

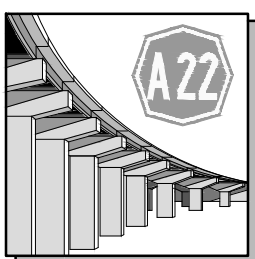

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO**
dott.ing. ROBERTO BOSETTI
INSCRIZIONE ALBO N° 1027

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
dott. ing. Roberto Bosetti

autostrada del brennero

ALLARGAMENTO DELLA CARREGGIATA SUD AUTOSTRADALE
IN CORRISPONDENZA DELLA SALITA DI AFFI TRA
LA PROG. KM 201+285 E LA PROG. KM 203+930 E
RIFACIMENTO DEI SOVRAPPASSI AUTOSTRADALI
N°68 "RIVOLI-ZUANE" E N°69 "S.C. RIVOLI-CAPRINO"

1.2.5.2	RELAZIONI RELAZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE Rimodellazioni morfologiche Relazione geotecnica
----------------	---

0	MAG-2022	EMISSIONE	F. DI TORO	F. OSS PAPOT	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA: MAGGIO 2008			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 29/08					

PROVINCIA DI VERONA
COMUNI DI AFFI E RIVOLI VERONESE

**RIMODELLAZIONE DELLO SVINCOLO DI AFFI E
DELLA PARTICELLA 1080 IN LOCALITA'
VANZELLE DAL KM 203+900 AL KM 204+200**

Committente
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

RELAZIONE GEOTECNICA
VERIFICA STABILITA' OPERE IN TERRA
(D.M. 17/01/2018 e Circolare del C.S.LL.PP. n. 7/2019)

DATA	Dicembre 2021
-------------	----------------------

IL TECNICO



Dr. geol. Franco Di Toro – GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE
Piazzetta C. Cavour, 4 37047 San Bonifacio (VR)
Tel./Fax 0457610971 – Cell. +393355932261
E mail: geologo.ditoro@gmail.com – P.E.C.: franco.ditoro@epap.sicurezza postale.it

Ai sensi della L. 22/04/1941 n. 633 è vietata la riproduzione in alcuna forma della presente relazione, comprese le copie fotostatiche, né la memorizzazione tramite alcun mezzo senza la preventiva autorizzazione dell'Autore. Ogni abuso sarà perseguito a termini di Legge presso l'Autorità Giudiziaria e l'Organo Professionale.

SOMMARIO

1.0	PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI	1
2.0	CARATTERI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI DELLE AREE DI INTERVENTO	2
2.1	Rimodellazione svincolo di Affi	2
2.2	Rimodellazione località Vanzelle (da km 203+900 a km 204+200)	3
3.0	VERIFICHE DI STABILITA' DELLE OPERE IN TERRA	4
3.1	Criteri di verifica	4
3.2	Condizioni di analisi	5
3.3	Programma di calcolo	5
3.4	Parametri geotecnici dei materiali	6
3.5	Parametri sismici	6
4.0	VERIFICHE DI STABILITA'	6

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 - Stratigrafie sondaggi geognostici svincolo Affi
- ALLEGATO 2 - Stratigrafie sondaggi geognostici sovrappasso n. 69 Rivoli
- ALLEGATO 3 - Modelli di calcolo delle verifiche di stabilità della rimodellazione dello svincolo di Affi e della particella 1080 in località Vanzelle di Rivoli Veronese

1.0 PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Su incarico di Autostrada del Brennero S.p.A. è stato eseguito uno studio di geotecnico finalizzato alla verifica di stabilità dei manufatti in terra che devono essere realizzati per la rimodellazione dello svincolo dell'autostazione di Affi e la rimodellazione di un terreno di proprietà situato in fregio all'autostrada in località Vanzelle (Rivoli Veronese) compreso fra le progressive chilometriche 203+900 e 204+200.

Gli interventi di rimodellazione dello svincolo di Affi e in località Vanzelle verranno realizzati con il materiale di scavo in esubero derivante dai lavori di allargamento della piattaforma autostradale in corrispondenza della salita di Affi (progr. km 201+285 e progr. km 203+930).

La rimodellazione in località Vanzelle posta dal km 203+900 al km 204+200 consiste nella realizzazione con terreno da riporto di tre piccole colline tra di loro integrate a forma di mezzaluna di altezza massima pari a circa 7 metri mentre la rimodellazione dello svincolo di Affi consiste nella realizzazione, sempre con materiale di riporto, di una collina piantumata dalla forma a spirale di raggio alla base pari a 100 metri e altezza massima 8 metri.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni si basa sui dati messi a disposizione da Autostrada del Brennero relativi alla realizzazione delle opere d'arte presenti nelle aree di interesse (sovrappassi e cavalcavia) e su dati in disponibilità dello scrivente raccolti nella pratica professionale sul territorio.

Normativa di riferimento:

- D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- UNI EN 1997-1:2005 – “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”.
- UNI EN 1998-1:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

2.0 CARATTERI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI DELLE AREE DI INTERVENTO

Le aree di intervento si trovano all'interno del complesso glaciale degli anfiteatri morenici del Garda e di Rivoli Veronese su delle piane inframoreniche che costituivano le aree di divagazione degli antichi scaricatori fluvio-glaciali.

Tali piane sono pertanto costituite da sedimenti alluvionali di natura fluvio-glaciale rappresentati da litologie prevalentemente ghiaioso-sabbiose contenenti livelli lenticolari di sedimenti limoso-sabbiosi.

Dal punto di vista idrogeologico l'area morenica è caratterizzata da un acquifero di base alimentato dalla falda di subalveo atesina la cui piezometrica si pone a profondità di oltre 90 m dal piano campagna e che pertanto non andrà ad interferire con i manufatti di cui si prevede la realizzazione.

2.1 Rimodellazione svincolo di Affi

L'area interessata dalla rimodellazione dello svincolo di Affi si trova all'interno dell'area circoscritta dalla pista di uscita in carreggiata Nord (fig. 1).

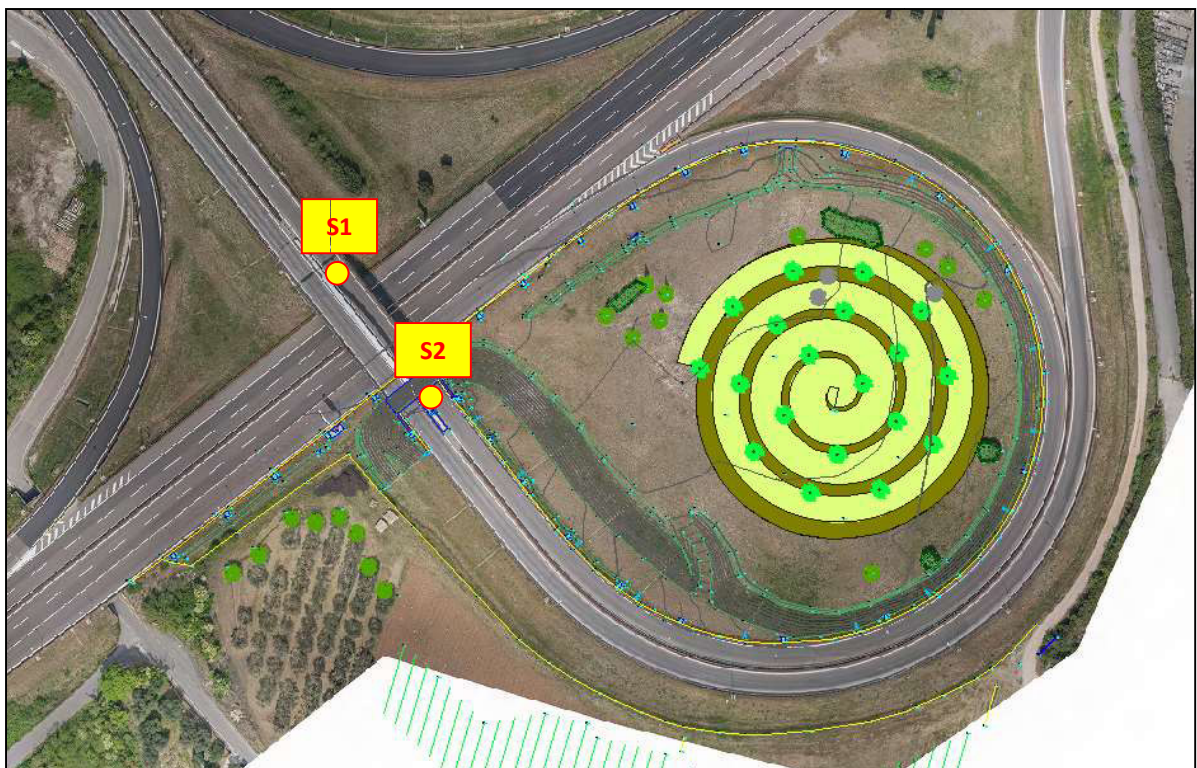


FIG. 1 - PLANIMETRIA SCHEMATICA DELL'INTERVENTO NELLO SVINCOLO DI AFFI CON UBICAZIONE DEI SONDAGGI

Due sondaggi realizzati per il rifacimento del sovrappasso dello svincolo di Affi (S1 e S2), evidenziano la presenza fino alla profondità indagata (30 m) di uno strato di ghiaie poligeniche grossolane a tratti cementate contenenti trovanti porfirici in matrice sabbiosa con contenuto in fini variabile da 5% a 19% (ALLEGATO 1).

