

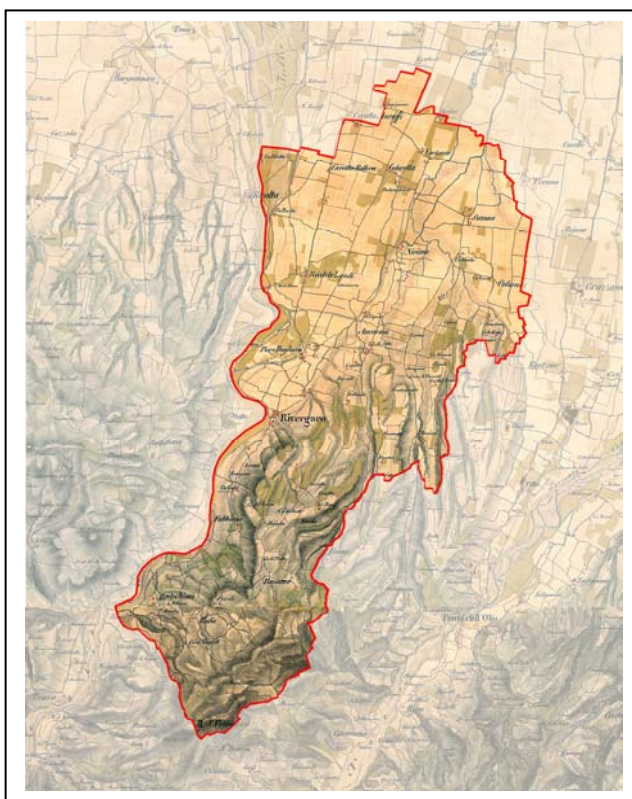


COMUNE DI RIVERGARO

Provincia di PIACENZA

# **PSC** PIANO STRUTTURALE COMUNALE

(L.R. 24 marzo 2000, n. 20 art. 28)



## QUADRO CONOSCITIVO B. SISTEMA AMBIENTALE

### ALLEGATO B.10 STUDIO DI DETTAGLIO DEPOSITO DI VERSANTE "RALLIO"

DICEMBRE 2018



## COMUNE DI RIVERGARO

PROVINCIA DI PIACENZA

### RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA RELATIVA ALLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' DI DEPOSITO DI DETRITO DI VERSANTE IN LOC. RALLIO



Committente:

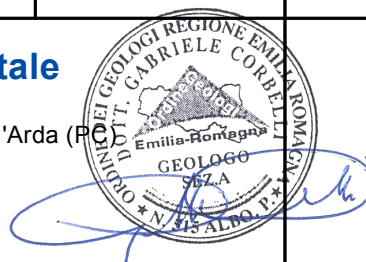
Comune di Rivergaro  
Via Roma, 23  
29029 Rivergaro (PC)

Data:  
Dicembre 2018



#### Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI  
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)  
Tel. 0523944096 - Fax 0523944096  
E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it



Sommario

1 -	PREMESSA.....	2
2 -	CARATTERI GENERALI.....	3
3 -	GEOLOGIA.....	3
4 -	GEOMORFOLOGIA.....	6
5 -	CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....	7
6 -	SISMICITA' DELL'AREA.....	7
7 -	INDAGINI GEOFISICHE E GEOTECNICHE DI APPROFONDIMENTO.....	15
7.1	Definizione del modello stratigrafico.....	16
7.2	Esiti prospezioni sismiche a rifrazione.....	17
7.3	Caratteristiche di velocità Vs.....	17
7.4	Indicazioni derivanti da prova HVSR.....	18
8 -	MICROZONAZIONE SISMICA.....	20
9 -	VERIFICHE DI STABILITA'.....	22
10 -	PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA.....	26

Elaborati :

Tavola 1 – Carta Geologico-Geomorfologica, scala 1:3.500

Tavola 2 – Carta dell'acclività, scala 1:3.500

Tavola 3 – Carta delle indagini geognostiche-geofisiche, scala 1:3.500

Tavola 4 – Carta dei fattori di amplificazione sismica, scala 1:3.500

Tavola 5 – Carta della pericolosità, scala 1:3.500

Allegati :

Allegato 1 – Documentazione indagini geognostiche

Allegato 2 – Documentazione prospezioni sismiche

Allegato 3 – Tabulati verifiche di stabilità dei pendii

## **1 - PREMESSA**

La presente relazione geologica costituisce approfondimento di studio del deposito di versante su cui sorge l'abitato di Rallio ai fini di una verifica di fattibilità geologica di modesti interventi edilizi di completamento dell'abitato.

Lo studio costituisce l'analisi locale di approfondimento di cui all'art. 31 commi 3 e 4 delle NTA del PTCP, redatta in coerenza con i criteri di cui all'art. 18 delle Norme del PAI e relative disposizioni attuative, e della Delib. G.R. n. 126/2002 e della Delib. C.I. dell'Autorità di bacino del fiume Po n. 16/2003.

L'ambito di studio, corrispondente al settore dove sorge l'abitato di Rallio, è stata interessata da approfondimenti di indagine geotecnica e geofisica, in parte derivanti da ricerca di archivio, in collaborazione con l'Ufficio Tecnico Comunale, eseguite a cura di vari tecnici a supporto di studi geologici a supporto di interventi edilizi privati ed in parte forniti da proprietari di aree rientranti nel settore di studio, consistenti in :

- n°6 prove penetrometriche dinamiche SCPT
- n°2 prove penetrometriche dinamiche DPSH
- n°5 stendimenti geofisici a rifrazione
- n°2 prospezioni geofisiche MASW e n°1 REMI per la determinazione del profilo di velocità delle onde di taglio Vs
- n°1 registrazione di rumore sismico HVSR

La distribuzione planimetrica delle prove eseguite sono riportate nella tavola allegata (Tavola 3).



## **2 - CARATTERI GENERALI**

L'abitato di Rallio si colloca nel settore meridionale del territorio comunale di Rivergarro, nell'ambito del versante in destra idrografica del Fiume Trebbia che si sviluppa dal rilievo di Monte Dinavolo verso il fondovalle del corso d'acqua.

L'area classificata come deposito di versante dalla Carta geologica regionale, e quindi come area di dissesto potenziale del PSC, interessa una vasta estensione di territorio che si sviluppa dall'abitato di Rallio verso nord—est fino al Rio Soprano.

La porzione interessata dall'approfondimento di indagine riguarda il settore più meridionale, corrispondente all'abitato di Rallio, compreso tra le quote di 325 e 300 m slm per una superficie di circa 74.000 mq.

## **3 - GEOLOGIA**

L'Appennino piacentino è costituito da un complesso edificio di strutture geologiche, denominate unità tettoniche, intendendo con questo termine dei corpi rocciosi delimitati alla base da una superficie di movimento che ne abbia determinato l'alloctonia; nel complesso l'assetto strutturale della catena è rappresentato dalla sovrapposizione di queste unità secondo un modello generale di thrust nord-est vergenti.

L'ambito territoriale in esame appartiene al margine appenninico costituito in zona dall'Unità tettonica Bettola, rappresentata dal Flysch di Val Luretta, che fa parte del Dominio Ligure; la formazione costituita da depositi torbiditici paleocenici, che sono stati coinvolti in una tettonica tardiva che li ha dislocati e deformati anche dopo gli eventi polifasati classici dell'Appennino Emiliano.

Lo schema tettonico dell'area è rappresentato nella Figura 1 e nella sezione di Figura 2 derivata dalla "Carta geologica d'Italia – F. 179 Ponte dell'Olio, scala 1:50.000.

La sezione 3-3' rappresentata nella Figura 3, derivata da Boccaletti et alii, 2010, evidenzia come la copertura ligure, assai spessa in catena, si assottiglia sino a scomparire presso la transizione morfologica tra collina e pianura, che dal punto di vista strutturale corrisponde al Fronte del thrust pedeappenninico (PTF secondo Boccaletti et alii, 2010); le sottostanti torbiditi mioceniche (M nella sezione) vanno quindi a costituire l'ossatura delle Pieghe emiliane,

caratterizzate da sovrascorrimenti e pieghe, tra le quali sono collocate le successioni padane, più o meno deformate, deposte dal Miocene superiore all'Olocene.

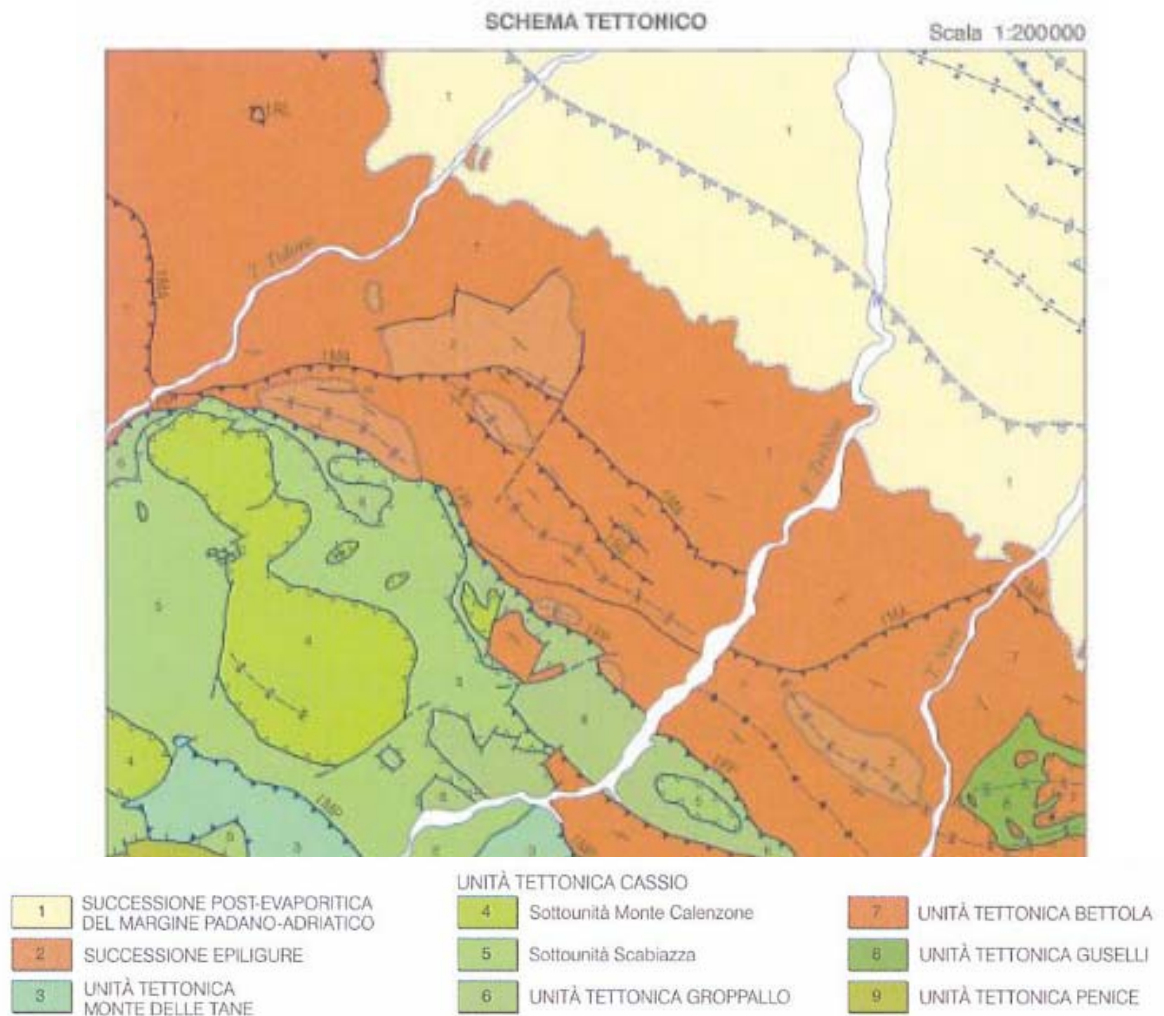


Figura 1 – Schema tettonico del settore in esame (da “Carta geologica d’Italia – F. 179 Ponte dell’Olio, scala 1:50.000)

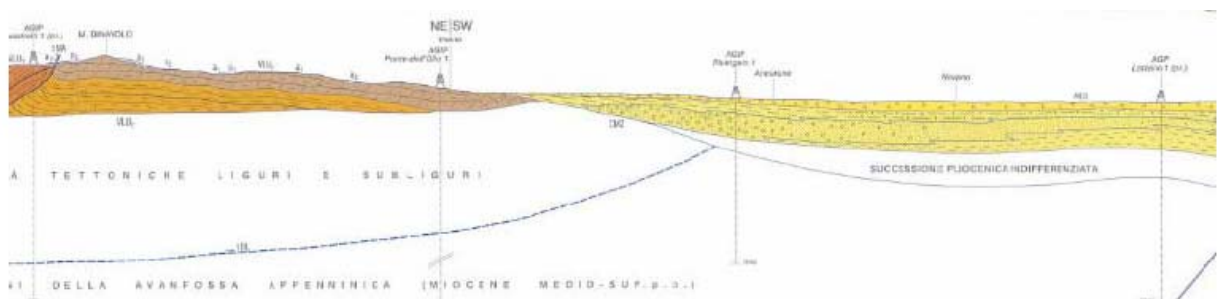


Figura 2 – Sezione schematica del margine pedecollinare nella zona di Veano; da “Carta geologica d’Italia – F. 179 Ponte dell’Olio, scala 1:50.000)

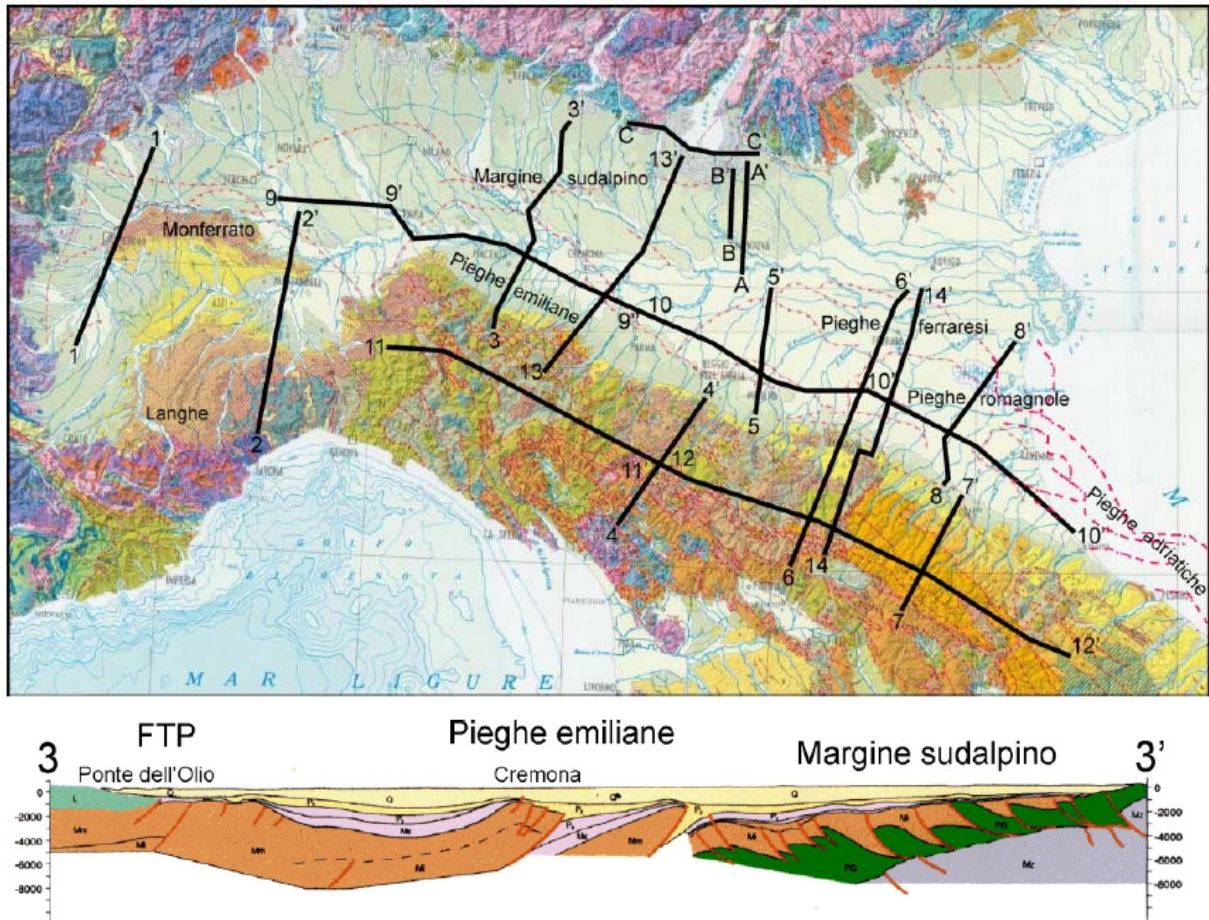


Figura 3 – Sezione sismogeologica trasversale all'Appennino settentrionale (da Boccaletti et alii, 2010, modificate).

Dal punto di vista geolitologico, il territorio collinare in esame, impostato su rocce appartenenti alla VLU3 - Membro di Genepreto, è costituito da una successione flyschoidale di alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree, con spessori variabili, con locali intercalazioni di arenarie e peliti. Il substrato è frequentemente ricoperto da una coltre di alterazione limoso-argillosa di spessore variabile, che può raggiungere valori anche maggiori di 5 m., nelle zone dove la conformazione morfologica ne favorisce lo sviluppo (versanti meno acclivi, docce topografiche).

La situazione strutturale di tale formazione è caratterizzata da una disposizione a pieghe e pieghe-faglia vergenti verso la pianura e parzialmente accavallate l'una sull'altra da faglie inverse orientate in direzione WNW-ESE.



#### 4 - GEOMORFOLOGIA

Il territorio in cui ricade anche l'area in esame, mostra i tipici lineamenti morfologici dell'alta collina piacentina, caratterizzati da una certa vivacità morfologica, con un andamento irregolare, accidentato; da una morfologia blanda, con dolci forme mammellonari fra loro regolarmente congiunte, si passa, anche bruscamente, a ripidi costoni, a solchi di erosione ed a zone conchiformi imputabili a fenomeni gravitativi generalmente antichi.

Nello specifico l'abitato di Rallio appare impostata nell'ambito di una costa spartiacque discendente in direzione NO dalle pendici di Monte Dinavolo, che si presenta stabile, anche per la favorevole condizione morfologica centrifuga rispetto la circolazione idrica e per il minore spessore di coltre eluvio-colluviale.



Figura 4 – Vista satellitare del settore investigato. Le linee verdi delimitano il deposito di versante su cui sorge l'abitato di Rallio, mentre le linee blu perimetrano i corpi di frana quiescente.

Le aree laterali al costoncino presentano condizioni di stabilità più precarie determinate dalla presenza di una coltre di alterazione di maggiore spessore, con possibilità di sviluppo di movimenti gravitativi, connessi all'imbibizione della coltre stessa (favorita dalla conformazione morfologica centripeta), che possono determinare la perdita di coesione del materiale e lo scivolamento verso valle.

Nella zona di impluvio posta a sud dell'abitato di Rallio si individua un corpo di paleofrana interessante una vasta superficie fino al fondovalle del Fiume Trebbia e delimitato a sud-ovest dall'incisione del Rio Fontana Cavalla.

Nel complesso il versante presenta debole pendenza in corrispondenza del costoncino spartiacque su cui sorge il nucleo storico dell'abitato di Rallio (acclività media < 3%), con aumento dell'acclività allontanandosi dallo stesso (dove raggiunge valori di 20-30 %), in direzione delle zone di impluvio.

## **5 - CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI**

Il versante interessato presenta un sistema di drenaggio costituito da una serie di rii, alimentati anche da scaturigini sorgentizie, che discendono dal rilievo di Monte Dinavolo, confluendo nel Fiume Trebbia, rappresentati dal Rio Fontana Cavalla e dal Rio Piccolo a sud dell'abitato di Rallio e dal Rio degli Amadei a nord; il settore a monte di Rallio risulta caratterizzato da una significativa circolazione idrica sotterranea, connessa alla presenza di ammassi rocciosi permeabili per fessurazione secondaria, costituenti i rilievi della zona.

Per quanto concerne la circolazione idrica sotterranea del settore investigato, sulla base delle informazioni a disposizione, in particolare l'esito delle misurazioni eseguite nelle indagini disponibili, l'area è caratterizzata da una falda idrica con caratteri di stagionalità, ed interessante la coltre detritica superficiale.

## **6 - SISMICITA' DELL'AREA**

### **Inquadramento sismotettonico**

La sintesi delle attuali conoscenze in termini di dati sismologici e degli elementi strutturali attivi è stata sintetizzata nella Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, pubblicata nel 2004 a cura del Servizio Sismico e dei Suoli regionale, di cui si riporta uno stralcio nella Figura 6.

L'Appennino è una catena a thrusts che si è strutturata principalmente in età neogenica ma che mostra morfologie estremamente giovani, evidenze di sollevamenti recenti e una costante sismicità, che testimoniano come il processo di costruzione della catena sia ancora attivo.

Le maggiori evidenze di strutture attive, sia da profili sismici che da osservazioni di campagna, sono state rilevate nel settore del margine appenninico compreso tra Salsomaggiore e la valle

dell'Idice, sul fronte sepolto delle "pieghe emiliane" tra Piacenza e Reggio Emilia e al tetto della dorsale ferrarese tra Reggio Emilia e le Valli di Comacchio.

Negli affioramenti lungo il margine piacentino, non sono presenti chiare evidenze di deformazioni recenti; i depositi della successione del margine si presentano pressoché indeformati e si immergono blandamente sotto i depositi alluvionali padani.

Anche dai profili sismici risulta che l'unica struttura importante che mostra attività tardo-quaternaria è il fronte sepolto dell'alto di Chero-Carpaneto che rappresenta la prosecuzione verso SE del thrust di Stradella.

Le principali strutture attive riconosciute sono rappresentate anche nella figura 5 derivata da Benedetti et al. (2003).

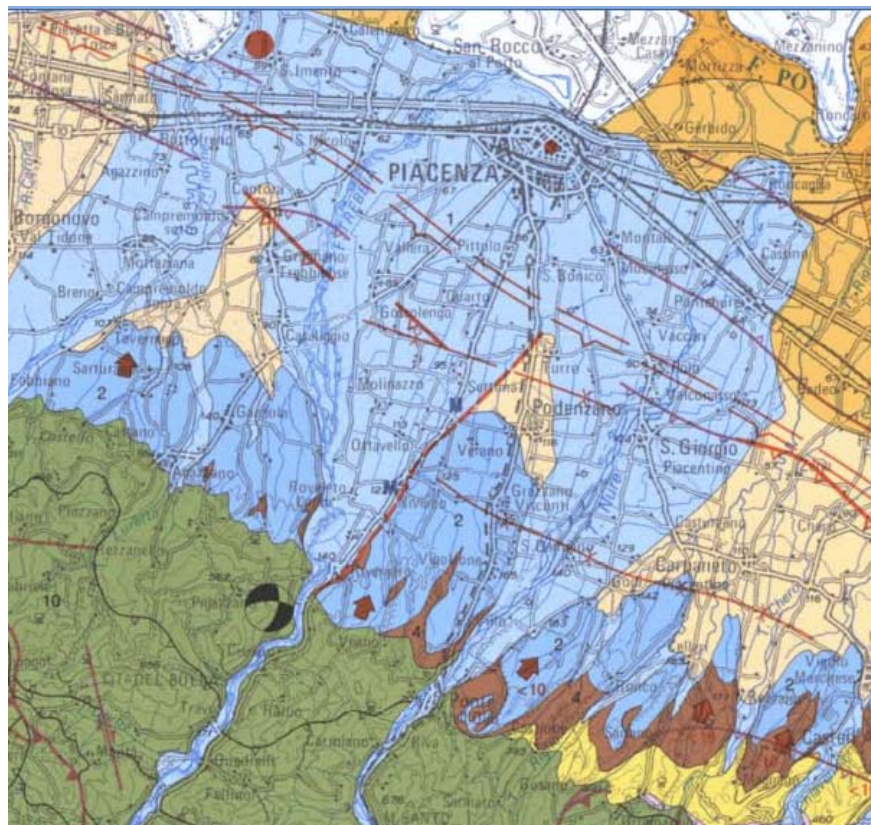


Figura 6 - Estratto Carta Sismotettonica della Regione E.R. – Servizio Geologico Regionale - 2004



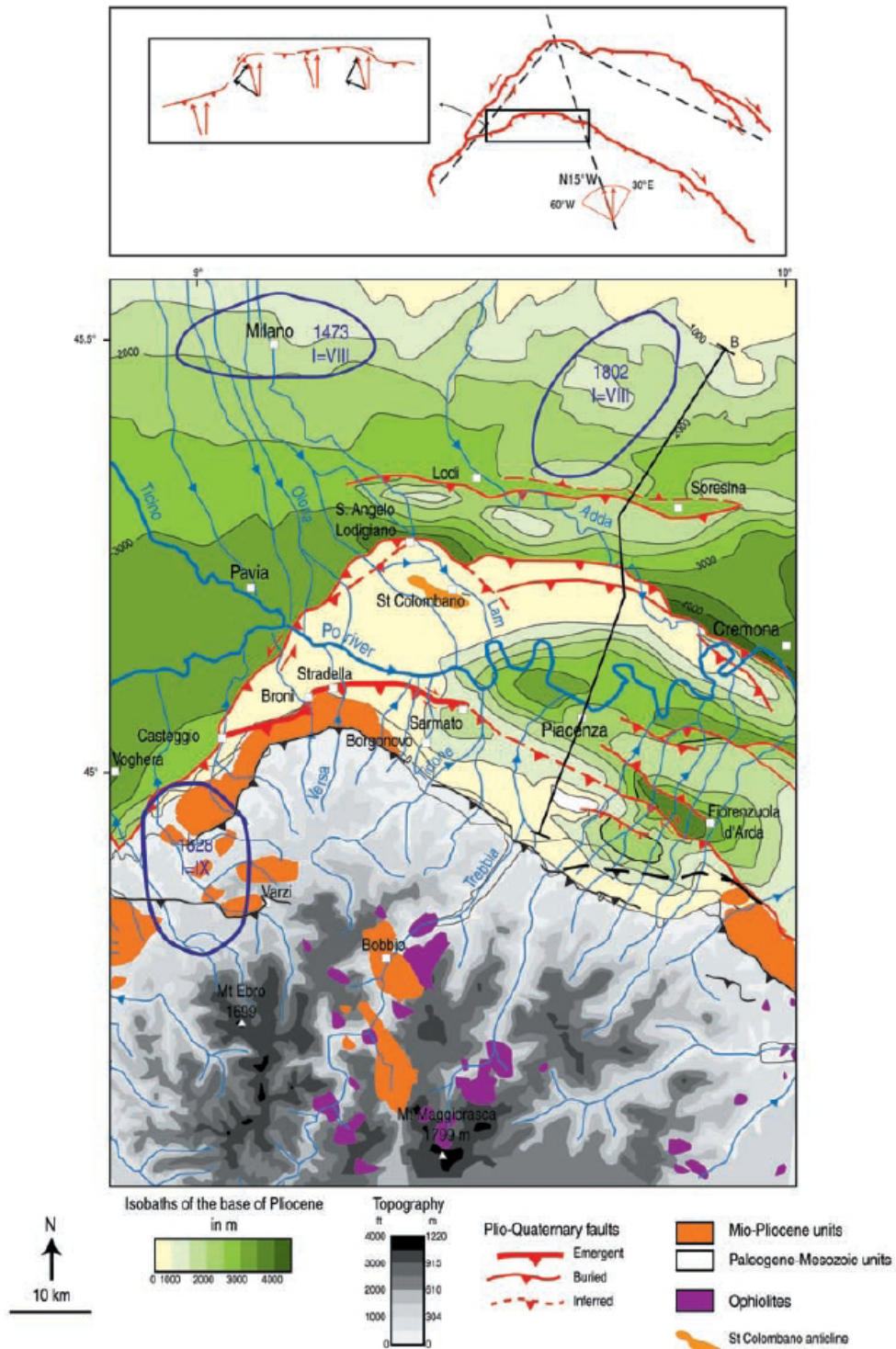


Figura 7 - Carta sismotettonica della regione di Pavia-Piacenza. da Benedetti L. et alii (2003)



### **Zonazione sismogenetica**

In questa sede è stata esaminata la zonazione sismogenetica denominata ZS9, contenuta nel Rapporto Conclusivo della “Mappa di pericolosità sismica” redatta dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nell’aprile 2004, che partendo dalla revisione della precedente zonazione ZS4, è stata aggiornata sulla base di evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni aggiornate del potenziale sismogenetico.

Per quanto riguarda il settore nord –occidentale dell’Appennino settentrionale, le cui zone sismotettoniche riconosciute sono rappresentate in Figura 8, si distingue la zona 911, comprendente il cosiddetto “arco di Pavia” e le strutture ad esso relative, che rappresenta il limite settentrionale dell’arco appenninico, costituendo un ruolo di svincolo tra il sistema alpino e quello appenninico; il meccanismo di fagliazione prevalente risulta essere trascorrente.

La zona 912, longitudinale rispetto all’asse della catena appenninica, rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell’arco appenninico settentrionale; il meccanismo di fagliazione prevalente risulta indeterminato.

Questa zonazione è stata elaborata riferendosi anche i più recenti background informativi sui terremoti ed in particolare le ultime banche dati relative alle sorgenti sismogenetiche italiane DISS1 2.0 ed il già citato catalogo CPTI2.

