs=1.3947

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4.78	2.2	4.79	8945.24	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8807.3	3728.1
2	4.78	6.6	4.81	24474.56	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	23487.3	9942.0
3	2.6	10.0	2.64	18672.82	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	17643.7	7468.5
4	6.96	14.5	7.19	62209.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	57918.0	24516.3
5	4.78	20.1	5.09	47779.48	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	44054.4	18647.9
6	4.07	24.5	4.48	40756.38	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	37545.5	15892.8
7	7.25	30.3	8.4	68894.15	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	63976.2	27080.7
8	3.02	35.9	3.72	24446.03	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	23097.6	9777.1
9	2.63	39.1	3.38	17720.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	16991.2	7192.2
10	6.94	45.1	9.84	39193.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	38983.1	16501.3

Analisi dei conci. Superficie...xc = 60.798 yc = 120.643 Rc = 55.049 Fs=1.3725

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.58	4.9	3.59	3925.37	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3799.1	1634.2
2	3.58	8.7	3.62	10636.49	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10096.8	4343.1
3	3.02	12.2	3.09	13050.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	12217.4	5255.3
4	4.13	16.0	4.3	23477.05	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	21740.7	9351.6
5	3.12	20.0	3.32	21292.85	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19592.4	8427.5
6	5.64	25.0	6.22	42368.21	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	38937.0	16748.6
7	2.12	29.5	2.43	15603.05	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14417.2	6201.5
8	3.43	32.9	4.08	33970.39	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	31646.8	13612.7
9	3.48	37.2	4.37	20412.8	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19323.5	8311.9
10	3.68	42.1	4.96	8487.2	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8237.3	3543.2

Analisi dei conci. Superficie...xc = 1.136 yc = 127.418 Rc = 82.237 Fs=1.3378

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.6	18.5	1.69	392.71	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	360.8	159.2
2	1.6	19.7	1.7	1099.01	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1008.0	444.9
3	1.6	20.9	1.71	1697.93	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1555.4	686.4
4	2.16	22.3	2.34	3060.68	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2801.1	1236.1
5	1.03	23.5	1.13	1601.68	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1465.4	646.7
6	1.6	24.5	1.76	2322.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2125.2	937.9
7	1.6	25.8	1.78	2027.31	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1855.8	819.0
8	1.6	27.0	1.8	1609.22	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1474.5	650.7
9	1.6	28.3	1.82	1064.49	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	976.8	431.1
10	1.6	29.5	1.84	388.62	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	357.3	157.7

Analisi dei conci. Superficie...xc = 30.967 yc = 127.418 Rc = 70.447 Fs=1.3848

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.82	16.0	1.89	519.32	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	481.4	205.2
2	1.82	17.6	1.91	1427.71	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1319.5	562.5
3	1.82	19.1	1.92	2158.87	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1990.7	848.7
4	1.82	20.7	1.94	2707.9	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2493.2	1062.9
5	1.32	22.1	1.43	2207.94	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2031.4	866.0
6	2.31	23.7	2.52	3890.82	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3579.3	1525.9
7	1.82	25.5	2.01	2740.6	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2523.3	1075.7
8	1.82	27.2	2.04	2236.9	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2062.9	879.5
9	1.82	28.8	2.08	1515.05	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1400.8	597.2
10	1.82	30.5	2.11	564.6	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	523.8	223.3

Analisi dei conci. Superficie...xc = 53.34 yc = 124.03 Rc = 60.749 Fs=1.3314

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.74	6.6	3.76	3906.62	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3741.2	1658.9
2	3.74	10.1	3.8	10532.17	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	9913.0	4395.6
3	3.74	13.7	3.85	15535.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14427.9	6397.7
4	4.27	17.7	4.48	21734.71	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19987.2	8862.8
5	3.2	21.4	3.44	18328.71	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	16771.3	7436.8
6	4.05	25.1	4.47	25029.77	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	22886.5	10148.4
7	3.42	29.1	3.92	20875.66	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19162.3	8497.0
8	2.22	32.2	2.62	12493.46	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	11541.2	5117.6
9	2.12	34.6	2.57	10505.07	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	9774.1	4334.1
10	6.87	40.1	8.99	30974.36	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	29483.7	13073.8

Analisi dei conci. Superficie...xc = 8.593 yc = 130.805 Rc = 84.764 Fs=1.3667

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)

1	0.5	11.5	0.51	791.15	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	742.0	320.5
2	7.73	14.3	7.97	28543.37	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	26531.1	11460.7
3	2.8	18.0	2.94	15220.67	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14033.4	6062.0
4	3.67	20.4	3.92	21220.3	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19507.4	8426.6
5	3.87	23.1	4.21	22519.57	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	20673.4	8930.3
6	3.48	25.8	3.87	19651.2	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	18056.7	7800.0
7	3.67	28.5	4.18	19351.37	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	17837.8	7705.4
8	3.67	31.4	4.31	16380.09	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	15186.9	6560.3
9	3.49	34.3	4.23	11266.01	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10533.7	4550.3
10	3.85	37.4	4.85	5026.48	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4755.8	2054.4

Analisi dei conci. Superficie...xc = 38.425 yc = 130.805 Rc = 75.02 Fs=1.3896

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.5	3.1	2.5	2010.71	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1968.0	836.1
2	7.95	7.2	8.02	32800.81	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	31385.2	13334.2
3	6.37	12.7	6.53	49202.45	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	46028.3	19555.4
4	4.08	16.8	4.27	38225.68	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	35388.4	15035.0
5	5.23	20.6	5.58	52073.43	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	47970.3	20380.5
6	6.51	25.5	7.21	63878.78	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	58846.8	25001.5
7	3.94	30.0	4.55	35711.85	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	33111.7	14067.7
8	3.31	33.2	3.96	27507.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	25724.0	10929.0
9	5.64	37.4	7.11	37417.61	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	35559.4	15107.7
10	6.72	43.7	9.3	34339.58	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	33785.2	14353.9

Analisi dei conci. Superficie...xc = 45.882 yc = 134.192 Rc = 70.763 Fs=1.2893

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.19	15.8	2.28	591.69	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	544.4	249.3
2	2.19	17.6	2.3	1547.77	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1417.7	649.2
3	2.19	19.5	2.33	2193.09	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2001.9	916.6
4	2.19	21.4	2.36	2517.14	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2292.2	1049.6
5	1.1	22.9	1.19	1271.55	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1156.7	529.6
6	3.29	24.8	3.63	4282.4	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3893.7	1782.9
7	2.19	27.3	2.47	2981.64	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2713.9	1242.7
8	1.77	29.1	2.02	2176.88	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1985.3	909.1
9	2.62	31.1	3.06	2401.03	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2197.4	1006.1
10	2.19	33.5	2.63	754.38	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	694.2	317.8

Analisi dei conci. Superficie...xc = 8.593 yc = 137.579 Rc = 90.056 Fs=1.3766

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.47	12.9	3.56	3059.28	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2858.0	1225.7
2	3.03	15.0	3.14	7129.45	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6620.0	2839.0
3	3.92	17.3	4.1	13060.62	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	12067.2	5175.1
4	3.47	19.8	3.69	13183.99	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	12138.3	5205.6
5	2.95	22.0	3.18	11585.62	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10650.2	4567.4

6	4.0	24.4	4.39	15857.8	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14577.2	6251.5
7	3.47	27.0	3.9	13141.53	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	12104.6	5191.1
8	3.47	29.5	3.99	11327.76	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10474.6	4492.1
9	3.37	32.1	3.98	8057.37	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	7494.7	3214.1
10	3.57	34.7	4.35	3451.98	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3237.7	1388.5

Analisi dei conci. Superficie...xc = 53.34 yc = 137.579 Rc = 73.034 Fs=1.3797

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.81	8.6	3.85	3556.64	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3378.6	1445.7
2	3.81	11.6	3.88	9611.48	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	9018.9	3859.1
3	3.96	14.8	4.09	14862.55	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	13812.8	5910.4
4	3.65	17.9	3.84	17760.34	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	16398.5	7016.8
5	3.6	20.9	3.85	20981.35	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19305.0	8260.4
6	5.64	24.8	6.22	36584.79	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	33649.3	14398.2
7	3.11	28.7	3.54	25160.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	23238.9	9943.7
8	2.87	31.4	3.36	20808.73	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	19328.8	8270.6
9	3.04	34.1	3.68	16516.29	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	15467.1	6618.2
10	4.57	37.8	5.78	10520.27	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	9998.3	4278.2

Analisi dei conci. Superficie...xc = 8.593 yc = 144.354 Rc = 95.367 Fs=1.3728

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.6	14.6	1.66	563.72	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	523.8	225.3
2	4.13	16.4	4.3	4741.27	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4387.2	1886.7
3	2.87	18.6	3.02	4913.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4529.3	1947.8
4	3.35	20.6	3.57	6660.78	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6125.7	2634.4
5	2.39	22.4	2.58	5141.25	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4723.5	2031.4
6	2.87	24.1	3.14	6503.38	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5975.0	2569.6
7	2.87	26.0	3.19	6300.47	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5794.7	2492.0
8	2.87	28.0	3.24	5485.17	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5056.0	2174.3
9	2.87	29.9	3.31	4025.02	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3722.8	1601.0
10	2.87	31.9	3.38	1665.47	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1547.7	665.6

