

**REGIONE EMILIA ROMAGNA – PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI BAISO**

**VARIANTE AL PSC DI UN LOTTO DI TERRENO
SITUATO IN VIA OSPEDALE DI SOPRA N. 1
LOCALITA' CA' TALAMI A BAISO**

COMMITTENTE: AZIENDA AGRICOLA BENASSI S.S.

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

INTEGRAZIONE IN ACCOGLIMENTO DEI PARERI DELL'AGENZIA PER LA SICUREZZA
TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE E DELL'UNIONE MONTANA DEI COMUNI
DELL'APPENNINO REGGIANO



Dott. Geol. GIANLUCA VACCARI
Studio: Strada Cavedole 12/C
Loc. Portile – 41126 Modena (Mo)
Tel. 059/353059 - Cell. 347/4935672
e-mail: vaccari.gianluca@gmail.com

OTTOBRE 2022

Dott. Gianluca Vaccari
Geologo

Studio:
Strada Cavedole 12/C Loc. Portile
41126 Modena (Mo)
Tel./Fax 059-353059
Cell. 3474935672

Modena, 13/10/2022

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
INTEGRAZIONE

PROGETTO: Variante al PSC - Integrazione in accoglimento dei pareri dell'Agenzia per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile e dell'Unione Montana dei Comuni dell'Appennino reggiano

PROVINCIA: Reggio Emilia

COMUNE: Baiso

INDIRIZZO: Via Ospedale di Sopra 1

COMMITTENTE: Azienda Agricola Benassi SS

RIFERIMENTO NORMATIVO:

- Ordinanza PCM n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- Ordinanza PCM n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- Delibera dell'assemblea Legislativa della regione Emilia Romagna progr. N. 112, oggetto n. 3121 del 02/05/2007 "Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la Pianificazione Territoriale ed Urbanistica".
- DGR 2193 del 21/12/2015
- DGR 630 del 29/04/2019: atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R . n. 24/2017).
- DGR 476/2021 (e DGR integrativa n. 564/2021)

INDICE

PREMESSA.....	4
1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI VARIANTE.....	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	8
3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	11
4. IL SOTTOSUOLO DELL'AREA DI INTERVENTO.....	14
4.1 RILIEVO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO	15
4.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	27
4.2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	27
4.3 INDAGINI GEOFISICHE.....	30
4.3.1 INDAGINE SISMICA - MASW	30
4.3.2 ACQUISIZIONE DI SIMICA PASSIVA CON TECNICA HVSR	33
4.3.3 INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA.....	40
5. MICROZONAZIONE SISMICA – III LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	45
5.1 IL RISCHIO SISMICO NELLE TAVOLE DEL PTCP DELL'AREA OGGETTO DI VARIANTE.....	45
5.2 MICROZONAZIONE SIMICA DI SITO – STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	47
6. ANALISI DI STABILITÀ'.....	57
7. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO GEOTECNICHE e PRESCRIZIONI.....	59
8. CONCLUSIONI.....	61

Allegati:

Allegato 1 –PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - TABULATI E DIAGRAMMI

Allegato 2 –ANALISI DI STABILITÀ' - ELABORAZIONI

PREMESSA

Su incarico dell'Azienda Agricola Benassi SS, proprietaria, il sottoscritto Dott. Gianluca Vaccari, geologo libero professionista regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna con il n° 991, ha provveduto ad eseguire uno studio geologico, geomorfologico, geotecnico e sismico su di un lotto di terreno situato in Via Ospedale di Sopra 1 nel Comune di Baiso (RE), interessato dal progetto di variante al PSC finalizzata a verificare la fattibilità dal punto di vista geologico-tecnico dell'edificabilità di un'area interessata da una frana quiescente.

Il presente documento è stato redatto ad integrazione della relazione geologica sismica prodotta nell'Ottobre 2021 IN ACCOGLIMENTO DEI pareri della Regione Emilia Romagna, Settore Sicurezza Territoriale e Protezione Civile, e dell'Unione Montana dei Comuni dell'Appennino reggiano. Di seguito si riporta la relazione completa con le integrazioni EVIDENZIATE in rosso.