La figura 9 evidenzia la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database più aggiornato e disponibile DISS 3.1. (Database of Individual Seismogenic Sources a cura dell’INGV), da cui si evidenzia che l’area indagata si colloca tra due “fasce” sismogenetiche:

- ITCS044 Portalbera-Cremona con magnitudo attesa **Mw 5,5**.
- ITCS045 San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro con magnitudo attesa **Mw 5,5**.

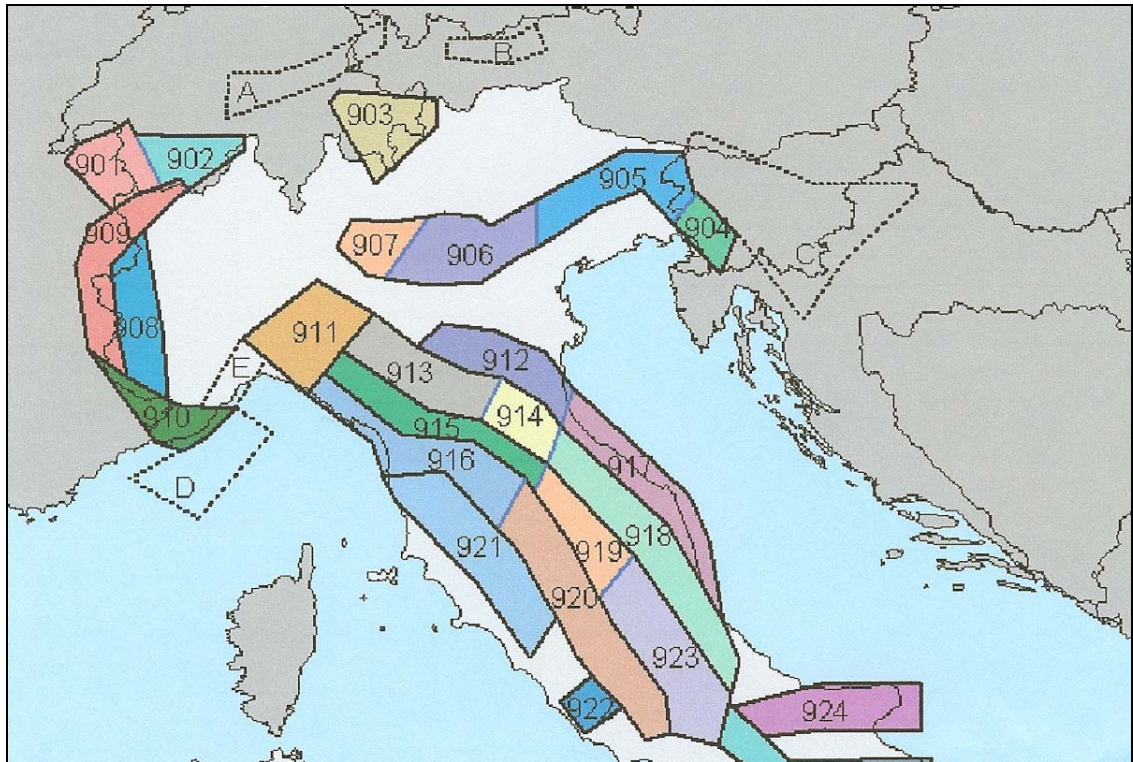


Figura 8 - Zonazione sismogenetica ZS9 – I.N.G.V. 2004

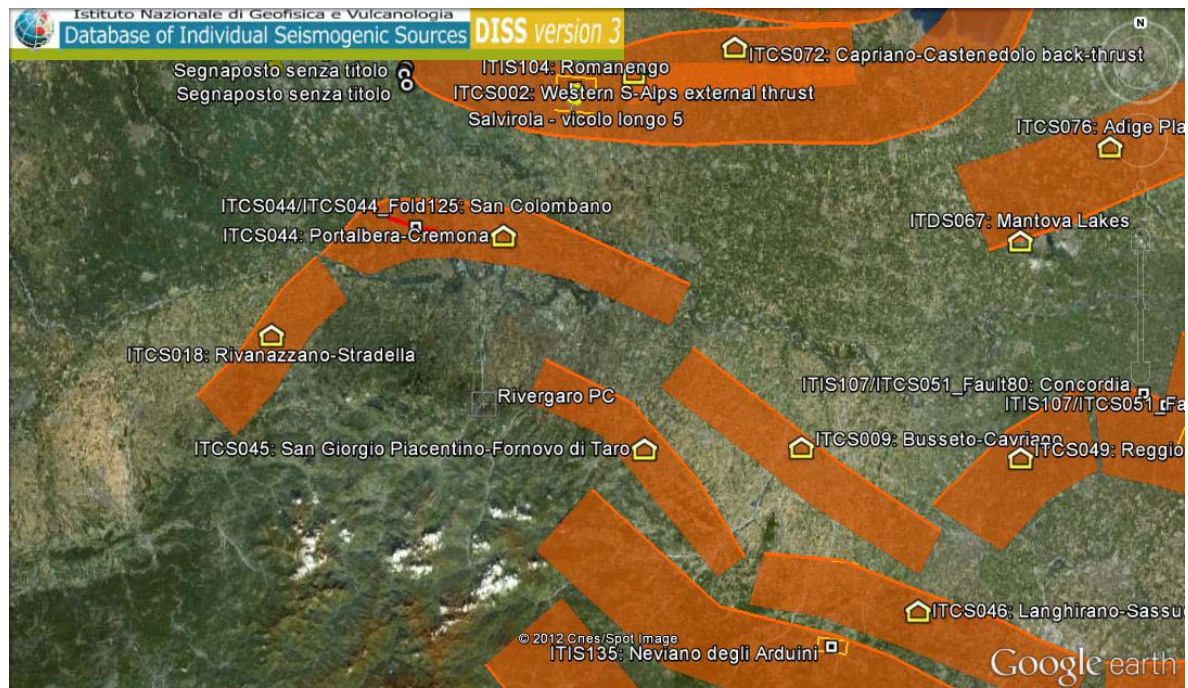


Figura 9 - Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.1 (foto aerea: Google Earth). Le sigle ITCS corrispondono alle sorgenti sismogenetiche composite riconosciute DISS (versione aggiornata 3.), rappresentate in colore arancione.

### Sismicità storica

L'Emilia-Romagna rappresenta un settore della catena appenninica esterna caratterizzato da una sismicità frequente che può essere definita media in relazione alla sismicità nazionale, con ipocentri dei terremoti localizzati non solo nella crosta superiore ma anche nel mantello.

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IXX grado della scala MCS. Nel settore indagato i fenomeni sismici risultano di minore energia (Magnitudo < 5,5).

In riferimento agli eventi tellurici storici è stato esaminato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11), aggiornato recentemente con i dati disponibili fino all'anno 2006 a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Servizio Sismico Nazionale (A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. *CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna,*), esso rappresenta un aggiornamento del precedente Catalogo CPTI1, di cui viene rappresentato in Figura 10 un estratto. (con la rappresentazione per classe di magnitudo  $M_w$ ).

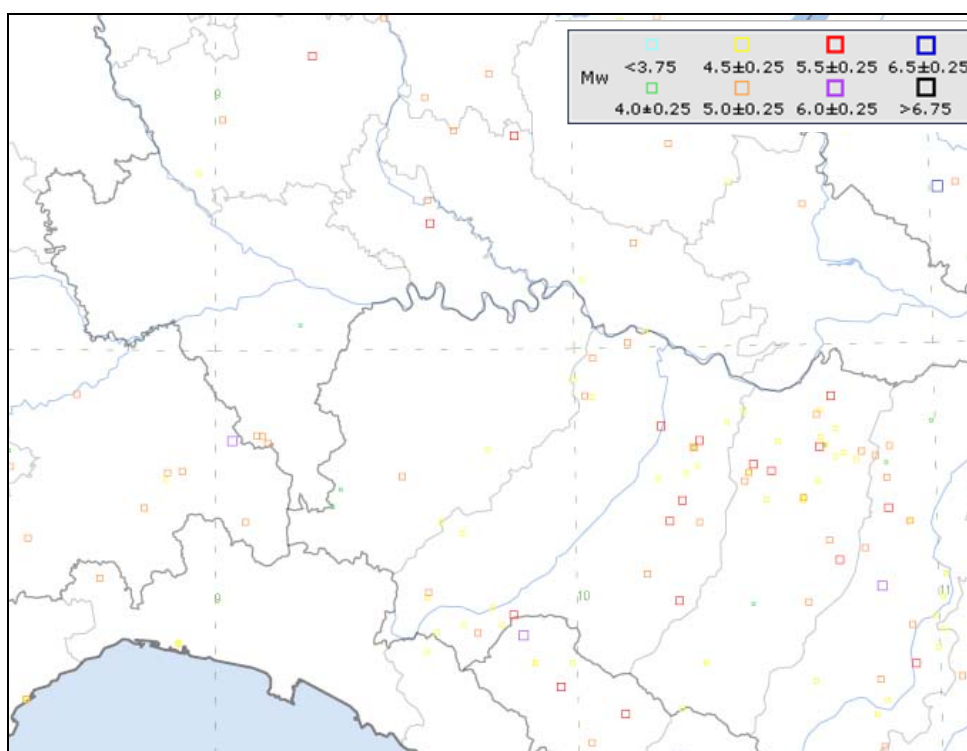


Figura 10 - Distribuzione degli epicentri (anni dal 1000 al 2006) per classi di magnitudo relativa al Catalogo CPTI11 A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>

Gli eventi tellurici più significativi risentiti a Rivergaro sulla base del Database Macrosismico Italiano (DBMI 11) sono rappresentati nella Figura 11 .

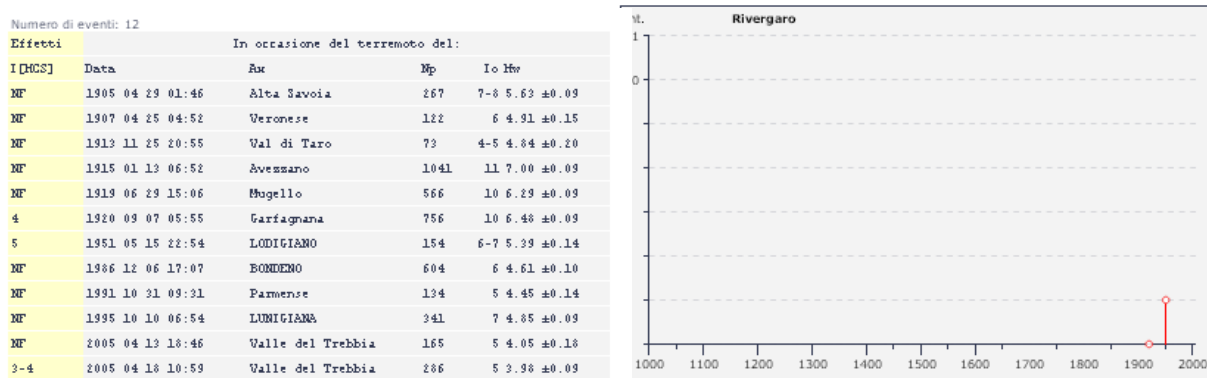


Figura 11 – Serie storica di eventi sismici per il Comune di Rivergaro (anni dal 1000 al 2006) da DBMI 11, M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (eds.), 2011. DBMI11, the 2011 version of the Italian Macroseismic Database. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>.

### Pericolosità sismica

Per quanto riguarda la pericolosità sismica di base, in riferimento alle indicazioni di cui all'Allegato 4 della DGR 2193/2015, il valore di  $a_{refg}$ , ovvero dell'accelerazione massima orizzontale, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni corrispondente al periodo di ritorno di 475 anni, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, è stato ottenuto interpolando i valori di  $a_{refg}$  relativi ai punti della griglia con passo 0.05 gradi elaborati da INGV.

Per il sito in esame, si ottiene il seguente valore di  $a_{refg}$

Sito in esame.

latitudine: 44,871041  
 longitudine: 9,575576  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14929	Lat: 44,8697	Lon: 9,5415	Distanza: 2689,033
Sito 2	ID: 14930	Lat: 44,8720	Lon: 9,6119	Distanza: 2864,101
Sito 3	ID: 14708	Lat: 44,9219	Lon: 9,6087	Distanza: 6228,992
Sito 4	ID: 14707	Lat: 44,9196	Lon: 9,5382	Distanza: 6151,543

**$a_{refg} = 0,103$**

Lo studio di disaggregazione di  $a_g$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, permette di stimare il contributo in termini di magnitudo e distanza dei vari terremoti che contraddistinguono la sismicità della zona; utilizzando il programma di calcolo messo a disposizione da INGV (di cui si riporta in Figura 12 l'elaborazione), risulta che i terremoti che contribuiscono maggiormente alla sismicità della zona di Rallio risultano di magnitudo compresa tra 4,0 e 5,0 che si sviluppano



entro 10 km. di distanza. Si segnala anche una significativa percentuale pari a 7-9 % di terremoti con magnitudo 5,0-5,5 entro una distanza di 20 km dal sito.

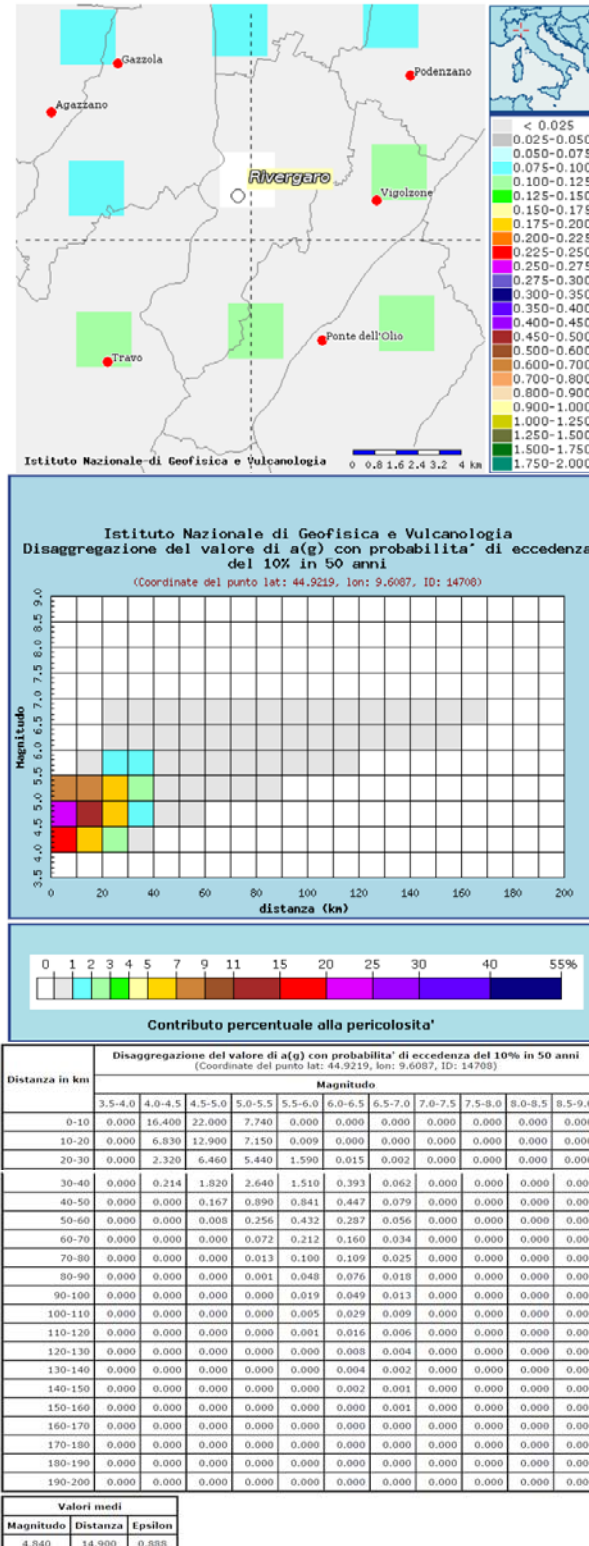


Figura 12 - Disaggregazione del valore di a(g) da INGV

## 7 - INDAGINI GEOFISICHE E GEOTECNICHE DI APPROFONDIMENTO

Per l'approfondimento delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dell'area investigata sono stati in primo luogo ricercati i dati geognostici e geofisici disponibili presso l'Ufficio Tecnico Comunale, che sono raccolti nell'Allegato 1, consistenti in :

- n°2 prove penetrometriche dinamiche SCPT spinte fino a profondità di 5 m dal p.c. (a cura di Dr. Geol. Cavazzuti)
- n°2 prove penetrometriche dinamiche DPSH spinte fino a profondità di 6 m. dal p.c. (a cura di Dr. Geol. Roverselli)
- n°1 carotaggio eseguito nell'ambito del progetto di bonifica del pozzo 4 ENI (a cura di Tecno In) spinto fino a profondità di 72 m
- n°2 stendimenti geofisici a rifrazione (a cura di Dr. Geol. Roverselli)
- n°1 registrazione di rumore sismico HVSR eseguita per Studio di Microzonazione Sismica comunale
- n°1 stendimento sismico a rifrazione e n°1 prospezione REMI eseguita a corredo del PSC

Sono state rese disponibili dalle proprietà di alcuni lotti, ulteriori indagini geognostiche e geofisiche eseguite direttamente nell'ambito delle aree interessate dallo studio di approfondimento consistenti in :

- n°4 prove penetrometriche dinamiche SCPT spinte fino a profondità di 4/7 m. dal p.c. (a cura di Dr. Barbieri)
- n°2 stendimenti geofisici a rifrazione (a cura di Ambrogeo srl)
- n°2 prospezioni geofisiche MASW (a cura di Ambrogeo srl)

L'ubicazione delle indagini disponibili ed eseguite per l'approfondimento in oggetto è rappresentato nella planimetria allegata (Tavola 3).

## 7.1 Definizione del modello stratigrafico

Le risultanze delle indagini geognostici disponibili forniscono un'indicazione complessivamente univoca della locale successione stratigrafica, con differenze delle potenze degli orizzonti incontrati tra le varie verticali indagate.

In generale si registra la presenza di una coltre di copertura detritica costituita da una matrice prevalentemente limoso-argillosa inglobante frammenti litoidi, sovrastanti il substrato roccioso riferibile alla formazione del Flysch di Val Luretta.

Per quanto riguarda la determinazione dei parametri di resistenza al taglio dei materiali interessati, le prove penetrometriche dinamiche disponibili, pur fornendo buone indicazioni sulle caratteristiche geotecniche dei materiali in condizioni non drenate, utili per valutazioni "a breve termine", non consentono l'acquisizione dei parametri geotecnici in condizioni drenate necessari per valutazioni "a lungo termine".

Poiché non si dispone di prove di laboratorio su campioni indisturbati, che avrebbero reso possibile l'acquisizione dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate, viene fornita un'indicazione dei parametri geotecnici minimi sulla base di prove eseguite su terreni analoghi.

Unità A	Strato vegetale e copertura eluvio-colluviale di medio-bassa consistenza Profondità 0,00-1,20/2,10 m. Nspt = 5÷7 colpi Coesione non drenata $c_u = 66$ kPa Peso di volume = $1,86$ t/m <sup>3</sup>
Unità B	Detrito in matrice limoso-argillosa di medio-alta consistenza con inclusi lapidei probabilmente calcarei ed arenacei. Profondità 1,20/2,10 – 3,30/6,60 m. Nspt = 9÷16 colpi Coesione non drenata $c_u = 126$ kPa Coesione di picco $c' = 15$ kPa (su base bibliografica) Angolo di attrito di picco $\phi = 23^\circ$ (su base bibliografica)
Unità C	Substrato roccioso di natura calcareo-pelitica riferibile al Flysch di Val Luretta – Membro di Genepreto Profondità > 3,30/6,60 m. NSPT > 70 colpi Coesione di picco $c' = 25$ kPa (su base bibliografica) Angolo di attrito di picco $\phi = 28^\circ$ (su base bibliografica)



## 7.2 Esiti prospezioni sismiche a rifrazione

Il rilievo sismico a rifrazione, consente di determinare la velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali P in mezzi aventi caratteristiche elastiche diverse e di individuare le superfici di discontinuità tra questi.

I dati disponibili relativi agli stendimenti sismici forniti sono rappresentati nelle sezioni di velocità sismiche (raccolte nell'Allegato 2), rappresentate sia per isovelocità sia tramite colori; la scala cromatica evidenzia i cambiamenti di velocità ritenuti più significativi.

L'esame delle sezioni sismiche disponibili consente la distinzione dei vari strati secondo le loro caratteristiche sismiche.

**Strato superficiale**, con velocità  $V_p$  minori di 900 m/s e spessori di 3-4 fino a massimi di 6-7 m. Tale unità, unitamente corrisponde alla copertura detritica a vario grado di consistenza, riferibile alla coltre eluvio-colluviale/detritica a peggiori caratteristiche geotecniche. (Unità A-B)

**Strato intermedio**, con velocità  $V_p$  generalmente comprese fra 1200 e 1800 m/sec e spessori variabili da 4-6 m fino a massimi di 10-12 m. Tale orizzonte è correlabile alla porzione fratturata del substrato riferibile al Flysch di Val Luretta (Unità C).

**Orizzonte di fondo**, con velocità sismiche  $V_p$  superiori a 1800-2000 m/s. L'unità è correlabile al substrato più compatto riferibile al Flysch di Val Luretta.

## 7.3 Caratteristiche di velocità $V_s$

Per quanto riguarda le caratteristiche di velocità delle onde S è stato possibile fare riferimento alle prospezioni sismiche disponibili consistenti in prove REMI (Refraction Microtremotremor) e MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) corrispondenti agli stendimenti a rifrazione sopra descritti e raccolti nell'Allegato 3.

Nel complesso i profili di velocità  $V_s$  evidenziano la presenza di un substrato flyschoidale riferibile alla Formazione di Val Luretta, membro di Genepreto, caratterizzato generalmente da  $V_s < 800$  m/s, con valori di  $V_sH$  pari a circa 270 m/s e spessori della copertura pari a  $H = 10-15$  m ; i dati a disposizione sono raccolti nella tabella seguente, mentre i profili di velocità sono riportati nel diagramma di figura 13.

Tabella 1 - Valori di Vs da prove geofisiche disponibili

ID_LN	Tipo indagine	VsH (m/s)	H (m)
033038L9	REMI	272	14,8
033038L54	MASW	288	10,5
033038L55	MASW	279	9,6

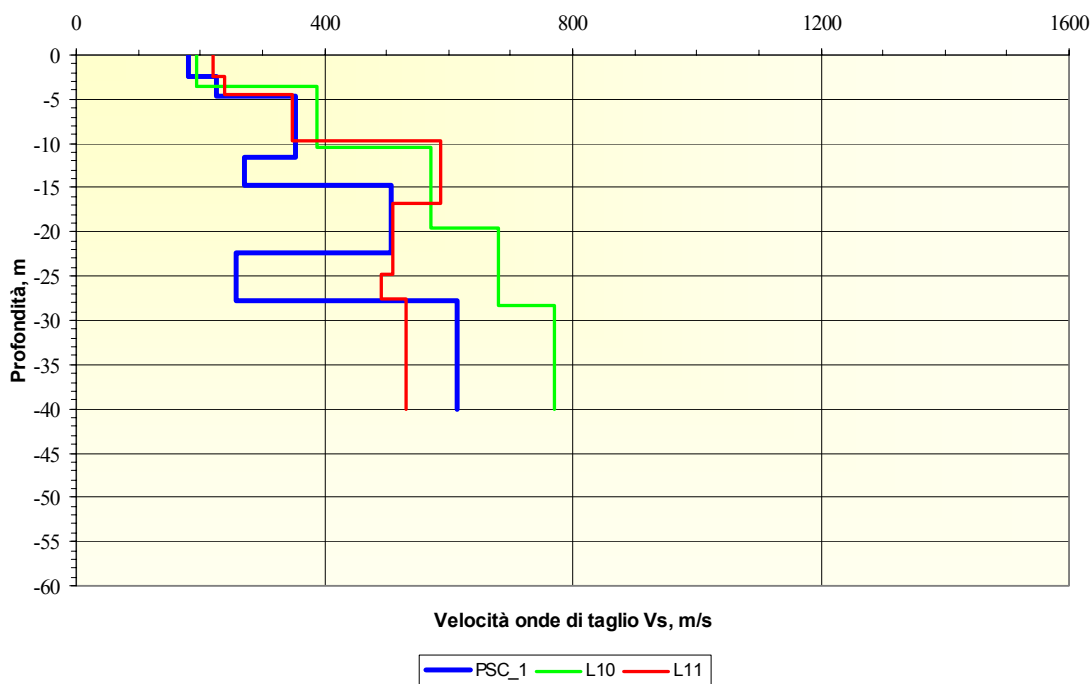


Figura 13 - Profilo valori di Vs - Rallio

#### 7.4 Indicazioni derivanti da prova HVSR

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è generalmente finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito; esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

In relazione alla registrazione eseguita nel corso dello Studio di Microzonazione Sismica comunale 2018 presso la Chiesa di Rallio mediante misurazione dei microtremori con strumentazione "Echo.3" dotato di geofono 3D (riportata nell'Allegato 2) è stata ottenuta la curva dell'andamento del rapporto spettrale H/V, che consente di individuare il picco di frequenza più significativo.

Le registrazioni eseguite e l'interpretazione dei dati della prospezione HVSR sono dettagliatamente descritte nell'Allegato 2; il picco di frequenza individuato pari **2.60 Hz**, che

soddisfa in criteri SESAME relativamente alla significatività del picco stesso (ampiezza picco 3,63).

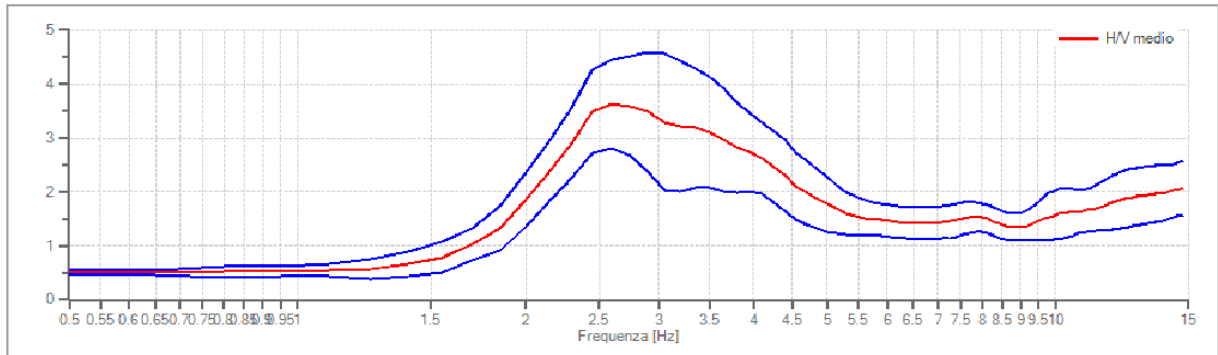


Figura 14 - Spettro di risposta H/V

Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla relazione:  $f=V_s/4h$  (formula semplificata) dove  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e  $h$  è lo spessore di detto strato.

E' possibile quindi fornire una stima della profondità del bedrock sismico, indicativo di un significativo contrasto di impedenza, pari a circa 25 m. dal p.c., da riferirsi con ogni probabilità a bancate calcaree più compatte nell'ambito del substrato roccioso costituito dalla formazione del Flysch di Val Luretta, Membro di Genepreto.

## 8 - MICROZONAZIONE SISMICA

In questa sede sono stati recepiti gli esiti dello Studio di Microzonazione Sismica recentemente elaborato per conto del Comune di Rivergarro, che è stato approvato dal Servizio Geologico Regionale in data 7/12/2018.

Il territorio comunale è stato sottoposto ad analisi di Livello 2 impiegando procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule), possibili laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

L'amplificazione è stata quantificata in termini di parametri  $F_{PGA}$ ,  $FA_{0,1-0,5s}$ ,  $FA_{0,5-1s}$ ,  $FA_{0,5-1,5s}$  che esprimono l'amplificazione per motivi stratigrafici, eventualmente incrementati con il fattore di amplificazione per cause topografiche ST.

I coefficienti di amplificazione sono stati stimati impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (punti A2.1 e A2.2) della DGR 2193/2015, espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale ( $F_{PGA}=PGA/PGA_0$ ) sia di rapporto di Intensità di Housner ( $SI/SI_0$ ) per prefissati intervalli di periodi ( $FA_{0,1-0,5s}$ ,  $FA_{0,5-1s}$ ,  $FA_{0,5-1,5s}$ ), dove  $PGA_0$  e  $SI_0$  sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento ricavabili dal data base regionale e  $PGA$  e  $SI$  sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Per il settore di Rallio, in riferimento agli ambienti geo-litologici definiti dall'Allegato A2 degli indirizzi regionali (DGR 21.12.2015, n° 2193) è stato fatto riferimento all'ambiente Appennino con substrato rigido non rigido ( $V_s \ll 800$  m/s), di seguito elencati con i relativi abachi per la determinazione del fattore di amplificazione :

**APPENNINO** (Zone collinari e montane) in caso di substrato non rigido  $V_s \ll 800$  m/s

	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	
10	2.3	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	
15	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	
20	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	
25	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
30		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
35		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
40		2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2

Fattori di Amplificazione **PGA**. Colonna 1  $H$  (m), riga 1  $V_{sH}$  (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.1	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.7	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	
20	2.6	2.6	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	
25	2.6	2.6	2.5	2.3	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	
30		2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	
35		2.4	2.4	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2
40		2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2
50		2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI1** ( $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$ ). Colonna 1  $H(m)$ , riga 1  $Vs_H(m/s)$

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	1.8	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.3	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	
20	2.9	2.6	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	
25	3.6	3.0	2.3	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	
30		3.3	2.7	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	
35		3.5	3.0	2.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1
40		3.5	3.2	2.6	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		3.3	3.3	3.0	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI2** ( $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$ ). Colonna 1  $H(m)$ , riga 1  $Vs_H(m/s)$

Gli esiti della microzonazione in termini di amplificazione, ricavati con l'approccio semplificato (DGR 2193/2015), sono rappresentati per la condizione FAPGA nella cartografia allegata (Tavola 4 derivata da Studio di Microzonazione Sismica comunale); per il settore in esame i valori sono raccolti nella tabella seguente.

