

## Procedimento Unico ex art. 53 L.R. 24/2017

Progetto della nuova seggiovia quadriposto "Polla-Lago Scaffaiolo" in sostituzione della seggiovia "Direttissima" e della sciovia "Cupolino"

### Riscontro alle richieste di integrazione

#### Approfondimenti di II e III livello di microzonazione sismica

#### GRUPPO DI LAVORO:



**E.M.E.**

Ing. Marco Cordeschi  
Ing. Marco Rinaldi  
Arch. Antonietta Cellini  
Ing. Doriana Febo  
Ing. Nicola Ranieri  
Ing. Gaia Cordeschi  
Geom. Giorgio Stringini



Ing. Paolo Zoppellari  
Ing. Matteo Monti  
Ing. Davide Scapinelli  
Ing. Anna Soppelsa  
Ing. Sarah Capecci

**Con la consulenza specialistica di:**

Dott. Agr. Rita Bega  
Dott. For. Paolo Rigoni  
(StudioSilva S.r.l.)




Geol. Luca Monti  
Geol. Mirko Soldati  
Dott. Giorgio Cioce



ENV Enrico Catellacci



Dott. Davide Mengoli

Data: Luglio 2022	Esecutore: 	Redatto: LM -MS- GC	ELABORATO:  <b>INT_MZS</b>
		Controllato: Luca Monti	
Revisione: 00	Codice elaborato: INT_MZS	Approvato: Luca Monti	

Di seguito si riportano gli approfondimenti richiesti dalla Provincia di Modena in materia di riduzione del rischio sismico e da frana.

Per lo studio di microzonazione è stata presa in analisi l’area di territorio che ricomprende il perimetro oggetto di variante al PRG, esteso ad una superficie ritenuta congrua sia con l’oggetto di richiesta di variante stessa sia con il contesto geologico morfologico presente.

## II° Livello di Microzonazione

Le analisi di microzonazione sono state effettuate sulla base delle indagini sismiche passive e attive realizzate nel comparto di studio dalle quali è stato possibile quantificare i fattori amplificativi.

**APPENNINO.** Le tabelle relative al settore appenninico sono il riferimento per la stima semplificata dell’amplificazione stratigrafica nelle aree collinari e montane dell’Emilia-Romagna. Possono essere applicate anche nelle aree di pianura prossime al margine morfologico appenninico-padano dove le coperture detritiche continentali hanno spessore indicativamente non superiore a 50 metri. In caso di coperture su substrato non rigido, vale a dire caratterizzato da  $V_s \ll 800$  m/s, si devono usare le seguenti tabelle:

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
5	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	5	2,1	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3		
10	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	10	2,5	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	10	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3		
15	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	15	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	15	2,7	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3		
20	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	20	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3	20	2,6	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3		
25	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	25	2,6	2,6	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3		
30		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	30		2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3		
35		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	35		2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	35		2,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
40		2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	40		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	40		2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	50		2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	
Fattore di Amplificazione <b>PGA</b>										Fattore di Amplificazione <b>SA1</b> (0,1s≤T≤0,5s)										Fattore di Amplificazione <b>SH</b> (0,1s≤T≤0,5s)											
$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	$s_H$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3		
10	2,3	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	10	1,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	10	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3		
15	2,8	2,3	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	15	2,3	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	15	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3		
20	3,2	2,9	2,3	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	20	2,9	2,6	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	20	2,4	2,1	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3		
25	3,4	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	25	3,6	3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	25	3,4	2,5	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3		
30		3,3	2,9	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4	30		3,3	2,7	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	30		3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3		
35		3,3	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	35		3,5	3,0	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	35		3,3	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	
40		3,2	3,1	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	40		3,5	3,2	2,6	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2	40		3,6	3,1	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1
50		3,0	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	50		3,3	3,3	3,0	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	50		3,6	3,4	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
Fattore di Amplificazione <b>SA2</b> (0,4s≤T≤0,8s)										Fattore di Amplificazione <b>SI2</b> (0,5s≤T≤1,0s)										Fattore di Amplificazione <b>SA3</b> (0,7s≤T≤1,1s)											

Le analisi dei dati raccolti hanno permesso di definire gli spessori dei depositi di copertura e/o delle profondità del substrato rigido (H) oltre che di definire le velocità equivalenti delle onde di taglio per lo spessore considerato ( $V_{SH}$ ) dei depositi di copertura secondo le formule di seguito riportate:

$$V_{SH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i / V_{si}}$$

### Elaborazione dei valori Hsm

Per lo studio si è fatto riferimento alle vigenti linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica si è proceduto al calcolo dei valori di Hsm. Il parametro esprime lo scuotimento atteso al sito in valore

assoluto (accelerazione in  $\text{cm/s}^2$ ), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASIUHS), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi  $0,1 \leq T \leq 0,5 \text{ s}$ , diviso per  $\Delta T$  (in questo caso pari a  $0,4 \text{ s}$ ) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$\text{HSM} = (\text{ASIUHS}/\Delta T) * \text{FA}$$

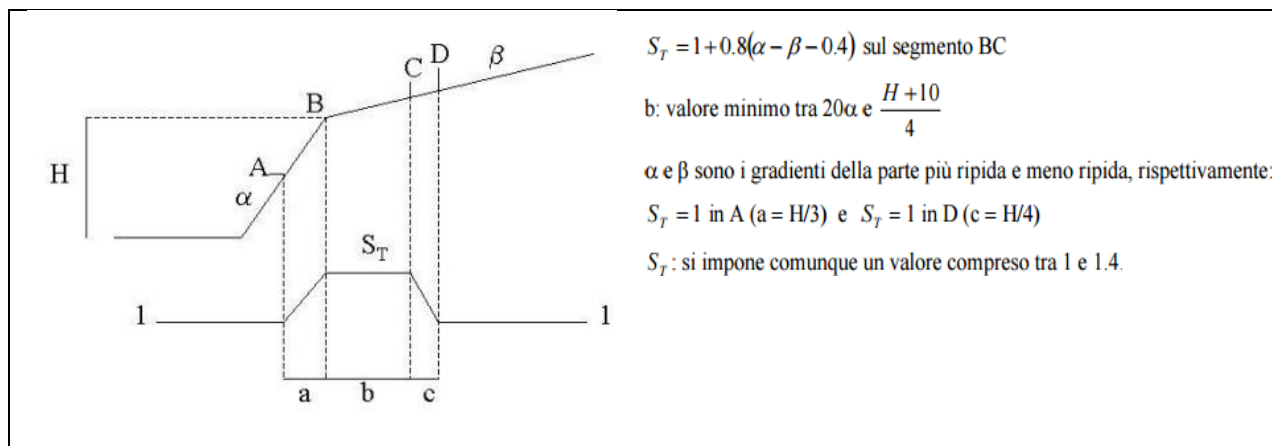
I valori di  $\text{ASIUHS}/\Delta T$  sono stati calcolati per ogni punto della griglia INGV (già disponibili nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del SGSS). I valori di  $\text{ASIUHS}/\Delta T$  sono stati calcolati per ogni punto della griglia INGV (già disponibili nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del SGSS).

Le elaborazioni evidenziano valori tendenzialmente più alti negli areali caratterizzati da coperture sovrastanti il substrato roccioso, cioè con un contributo importante all'esito di HSM indotto da fattori di amplificazione più elevati.

Sono state quindi prodotte gli elaborati contenenti gli stralci cartografici nei quali il territorio è stato suddiviso in isoaree sulla base delle classi di amplificazione come previsto anche dalle linee guide per la Microzonazione Sismica.

### Effetti Della Topografia

Nell'area analizzata è stata definita una traccia di sezione per la stima delle amplificazioni topografiche. Questi effetti vengono presi in considerazione nei pendii con inclinazione media uguale o maggiore di  $15^\circ$  e nel caso di configurazioni geometriche bidimensionali e tridimensionali (cocuzzolo, cresta, dorsale allungata) di altezza (H) superiore a 30 metri. I fattori di amplificazione litostratigrafica devono essere moltiplicata per un fattore  $S_T$  (coefficiente di amplificazione topografica) calcolato nel seguente modo:



Nel caso di studio i calcoli hanno portato a un valore di  $S_T$  di 1.04, non comportando alcun cambiamento significativo ai fattori di amplificazione già identificati per quelle aree, che si sono mantenuti all'interno delle loro classi.



accelerogrammi di riferimento rappresentativi dello scuotimento atteso, per un periodo di ritorno di 475 anni, sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.11 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, ovvero con  $V_{s30}$  superiore a 800 m/s. I segnali di riferimento sono disponibili nella piattaforma WebGIs: <http://egeos-test.eucentre.it/rer/home.html>. Dalla piattaforma è possibile scaricare l'input sismico selezionato per ciascun nodo del reticolo di riferimento per il territorio dell'Emilia-Romagna considerato dalle NTC08 (D.M. 14.01.2008) e NTC18 (D.M. 17.01.2018).

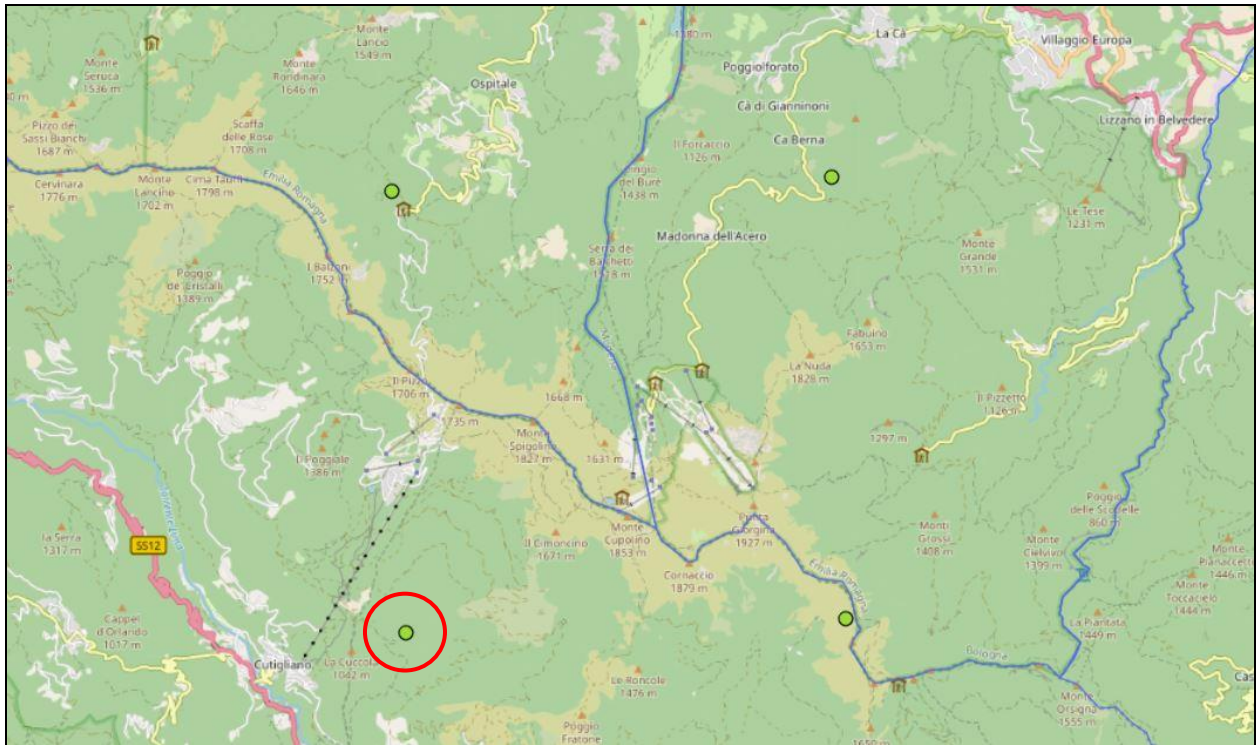
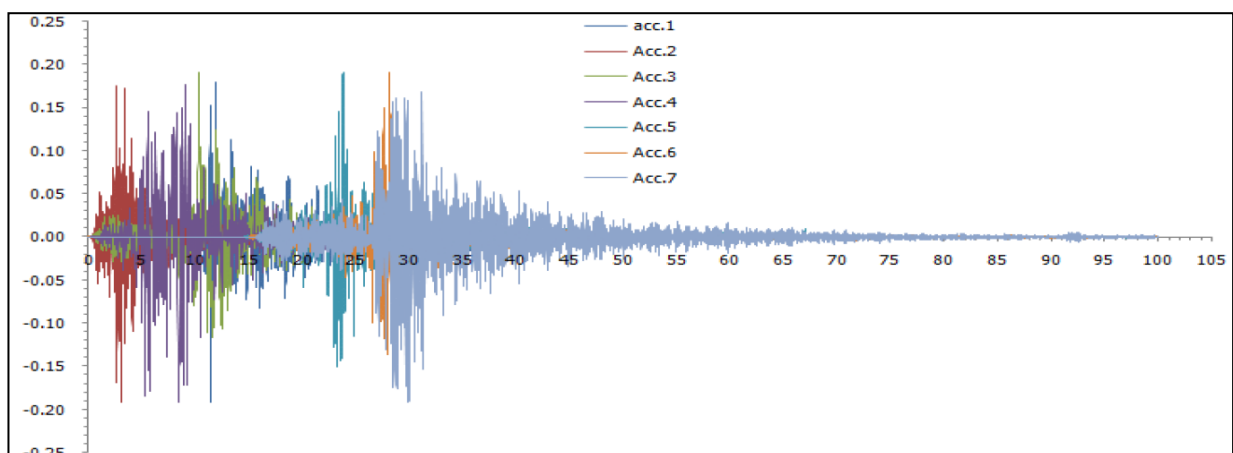


Immagine tratta da piattaforma WebGIs: <http://egeos-test.eucentre.it/rer/home.html>. Il cerchio rosso individua l'area il nodo utilizzato per lo scarico dell'input sismico

I 7 accelerogrammi che costituiscono l'input sismico sono graficizzati nella figura seguente



Rappresentazione grafica dell'andamento temporale dei 7 accelerogrammi rappresentativi dello scuotimento atteso nel periodo di ritorno di 475 anni.



## Sismostratigrafia di input

L'analisi sismica passiva realizzata, unitamente e coerentemente a tutti i dati raccolti e il contesto geologico- morfologico, ha consentito di definire adeguatamente la stratigrafia sismica utilizzata nella modellazione con il software STRATA.