Le prove SPT realizzate nei fori di sondaggio, spesso a rifiuto, evidenziano un grado di addensamento del materiale generalmente elevato; i parametri geotecnici determinati sono i seguenti:

Peso specifico $\gamma = 19,0 \text{ kN/mc}$

Coesione $c' = 0 \text{ kN/mq}$

Angolo d'attrito $\varphi' = 33,5^\circ \div 40^\circ$

2.2 Rimodellazione località Vanzelle (da km 203+900 a km 204+200)

L'area interessata dall'opera di rimodellazione si trova in località Vanzelle ed è compresa fra l'Autostrada e la S.P. 11 (fig. 2).



FIG. 2 - PLANIMETRIA SCHEMATICA DELL'INTERVENTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Alcuni scavi archeologici eseguiti per conto di Autostrada del Brennero sull'area di intervento evidenziano la presenza di depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi che sono ricoperti da uno strato di alterazione ghiaioso-argilloso di colore bruno potente all'incirca 50 cm mentre alcune prove eseguite su un terreno posto a tergo della vicina zona industriale indicano che tali depositi si estendono fino ad almeno 3 metri di profondità dal piano campagna.

Per la caratterizzazione meccanica del terreno si fa riferimento ai risultati dell'indagine commissionata da Autostrada del Brennero realizzata in corrispondenza del vicino sovrappasso n. 69 Rivoli-Zuane (Allegato 2):

L'indagine per i depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi riscontrati nel sottosuolo fornisce i seguenti parametri geotecnici:

Peso specifico $\gamma = 18,5 \text{ kN/mc}$

Coesione $c' = 0 \text{ kN/mq}$

Angolo d'attrito $\varphi' = 35^\circ \div 37^\circ$

3.0 VERIFICHE DI STABILITA' DELLE OPERE IN TERRA

3.1 Criteri di verifica

I metodi di analisi della stabilità dei pendii più diffusi ed utilizzati nella pratica professionale sono metodi all'equilibrio limite, che ipotizzano per il terreno un comportamento rigido perfettamente plastico; si immagina cioè che il terreno non si deformi fino al raggiungimento della condizione di rottura, e che, in tali condizioni, la resistenza al taglio si mantenga costante e indipendente dalle deformazioni accumulate.

Da tale ipotesi, fortemente semplificativa, consegue che:

- la rottura si manifesta lungo una superficie netta di separazione tra la massa in frana e il terreno stabile;
- la massa in frana è un blocco indeformato in moto di roto-traslazione rigida;
- la resistenza mobilitata lungo la superficie di scorrimento in condizioni di equilibrio limite è costante nel tempo, indipendente dalle deformazioni e, quindi, dai movimenti della frana, nonché ovunque pari alla resistenza a taglio;
- non è possibile determinare né le deformazioni precedenti la rottura, né l'entità dei movimenti del blocco in frana, né la velocità del fenomeno.

L'affidabilità dei risultati dipende quasi esclusivamente dalla corretta schematizzazione del fenomeno e dalla scelta dei parametri di progetto, che devono essere fissati con grande attenzione e consapevolezza.

Le analisi sono svolte in riferimento alla stabilità globale delle opere in terra e interessano sia il corpo del rilevato sia il terreno di fondazione dello stesso.

Le analisi sono sviluppate in accordo con la normativa vigente (D.M. 17/01/2018 e Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7) che indicano che le verifiche consistono nel soddisfacimento della condizione $E_d \leq R_d$ dove E_d rappresenta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d rappresenta il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche in condizioni statiche sono state condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2: A2+M2+R2 in cui A2 rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_F da applicare alle azioni o all'effetto delle azioni (Tabella 2.6.I), M2 rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_M da applicare ai parametri del terreno (Tabella 2.6.II) e $\gamma_R=1.1$ (Tabella 6.8.I).

In condizioni sismiche le verifiche sono state effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

3.2 Condizioni di analisi

Le verifiche rispetto al raggiungimento della condizione di stato limite ultimo sono sviluppate considerando le seguenti condizioni di analisi:

- Condizione statica drenata;
- Condizione SISMA +:
 - parametri drenati per i terreni interessati dalla verifica;
 - accelerazione sismica orizzontale, accelerazione sismica verticale diretta verso il basso;
- Condizione SISMA -:
 - parametri drenati per i terreni interessati dalla verifica;
 - accelerazione sismica orizzontale, accelerazione sismica verticale diretta verso l'alto.

Per la verifica di stabilità in condizioni sismiche è stato utilizzato il metodo pseudostatico che consente di rappresentare l'azione sismica mediante una forza statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile; le componenti orizzontale e verticale di tale forza sono espresse dalle relazioni:

$$F_h = k_h \cdot W \quad \text{e} \quad F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale con $k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g$ e $k_v = \pm 1/2 k_h$ dove β_s è un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Tabella 7.11.).

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

3.3 Programma di calcolo

La valutazione dei fattori di sicurezza per la stabilità è condotta mediante il programma SSAP2010 versione 5.0 (Berselli L., 1991-2019).

Tale programma consente un'analisi di stabilità all'equilibrio limite tenendo conto di terreni variamente stratificati, dell'eventuale falda idrica, della presenza di pressioni neutre diverse dalle pressioni idrostatiche, di sollecitazioni sismiche mediante un'analisi di tipo pseudostatica, di tiranti di ancoraggio e di eventuali altri elementi di rinforzo (ad esempio geogriglie).

Il programma è in grado di fornire una soluzione generale al problema bidimensionale di stabilità ricavandone il coefficiente di sicurezza (FS) come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie di possibile scorrimento e quella effettivamente mobilitata dal volume di terreno coinvolto nel movimento; il criterio di rottura adottato è quello classico di Mohr – Coulomb oppure quello in condizioni non drenate per i casi di attinenza.

La valutazione del coefficiente di sicurezza è effettuata per tentativi, generando un elevato numero di superfici di forma qualsiasi mediante un algoritmo pseudo-casuale.

SSAP2010 è caratterizzato dalla presenza di 7 metodi di calcolo rigorosi che operano nell'ambito della metodologia della verifica della stabilità dei pendii mediante il metodo dell'equilibrio limite:

- Janbu rigoroso(1973);
- Spencer (1973)

- Sarma I (1973);
- Morgenstern & Price (1965);
- Chen & Morgenstern (1983)
- Sarma II (1979)
- Borselli (2016)

Il programma, oltre ai materiali sciolti, permette di caratterizzare geomeccanicamente gli ammassi rocciosi fratturati mediante il criterio di rottura di Hoek et al. (2002,2006), e eseguire verifiche di stabilità globale in pendii costituiti, del tutto o in parte, da ammassi rocciosi fratturati.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche del programma <https://www.ssap.eu/>.

3.4 Parametri geotecnici dei materiali

Nelle simulazioni di calcolo, ai materiali costituenti il terrapieno e il terreno naturale di fondazione sono stati attribuiti i parametri geotecnici caratteristici riportati in tabella; per il terreno naturale di fondazione, appartenente ad un unico sistema deposizionale fluvioglaciale, sono stati adottati quali valori caratteristici i valori medi dei parametri geotecnici desunti dalle indagini in sito realizzate presso il sovrappasso n. 69 Rivoli e il cavalcavia del casello di Affi mentre al materiale di scavo costituente il terrapieno (formato da un miscuglio di ghiaia con sabbie e limo) sono stati attribuiti un angolo d'attrito leggermente inferiore a quello dei medesimi materiali in banco e un valore di coesione efficace quantificato cautelativamente in 3 kPa dovuto alla presenza di materiale fine limo-sabbioso negli interstizi fra gli elementi ghiaiosi.