Tabella 2 - Fattori di amplificazione stratigrafica per microzonazione sismica

VsH (m/s)	H (m)	Ambiente geologico	FA PGA	FA S.I. 0.1- 0.5s	FA S.I. 0.5- 1.0s
270-290	10-15	Appennino Vs <<800 m/s	1,9-2,0	1,7-2,1	1,4-1,5

## 9 - VERIFICHE DI STABILITA'

Per quanto riguarda la verifica di stabilità del pendio, è stata eseguita in corrispondenza di n°1 sezione significativa disposta secondo la linea di massima pendenza ed interessante il settore indagato, il cui tracciato è rappresentato nella Tavola 3.

Per quanto riguarda i parametri di resistenza al taglio dei materiali interessati, dal momento che le prove penetrometriche disponibili non consentono la determinazione di parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate (in particolare per la porzione coesiva), necessari per valutazioni "a lungo termine", si è optato per l'impiego dei risultati ottenuti da prove di laboratorio eseguite in terreni analoghi, optando per valori cautelativi.

Nelle verifiche di stabilità sono stati presi in considerazione sostanzialmente due orizzonti litologici corrispondenti alla coltre detritica superficiale ed al sottostante substrato flyschoidale calcareo-marnoso, adottando parametri geotecnici del terreno, scelti su base bibliografica e cautelativamente ridotti a favore di sicurezza, sono i seguenti :

- Strato 1      Coesione drenata  $c' = 0,05 \text{ kg/cm}^2$   
Angolo di resistenza al taglio di picco  $\phi' = 23^\circ$   
Peso di volume =  $1,80 \text{ t/m}^3$   
Peso di volume saturo =  $2,10 \text{ t/m}^3$
  
- Strato 2      Coesione drenata  $c' = 0,0 \text{ t/m}^2$   
Angolo di resistenza al taglio di picco  $\phi' = 28^\circ$   
Peso di volume =  $1,80 \text{ t/m}^3$   
Peso di volume saturo =  $2,20 \text{ t/m}^3$

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, sono state prese in considerazione due ipotesi di calcolo :

- Falda assente
- Falda imposta a -2,0 m. dal p.c.

Mentre la prima ipotesi appare poco aderente alla situazione reale riscontrata, pur essendo rappresentativa di buona parte del versante dove non è stata riscontrata presenza di acqua di falda entro la profondità indagata, la seconda appare certamente cautelativa, dal momento che solo localmente è stata riscontrata a profondità di circa 3,80 m. dal p.c. (Prova SCPT BZ1).

Le verifiche di stabilità sono state condotte nelle seguenti condizioni :

- condizioni statiche con metodo dell'equilibrio limite (Janbu)
- condizioni sismiche con metodo dell'equilibrio limite (Janbu)

- condizioni post-sismiche (blocco di Newmark).

Le verifiche di stabilità in condizioni sismiche sono state condotte con il metodo pseudo-statico; per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

$F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

$W$ : peso concio

$K_o$ : Coefficiente sismico orizzontale

$K_v$ : Coefficiente sismico verticale.

Le NTC 2018 calcolano i coefficienti  $K_o$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

Nel caso in esame, in relazione alle risultanze dello studio di Microzonazione sismica del territorio comunale, tenendo conto di un fattore di amplificazione  $FAPGA = 2,0$ , per i fattori  $K_o$  e  $K_v$ : ottenuti, sono stati introdotti valori uniformi per le superfici di calcolo, pari a :

$K_o$	$K_v$
0,049	0,025

Le superfici di calcolo di stabilità ipotizzate sono state impostate in modo tale che interessassero tutto il volume classificato come coltre detritica; la distribuzione delle superfici di verifica è rappresentata nelle sezioni di calcolo allegate.

Non si esclude la potenziale formazione di superfici di instabilità interessanti spessori di terreno più contenuti, in particolare nei tratti a pendenza più elevata, che tuttavia possono ritenersi meno significativi in termini di stabilità complessiva del versante esaminato.

I valori ottenuti sono raccolti nelle tabelle seguenti, mentre i tabulati di calcolo sono riportati nell'Allegato 3:



Tabella 3 - Fattori di sicurezza superfici di verifica stabilità

Superficie	Falda -2,0 m. Sisma	Falda -2,0 m. No Sisma	Falda assente. Sisma	Falda assente No Sisma
1	2,22	2,98	2,64	3,54
2	2,76	3,59	2,76	3,59
3	3,29	5,38	4,07	6,64
4	2,86	4,38	3,56	5,43
5	2,34	3,41	3,13	3,54

Le condizioni più critiche calcolate si riscontrano chiaramente in caso di sisma e di presenza di falda (imposta a -2,0 m. dal p.c.), con valori del coefficiente di sicurezza che raggiunge valori minimi pari a 2,2 (Superficie 1), mentre aumentano decisamente in condizioni non sismiche.

I valori ottenuti vengono confrontati con intervalli convenzionali del fattore di sicurezza indicati in letteratura nel modo seguente

Tabella 4 - Classi di pericolosità di frana in funzione del FS (da Madiati et al.2012)

Classe	FS in condizioni statiche	FS in condizioni sismiche	Rischio di frana
	$FS \leq 1.05$	$FS \leq 1.05$	molto alto
	$1.05 < FS \leq 1,25$	$1.05 < FS \leq 1,15$	alto
	$1.25 < FS \leq 1.45$	$1.15 < FS \leq 1,25$	medio-alto
	$1.45 < FS \leq 1.75$	$1.25 < FS \leq 1,35$	medio-basso
	$1.75 < FS \leq 2.05$	$1.35 < FS \leq 1,50$	basso
	$2.05 < FS \leq 3.00$	$1.50 < FS \leq 1.70$	molto basso
	$Fs > 3.00$	$Fs > 1.70$	praticamente nullo

### Analisi di stabilità in condizioni dinamiche

I metodi pseudostatici hanno un limite intrinseco in quanto utilizzano sollecitazioni statiche, costanti nel tempo in modulo, direzione e verso, per valutare gli effetti di sollecitazioni sismiche che hanno invece un carattere ciclico e transitorio. L'azione pseudostatica equivalente è inoltre correlata, mediante il coefficiente sismico K, all'accelerazione di picco, mentre è noto che la risposta di un corpo di terra ad un evento sismico dipende non solo dal valore di  $a_{max}$ , ma anche dalla durata e dal contenuto in frequenza dell'accelerogramma.

I metodi degli spostamenti derivati dal modello di blocco rigido di Newmark (1965) permettono di superare i limiti dell'approccio pseudostatico, consentendo di valutare gli effetti della storia delle accelerazioni senza introdurre oneri di calcolo eccessivi. In essi l'azione sismica è definita da una funzione temporale (ad es. un accelerogramma), e la risposta del pendio all'azione sismica è valutata in termini di spostamenti accumulati, eseguendo l'integrazione nel tempo dell'equazione del moto relativo tra massa potenzialmente instabile e formazione di base.

Per la superficie di verifica che presentava coefficiente di sicurezza minimo, sono stati eseguiti i calcoli degli spostamenti, attraverso una valutazione preventiva dell'accelerazione sismica critica orizzontale (cioè per la quale si determina una condizione con  $FS=1$ ).

Con il metodo di analisi introdotto da Newmark (1965) è possibile prevedere per una massa potenzialmente instabile quale sarà lo spostamento permanente totale del pendio sotto l'azione di un'accelerazione variabile nel tempo.

Egli schematizzò la massa potenzialmente instabile soggetta alle forze d'inerzia con un blocco rigido che scorre su un piano inclinato sottoposto ad un'accelerazione che induce nello stesso delle forze d'inerzia nella direzione del piano.

Secondo tale metodo il pendio viene schematizzato come un blocco rigido che scorre su un piano inclinato; il movimento si innesca quando l'accelerazione orizzontale supera il valore critico  $k_c$  calcolato tramite analisi pseudo-statica, al contrario, quando l'accelerazione del terreno torna al di sotto del valore critico il moto prosegue con accelerazione nulla.

Per quanto concerne i segnali di input sismico da introdurre nell'analisi di risposta sismica locale sono stati presi in considerazione i tre segnali forniti dalla Regione Emilia Romagna per ogni comune, attraverso selezione dalla banca dati accelerometrica "European Strong Motion database". Per il Comune di Rivergaro i tre segnali, scalati in modo che la loro accelerazione massima corrisponda al valore di  $a_{refg}$  del comune (pari a 0,103 per il sito investigato), presentano le seguenti sigle :

RER1 000046xa\_033038Rivergaro

RER2 000126xa\_033038Rivergaro

RER3 000354xa\_033038Rivergaro

Le verifiche eseguite, i cui risultati sono raccolti nell'All. 3, forniscono un'indicazione di spostamento nullo in corrispondenza della sezione di calcolo con i 3 segnali accelerometrici presi in considerazione.

*Tabella 5 - Accelerazione critica e spostamento (metodo di Newmark)*

Superficie	Accelerazione critica $k_c$ (ac/g)	Spostamento (cm)
1	0,27	0,0

## **10 - PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA**

L'esame critico delle informazioni geomorfologiche e geofisiche a disposizione, consentono l'individuazione di classi di pericolosità idrogeologica, funzione degli spessori medi delle coltri di copertura, dell'acclività e della vicinanza rispetto a settori di potenziale movimento gravitativo.

La delimitazione di aree a diverso grado di pericolosità è rappresentata nella Carta della Pericolosità in scala 1:3.500 (Tavola 5).

Nello specifico in base alle caratteristiche geomorfologiche e geofisiche sono state distinte due classi di pericolosità idrogeologica:

### **Pericolosità bassa**

Aree con copertura detritica di spessore compreso tra variabile tra 3-6 m, a modesta acclività. La morfologia dossiforme favorisce lo smaltimento delle acque meteoriche con conseguente benefico effetto sulla stabilità della copertura detritica.

**Pericolosità media** : Aree caratterizzate dalla presenza di coltre detritica di spessore medio di 5-6 m., contrassegnate dalla prossimità a corpi di frana quiescente oppure da una conformazione morfologica centripeta, che potrebbe determinare un peggioramento delle condizioni di stabilità complessiva in caso di saturazione della coltre.

Come si evidenzia dalla Tavola 5, il settore urbanizzato del corpo detritico su cui sorge il nucleo storico dell'abitato di Rallio è caratterizzato da una pericolosità bassa in relazione all'assenza di fenomeni di dissesto, alla favorevole caratteristiche morfologiche dell'area.

Procedendo verso sud-ovest si verifica un peggioramento delle condizioni di pericolosità, in direzione del settore dove si sono riscontrati in epoca recente riprese di movimento del corpo di frana (frana attiva), connesso alla conformazione morfologica del versante, che favorisce la concentrazione delle acque meteoriche, con conseguente imbibizione delle coltri superficiali e dove probabilmente, nella zona di nicchia, si verifica un aumento della circolazione idrica sotterranea, alimentata dai rilievi posti a monte.

I settori urbanizzati in esame richiedono, in ogni caso, per il mantenimento nel tempo delle attuali condizioni di stabilità, una costante manutenzione e monitoraggio delle reti tecnologiche (acquedotto-fognatura), ed un miglioramento della regimazione idrica delle acque meteoriche in caso di eventi di particolare intensità, volti a limitare la possibile imbibizione della coltre superficiale prevalentemente limoso-argillosa.

Lo sfruttamento a scopo edilizio delle aree è subordinato alle seguenti prescrizioni :

## **1. Aree a pericolosità bassa**

:

- a) Tutti gli interventi sono subordinati ad una verifica geologica, sismica e geotecnica in ottemperanza al D.M. 17/01/18 volta a dimostrare la compatibilità dell'intervento stesso con la situazione di rischio idrogeologico esistente, e che lo stesso non modifichi in senso peggiorativo la stabilità dell'area. Le verifiche tecniche ai sensi del decreto citato dovranno essere prodotte anche per eventuali opere di sostegno preesistenti, interessanti l'area di intervento, in particolare operando le verifiche in condizioni sismiche, adottando gli opportuni fattori di amplificazione del segnale sismico indicati nello studio di analisi di risposta sismica locale.
- b) L'utilizzo a fini urbanistici e nuovi interventi edilizi possono essere attuati adottando opportuni accorgimenti costruttivi e di salvaguardia idrogeologica, da dimensionare sulla base di approfondite indagini geologico-geotecniche ed estese ad un adeguato intorno delle zone di interesse.
- c) L'utilizzo edilizio dell'area dovrà prevedere soluzioni tecniche che comportino il minor carico possibile sul versante. Al proposito, la tipologia fondale prevista dovrà prevedere, in caso di non raggiungimento del substrato solido, la realizzazione di fondazioni indirette trasferenti in profondità le sollecitazioni della struttura.
- d) Sbancamenti e riporti devono essere ridotti al minimo. Gli sbancamenti dovranno essere realizzati con angoli di scarpa non superiori a 1:2; i riporti dovranno essere ridotti al minimo e messi in posto su cassonetti drenanti con angoli di scarpa non superiori a 1:2; per angoli di scarpa superiori i riporti andranno sostenuti da idonei presidi (muri, gabbionate, terre armate ecc.).
- e) I muri di contenimento dovranno essere dotati di idonei dispositivi di drenaggio delle acque d'infiltrazione.
- f) Predisporre un'adeguata regimazione e smaltimento delle acque meteoriche, ed opere di drenaggio profondo, anche a monte dell'area di eventuale intervento, volte a prevenire l'imbibizione delle coltri detritiche. Al proposito è vietata la realizzazione di pozzi disperdenti.

## **2. Aree a pericolosità media**

- a) Lo sfruttamento edilizio dell'area richiede l'esecuzione di interventi di consolidamento e risanamento idrogeologico, consistenti in opere di drenaggio profondo e regimazione delle acque superficiali, oltre che l'adozione di fondazioni indirette.
- b) Tutti gli interventi sono subordinati ad una verifica geologica, sismica e geotecnica in ottemperanza al D.M. 17/01/18 volta a dimostrare la compatibilità dell'intervento stesso con la situazione di rischio idrogeologico esistente, e che lo stesso non modifichi in senso peggiorativo la stabilità dell'area. Le verifiche tecniche ai sensi del decreto citato dovranno essere prodotte anche per eventuali opere di sostegno preesistenti, in particolare operando le verifiche in condizioni sismiche adottando gli opportuni fattori di amplificazione del segnale sismico indicati nello studio di analisi di risposta sismica locale.
- c) L'utilizzo a fini urbanistici e nuovi interventi edilizi possono essere attuati adottando opportuni accorgimenti costruttivi e di salvaguardia idrogeologica, da dimensionare sulla base di approfondite indagini geologico-geotecniche ed estese ad un adeguato intorno delle zone di interesse.
- d) L'utilizzo edilizio dell'area dovrà prevedere soluzioni tecniche che comportino il minor carico possibile sul versante. Al proposito, la tipologia fondale prevista dovrà prevedere, in ogni caso, la realizzazione di fondazioni indirette trasferenti in profondità le sollecitazioni della struttura ed adeguatamente resistenti al taglio.
- e) Sbancamenti e riporti devono essere ridotti al minimo. Gli sbancamenti dovranno essere realizzati con angoli di scarpa non superiori a 1:2; i riporti dovranno essere ridotti al

minimo e messi in posto su cassonetti drenanti con angoli di scarpa non superiori a 1:2; per angoli di scarpa superiori i riporti andranno sostenuti da idonei presidi (muri, gabbionate, terre armate ecc.).

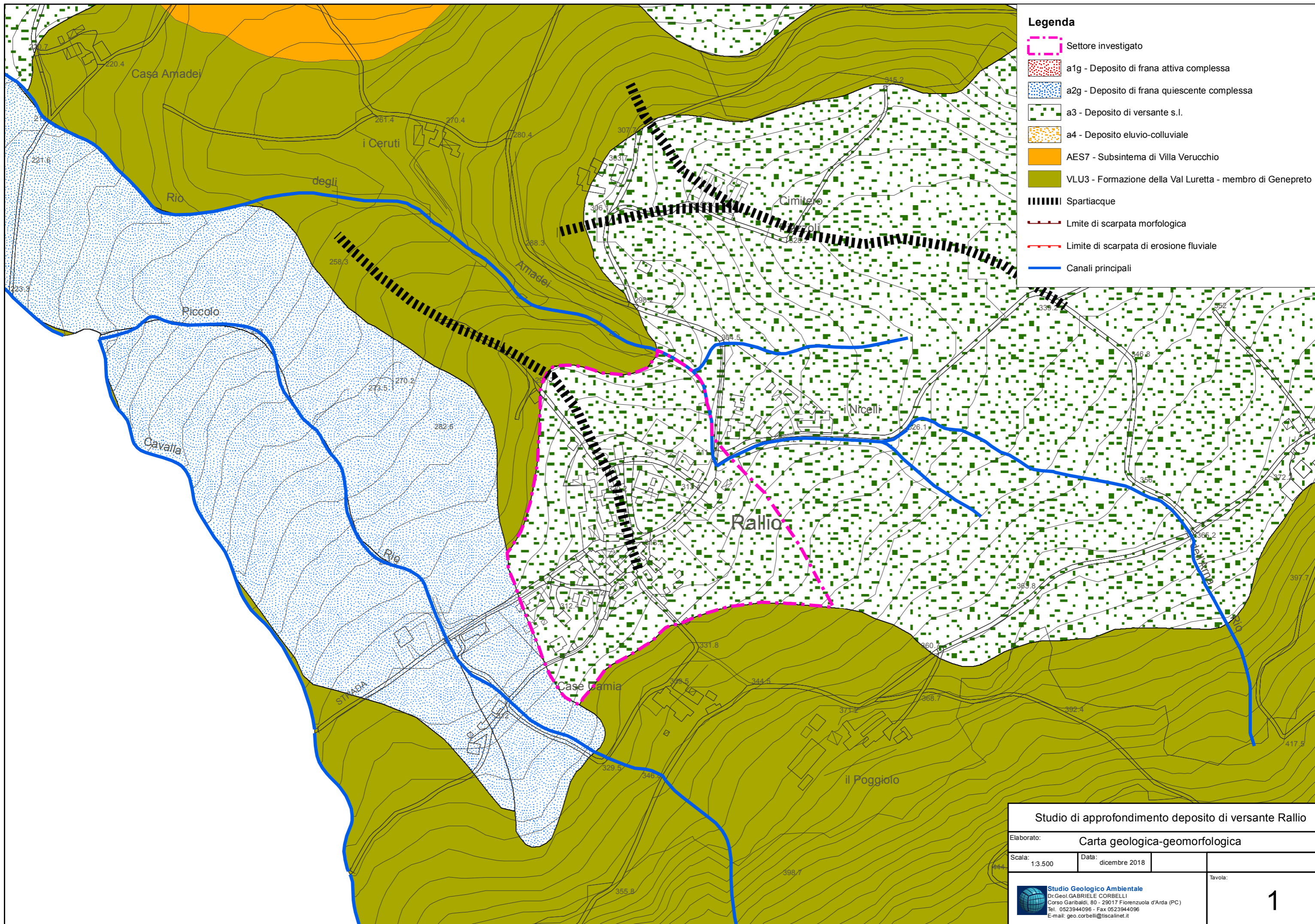
- f) I muri di contenimento dovranno essere dotati di idonei dispositivi di drenaggio delle acque d'infiltrazione.
- g) Predisporre un'adeguata regimazione e smaltimento delle acque meteoriche, ed opere di drenaggio profondo, anche a monte dell'area di eventuale intervento, volte a prevenire l'imbibizione delle coltri detritiche, sviluppate fino a profondità da definirsi in sede di indagine geologica di dettaglio. Al proposito è vietata la realizzazione di pozzi disperdenti.

Fiorenzuola d'Arda, 10-12-2018

**Studio Geologico Ambientale**

Dr. Geol. Gabriele Corbelli



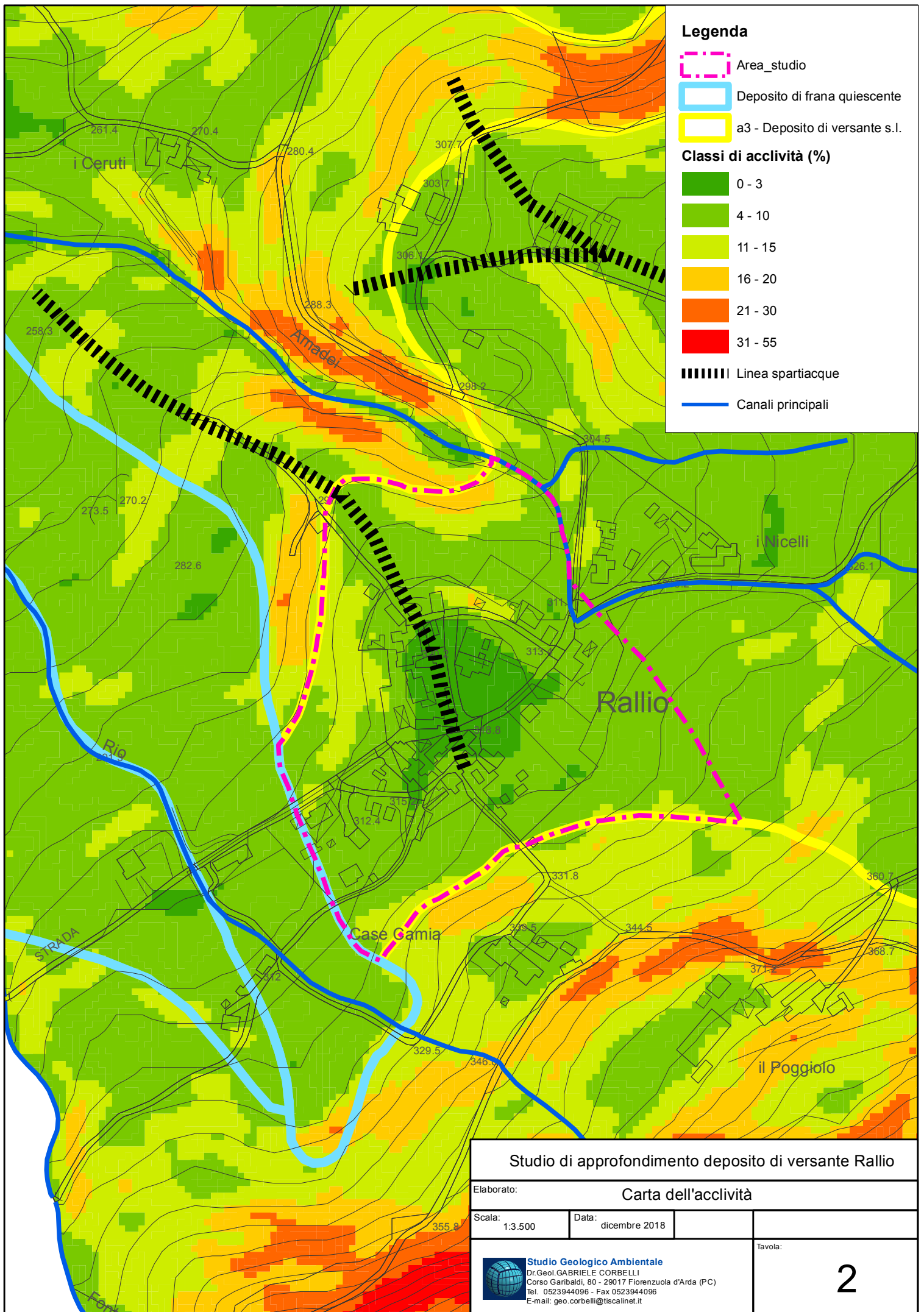


**Legenda**

- Settore investigato
- a1g - Deposito di frana attiva complessa
- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- a3 - Deposito di versante s.l.
- a4 - Deposito eluvio-colluviale
- AES7 - Subsistema di Villa Verucchio
- VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto
- Spartiacque
- Limite di scarpata morfologica
- Limite di scarpata di erosione fluviale
- Canali principali

<b>Studio di approfondimento deposito di versante Rallio</b>			
Elaborato:		<b>Carta geologica-geomorfologica</b>	
Scala:	1:3.500	Data:	dicembre 2018
<b>Studio Geologico Ambientale</b> Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) Tel. 0523944096 - Fax 0523944096 E-mail: geo.corbelli@tiscali.net			<b>1</b>





**Legenda**

- Area\_studio
- Deposito di frana quiescente
- a3 - Deposito di versante s.l.

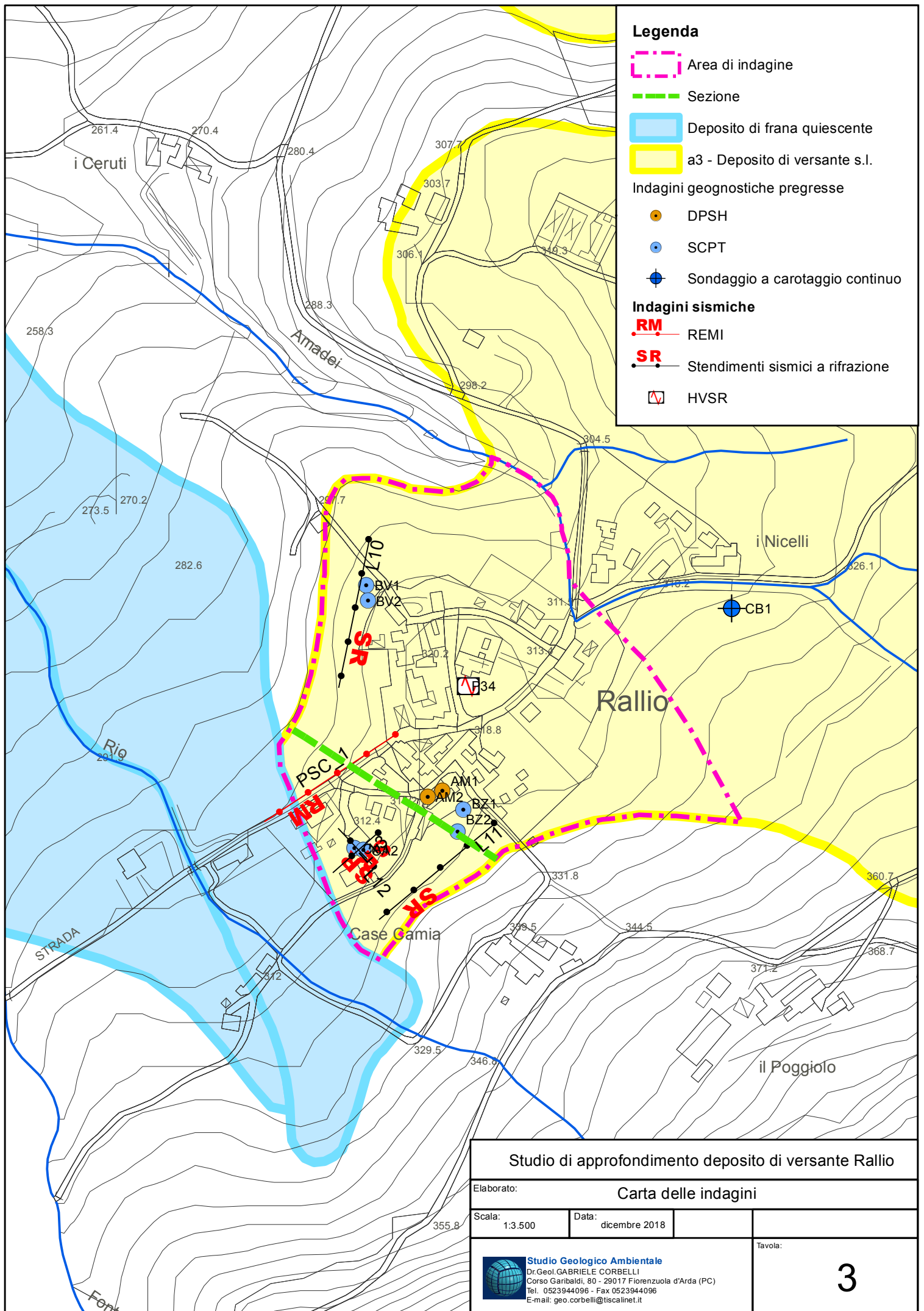
**Classi di acclività (%)**

- 0 - 3
- 4 - 10
- 11 - 15
- 16 - 20
- 21 - 30
- 31 - 55

- Linea spartiacque
- Canali principali

<b>Studio di approfondimento deposito di versante Rallio</b>		
Elaborato: <b>Carta dell'acclività</b>		
Scala: 1:3.500	Data: dicembre 2018	
<b>Studio Geologico Ambientale</b> Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) Tel. 0523944096 - Fax 0523944096 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it		Tavola:  <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</span>





**Legenda**

- Area di indagine
- Sezione
- Deposito di frana quiescente
- a3 - Deposito di versante s.l.
- Indagini geognostiche pregresse
  - DPSH
  - SCPT
  - ⊕ Sondaggio a carotaggio continuo
- Indagini sismiche
  - RM REMI
  - SR Stendimenti sismici a rifrazione
  - △ HVSR