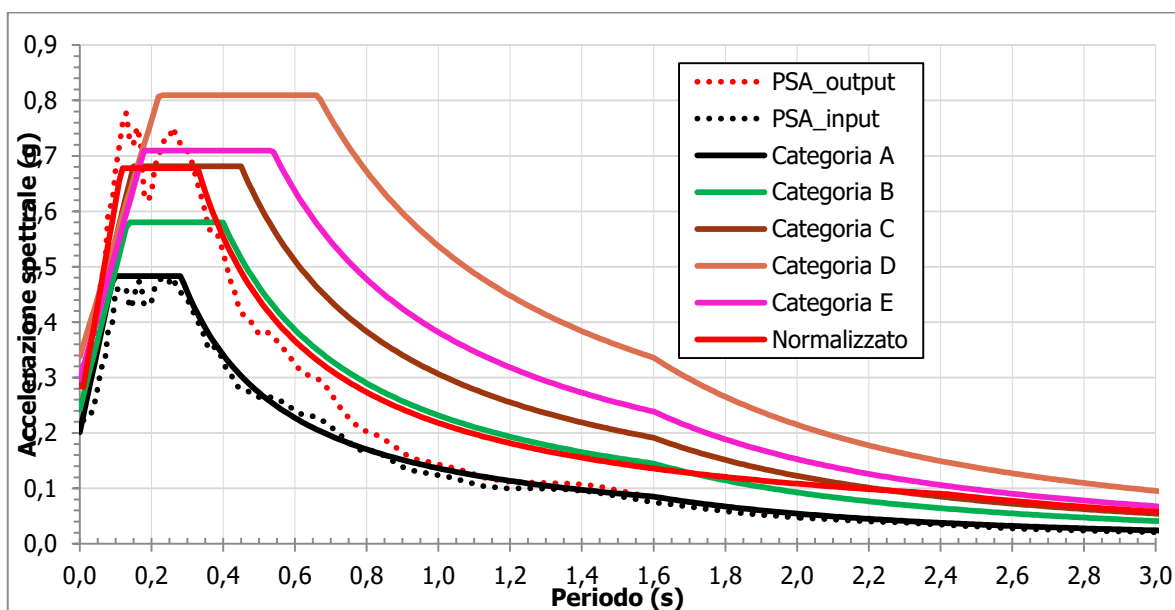
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	2.70	Substrato molto fratturato	200.00
2	2.70	8.00	substrato	320.00
3	10.70	30.00	substrato	510.00
4	40.70	Half-Space	Bedrock	800.00

Per le curve di degrado dei terreni (selezionabili direttamente dal programma STRATA) si è fatto riferimento a dati bibliografici. In particolare quella ritenuta meglio rappresentativa del comportamento del terreno è di seguito riportata.

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Notes
1	Substrato molto fratturato	18.60	Ghiaie Rollins et Alii (1998)	Ghiaie Rollins et Alii (1998)	
2	substrato	19.60	Fly. marnoso-argilloso	Fly. marnoso-argilloso	

## Risposta sismica locale

Di seguito si riporta il grafico con il confronto tra gli spettri di risposta semplificati delle NTC18 e quello medio ottenuto dall'elaborazione con Strata.



Confronto tra lo spettro di risposta elastico medio ottenuto con la simulazione di STRATA e quelli della normativa NTC18.

Il software SRATA non fornisce in output lo spettro di risposta in velocità necessario per il calcolo del rapporto di Intensità di Housner ( $S_I/S_{I0}$ ) come definito nella DAL 112/2007. Pertanto per prima cosa

sono stati ricavati gli spettri di risposta in velocità partendo dallo spettro di risposta in accelerazione sia in superficie sia al suolo di riferimento (bedrock\_outcrop in STRATA) tramite la relazione:

$$PSV(t) = PSA(t) \cdot T / (2)$$

dove:

- $PSA(t)$  è lo spettro di risposta in accelerazione
- $T$  = tempo in secondi

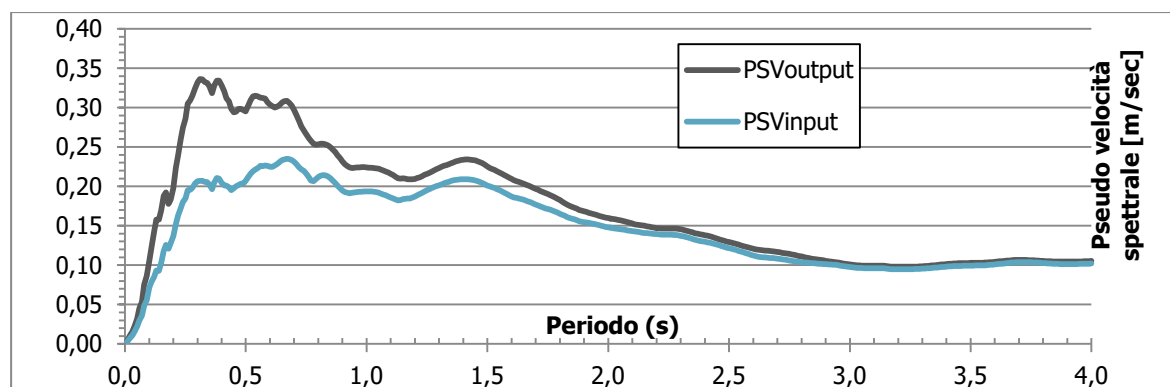
Quindi sono stati calcolati i rapporti di intensità di Housner ( $SI/SI_0$ ) per i due intervalli di periodo  $0,1 \div 0,5$  sec e  $0,5 \div 1,0$  sec). L'intensità di Housner è definita come l'integrale dello spettro di risposta in velocità, nei periodi di tempo considerati.

$$SI = \int PSV(t) dt$$

I valori di amplificazione calcolati sono riportati di seguito sia in forma tabellare che grafica.

Fattori di Amplificazione derivati dalla simulazione con STRATA									
Area	PGA	SA1	SA2	SA3	SI1	SI2	HSM	H(0.4-0.8)	H(0.7-1.1)
Inbdicata nella cartografia	1.4	1.6	1.4	1.2	1.6	1.3	605	325	173

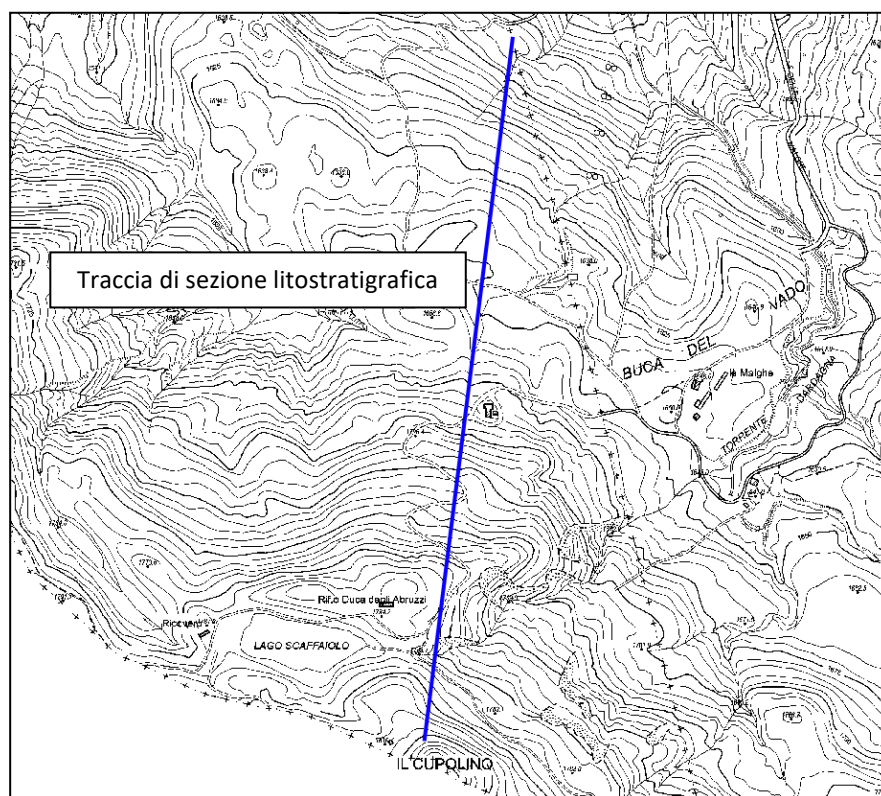
Fattori di amplificazione desunti dallo studio di RSL attraverso il software STRATA.



PSV spettro di risposta in velocità.

## VERIFICHE ANALITICHE DI STABILIA'

Per i comparti in esame sono state eseguite delle verifiche analitiche di stabilità globale del versante attraverso il programma di calcolo "Slope" della Geostru Software, che consente di determinare il coefficiente di sicurezza relativo ad ipotetiche superfici di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata. La verifica è stata effettuata sulla sezione litostratigrafica ricostruita sulla base dai dati geognostici e geofisici disponibili, ricostruendo così in modo sufficientemente dettagliato il modello geologico del sottosuolo.



Stralcio della Cartografia Tecnica Regionale con ubicazione della sezione litostratigrafica

I metodi di calcolo hanno previsto la suddivisione della porzione di pendio in oggetto in un numero determinato di conci di uguale ampiezza. Ipotizzando che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali, le incognite risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione e le reazioni normali alla base. La risoluzione del calcolo analitico si ottiene introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci, che risultano differenti a seconda del metodo di calcolo utilizzato (Bell, Bishop, ecc). Facendo riferimento alle norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 le analisi sono state eseguite in condizioni sismiche, applicando coefficienti parziali unitari, sia per i parametri geotecnici sia per le resistenze. Le verifiche sono state eseguite considerando una situazione a lungo termine con parametri geotecnici efficaci essendo tale condizione la più gravosa nei confronti della stabilità.

Nella seguente tabella si riportano i parametri geotecnici utilizzati desunti in modo ragionato e cautelativo sulla base di tutti i dati geognostici raccolti e consultati.

PARAMETRI GEOTECNICI RIDOTTI PER VERIFICHE DI STABILITA'			
Unità litostratigrafica	$\gamma_k$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [KPa]
Unità $B_{(rid)}$ : substrato arenaceo fratturato e decompresso	2,2	38	30

A favore della sicurezza, avendo rilevato una scaturigine di acqua all'interno del sondaggio S9, nel profilo stratigrafico utilizzato per le analisi, è stata inserita la falda ad una profondità dal p.c. di circa -2,5 m che si approfondisce verso valle sino ad una quota di circa -4 m. Coerentemente con lo stato di fratturazione del substrato a partire da una profondità dal p.c. di circa 10 m il substrato è stato considerato impermeabile.



Nella definizione della più probabile superficie di scivolamento è stato scelto in generale, il metodo delle superfici circolari che permette di esaminare tutte le superfici aventi per centro il generico nodo di una maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili. Facendo riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 le analisi sono state eseguite verificando che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni seguendo l'Approccio 1 - Combinazione 2. Tale approccio prevede l'applicazione di coefficienti riduttivi sia per i parametri geotecnici sia per le resistenze, si ritengono pertanto verificate tutte quelle superfici che presentano un fattore di sicurezza  $FS \geq 1,0$ . Le NTC18 prevedono l'applicazioni di differenti coefficienti parziali a seconda che le verifiche di stabilità siano eseguite in condizioni statiche o sismiche (verifiche pseudostatica). In particolare nelle verifiche sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono posti uguali ad 1 mentre per le resistenze si utilizza un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1,2$  (par. 7.11 NTC18). Per le verifiche in condizioni sismiche sono stati considerati i seguenti dati di input:

- categoria di suolo C;
- coordinate geografiche per ogni sito verificato ED50 (Lat,Lng); Vita Nominale 100 anni;
- classe d'uso: Classe III;
- categoria topografica T2,  $ST = 1,2$ .

Nella seguente tabella si riportano i risultati della analisi analitiche effettuate; la relazione di calcolo con i relativi tabulati sono allegati a fine testo.

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA' METODO DI BELL		
	Fattore di sicurezza minimo	
	Cond. Statiche	Cond. Sismiche
Verifica analitica di stabilità di versante lungo la sezione litostratigrafica	1,56	1,35

Come si può osservare tutte le verifiche di stabilità sono ampiamente verificate mostrando un  $FS > 1$ .

Dott. Luca Monti

Bologna 8 luglio 2022

Allegati e tavole a fine testo

---

## ***VERIFICHE ANALITICHE DI STABILITA'***

---

## Relazione di calcolo

### Definizione

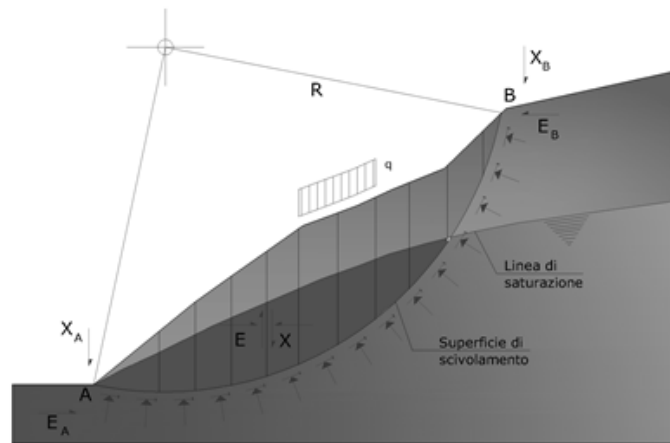
Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Metodo equilibrio limite (LEM)

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

$$F = \tau_f / \tau$$

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



### Metodo dei concii

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

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
- $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

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

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

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

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

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

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

### Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_X W$  e  $K_Z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento. Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

$F$  = il fattore di sicurezza;

$c_i$  = la coesione efficace (o totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$\Phi_i$  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$L_i$  = la lunghezza della base dell' $i$ -esimo concio;

$u_{ci}$  = la pressione dei pori al centro della base dell' $i$ -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1 (1 - K_Z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove  $x_0$  ed  $x_n$  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  $x_{ci}$  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio  $i$ -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_Z g$  può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_Z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

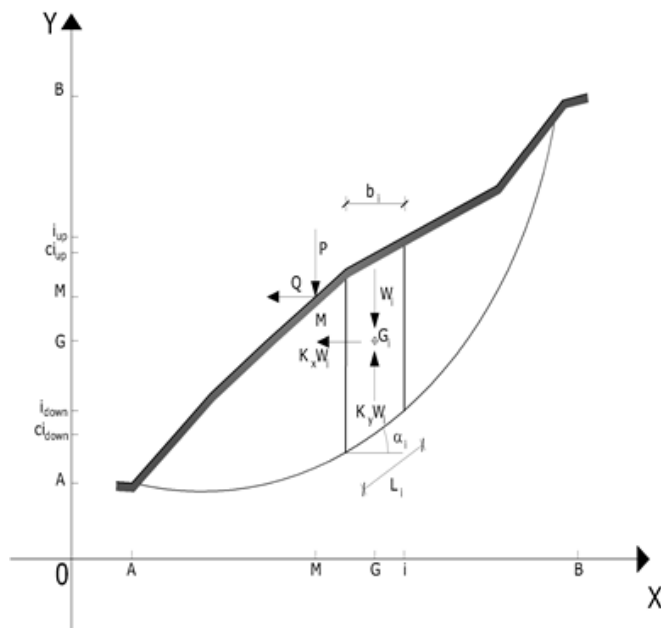
$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza  $F$ , sostituendo l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ . Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### Ricerca della superficie di scorrimento critica

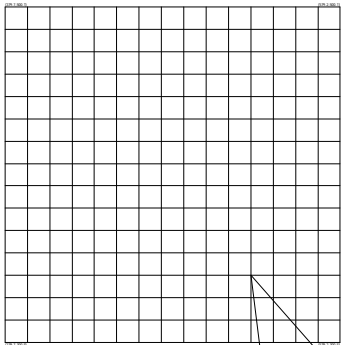
In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.