Unità	Peso di volume [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kPa]
Terrapieno	18,0	35,0	3,0
Terreno fondazione	19,0	37,0	0

3.5 Parametri sismici

Alcune indagini sismiche Down Hole eseguite nei fori di sondaggio presso lo svincolo di Affi e il sovrappasso Rivoli forniscono valori della $V_{s,eq}$ rispettivamente pari a 481 m/s e 441 m/s per cui si attribuisce il sottosuolo alla categoria stratigrafica B ($S_s=1,2$); viene altresì assegnata una categoria topografica T1 ($S_T=1,0$) poiché le aree sono pressoché pianeggianti.

Per le verifiche in condizioni sismiche, su indicazione della committenza, si è assunta una $V_N=50$ anni e una classe d'uso II ($C_U=1$) per cui il periodo di riferimento per l'azione sismica $P_{VR}=V_N \times C_U=50$ anni.

I coefficienti sismici orizzontale e verticale allo stato limite di danno (SLD) per i due siti considerati in riferimento alle rispettive accelerazioni su substrato rigido valgono $k_h=\beta_s \cdot a_{max}/g$ e $k_v=\pm 1/2 \cdot k_h$ dove $a_{max}/g=ag/g \cdot S_s \cdot S_T$ e $\beta_s=0.47$ per verifiche allo stato limite di esercizio SLD e $\beta_s=0.38$ per le verifiche allo stato limite ultimo SLV; il valore di ag/g per i due siti vale 0.059 per la condizione SLD e 0.165 per la condizione SLV:

Parametro	SLD	SLV
ag/g	0.059	0.165
a_{max}/g	0.071	0.198
β_s	0.470	0.380
k_h	0.033	0.075
k_v	0.017	0.037

4.0 VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche di stabilità sono state eseguite considerando assenza di falda nel terreno (condizioni drenate) poiché il materiale costituente i terrapieni è drenante.

Per la rimodellazione dello svincolo di Affi nella verifica in condizioni statiche è stato considerato un sovraccarico di 10 kN/mq applicato sull'intera larghezza delle banchine ove transitano i mezzi per la manutenzione del verde; nella verifica agli SLU tale carico variabile, sfavorevole, deve essere moltiplicato per il coefficiente $\gamma_{Qi}=1,3$ (Tabella 2.6.I) per cui $Q=10*1,3=13$ kN/mq.

Per il calcolo è stato utilizzato il metodo di Morgenstern & Price (1965) che fornisce il coefficiente di stabilità globale $F_s=R_d/E_d$ riportato nelle tabelle successive relative ai due interventi, espresso come rapporto tra resistenza e sollecitazione di progetto, che confermano la stabilità globale della sezioni di verifica.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state eseguite con k_v positivo (Sismica+) e k_v negativo (Sismica-).

I risultati delle verifiche eseguite nelle condizioni statiche e sismiche evidenziano che in coefficiente di sicurezza minimo raggiunto è superiore al valore di $\gamma_R=1.1$ per le verifiche allo SLU e al valore di $\gamma_R=1.2$ per le verifiche agli stati limite SLD e SLV.

Intervento	Condizione di verifica	F _s	
Rimodellazione svincolo di Affi	Statica con sovraccarico	1.3294	
	Sismica + (SLD/SLV)	1.6577	1.5182
	Sismica - (SLD/SLV)	1.6769	1.5433
Rimodellazione mappale 1080	Statica	1.2668	
	Sismica +(SLD/SLV)	1.4751	1.3650
	Sismica - (SLD/SLV)	1.4911	1.3895

San Bonifacio, 23/12/2021

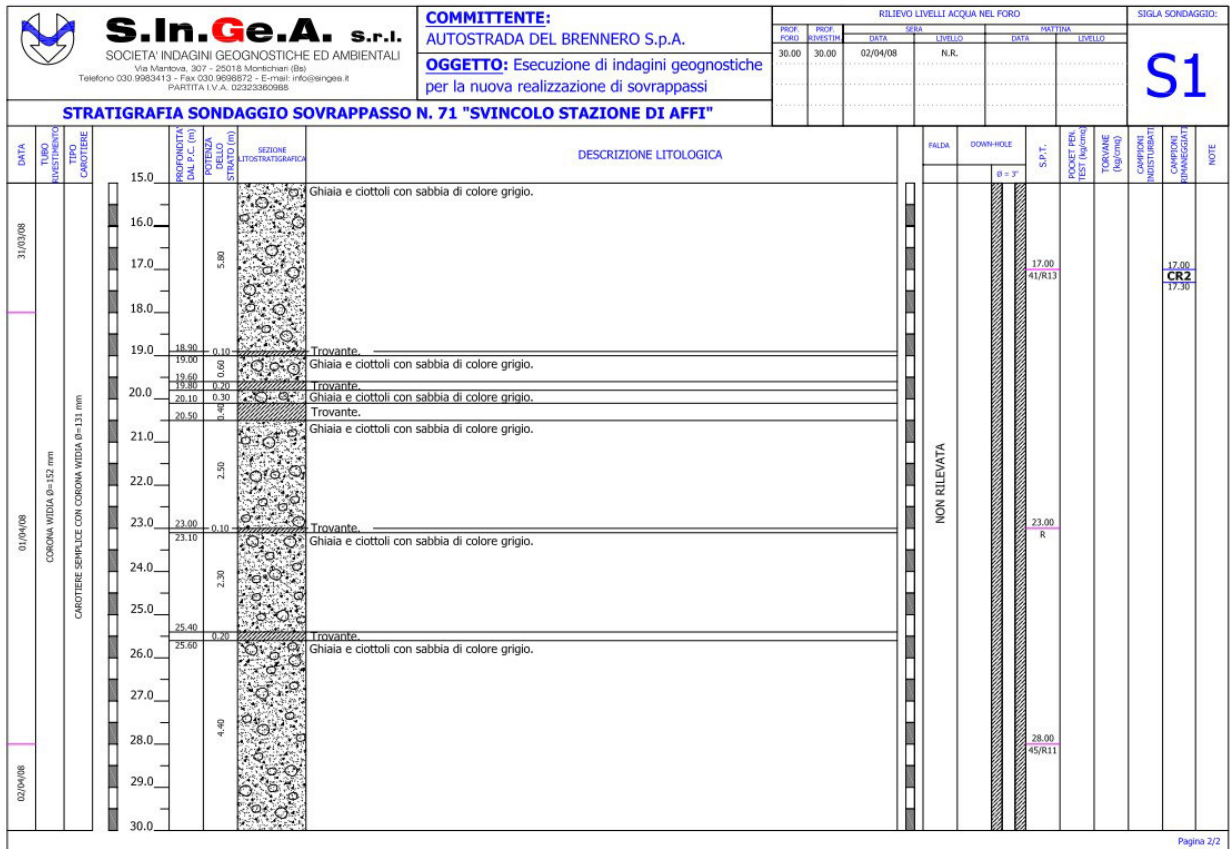
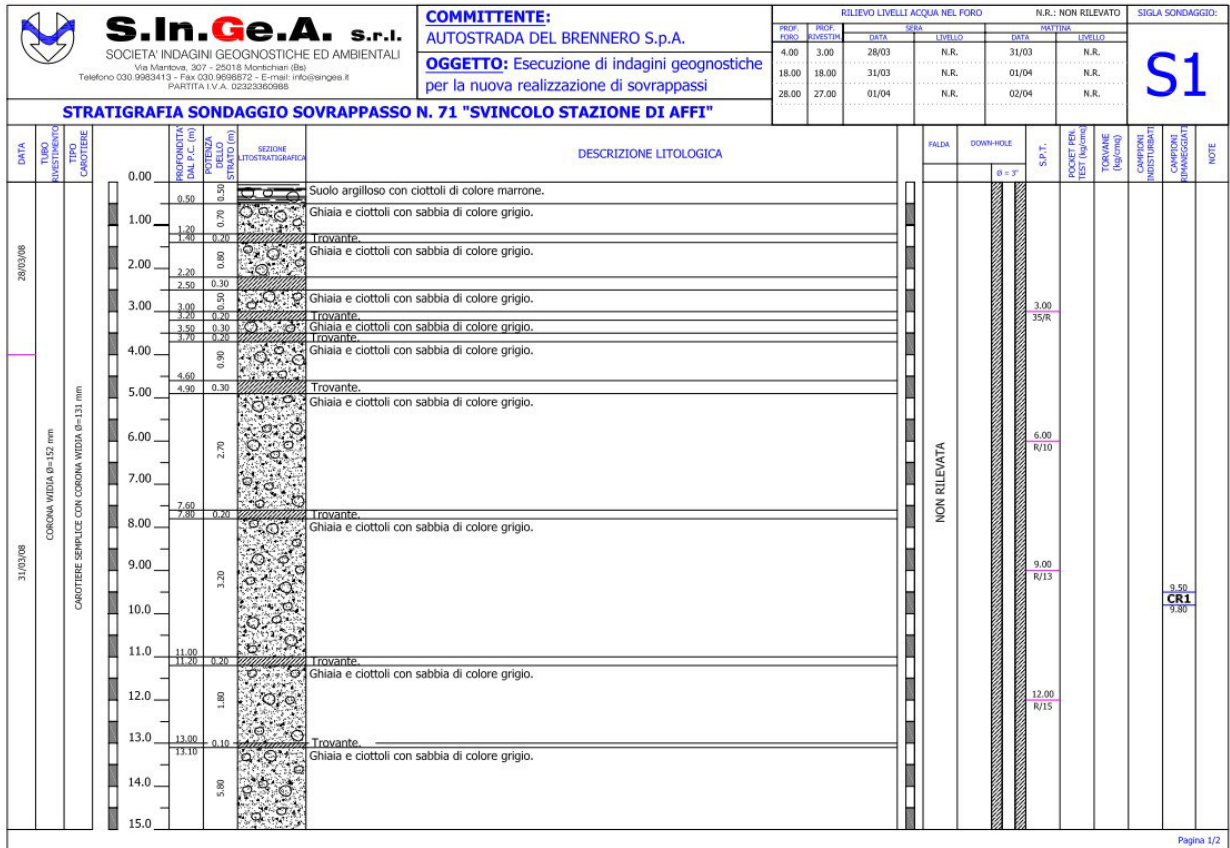
IL TECNICO