<b>Studio di approfondimento deposito di versante Rallio</b>		
Elaborato: <b>Carta delle indagini</b>		
Scala: 1:3.500	Data: dicembre 2018	
<b>Studio Geologico Ambientale</b> Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) Tel. 0523944096 - Fax 0523944096 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it		Tavola:  <b>3</b>

### Legenda

 Territorio urbanizzato

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

 FaPGA = 1,1 - 1,2

 FaPGA = 1,3 - 1,4


 FaPGA = 1,5 - 1,6


 FaPGA = 1,7 - 1,8

 FaPGA = 1,9 - 2,0

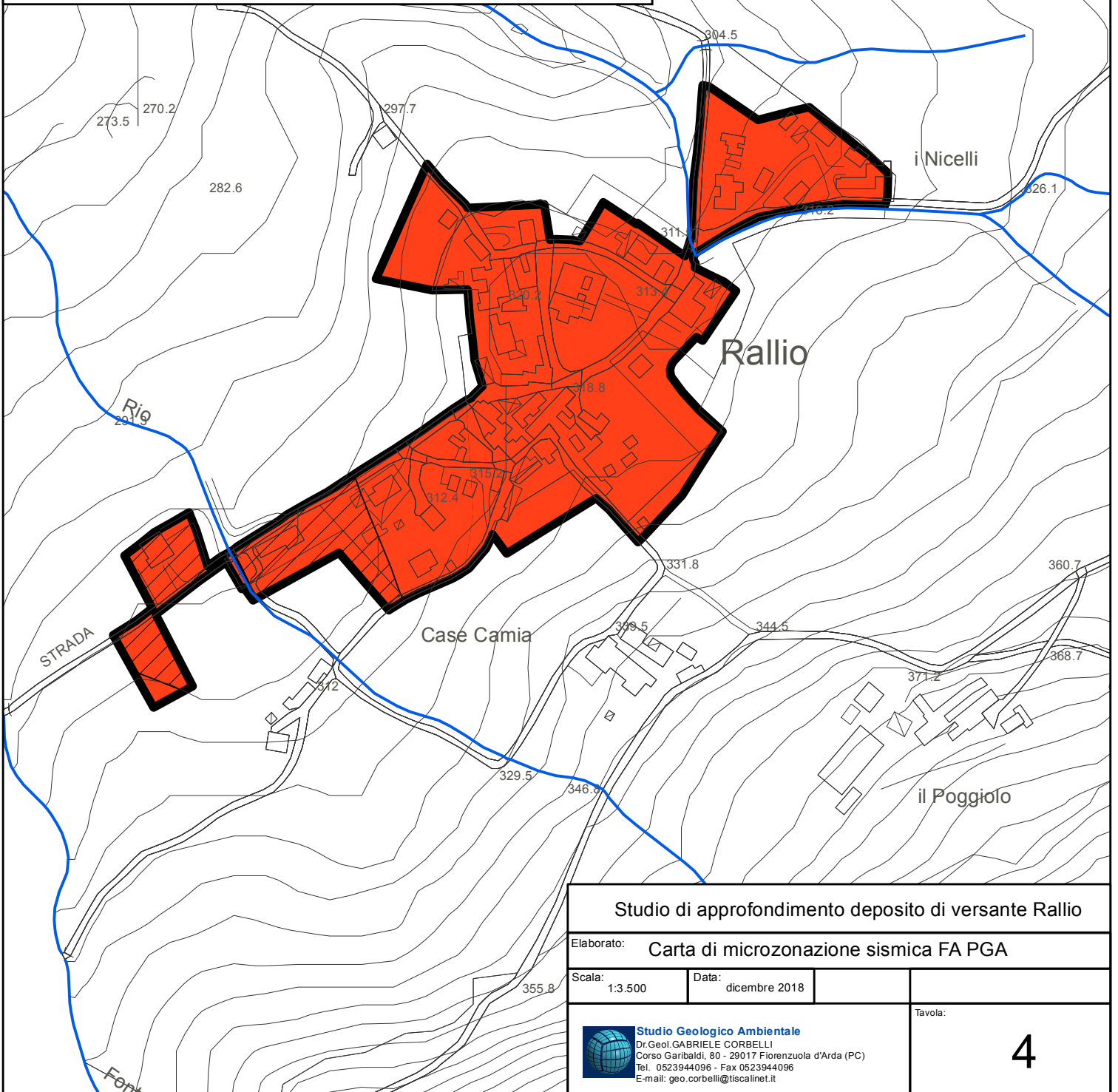
 FaPGA = 2,1 - 2,2

### Zone di attenzione per instabilità (Livello 2)

 ZAFR - Zona di attenzione per instabilità di versante - FaPGA 1,7-1,8

 ZAFR - Zona di attenzione per instabilità di versante - FaPGA 1,9-2,0

Elaborazione derivata da Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale 2018



### Studio di approfondimento deposito di versante Rallio

Elaborato: **Carta di microzonazione sismica FA PGA**

Scala: 1:3.500

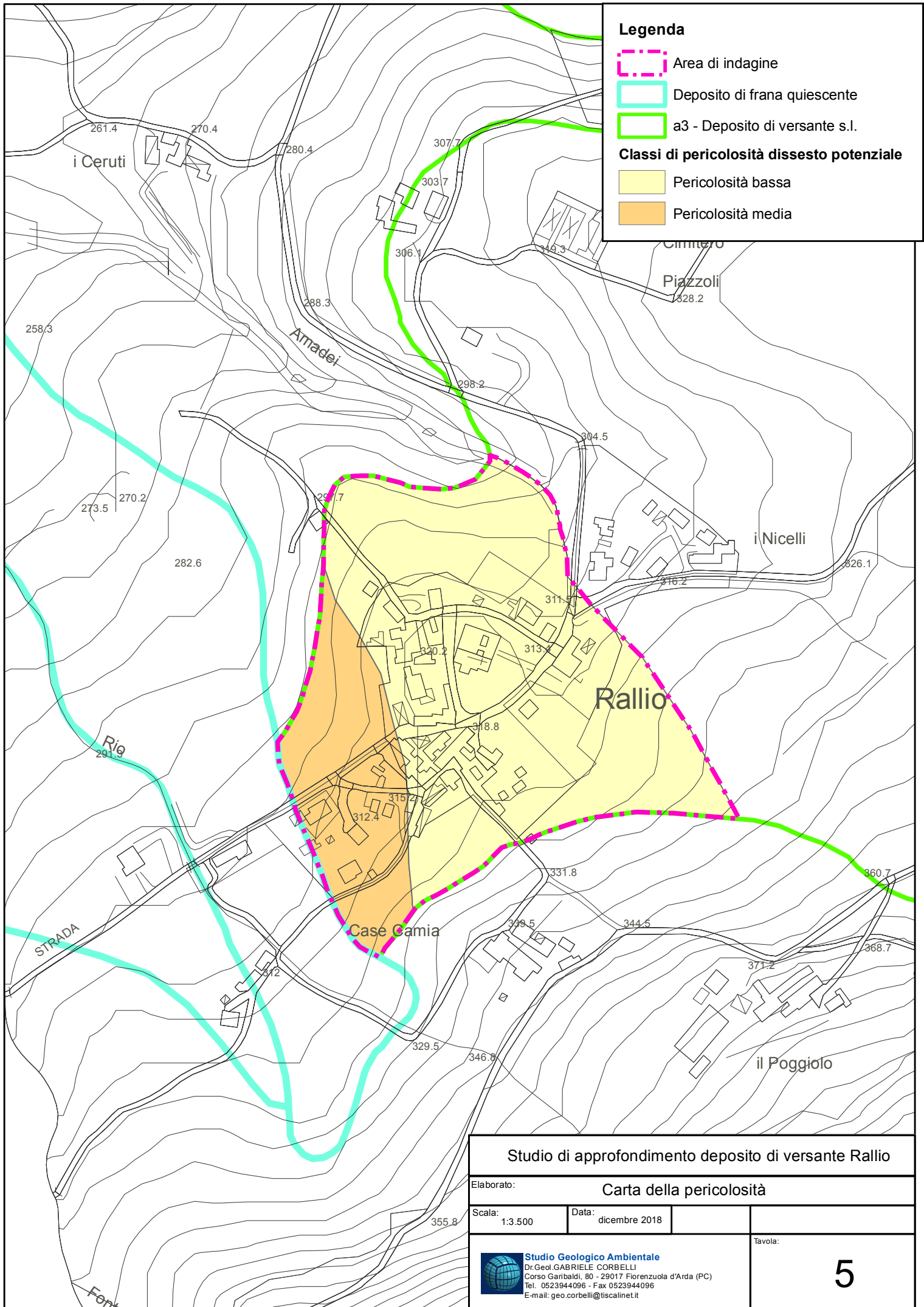
Data: dicembre 2018

Tavola:



**Studio Geologico Ambientale**  
Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI  
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)  
Tel. 0523944096 - Fax 0523944096  
E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

**4**



**Legenda**

- Area di indagine
  - Deposito di frana quiescente
  - a3 - Deposito di versante s.l.
- Classi di pericolosità dissesto potenziale**
- Pericolosità bassa
  - Pericolosità media

**Studio di approfondimento deposito di versante Rallio**

Elaborato:			<b>Carta della pericolosità</b>		
Scala:	1:3.500	Data:	dicembre 2018		

 <p><b>Studio Geologico Ambientale</b>          Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI          Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)          Tel. 0523944096 - Fax 0523944096          E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it</p>	<p>Tavola:</p> <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">5</h1>
---	--



## COMUNE DI RIVERGARO

PROVINCIA DI PIACENZA

### RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA RELATIVA ALLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' DI DEPOSITO DI DETRITO DI VERSANTE IN LOC. RALLIO

Elaborato :

## DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Committente:

Comune di Rivergaro  
Via Roma, 23  
29029 Rivergaro (PC)

Data:

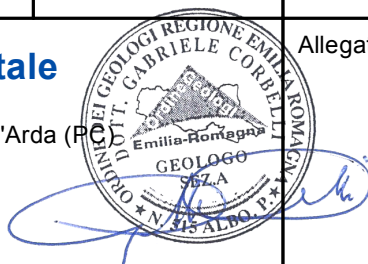
Dicembre 2018

Allegato:



### Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI  
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)  
Tel. 0523944096 - Fax 0523944096  
E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

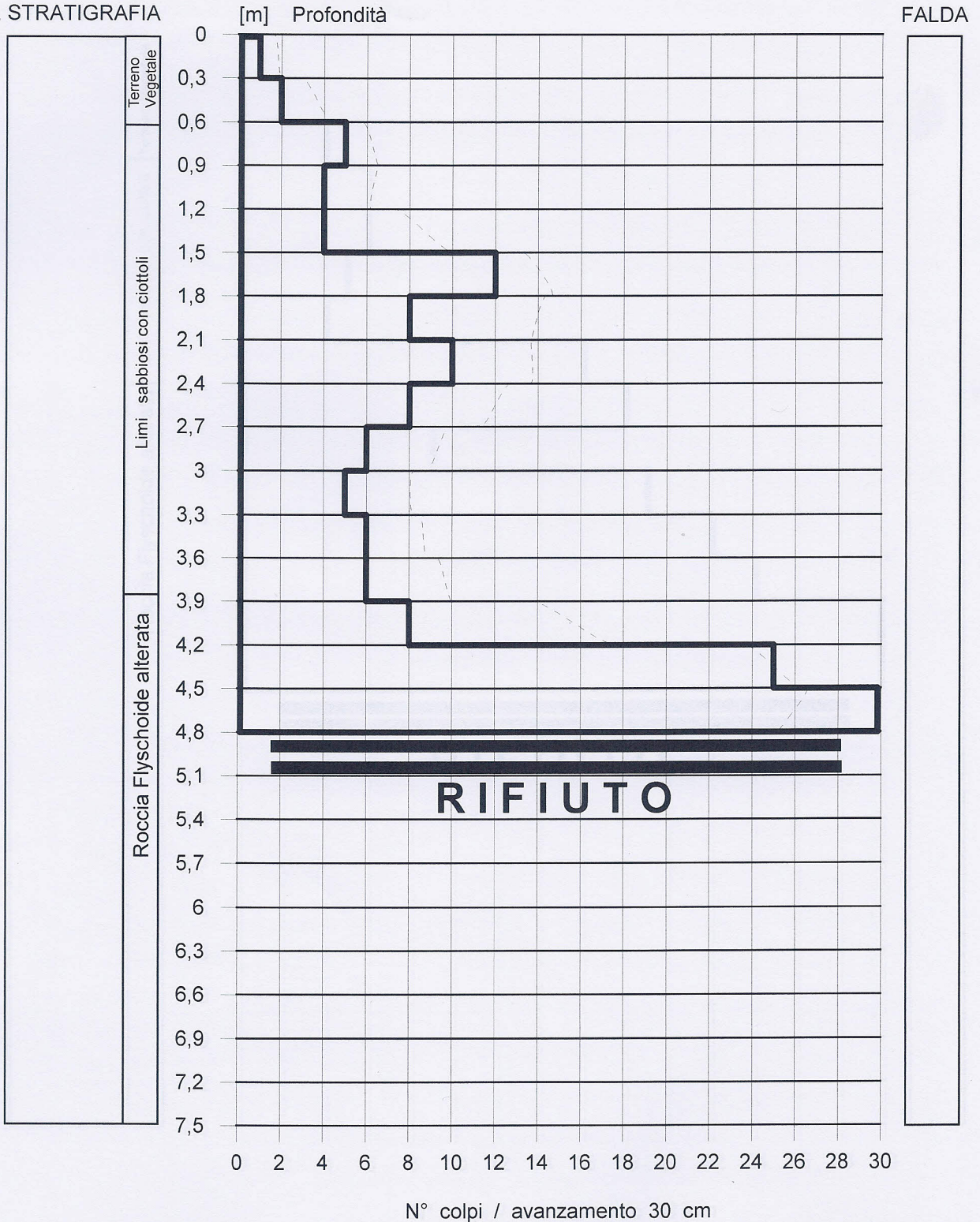


1



		<p><b>PENETROMETRO DPHS</b></p> <p>Sondaggio <b>N° 1</b></p>
--	--	--

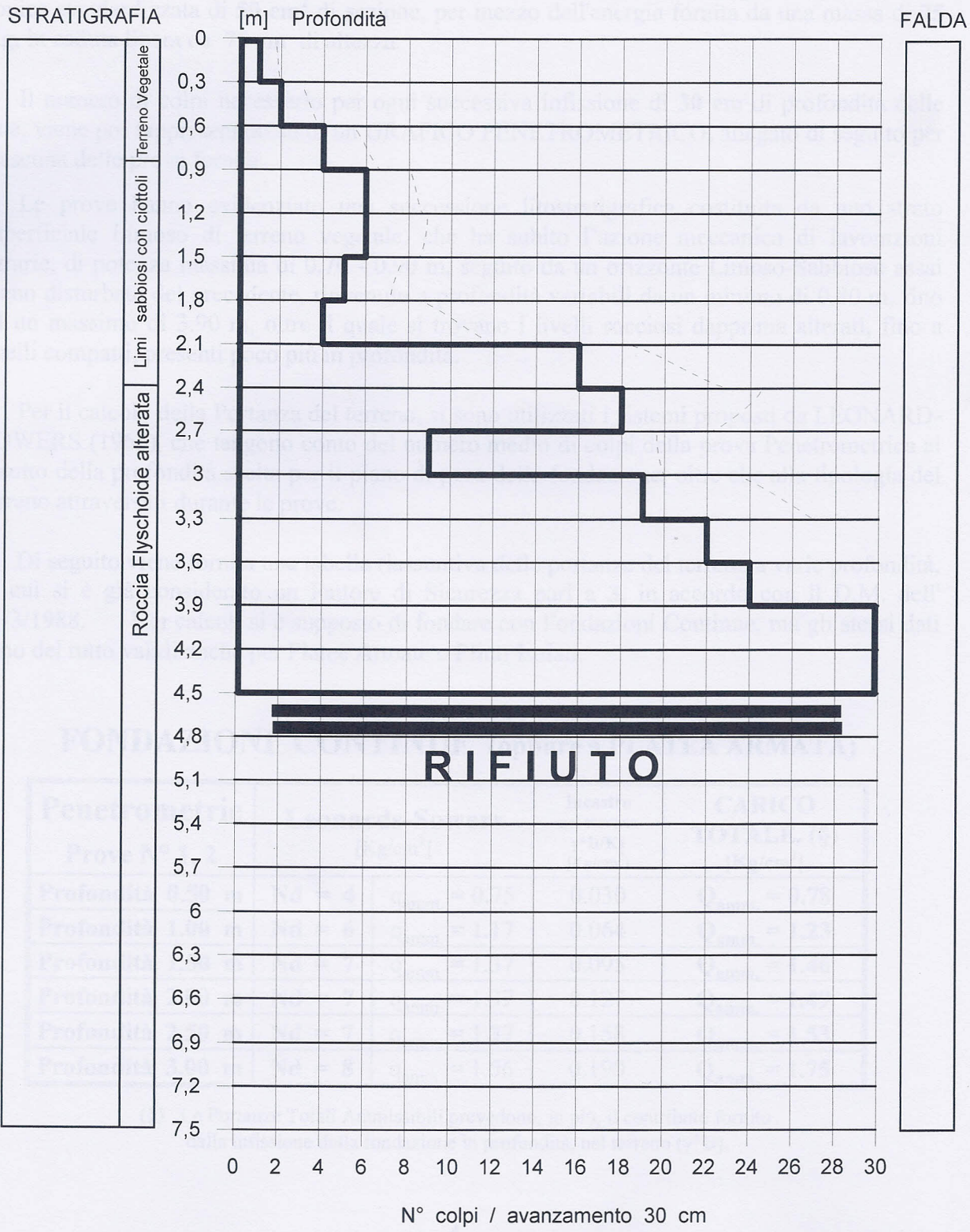
Committente: **Dott. Carlo Cavazzuti**  
 Localita': **Rallio di Montechiaro - Rivergaro (PC)**  
 Quota inizio prova: **piano campagna**  
 Livello falda: **Non intercettata**





PENETROMETRO DPHS  
Sondaggio N° 2

Committente: **Dott. Carlo Cavazzuti**  
Localita': **Rallio di Montechiaro - Rivergaro (PC)**  
Quota inizio prova: **piano campagna**  
Livello falda: **Non intercettata**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BV1**  
**TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE**

Cantiere : Battini

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda # - m. da p.c.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond. (m.)		Nscpt	N'
0,00	- 0,30	3	
0,30	- 0,60	5	
0,60	- 0,90	4	
0,90	- 1,20	9	
1,20	- 1,50	7	
1,50	- 1,80	5	
1,80	- 2,10	4	
2,10	- 2,40	8	
2,40	- 2,70	10	
2,70	- 3,00	8	
3,00	- 3,30	11	
3,30	- 3,60	59	
3,60	- 3,90	77	
3,90	- 4,20		
4,20	- 4,50		
4,50	- 4,80		
4,80	- 5,10		
5,10	- 5,40		
5,40	- 5,70		
5,70	- 6,00		
6,00	- 6,30		
6,30	- 6,60		
6,60	- 6,90		
6,90	- 7,20		
7,20	- 7,50		
7,50	- 7,80		
7,80	- 8,10		
8,10	- 8,40		
8,40	- 8,70		
8,70	- 9,00		
9,00	- 9,30		
9,30	- 9,60		
9,60	- 9,90		
9,90	- 10,20		
10,20	- 10,50		

Profond. (m.)		Nscpt	N'
10,50	- 10,80		
10,80	- 11,10		
11,10	- 11,40		
11,40	- 11,70		
11,70	- 12,00		
12,00	- 12,30		
12,30	- 12,60		
12,60	- 12,90		
12,90	- 13,20		
13,20	- 13,50		
13,50	- 13,80		
13,80	- 14,10		
14,10	- 14,40		
14,40	- 14,70		
14,70	- 15,00		
15,00	- 15,30		
15,30	- 15,60		
15,60	- 15,90		
15,90	- 16,20		
16,20	- 16,50		
16,50	- 16,80		
16,80	- 17,10		
17,10	- 17,40		
17,40	- 17,70		
17,70	- 18,00		
18,00	- 18,30		
18,30	- 18,60		
18,60	- 18,90		
18,90	- 19,20		
19,20	- 19,50		
19,50	- 19,80		
19,80	- 20,10		
20,10	- 20,40		
20,40	- 20,70		
20,70	- 21,00		

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BV1

## DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : Battini

quota inizio : p.c.

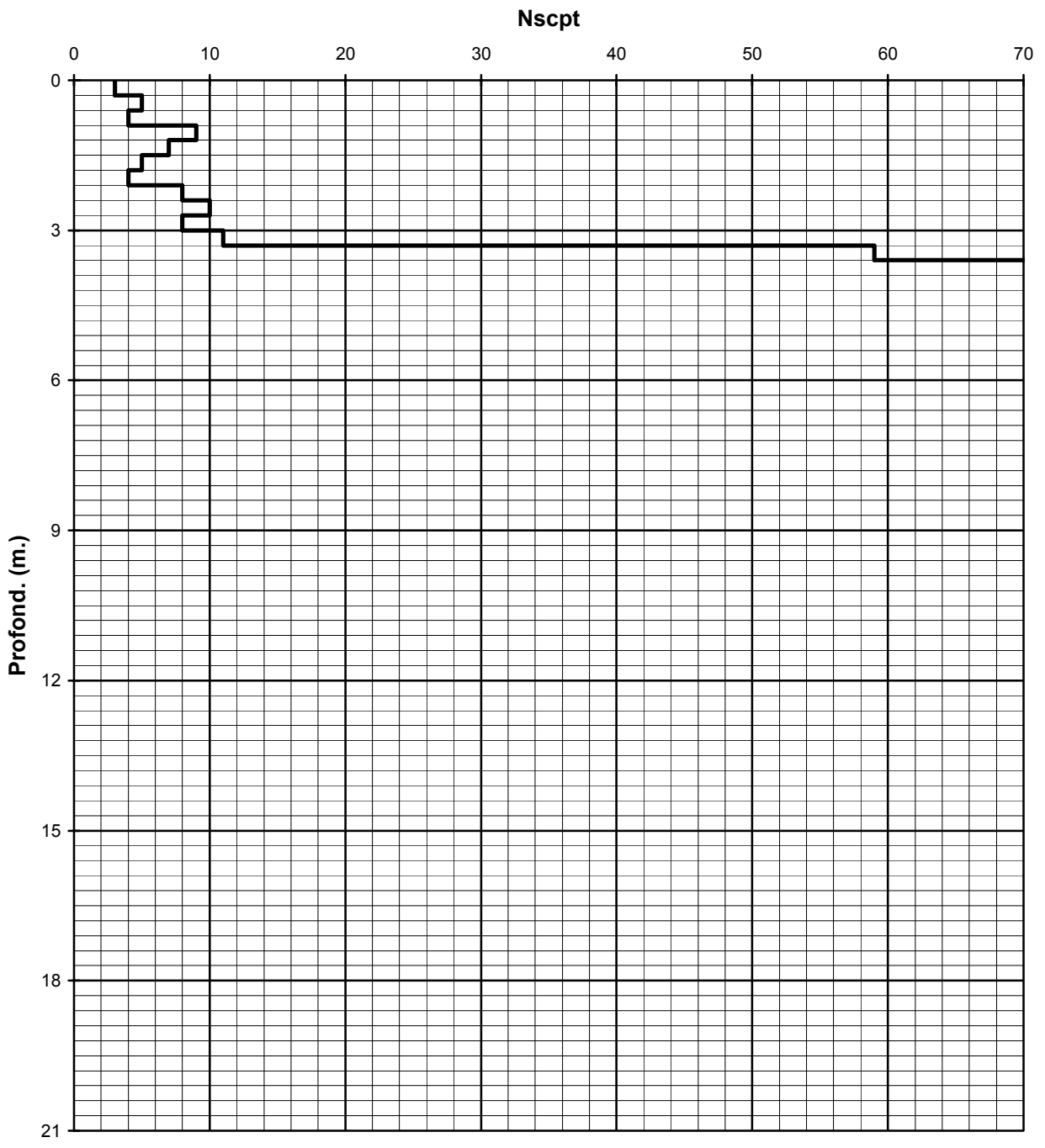
Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : - m.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Numero colpi punta



————— N° colpi punta



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BV1

## VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : Battini

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : - m.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond.	Nscpt	$\beta$	Nspt	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\sigma_v'$	DR Mey.	DR Baz.	phi JRN	phi Schm1	phi Schm2	phi Schm3	phi Schm4	E Jamiol	E D'Apoll.	E Webb1	E Webb2	Mo	FSL	Cu (Terz.)	Cu (DM7-bp)	Cu (DM7-mp)	Cu (DM7-ap)	Eu	Mo	
				(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		(KPa)	(KPa)	(KPa)	(KPa)	(MPa)	(MPa)	
0,00	-2,10	4,1	1,80	7	18,4	18,6	0,19	55	47	28,85	34,59	36,91	39,21	41,76	6,2	23,9	3,8	10,5	17,4	2,4	47,17	27,21	54,43	90,71	23,1	7,3
2,10	-3,30	8,6	1,50	13	20,1	19,1	0,50	69	57	30,87	35,95	38,03	40,18	42,54	10,2	28,0	5,5	13,1	22,2	3,0	82,23	47,44	94,88	158,13	40,3	12,7
3,30	-3,90	63,5	1,30	83	20,3	23,2	0,67	100	143	55,58	48,01	47,93	48,79	49,43	56,7	79,6	27,1	45,8	83,3	-						

Nscpt : numero colpi punta SCPT

$\beta$  : coeff. di correlazione SCPT-SPT

Nspt : numero colpi SPT

$\gamma$  : peso di volume

$\gamma_{sat}$  : peso di volume saturo

$\sigma_v'$  : pressione litostatica

DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)

DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)

$\phi$  JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)

$\phi$  Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.

$\phi$  Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.

$\phi$  Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.

$\phi$  Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E Jamiol : modulo deform. elastica (Jamiolkoski) sabbia e ghiaia NC

E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC

E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura

E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa

Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia

Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)

Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.

Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.

Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.

Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)

Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)

FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BV2**  
**TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE**

Cantiere : Battini

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda # - m. da p.c.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond. (m.)		Nscpt	N'
0,00	- 0,30	2	
0,30	- 0,60	7	
0,60	- 0,90	10	
0,90	- 1,20	12	
1,20	- 1,50	10	
1,50	- 1,80	10	
1,80	- 2,10	11	
2,10	- 2,40	12	
2,40	- 2,70	12	
2,70	- 3,00	17	
3,00	- 3,30	12	
3,30	- 3,60	42	
3,60	- 3,90	67	
3,90	- 4,20		
4,20	- 4,50		
4,50	- 4,80		
4,80	- 5,10		
5,10	- 5,40		
5,40	- 5,70		
5,70	- 6,00		
6,00	- 6,30		
6,30	- 6,60		
6,60	- 6,90		
6,90	- 7,20		
7,20	- 7,50		
7,50	- 7,80		
7,80	- 8,10		
8,10	- 8,40		
8,40	- 8,70		
8,70	- 9,00		
9,00	- 9,30		
9,30	- 9,60		
9,60	- 9,90		
9,90	- 10,20		
10,20	- 10,50		

Profond. (m.)		Nscpt	N'
10,50	- 10,80		
10,80	- 11,10		
11,10	- 11,40		
11,40	- 11,70		
11,70	- 12,00		
12,00	- 12,30		
12,30	- 12,60		
12,60	- 12,90		
12,90	- 13,20		
13,20	- 13,50		
13,50	- 13,80		
13,80	- 14,10		
14,10	- 14,40		
14,40	- 14,70		
14,70	- 15,00		
15,00	- 15,30		
15,30	- 15,60		
15,60	- 15,90		
15,90	- 16,20		
16,20	- 16,50		
16,50	- 16,80		
16,80	- 17,10		
17,10	- 17,40		
17,40	- 17,70		
17,70	- 18,00		
18,00	- 18,30		
18,30	- 18,60		
18,60	- 18,90		
18,90	- 19,20		
19,20	- 19,50		
19,50	- 19,80		
19,80	- 20,10		
20,10	- 20,40		
20,40	- 20,70		
20,70	- 21,00		

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BV2

## DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : Battini

quota inizio : p.c.