Nel mese di Ottobre 2021 è stato effettuato un sopralluogo per verificare lo stato dei luoghi, predisporre una campagna di indagini geognostiche e geofisiche per raccogliere i dati necessari alla redazione del presente studio. Di seguito si riporta l'elenco delle indagini eseguite sull'area in studio:

- rilievo geologico-geomorfologico
- n. 6 prove penetrometriche dinamiche, spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento;
- n. 1 indagine geofisica Masw. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio S, individuare la Vsh equivalente, e ricostruire la sismostratigrafia di sito.
- n. 1 indagine di sismica passiva con acquisizione di microtremore a stazione singola ed elaborazione HVSR per misurare la frequenza di vibrazione naturale del terreno ed individuare la profondità del bedrock sismico.
- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione in onde P per caratterizzare la geometria del dissesto I risultati delle indagini eseguite prove penetrometriche ed indagini sismiche, hanno permesso la caratterizzazione geologico, litostatografica, geotecnica, idrogeologica e sismica del terreno costituente il sottosuolo.

In conclusione viene valutata la fattibilità della variante urbanistica in progetto e vengono riportate le indicazioni e prescrizioni generali per la realizzazione degli interventi in progetto.

Sulla base di quanto richiesto nei pareri del Settore Sicurezza Territoriale della RER e dell'Unione Montana dei Comuni e dall'approfondimento eseguito mediante consultazione dei documenti relativi allo Studio geologico effettuato, dai Tecnici della Regione, nell'ambito della progettazione degli interventi urgenti realizzati per la messa in sicurezza di un tratto di Via Carano in località Cà Talami, si propone di traslare la stalla verso il settore più ad est, avvicinandola agli edifici esistenti dell'Azienda Agricola Benassi, per ridurre le interferenze con la porzione riattivata.

Al fine di approfondire ulteriormente le conoscenze dell'area oggetto di variante, oltre alla consultazione dello studio geologico sopracitato, nel mese di Settembre 2022 sono stati effettuati ulteriori sopralluoghi sull'area ed in un suo intorno significativo al fine di verificare le condizioni di fattibilità della variante.

1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI VARIANTE

L'azienda agricola allo stato attuale risulta costituita da:

-una stalla a stabulazione fissa a due file con la disposizione testa a testa delle dimensioni di m. 36,00 x 18,00 e così per una superficie di mq. 648,00, al servizio della stalla risulta esistente una sala latte delle dimensioni interne di m. 5,00 x 5,00 e così per una superficie di mq. 25,00, sul lato nord – ovest della stalla risulta presente una platea per lo stoccaggio del letame della superficie di mq. 252,00.

- vecchia stalla tradizionale degli anni 50 di recente trasformata per una parte in locale deposito mangimi e per la restante parte si è proceduto alla messa in opera di cinque box a stabulazione libera oltre ad adeguati spazi utilizzati per l'alimentazione del bestiame, detta trasformazione ha comportato una migliore efficienza nella distribuzione dei capi interni alla stalla.

- fienile di recente costruzione in struttura metallica per stoccaggio fieno in rotoballe delle dimensioni di m. 25,00 x 40,00 e così per una superficie complessiva di mq. 1.000,00.

La richiesta di variante in oggetto propone quindi interventi edilizi consistenti nella costruzione di una ulteriore stalla di servizio all'attività agricola da considerarsi tale come da definizioni tecniche uniformi per l'urbanistica e l'edilizia e sulla documentazione necessaria per i titoli abilitativi (art. 16, comma 2, lettera c, LR 20/2000; art. 23, comma 3, LR 31/2002), ad integrazione della superficie esistente in conformità alle nuove direttive del benessere animale. La superficie destinata all'intervento per la realizzazione della nuova stalla a stabulazione libera risulta attualmente interamente coltivata a seminativo. Su di essa non sono presenti né formazioni lineari arboree ed arbustive, ed è ubicata a ridosso del fabbricato ad uso stalla Fotografia 1.



Fotografia 1 Superficie destinata all'intervento

L'area è servita dalla strada comunale per Cà Talami – Cà D'Orio; e nelle immediate vicinanze non si rilevano particolari situazioni di pregio ambientale con cui il nuovo intervento finalizzato alla realizzazione di una superficie accessoria potrebbe contrastare (Fotografie 2-3).