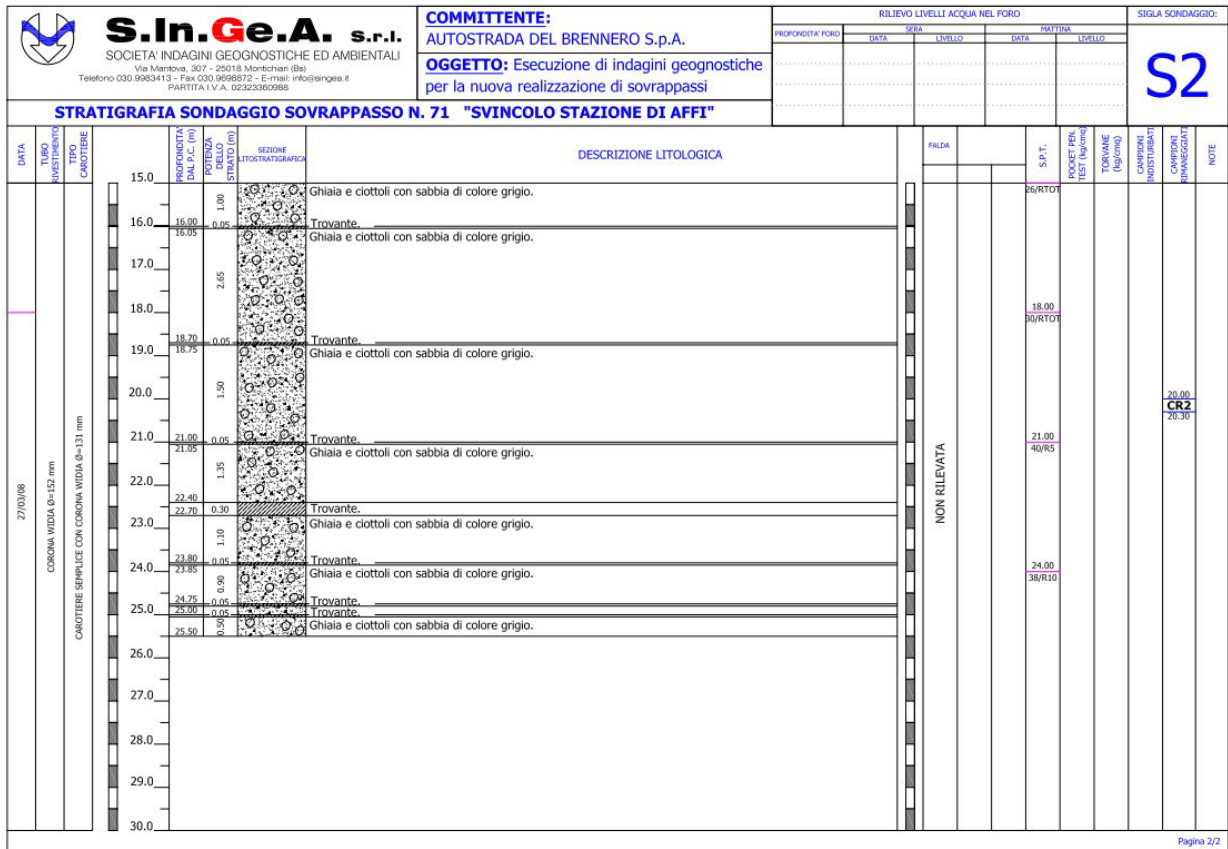
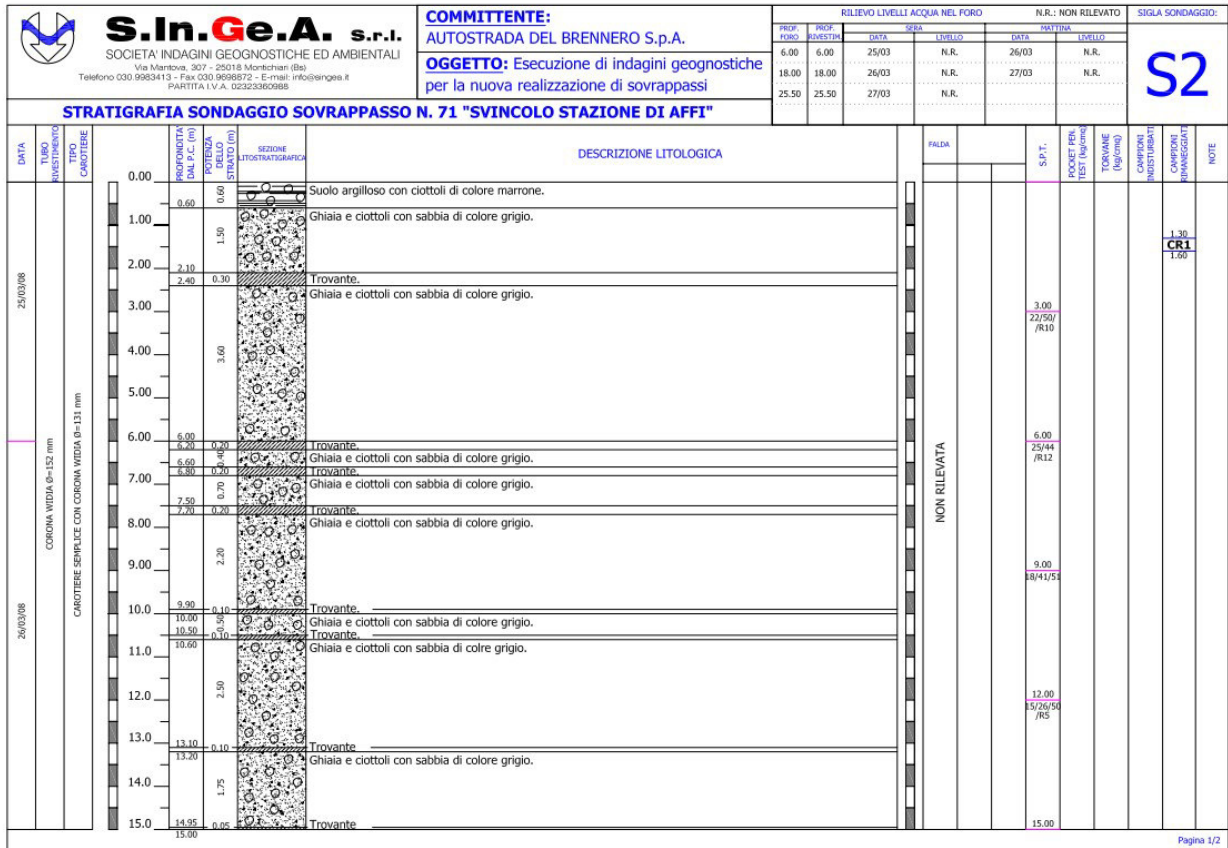
Dr. geol. Franco Di Toro
(Iscr. O.G.R.V. n. 368)