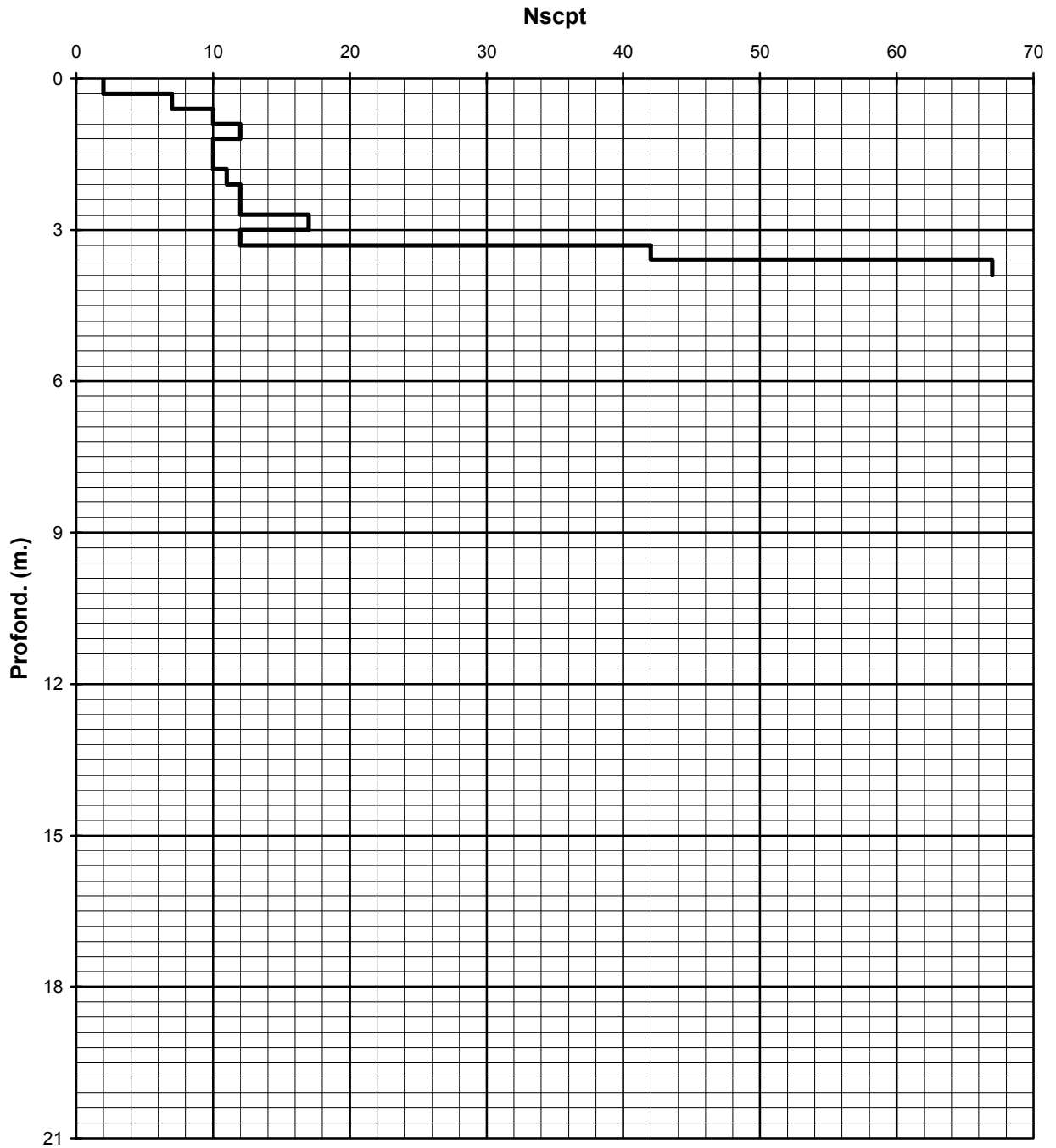
Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : - m.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Numero colpi punta



— N° colpi punta



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BV2

## VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : Battini

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : - m.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond.	Nspt	$\beta$	Nspt	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\sigma_v'$	DR Mey.	DR Baz.	phi JRN	phi Schm1	phi Schm2	phi Schm3	phi Schm4	E Jamiol	E D'Apoll.	E Webb1	E Webb2	Mo	FSL	Cu (Terz.)	Cu (DM7-bp)	Cu (DM7-mp)	Cu (DM7-ap)	Eu	Mo	
				(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		(KPa)	(KPa)	(KPa)	(KPa)	(MPa)	(MPa)	
0,00	- 0,30	2	1,80	4	16,4	18,3	0,03	43	38	27,90	33,28	35,84	38,27	41,02	3,2	21,1	2,7	8,7	14,0	1,2	22,95	13,24	26,48	44,13	11,3	3,5
0,30	- 3,30	9,2	1,50	14	20,2	19,2	0,33	77	64	31,14	37,01	38,90	40,94	43,15	10,6	28,6	5,8	13,5	23,0	4,0	87,97	50,75	101,50	169,16	43,1	13,5
3,30	- 3,90	48,3	1,30	63	20,3	22,0	0,67	100	125	48,74	45,45	45,83	46,96	47,97	43,1	64,9	21,0	36,5	66,0	-						

- Nspt : numero colpi punta SCPT
- $\beta$  : coeff. di correlazione SCPT-SPT
- Nspt : numero colpi SPT
- $\gamma$  : peso di volume
- $\gamma_{sat}$  : peso di volume saturo
- $\sigma_v'$  : pressione litostatica
- DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)
- DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)
- $\phi$  JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)
- $\phi$  Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.
- $\phi$  Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.
- $\phi$  Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.
- $\phi$  Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

- E Jamiol : modulo deform. elastica (Jamiolkoski) sabbia e ghiaia NC
- E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC
- E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura
- E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa
- Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia
- Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)
- Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.
- Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.
- Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.
- Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)
- Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)
- FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BZ1**  
**TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE**

Cantiere : Dallanoce

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda # 3,80 m. da p.c.

Note : - Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond. (m.)		Nscpt	N'
0,00	- 0,30	3	
0,30	- 0,60	5	
0,60	- 0,90	7	
0,90	- 1,20	7	
1,20	- 1,50	35	
1,50	- 1,80	45	
1,80	- 2,10	39	
2,10	- 2,40	15	
2,40	- 2,70	14	
2,70	- 3,00	10	
3,00	- 3,30	15	
3,30	- 3,60	34	
3,60	- 3,90	14	
3,90	- 4,20	14	
4,20	- 4,50	12	
4,50	- 4,80	11	
4,80	- 5,10	14	
5,10	- 5,40	12	
5,40	- 5,70	12	
5,70	- 6,00	15	
6,00	- 6,30	14	
6,30	- 6,60	19	
6,60	- 6,90	59	
6,90	- 7,20	72	
7,20	- 7,50		
7,50	- 7,80		
7,80	- 8,10		
8,10	- 8,40		
8,40	- 8,70		
8,70	- 9,00		
9,00	- 9,30		
9,30	- 9,60		
9,60	- 9,90		
9,90	- 10,20		
10,20	- 10,50		

Profond. (m.)		Nscpt	N'
10,50	- 10,80		
10,80	- 11,10		
11,10	- 11,40		
11,40	- 11,70		
11,70	- 12,00		
12,00	- 12,30		
12,30	- 12,60		
12,60	- 12,90		
12,90	- 13,20		
13,20	- 13,50		
13,50	- 13,80		
13,80	- 14,10		
14,10	- 14,40		
14,40	- 14,70		
14,70	- 15,00		
15,00	- 15,30		
15,30	- 15,60		
15,60	- 15,90		
15,90	- 16,20		
16,20	- 16,50		
16,50	- 16,80		
16,80	- 17,10		
17,10	- 17,40		
17,40	- 17,70		
17,70	- 18,00		
18,00	- 18,30		
18,30	- 18,60		
18,60	- 18,90		
18,90	- 19,20		
19,20	- 19,50		
19,50	- 19,80		
19,80	- 20,10		
20,10	- 20,40		
20,40	- 20,70		
20,70	- 21,00		

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BZ1**  
**DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE**

Cantiere : Dallanoce

quota inizio : p.c.

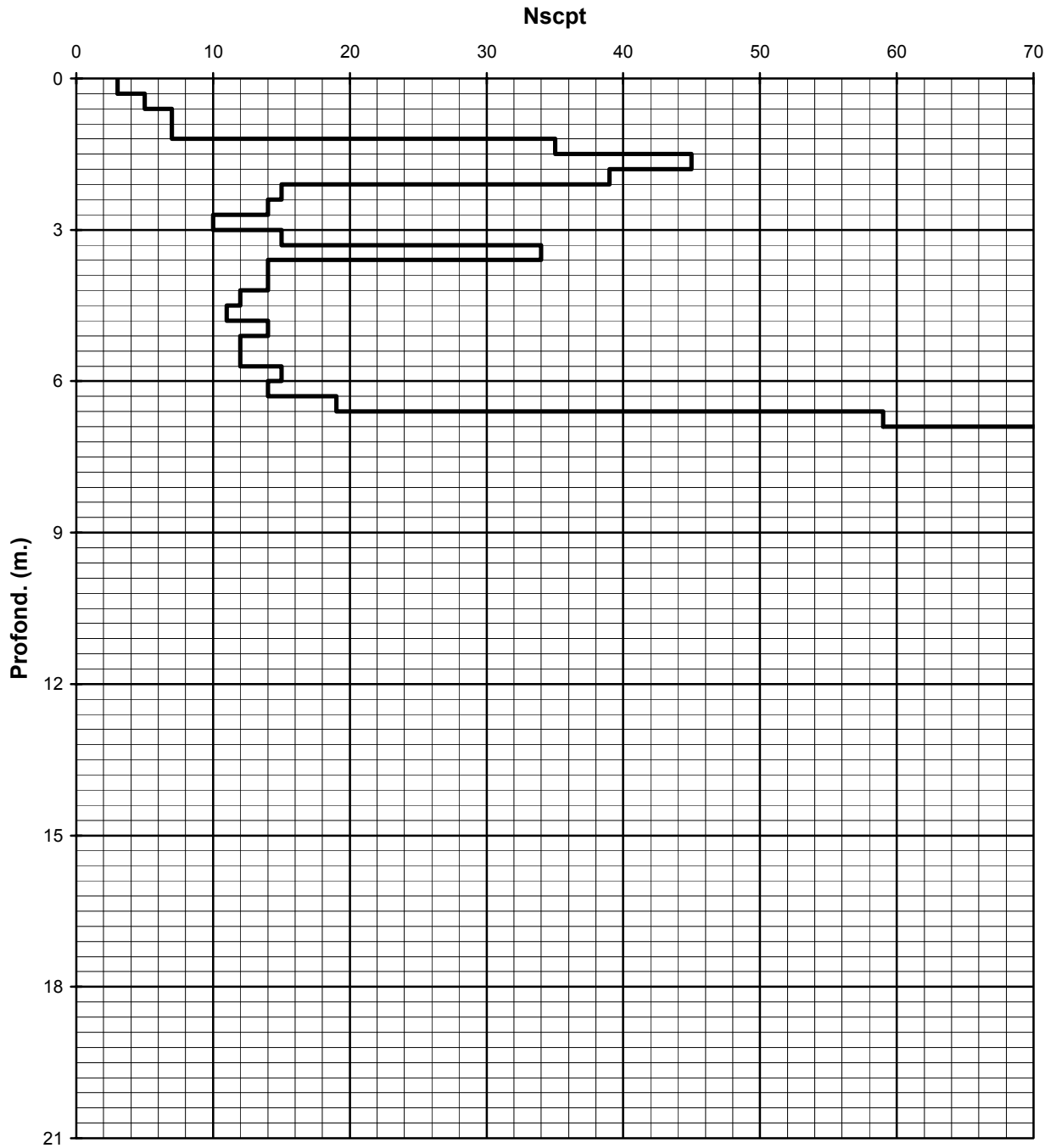
Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : 3,80 m.

Note : - Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Numero colpi punta



— N° colpi punta



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BZ1

## VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : Dallanoce

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : 3,80 m.

Note : - Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond.	Nsct	$\beta$	Nspt	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\sigma_v'$	DR Mey.	DR Baz.	phi JRN	phi Schm1	phi Schm2	phi Schm3	phi Schm4	E Jamiol	E D'Apoll.	E Webb1	E Webb2	Mo	FSL	Cu (Terz.)	Cu (DM7-bp)	Cu (DM7-mp)	Cu (DM7-ap)	Eu	Mo	
				(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		(KPa)	(KPa)	(KPa)	(KPa)	(MPa)	(MPa)	
0,00	-1,20	5,5	1,50	8	18,8	18,7	0,11	67	58	29,48	36,13	38,18	40,31	42,65	6,6	24,5	4,1	10,9	18,2	2,7	52,91	30,52	61,05	101,74	25,9	8,1
1,20	-6,60	14,6	1,50	22	21,0	20,0	0,71	83	67	33,57	37,40	39,22	41,22	43,37	16,3	34,6	8,3	17,3	30,1	4,5	139,60	80,54	161,07	268,46	68,4	21,5
6,60	-7,20	62,3	1,30	81	152,3	23,1	1,04	100	111	55,04	43,58	44,30	45,63	46,90	55,6	78,4	26,7	45,0	81,9	-						

Nsct : numero colpi punta SCPT  
 $\beta$  : coeff. di correlazione SCPT-SPT  
Nspt : numero colpi SPT  
 $\gamma$  : peso di volume  
 $\gamma_{sat}$  : peso di volume saturo  
 $\sigma_v'$  : pressione litostatica  
DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)  
DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)  
 $\phi$  JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)  
 $\phi$  Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.  
 $\phi$  Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.  
 $\phi$  Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.  
 $\phi$  Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E Jamiol : modulo deform. elastica (Jamiolkoski) sabbia e ghiaia NC  
E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC  
E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura  
E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa  
Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia  
Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)  
Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.  
Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.  
Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.  
Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)  
Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)  
FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BZ2**  
**TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE**

Cantiere : Dallanoce

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda # - m. da p.c.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond. (m.)		Nscpt	N'
0,00	- 0,30	3	
0,30	- 0,60	10	
0,60	- 0,90	10	
0,90	- 1,20	6	
1,20	- 1,50	6	
1,50	- 1,80	8	
1,80	- 2,10	14	
2,10	- 2,40	10	
2,40	- 2,70	30	
2,70	- 3,00	21	
3,00	- 3,30	15	
3,30	- 3,60	21	
3,60	- 3,90	21	
3,90	- 4,20	12	
4,20	- 4,50	16	
4,50	- 4,80	35	
4,80	- 5,10	47	
5,10	- 5,40	61	
5,40	- 5,70	75	
5,70	- 6,00		
6,00	- 6,30		
6,30	- 6,60		
6,60	- 6,90		
6,90	- 7,20		
7,20	- 7,50		
7,50	- 7,80		
7,80	- 8,10		
8,10	- 8,40		
8,40	- 8,70		
8,70	- 9,00		
9,00	- 9,30		
9,30	- 9,60		
9,60	- 9,90		
9,90	- 10,20		
10,20	- 10,50		

Profond. (m.)		Nscpt	N'
10,50	- 10,80		
10,80	- 11,10		
11,10	- 11,40		
11,40	- 11,70		
11,70	- 12,00		
12,00	- 12,30		
12,30	- 12,60		
12,60	- 12,90		
12,90	- 13,20		
13,20	- 13,50		
13,50	- 13,80		
13,80	- 14,10		
14,10	- 14,40		
14,40	- 14,70		
14,70	- 15,00		
15,00	- 15,30		
15,30	- 15,60		
15,60	- 15,90		
15,90	- 16,20		
16,20	- 16,50		
16,50	- 16,80		
16,80	- 17,10		
17,10	- 17,40		
17,40	- 17,70		
17,70	- 18,00		
18,00	- 18,30		
18,30	- 18,60		
18,60	- 18,90		
18,90	- 19,20		
19,20	- 19,50		
19,50	- 19,80		
19,80	- 20,10		
20,10	- 20,40		
20,40	- 20,70		
20,70	- 21,00		

Nscpt : n° colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BZ2

## DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : Dallanoce

quota inizio : p.c.

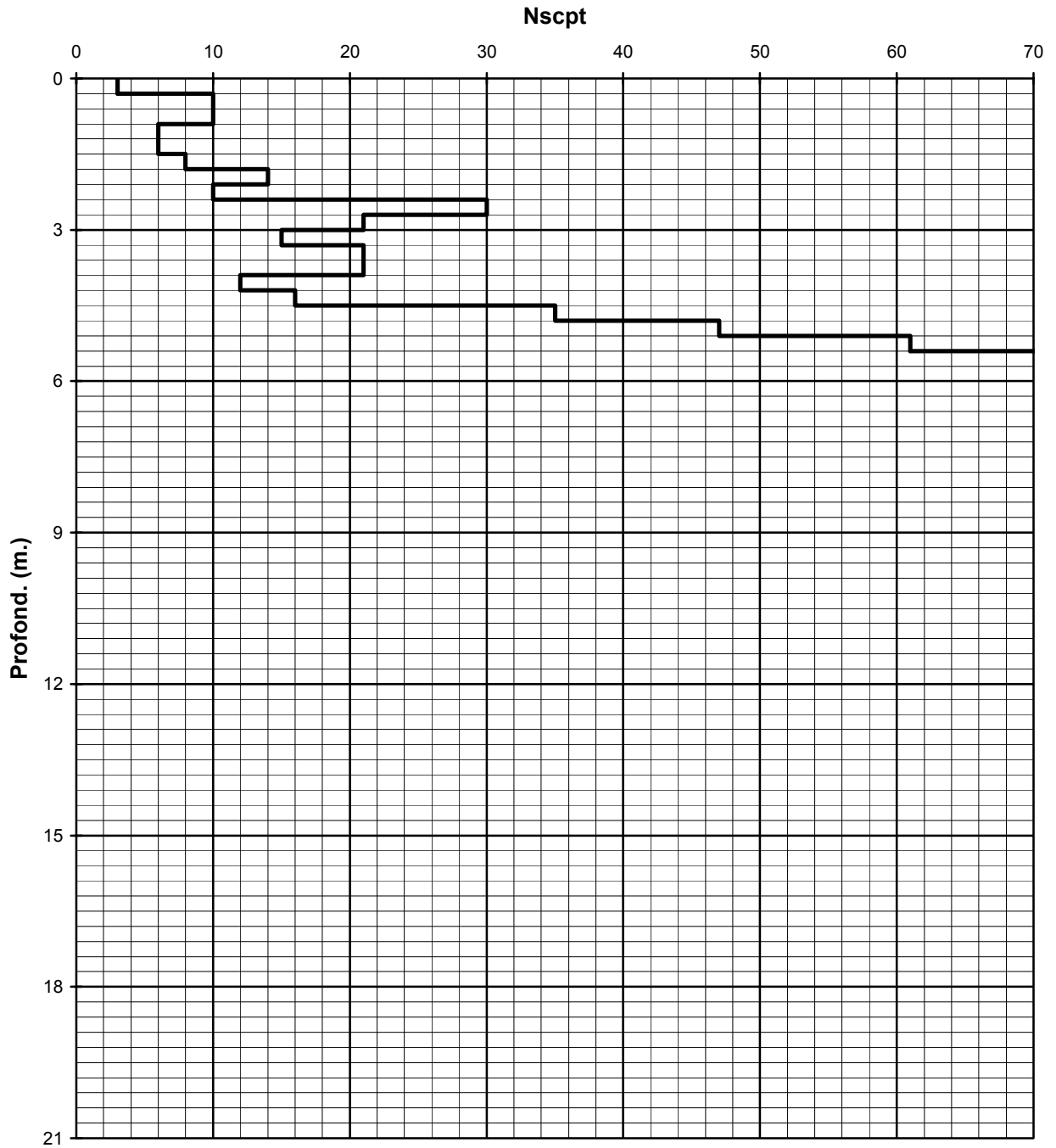
Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : - m.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Numero colpi punta



— N° colpi punta





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT BZ2

## VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : Dallanoce

quota inizio : p.c.

Località : Rallio di Montechiaro

prof. falda : - m.

Note : falda non rilevata. Fonte : Dr. Marco Barbieri

data : 17/07/2018

Profond.	Nscpt	$\beta$	Nspt	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\sigma_v'$	DR Mey.	DR Baz.	phi JRN	phi Schm1	phi Schm2	phi Schm3	phi Schm4	E Jamiol	E D'Apoll.	E Webb1	E Webb2	Mo	FSL	Cu (Terz.)	Cu (DM7-bp)	Cu (DM7-mp)	Cu (DM7-ap)	Eu	Mo	
				(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		(KPa)	(KPa)	(KPa)	(KPa)	(MPa)	(MPa)	
0,00	- 1,80	7,2	1,50	11	19,6	18,9	0,17	74	64	30,24	36,91	38,82	40,86	43,09	8,4	26,4	4,9	12,1	20,3	3,5	68,84	39,72	79,43	132,39	33,8	10,6
1,80	- 4,50	13,9	1,50	21	20,9	19,9	0,58	85	69	33,26	37,71	39,48	41,44	43,55	15,4	33,9	8,0	16,8	29,2	5,0	133,22	76,86	153,72	256,20	65,3	20,5
4,50	- 5,70	44,8	1,30	58	21,0	21,7	0,94	100	95	47,16	41,30	42,43	44,00	45,60	40,0	61,5	19,6	34,3	61,9	-						

- Nscpt : numero colpi punta SCPT
- $\beta$  : coeff. di correlazione SCPT-SPT
- Nspt : numero colpi SPT
- $\gamma$  : peso di volume
- $\gamma_{sat}$  : peso di volume saturo
- $\sigma_v'$  : pressione litostatica
- DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)
- DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)
- $\phi$  JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)
- $\phi$  Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.
- $\phi$  Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.
- $\phi$  Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.
- $\phi$  Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

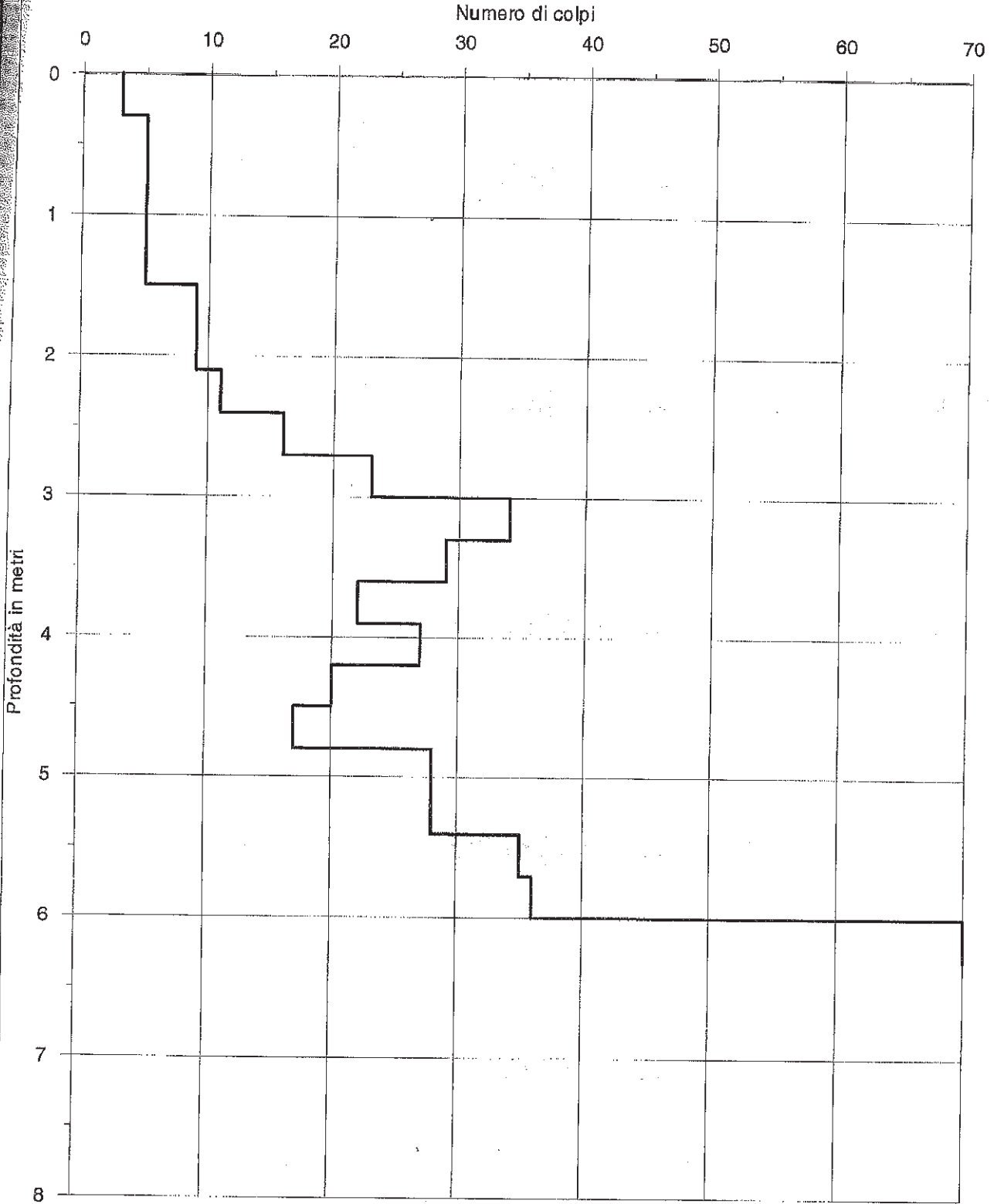
- E Jamiol : modulo deform. elastica (Jamiolkoski) sabbia e ghiaia NC
- E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC
- E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura
- E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa
- Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia
- Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)
- Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.
- Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.
- Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.
- Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)
- Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)
- FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

# Penetrometro Dinamico Pesante SCPT

Maglio 73 kg Volata 75 cm Punta  $\Phi$  51 Angolo 60°

Cantiere: Rallio di Montechiaro - Proprietà: Ballani

**P1**



File: /dinamico/p1.grf

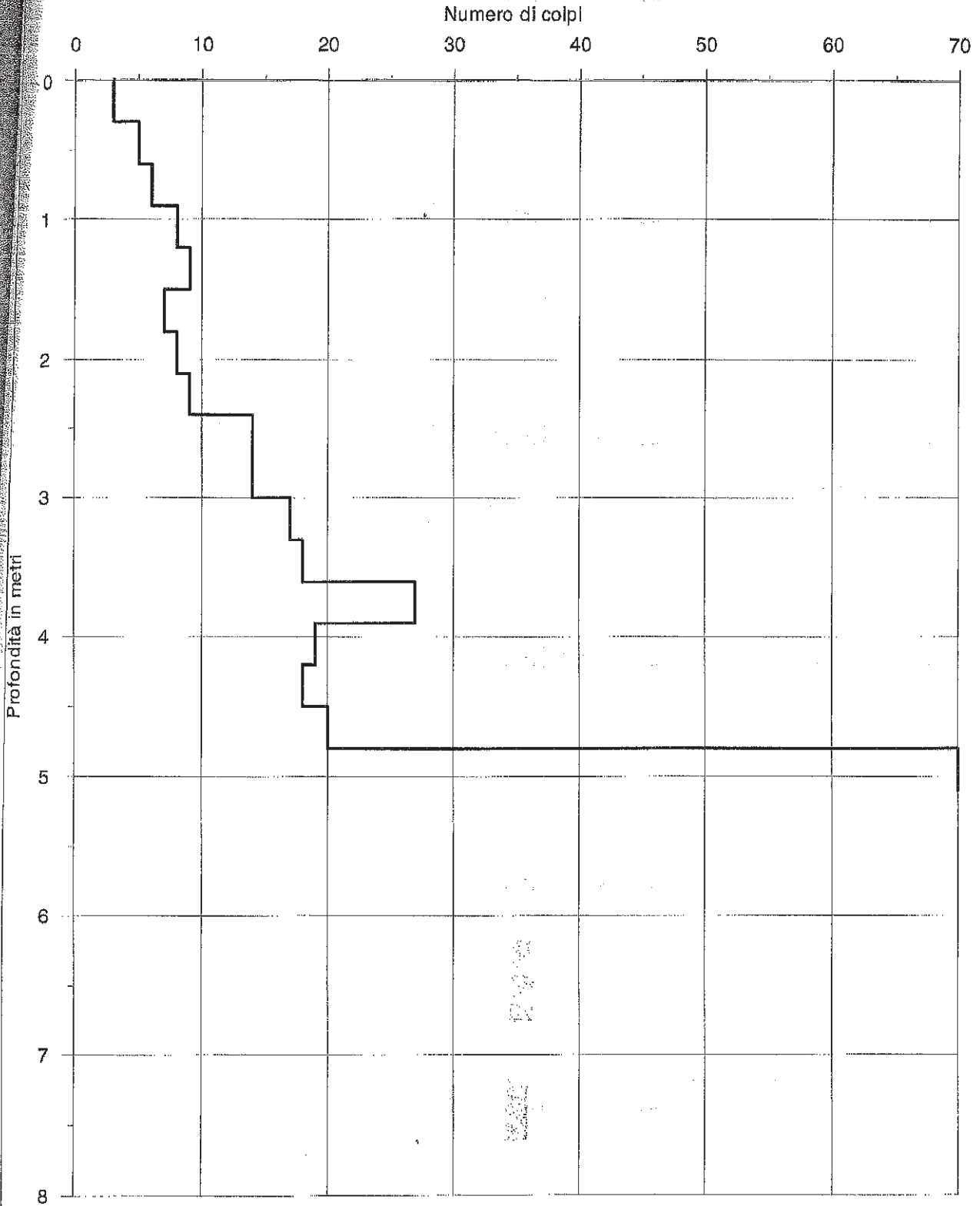
Data: Maggio 2008

# Penetrometro Dinamico Pesante SCPT

Maglio 73 kg Volata 75 cm Punta  $\Phi$  51 Angolo 60°

Cantiere: Rallo di Montechiaro - Proprietà: Ballani

**P2**



File: /dinamico/p2.grf

Data: Maggio 2008

ID Log: I1

Client: Eni E&P  
 Project: Indagine geognostica area ex Pozzo Rallio 4  
 Location: Rallio di Montechiaro (PC)  
 Area:



Tecno In S.p.A.  
 San Donato Milanese (MI)  
 Napoli  
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Easting: m  
 Northing: m  
 Elevation: m s.l.m.  
 Depth: 72 m

Drilling type:  
 Diam. min. (mm): 101  
 Diam. max. (mm): 127  
 Probe: CMV900

Drilling date:  
 Driller: Antonio Esposito  
 Technical editor:  
 Equipment:

Scale: 1:100  
 Review:

Scale (m)	Elevation (m a.s.l.)	Depth (m g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	RQD (%)	SPT (N1,N2,N3)	Geotechnical samples	Environmental samples	Corer	Menard Test	Dilatometric Test	Lugeon Test	Leifranc Test	Piezometer scheme and Groundwater Levels
0		0,00		Argilla bruna debolmente limosa e debolmente ghiaiosa molto consistente e plastica. La frazione ghiaiosa è composta da clasti eterometrici di composizione prevalentemente calcarea e arenacea di forma subangolare	1,45										
2		1,45		Argilla nocciola ghiaiosa e debolmente limosa molto consistente e plastica. Presenza sottili livelli di alterazione color ruggine in tutto l'intervallo considerato. La frazione ghiaiosa eterometrica e di forma subangolare risulta composta da clasti anche pluricentimetrici di composizione calcarea ed arenacea molto alterati.	2,5			C1_I1							
4		3,95		Sabbia medio fine grigiastria limosa ben addensata ed asciutta.	0,19										
		4,17		Trovante di composizione calcarea marnosa grigio rosastro.	0,13										
		4,30		Sabbia medio fine grigiastria limosa moderatamente addensata ed umida	0,45										
		4,75		Ciottole e ghiaia eterometrica subangolari di composizione calcarea in matrice argillosa grigia.	0,35			C2_I1							LT1
		5,10		Argilla grigia debolmente limosa con sabbia e ghiaia. La frazione ghiaiosa è composta da clasti eterometrici subangolari di genesi calcarea debolmente marnosa diam. max 4 cm.	1,15										
6		6,25		Sabbia limosa grigia mediamente addensata e debolmente umida con sottili livelli di ossidazione color ruggine.	0,75			C3_I1							
		7,00		Ghiaia ciottolosa sciolta eterometrica da subangolare a subarrotondata di composizione calcarea ed arenacea.	1,7										LT2
		8,70		Argilla grigia plastica e consistente debolmente ghiaiosa e debolmente sabbiosa.	1,8										
		9,50		Trovante costituito da calcare marnoso grigiastro	0,4										
10		9,90		Ghiaia medio grossolana subangolare sciolta	0,1										
		10,00		Argilla plastica e molto consistente di color nocciola ghiaiosa. La frazione ghiaiosa è composta da clasti eterometrici di composizione calcarea-marnosa di forma da angolare a subangolare.	0,85										
		10,85		Ciottole e ghiaia da angolari a subangolari di composizione calcarea marnosa.	0,15										
		11,00		Trovante di composizione calcarea biancastro	0,5										
12		11,50		Argilla nocciola con ghiaia eterometrica da angolare a subangolare.	1,5										
		13,00		Argilla grigia plastica e molto consistente con ghiaia eterometrica da angolare a subangolare di composizione calcarea marnosa.	1,85			C4_I1							
		14,85		Trovante calcareo	0,15										
16		15,00		Argilla grigia ben consistente ghiaioso-sabbiosa. La frazione ghiaiosa, eterometrica e subangolare, è composta da clasti calcarei.	3,4			C5_I1							
18		18,40		Argilla bruna molto consistente ghiaiosa.	1,6										
20		20,00						C6_I1							

ID Log: I1

Client: Eni E&P

Project: Indagine geognostica area ex Pozzo Rallio 4

Location: Rallio di Montechiaro (PC)

Area:

Easting: m  
 Northing: m  
 Elevation: m s.l.m.  
 Depth: 72 m

Drilling type:  
 Diam. min. (mm): 101  
 Diam. max. (mm): 127  
 Probe: CMV900

Drilling date:  
 Driller: Antonio Esposito  
 Technical editor:  
 Equipment:



Tecno In S.p.A.  
 San Donato Milanese (MI)  
 Napoli  
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scale: 1:100  
 Review:

Scale (m)	Elevation (m a.s.l.)	Depth (m g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	RQD (%)			SPT (N1,N2,N3)	Geotechnical samples	Environmental samples	Corer	Menard Test	Dilatometric Test	Lugeon Test	Lefranc Test	Piezometer scheme and Groundwater Levels
						0	50	100									
		22,00		Argilla grigia, plastica e molto consistente, ghiaiosa e debolmente ciottolosa. Si notano strati millimetrici di ossidazione.	2												
		24,20		Argilla limoso-sabbiosa beige moderatamente consistente e debolmente ghiaiosa.	2,2					C1							
		26,00		Argilla grigio-azzurrognola debolmente ghiaiosa con rari ciottoli (diam. max. 9 cm) subangolari di composizione calcarea.	2,8												
		27,00		Trovante costituito da calcare biancastro	0,45												
		27,45		Argilla beige moderatamente consistente con sabbia e ghiaia medio fine.	0,4												
		27,85		Argilla bruna molto consistente e plastica debolmente ghiaiosa e debolmente sabbiosa	1,7												
		29,55		Argilla beige debolmente sabbiosa poco consistente.	0,45												
		30,00		Argilla nocciola ben consistente ghiaioso-sabbiosa, la frazione ghiaiosa, eterometrica e subangolare, è costituita da clasti di calcare marnoso e mama.	2,5												
		32,50		Limo argilloso, poco plastico e molto consistente di colore grigio chiaro. Si individuano rari litici centimetrici calcareo-marnosi.	1,1												
		33,60		Calcare marnoso	0,7												
		34,30		Argilla beige plastica e molto consistente ghiaioso-sabbiosa. La frazione ghiaiosa è composta da litici calcarei e arenacei subangolari	4,7												
		39,00		Limo argilloso poco plastico e molto consistente di colore grigio chiaro. Presenti rari litici centimetrici	0,5												
		39,50		Argilla grigia molto consistente e plastica ghiaioso sabbiosa debolmente ciottolosa. La frazione ghiaiosa e ciottolosa è composta da clasti di composizione carbonatica.	0,5												
		40,00		Argilla beige mediamente consistente, sabbioso-ghiaiosa.	1,3												

Semplice 101 mm



ID Log: I1

Client: Eni E&P  
 Project: Indagine geognostica area ex Pozzo Rallio 4  
 Location: Rallio di Montechiaro (PC)  
 Area:



Easting: m                                      Drilling type:  
 Northing: m                                    Diam. min. (mm): 101  
 Elevation: m s.l.m.                          Diam. max. (mm): 127  
 Depth: 72 m                                    Probe: CMV900

Drilling date:  
 Driller: Antonio Esposito  
 Technical editor:  
 Equipment:

Scale: 1:100  
 Review:

Scale (m)	Elevation (m a.s.l.)	Depth (m g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	RQD (%)			SPT (N1, N2, N3)	Geotechnical samples	Environmental samples	Corer	Menard Test	Dilatometric Test	Lugeon Test	Leffranc Test	Piezometer scheme and Groundwater Levels
						0	50	100									
		41,30															
42				Argilla bruna con sottili livelli di alterazione color ruggine.	3,82												
44																	
		45,12		Ciottoli e ghiaia eterometrica subangolari di composizione calcareo-marnosa in scarsa matrice.	0,38												
46		45,50		Argilla bruna, plastica e molto consistente debolmente ghiaiosa. La frazione ghiaiosa è costituita da clasti calcareo-marnosi ed arenacei.	1,5												
48		47,00		Ciottoli e ghiaia calcareo marnosi da angolari a subangolari.	1,1												
		48,10		Argilla grigiastra ben consistente e plastica sabbioso-ghiaiosa.	0,6												
		48,70		Ciottoli e ghiaia etrometrica subangolare calcareo marnosa in scarsa matrice argilloso-sabbiosa.	0,3												
		49,00															
50				Argilla beige ghiaioso-sabbiosa ben consistente e plastica	4,9												LT3
52																	
54		53,90		Limo argilloso beige grigiastro sabbioso ghiaioso ben consistente.	1,1												
56		55,00		Argilla limosa grigio chiaro debolmente sabbioso e debolmente ghiaiosa.	2												
58		57,00		Argilla verdastra ben consistente e plastica	0,4												
		57,50															
60		59,50		Argilla ghiaiosa	0,5												
		59,60		Argilla limosa grigio chiaro debolmente sabbioso e debolmente ghiaiosa.	2												
		60,00		Trovante composto da arenaria	0,1												
		60,30		Trovante costituito da calcare marnoso	0,3												
		61,00		Argilla limosa grigio chiaro debolmente ghiaiosa e debolmente sabbiosa con	0,7												



ID Log: I1

Client: Eni E&P

Project: Indagine geognostica area ex Pozzo Rallio 4

Location: Rallio di Montechiaro (PC)

Area:

Easting: m  
 Northing: m  
 Elevation: m s.l.m.  
 Depth: 72 m

Drilling type:  
 Diam. min. (mm): 101  
 Diam. max. (mm): 127  
 Probe: CMV900

Drilling date:  
 Driller: Antonio Esposito  
 Technical editor:  
 Equipment:



Tecno In S.p.A.  
 San Donato Milanese (MI)  
 Napoli  
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scale: 1:100  
 Review:

Scale (m)	Elevation (m a.s.l.)	Depth (m g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	RQD (%)			SPT (N1, N2, N3)	Geotechnical samples	Environmental samples	Corer	Menard Test	Dilatometric Test	Lugon Test	Lefranc Test	Piezometer screens and Groundwater Levels
						0	50	100									
		62,50		clasti eterometrici subangolari di composizione calcarea. Livello litoide costituito da calcare marnoso alterato con intercalazioni argillose debolmente ghiaiose.	1,5												
		63,50		Argilla grigio chiaro, plastica e molto consistente, ghiaiosa.	1												
		63,75		Argilla beige debolmente ghiaiosa	0,25												
		64,00		Ghiaia eterometrica poligenica da angolare subangolare debolmente cementata	0,25												
		68,80		Argilla beige, plastica e molto consistente, ghiaiosa con clasti di composizione calcarea eterometrici e subangolari.	4,8												
				Argilla grigia, ghiaioso sabbiosa, debolmente limosa, poco plastica e molto consistente.	0,2												



## COMUNE DI RIVERGARO

PROVINCIA DI PIACENZA

### RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA RELATIVA ALLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' DI DEPOSITO DI DETRITO DI VERSANTE IN LOC. RALLIO

Elaborato :

## DOCUMENTAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE

Committente:

Comune di Rivergaro  
Via Roma, 23  
29029 Rivergaro (PC)

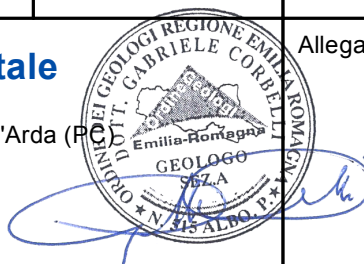
Data:  
Dicembre 2018

Allegato:



### Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI  
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)  
Tel. 0523944096 - Fax 0523944096  
E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

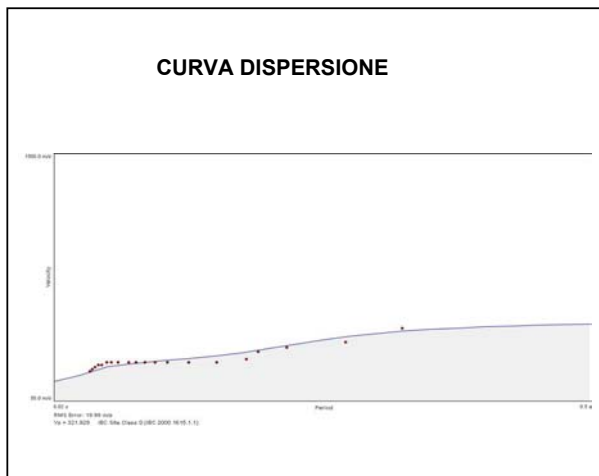
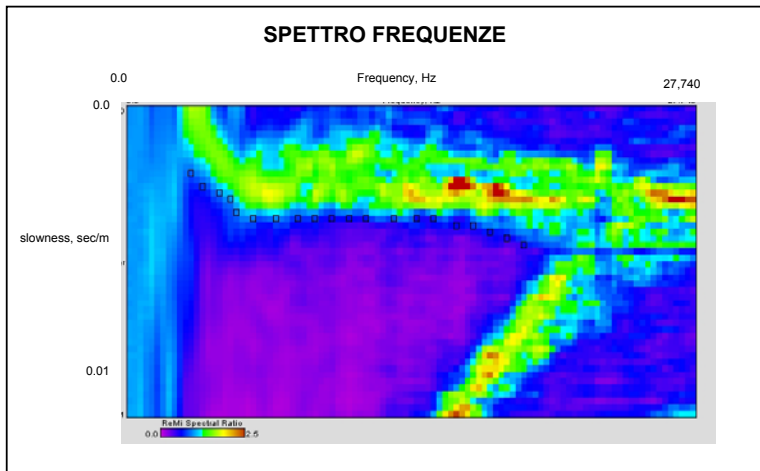


# 2

# MICROTREMOR REFRACTION (Re.Mi.)

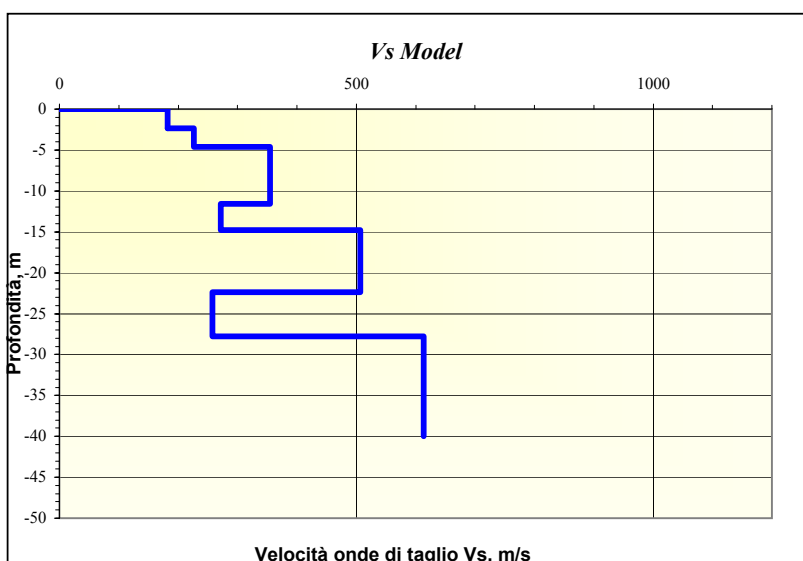
# REMI\_PSC1

Cantiere : PSC Rivergaro  
 Località : Rallio di Montechiaro

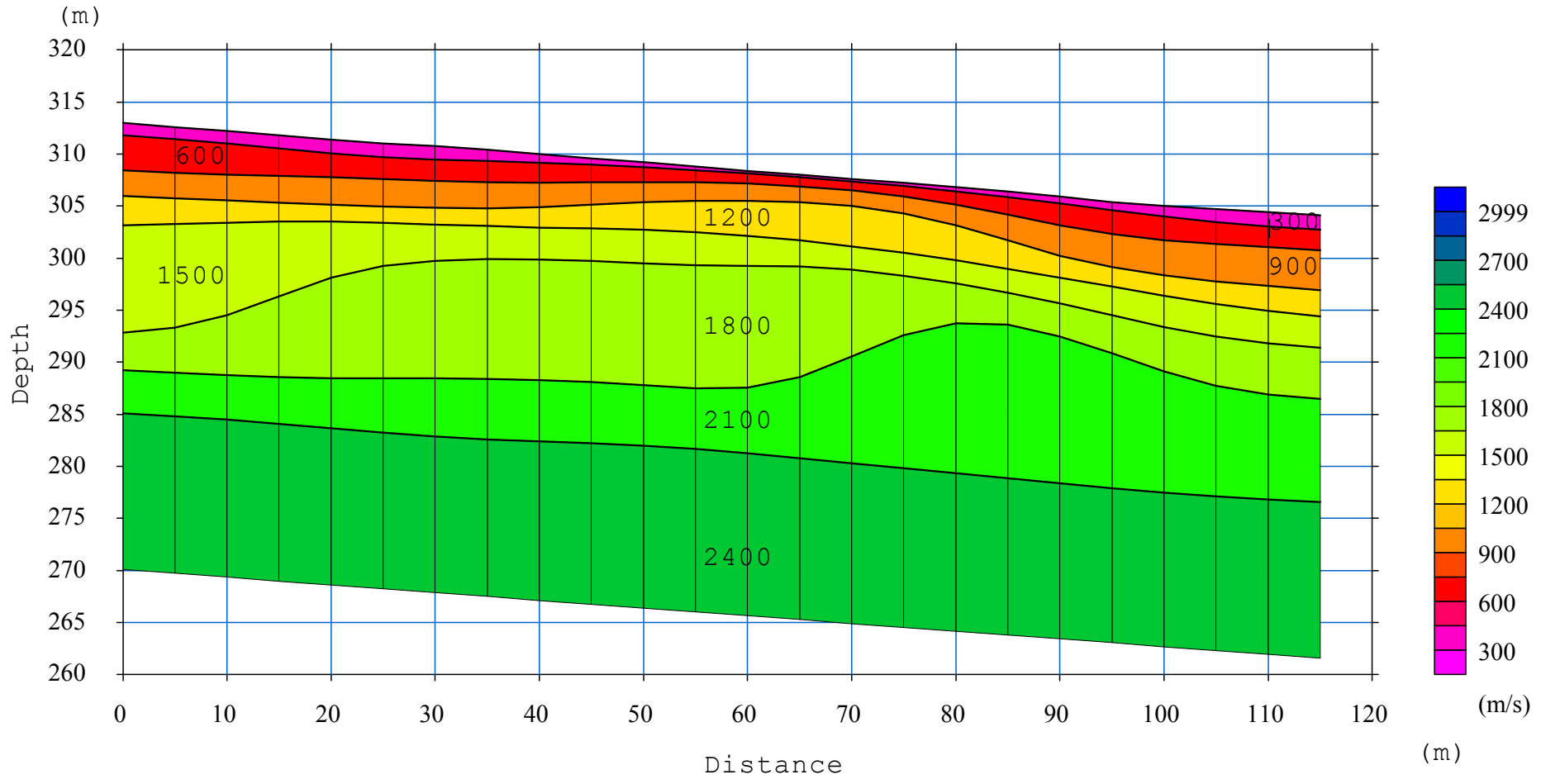


### MODELLO DIRETTO OTTIMIZZATO

Depth (m)	Density (g/cc)	Shear Velocity (m/s)
2.335 m	2.0 g/cc	181.867 m/s
4.578 m	2.0 g/cc	226.244 m/s
11.6 m	2.0 g/cc	354.262 m/s
14.8 m	2.0 g/cc	271.858 m/s
22.4 m	2.0 g/cc	506.393 m/s
27.8 m	2.0 g/cc	257.596 m/s
40.0 m	2.0 g/cc	813.508 m/s



**H = 14,8 m**  
**VsH = 272 m/s**

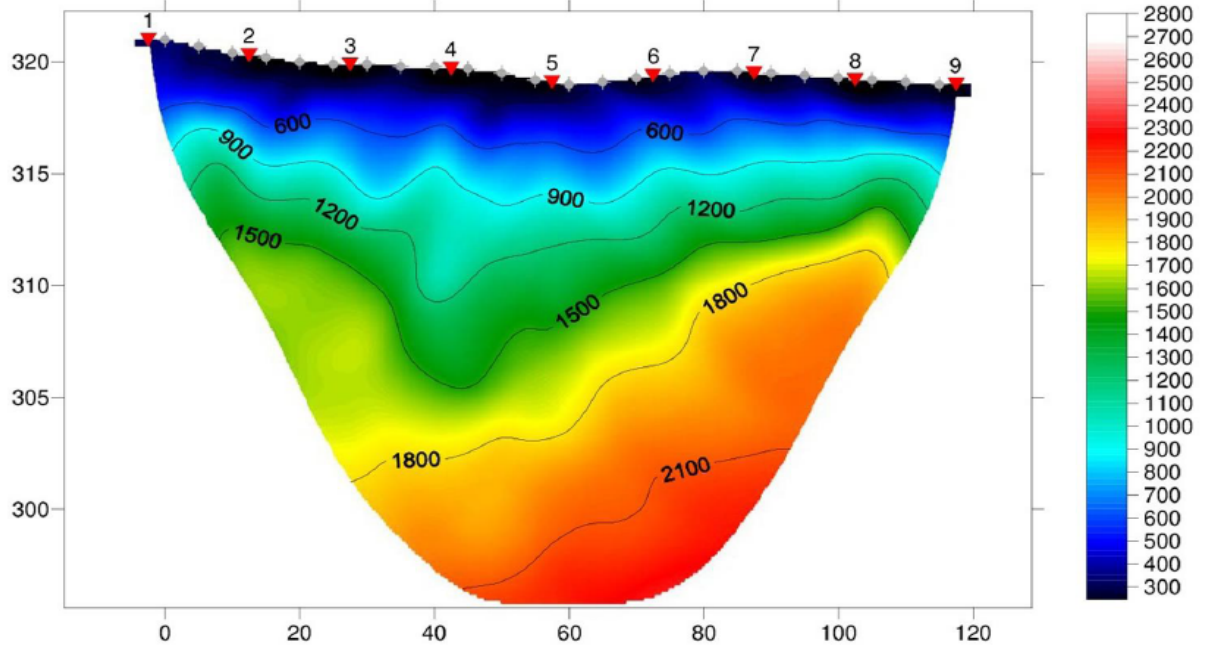


rallio\_tomo.vs

Scale = 1 / 600

Fonte : Ambrogeo  
Località : Rallio

SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P CASE CAMIA - RALLIO DI MONTECHIARO

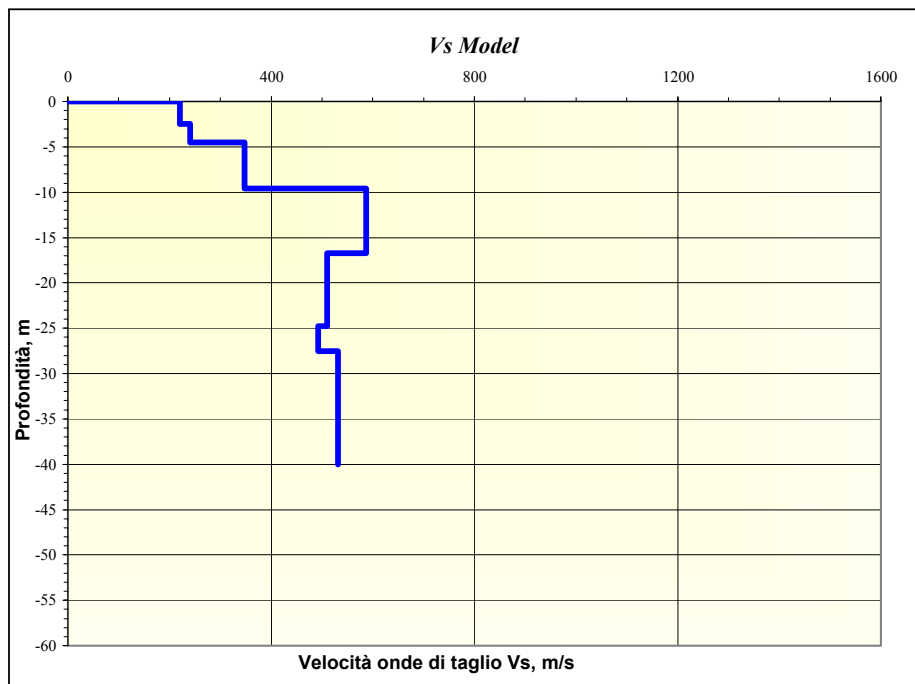
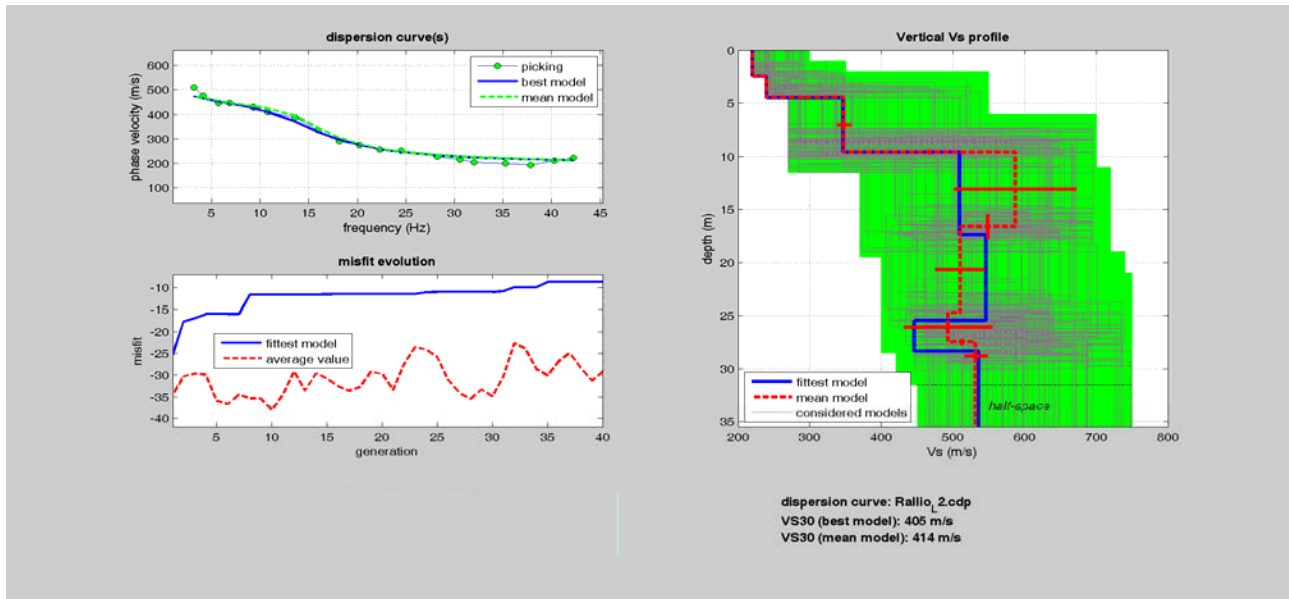


# Prospezione MASW L1

## Multichannel Analysis Surface Waves

Fonte : Ambrogeo

Località : Rallio



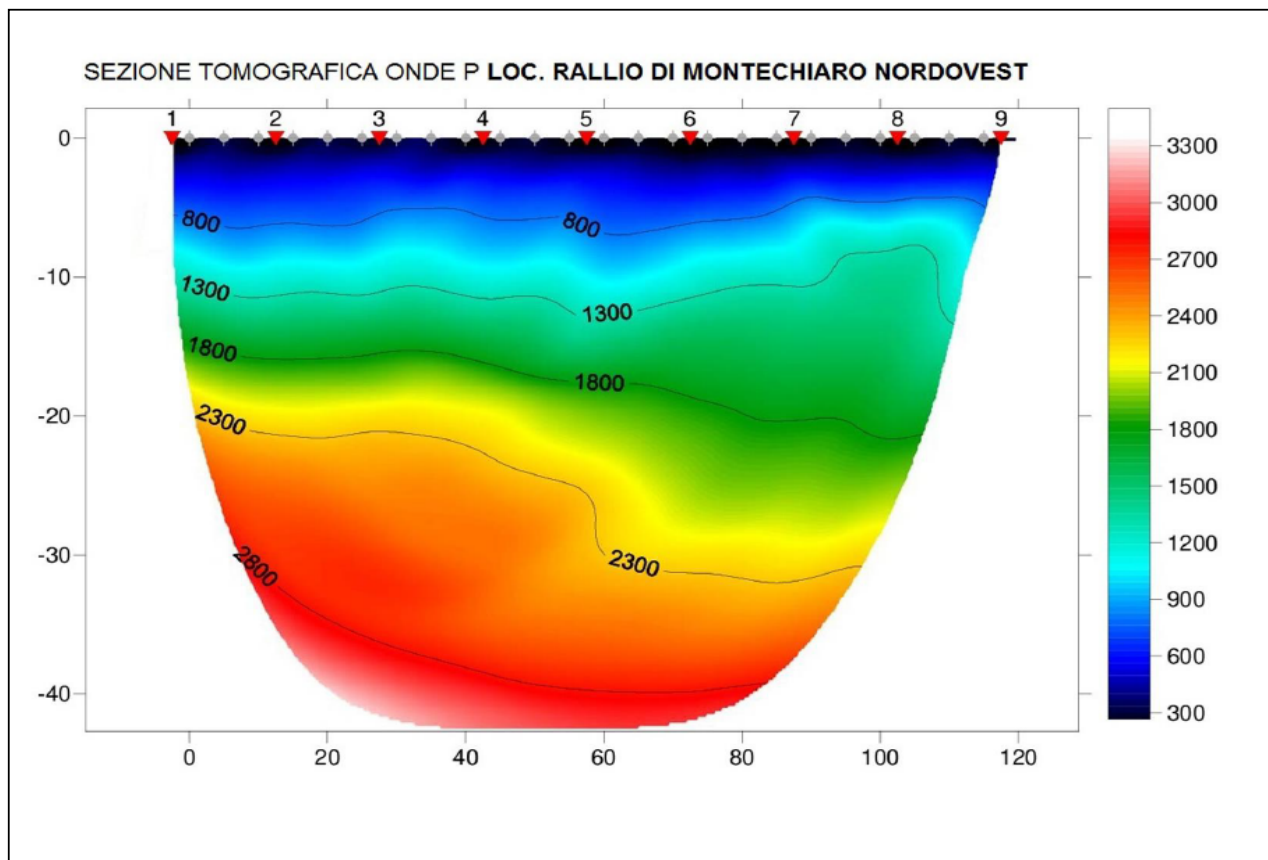
Spessore (m)	Vs (m/s)
2,5	220
2	240
5,1	348
7,1	587
8,1	510
2,7	493
13.05	532