Fotografia 2 Veduta aerea dell'area di variante con area di sedime traslata verso est



Fotografia 3 Veduta aerea dell'area oggetto di variante con area di sedime traslata verso est

L'area è rappresentata all'Agenzia del Territorio di Reggio Emilia, Nuovo Catasto Terreni del Comune di Baiso, nel foglio di mappa Foglio 41 mappali 317 e 613 di proprietà dei Sigg. Benassi Marco e Benassi Ugo titolari dell'azienda sopra descritta, della rispettiva sorella e figlia Benassi Paola e del rispettivo zio e fratello Benassi Romano titolare del semplice usufrutto per la quota di $\frac{1}{2}$.

In Figura 1 è riportata la tavola del RUE con indicata l'area di variante.

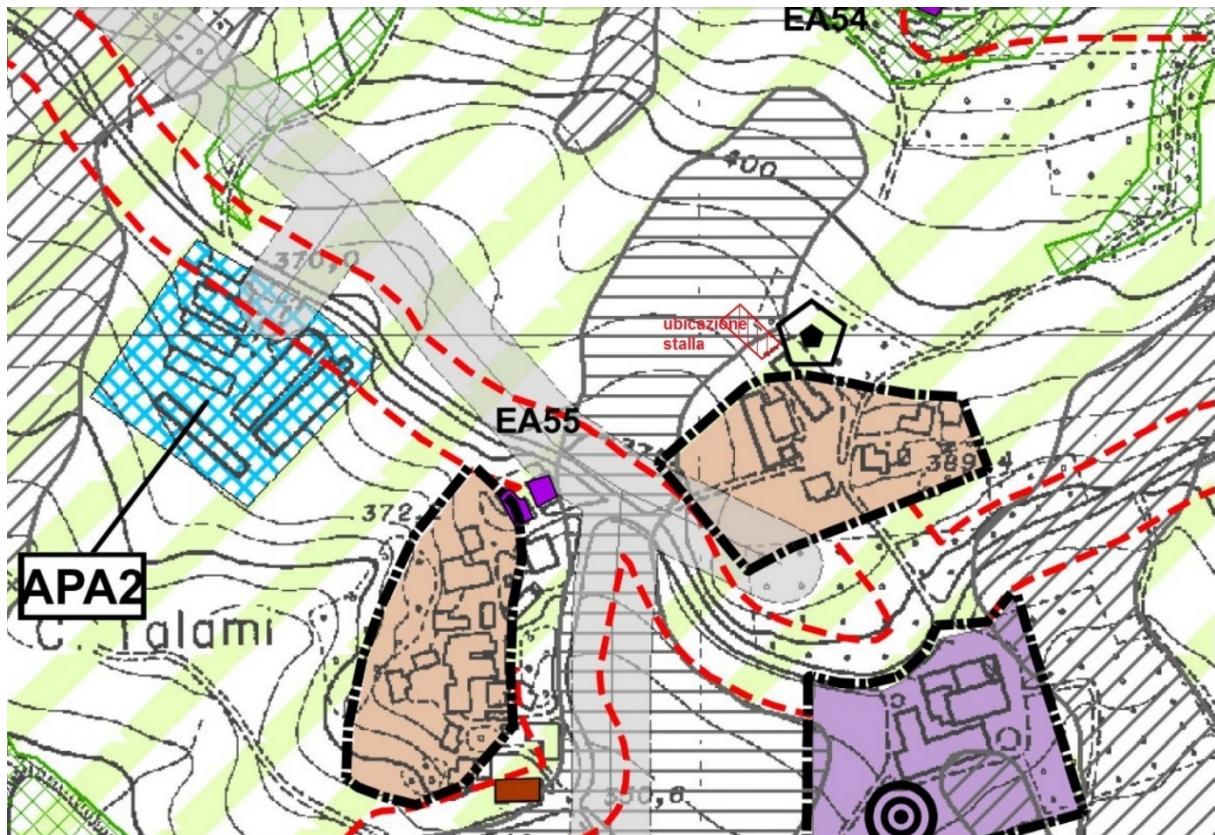


Figura 1 ESTRATTO RUE PSC BAISO CON UBICAZIONE AREA

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio è situata nel settore nord del comune di Baiso, in Via Ospedale di Sopra n. 1. Si tratta di una zona posta sulle colline dell'Appennino Reggiano, ad una quota di circa 350 m s.l.m. e si colloca a mezza costa del versante in sinistra idrografica del Torrente Lucenta affluente del Fiume Secchia.