ALLEGATO 1

Stratigrafie dei sondaggi eseguiti presso lo svincolo di Affi





ALLEGATO 2

Stratigrafie dei sondaggi eseguiti presso il sovrappasso n. 69 Rivoli

Committente: A22		Località: Sovrappasso n°69 - Rivoli Veronese (VR)		Certificato n°: 566/08	
Il direttore del laboratorio		Lo sperimentatore		Verbale di accettazione n°:	
Dott. Geol. Rino Guadagnini		Dott. Geol. Giampiero Tuso		Data esecuzione: 23-29/04/08	
				Data emissione: 30/04/08	
				Sondaggio: S1/69	

Cass.	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	prof. m	S.P.T.		N	Pt	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	R mm	v metri bat.	
				S.P.T.	S.P.T.									
1	Ghiaia e sabbia fine limosa di colore marrone. La ghiaia è poligenica, eterometrica del diametro massimo di 5-6 cm, da subarrotondata ad arrotondata.	1.5		4-3-3		6	A		1) SPT < 1,50 1,95					
	Sabbia fine limosa e debolmente limosa di colore marrone, con sparsa e rara ghiaia del diametro massimo di 3-4 mm, da subarrotondata a subangolare. Terreno asciutto, sciolto.	2.8		19-24-30		54	A		2) SPT < 3,00 3,45					
	Ghiaia eterometrica e poligenica da subarrotondata a subangolare del diametro massimo di 10 cm, in matrice talora abbondante di sabbia fine limosa di colore marrone chiaro-giallastro. Terreno asciutto e molto addensato.			26-33-38		71	C							
				26-23-22		45	C							
				24-21-18		39	C							
				34-39-29		68	C							
				18-22-29		51	C							
				15-19-24		43	A		1) Dis < 11,30 11,50					
				19-22-28		50	A		8) SPT < 12,00 12,45					
				20-25-33		58	A		9) SPT < 13,50 13,95					
3	Sabbia fine limosa e limo sabbioso di colore marrone chiaro, ghiaiosa, localmente con ghiaia. La ghiaia è poligenica, eterometrica del diametro massimo di 4-5 cm, da subangolare a subarrotondata. Terreno asciutto ed addensato.	10.3		15-19-24		43	A		10) SPT < 15,00 18,48 2) Dis < 15,45					
	Sabbia fine limosa di colore marrone chiaro con ghiaia, localmente ghiaiosa. Terreno asciutto ed addensato.	12.8		19-22-28		50	A		11) SPT < 18,00 18,45					
				15-24-31		55	A		3) Dis < 19,70 20,00					
4				24-25-50/11cm		Rif	A		12) SPT < 21,00 21,26					
				27-41-43		84	C							
5														

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100

Committente: A22		Località: Sovrappasso n°69 - Rivoli Veronese (VR)		Certificato n°: 566/08										
Il direttore del laboratorio		Lo sperimentatore		Verbale di accettazione n°:										
Dott. Geol. Rino Guadagnini		Dott. Geol. Giampiero Tuso		Data esecuzione: 23-29/04/08										
				Data emissione: 30/04/08										
				Sondaggio: S1/69										
Ø mm	R v	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	S.P.T. S.P.T.	N	Pt	Prel. % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
		25									25,8	Sabbia fine limosa di colore marrone chiaro con ghiaia, localmente ghiaiosa. Terreno asciutto ed addensato.	5	
		26										26,5	Sabbia fine limosa di colore marroncino chiaro. Terreno asciutto.	
		27		14) SPT- 27,00 27,45			22-28-32	60	A		28,0	Ghiaia con sabbia passante a ghiaia sabbiosa-limosa debolmente argillosa di colore marrone chiaro. La ghiaia è poligenica, eterometrica del diametro massimo di 3-4 cm, da subarrotondata a subangolare. Terreno asciutto e molto addensato.	6	
		28										28,0	Sabbia fine debolmente limosa di colore marroncino chiaro, con sparsa ghiaia del diametro massimo di 1-2 cm, da subarrotondata ad arrotondata. Terreno umido e consistente.	
		29				2.5 2.5		13-22-25	47	A		30,8	Sabbia fine debolmente limosa di colore marroncino chiaro, con ghiaia. La ghiaia è poligenica, eterometrica del diametro massimo di 5-6 cm da subangolare a subarrotondata. Terreno moderatamente umido ed addensato.	
		30		15) SPT- 30,00 30,45							30,8			
		31										33,0	Sabbia media-grossolana di colore nocciola chiaro, bagnata ed addensata.	7
		32		16) SPT- 33,00 33,45			11-23-27	50	A		33,0			
		33										33,8	Sabbia fine limosa di colore marroncino chiaro, con ghiaia. La ghiaia è poligenica ed eterometrica, del diametro massimo di 3-4 cm, da subangolare a subarrotondata. Terreno umido ed addensato.	
		34				1.5 3.0					33,8			
		35		4) Dis < 35,00 35,40								38,0	Limo ghiaioso e debolmente ghiaioso di colore marroncino chiaro. Terreno moderatamente umido e molto consistente. Da mt. -39.00 a mt. -39.20 sabbia media-grossolana con sparso ghiaietto.	8
		36		17) SPT- 36,00 36,45			13-27-18	45	A		38,0			
		37										38,0		
		38				>4.5 4.0 3.5					38,0			
		39		18) SPT- 39,00 39,45			4.0	18-49-50/11cm	Rif	A		40,0		
101		40									40,0			

Sondatore: Sig. Salvatore Dattolo
 Sonda: Mustang A65

Committente: A22		Località: Sovrappasso n°69 - Rivoli Veronese (VR)		Certificato n°: 547/08	
Il direttore del laboratorio		Lo sperimentatore		Verbale di accettazione n°:	
Dott. Geol. Rino Guadagnini		Dott. Geol. Gianluca Lanzola		Data esecuzione: 17-23/04/08	
				Data emissione: 23/04/08	
				Sondaggio: S2/69	

Ø mm	R v	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	S.P.T.			Prel. % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
							S.P.T.	N	Pt					
											0,5	Terreno di riporto di colore marrone costituito da sabbia limosa, ghiaia fine angolare e sparsi resti di laterizi.		
		1									1,0	Sabbia fine limosa e debolmente limosa di colore marrone, con sparsa ghiaia subarrotondata e subangolare del diametro massimo di 5-6 cm.		
		2		1) SPT < 1,50 1,95			2-2-1	3	A				Sabbia fine limosa, di colore marrone scuro passante a marrone chiaro. Terreno umido, sciolto.	1
		3					26-36-47	83	C		2,6	Ghiaia eterometrica e poligenica, arrotondata, con bassa percentuale di ghiaia subangolare e subarrotondata del diametro massimo di 6 cm, con sparsi ciottoli del diametro massimo maggiore di 10 cm, in matrice talora abbondante di sabbia fine, a tratti sabbia limosa, di colore marrone chiaro-giallastro con sfumature rosacee. Terreno asciutto e molto addensato.		
		4					34-50/10cm		Rif C					
		5					50/14cm		Rif C					
		6												
		7					29-36-40	76	C					2
		8												
		9					46-50/11cm		Rif C					
		10					38-50/14cm		Rif C					
		11												
		12					38-43-50/13cm		Rif C		11,5	Limo con sabbia fine e sabbia fine limosa, di colore marrone chiaro con sfumature rosacee, con sparsa ghiaia media eterometrica e poligenica del diametro massimo di 2 cm. Terreno asciutto, molto addensato e consistente.	3	
		13												
		14												
		15					46-47-50/9cm		Rif C		14,3	Ghiaia eterometrica e poligenica, arrotondata del diametro massimo di 6 cm, con sabbia fine limosa debolmente argillosa di colore marrone chiaro con sfumature rosacee. Localmente la frazione limosa-sabbiosa predomina rispetto alla ghiaia, presentando una debole plasticità. Terreno da asciutto ad umido, molto addensato.		
		16												
		17												
		18					37-41-44	85	C					4
		19												
		20												
		21					8-13-24	37	C					
		22												5
		23												
		24									23,6	Limo sabbioso, localmente debolmente argilloso, di colore marrone chiaro con sfumature rosacee, con ghiaia eterometrica e poligenica, arrotondata del diametro medio di 2 cm e massimo di 5-6 cm. Terreno umido e consistente.		