Analisi dei conci. Superficie...xc = 8.593 yc = 151.128 Rc = 100.696 Fs=1.3071

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.71	19.9	1.82	125.66	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	114.9	51.9
2	1.34	20.9	1.43	300.46	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	274.3	123.9
3	1.53	21.7	1.64	596.77	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	544.4	245.9
4	1.53	22.7	1.65	791.02	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	721.2	325.7
5	1.53	23.6	1.66	904.43	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	824.3	372.3
6	1.53	24.6	1.68	935.35	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	852.4	385.0
7	1.53	25.5	1.69	881.9	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	803.9	363.1
8	1.53	26.5	1.7	742.06	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	676.8	305.7
9	1.53	27.5	1.72	513.7	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	468.9	211.8
10	1.53	28.4	1.74	194.48	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	177.7	80.3

Analisi dei conci. Superficie...xc = 16.051 yc = 154.515 Rc = 102.822 Fs=1.3975

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.99	12.2	4.08	2856.94	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2678.5	1131.6
2	4.04	14.5	4.18	7813.76	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	7276.3	3073.9
3	3.93	16.8	4.11	11819.9	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10950.5	4626.1
4	3.99	19.1	4.22	15700.74	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14494.9	6123.5
5	3.99	21.5	4.28	18127.7	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	16703.9	7056.7
6	2.42	23.4	2.63	11566.28	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10654.9	4501.3
7	5.56	25.9	6.18	25223.76	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	23266.3	9829.0
8	3.99	28.8	4.55	14447.31	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	13380.4	5652.6
9	3.99	31.4	4.67	9591.62	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8934.0	3774.2
10	3.99	34.1	4.81	2948.43	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	2768.3	1169.5

Analisi dei conci. Superficie...xc = 23.509 yc = 151.128 Rc = 98.598 Fs=1.3954

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5.41	8.1	5.47	7308.05	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6962.8	2945.8
2	3.69	10.8	3.75	12193.15	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	11487.4	4860.1
3	7.14	14.0	7.36	38798.42	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	36170.9	15303.3
4	7.18	18.3	7.57	54273.19	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	50145.0	21215.5
5	3.65	21.7	3.92	30236.95	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	27853.9	11784.5
6	5.41	24.5	5.95	44198.32	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	40721.2	17228.4
7	6.76	28.5	7.69	48640.57	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	45009.2	19042.6
8	4.07	32.1	4.81	23728.25	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	22138.0	9366.2
9	3.18	34.7	3.87	15259.2	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	14352.8	6072.4
10	7.64	38.6	9.78	18526.94	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	17723.6	7498.5

Analisi dei conci. Superficie...xc = 38.425 yc = 151.128 Rc = 89.043 Fs=1.2734

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.18	17.8	2.29	414.21	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	378.7	175.6
2	2.18	19.2	2.3	1060.84	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	967.1	448.4
3	2.18	20.7	2.33	1459.87	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1327.9	615.7
4	2.88	22.5	3.11	2119.19	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1924.3	892.2
5	1.48	24.0	1.62	1152.73	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1045.9	484.9
6	2.18	25.3	2.41	1994.05	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1809.1	838.8
7	2.18	26.9	2.44	2084.56	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1892.3	877.3
8	1.43	28.2	1.62	1269.81	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1153.9	535.0
9	2.93	29.8	3.37	1993.4	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1815.1	841.5
10	2.18	31.7	2.56	541.1	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	494.4	229.2

Analisi dei conci. Superficie...xc = 16.051 yc = 161.29 Rc = 108.286 Fs=1.3875

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.6	14.4	1.65	352.57	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	328.2	139.6
2	4.88	16.2	5.08	5887.85	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5457.0	2321.9
3	3.24	18.4	3.42	7300.16	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	6739.3	2867.4
4	3.24	20.2	3.46	9260.08	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8531.1	3629.8
5	2.96	22.0	3.19	9564.44	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8802.4	3745.2
6	3.53	23.9	3.86	11573.48	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10650.7	4531.7
7	3.24	25.8	3.6	9593.64	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8838.3	3760.5
8	3.24	27.8	3.66	7803.76	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	7205.2	3065.7
9	3.24	29.7	3.73	5195.65	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4813.5	2048.0
10	3.24	31.7	3.81	1721.9	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	1602.7	681.9

Analisi dei conci. Superficie...xc = 23.509 yc = 157.902 Rc = 104.063 Fs=1.3747

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4.45	10.0	4.52	4275.54	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	4036.1	1733.3
2	5.56	12.8	5.7	16897.02	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	15787.5	6779.8
3	5.0	15.8	5.2	24699.64	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	22888.3	9829.2
4	3.77	18.3	3.97	22985.55	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	21198.6	9103.5
5	6.24	21.3	6.69	41853.64	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	38480.6	16525.2
6	5.0	24.6	5.5	32937.61	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	30273.6	13000.7
7	4.58	27.5	5.16	27042.5	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	24918.5	10701.0
8	7.25	31.3	8.49	35259.34	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	32721.9	14052.2
9	3.17	34.7	3.86	10979.67	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	10294.2	4420.7
10	5.0	37.5	6.3	8880.84	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	8419.8	3615.8

COMMENTO

Fattore minimo evidenziato Fs = 1.27; la figura indica le superfici compresa fra 1.2< FS<1.4, non considerando tutte le opere, ovvero escludendo i drenaggi superficiali e profondi , la stabilizzazione della cotica, la piantumazione, ecc, operata in sito.

Fase di cantiere (sopra)

Stato attuale (sotto)

Opere di sistemazione versante realizzate

AMBITO 6 Mote Fopa

Sintesi introduttiva

Preso atto, da parte della Regione Lombardia , dell'approvazione dello studio geologico di supporto al PGT con parere di conformità ai criteri di attuazione della l.r. 12/2005 in campo geologico, permangono da pare del Settore territoriale regionale . alcune perplessità in merito all'Ambito 6 Mote Fopa.
In particolare:

Area 6 - Loc. Monte Fopa: si prende atto delle ulteriori verifiche effettuate. Si evidenzia come, sia con la metodologia utilizzata nello studio di aprile 2012, sia con quella utilizzata nello studio in esame, emerga un'incongruenza tra i risultati delle verifiche di stabilità (che evidenziano valori di Fs < 1 lungo entrambe le sezioni 6b e 6c) e l'attribuzione alla classe di pericolosità H2 nel medesimo settore. I parametri geotecnici e lo spessore della coltre superficiale devono essere valutati con un grado di dettaglio maggiore. La cartografia della pericolosità deve essere aggiornata sulla base dei risultati di tali verifiche.

Nel rispetto delle prescrizioni si integrano le valutazioni espressi per l'area, mediante "ulteriori verifica di stabilità", aggiungendo alle sez. 6B e 6C meglio esplicitate, anche la sez. 6A", utilizzando ancora i dati geotecnici e di spessori derivanti dalla analisi di verifica in sito..

In particolare si confrontano i dati rilevati in sito con la bibliografia tecnica, rappresentata quest'ultima dai dati del Prof A Clerici pubblicati su "Geologia Tecnica 4/2005, ovvero:
"Estratto"