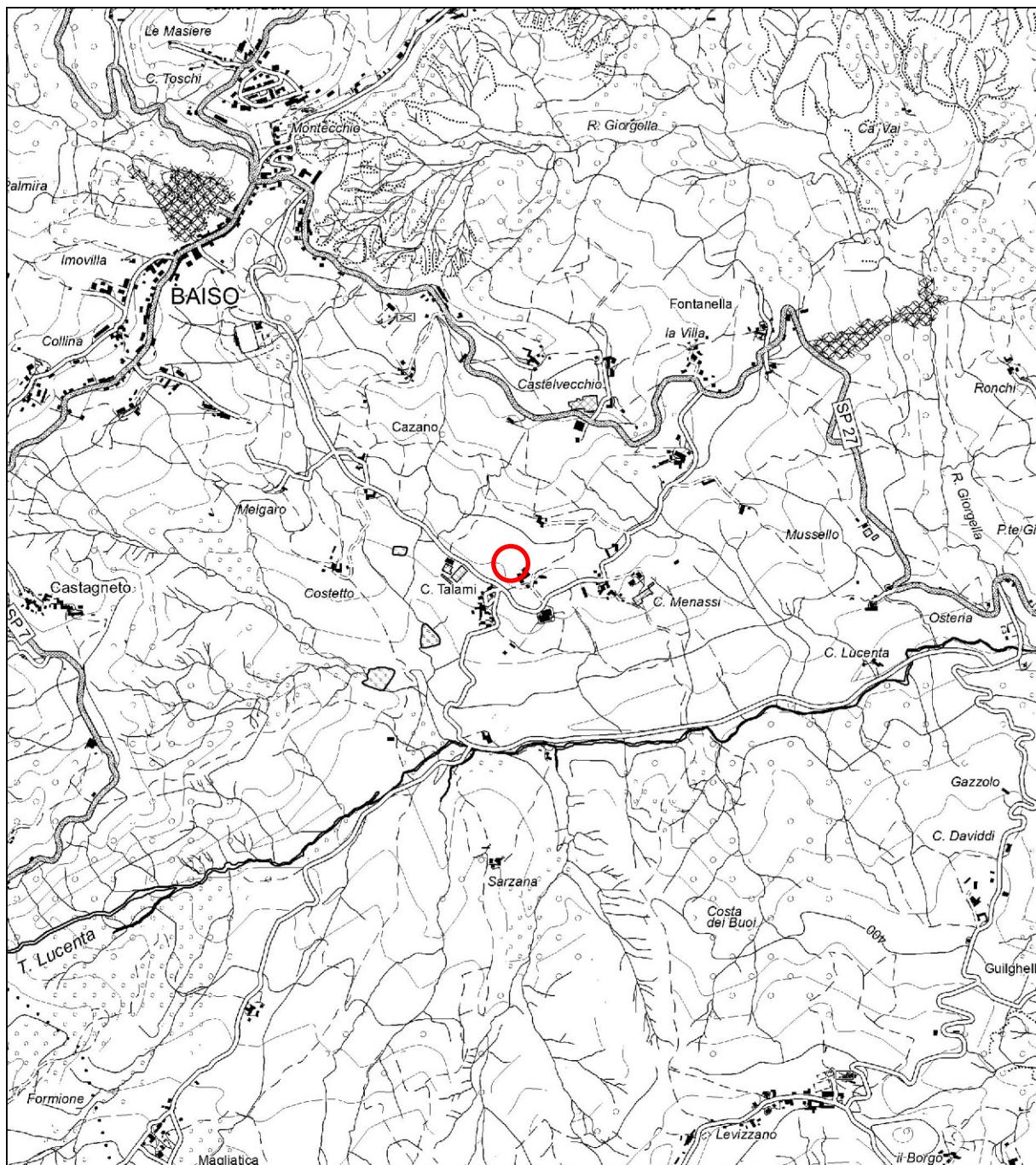


Figura 2 – COROGRAFIA - CTR – Tavola 218SE "Carpineti" – Scala 1:25.000

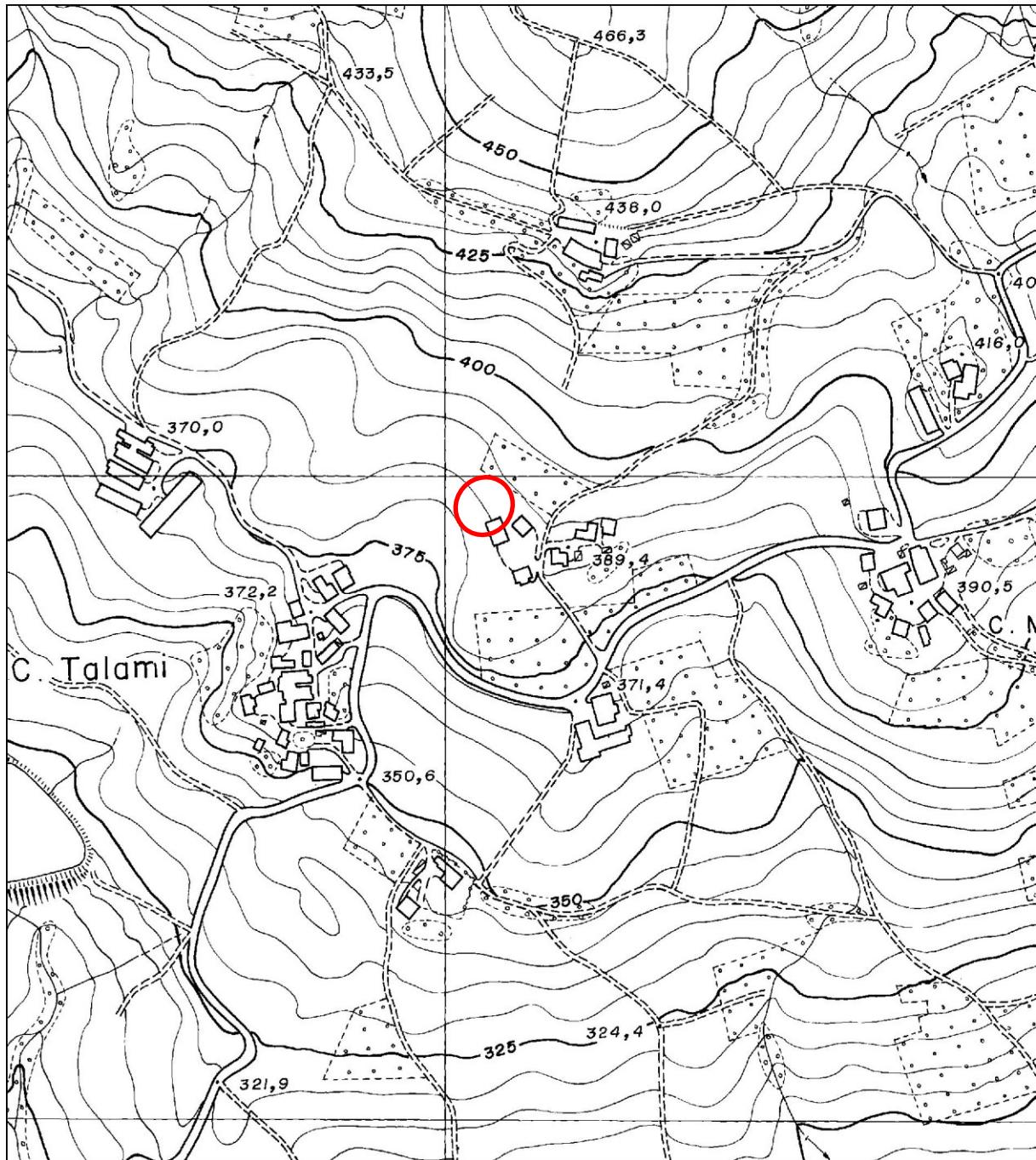


Figura 3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - CTR – Elemento 218124 – Scala 1:5.000

Cartograficamente l'area di variante è compresa nei seguenti elaborati:

- Carta Topografica 1: 25.000: Tavola 218SE denominata "Carpineti" (Figura 2);
- Elemento C.T.R. 1: 5.000: RER n. 218124 denominata "Baiso" (Figura 3).

In Figura 4 è riportata un estratto della planimetrica catastale nella quale si può osservare l'area oggetto di variante censita al Foglio 41 Mappale 317-613 (Figura 4).