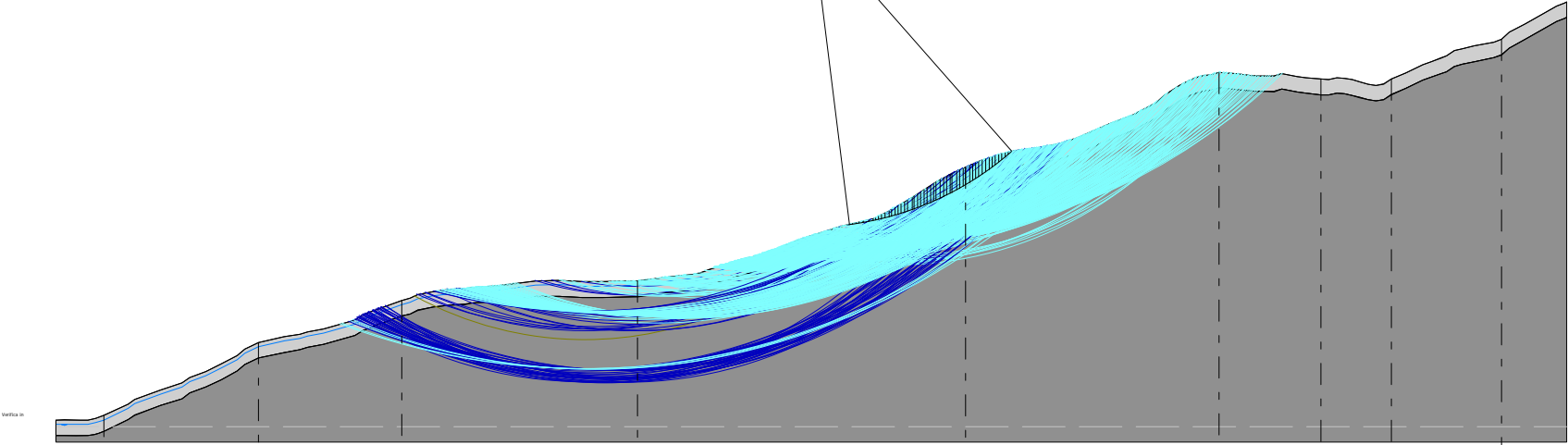
Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile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



VERIFICA DI STABILITA' DI VERSANTE  
IN CONDIZIONI STATICHE



$x_c=526.01$   $y_c=340.43$   $R_c=194.47$   $F_s=1.56$



Strato B sat  
 $g=2.2t/m^3$   
 $g_s=2.2t/m^3$   
 $F_i=38^\circ$   
 $c=30\text{ kN/m}^2$

Strato B insat  
 $g=2.2t/m^3$   
 $g_s=2.2t/m^3$   
 $F_i=38^\circ$   
 $c=30\text{ kN/m}^2$

Quote	21.55	24.44	71.51	98.56	110.99	184.24	245.33	240.85	240.93	266.47
Distanze Parziali	0.00	30.67	99.63	92.37	151.58	211.14	162.76	65.69	45.47	70.74
Distanze Progressive	0.00	30.67	130.30	222.67	374.25	585.40	748.16	813.84	859.32	930.05

---

**Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	379.74 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	300.51 m
Ascissa vertice destro superiore xs	579.2 m
Ordinata vertice destro superiore ys	500.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	15.0
Numero di celle lungo y	15.0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	39.54	21.55
2	44.95	21.75
3	55.05	21.52
4	60.11	21.64
5	65.16	22.59
6	70.21	24.44
7	85.87	31.9
8	90.42	34.79
9	107.12	40.99
10	120.74	45.46
11	125.79	49.04
12	135.9	52.83
13	146.0	57.65
14	156.11	63.19
15	161.16	67.31
16	169.84	71.51
17	186.42	75.18
18	196.53	76.93
19	201.58	78.37
20	211.69	80.42
21	231.9	86.12
22	236.95	89.21
23	247.06	93.36
24	262.21	98.56
25	267.27	99.94
26	272.32	102.26
27	282.42	104.29
28	292.53	105.58
29	302.64	106.06
30	307.69	106.87
31	322.85	107.87

---

32	348.11	111.2
33	363.27	111.34
34	378.43	110.56
35	391.41	110.56
36	413.8	110.99
37	434.28	113.92
38	449.16	115.29
39	454.22	116.23
40	459.27	118.42
41	467.47	120.81
42	479.48	124.66
43	489.59	127.26
44	504.74	132.4
45	519.9	138.46
46	545.17	146.31
47	559.44	149.65
48	565.38	151.04
49	575.48	156.01
50	590.64	164.9
51	605.8	174.66
52	615.9	180.28
53	624.94	184.24
54	633.24	187.88
55	646.22	192.42
56	656.33	194.84
57	671.48	196.86
58	683.89	199.12
59	696.75	203.13
60	716.96	211.94
61	732.12	217.82
62	747.28	225.84
63	752.33	230.18
64	762.43	236.79
65	767.49	239.58
66	772.54	241.71
67	777.59	243.12
68	782.64	243.68
69	787.7	245.33
70	792.75	244.99
71	798.98	244.32
72	807.53	243.41
73	812.27	242.91
74	818.15	242.91
75	823.07	242.83
76	828.12	244.48
77	838.22	242.57
78	843.86	241.82
79	853.38	240.85
80	858.44	240.55
81	863.49	241.87
82	868.54	241.43
83	873.59	240.5
84	878.65	239.02
85	883.7	237.54
86	888.75	236.97
87	893.8	237.77
88	898.86	240.93
89	907.77	244.79
90	919.07	250.19

---

91	924.12	252.22
92	930.55	254.55
93	934.23	255.73
94	939.28	259.16
95	944.33	260.5
96	952.07	262.21
97	964.54	264.75
98	969.6	266.47
99	974.65	271.0
100	984.75	276.4
101	1004.96	287.78
102	1010.02	289.7
103	1011.45	290.57

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	39.54	18.85
2	44.95	19.05
3	55.05	18.82
4	60.11	18.94
5	65.16	19.89
6	70.21	21.74
7	85.87	29.2
8	90.42	32.09
9	107.12	38.29
10	120.74	42.76
11	125.79	46.34
12	135.9	50.13
13	146.0	54.95
14	156.11	60.49
15	161.16	64.61
16	169.84	68.81
17	186.42	72.48
18	196.53	74.23
19	201.58	75.67
20	211.69	77.72
21	231.9	83.42
22	236.95	86.51
23	247.06	90.66
24	262.21	95.86
25	267.27	97.24
26	272.32	99.56
27	282.42	101.59
28	292.53	102.88
29	302.64	103.36
30	307.69	104.17
31	322.85	105.17
32	348.11	108.5
33	363.27	108.64
34	378.43	107.86
35	391.41	107.86
36	413.8	108.29
37	434.28	111.22
38	449.16	112.59
39	454.22	113.53
40	459.27	115.72
41	467.47	118.11

---

42	479.48	121.96
43	489.59	124.56
44	504.74	129.7
45	519.9	135.76
46	543.29	143.03
47	545.17	143.61
48	548.3	144.35
<b>Vertici strato .....1</b>		
N	X (m)	y (m)
1	39.54	11.55
2	44.95	11.75
3	55.05	11.52
4	60.11	11.64
5	65.16	12.59
6	70.21	14.44
7	85.87	21.9
8	90.42	24.79
9	107.12	30.99
10	120.74	35.46
11	125.79	39.04
12	135.9	42.83
13	146.0	47.65
14	156.11	53.19
15	161.16	57.31
16	169.84	61.51
17	186.42	65.18
18	196.53	66.93
19	201.58	68.37
20	211.69	70.42
21	231.9	76.12
22	236.95	79.21
23	247.06	83.36
24	262.21	88.56
25	267.27	89.94
26	272.32	92.26
27	282.42	94.29
28	292.53	95.58
29	302.64	96.06
30	307.69	96.87
31	322.85	97.87
32	348.11	101.2
33	363.27	101.34
34	378.43	100.56
35	391.41	100.56
36	413.8	100.99
37	434.28	103.92
38	449.16	105.29
39	454.22	106.23
40	459.27	108.42
41	467.47	110.81
42	479.48	114.66
43	489.59	117.26
44	504.74	122.4
45	519.9	128.46
46	545.17	136.31
47	559.44	139.65
48	565.38	141.04
49	575.48	146.01

---



---

50	590.64	154.9
51	605.8	164.66
52	615.9	170.28
53	624.94	174.24
54	633.24	177.88
55	646.22	182.42
56	656.33	184.84
57	671.48	186.86
58	683.89	189.12
59	696.75	193.13
60	716.96	201.94
61	732.12	207.82
62	747.28	215.84
63	752.33	220.18
64	762.43	226.79
65	767.49	229.58
66	772.54	231.71
67	777.59	233.12
68	782.64	233.68
69	787.7	235.33
70	792.75	234.99
71	798.98	234.32
72	807.53	233.41
73	812.27	232.91
74	818.15	232.91
75	823.07	232.83
76	828.12	234.48
77	838.22	232.57
78	843.86	231.82
79	853.38	230.85
80	858.44	230.55
81	863.49	231.87
82	868.54	231.43
83	873.59	230.5
84	878.65	229.02
85	883.7	227.54
86	888.75	226.97
87	893.8	227.77
88	898.86	230.93
89	907.77	234.79
90	919.07	240.19
91	924.12	242.22
92	930.55	244.55
93	934.23	245.73
94	939.28	249.16
95	944.33	250.5
96	952.07	252.21
97	964.54	254.75
98	969.6	256.47
99	974.65	261.0
100	984.75	266.4
101	1004.96	277.78
102	1010.02	279.7
103	1011.45	280.57

#### Coefficienti parziali azioni

---



---

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

### 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	Si

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (t/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	30		38	2.2	2.2	Strato B sat
2	30		38	2.2	2.2	Strato B insat

### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.56
Ascissa centro superficie	526.01 m
Ordinata centro superficie	340.43 m
Raggio superficie	194.47 m

### Numero di superfici esaminate....(481)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	379.7	300.5	227.1	5.52
2	386.4	307.2	261.1	4.26
3	393.0	300.5	254.9	4.18
4	399.7	307.2	261.3	3.90
5	406.3	300.5	198.1	3.98
6	413.0	307.2	205.0	3.47
7	419.6	300.5	198.7	3.23
8	426.3	307.2	205.6	2.92
9	432.9	300.5	199.2	2.80
10	439.6	307.2	205.7	2.63
11	446.2	300.5	198.2	2.49
12	452.9	307.2	203.2	2.27
13	459.5	300.5	200.3	2.19
14	466.2	307.2	204.4	2.03
15	472.8	300.5	199.3	2.00
16	479.5	307.2	203.7	1.90
17	486.1	300.5	199.2	1.91
18	492.8	307.2	203.0	1.85
19	499.4	300.5	171.7	1.78
20	506.1	307.2	174.2	1.67
21	512.7	300.5	170.7	1.65
22	519.4	307.2	173.9	1.59
23	526.0	300.5	170.2	1.63
24	532.7	307.2	175.3	1.64
25	539.3	300.5	170.4	1.69
26	546.0	307.2	176.2	1.73
27	552.6	300.5	141.9	1.74
28	559.3	307.2	149.1	1.63

---

29	565.9	300.5	143.1	1.62
30	572.5	307.2	150.1	1.71
31	579.2	300.5	142.2	1.76
32	379.7	313.8	267.7	4.31
33	386.4	320.5	273.4	4.03
34	393.0	313.8	267.8	3.96
35	399.7	320.5	273.2	3.72
36	406.3	313.8	267.7	3.65
37	413.0	320.5	212.8	3.41
38	419.6	313.8	209.7	2.85
39	426.3	320.5	212.1	2.21
40	432.9	313.8	209.0	2.56
41	439.6	320.5	212.1	2.40
42	446.2	313.8	208.3	2.36
43	452.9	320.5	212.8	2.16
44	459.5	313.8	207.5	2.07
45	466.2	320.5	213.1	1.93
46	472.8	313.8	207.6	1.91
47	479.5	320.5	213.6	1.84
48	486.1	313.8	208.0	1.83
49	492.8	320.5	214.7	1.82
50	499.4	313.8	207.6	1.82
51	506.1	320.5	212.4	1.82
52	512.7	313.8	180.4	1.59
53	519.4	320.5	184.4	1.57
54	526.0	313.8	178.5	1.57
55	532.7	320.5	183.3	1.59
56	539.3	313.8	179.9	1.66
57	546.0	320.5	183.1	1.67
58	552.6	313.8	154.4	1.75
59	559.3	320.5	185.9	1.79
60	565.9	313.8	156.2	1.67
61	572.5	320.5	184.9	1.85
62	579.2	313.8	154.4	1.82
63	379.7	327.1	248.1	5.21
64	386.4	333.8	285.0	3.86
65	393.0	327.1	278.7	3.79
66	399.7	333.8	254.2	4.12
67	406.3	327.1	278.7	3.50
68	413.0	333.8	254.6	3.44
69	419.6	327.1	217.6	2.73
70	426.3	333.8	224.6	2.15
71	432.9	327.1	218.3	2.34
72	439.6	333.8	225.3	2.37
73	446.2	327.1	219.0	2.28
74	452.9	333.8	226.0	2.05
75	459.5	327.1	219.8	1.98
76	466.2	333.8	225.5	1.88
77	472.8	327.1	218.0	1.84
78	479.5	333.8	223.0	1.78
79	486.1	327.1	218.0	1.78
80	492.8	333.8	222.3	1.75
81	499.4	327.1	219.8	1.81
82	506.1	333.8	224.9	1.81
83	512.7	327.1	186.8	1.70
84	519.4	333.8	191.5	1.60
85	526.0	327.1	187.8	1.57
86	532.7	333.8	191.1	1.58
87	539.3	327.1	188.1	1.62