4.3 Caratteristiche geotecnichee di permeabilità dei terreni coinvolti

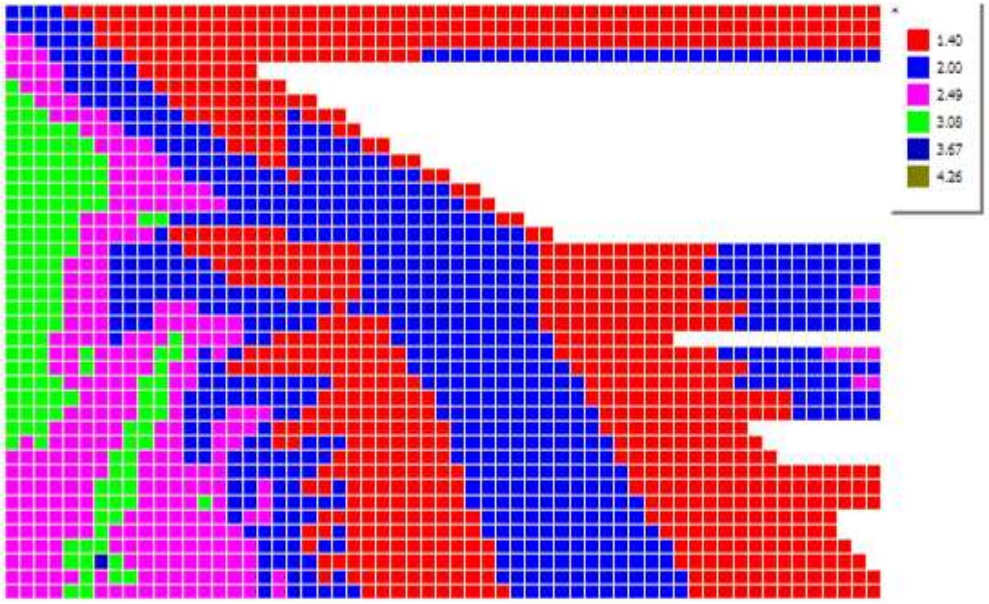
Sui campioni di terreno prelevati da 15 scivolamenti (7 in provincia di Lecco e 8 nel comune di Bellagio) scelti, tra i 74 dissesti censiti, in modo da avere una distribuzione geografica che coprisse tutto il territorio provinciale lecchese passando per il Triangolo Lariano, sono state eseguite analisi granulometriche, determinazione dei limiti di consistenza, prove di taglio diretto e prove di permeabilità.
Le coltri colluviali del settore settentrionale della provincia di Lecco sono generalmente costituite da sabbie ghiaiose con limo o sabbie limose con ghiaia, mentre nel settore meridionale i terreni sono limi argilloso-ghiaiosi con sabbia e nel Triangolo Lariano (comuni di Bellagio e Oliveto Lario) quasi tutti gli scivolamenti sono invece avvenuti in sabbie ghiaiose con limo.
L'indice di plasticità è risultato sempre inferiore all'11% (il valore massimo si è misurato a Torre de' Busi) e il limite liquido al 33%. Il basso valore di indice di plasticità che ne consegue, peraltro in sintonia con quello riportato da altri Autori che hanno studiato le coltri eluvio-colluviali delle vicine Valtellina e Val Brembana, sottolinea l'alta sensibilità dei terreni in esame anche a modeste variazioni nel contenuto d'acqua e pertanto l'elevata tendenza alla liquefazione.
La resistenza al taglio misurata con prove dirette ha fornito valori di coesione compresi tra 2 e 20 kPa, mentre gli angoli d'attrito sono compresi tra 28 e 36°.
Le conducibilità idrauliche sature delle coltri colluviali della parte settentrionale della provincia di Lecco e del Triangolo Lariano sono nell'ordine di 10^{-4} cm/s e superano mediamente di 1 ÷ 1,5 ordini di grandezza le conducibilità idrauliche delle coltri colluviali della parte meridionale (10^{-5} cm/s).
Per simulare il processo di infiltrazione all'interno delle coltri colluviali causato dalle piogge sono stati applicati i modelli approssimati di infiltrazione verticale proposti da GREEN-AMPT [1911] e da DAGAN-BRESLER [1983]. La condizione di saturazione superficiale con il conseguente spostamento del fronte saturo verso il basso si verifica quando l'intensità di precipitazione è maggiore della conducibilità idraulica satura del terreno ed è stata analizzata con il classico modello di Green-Ampt. Le osservazioni ed i calcoli effettuati per i pendii delle frane di Castello Brianza, Cernusco Lombardone, Sirtori e Piana di Suira (Bellagio) indicano infatti, come causa principale che ha portato alla rottura del versante, la saturazione di uno strato superficiale di terreno avente bassi valori di angolo di resistenza al taglio e coesione quasi nulla. Dai risultati ottenuti con il modello di Green-Ampt, lo spessore dello strato superficiale saturo, calcolato a partire dal piano campagna, al momento d'innesco dei franamenti era compreso tra 50 cm e 80 cm. Viceversa, nei casi in cui l'intensità di precipitazione non supera la conducibilità idraulica satura del terreno, non si ha la saturazione superficiale ma la propagazione verso il basso di un fronte umido. In questi casi è stato impiegato il modello di Dagan-Bresler, che permette di analizzare il flusso dell'acqua nel sottosuolo anche nel caso di terreno non saturo. Nelle coltri colluviali più grossolane di Vestreno, Casargo, Oliveto Lario, Torre de' Busi ed a Bellagio (Villa Melzi, Crotto, San Vito, Gallasco) con conducibilità idrauliche sature $k > 4*10^{-5}$ cm/s, non si è infatti formato un fronte saturo superficiale bensì un fronte umido che si è approfondito nel tempo. In corrispondenza della discontinuità idrogeologica costituita da una forte diminuzione di permeabilità verticale (quantificabile in due ordini di grandezza), si è così creata una falda effimera sub-superficiale la cui superficie superiore tende a salire verso il piano campagna. Sulla base delle osservazioni effettuate in sito, tale diminuzione di permeabilità si verifica tra i 110 e i 180 cm di profondità rispetto alla superficie topografica.

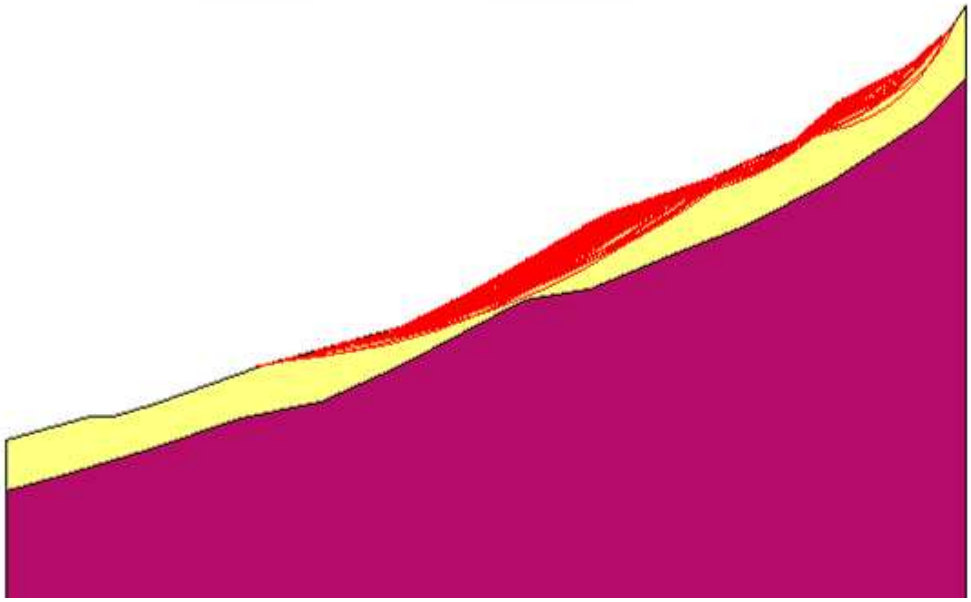
Per il confronto in sito è stata ulteriormente investigata l'area, con ulteriore sopralluogo e mediante trivella manuale (h max 1,5 m) al fine di verificare i possibili spessori di suolo.

Prove in sito (zona monte pista)

La copertura (soprassuolo) è limitata a spessori inferiori a 0,5 m, soprastante la più spessa coltre glaciale dell'ordine medio di 4-6 m

RELAZIONE DI CALCOLO (pregressa)
Sez. 6b





Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-4.79 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	80.23 m
Ascissa vertice destro superiore xs	126.5 m

Ordinata vertice destro superiore ys	159.48 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	18.11
3	11.19	21.36
4	14.3	21.36
5	20.0	23.11
6	34.31	28.11
7	52.5	33.11
8	62.37	38.11
9	71.15	43.11
10	79.56	48.11
11	93.89	53.11
12	105.3	58.11
13	110.69	63.11
14	120.39	68.11
15	126.09	73.11
16	128.12	76.0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	11.33
3	7.14	13.33
4	18.44	16.68
5	31.28	21.14
6	42.02	23.24
7	52.76	28.12
8	69.22	36.91
9	77.87	38.3
10	89.59	43.19
11	98.66	46.81
12	110.23	52.95
13	122.37	60.9
14	128.12	66.51