**H = 9,6 m**  
**VsH = 272 m/s**



Fonte : Ambrogeo

Località : Rallio

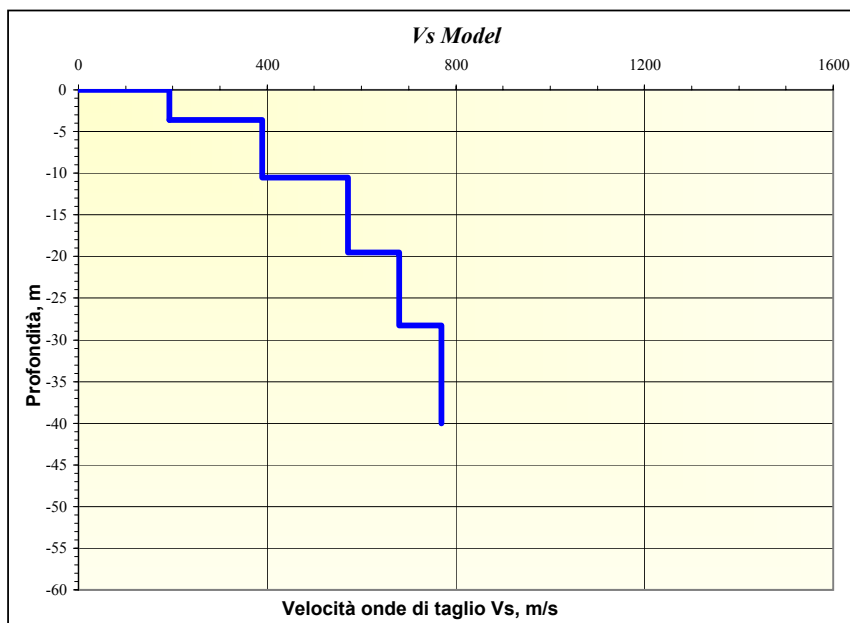
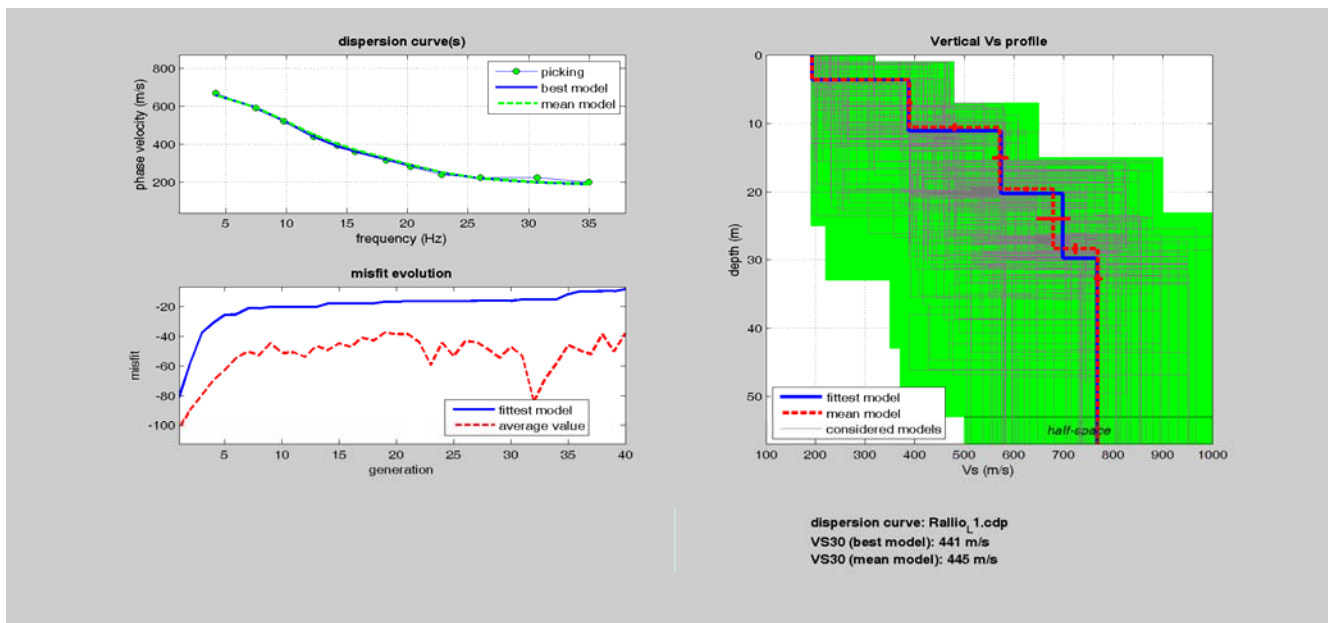


# Prospezione MASW L2

## Multichannel Analysis Surface Waves

Fonte : Ambrogeo

Località : Rallio



Spessore (m)	Vs (m/s)
3,6	193
6,9	389
9	572
8,8	680
11,7	770

**H = 9,6 m**  
**VsH = 279 m/s**

# LOC. RALLIO - RIVERGARO - TOMOGRAFIA SISMICA - P1

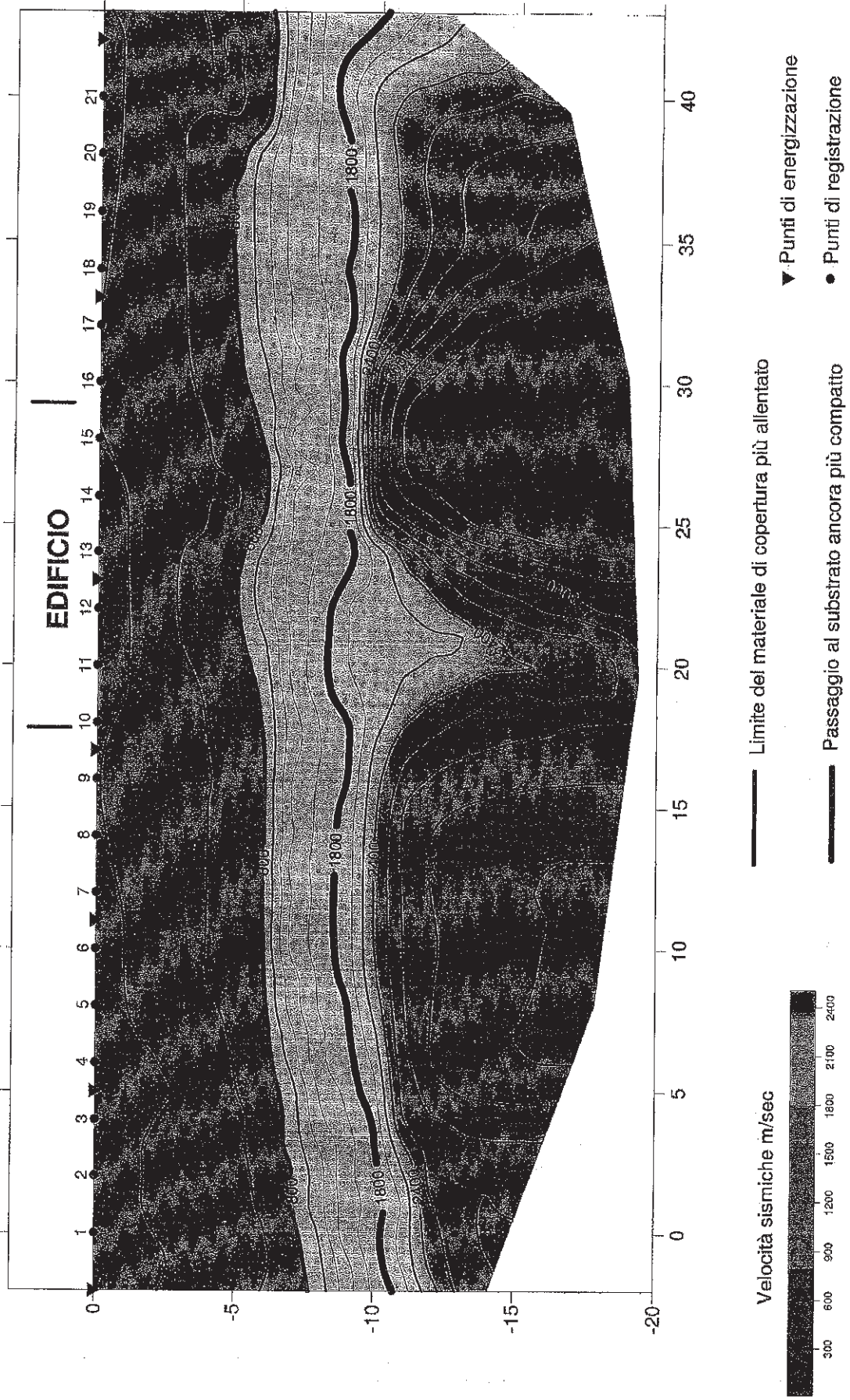
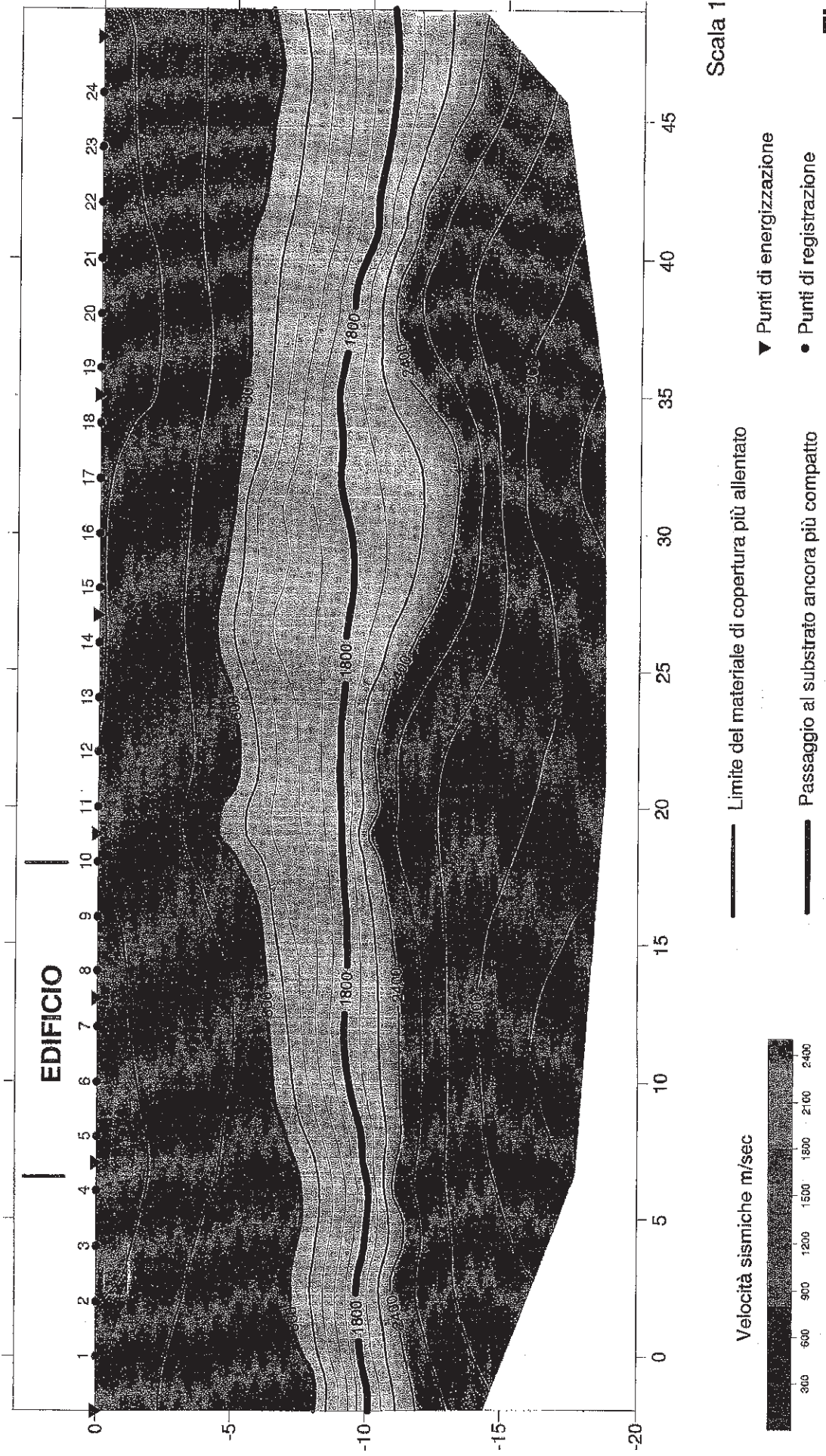


Fig.4a



# LOC. RALLIO - RIVERGARO - TOMOGRAFIA SISMICA - P2



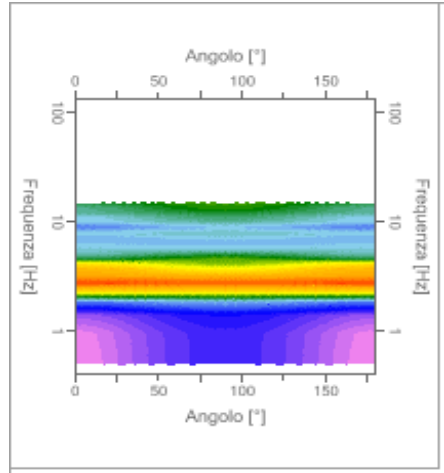
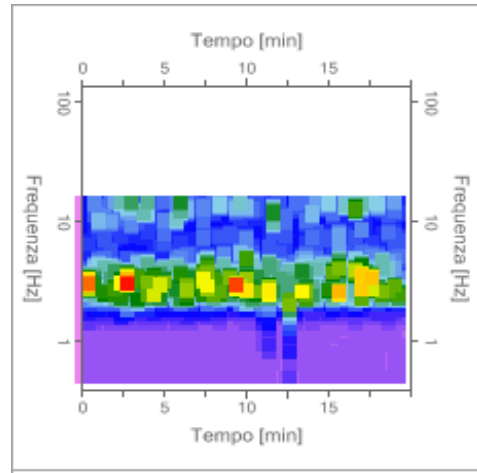
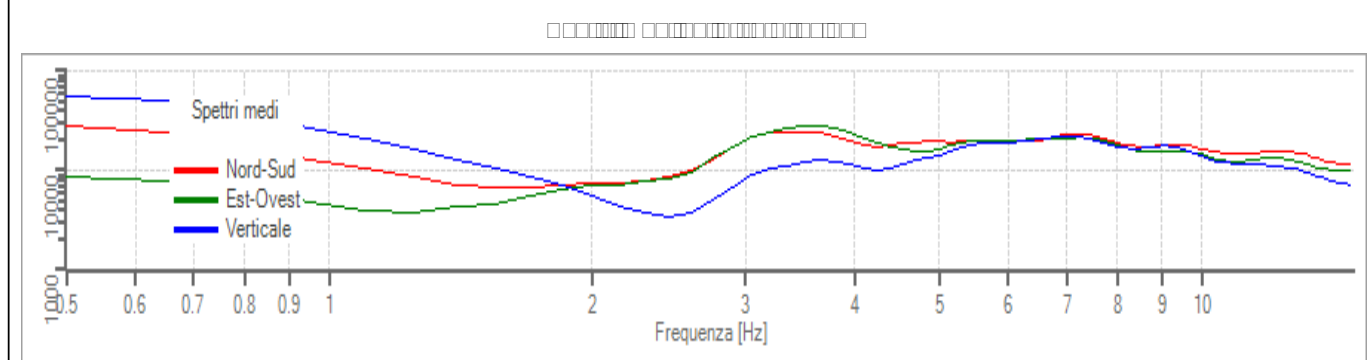
Scala 1:200

Fig.4b



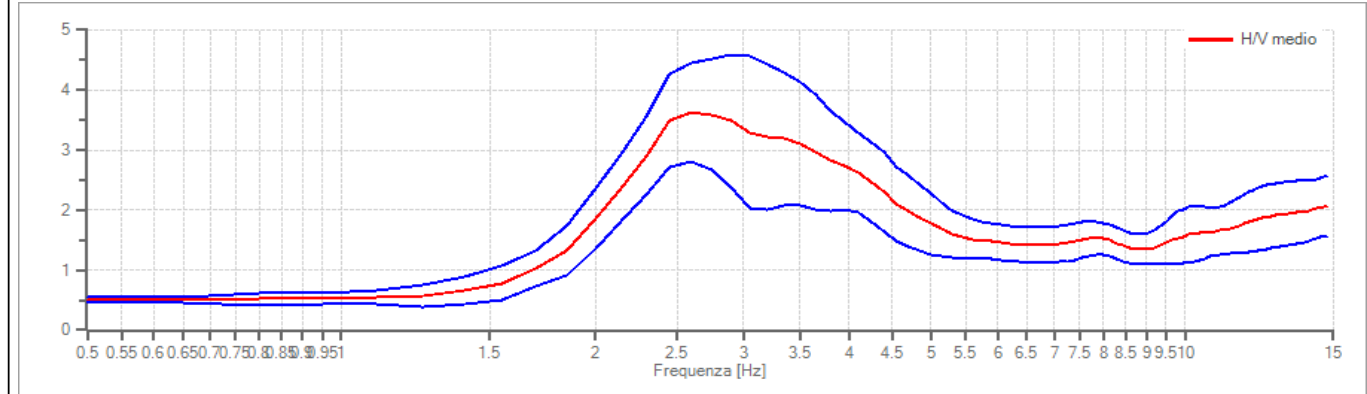


M  
M



M

M



Frequenza del picco del rapporto H/V:	2,60 Hz ±0.25 Hz
Ampiezza del picco del rapporto H/V:	3,63

AM

		OK
		OK
A	A	OK
	A A	OK
	A A	OK
A		OK
A	A	OK
		OK
A	θ	OK





## COMUNE DI RIVERGARO

PROVINCIA DI PIACENZA

### RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA RELATIVA ALLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' DI DEPOSITO DI DETRITO DI VERSANTE IN LOC. RALLIO

Elaborato :

### TABULATI VERIFICHE DI STABILITA' PENDIO

Committente:

Comune di Rivergaro  
Via Roma, 23  
29029 Rivergaro (PC)

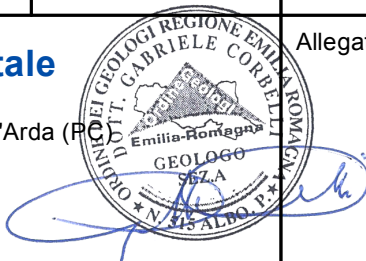
Data:  
Dicembre 2018

Allegato:



#### Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI  
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)  
Tel. 0523944096 - Fax 0523944096  
E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it



# 3

CONDIZIONE : NO SISMA  
 FALDA : ASSENTE

**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	300,38
2	1,15	300,57
3	1,21	300,57
4	9,52	301,9
5	18,76	303,34
6	29,49	305,0
7	53,39	309,37
8	53,86	309,46
9	56,73	310,0
10	57,24	310,0
11	74,17	311,41
12	118,11	315,0
13	118,29	315,0
14	118,32	315,0
15	118,71	315,0
16	119,28	315,0
17	119,55	315,0
18	145,79	318,15
19	162,31	320,0
20	162,49	320,0
21	175,66	321,75
22	179,05	322,19
23	194,26	324,29

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

N	X (m)	y (m)
1	0,0	297,5
2	9,52	299,0
3	18,76	299,5
4	21,65	300,1
5	24,53	300,3
6	25,12	300,54
7	26,43	300,63
8	27,84	300,75
9	29,39	301,0
10	31,08	301,39
11	32,94	301,94
12	34,98	302,76
13	37,25	303,76
14	39,78	304,6
15	42,62	305,43

16	45,82	306,17
17	49,46	306,92
18	53,65	307,76
19	55,94	308,11
20	58,11	307,96
21	60,72	307,97
22	68,19	307,58
23	73,89	307,27
24	78,38	307,05
25	114,48	310,25
26	150,48	312,11
27	154,73	312,7
28	154,97	312,81
29	155,33	312,97
30	155,93	312,98
31	157,16	313,19
32	161,04	314,61
33	193,15	324,14
34	194,26	324,29

#### Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	8,61	301,86
2	12,13	300,37
3	18,37	299,84
4	24,21	300,37
5	29,51	301,17
6	33,5	303,02
7	37,05	306,43

#### Vertici superficie Nr...2

N	X m	y m
1	35,02	306,11
2	39,73	305,41
3	44,11	305,81
4	48,76	306,74
5	53,27	308,07
6	57,09	310,04

#### Vertici superficie Nr...3

N	X m	y m
1	65,95	310,82
2	72,78	308,73
3	79,42	307,67
4	86,71	307,93
5	93,62	308,73
6	100,38	310,99
7	103,68	313,87

#### Vertici superficie Nr...4

N	X m	y m
1	95,23	313,23
2	105,83	311,25
3	114,85	310,32

4	123,61	310,85
5	133,83	312,98
6	140,2	315,63
7	143,27	317,89

### Vertici superficie Nr...5

N	X m	y m
1	127,36	316,03
2	143,52	312,45
3	148,69	312,18
4	153,87	312,58
5	158,51	313,64
6	166,74	316,83
7	171,12	320,41
8	171,94	321,31

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		23	1800,00	2100,00	
2			28	1800	2200	

### Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3,54

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,82	-23,0	3,06	4164,91	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	4958,0	1115,7
2	2,82	-8,3	2,85	10478,38	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	10839,7	1720,8
3	2,82	-5,0	2,83	14378,26	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	14618,6	2161,1
4	2,82	1,2	2,82	17079,34	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	17032,2	2441,6
5	2,82	5,3	2,83	18480,71	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	18319,0	2608,2
6	2,82	6,9	2,84	19166,52	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	18982,4	2697,1
7	2,82	8,6	2,85	19428,6	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	19239,8	2741,4
8	2,82	19,5	2,99	18082,4	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	18258,2	2771,3
9	2,82	30,2	3,27	13987,54	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	14881,6	2599,6
10	2,82	43,8	3,91	5560,55	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6434,8	1834,1

### Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=3,59

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,17	-8,4	2,19	1400,15	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	1486,5	485,8
2	2,17	-8,4	2,19	4202,59	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	4370,5	830,2
3	2,17	4,8	2,18	6025,5	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5962,4	1010,5
4	2,17	5,0	2,18	6847,91	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6777,3	1107,6
5	2,17	11,0	2,21	7199,31	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	7111,1	1168,8
6	2,17	11,5	2,21	7061,97	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0	6996,0	1056,2
7	2,17	15,4	2,25	6585,84	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6532,0	1124,6
8	2,17	16,2	2,26	5737,7	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5688,9	1027,2
9	2,17	24,6	2,39	4111,94	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	4146,8	903,9
10	2,17	27,3	2,44	1588,24	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	1519,4	584,0

Superficie Nr...3 Fattore di sicurezza=6,64

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,74	-17,1	3,91	4918,18	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5340,0	665,4
2	3,74	-15,2	3,88	14304,85	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	15164,0	1307,0
3	3,74	-9,1	3,79	21814,68	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	22363,0	1736,7
4	3,74	-3,9	3,75	26741,07	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	26940,8	2009,5
5	3,74	2,0	3,74	29218,87	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	29161,6	2147,6
6	3,74	4,4	3,75	29860,3	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	29780,4	2193,1
7	3,74	6,7	3,77	29457,68	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	29406,6	2178,7
8	3,74	14,7	3,87	26730,8	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	27102,2	2092,2
9	3,74	18,3	3,94	21314,43	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	21892,0	1787,1
10	3,74	38,8	4,8	9084,35	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	10804,5	1349,1

Superficie Nr...4 Fattore di sicurezza=5,43

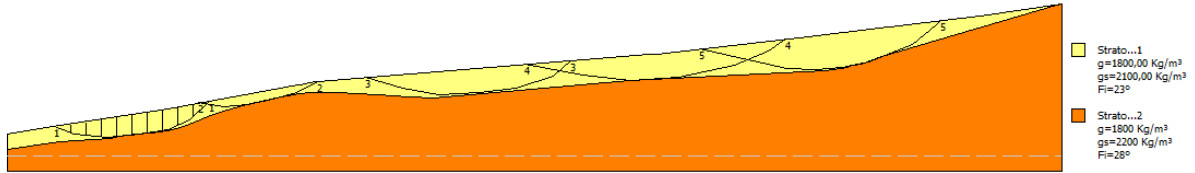
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,76	-10,6	4,84	5470,39	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5731,5	909,8
2	4,76	-10,6	4,84	16412,21	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	17026,9	1808,4
3	4,76	-6,6	4,79	25915,29	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	26379,3	2521,3
4	4,76	-5,9	4,79	33707,12	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	34204,1	3132,2
5	4,76	3,0	4,77	38059,94	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	37933,4	3410,5
6	4,76	4,5	4,78	38427,93	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	38276,4	3444,1
7	4,76	11,7	4,86	37467,55	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	37564,5	3458,1
8	4,76	11,7	4,86	33880,0	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	33958,8	3170,1
9	4,76	22,2	5,14	26192,53	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	27232,0	2812,6
10	4,76	31,7	5,61	10149,35	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	11074,8	1623,6

Superficie Nr...5 Fattore di sicurezza=4,54

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,42	-12,5	4,53	6022,85	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6413,8	1126,3
2	4,42	-12,5	4,53	18072,7	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	19020,6	2334,8
3	4,42	-12,5	4,53	30127,15	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	31631,8	3543,6

4	4,42	-8,6	4,47	40938,4	0,0	0,0	0,05	23,0	0,042079,3	4481,1
5	4,42	-1,1	4,4248072,27		0,0	0,0	0,05	23,0	0,048179,6	4996,6
6	4,42	5,0	4,4450832,31		0,0	0,0	0,05	23,0	0,050569,8	5241,0
7	4,42	13,1	4,5449158,99		0,0	0,0	0,05	23,0	0,049279,3	5247,3
8	4,42	21,2	4,7542190,11		0,0	0,0	0,05	23,0	0,043473,8	4924,2
9	4,42	24,5	4,8631567,44		0,0	0,0	0,05	23,0	0,033044,6	3987,9
10	4,42	40,9	5,8612933,65		0,0	0,0	0,05	23,0	0,015317,0	2751,2

Fs=4,54 Sup...5  
Fs=5,43 Sup...4  
Fs=6,64 Sup...3  
Fs=3,59 Sup...2  
Fs=3,54 Sup...1





CONDIZIONE : NO SISMA  
 FALDA : IMPOSTA A -2 m

**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	300,38
2	1,15	300,57
3	1,21	300,57
4	9,52	301,9
5	18,76	303,34
6	29,49	305,0
7	53,39	309,37
8	53,86	309,46
9	56,73	310,0
10	57,24	310,0
11	74,17	311,41
12	118,11	315,0
13	118,29	315,0
14	118,32	315,0
15	118,71	315,0
16	119,28	315,0
17	119,55	315,0
18	145,79	318,15
19	162,31	320,0
20	162,49	320,0
21	175,66	321,75
22	179,05	322,19
23	194,26	324,29

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	298,37
2	1,15	298,56
3	1,21	298,56
4	9,52	299,89
5	18,76	301,33
6	29,49	302,99
7	53,39	307,36
8	53,86	307,45
9	56,73	307,99
10	57,24	307,99
11	74,17	309,4
12	118,11	312,99
13	118,29	312,99
14	118,32	312,99

15	118,71	312,99
16	119,28	312,99
17	119,55	312,99
18	145,79	316,14
19	162,31	317,99
20	162,49	317,99
21	175,66	319,74
22	179,05	320,18
23	194,26	322,28

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

N	X (m)	y (m)
1	0,0	297,5
2	9,52	299,0
3	18,76	299,5
4	21,65	300,1
5	24,53	300,3
6	25,12	300,54
7	26,43	300,63
8	27,84	300,75
9	29,39	301,0
10	31,08	301,39
11	32,94	301,94
12	34,98	302,76
13	37,25	303,76
14	39,78	304,6
15	42,62	305,43
16	45,82	306,17
17	49,46	306,92
18	53,65	307,76
19	55,94	308,11
20	58,11	307,96
21	60,72	307,97
22	68,19	307,58
23	73,89	307,27
24	78,38	307,05
25	114,48	310,25
26	150,48	312,11
27	154,73	312,7
28	154,97	312,81
29	155,33	312,97
30	155,93	312,98
31	157,16	313,19
32	161,04	314,61
33	193,15	324,14
34	194,26	324,29

**Vertici superficie Nr...1**

N	X m	y m
1	8,61	301,86
2	12,13	300,37
3	18,37	299,84
4	24,21	300,37
5	29,51	301,17
6	33,5	303,02
7	37,05	306,43

**Vertici superficie Nr...2**

N	X m	y m
---	--------	--------

1	35,02	306,11
2	39,73	305,41
3	44,11	305,81
4	48,76	306,74
5	53,27	308,07
6	57,09	310,04

### Vertici superficie Nr...3

N	X m	y m
1	65,95	310,82
2	72,78	308,73
3	79,42	307,67
4	86,71	307,93
5	93,62	308,73
6	100,38	310,99
7	103,68	313,87

### Vertici superficie Nr...4

N	X m	y m
1	95,23	313,23
2	105,83	311,25
3	114,85	310,32
4	123,61	310,85
5	133,83	312,98
6	140,2	315,63
7	143,27	317,89

### Vertici superficie Nr...5

N	X m	y m
1	127,36	316,03
2	143,52	312,45
3	148,69	312,18
4	153,87	312,58
5	158,51	313,64
6	166,74	316,83
7	171,12	320,41
8	171,94	321,31

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata	Angolo resistenza al	Peso unità di volume	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia

		(kg/cm <sup>2</sup> )	taglio (°)	(Kg/m <sup>3</sup> )			
1	0,05		23	1800,00	2100,00		
2			28	1800	2200		