---

88	546.0	333.8	190.8	1.65
89	552.6	327.1	186.2	1.70
90	559.3	333.8	190.1	1.74
91	565.9	327.1	187.1	1.80
92	572.5	333.8	191.7	1.82
93	579.2	327.1	185.9	1.86
94	379.7	340.4	291.5	3.91
95	386.4	347.1	266.9	4.61
96	393.0	340.4	291.7	3.62
97	399.7	347.1	298.5	3.41
98	406.3	340.4	292.0	3.37
99	413.0	347.1	267.9	3.26
100	419.6	340.4	230.8	2.54
101	426.3	347.1	237.7	2.07
102	432.9	340.4	231.5	2.37
103	439.6	347.1	236.6	2.32
104	446.2	340.4	232.3	2.16
105	452.9	347.1	235.5	2.00
106	459.5	340.4	232.2	1.92
107	466.2	347.1	234.4	1.81
108	472.8	340.4	230.4	1.80
109	479.5	347.1	233.3	1.73
110	486.1	340.4	227.9	1.74
111	492.8	347.1	232.1	1.72
112	499.4	340.4	226.7	1.75
113	506.1	347.1	231.0	1.75
114	512.7	340.4	196.0	1.65
115	519.4	347.1	198.8	1.66
116	526.0	340.4	194.5	1.56
117	532.7	347.1	200.3	1.56
118	539.3	340.4	194.5	1.59
119	546.0	347.1	197.9	1.61
120	552.6	340.4	196.0	1.70
121	559.3	347.1	200.9	1.75
122	565.9	340.4	194.9	1.78
123	572.5	347.1	199.7	1.81
124	579.2	340.4	195.4	1.84
125	379.7	353.7	273.3	4.81
126	386.4	360.4	278.7	4.46
127	393.0	353.7	305.0	3.47
128	399.7	360.4	310.4	3.30
129	406.3	353.7	304.9	3.27
130	413.0	360.4	277.2	3.13
131	419.6	353.7	241.0	2.88
132	426.3	360.4	276.4	2.72
133	432.9	353.7	239.9	2.05
134	439.6	360.4	242.1	2.28
135	446.2	353.7	238.8	2.13
136	452.9	360.4	241.0	1.97
137	459.5	353.7	237.7	1.87
138	466.2	360.4	240.2	1.81
139	472.8	353.7	236.6	1.74
140	479.5	360.4	241.3	1.69
141	486.1	353.7	235.4	1.69
142	492.8	360.4	242.4	1.69
143	499.4	353.7	236.4	1.72
144	506.1	360.4	242.7	1.74
145	512.7	353.7	235.5	1.76
146	519.4	360.4	240.2	1.77

---

147	526.0	353.7	205.2	1.56
148	532.7	360.4	208.8	1.60
149	539.3	353.7	205.3	1.59
150	546.0	360.4	209.9	1.65
151	552.6	353.7	202.2	1.68
152	559.3	360.4	206.9	1.76
153	565.9	353.7	204.3	1.79
154	572.5	360.4	207.7	1.85
155	579.2	353.7	204.5	1.85
156	379.7	367.0	316.3	3.58
157	386.4	373.7	321.5	3.41
158	393.0	367.0	315.9	3.36
159	399.7	373.7	286.0	3.68
160	406.3	367.0	281.6	3.36
161	413.0	373.7	285.3	3.02
162	419.6	367.0	280.9	2.85
163	426.3	373.7	285.4	2.61
164	432.9	367.0	280.1	2.51
165	439.6	373.7	286.1	2.38
166	446.2	367.0	279.9	2.32
167	452.9	373.7	252.2	2.10
168	459.5	367.0	246.2	1.89
169	466.2	373.7	253.3	1.75
170	472.8	367.0	247.3	1.71
171	479.5	373.7	254.4	1.67
172	486.1	367.0	248.4	1.68
173	492.8	373.7	255.6	1.70
174	499.4	367.0	249.5	1.73
175	506.1	373.7	255.1	1.74
176	512.7	367.0	247.7	1.76
177	519.4	373.7	252.6	1.77
178	526.0	367.0	245.1	1.78
179	532.7	373.7	250.1	1.79
180	539.3	367.0	212.4	1.67
181	546.0	373.7	216.1	1.76
182	552.6	367.0	214.6	1.73
183	559.3	373.7	219.2	1.81
184	565.9	367.0	246.0	1.83
185	572.5	373.7	251.1	1.82
186	579.2	367.0	245.6	1.84
187	379.7	380.4	327.0	3.48
188	386.4	387.0	332.9	3.32
189	393.0	380.4	290.4	4.06
190	399.7	387.0	333.3	3.13
191	406.3	380.4	326.8	3.10
192	413.0	387.0	297.8	2.87
193	419.6	380.4	291.6	2.73
194	426.3	387.0	298.6	2.53
195	432.9	380.4	292.3	2.44
196	439.6	387.0	299.3	2.34
197	446.2	380.4	293.1	2.29
198	452.9	387.0	265.3	1.89
199	459.5	380.4	259.3	1.82
200	466.2	387.0	266.5	1.70
201	472.8	380.4	260.4	1.67
202	479.5	387.0	267.6	1.67
203	486.1	380.4	261.6	1.69
204	492.8	387.0	268.7	1.71
205	499.4	380.4	262.6	1.73



---

206	506.1	387.0	267.5	1.75
207	512.7	380.4	260.1	1.76
208	519.4	387.0	265.0	1.77
209	526.0	380.4	257.5	1.78
210	532.7	387.0	262.5	1.79
211	539.3	380.4	255.0	1.80
212	546.0	387.0	260.0	1.80
213	552.6	380.4	255.5	1.81
214	559.3	387.0	259.8	1.78
215	565.9	380.4	258.0	1.80
216	572.5	387.0	262.4	1.79
217	579.2	380.4	256.3	1.82
218	379.7	393.7	339.3	3.36
219	386.4	400.3	346.2	3.21
220	393.0	393.7	303.3	3.87
221	399.7	400.3	310.3	3.31
222	406.3	393.7	340.1	3.04
223	413.0	400.3	311.0	2.75
224	419.6	393.7	304.8	2.63
225	426.3	400.3	311.8	2.46
226	432.9	393.7	305.5	2.39
227	439.6	400.3	312.5	2.31
228	446.2	393.7	306.3	2.27
229	452.9	400.3	278.5	1.76
230	459.5	393.7	272.5	1.75
231	466.2	400.3	279.6	1.68
232	472.8	393.7	273.6	1.66
233	479.5	400.3	280.7	1.68
234	486.1	393.7	274.7	1.69
235	492.8	400.3	281.8	1.72
236	499.4	393.7	275.0	1.74
237	506.1	400.3	279.9	1.75
238	512.7	393.7	272.5	1.76
239	519.4	400.3	277.4	1.77
240	526.0	393.7	270.0	1.77
241	532.7	400.3	274.9	1.78
242	539.3	393.7	267.4	1.79
243	546.0	400.3	272.4	1.78
244	552.6	393.7	264.9	1.78
245	559.3	400.3	269.9	1.76
246	565.9	393.7	264.2	1.77
247	572.5	400.3	268.6	1.76
248	579.2	393.7	266.7	1.80
249	379.7	407.0	315.7	4.49
250	386.4	413.6	359.4	3.13
251	393.0	407.0	353.0	3.10
252	399.7	413.6	359.8	3.01
253	406.3	407.0	317.2	2.91
254	413.0	413.6	324.2	2.65
255	419.6	407.0	318.0	2.55
256	426.3	413.6	325.0	2.41
257	432.9	407.0	318.7	2.35
258	439.6	413.6	325.7	2.29
259	446.2	407.0	284.5	2.15
260	452.9	413.6	291.6	1.69
261	459.5	407.0	285.6	1.70
262	466.2	413.6	292.7	1.66
263	472.8	407.0	286.7	1.66
264	479.5	413.6	293.9	1.68

---

265	486.1	407.0	287.9	1.70
266	492.8	413.6	294.9	1.73
267	499.4	407.0	287.4	1.74
268	506.1	413.6	292.3	1.75
269	512.7	407.0	284.9	1.76
270	519.4	413.6	289.8	1.76
271	526.0	407.0	282.4	1.78
272	532.7	413.6	287.3	1.77
273	539.3	407.0	279.8	1.77
274	546.0	413.6	284.8	1.75
275	552.6	407.0	277.3	1.75
276	559.3	413.6	282.3	1.74
277	565.9	407.0	274.8	1.75
278	572.5	413.6	279.7	1.74
279	579.2	407.0	272.9	1.76
280	379.7	420.3	365.8	3.16
281	386.4	426.9	335.9	3.71
282	393.0	420.3	366.2	3.04
283	399.7	426.9	336.7	2.96
284	406.3	420.3	330.4	2.78
285	413.0	426.9	337.4	2.57
286	419.6	420.3	331.2	2.48
287	426.3	426.9	338.1	2.38
288	432.9	420.3	331.9	2.33
289	439.6	426.9	338.9	2.27
290	446.2	420.3	297.6	1.92
291	452.9	426.9	304.8	1.63
292	459.5	420.3	298.8	1.68
293	466.2	426.9	305.9	1.66
294	472.8	420.3	299.9	1.66
295	479.5	426.9	307.0	1.69
296	486.1	420.3	301.0	1.71
297	492.8	426.9	307.3	1.74
298	499.4	420.3	299.8	1.74
299	506.1	426.9	304.8	1.75
300	512.7	420.3	297.3	1.76
301	519.4	426.9	302.2	1.76
302	526.0	420.3	294.8	1.77
303	532.7	426.9	299.7	1.75
304	539.3	420.3	292.2	1.75
305	546.0	426.9	297.2	1.73
306	552.6	420.3	289.7	1.74
307	559.3	426.9	294.7	1.73
308	565.9	420.3	287.2	1.74
309	572.5	426.9	292.1	1.74
310	579.2	420.3	284.7	1.75
311	379.7	433.6	379.1	3.09
312	386.4	440.2	385.9	3.00
313	393.0	433.6	342.9	3.17
314	399.7	440.2	349.9	2.83
315	406.3	433.6	343.6	2.68
316	413.0	440.2	350.6	2.51
317	419.6	433.6	344.4	2.43
318	426.3	440.2	351.3	2.35
319	432.9	433.6	345.1	2.31
320	439.6	440.2	316.8	2.23
321	446.2	433.6	310.8	1.78
322	452.9	440.2	317.9	1.64
323	459.5	433.6	311.9	1.66

---

324	466.2	440.2	319.0	1.66
325	472.8	433.6	313.0	1.67
326	479.5	440.2	320.2	1.71
327	486.1	433.6	314.1	1.72
328	492.8	440.2	319.7	1.74
329	499.4	433.6	312.2	1.74
330	506.1	440.2	317.2	1.75
331	512.7	433.6	309.7	1.76
332	519.4	440.2	314.6	1.75
333	526.0	433.6	307.2	1.76
334	532.7	440.2	312.1	1.73
335	539.3	433.6	304.7	1.73
336	546.0	440.2	309.6	1.72
337	552.6	433.6	302.1	1.72
338	559.3	440.2	307.1	1.72
339	565.9	433.6	299.6	1.73
340	572.5	440.2	304.6	1.74
341	579.2	433.6	297.1	1.76
342	379.7	446.9	392.3	3.03
343	386.4	453.5	399.2	2.95
344	393.0	446.9	356.1	3.01
345	399.7	453.5	363.1	2.72
346	406.3	446.9	356.8	2.60
347	413.0	453.5	363.8	2.46
348	419.6	446.9	357.6	2.40
349	426.3	453.5	364.5	2.33
350	432.9	446.9	358.3	2.29
351	439.6	453.5	329.9	1.96
352	446.2	446.9	323.9	1.70
353	452.9	453.5	331.1	1.64
354	459.5	446.9	325.0	1.66
355	466.2	453.5	332.2	1.66
356	472.8	446.9	326.2	1.68
357	479.5	453.5	333.3	1.72
358	486.1	446.9	327.1	1.73
359	492.8	453.5	332.1	1.74
360	499.4	446.9	324.6	1.74
361	506.1	453.5	329.6	1.74
362	512.7	446.9	322.1	1.75
363	519.4	453.5	327.0	1.74
364	526.0	446.9	319.6	1.74
365	532.7	453.5	324.5	1.72
366	539.3	446.9	317.1	1.72
367	546.0	453.5	322.0	1.71
368	552.6	446.9	314.5	1.71
369	559.3	453.5	319.5	1.72
370	565.9	446.9	312.0	1.73
371	572.5	453.5	317.0	1.75
372	579.2	446.9	309.5	1.77
373	379.7	460.2	368.5	3.56
374	386.4	466.8	412.4	2.90
375	393.0	460.2	369.3	2.87
376	399.7	466.8	376.3	2.64
377	406.3	460.2	370.0	2.54
378	413.0	466.8	377.0	2.42
379	419.6	460.2	370.8	2.37
380	426.3	466.8	377.7	2.31
381	432.9	460.2	371.5	2.27
382	439.6	466.8	343.1	1.82

---

383	446.2	460.2	337.1	1.65
384	452.9	466.8	344.2	1.64
385	459.5	460.2	338.2	1.66
386	466.2	466.8	345.3	1.68
387	472.8	460.2	339.3	1.70
388	479.5	466.8	346.4	1.73
389	486.1	460.2	339.6	1.74
390	492.8	466.8	344.5	1.74
391	499.4	460.2	337.0	1.74
392	506.1	466.8	342.0	1.75
393	512.7	460.2	334.5	1.74
394	519.4	466.8	339.5	1.72
395	526.0	460.2	332.0	1.72
396	532.7	466.8	336.9	1.70
397	539.3	460.2	329.5	1.70
398	546.0	466.8	334.4	1.70
399	552.6	460.2	326.9	1.71
400	559.3	466.8	331.9	1.72
401	565.9	460.2	324.4	1.73
402	572.5	466.8	329.4	1.75
403	579.2	460.2	321.9	1.77
404	379.7	473.5	381.7	3.32
405	386.4	480.1	388.7	2.93
406	393.0	473.5	382.5	2.76
407	399.7	480.1	389.4	2.57
408	406.3	473.5	383.2	2.49
409	413.0	480.1	390.2	2.39
410	419.6	473.5	384.0	2.34
411	426.3	480.1	390.9	2.29
412	432.9	473.5	384.7	2.25
413	439.6	480.1	356.2	1.74
414	446.2	473.5	350.2	1.63
415	452.9	480.1	357.3	1.65
416	459.5	473.5	351.3	1.67
417	466.2	480.1	358.5	1.69
418	472.8	473.5	352.5	1.71
419	479.5	480.1	359.4	1.73
420	486.1	473.5	352.0	1.73
421	492.8	480.1	356.9	1.74
422	499.4	473.5	349.4	1.74
423	506.1	480.1	354.4	1.73
424	512.7	473.5	346.9	1.73
425	519.4	480.1	351.9	1.70
426	526.0	473.5	344.4	1.70
427	532.7	480.1	349.3	1.69
428	539.3	473.5	341.9	1.69
429	546.0	480.1	346.8	1.70
430	552.6	473.5	339.4	1.71
431	559.3	480.1	344.3	1.72
432	565.9	473.5	336.8	1.74
433	572.5	480.1	341.8	1.77
434	579.2	473.5	334.3	1.79
435	379.7	486.8	432.1	2.88
436	386.4	493.5	401.9	2.81
437	393.0	486.8	395.7	2.67
438	399.7	493.5	402.6	2.52
439	406.3	486.8	396.4	2.45
440	413.0	493.5	403.4	2.36
441	419.6	486.8	397.2	2.32