Committente: A22	Certificato n°: 547/08
Località: Sovrappasso n°69 - Rivoli Veronese (VR)	Verbale di accettazione n°:
Il direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini	Data esecuzione: 17-23/04/08
Lo sperimentatore Dott. Geol. Gianluca Lanzola	Data emissione: 23/04/08
	Sondaggio: S2/69

Ø mm	R v	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	S.P.T.			Prel. % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
							S.P.T.	N	Pt				
		25		12) SPT- 24,60 25,05			4-5-6	11	A		Limo sabbioso, localmente debolmente argilloso, di colore marrone chiaro con sfumature rosacee, con ghiaia eterometrica e poligenica, arrotondata del diametro medio di 2 cm e massimo di 5-6 cm. Terreno umido e consistente.	5	
		26			2.10 1.80								
		27		13) SPT- 27,00 27,45			2-4-3	7	A	26,4	Ghiaia eterometrica e poligenica, arrotondata e subarrotondata del diametro massimo di 3-4 cm, con limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone chiaro con sfumature rosacee. Terreno umido e poco addensato.	6	
		28			1.60								
		29		1) She < 29,10 29,60									
		30			1.50 0.50								
		31			1.50 0.80								
		32		14) SPT- 31,40 31,85			8-15-25	40	A	27,6	Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone chiaro con sfumature rosacee, con sparsa ghiaia eterometrica e poligenica, arrotondata del diametro massimo di 4-5 cm. Terreno da moderatamente umido ad asciutto, molto consistente. -Da mt. -27.60 a mt. -31.00 rara presenza di ghiaia; -da mt. -35.40 a mt. -35.60 si osserva la presenza di un livello di sabbia debolmente limosa; -da mt. -31.00 a mt. -40.00 aumenta la presenza di sparsa ghiaia, sempre in percentuale inferiore rispetto alla frazione fine.	7	
		33		15) SPT- 33,00 33,45			12-14-21	35	A				
		34			3.20 3.60 2.10 1.00								
		35			5.50								
		36		16) SPT- 35,60 36,05			7-10-13	23	A				
		37			1.50								
		38		17) SPT- 38,00 38,45			12-15-17	32	A				
		39			1.20 1.20 1.60								
101		40								40,0			

Sondatore: Sig. Salvatore Dattolo
 Sonda: Atlas Mustang A65

Installato tubo down-hole a mt. -40.00 da p.c. con pozzetto non carrabile e lucchetto.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	17/04/08	18/04/08	18/04/08	21/04/08	22/04/08	22/04/08				
Ora	sera	mattina	sera	mattina	mattina	sera				
Livello dell'acqua (m)	assente	assente	assente	22,80	22,00	assente				
Prof. perforazione(m)	12,70	12,70	23,00	23,00	23,00	40,00				
Prof. rivestimento(m)	7,50	7,50	23,00	23,00	23,00	40,00				

ALLEGATO 3
**Modelli di calcolo delle verifiche di stabilità relative alla
rimodellazione dello svincolo di Affi e della particella 1080 in
località Vanzelle di Rivoli Veronese**

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)
 Data : 5/11/2021
 Località :
 Descrizione :
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	31.10	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	29.30	2.40	0	18.00	21.00	0	0	0	0

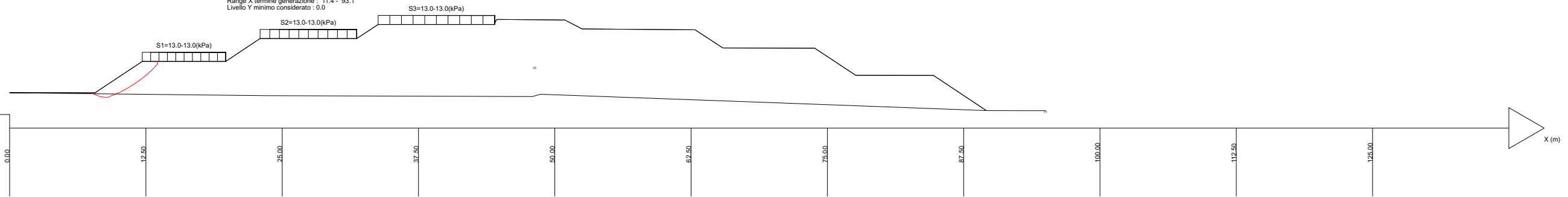
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.3294
 Range Fs : 1.3294 - 1.3653
 Differenza % Range Fs : 2.62
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.8
 Range X inizio generazione : 1.9 - 87.4
 Range X termine generazione : 11.4 - 93.1
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione dello svincolo di Affi - Verifica di stabilità statica (SLU) con presenza di sovraccarico

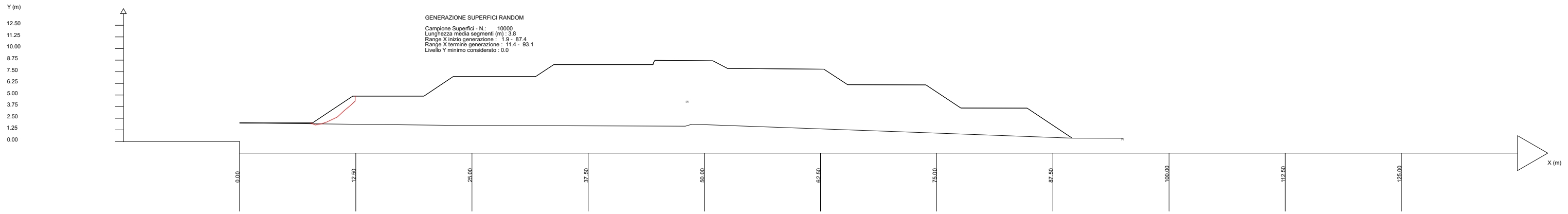
SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DPF generator rel. 2.0 (2020)
 Data : 5/11/2021
 Localita' : Svincolo di Affi
 Descrizione : Verifica sismica SLD con kv positivo
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi	C	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)
 DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
 Fs minimo : 1.6577
 Range Fs : 1.6577 - 1.6989
 Differenza % Range Fs : 2.42
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh : 0.0330
 Coefficiente Sismico verticale - Kv : 0.0165

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
 Campione Superfici - N : 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.8
 Range X inizio generazione : 1.9 - 87.4
 Range X termine generazione : 11.4 - 93.1
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione dello svincolo di Affi - Verifica di stabilità sismica (SLD) con kv positivo

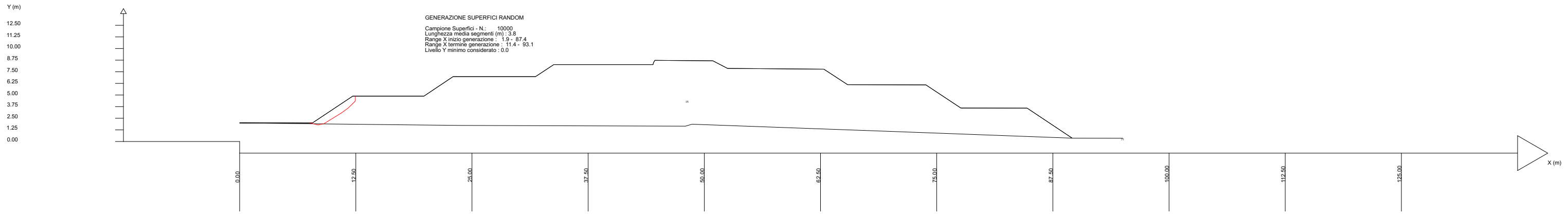
SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)
 Data : 5/11/2021
 Localita' : Svincolo di Affi
 Descrizione : Verifica sismica SLD con kv negativo
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)
 DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
 Fs minimo : 1.6769
 Range Fs : 1.6769 - 1.7236
 Differenza % Range Fs : 2.71
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0330
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: -0.0165

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
 Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.8
 Range X inizio generazione : 1.9 - 87.4
 Range X termine generazione : 11.4 - 93.1
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione dello svincolo di Affi - Verifica di stabilità sismica (SLD) con kv negativo