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

==========

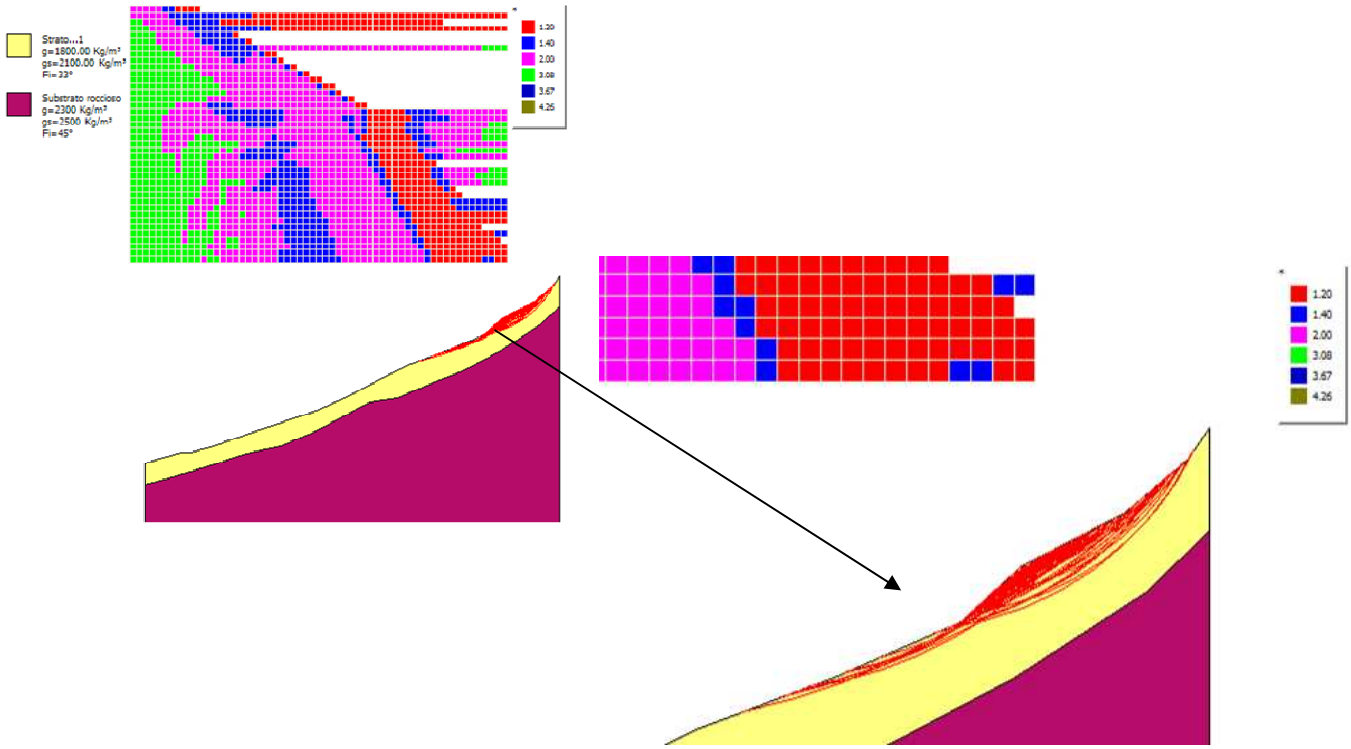
Fs minimo individuato	0.73
Ascissa centro superficie	89.74 m
Ordinata centro superficie	83.4 m
Raggio superficie	29.32 m

==========

Numero di superfici esaminate....(666)
COMMENTO

Per una discreta porzione del pendio si individuano FS <= a 1.4

RELAZIONE DI CALCOLO esplicitativa
Sez. 6b agg.



Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	18.11
3	11.19	21.36
4	14.3	21.36
5	20.0	23.11
6	34.31	28.11
7	52.5	33.11
8	62.37	38.11
9	71.15	43.11
10	79.56	48.11
11	93.89	53.11
12	105.3	58.11
13	110.69	63.11
14	120.39	68.11
15	126.09	73.11
16	128.12	76.0

Vertici strato 1

N	X m	y m

1	0.0	0.0
2	0.0	11.33
3	7.14	13.33
4	18.44	16.68
5	31.28	21.14
6	42.02	23.24
7	52.76	28.12
8	69.22	36.91
9	77.87	38.3
10	89.59	43.19
11	98.66	46.81
12	110.23	52.95
13	122.37	60.9
14	128.12	66.51

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/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0		45	2300	2500	0.00	Substrato roccioso	

Risultati analisi pendio

==========

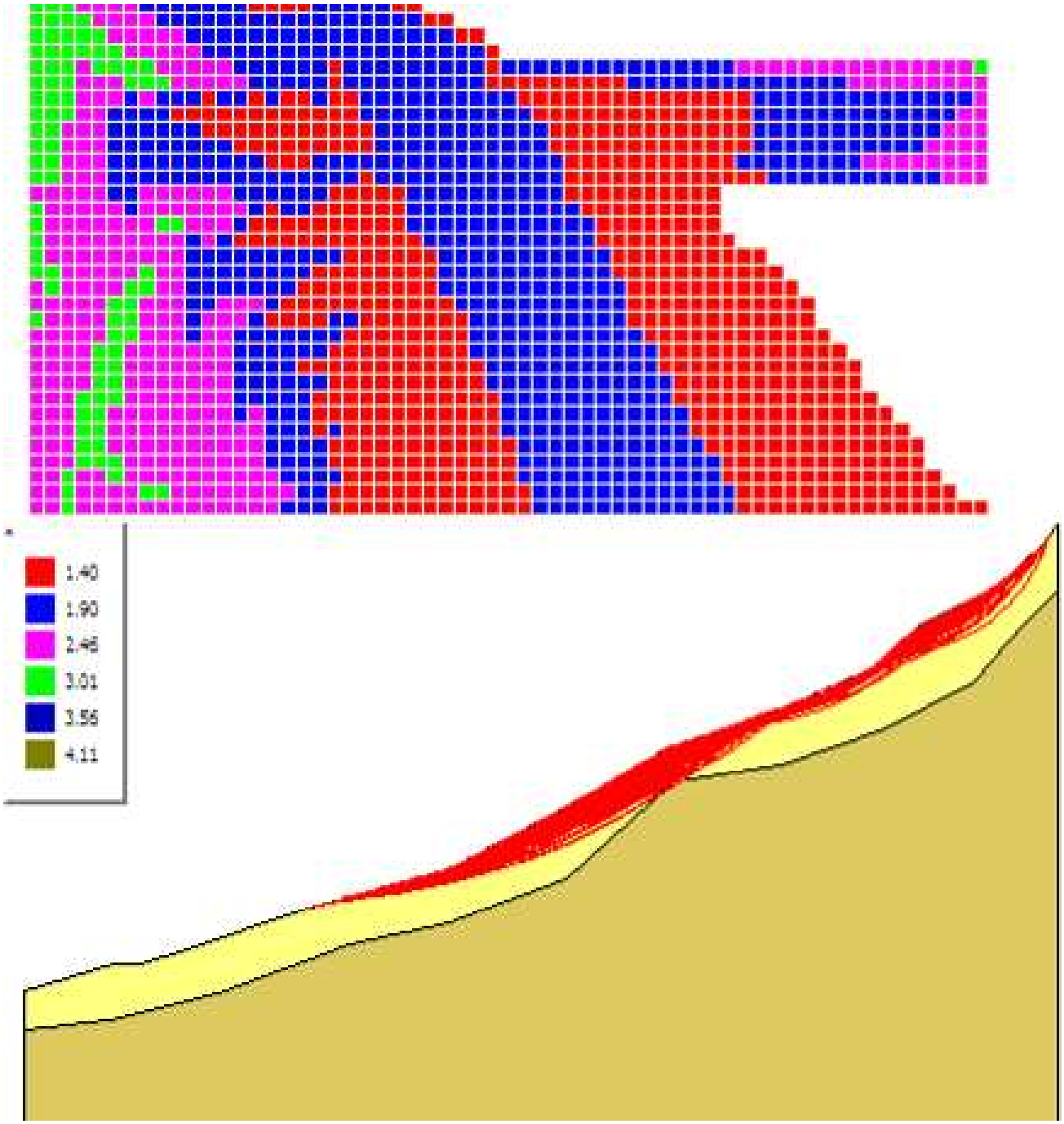
Fs minimo individuato	0.73
Ascissa centro superficie	89.74 m
Ordinata centro superficie	83.4 m
Raggio superficie	29.37 m

==========

Analisi dei conci. Superficie...xc = 89.74 yc = 83.401 Rc = 29.371 Fs=0.7325

L'integrazione è stata attuata evidenziando meglio le superfici con fattore Fs< 1.2; è un modesto ambito che si attesta in un breve settore della parte alta pendio.

RELAZIONE DI CALCOLO pregerssa
Sez. 6c



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.45 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	76.95 m
Ascissa vertice destro superiore xs	128.14 m
Ordinata vertice destro superiore ys	155.0 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	18.11
3	11.19	21.36
4	14.3	21.36
5	20.0	23.11
6	34.31	28.11
7	52.5	33.11
8	62.37	38.11
9	71.15	43.11
10	79.56	48.11
11	93.89	53.11
12	105.3	58.11
13	110.69	63.11
14	120.39	68.11
15	126.09	73.11
16	128.12	76.0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	13.19
3	10.49	14.59
4	24.16	17.8
5	40.34	23.8
6	52.76	26.59
7	66.99	31.89
8	80.52	44.02
9	93.91	46.12
10	106.89	50.58
11	117.63	56.44
12	124.32	63.83
13	128.12	67.63

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0.8

Ascissa centro superficie	94.94 m
Ordinata centro superficie	78.51 m
Raggio superficie	22.77 m