---

442	426.3	493.5	404.1	2.27
443	432.9	486.8	362.2	2.05
444	439.6	493.5	369.4	1.69
445	446.2	486.8	363.4	1.62
446	452.9	493.5	370.5	1.66
447	459.5	486.8	364.5	1.68
448	466.2	493.5	371.6	1.70
449	472.8	486.8	365.6	1.72
450	479.5	493.5	371.8	1.73
451	486.1	486.8	364.4	1.74
452	492.8	493.5	369.3	1.74
453	499.4	486.8	361.8	1.74
454	506.1	493.5	366.8	1.72
455	512.7	486.8	359.3	1.70
456	519.4	493.5	364.3	1.69
457	526.0	486.8	356.8	1.69
458	532.7	493.5	361.7	1.69
459	539.3	486.8	354.3	1.69
460	546.0	493.5	359.2	1.70
461	552.6	486.8	351.8	1.71
462	559.3	493.5	356.7	1.73
463	565.9	486.8	349.2	1.75
464	572.5	493.5	354.2	1.78
465	579.2	486.8	346.7	1.80
466	379.7	500.1	445.4	2.83
467	393.0	500.1	408.9	2.60
468	406.3	500.1	409.6	2.41
469	419.6	500.1	410.4	2.31
470	432.9	500.1	375.4	1.89
471	446.2	500.1	376.5	1.61
472	459.5	500.1	377.6	1.69
473	472.8	500.1	378.7	1.73
474	486.1	500.1	376.8	1.74
475	499.4	500.1	374.3	1.72
476	512.7	500.1	371.7	1.69
477	526.0	500.1	369.2	1.68
478	539.3	500.1	366.7	1.69
479	552.6	500.1	364.2	1.72
480	565.9	500.1	361.6	1.76
481	579.2	500.1	357.6	1.80

---

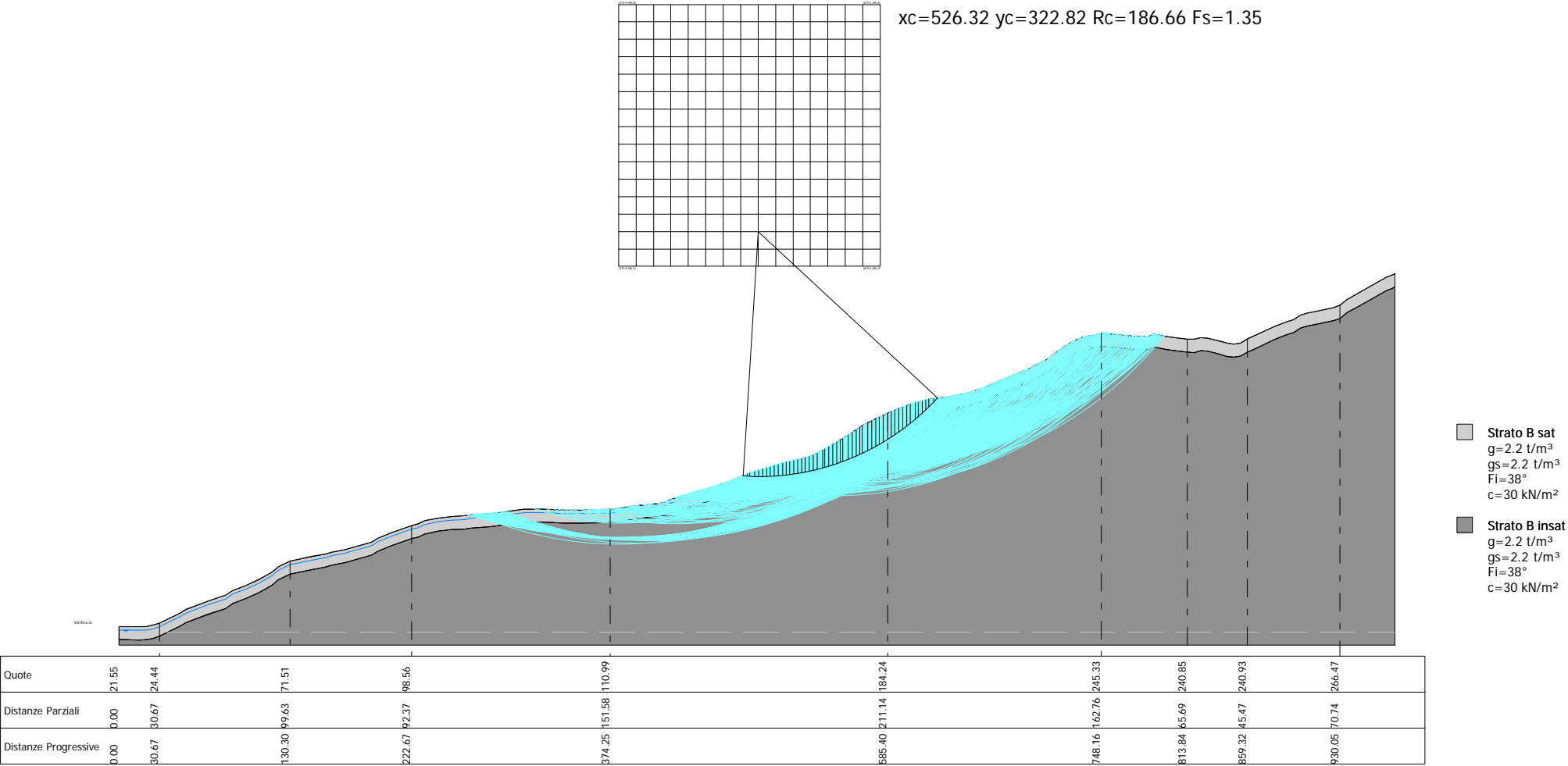
---

---

## Indice

1.Dati generali	1
2.Vertici profilo	1
3.Falda	3
4.Vertici strato .....1	4
5.Coefficienti parziali azioni	6
6.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno	6
7.Stratigrafia	6
8.Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]	6
Indice	15

VERIFICA DI STABILITA' DI VERSANTE  
IN CONDIZIONI SISMICHE



---

**Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)**

---

Lat./Long.	44.120399/10.81022
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.2
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---

**Maglia dei Centri**

---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	419.95 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	296.21 m
Ascissa vertice destro superiore xs	619.4 m
Ordinata vertice destro superiore ys	495.8 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	15.0
Numero di celle lungo y	15.0

---

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

---

**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	150.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90.0	1.02	2.42	0.27
S.L.D.	151.0	1.28	2.39	0.27
S.L.V.	1424.0	2.81	2.4	0.3
S.L.C.	2475.0	3.33	2.4	0.32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1.836	0.24	0.0449	0.0225
S.L.D.	2.304	0.24	0.0564	0.0282
S.L.V.	4.341	0.28	0.124	0.062
S.L.C.	4.8391	0.28	0.1382	0.0691

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.124
Coefficiente azione sismica verticale	0.062



---

**Vertici profilo**

Nr

X  
(m)y  
(m)

1	39.54	21.55
2	44.95	21.75
3	55.05	21.52
4	60.11	21.64
5	65.16	22.59
6	70.21	24.44
7	85.87	31.9
8	90.42	34.79
9	107.12	40.99
10	120.74	45.46
11	125.79	49.04
12	135.9	52.83
13	146.0	57.65
14	156.11	63.19
15	161.16	67.31
16	169.84	71.51
17	186.42	75.18
18	196.53	76.93
19	201.58	78.37
20	211.69	80.42
21	231.9	86.12
22	236.95	89.21
23	247.06	93.36
24	262.21	98.56
25	267.27	99.94
26	272.32	102.26
27	282.42	104.29
28	292.53	105.58
29	302.64	106.06
30	307.69	106.87
31	322.85	107.87
32	348.11	111.2
33	363.27	111.34
34	378.43	110.56
35	391.41	110.56
36	413.8	110.99
37	434.28	113.92
38	449.16	115.29
39	454.22	116.23
40	459.27	118.42
41	467.47	120.81
42	479.48	124.66
43	489.59	127.26
44	504.74	132.4
45	519.9	138.46
46	545.17	146.31
47	559.44	149.65
48	565.38	151.04
49	575.48	156.01
50	590.64	164.9
51	605.8	174.66
52	615.9	180.28
53	624.94	184.24
54	633.24	187.88
55	646.22	192.42
56	656.33	194.84

---

57	671.48	196.86
58	683.89	199.12
59	696.75	203.13
60	716.96	211.94
61	732.12	217.82
62	747.28	225.84
63	752.33	230.18
64	762.43	236.79
65	767.49	239.58
66	772.54	241.71
67	777.59	243.12
68	782.64	243.68
69	787.7	245.33
70	792.75	244.99
71	798.98	244.32
72	807.53	243.41
73	812.27	242.91
74	818.15	242.91
75	823.07	242.83
76	828.12	244.48
77	838.22	242.57
78	843.86	241.82
79	853.38	240.85
80	858.44	240.55
81	863.49	241.87
82	868.54	241.43
83	873.59	240.5
84	878.65	239.02
85	883.7	237.54
86	888.75	236.97
87	893.8	237.77
88	898.86	240.93
89	907.77	244.79
90	919.07	250.19
91	924.12	252.22
92	930.55	254.55
93	934.23	255.73
94	939.28	259.16
95	944.33	260.5
96	952.07	262.21
97	964.54	264.75
98	969.6	266.47
99	974.65	271.0
100	984.75	276.4
101	1004.96	287.78
102	1010.02	289.7
103	1011.45	290.57

# **Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	39.54	18.85
2	44.95	19.05
3	55.05	18.82
4	60.11	18.94
5	65.16	19.89
6	70.21	21.74
7	85.87	29.2

---

8	90.42	32.09
9	107.12	38.29
10	120.74	42.76
11	125.79	46.34
12	135.9	50.13
13	146.0	54.95
14	156.11	60.49
15	161.16	64.61
16	169.84	68.81
17	186.42	72.48
18	196.53	74.23
19	201.58	75.67
20	211.69	77.72
21	231.9	83.42
22	236.95	86.51
23	247.06	90.66
24	262.21	95.86
25	267.27	97.24
26	272.32	99.56
27	282.42	101.59
28	292.53	102.88
29	302.64	103.36
30	307.69	104.17
31	322.85	105.17
32	348.11	108.5
33	363.27	108.64
34	378.43	107.86
35	391.41	107.86
36	413.8	108.29
37	434.28	111.22
38	449.16	112.59
39	454.22	113.53
40	459.27	115.72
41	467.47	118.11
42	479.48	121.96
43	489.59	124.56
44	504.74	129.7
45	519.9	135.76
46	543.29	143.03
47	545.17	143.61
48	548.3	144.35

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	39.54	11.55
2	44.95	11.75
3	55.05	11.52
4	60.11	11.64
5	65.16	12.59
6	70.21	14.44
7	85.87	21.9
8	90.42	24.79
9	107.12	30.99
10	120.74	35.46
11	125.79	39.04
12	135.9	42.83
13	146.0	47.65
14	156.11	53.19
15	161.16	57.31

---

16	169.84	61.51
17	186.42	65.18
18	196.53	66.93
19	201.58	68.37
20	211.69	70.42
21	231.9	76.12
22	236.95	79.21
23	247.06	83.36
24	262.21	88.56
25	267.27	89.94
26	272.32	92.26
27	282.42	94.29
28	292.53	95.58
29	302.64	96.06
30	307.69	96.87
31	322.85	97.87
32	348.11	101.2
33	363.27	101.34
34	378.43	100.56
35	391.41	100.56
36	413.8	100.99
37	434.28	103.92
38	449.16	105.29
39	454.22	106.23
40	459.27	108.42
41	467.47	110.81
42	479.48	114.66
43	489.59	117.26
44	504.74	122.4
45	519.9	128.46
46	545.17	136.31
47	559.44	139.65
48	565.38	141.04
49	575.48	146.01
50	590.64	154.9
51	605.8	164.66
52	615.9	170.28
53	624.94	174.24
54	633.24	177.88
55	646.22	182.42
56	656.33	184.84
57	671.48	186.86
58	683.89	189.12
59	696.75	193.13
60	716.96	201.94
61	732.12	207.82
62	747.28	215.84
63	752.33	220.18
64	762.43	226.79
65	767.49	229.58
66	772.54	231.71
67	777.59	233.12
68	782.64	233.68
69	787.7	235.33
70	792.75	234.99
71	798.98	234.32
72	807.53	233.41
73	812.27	232.91
74	818.15	232.91

75	823.07	232.83
76	828.12	234.48
77	838.22	232.57
78	843.86	231.82
79	853.38	230.85
80	858.44	230.55
81	863.49	231.87
82	868.54	231.43
83	873.59	230.5
84	878.65	229.02
85	883.7	227.54
86	888.75	226.97
87	893.8	227.77
88	898.86	230.93
89	907.77	234.79
90	919.07	240.19
91	924.12	242.22
92	930.55	244.55
93	934.23	245.73
94	939.28	249.16
95	944.33	250.5
96	952.07	252.21
97	964.54	254.75
98	969.6	256.47
99	974.65	261.0
100	984.75	266.4
101	1004.96	277.78
102	1010.02	279.7
103	1011.45	280.57

#### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

#### 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	Si

#### Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (t/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	30		38	2.2	2.2	Strato B sat
2	30		38	2.2	2.2	Strato B insat

#### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.35
Ascissa centro superficie	526.32 m
Ordinata centro superficie	322.82 m
Raggio superficie	186.66 m

---

---

**Numero di superfici esaminate....(481)**

---

---

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	419.9	296.2	195.8	2.33
2	426.6	302.9	201.3	2.12
3	433.2	296.2	195.3	2.08
4	439.9	302.9	201.6	2.00
5	446.5	296.2	195.4	1.94
6	453.2	302.9	200.4	1.81
7	459.8	296.2	196.0	1.77
8	466.5	302.9	202.6	1.68
9	473.1	296.2	195.2	1.65
10	479.8	302.9	200.3	1.59
11	486.4	296.2	169.8	1.59
12	493.1	302.9	201.2	1.57
13	499.7	296.2	167.6	1.52
14	506.4	302.9	172.2	1.43
15	513.0	296.2	169.6	1.42
16	519.7	302.9	171.2	1.38
17	526.3	296.2	169.3	1.42
18	533.0	302.9	171.4	1.40
19	539.6	296.2	168.3	1.46
20	546.3	302.9	172.0	1.46
21	552.9	296.2	139.5	1.45
22	559.6	302.9	144.9	1.42
23	566.2	296.2	139.8	1.38
24	572.9	302.9	146.1	1.44
25	579.5	296.2	139.7	1.47
26	586.2	302.9	142.8	1.55
27	592.8	296.2	141.3	1.59
28	599.5	302.9	144.1	1.66
29	606.1	296.2	142.5	1.68
30	612.8	302.9	174.9	1.70
31	619.4	296.2	142.6	1.75
32	419.9	309.5	207.7	2.22
33	426.6	316.2	210.3	1.93
34	433.2	309.5	207.2	2.04
35	439.9	316.2	209.6	1.88
36	446.5	309.5	206.5	1.86
37	453.2	316.2	209.3	1.74
38	459.8	309.5	204.7	1.68
39	466.5	316.2	209.1	1.60
40	473.1	309.5	205.0	1.59
41	479.8	316.2	210.0	1.54
42	486.4	309.5	204.5	1.55
43	493.1	316.2	210.6	1.53
44	499.7	309.5	204.4	1.54
45	506.4	316.2	180.2	1.52
46	513.0	309.5	176.2	1.37
47	519.7	316.2	182.1	1.36
48	526.3	309.5	176.0	1.37
49	533.0	316.2	179.2	1.36
50	539.6	309.5	178.1	1.43
51	546.3	316.2	182.0	1.44
52	552.9	309.5	179.1	1.50
53	559.6	316.2	156.4	1.46