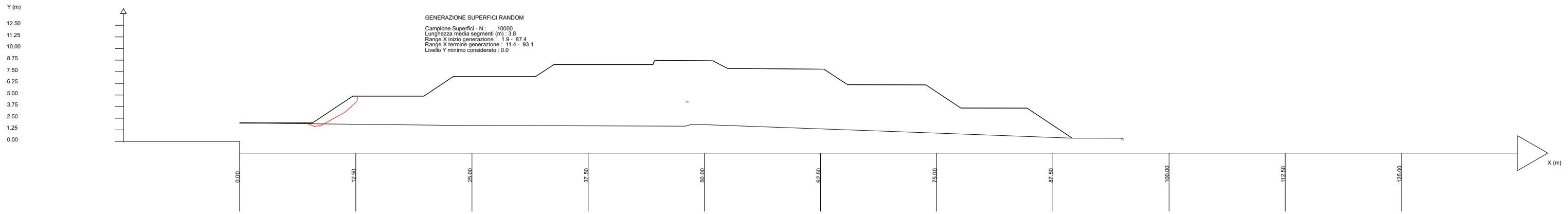
SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)
 Data : 5/11/2021
 Localita' :
 Descrizione :
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)
 DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
 Fs minimo : 1.5182
 Range Fs : 1.5182 - 1.5542
 Differenza % Range Fs : 2.32
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh : 0.0750
 Coefficiente Sismico verticale - Kv : 0.0375

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
 Campione Superfici - N : 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.8
 Range X inizio generazione : 1.9 - 87.4
 Range X termine generazione : 11.4 - 93.1
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione dello svincolo di Affi - Verifica di stabilità sismica (SLV) con kv positivo

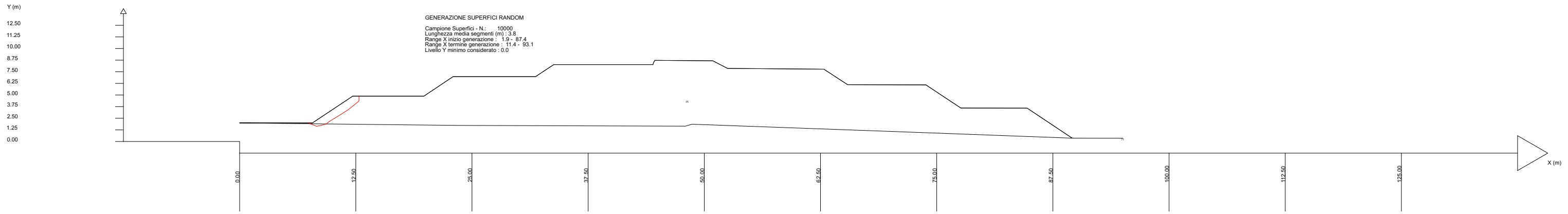
SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)
 Data : 5/11/2021
 Località : Svincolo di Affi
 Descrizione : Verifica sismica SLV con kv negativo
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi	C	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)
 DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
 Fs minimo : 1.5433
 Range Fs : 1.5433 - 1.6066
 Differenza % Range Fs : 3.94
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0750
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: -0.0375

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
 Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.8
 Range X inizio generazione : 1.9 - 87.4
 Range X termine generazione : 11.4 - 93.1
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione dello svincolo di Affi - Verifica di stabilità sismica (SLV) con kv negativo

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 4/11/2021
 Localita' : Vanzelle (Rivoli Veronese)
 Descrizione : Verifica di stabilita statica
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	31.10	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	29.30	2.40	0	18.00	21.00	0	0	0	0

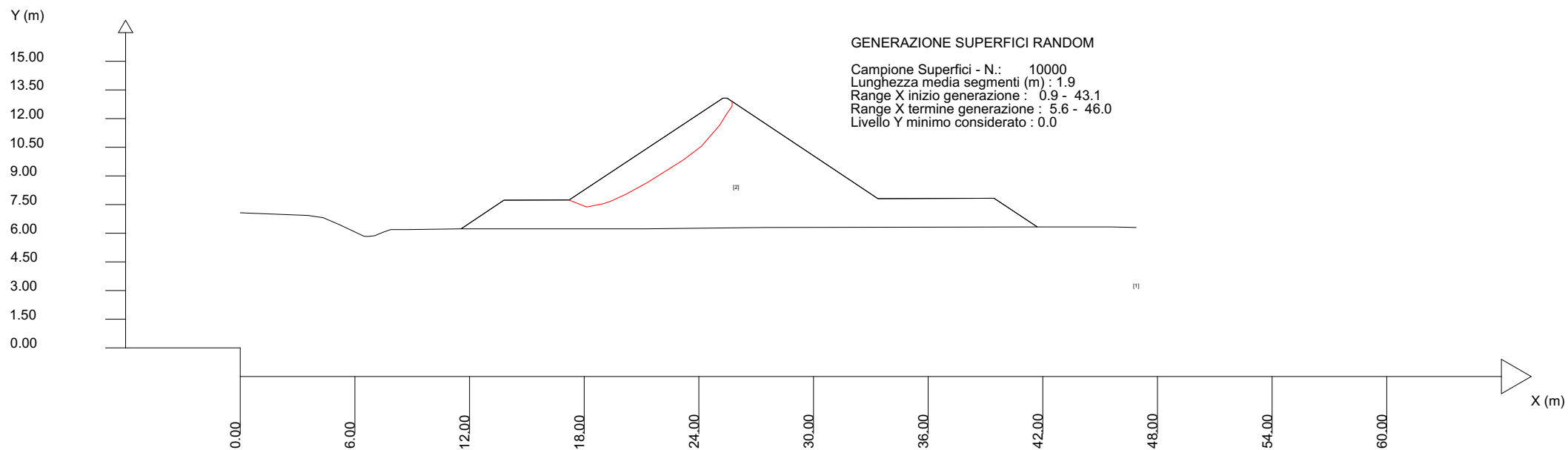
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.2668
 Range Fs : 1.2668 - 1.2971
 Differenza % Range Fs : 2.34
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.9
 Range X inizio generazione : 0.9 - 43.1
 Range X termine generazione : 5.6 - 46.0
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione della particella 1080 in loc. Vanzelle (Rivoli V.se)
 Verifica di stabilita statica (SLU)

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 5/11/2021
 Localita' : Vanzelle (rivoli Veronese)
 Descrizione : Verifica di stabilit  sismica SLD con kv positivo
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

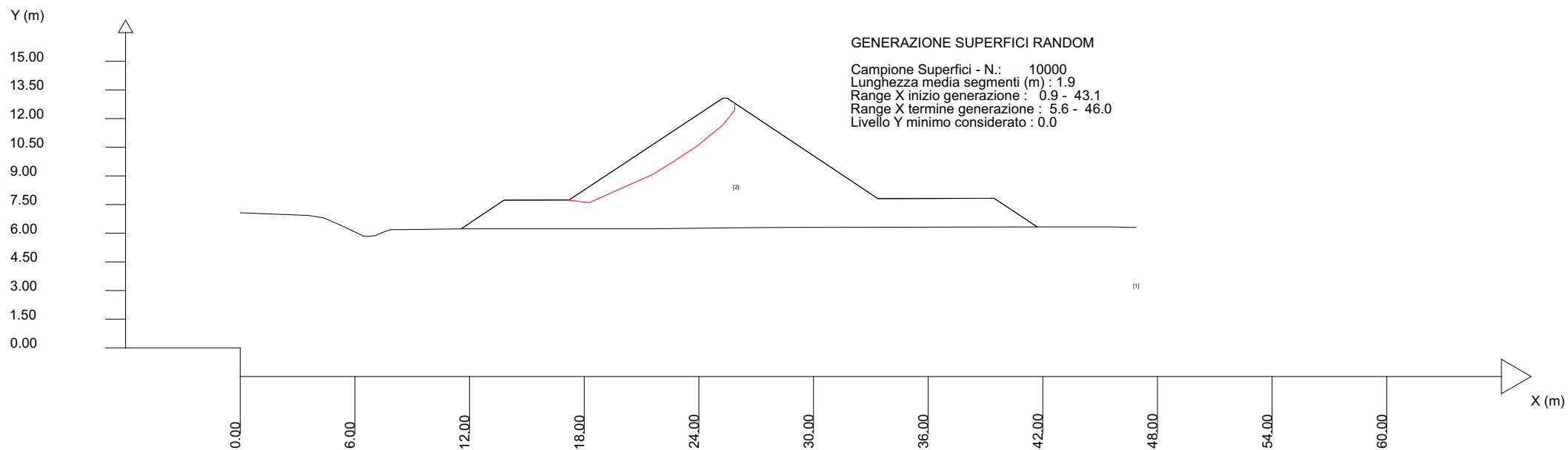
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.4751
 Range Fs : 1.4751 - 1.5055
 Differenza % Range Fs : 2.02
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0330
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0165

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.9
 Range X inizio generazione : 0.9 - 43.1
 Range X termine generazione : 5.6 - 46.0
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione della particella 1080 in loc. Vanzelle (Rivoli V.se)
 Verifica di stabilit  sismica (SLD) con kv positivo