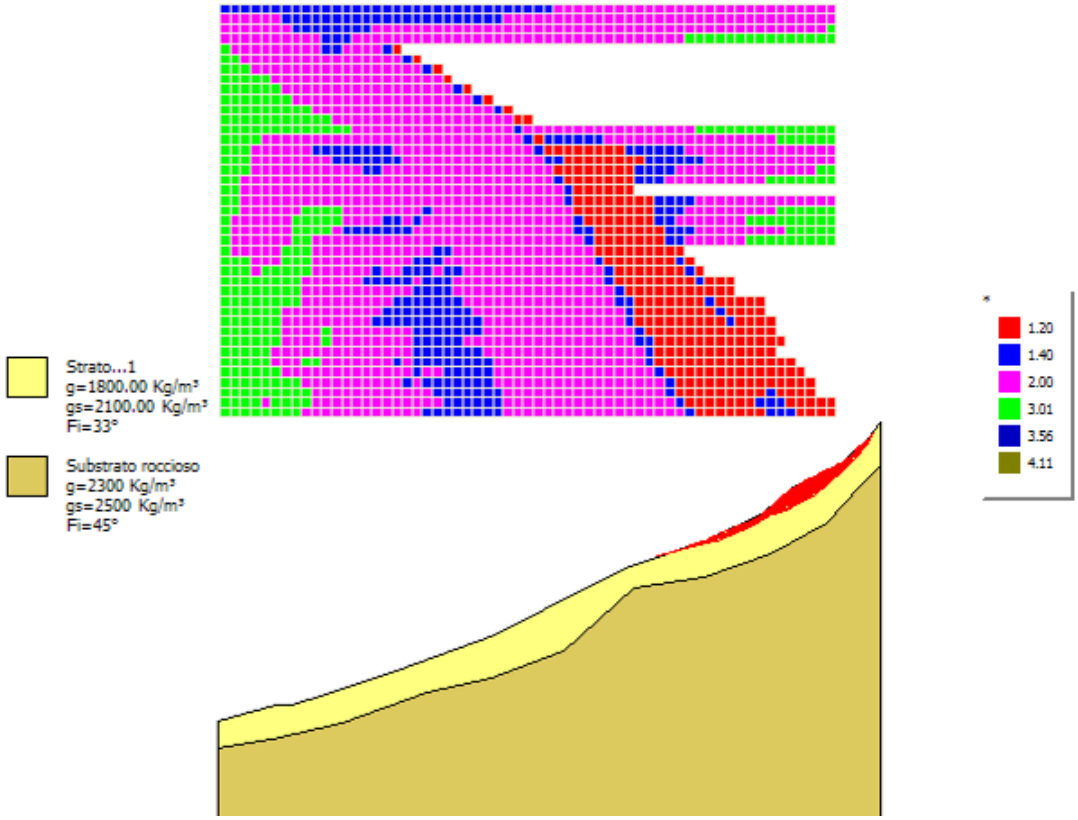
==========

Numero di superfici esaminate....(706)

COMMENTO

Parte del versante risulta instabile con FS <= a 1.4

RELAZIONE DI CALCOLO esplicitativa
Sez. 6c aggiornata



Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	18.11
3	11.19	21.36
4	14.3	21.36
5	20.0	23.11
6	34.31	28.11
7	52.5	33.11
8	62.37	38.11
9	71.15	43.11
10	79.56	48.11
11	93.89	53.11

12	105.3	58.11
13	110.69	63.11
14	120.39	68.11
15	126.09	73.11
16	128.12	76.0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	13.19
3	10.49	14.59
4	24.16	17.8
5	40.34	23.8
6	52.76	26.59
7	66.99	31.89
8	80.52	44.02
9	93.91	46.12
10	106.89	50.58
11	117.63	56.44
12	124.32	63.83
13	128.12	67.63

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coesione efficace	1.0
Coesione non drenata	1.0
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/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0		45	2300	2500	0.00	Substrato roccioso	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0.76
Ascissa centro superficie	94.94 m
Ordinata centro superficie	78.51 m
Raggio superficie	22.37 m

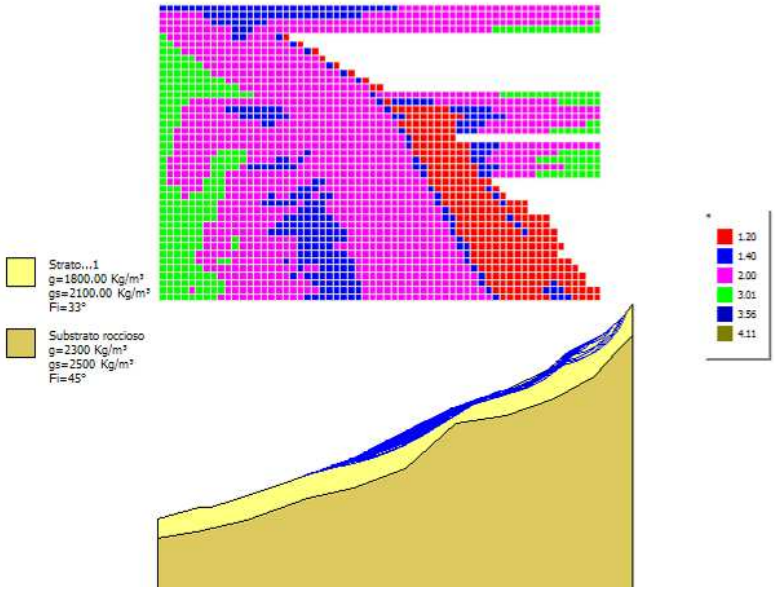
Analisi dei conci. Superficie...xc = 94.941 yc = 78.507 Rc = 22.373 Fs=0.7607

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.47	33.0	0.56	57.04	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	43.8	37.4
2	0.47	34.5	0.57	160.39	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	122.7	104.7
3	0.47	36.0	0.58	248.67	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	189.7	162.0
4	0.47	37.5	0.59	321.12	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	244.6	208.8
5	0.47	39.0	0.61	376.71	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	286.6	244.7

6	0.47	40.6	0.62	414.4	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	315.2	269.1
7	0.47	42.2	0.64	432.85	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	329.3	281.2
8	0.49	43.9	0.68	447.58	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	341.0	291.1
9	0.45	45.6	0.65	313.27	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	239.2	204.2
10	0.47	47.3	0.69	116.83	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	89.5	76.4

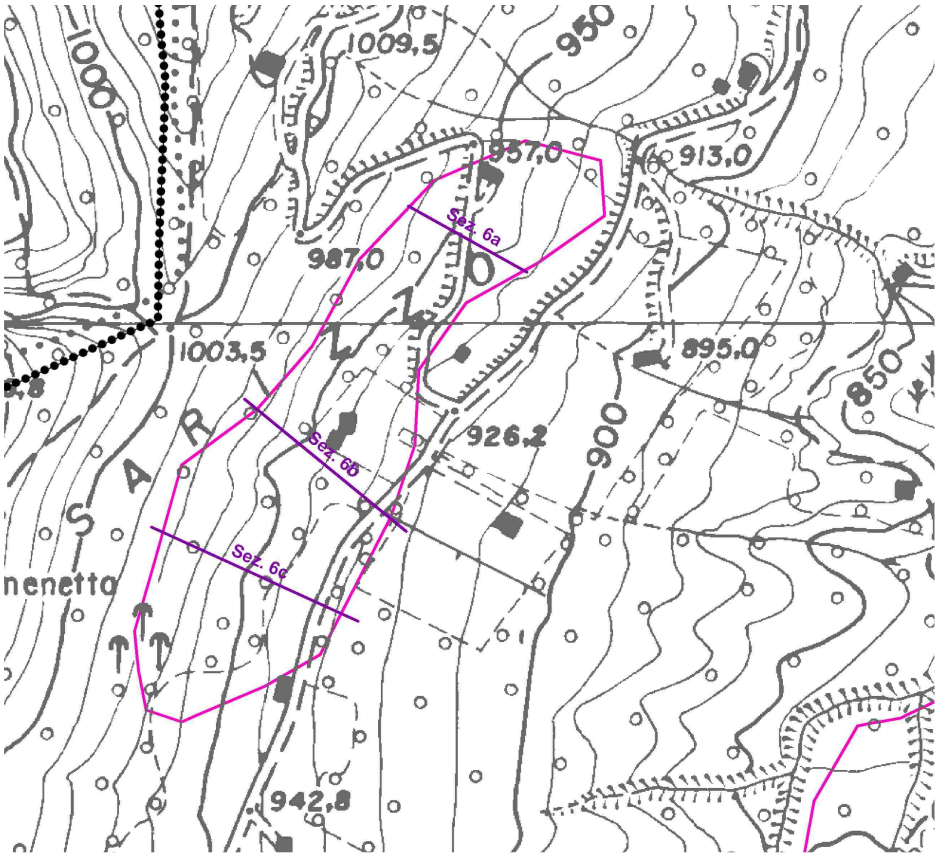
L'integrazione è stata attuata evidenziando meglio le superfici con fattore Fs< 1.2; è un modesto ambito che si attesta in un breve settore parte di monte del pendio.