---

54	566.2	309.5	152.1	1.42
55	572.9	316.2	155.3	1.50
56	579.5	309.5	150.5	1.51
57	586.2	316.2	153.4	1.60
58	592.8	309.5	176.0	1.63
59	599.5	316.2	180.9	1.63
60	606.1	309.5	175.3	1.66
61	612.8	316.2	179.5	1.64
62	619.4	309.5	177.3	1.68
63	419.9	322.8	214.1	2.01
64	426.6	329.5	220.3	1.65
65	433.2	322.8	214.0	1.81
66	439.9	329.5	221.0	1.86
67	446.5	322.8	214.8	1.80
68	453.2	329.5	221.7	1.67
69	459.8	322.8	215.5	1.63
70	466.5	329.5	221.4	1.56
71	473.1	322.8	213.9	1.54
72	479.8	329.5	218.9	1.49
73	486.4	322.8	216.0	1.51
74	493.1	329.5	220.4	1.49
75	499.7	322.8	215.7	1.51
76	506.4	329.5	220.9	1.52
77	513.0	322.8	183.6	1.48
78	519.7	329.5	187.4	1.42
79	526.3	322.8	186.7	1.35
80	533.0	329.5	190.0	1.37
81	539.6	322.8	184.0	1.38
82	546.3	329.5	188.8	1.41
83	552.9	322.8	185.2	1.45
84	559.6	329.5	188.3	1.47
85	566.2	322.8	186.1	1.51
86	572.9	329.5	187.5	1.52
87	579.5	322.8	184.7	1.56
88	586.2	329.5	189.0	1.57
89	592.8	322.8	183.2	1.59
90	599.5	329.5	190.5	1.59
91	606.1	322.8	184.7	1.61
92	612.8	329.5	190.6	1.60
93	619.4	322.8	183.4	1.63
94	419.9	336.1	226.6	1.97
95	426.6	342.8	233.5	1.59
96	433.2	336.1	227.3	1.82
97	439.9	342.8	234.3	1.82
98	446.5	336.1	228.0	1.74
99	453.2	342.8	233.7	1.62
100	459.8	336.1	228.7	1.58
101	466.5	342.8	232.6	1.52
102	473.1	336.1	226.3	1.51
103	479.8	342.8	231.3	1.46
104	486.4	336.1	223.8	1.46
105	493.1	342.8	228.8	1.45
106	499.7	336.1	224.8	1.48
107	506.4	342.8	229.1	1.48
108	513.0	336.1	195.0	1.48
109	519.7	342.8	195.7	1.44
110	526.3	336.1	192.0	1.37
111	533.0	342.8	196.1	1.35
112	539.6	336.1	192.0	1.37

---

113	546.3	342.8	196.8	1.39
114	552.9	336.1	191.8	1.43
115	559.6	342.8	198.5	1.47
116	566.2	336.1	191.5	1.49
117	572.9	342.8	195.6	1.51
118	579.5	336.1	194.4	1.54
119	586.2	342.8	197.6	1.55
120	592.8	336.1	196.3	1.57
121	599.5	342.8	200.4	1.55
122	606.1	336.1	197.8	1.57
123	612.8	342.8	203.1	1.57
124	619.4	336.1	195.5	1.60
125	419.9	349.4	239.2	1.90
126	426.6	356.1	241.4	1.97
127	433.2	349.4	238.1	1.67
128	439.9	356.1	240.3	1.53
129	446.5	349.4	237.0	1.74
130	453.2	356.1	239.2	1.65
131	459.8	349.4	235.9	1.55
132	466.5	356.1	238.1	1.49
133	473.1	349.4	234.8	1.46
134	479.8	356.1	237.1	1.42
135	486.4	349.4	233.6	1.44
136	493.1	356.1	238.2	1.42
137	499.7	349.4	232.5	1.44
138	506.4	356.1	238.6	1.46
139	513.0	349.4	233.3	1.48
140	519.7	356.1	237.9	1.48
141	526.3	349.4	201.9	1.35
142	533.0	356.1	207.7	1.35
143	539.6	349.4	201.3	1.36
144	546.3	356.1	205.9	1.39
145	552.9	349.4	200.1	1.42
146	559.6	356.1	203.5	1.46
147	566.2	349.4	203.2	1.49
148	572.9	356.1	206.6	1.51
149	579.5	349.4	200.4	1.53
150	586.2	356.1	205.2	1.55
151	592.8	349.4	200.7	1.55
152	599.5	356.1	203.9	1.56
153	606.1	349.4	203.6	1.54
154	612.8	356.1	206.8	1.54
155	619.4	349.4	206.4	1.57
156	419.9	362.7	278.2	2.11
157	426.6	369.4	281.9	1.99
158	433.2	362.7	277.5	1.95
159	439.9	369.4	281.9	1.85
160	446.5	362.7	242.5	1.80
161	453.2	369.4	248.0	1.74
162	459.8	362.7	241.9	1.59
163	466.5	369.4	249.1	1.48
164	473.1	362.7	243.1	1.44
165	479.8	369.4	250.2	1.41
166	486.4	362.7	244.2	1.41
167	493.1	369.4	251.3	1.42
168	499.7	362.7	245.3	1.44
169	506.4	369.4	251.1	1.45
170	513.0	362.7	243.6	1.46
171	519.7	369.4	248.5	1.47



---

172	526.3	362.7	242.2	1.49
173	533.0	369.4	246.6	1.49
174	539.6	362.7	211.3	1.39
175	546.3	369.4	214.9	1.44
176	552.9	362.7	210.5	1.44
177	559.6	369.4	215.1	1.49
178	566.2	362.7	207.4	1.52
179	572.9	369.4	247.0	1.53
180	579.5	362.7	209.9	1.54
181	586.2	369.4	247.9	1.55
182	592.8	362.7	210.0	1.55
183	599.5	369.4	214.9	1.54
184	606.1	362.7	207.2	1.55
185	612.8	369.4	212.0	1.54
186	619.4	362.7	209.9	1.54
187	419.9	376.0	287.3	2.05
188	426.6	382.7	294.3	1.94
189	433.2	376.0	288.1	1.89
190	439.9	382.7	295.0	1.83
191	446.5	376.0	288.8	1.80
192	453.2	382.7	261.1	1.58
193	459.8	376.0	255.1	1.54
194	466.5	382.7	262.2	1.43
195	473.1	376.0	256.2	1.42
196	479.8	382.7	263.3	1.40
197	486.4	376.0	257.3	1.41
198	493.1	382.7	264.5	1.42
199	499.7	376.0	258.5	1.44
200	506.4	382.7	263.5	1.45
201	513.0	376.0	256.0	1.46
202	519.7	382.7	260.9	1.47
203	526.3	376.0	253.5	1.48
204	533.0	382.7	258.4	1.48
205	539.6	376.0	251.0	1.49
206	546.3	382.7	255.9	1.50
207	552.9	376.0	218.5	1.50
208	559.6	382.7	257.9	1.50
209	566.2	376.0	254.4	1.52
210	572.9	382.7	259.6	1.51
211	579.5	376.0	252.1	1.53
212	586.2	382.7	257.3	1.53
213	592.8	376.0	252.1	1.56
214	599.5	382.7	256.3	1.57
215	606.1	376.0	219.7	1.52
216	612.8	382.7	223.1	1.53
217	619.4	376.0	216.8	1.54
218	419.9	389.4	300.5	1.99
219	426.6	396.0	307.5	1.90
220	433.2	389.4	301.3	1.86
221	439.9	396.0	308.2	1.81
222	446.5	389.4	302.0	1.79
223	453.2	396.0	274.3	1.49
224	459.8	389.4	268.2	1.48
225	466.5	396.0	275.4	1.41
226	473.1	389.4	269.4	1.41
227	479.8	396.0	276.5	1.40
228	486.4	389.4	270.5	1.41
229	493.1	396.0	277.6	1.43
230	499.7	389.4	270.9	1.44

---

231	506.4	396.0	275.9	1.45
232	513.0	389.4	268.4	1.46
233	519.7	396.0	273.3	1.47
234	526.3	389.4	265.9	1.47
235	533.0	396.0	270.8	1.48
236	539.6	389.4	263.4	1.49
237	546.3	396.0	268.3	1.48
238	552.9	389.4	260.8	1.48
239	559.6	396.0	265.8	1.47
240	566.2	389.4	262.3	1.49
241	572.9	396.0	266.6	1.48
242	579.5	389.4	264.7	1.52
243	586.2	396.0	269.1	1.52
244	592.8	389.4	262.4	1.54
245	599.5	396.0	267.5	1.56
246	606.1	389.4	260.5	1.58
247	612.8	396.0	227.5	1.57
248	619.4	389.4	226.4	1.53
249	419.9	402.7	313.7	1.94
250	426.6	409.3	320.7	1.86
251	433.2	402.7	314.5	1.83
252	439.9	409.3	321.4	1.79
253	446.5	402.7	315.2	1.77
254	453.2	409.3	287.4	1.42
255	459.8	402.7	281.4	1.45
256	466.5	409.3	288.5	1.40
257	473.1	402.7	282.5	1.40
258	479.8	409.3	289.6	1.40
259	486.4	402.7	283.6	1.42
260	493.1	409.3	290.8	1.44
261	499.7	402.7	283.3	1.44
262	506.4	409.3	288.3	1.45
263	513.0	402.7	280.8	1.46
264	519.7	409.3	285.8	1.46
265	526.3	402.7	278.3	1.47
266	533.0	409.3	283.2	1.47
267	539.6	402.7	275.8	1.47
268	546.3	409.3	280.7	1.46
269	552.9	402.7	273.2	1.47
270	559.6	409.3	278.2	1.46
271	566.2	402.7	270.7	1.46
272	572.9	409.3	275.7	1.46
273	579.5	402.7	271.0	1.48
274	586.2	409.3	275.4	1.48
275	592.8	402.7	273.5	1.53
276	599.5	409.3	277.9	1.54
277	606.1	402.7	235.2	1.57
278	612.8	409.3	239.8	1.55
279	619.4	402.7	232.1	1.55
280	419.9	416.0	326.9	1.90
281	426.6	422.6	333.9	1.84
282	433.2	416.0	327.7	1.81
283	439.9	422.6	334.6	1.78
284	446.5	416.0	293.4	1.66
285	453.2	422.6	300.5	1.37
286	459.8	416.0	294.5	1.42
287	466.5	422.6	301.7	1.39
288	473.1	416.0	295.7	1.39
289	479.8	422.6	302.8	1.41

---

290	486.4	416.0	296.8	1.42
291	493.1	422.6	303.2	1.44
292	499.7	416.0	295.7	1.44
293	506.4	422.6	300.7	1.45
294	513.0	416.0	293.2	1.46
295	519.7	422.6	298.2	1.46
296	526.3	416.0	290.7	1.46
297	533.0	422.6	295.6	1.46
298	539.6	416.0	288.2	1.46
299	546.3	422.6	293.1	1.45
300	552.9	416.0	285.7	1.45
301	559.6	422.6	290.6	1.44
302	566.2	416.0	283.1	1.45
303	572.9	422.6	288.1	1.45
304	579.5	416.0	280.6	1.46
305	586.2	422.6	285.6	1.48
306	592.8	416.0	279.7	1.50
307	599.5	422.6	284.1	1.52
308	606.1	416.0	282.3	1.56
309	612.8	422.6	286.6	1.58
310	619.4	416.0	244.4	1.53
311	419.9	429.3	340.1	1.87
312	426.6	435.9	347.1	1.82
313	433.2	429.3	340.9	1.80
314	439.9	435.9	347.8	1.76
315	446.5	429.3	306.6	1.53
316	453.2	435.9	313.7	1.39
317	459.8	429.3	307.7	1.40
318	466.5	435.9	314.8	1.39
319	473.1	429.3	308.8	1.39
320	479.8	435.9	315.9	1.42
321	486.4	429.3	309.9	1.42
322	493.1	435.9	315.6	1.44
323	499.7	429.3	308.1	1.44
324	506.4	435.9	313.1	1.45
325	513.0	429.3	305.6	1.45
326	519.7	435.9	310.6	1.45
327	526.3	429.3	303.1	1.46
328	533.0	435.9	308.0	1.44
329	539.6	429.3	300.6	1.44
330	546.3	435.9	305.5	1.43
331	552.9	429.3	298.1	1.44
332	559.6	435.9	303.0	1.43
333	566.2	429.3	295.5	1.44
334	572.9	435.9	300.5	1.45
335	579.5	429.3	293.0	1.46
336	586.2	435.9	298.0	1.48
337	592.8	429.3	290.5	1.49
338	599.5	435.9	295.4	1.51
339	606.1	429.3	288.5	1.54
340	612.8	435.9	292.9	1.56
341	619.4	429.3	250.8	1.58
342	419.9	442.6	353.3	1.84
343	426.6	449.2	360.3	1.80
344	433.2	442.6	354.1	1.78
345	439.9	449.2	325.7	1.72
346	446.5	442.6	319.7	1.46
347	453.2	449.2	326.8	1.39
348	459.8	442.6	320.8	1.40