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 5/11/2021
 Localita' :
 Descrizione :
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

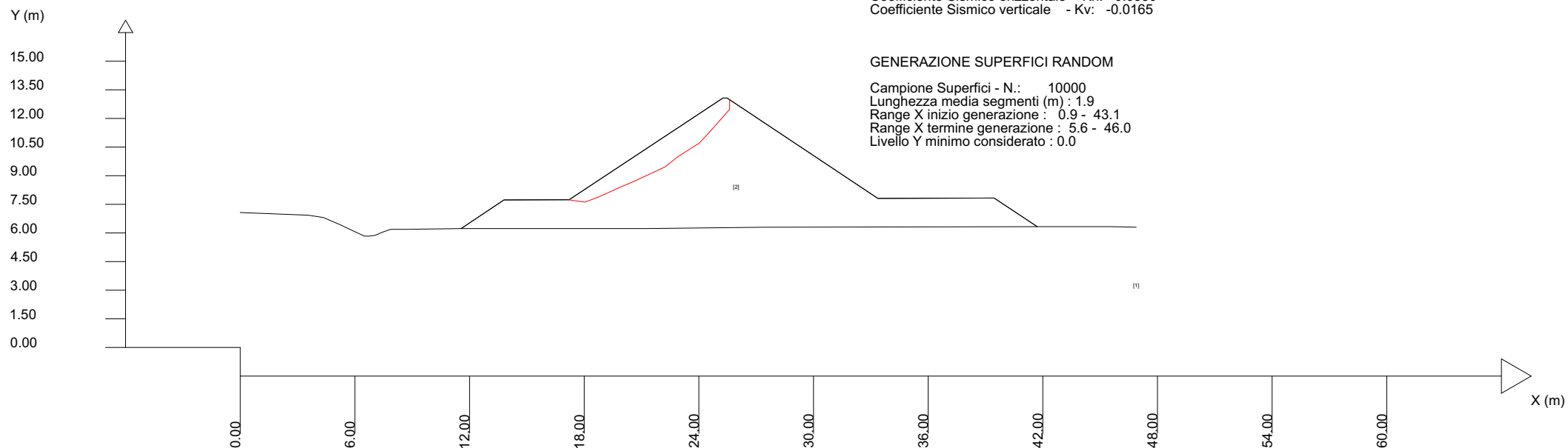
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.4911
 Range Fs : 1.4911 1.5119
 Differenza % Range Fs : 1.37
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0330
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: -0.0165

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.9
 Range X inizio generazione : 0.9 - 43.1
 Range X termine generazione : 5.6 - 46.0
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione della particella 1080 in loc. Vanzelle (Rivoli V.se)
 Verifica di stabilità sismica (SLD) con kv negativo

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 4/11/2021
 Localita' : Vanzelle
 Descrizione : Verifica di stabilit  sismica SLV con kv positivo
 [n] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

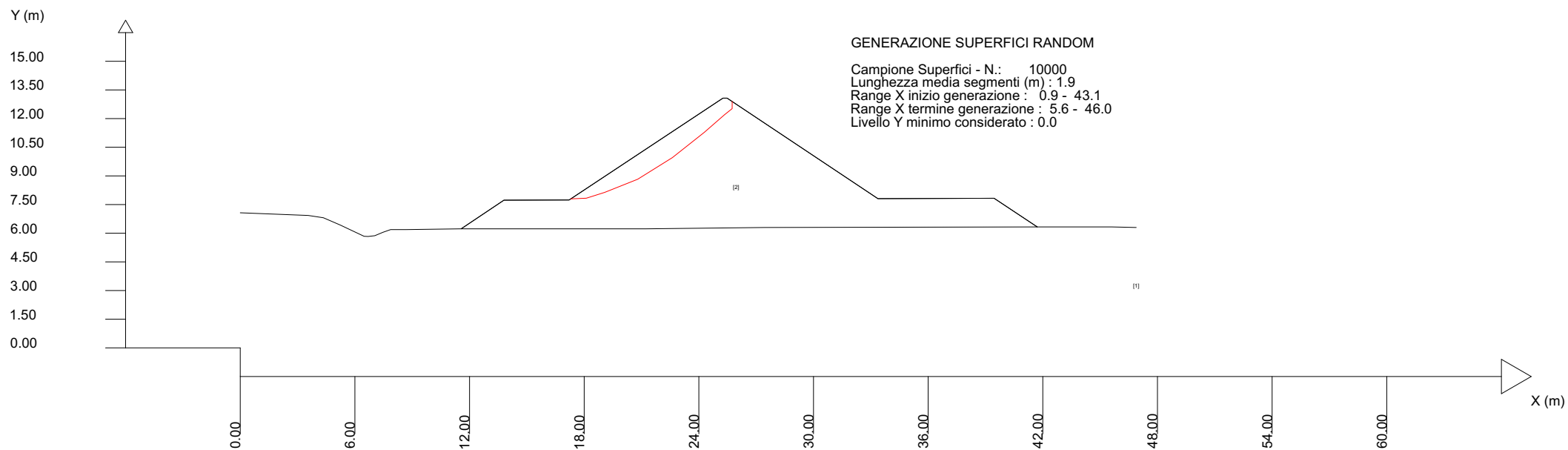
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.3650
 Range Fs : 1.3650 - 1.3870
 Differenza % Range Fs : 1.59
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0750
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0375

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.9
 Range X inizio generazione : 0.9 - 43.1
 Range X termine generazione : 5.6 - 46.0
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione della particella 1080 in loc. Vanzelle (Rivoli V.se)
 Verifica di stabilit  sismica (SLV) con kv positivo

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 4/11/2021
 Localita' : Vanzelle (Rivoli Veronese)
 Descrizione : Verifica sismica SLV con kv negativo
 [n] = N. strato o lente

# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	37.00	0	0	19.00	21.00	0	0	0	0
2	35.00	3.00	0	18.00	21.00	0	0	0	0

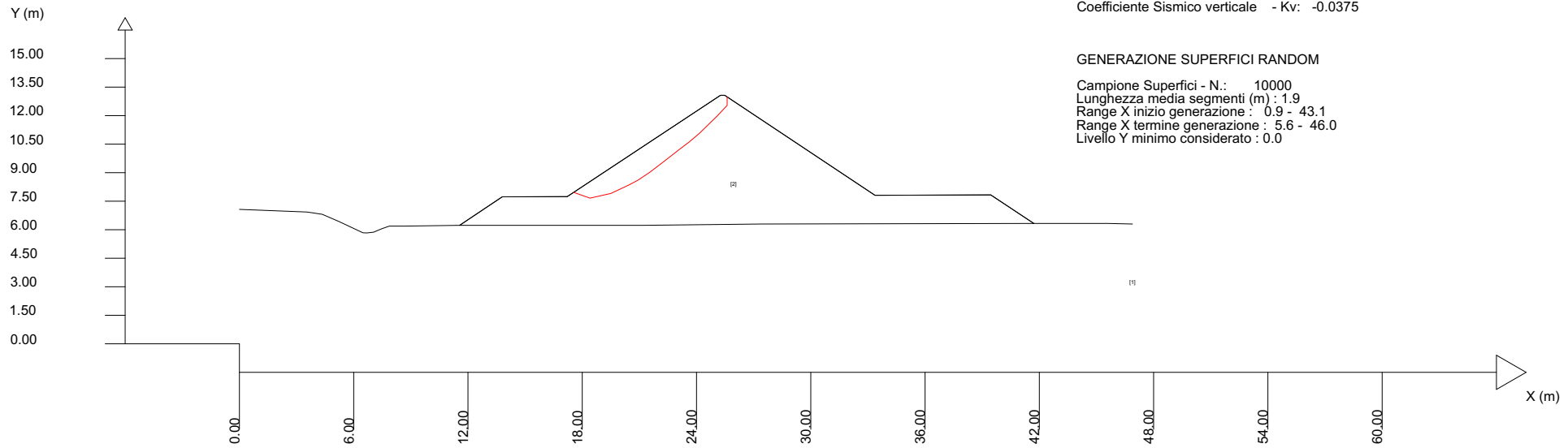
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.3895
 Range Fs : 1.3895 1.4106
 Differenza % Range Fs : 1.49
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0750
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: -0.0375

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.9
 Range X inizio generazione : 0.9 - 43.1
 Range X termine generazione : 5.6 - 46.0
 Livello Y minimo considerato : 0.0



Rimodellazione della particella 1080 in loc. Vanzelle (Rivoli V.se)
 Verifica di stabilità sismica (SLV) con kv negativo