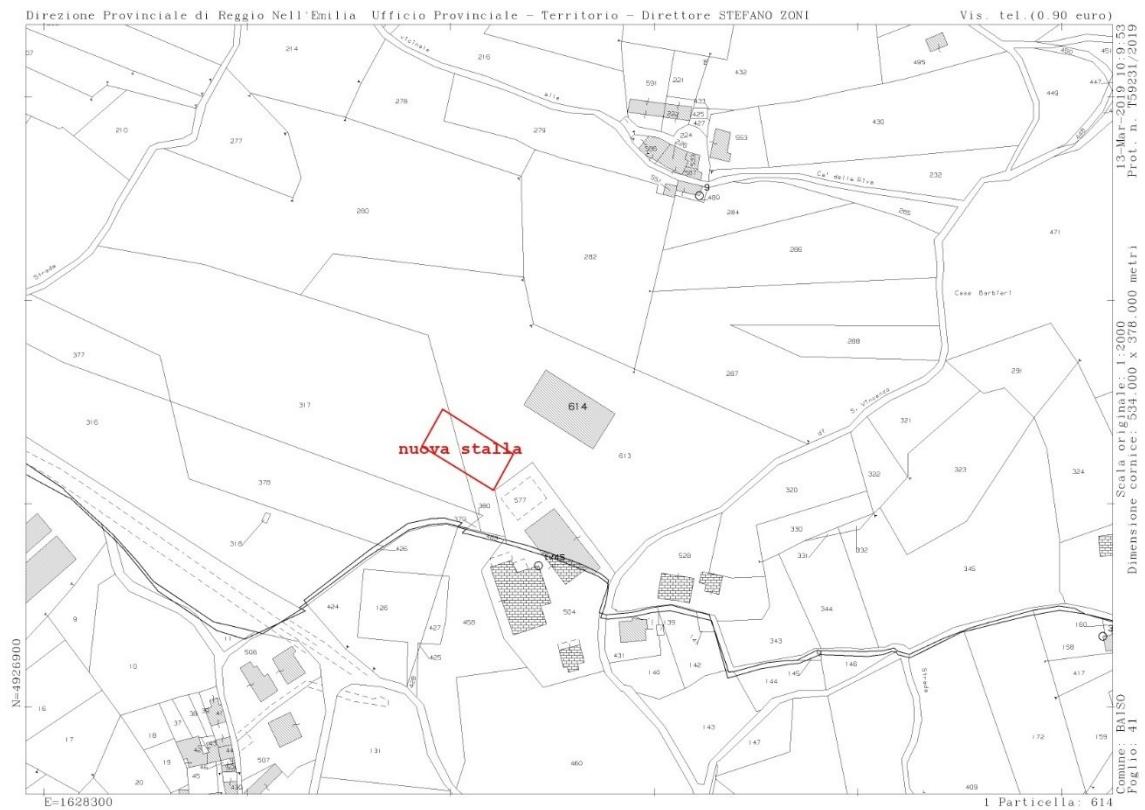


Figura 4 – Estratto planimetria catastale Foglio 41 Mappali 317-613

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Per la caratterizzazione geologica-geomorfologica generale dell'area si è fatto riferimento alla "Carta geologica dell'Emilia-Romagna" a cura del Servizio geologico, sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (https://geo.regenze.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia) di cui un estratto è riportato in Figura 5.

Dal punto di vista litostratigrafico e geo-litologico l'area in studio è situata in una zona caratterizzata da litotipi appartenenti alla Successione Ligure ed in particolare a terreni afferenti alla Formazione di Montevenero (MOV). Si tratta di Torbiditi arenaceo-marnose con base fine grigio-chiaro, in strati da medi a molto spessi, al tetto sono presenti intervalli sottili o medi di argille scure o nerastre. Sono presenti inoltre intercalazioni metriche di strati arenaceo-pelitici da sottili a spessi grigio brunastri, con rapporto A/P >1, a luoghi prevalenti sugli strati calcareo-marnosi. Regolari intercalazioni di megatorbiditi calcareo-marnose in strati spessi fino a 15 m. Le areniti hanno composizione arcosica e possono avere cementazione scarsa, specie quelle a grana più grossolana. Le paleocorrenti indicano una provenienza dai quadranti meridionali. Il contatto inferiore non è preservato. Nella parte alta della formazione è localmente presente la litofacies del Torrente Lucola (MOVa), costituita da torbiditi siltoso-marnose in strati sottili. Torbiditi di ambiente marino profondo. Potenza fino a 600 m. L'età rislæ al Campaniano sup. – Maastrichtiano.