---

349	466.5	449.2	328.0	1.39
350	473.1	442.6	321.9	1.40
351	479.8	449.2	329.1	1.42
352	486.4	442.6	323.1	1.43
353	493.1	449.2	328.0	1.44
354	499.7	442.6	320.6	1.44
355	506.4	449.2	325.5	1.44
356	513.0	442.6	318.0	1.45
357	519.7	449.2	323.0	1.44
358	526.3	442.6	315.5	1.44
359	533.0	449.2	320.5	1.43
360	539.6	442.6	313.0	1.43
361	546.3	449.2	317.9	1.42
362	552.9	442.6	310.5	1.43
363	559.6	449.2	315.4	1.43
364	566.2	442.6	307.9	1.44
365	572.9	449.2	312.9	1.45
366	579.5	442.6	305.4	1.46
367	586.2	449.2	310.4	1.48
368	592.8	442.6	302.9	1.50
369	599.5	449.2	307.8	1.52
370	606.1	442.6	300.4	1.54
371	612.8	449.2	303.5	1.55
372	619.4	442.6	294.7	1.57
373	419.9	455.9	366.5	1.82
374	426.6	462.5	373.5	1.79
375	433.2	455.9	367.3	1.77
376	439.9	462.5	338.9	1.58
377	446.5	455.9	332.8	1.41
378	453.2	462.5	340.0	1.38
379	459.8	455.9	334.0	1.39
380	466.5	462.5	341.1	1.40
381	473.1	455.9	335.1	1.41
382	479.8	462.5	342.2	1.42
383	486.4	455.9	335.5	1.43
384	493.1	462.5	340.4	1.43
385	499.7	455.9	333.0	1.44
386	506.4	462.5	337.9	1.44
387	513.0	455.9	330.4	1.44
388	519.7	462.5	335.4	1.43
389	526.3	455.9	327.9	1.43
390	533.0	462.5	332.9	1.42
391	539.6	455.9	325.4	1.42
392	546.3	462.5	330.3	1.42
393	552.9	455.9	322.9	1.42
394	559.6	462.5	327.8	1.43
395	566.2	455.9	320.4	1.44
396	572.9	462.5	325.3	1.45
397	579.5	455.9	317.8	1.47
398	586.2	462.5	322.8	1.49
399	592.8	455.9	315.3	1.50
400	599.5	462.5	320.3	1.52
401	606.1	455.9	312.4	1.54
402	612.8	462.5	310.2	1.54
403	619.4	455.9	301.2	1.56
404	419.9	469.2	379.7	1.81
405	426.6	475.8	386.7	1.78
406	433.2	469.2	380.5	1.76
407	439.9	475.8	352.0	1.50

---

408	446.5	469.2	346.0	1.38
409	453.2	475.8	353.1	1.38
410	459.8	469.2	347.1	1.39
411	466.5	475.8	354.2	1.40
412	473.1	469.2	348.2	1.41
413	479.8	475.8	355.4	1.43
414	486.4	469.2	347.9	1.43
415	493.1	475.8	352.8	1.44
416	499.7	469.2	345.4	1.43
417	506.4	475.8	350.3	1.43
418	513.0	469.2	342.8	1.43
419	519.7	475.8	347.8	1.41
420	526.3	469.2	340.3	1.42
421	533.0	475.8	345.3	1.41
422	539.6	469.2	337.8	1.41
423	546.3	475.8	342.7	1.41
424	552.9	469.2	335.3	1.42
425	559.6	475.8	340.2	1.43
426	566.2	469.2	332.8	1.44
427	572.9	475.8	337.7	1.46
428	579.5	469.2	330.2	1.47
429	586.2	475.8	335.2	1.49
430	592.8	469.2	327.7	1.51
431	599.5	475.8	328.0	1.51
432	606.1	469.2	319.1	1.53
433	612.8	475.8	317.1	1.54
434	619.4	469.2	308.1	1.56
435	419.9	482.5	392.9	1.79
436	426.6	489.1	399.9	1.76
437	433.2	482.5	393.7	1.75
438	439.9	489.1	365.1	1.44
439	446.5	482.5	359.1	1.36
440	453.2	489.1	366.3	1.39
441	459.8	482.5	360.3	1.40
442	466.5	489.1	367.4	1.41
443	473.1	482.5	361.4	1.42
444	479.8	489.1	367.8	1.43
445	486.4	482.5	360.3	1.43
446	493.1	489.1	365.2	1.43
447	499.7	482.5	357.8	1.44
448	506.4	489.1	362.7	1.42
449	513.0	482.5	355.3	1.42
450	519.7	489.1	360.2	1.41
451	526.3	482.5	352.7	1.41
452	533.0	489.1	357.7	1.40
453	539.6	482.5	350.2	1.41
454	546.3	489.1	355.2	1.41
455	552.9	482.5	347.7	1.42
456	559.6	489.1	352.6	1.43
457	566.2	482.5	345.2	1.44
458	572.9	489.1	350.1	1.46
459	579.5	482.5	342.6	1.48
460	586.2	489.1	346.0	1.49
461	592.8	482.5	337.0	1.50
462	599.5	489.1	335.1	1.51
463	606.1	482.5	326.1	1.52
464	612.8	489.1	324.2	1.54
465	619.4	482.5	315.1	1.55
466	419.9	495.8	406.1	1.78

---

467	433.2	495.8	371.2	1.66
468	446.5	495.8	372.3	1.35
469	459.8	495.8	373.4	1.40
470	473.1	495.8	374.5	1.42
471	486.4	495.8	372.7	1.43
472	499.7	495.8	370.2	1.43
473	513.0	495.8	367.7	1.40
474	526.3	495.8	365.1	1.40
475	539.6	495.8	362.6	1.40
476	552.9	495.8	360.1	1.42
477	566.2	495.8	357.6	1.45
478	579.5	495.8	355.0	1.48
479	592.8	495.8	344.1	1.49
480	606.1	495.8	333.2	1.52
481	619.4	495.8	322.5	1.55

---

---

---

## Indice

1.Dati generali	1
2.Vertici profilo	2
3.Falda	3
4.Vertici strato .....1	4
5.Coefficienti parziali azioni	6
6.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno	6
7.Stratigrafia	6
8.Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]	6
Indice	16

---

***CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA***  
***LIVELLO 3***

---



CARTA DI MICROZONAZIONE  
SISMICA - Livello 3

Scala 1:5.000

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Fanano

FPGA, FA0105, FA0408, FA0711, FH0105, FH0510

Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali  
(classe del parametro di amplificazione)

1.3 - 1.4

1.5 - 1.6

Zone suscettibili di instabilità - Livello 3  
(classe del parametro di amplificazione e di FRT)