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2,98

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,82	-23,0	3,06	4164,91	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5044,9	1338,3
2	2,82	-8,3	2,85	10525,67	0,0	0,0	0,05	23,0	157,7	10773,5	2034,0
3	2,82	-5,0	2,83	15077,24	0,0	0,0	0,05	23,0	2329,9	12996,5	2334,5
4	2,82	1,2	2,82	18220,08	0,0	0,0	0,05	23,0	3802,5	14368,2	2520,0
5	2,82	5,3	2,83	19854,73	0,0	0,0	0,05	23,0	4580,1	15096,5	2636,5
6	2,82	6,9	2,84	20658,77	0,0	0,0	0,05	23,0	4974,2	15474,9	2699,9
7	2,82	8,6	2,85	20968,45	0,0	0,0	0,05	23,0	5132,8	15606,9	2732,3
8	2,82	19,5	2,99	19396,93	0,0	0,0	0,05	23,0	4381,8	14995,2	2798,1
9	2,82	30,2	3,27	14616,81	0,0	0,0	0,05	23,0	2097,5	13085,6	2791,1
10	2,82	43,8	3,91	5560,55	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6225,3	2136,8

Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=3,59

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,17	-8,4	2,19	1400,15	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	1486,5	485,8
2	2,17	-8,4	2,19	4202,59	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	4370,5	830,2
3	2,17	4,8	2,18	6025,5	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5962,4	1010,5
4	2,17	5,0	2,18	6847,91	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6777,3	1107,6
5	2,17	11,0	2,21	7199,31	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	7111,1	1168,8
6	2,17	11,5	2,21	7061,97	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0	6996,0	1056,2
7	2,17	15,4	2,25	6585,84	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6532,0	1124,6
8	2,17	16,2	2,26	5737,7	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5688,9	1027,2
9	2,17	24,6	2,39	4111,94	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	4146,8	903,9
10	2,17	27,3	2,44	1588,24	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	1519,4	584,0

Superficie Nr...3 Fattore di sicurezza=5,38

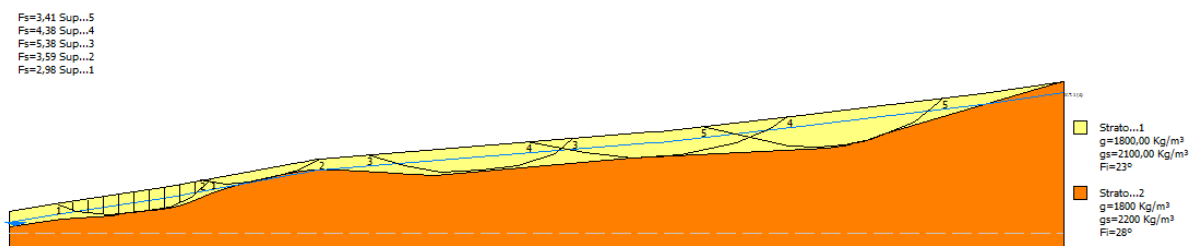
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,74	-17,1	3,91	4918,18	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5387,0	825,7
2	3,74	-15,2	3,88	14436,38	0,0	0,0	0,05	23,0	438,5	14921,2	1594,2
3	3,74	-9,1	3,79	23197,71	0,0	0,0	0,05	23,0	4610,1	19118,6	1885,3
4	3,74	-3,9	3,75	28936,79	0,0	0,0	0,05	23,0	7319,0	21810,0	2075,6
5	3,74	2,0	3,74	31832,51	0,0	0,0	0,05	23,0	8712,1	23058,6	2170,0
6	3,74	4,4	3,75	32585,82	0,0	0,0	0,05	23,0	9085,1	23401,1	2203,1
7	3,74	6,7	3,77	32107,71	0,0	0,0	0,05	23,0	8833,4	23178,4	2195,5
8	3,74	14,7	3,87	28931,3	0,0	0,0	0,05	23,0	7335,0	21780,0	2149,4
9	3,74	18,3	3,94	22617,18	0,0	0,0	0,05	23,0	4342,5	18642,7	1936,8
10	3,74	38,8	4,8	9084,35	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	10617,9	1647,1

Superficie Nr...4 Fattore di sicurezza=4,38

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,76	-10,6	4,84	5470,39	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	5772,3	1132,6
2	4,76	-10,6	4,84	16412,21	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	17108,1	2251,4
3	4,76	-6,6	4,79	27371,6	0,0	0,0	0,05	23,0	4854,3	22990,2	2796,7
4	4,76	-5,9	4,79	36451,6	0,0	0,0	0,05	23,0	9148,3	27779,6	3259,0
5	4,76	3,0	4,77	1536,52	0,0	0,0	0,05	23,0	11588,6	29808,6	3441,4
6	4,76	4,5	4,78	41958,6	0,0	0,0	0,05	23,0	11768,9	30010,6	3468,0
7	4,76	11,7	4,86	40840,16	0,0	0,0	0,05	23,0	11242,0	29519,9	3492,6
8	4,76	11,7	4,86	36656,64	0,0	0,0	0,05	23,0	9255,5	27320,3	3274,6
9	4,76	22,2	5,14	27689,94	0,0	0,0	0,05	23,0	4991,4	23355,2	3082,8
10	4,76	31,7	5,61	10149,35	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	10881,2	1992,0

Superficie Nr...5 Fattore di sicurezza=3,41

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,42	-12,5	4,53	6022,85	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	6496,8	1509,3
2	4,42	-12,5	4,53	18417,8	0,0	0,0	0,05	23,0	1150,4	18344,5	3020,5
3	4,42	-12,5	4,53	32473,6	0,0	0,0	0,05	23,0	7821,5	26124,9	4012,8
4	4,42	-8,6	4,47	5094,79	0,0	0,0	0,05	23,0	13854,6	32307,7	4732,1
5	4,42	-1,1	4,42	53419,21	0,0	0,0	0,05	23,0	17823,1	35702,9	5094,9
6	4,42	5,0	4,44	56628,97	0,0	0,0	0,05	23,0	19322,2	36989,6	5276,5
7	4,42	13,1	4,54	54682,3	0,0	0,0	0,05	23,0	18411,1	36039,4	5289,9
8	4,42	21,2	4,75	46557,55	0,0	0,0	0,05	23,0	14558,1	32484,8	5084,7
9	4,42	24,5	4,86	34167,38	0,0	0,0	0,05	23,0	8666,5	26216,5	4371,9
10	4,42	40,9	5,86	12933,65	0,0	0,0	0,05	23,0	0,0	14779,1	3572,2



CONDIZIONE : SISMA  
 FALDA : ASSENTE

**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,049
Coefficiente azione sismica verticale	0,025

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	300,38
2	1,15	300,57
3	1,21	300,57
4	9,52	301,9
5	18,76	303,34
6	29,49	305,0
7	53,39	309,37
8	53,86	309,46
9	56,73	310,0
10	57,24	310,0
11	74,17	311,41
12	118,11	315,0
13	118,29	315,0
14	118,32	315,0
15	118,71	315,0
16	119,28	315,0
17	119,55	315,0
18	145,79	318,15
19	162,31	320,0
20	162,49	320,0
21	175,66	321,75
22	179,05	322,19
23	194,26	324,29

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

N	X (m)	y (m)
1	0,0	297,5
2	9,52	299,0
3	18,76	299,5
4	21,65	300,1
5	24,53	300,3
6	25,12	300,54
7	26,43	300,63
8	27,84	300,75
9	29,39	301,0
10	31,08	301,39
11	32,94	301,94
12	34,98	302,76
13	37,25	303,76
14	39,78	304,6



15	42,62	305,43
16	45,82	306,17
17	49,46	306,92
18	53,65	307,76
19	55,94	308,11
20	58,11	307,96
21	60,72	307,97
22	68,19	307,58
23	73,89	307,27
24	78,38	307,05
25	114,48	310,25
26	150,48	312,11
27	154,73	312,7
28	154,97	312,81
29	155,33	312,97
30	155,93	312,98
31	157,16	313,19
32	161,04	314,61
33	193,15	324,14
34	194,26	324,29

#### Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	8,61	301,86
2	12,13	300,37
3	18,37	299,84
4	24,21	300,37
5	29,51	301,17
6	33,5	303,02
7	37,05	306,43

#### Vertici superficie Nr...2

N	X m	y m
1	35,02	306,11
2	39,73	305,41
3	44,11	305,81
4	48,76	306,74
5	53,27	308,07
6	57,09	310,04

#### Vertici superficie Nr...3

N	X m	y m
1	65,95	310,82
2	72,78	308,73
3	79,42	307,67
4	86,71	307,93
5	93,62	308,73
6	100,38	310,99
7	103,68	313,87

#### Vertici superficie Nr...4

N	X m	y m
1	95,23	313,23
2	105,83	311,25
3	114,85	310,32

4	123,61	310,85
5	133,83	312,98
6	140,2	315,63
7	143,27	317,89

### Vertici superficie Nr...5

N	X m	y m
1	127,36	316,03
2	143,52	312,45
3	148,69	312,18
4	153,87	312,58
5	158,51	313,64
6	166,74	316,83
7	171,12	320,41
8	171,94	321,31

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,05		23	1800,00	2100,00		
2			28	1800	2200		

### Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2,64

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,82	-23,0	3,06	4164,91	204,08	104,12	0,05	23,0	0,0	5116,0	1520,7
2	2,82	-8,3	2,85	10478,38	513,44	261,96	0,05	23,0	0,0	10926,1	2317,1
3	2,82	-5,0	2,83	14378,26	704,53	359,46	0,05	23,0	0,0	14682,6	2902,7
4	2,82	1,2	2,82	17079,34	836,89	426,98	0,05	23,0	0,0	17015,0	3265,0
5	2,82	5,3	2,83	18480,71	905,55	462,02	0,05	23,0	0,0	18238,5	3477,8
6	2,82	6,9	2,84	19166,52	939,16	479,16	0,05	23,0	0,0	18875,2	3592,5
7	2,82	8,6	2,85	19428,6	952,0	485,72	0,05	23,0	0,0	19103,7	3647,0
8	2,82	19,5	2,99	18082,4	886,04	452,06	0,05	23,0	0,0	17961,9	3658,6
9	2,82	30,2	3,27	13987,54	685,39	349,69	0,05	23,0	0,0	14476,5	3404,0
10	2,82	43,8	3,91	5560,55	272,47	139,01	0,05	23,0	0,0	6062,5	2372,0

### Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=2,76

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,17	-8,4	2,19	1400,15	68,61	35,0	0,05	23,0	0,0	1508,4	635,4
2	2,17	-8,4	2,19	4202,59	205,93	105,06	0,05	23,0	0,0	4408,1	1085,9
3	2,17	4,8	2,18	6025,5	295,25	150,64	0,05	23,0	0,0	5937,5	1310,7
4	2,17	5,0	2,18	6847,91	335,55	171,2	0,05	23,0	0,0	6748,5	1436,5
5	2,17	11,0	2,21	7199,31	352,77	179,98	0,05	23,0	0,0	7045,9	1510,3
6	2,17	11,5	2,21	7061,97	346,04	176,55	0,0	28,0	0,0	6935,1	1362,2
7	2,17	15,4	2,25	6585,84	322,71	164,65	0,05	23,0	0,0	6445,9	1449,3
8	2,17	16,2	2,26	5737,7	281,15	143,44	0,05	23,0	0,0	5606,2	1323,1
9	2,17	24,6	2,39	4111,94	201,48	102,8	0,05	23,0	0,0	4040,9	1158,1
10	2,17	27,3	2,44	1588,24	77,82	39,71	0,05	23,0	0,0	1444,8	746,8

Superficie Nr...3 Fattore di sicurezza=4,07

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,74	-17,1	3,91	4918,18	240,99	122,95	0,05	23,0	0,0	5467,0	1098,3
2	3,74	-15,2	3,88	14304,85	700,94	357,62	0,05	23,0	0,0	15385,7	2154,0
3	3,74	-9,1	3,79	21814,68	1068,92	545,37	0,05	23,0	0,0	22537,9	2848,7
4	3,74	-3,9	3,75	26741,07	1310,31	668,53	0,05	23,0	0,0	27027,8	3284,0
5	3,74	2,0	3,74	29218,87	1431,72	730,47	0,05	23,0	0,0	29114,4	3495,1
6	3,74	4,4	3,75	29860,3	1463,16	746,51	0,05	23,0	0,0	29674,7	3563,1
7	3,74	6,7	3,77	29457,68	1443,43	736,44	0,05	23,0	0,0	29247,9	3534,1
8	3,74	14,7	3,87	26730,8	1309,81	668,27	0,05	23,0	0,0	26777,3	3374,8
9	3,74	18,3	3,94	21314,43	1044,41	532,86	0,05	23,0	0,0	21549,8	2875,0
10	3,74	38,8	4,8	9084,35	445,13	227,11	0,05	23,0	0,0	10313,7	2133,1

Superficie Nr...4 Fattore di sicurezza=3,56

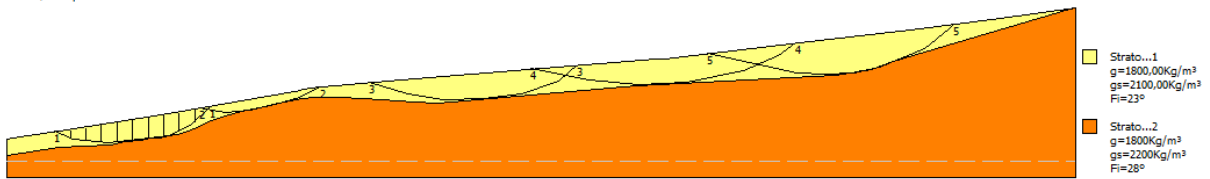
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,76	-10,6	4,84	5470,39	268,05	136,76	0,05	23,0	0,0	5821,3	1399,7
2	4,76	-10,6	4,84	16412,21	804,2	410,31	0,05	23,0	0,0	17205,5	2782,1
3	4,76	-6,6	4,79	25915,29	1269,85	647,88	0,05	23,0	0,0	26534,3	3867,3
4	4,76	-5,9	4,79	33707,12	1651,65	842,68	0,05	23,0	0,0	34374,6	4801,6
5	4,76	3,0	4,77	38059,94	1864,94	951,5	0,05	23,0	0,0	37839,7	5194,7
6	4,76	4,5	4,78	38427,93	1882,97	960,7	0,05	23,0	0,0	38134,9	5240,3
7	4,76	11,7	4,86	37467,55	1835,91	936,69	0,05	23,0	0,0	37203,0	5234,4
8	4,76	11,7	4,86	33880,0	1660,12	847,0	0,05	23,0	0,0	33627,5	4798,5
9	4,76	22,2	5,14	26192,53	1283,43	654,81	0,05	23,0	0,0	26697,9	4224,4
10	4,76	31,7	5,61	10149,35	497,32	253,73	0,05	23,0	0,0	10656,6	2419,7

Superficie Nr...5 Fattore di sicurezza=3,13

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,42	-12,5	4,53	6022,85	295,12	150,57	0,05	23,0	0,0	6527,3	1650,1
2	4,42	-12,5	4,53	18072,7	885,56	451,82	0,05	23,0	0,0	19256,2	3420,5
3	4,42	-12,5	4,53	30127,15	1476,23	753,18	0,05	23,0	0,0	31989,3	5191,3

4	4,42	-8,6	4,47	40938,4	2005,98	1023,46	0,05	23,0	0,042388,8	6544,3
5	4,42	-1,1	4,4248072,27	2355,54	1201,81	0,05	23,0	0,048223,9	7255,9	
6	4,42	5,0	4,4450832,31	2490,78	1270,81	0,05	23,0	0,050366,5	7576,7	
7	4,42	13,1	4,5449158,99	2408,79	1228,98	0,05	23,0	0,048760,7	7541,3	
8	4,42	21,2	4,7542190,11	2067,32	1054,75	0,05	23,0	0,042710,7	7033,6	
9	4,42	24,5	4,8631567,44	1546,8	789,19	0,05	23,0	0,032341,4	5681,3	
10	4,42	40,9	5,8612933,65	633,75	323,34	0,05	23,0	0,014589,8	3861,2	

Fs=3,13 Sup...5  
 Fs=3,56 Sup...4  
 Fs=4,07 Sup...3  
 Fs=2,76 Sup...2  
 Fs=2,64 Sup...1



CONDIZIONE : SISMA  
FALDA : IMPOSTA A -2 m

**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

---

---

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

---

---

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,049
Coefficiente azione sismica verticale	0,025

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	300,38
2	1,15	300,57
3	1,21	300,57
4	9,52	301,9
5	18,76	303,34
6	29,49	305,0
7	53,39	309,37
8	53,86	309,46
9	56,73	310,0
10	57,24	310,0
11	74,17	311,41
12	118,11	315,0
13	118,29	315,0
14	118,32	315,0
15	118,71	315,0
16	119,28	315,0
17	119,55	315,0
18	145,79	318,15
19	162,31	320,0
20	162,49	320,0
21	175,66	321,75
22	179,05	322,19
23	194,26	324,29

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	298,37
2	1,15	298,56
3	1,21	298,56
4	9,52	299,89
5	18,76	301,33
6	29,49	302,99
7	53,39	307,36
8	53,86	307,45
9	56,73	307,99
10	57,24	307,99
11	74,17	309,4
12	118,11	312,99

13	118,29	312,99
14	118,32	312,99
15	118,71	312,99
16	119,28	312,99
17	119,55	312,99
18	145,79	316,14
19	162,31	317,99
20	162,49	317,99
21	175,66	319,74
22	179,05	320,18
23	194,26	322,28

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

N	X (m)	y (m)
1	0,0	297,5
2	9,52	299,0
3	18,76	299,5
4	21,65	300,1
5	24,53	300,3
6	25,12	300,54
7	26,43	300,63
8	27,84	300,75
9	29,39	301,0
10	31,08	301,39
11	32,94	301,94
12	34,98	302,76
13	37,25	303,76
14	39,78	304,6
15	42,62	305,43
16	45,82	306,17
17	49,46	306,92
18	53,65	307,76
19	55,94	308,11
20	58,11	307,96
21	60,72	307,97
22	68,19	307,58
23	73,89	307,27
24	78,38	307,05
25	114,48	310,25
26	150,48	312,11
27	154,73	312,7
28	154,97	312,81
29	155,33	312,97
30	155,93	312,98
31	157,16	313,19
32	161,04	314,61
33	193,15	324,14
34	194,26	324,29

**Vertici superficie Nr...1**

N	X m	y m
1	8,61	301,86
2	12,13	300,37
3	18,37	299,84
4	24,21	300,37
5	29,51	301,17
6	33,5	303,02
7	37,05	306,43

**Vertici superficie Nr...2**



N	X m	y m
1	35,02	306,11
2	39,73	305,41
3	44,11	305,81
4	48,76	306,74
5	53,27	308,07
6	57,09	310,04

### Vertici superficie Nr...3

N	X m	y m
1	65,95	310,82
2	72,78	308,73
3	79,42	307,67
4	86,71	307,93
5	93,62	308,73
6	100,38	310,99
7	103,68	313,87

### Vertici superficie Nr...4

N	X m	y m
1	95,23	313,23
2	105,83	311,25
3	114,85	310,32
4	123,61	310,85
5	133,83	312,98
6	140,2	315,63
7	143,27	317,89

### Vertici superficie Nr...5

N	X m	y m
1	127,36	316,03
2	143,52	312,45
3	148,69	312,18
4	153,87	312,58
5	158,51	313,64
6	166,74	316,83
7	171,12	320,41
8	171,94	321,31

### 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	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,05		23	1800,00	2100,00		
2			28	1800	2200		

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2,22

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,82	-23,0	3,06	4164,91	204,08	104,12	0,05	23,0	0,0	5237,8	1833,1
2	2,82	-8,3	2,85	10525,67	515,76	263,14	0,05	23,0	157,7	10876,6	2745,1
3	2,82	-5,0	2,83	15077,24	738,79	376,93	0,05	23,0	2329,9	13066,1	3141,2
4	2,82	1,2	2,82	18220,08	892,78	455,5	0,05	23,0	3802,5	14350,4	3373,0
5	2,82	5,3	2,83	19854,73	972,88	496,37	0,05	23,0	4580,1	15015,0	3516,8
6	2,82	6,9	2,84	20658,77	1012,28	516,47	0,05	23,0	4974,2	15367,5	3596,7
7	2,82	8,6	2,85	20968,45	1027,45	524,21	0,05	23,0	5132,8	15471,2	3634,6
8	2,82	19,5	2,99	19396,93	950,45	484,92	0,05	23,0	4381,8	14697,8	3688,8
9	2,82	30,2	3,27	14616,81	716,22	365,42	0,05	23,0	2097,5	12655,7	3644,7
10	2,82	43,8	3,91	5560,55	272,47	139,01	0,05	23,0	0,0	5800,4	2750,6

Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=2,76

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,17	-8,4	2,19	1400,15	68,61	35,0	0,05	23,0	0,0	1508,4	635,4
2	2,17	-8,4	2,19	4202,59	205,93	105,06	0,05	23,0	0,0	4408,1	1085,9
3	2,17	4,8	2,18	6025,5	295,25	150,64	0,05	23,0	0,0	5937,5	1310,7
4	2,17	5,0	2,18	6847,91	335,55	171,2	0,05	23,0	0,0	6748,5	1436,5
5	2,17	11,0	2,21	7199,31	352,77	179,98	0,05	23,0	0,0	7045,9	1510,3
6	2,17	11,5	2,21	7061,97	346,04	176,55	0,0	28,0	0,0	6935,1	1362,2
7	2,17	15,4	2,25	6585,84	322,71	164,65	0,05	23,0	0,0	6445,9	1449,3
8	2,17	16,2	2,26	5737,7	281,15	143,44	0,05	23,0	0,0	5606,2	1323,1
9	2,17	24,6	2,39	4111,94	201,48	102,8	0,05	23,0	0,0	4040,9	1158,1
10	2,17	27,3	2,44	1588,24	77,82	39,71	0,05	23,0	0,0	1444,8	746,8

Superficie Nr...3 Fattore di sicurezza=3,29

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,74	-17,1	3,91	4918,18	240,99	122,95	0,05	23,0	0,0	5546,5	1368,9
2	3,74	-15,2	3,88	14436,38	707,38	360,91	0,05	23,0	438,5	15194,5	2638,1
3	3,74	-9,1	3,79	23197,71	1136,69	579,94	0,05	23,0	4610,1	19309,9	3101,6
4	3,74	-3,9	3,75	28936,79	1417,9	723,42	0,05	23,0	7319,0	21900,3	3398,8
5	3,74	2,0	3,74	31832,51	1559,79	795,81	0,05	23,0	8712,1	23010,7	3535,2
6	3,74	4,4	3,75	32585,82	1596,71	814,65	0,05	23,0	9085,1	23294,7	3581,6
7	3,74	6,7	3,77	32107,71	1573,28	802,69	0,05	23,0	8833,4	23018,4	3562,1
8	3,74	14,7	3,87	28931,3	1417,63	723,28	0,05	23,0	7335,0	21447,2	3463,3
9	3,74	18,3	3,94	22617,18	1108,24	565,43	0,05	23,0	4342,5	18273,5	3110,5
10	3,74	38,8	4,8	9084,35	445,13	227,11	0,05	23,0	0,0	10027,4	2590,4

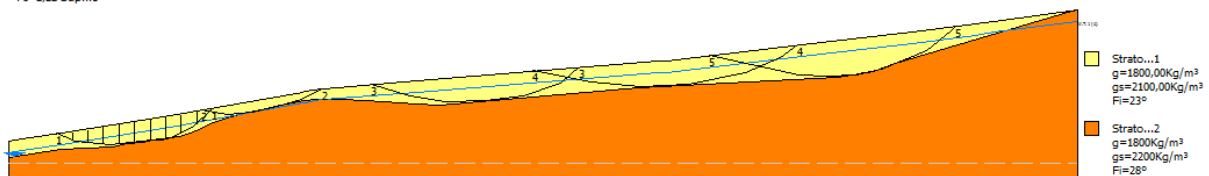
Superficie Nr...4 Fattore di sicurezza=2,86

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,76	-10,6	4,84	5470,39	268,05	136,76	0,05	23,0	0,0	5884,9	1746,7
2	4,76	-10,6	4,84	16412,21	804,2	410,31	0,05	23,0	0,0	17331,9	3471,9
3	4,76	-6,6	4,79	27371,6	1341,21	684,29	0,05	23,0	4854,3	23162,9	4296,7
4	4,76	-5,9	4,79	36451,6	1786,13	911,29	0,05	23,0	9148,3	27957,8	5003,5
5	4,76	3,0	4,77	1536,52	2035,29	1038,41	0,05	23,0	11588,6	29714,0	5241,5
6	4,76	4,5	4,78	41958,6	2055,97	1048,97	0,05	23,0	11768,9	29868,3	5275,0
7	4,76	11,7	4,86	40840,16	2001,17	1021,0	0,05	23,0	11242,0	29156,5	5278,7
8	4,76	11,7	4,86	36656,64	1796,18	916,42	0,05	23,0	9255,5	26979,6	4949,3
9	4,76	22,2	5,14	27689,94	1356,81	692,25	0,05	23,0	4991,4	22775,5	4615,0
10	4,76	31,7	5,61	10149,35	497,32	253,73	0,05	23,0	0,0	10375,8	2954,1

Superficie Nr...5 Fattore di sicurezza=2,34

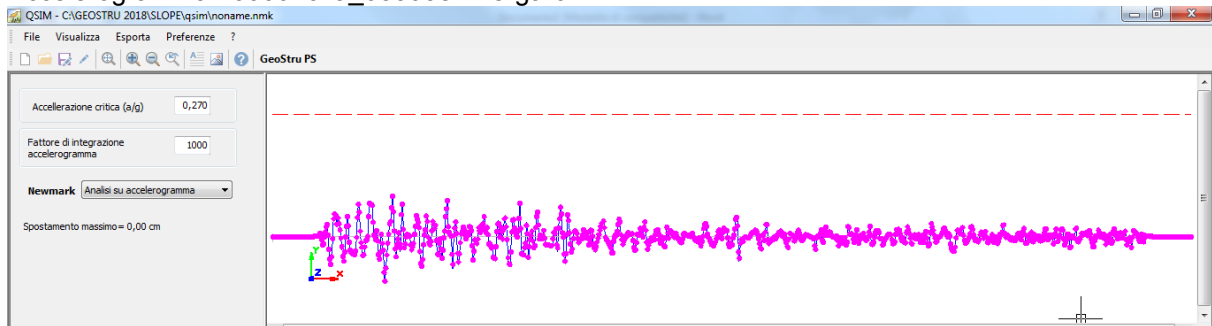
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,42	-12,5	4,53	6022,85	295,12	150,57	0,05	23,0	0,0	6652,3	2226,9
2	4,42	-12,5	4,53	18417,8	902,47	460,45	0,05	23,0	1150,4	18656,1	4456,5
3	4,42	-12,5	4,53	32473,6	1591,21	811,84	0,05	23,0	7821,5	26538,9	5920,6
4	4,42	-8,6	4,47	45094,79	2209,65	1127,37	0,05	23,0	13854,6	32640,8	6952,3
5	4,42	-1,1	4,42	53419,21	2617,54	1335,48	0,05	23,0	17823,1	35748,7	7427,8
6	4,42	5,0	4,44	56628,97	2774,82	1415,72	0,05	23,0	19322,2	36783,3	7646,4
7	4,42	13,1	4,54	54682,3	2679,43	1367,06	0,05	23,0	18411,1	35515,7	7606,1
8	4,42	21,2	4,75	46557,55	2281,32	1163,94	0,05	23,0	14558,1	31700,7	7252,1
9	4,42	24,5	4,86	34167,38	1674,2	854,18	0,05	23,0	8666,5	25451,5	6214,1
10	4,42	40,9	5,86	12933,65	633,75	323,34	0,05	23,0	0,0	13856,4	4980,5

Fs=2,34 Sup...5  
 Fs=2,86 Sup...4  
 Fs=3,29 Sup...3  
 Fs=2,76 Sup...2  
 Fs=2,22 Sup...1

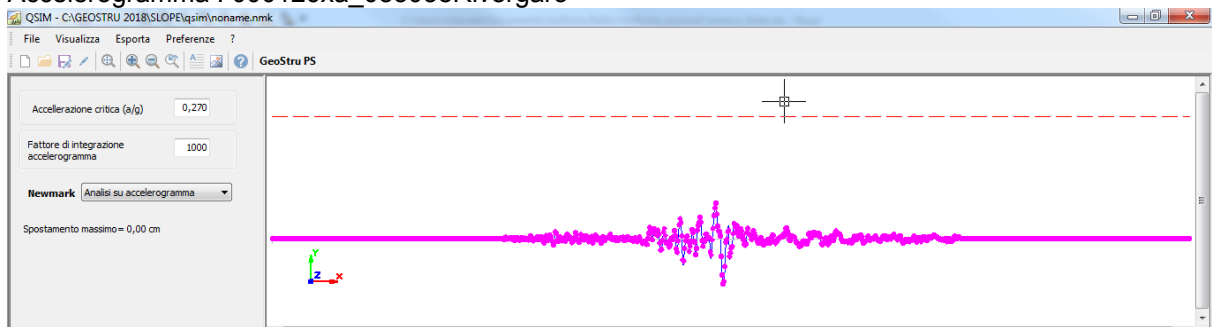


Sezione 1 Superficie 1  
Accelerazione critica  $a_c/g = 0,27$

Accelerogramma : 000046xa\_033038Rivergaro



Accelerogramma : 000126xa\_033038Rivergaro



Accelerogramma : 000354xa\_033038Rivergaro