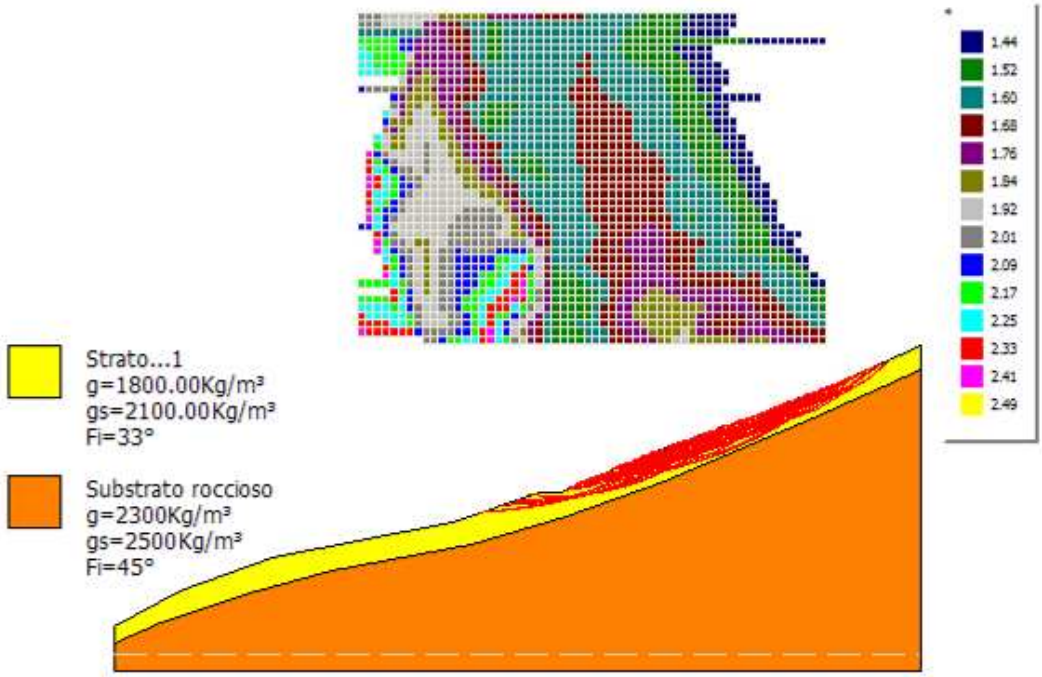
RELAZIONE DI CALCOLO esplicitativa
Sez. 6c aggiornata



L'integrazione è stata attuata evidenziando meglio le superfici con fattore1.2 < Fs< 1.4; è un modesto ambito che si attesta in un breve settore della parte alta pendio.

RELAZIONE DI CALCOLO
Sez. 6a nuova





Lat./Long.	45.922464/9.222716
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	-31.44 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	70.22 m
Ascissa vertice destro superiore xs	62.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	116.19 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:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.17	2.61	0.16
S.L.D.	50.0	0.21	2.59	0.16
S.L.V.	475.0	0.41	2.66	0.28
S.L.C.	975.0	0.5	2.71	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.204	0.2	0.0042	0.0021
S.L.D.	0.252	0.2	0.0051	0.0026
S.L.V.	0.492	0.2	0.01	0.005
S.L.C.	0.6	0.2	0.0122	0.0061

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0042
Coefficiente azione sismica verticale	0.002 1

Vertici profilo

N	X m	y m

1	-37.8	29.97
2	-28.65	34.97
3	-15.31	39.97
4	10.4	44.97
5	22.68	49.04
6	25.83	49.04
7	27.4	49.97
8	39.21	54.97
9	53.12	59.97
10	65.67	64.97
11	76.91	69.9 7

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-37.8	27.71
2	-31.18	30.63
3	-18.45	34.75
4	-6.89	38.08
5	12.89	41.8
6	26.41	45.52
7	40.51	50.61
8	61.67	59.62
9	76.91	66.46

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/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0		45	2300	2500	0.00	Substrato roccioso	

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

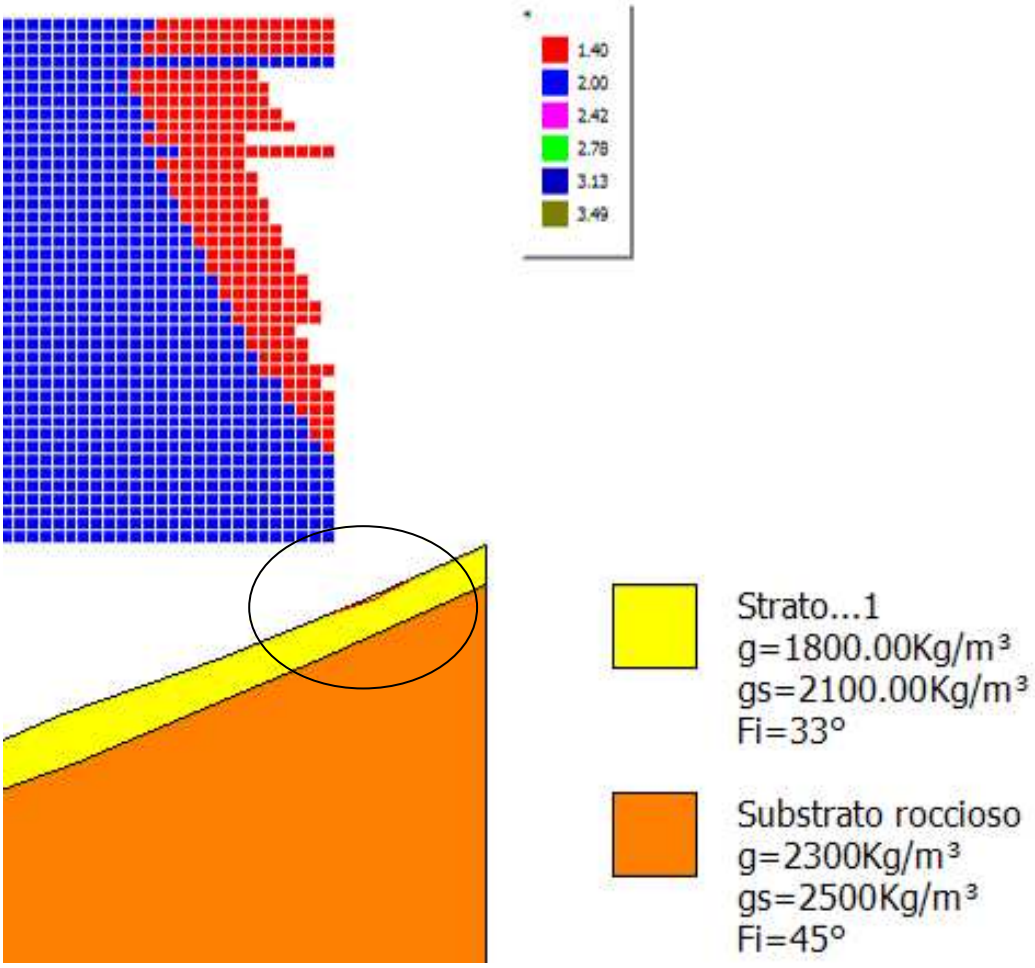
Fs minimo individuato	1.36
Ascissa centro superficie	57.92 m
Ordinata centro superficie	86.31 m
Raggio superficie	22.91 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 57.915 yc = 86.311 Rc = 22.91 Fs=1.3588

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.68	14.8	0.71	60.09	0.25	0.13	0.0	33.0	0.0	55.8	24.2
2	0.68	16.6	0.71	159.3	0.67	0.33	0.0	33.0	0.0	147.2	63.9
3	0.89	18.6	0.93	307.99	1.29	0.65	0.0	33.0	0.0	283.5	123.2
4	0.48	20.4	0.51	203.6	0.86	0.43	0.0	33.0	0.0	187.0	81.2
5	0.68	22.0	0.74	329.34	1.38	0.69	0.0	33.0	0.0	302.2	131.3

6	0.68	23.9	0.75	347.84	1.46	0.73	0.0	33.0	0.0	319.0	138.6
7	0.68	25.7	0.76	333.5	1.4	0.7	0.0	33.0	0.0	306.1	133.0
8	0.68	27.6	0.77	284.73	1.2	0.6	0.0	33.0	0.0	261.8	113.8
9	0.68	29.6	0.79	199.82	0.84	0.42	0.0	33.0	0.0	184.3	80.1
10	0.68	31.6	0.8	76.68	0.32	0.16	0.0	33.0	0.0	71.0	30.9

L'integrazione con verifica nella sez 6 evidenzia un Fs min pari a 1.36 limitatamente ad un piccolo settore di monte del pendio



ALLEGATI:

-Opere di sistemazione e consolidamento versanti in loc. Gorla- comune di Bellagio- Arch Tiziano Maranesi dott. Clerici A. - maggio 2003

- Condizioni dei versanti in loc. Gorla- Relazione geologico tecnica- fabbraio 2005 – Prof A. Clerici

- Appli s.r.l Indagini geognostiche in comune di Bellagio (2008)- prove penetrometriche dinamiche continue

CARTOGRAFIA:

Carta della pericolosità preliminare
Area 1 – Loc. Breno
Area 2 – Loc. Mulini del Perlo
Area 6 – Loc. Monte Fopa

Carta della pericolosità finale
Area 1 – Loc. Breno
Area 2 – Loc. Mulini del Perlo
Area 6 – Loc. Monte Fopa

CARTA DELLA PERICOLOSITA' PRELIMINARE
Scala 1:2000

Area di studio 1 - loc. Breno

LEGENDA:

Ambito di analisi aree Fq - dissesti PAI

Limite amministrativo

Attribuzione della pericolosità alle aree omogenee

H2	CLASSE 1 : Pendenza	0 - 20 °
H3	CLASSE 2 : Pendenza	20 - 30 °
H4	CLASSE 3 : Pendenza	> 30 °