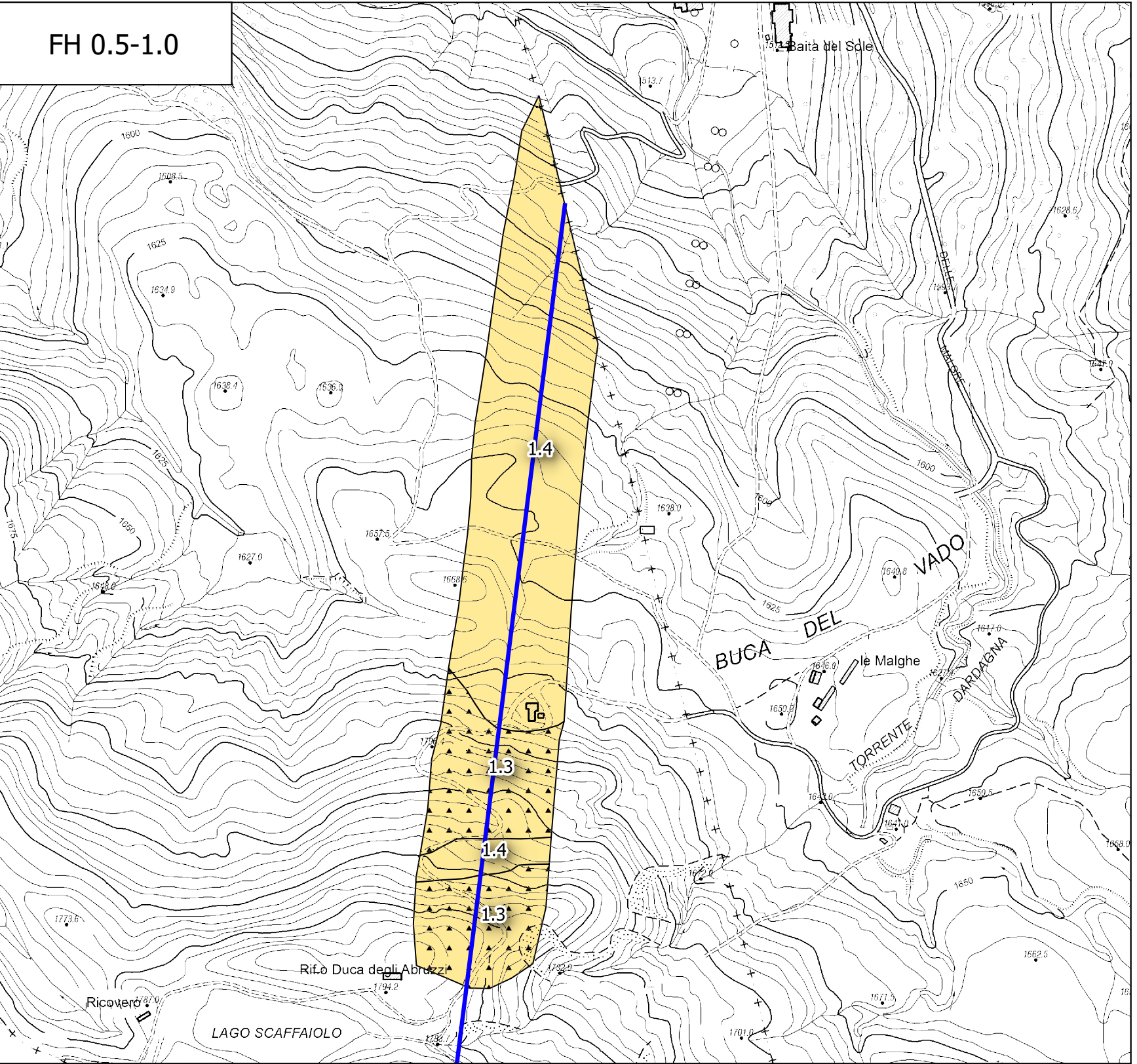
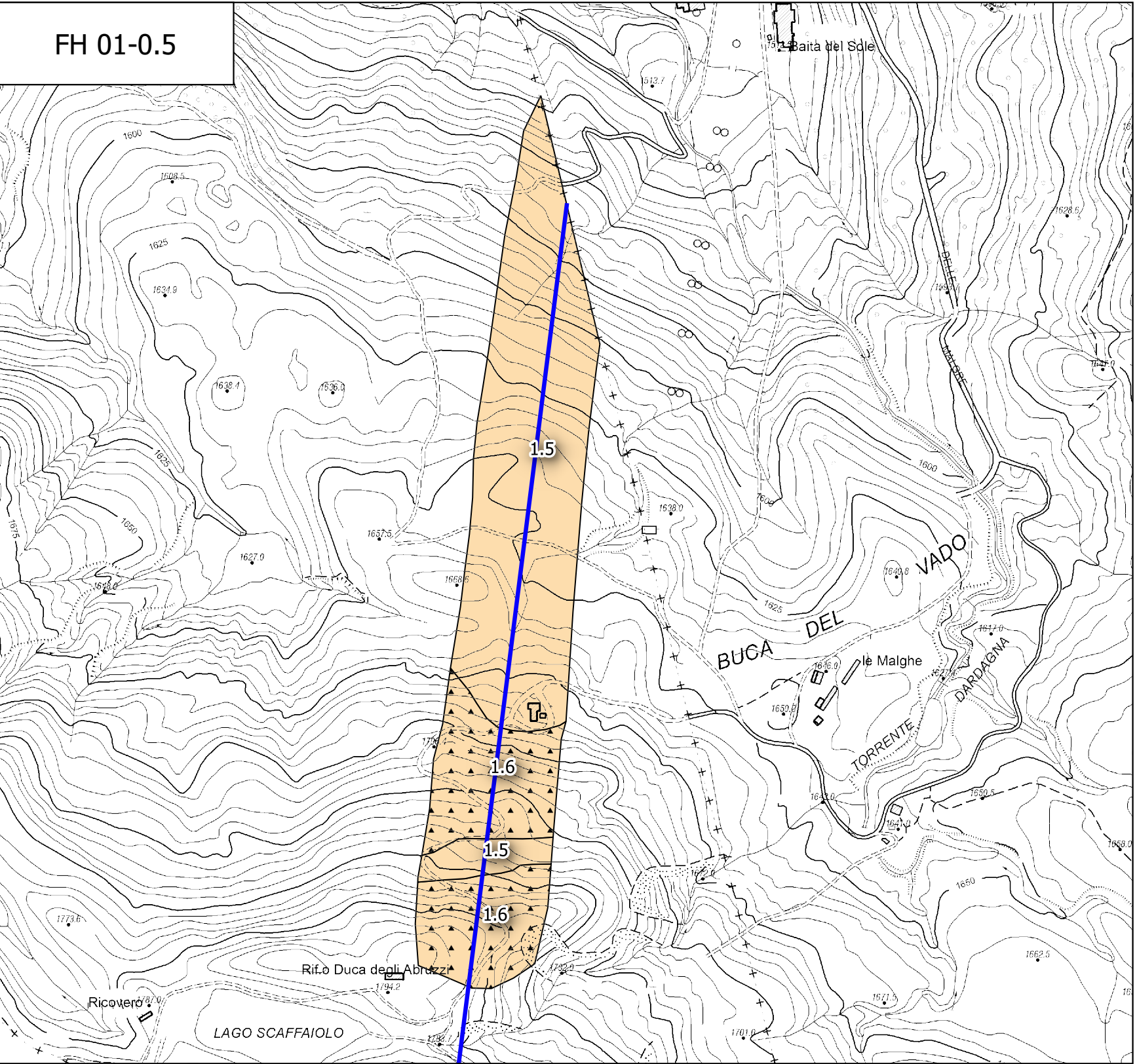
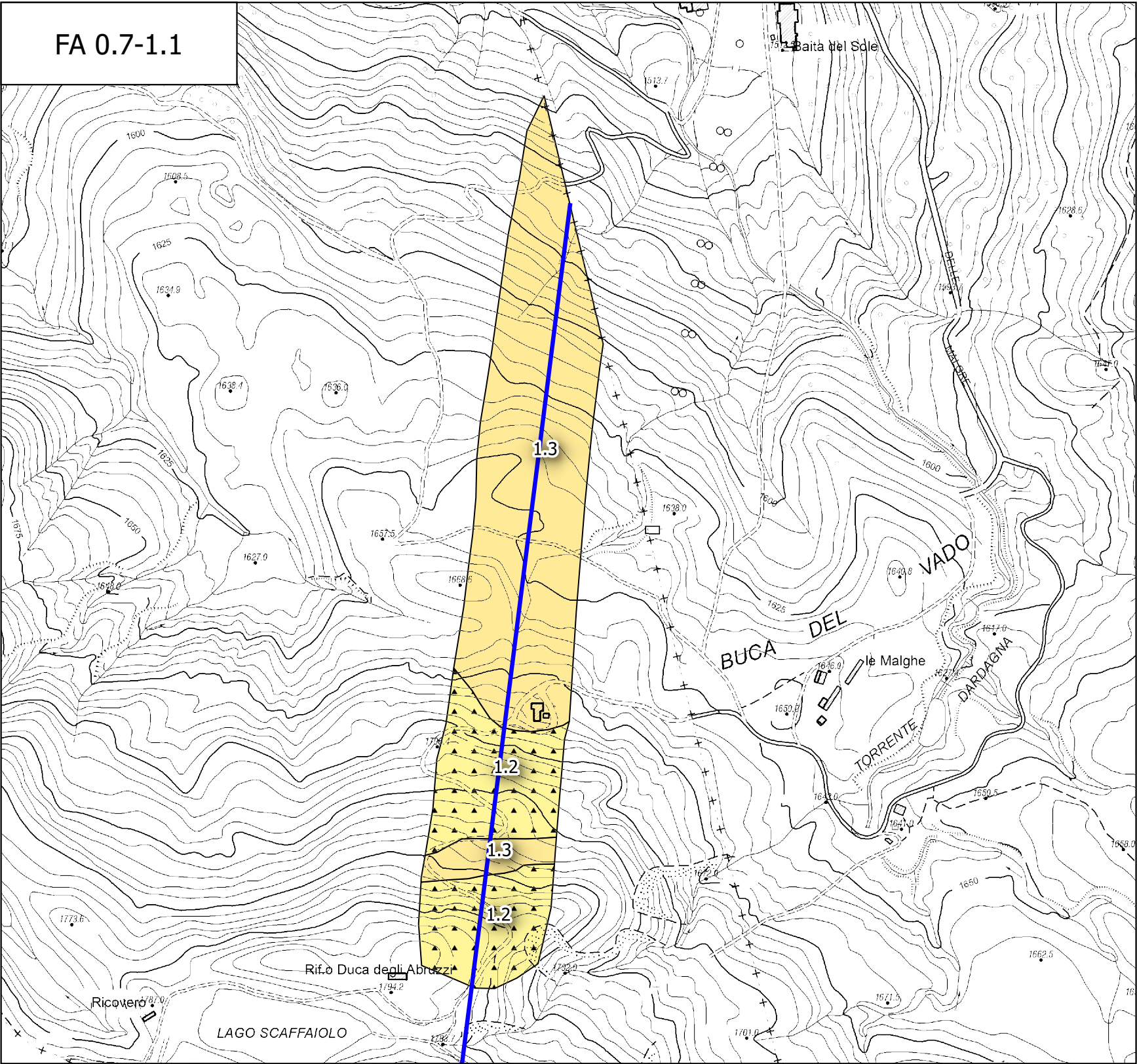
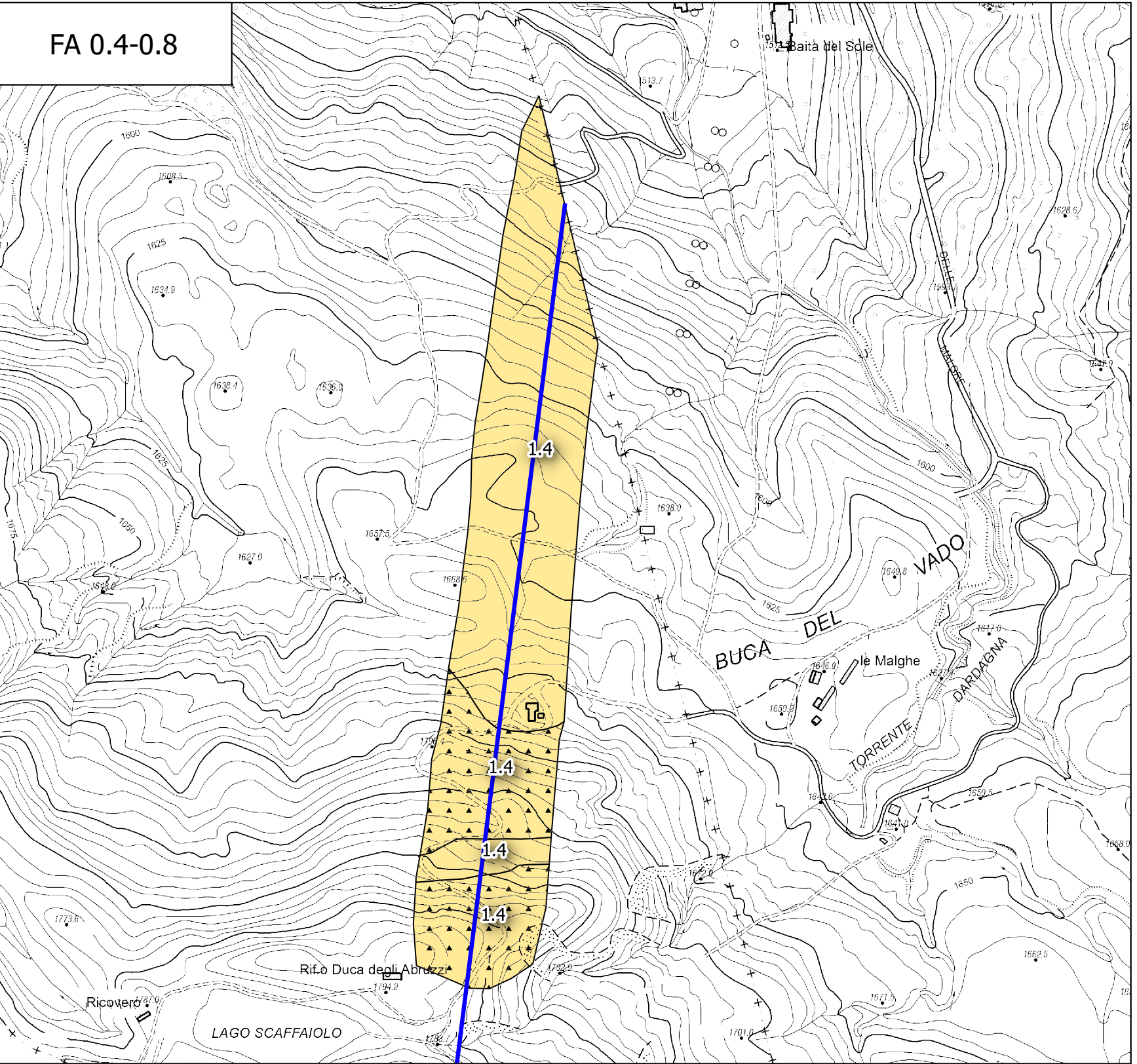
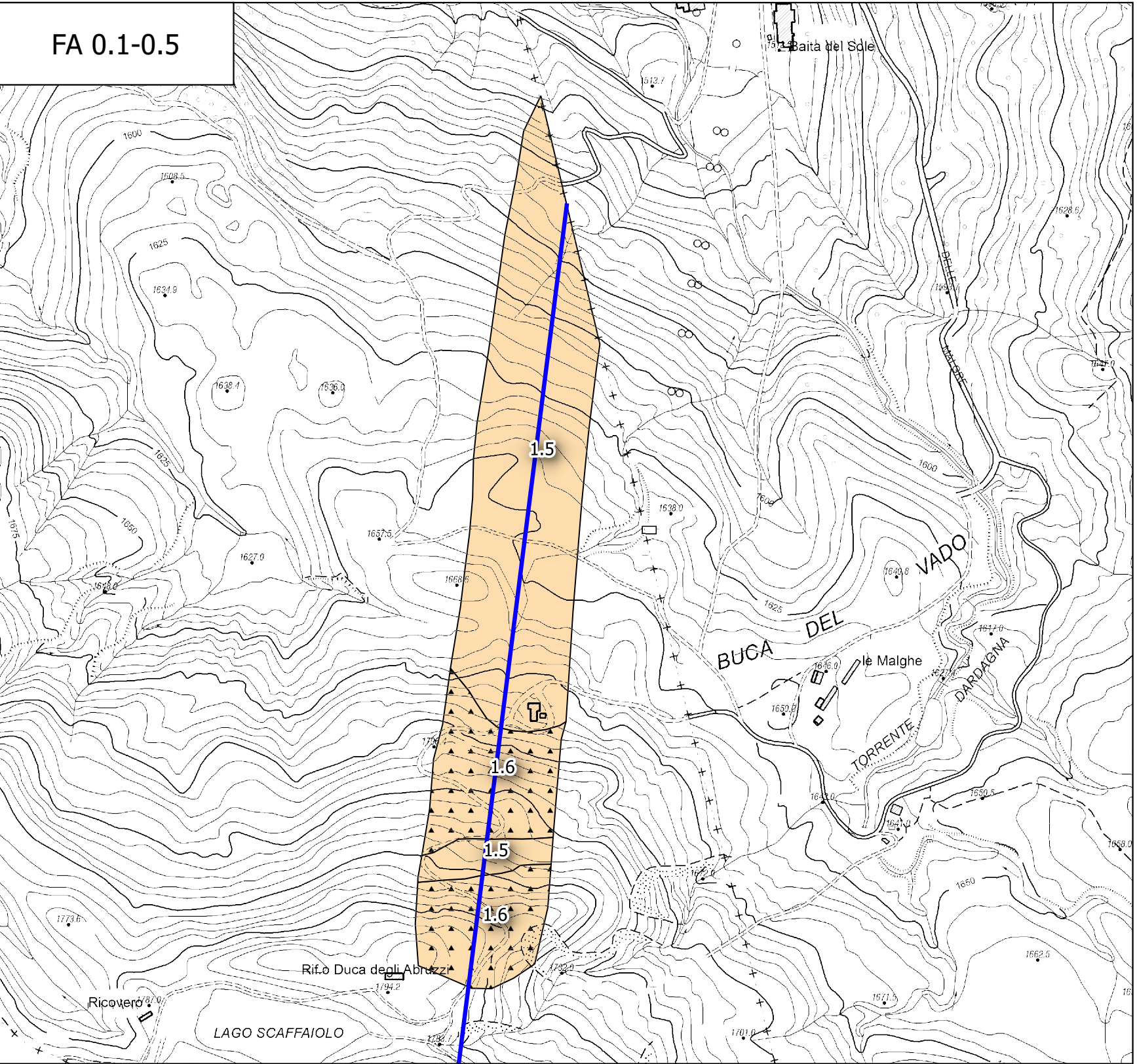
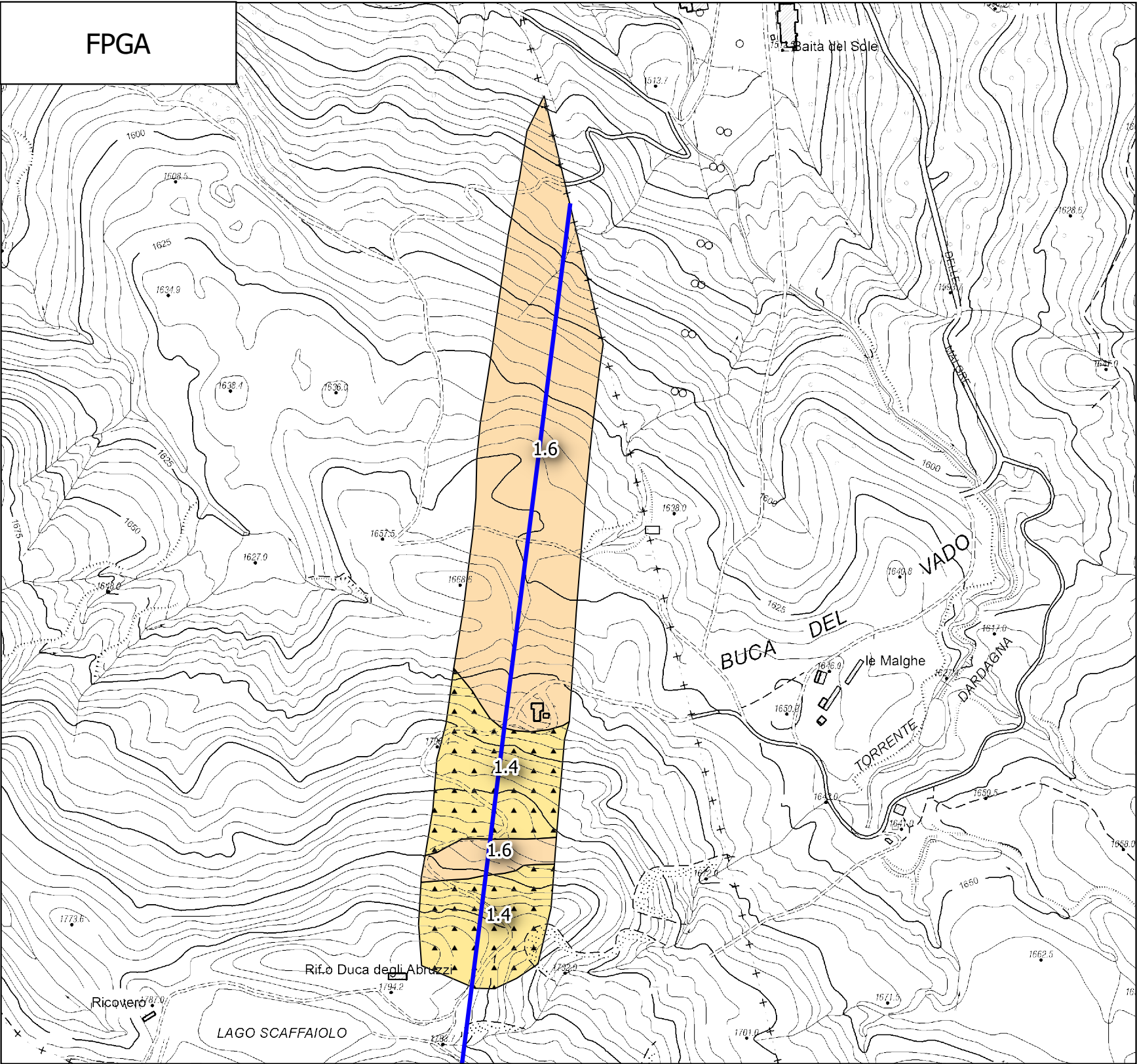
ZSfr - Zona di suscettibilità per frana in terra - 1.1 - 1.2  
FRT = (0-15 cm)

ZSfr - Zona di suscettibilità per frana in terra - 1.3 - 1.4  
FRT = (0-15 cm)

ZSfr - Zona di suscettibilità per frana in terra - 1.5 - 1.6  
FRT = (0-15 cm)

Traccia di sezione litostratigrafica

0 100 200 300 400 m





CARTA DI MICROZONAZIONE  
SISMICA - Livello 3

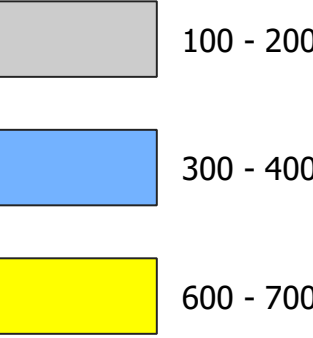
Scala 1:5.000

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Fanano

HSM, H0408, H0711

Legenda

Classe H



Zone suscettibili di Instabilità - Livello 3

..... ZSfr - Zona di suscettibilità per frane in terra  
..... FRT = (0-15 cm)

Traccia di sezione litostratigrafica