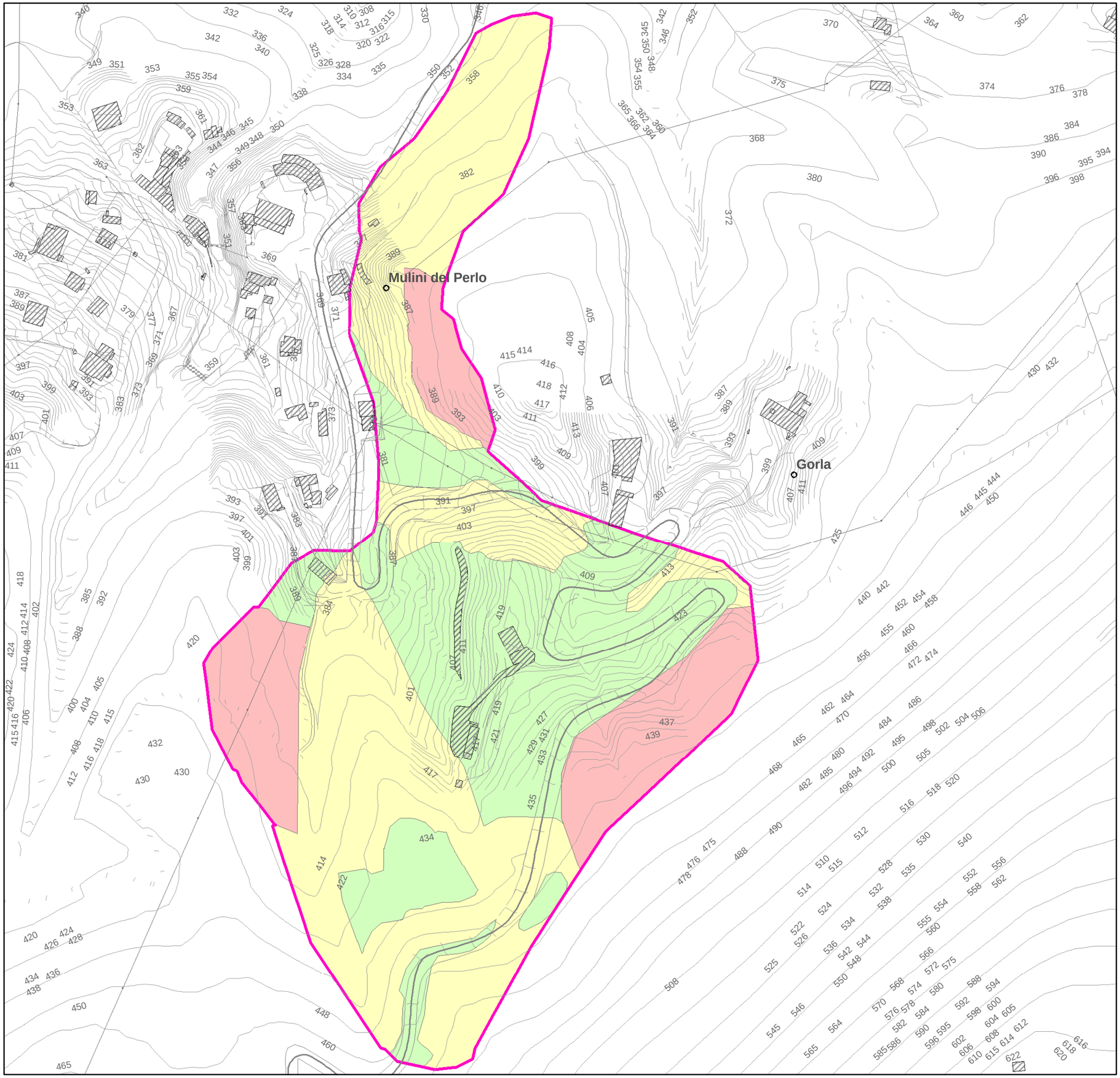
Attribuzione della pericolosità all'analisi di stabilità

H2	Fs = 1.4 - 2.0
H3	Fs = 1.2 - 1.4
H4	Fs = 1.0 - 1.2

N W E S

CARTA DELLA PERICOLOSITA' PRELIMINARE
Scala 1:2000

Area di studio 2 - loc. Mulino del Perlo



LEGENDA:

Ambito di analisi aree Fq - dissesti PAI

Limite amministrativo

Attribuzione della pericolosità alle aree omogenee

H2	CLASSE 1 : Pendenza	0 - 20 °	
H3	CLASSE 2 : Pendenza	20 - 30 °	
H4	CLASSE 3 : Pendenza	> 30 °	

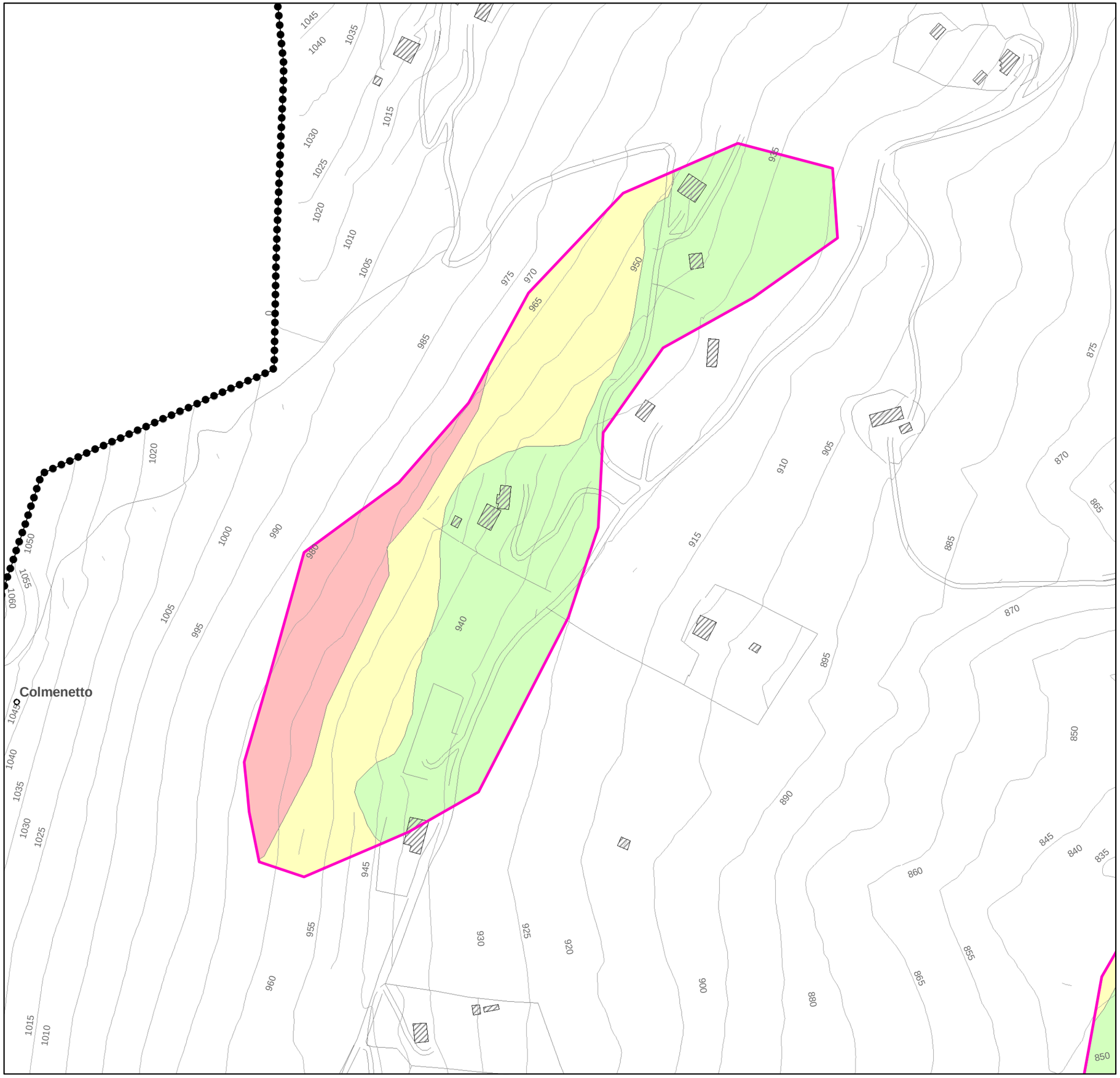
Attribuzione della pericolosità all'analisi di stabilità

H2	Fs = 1.4 - 2.0
H3	Fs = 1.2 - 1.4
H4	Fs = 1.0 - 1.2

N
W E
S

CARTA DELLA PERICOLOSITA' PRELIMINARE
Scala 1:2000

Area di studio 6 - Loc. Monte Fopa



LEGENDA:

Ambito di analisi aree Fq - dissesti PAI

Limite amministrativo

Attribuzione della pericolosità alle aree omogenee

H2	CLASSE 1 : Pendenza	0 - 20 °
H3	CLASSE 2 : Pendenza	20 - 30 °
H4	CLASSE 3 : Pendenza	> 30 °

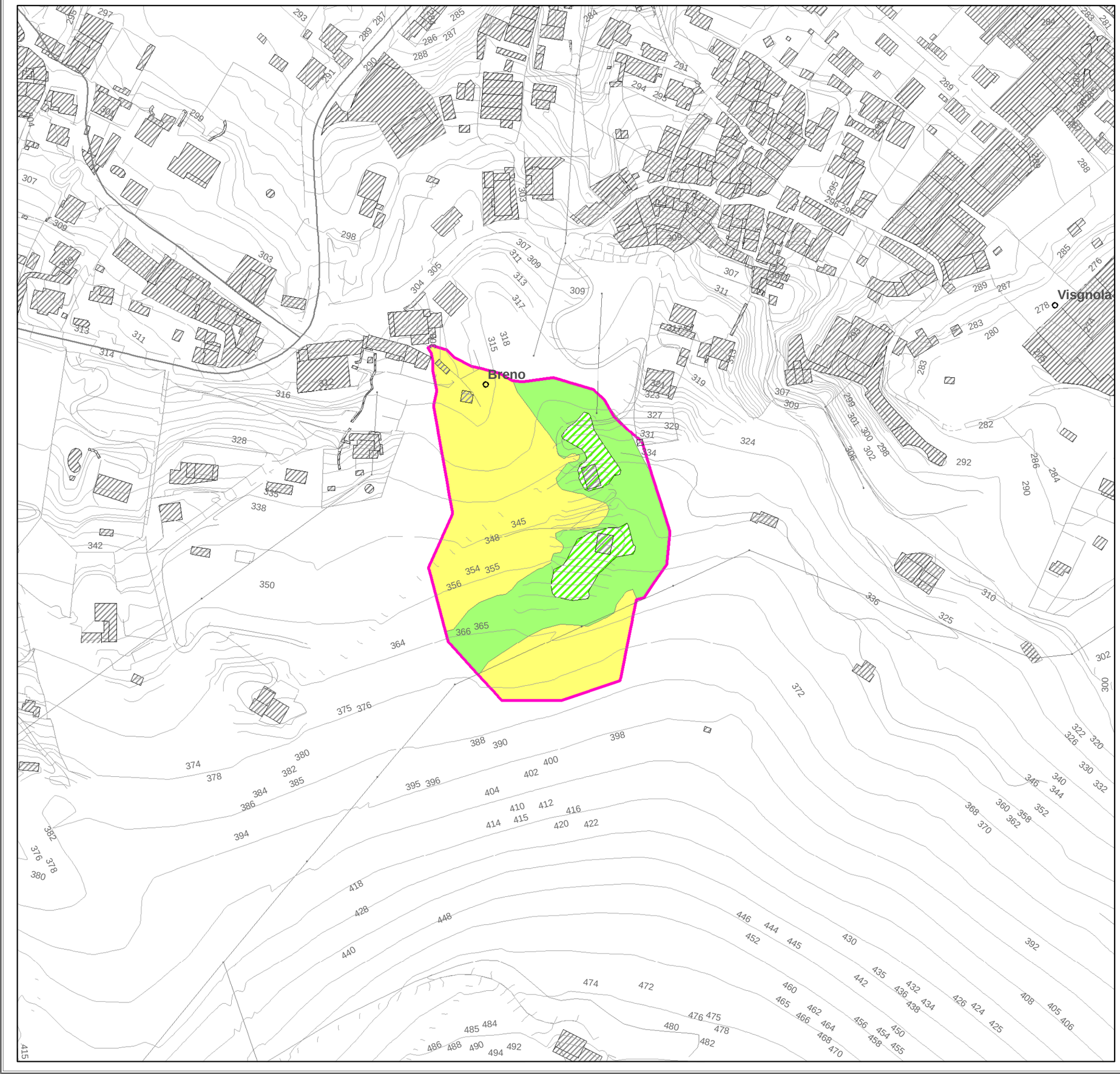
Attribuzione della pericolosità all'analisi di stabilità

H2	Fs = 1.4 - 2.0
H3	Fs = 1.2 - 1.4
H4	Fs = 1.0 - 1.2

N
W E
S

CARTA DELLA PERICOLOSITA' FINALE
Scala 1:2000

Area di studio 1 - loc. Breno



LEGENDA:

Ambito di analisi aree Fq - dissesti PAI

Limite amministrativo

Attribuzione della pericolosità finale

H1

H2

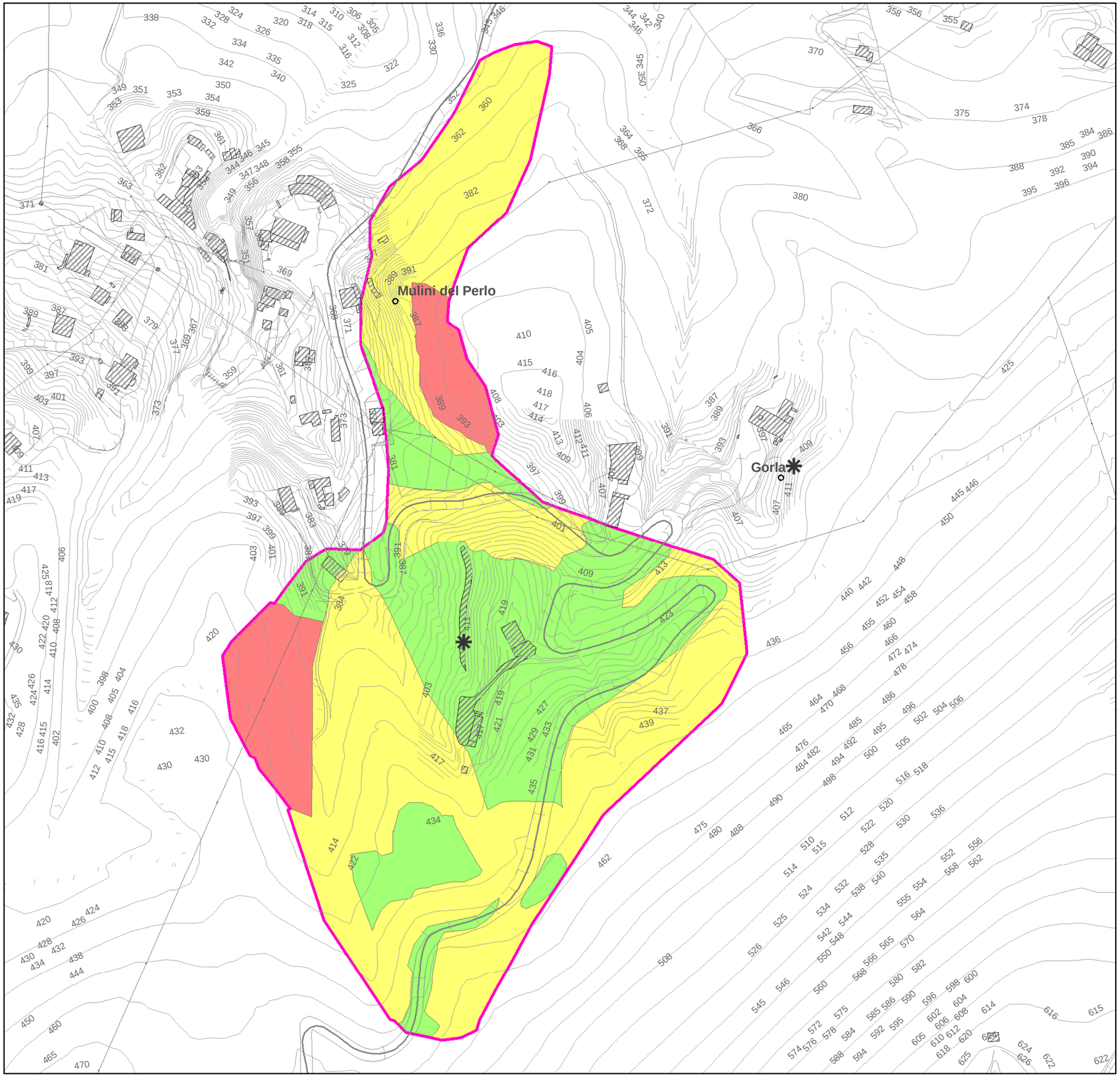
H3

H4

N
W E
S

CARTA DELLA PERICOLOSITA' FINALE
Scala 1:2000

Area di studio 2 - loc. Mulino del Perlo



LEGENDA:

- Ambito di analisi aree Fq - dissesti PAI
- Limite amministrativo

Attribuzione della pericolosità finale

- H1
- H2
- H3
- H4

N
W E
S

CARTA DELLA PERICOLOSITA' FINALE
Scala 1:2000

Area di studio 6 - Loc. Monte Fopa

LEGENDA:

Ambito di analisi aree Fq - dissesti PAI

Limite amministrativo

Attribuzione della pericolosità finale

H1

H2

H3

H4

Colmenetto

N

W E

S