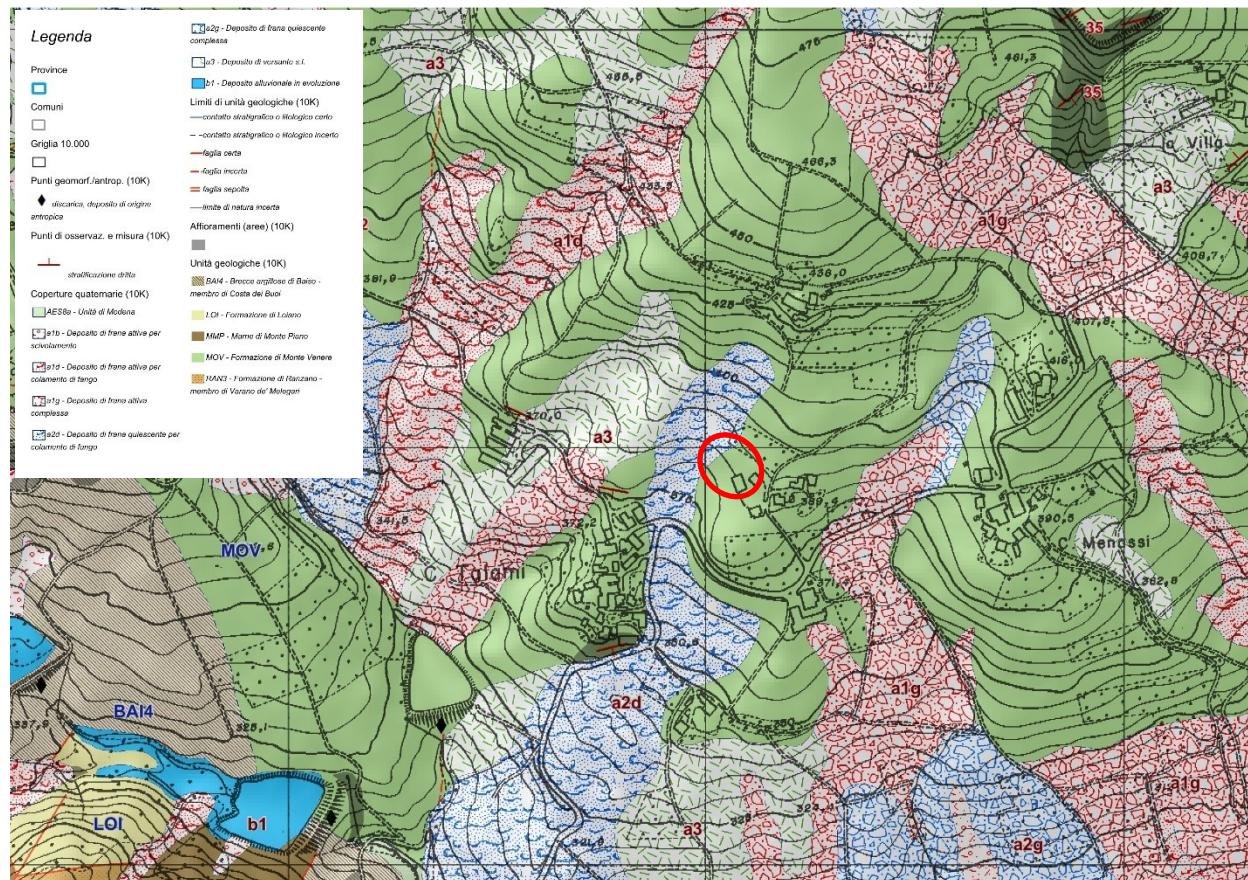


Figura 5 –CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - (Scala 1:5.000 - Progetto Carg. Regione Emilia-Romagna)

Nella zona in studio le litologie della Formazione di Montevenere sono state coinvolte in un movimento gravitativo di versante ed il substrato roccioso è ricoperto da un corpo di frana quiescente.

Per frana quiescente si intende un deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni.

Nello specifico la frana quiescente è stata classificata come deposito di frana quiescente per colamento di fango (A2d). Si tratta di un deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabile.

In Figura 6 è riportato un estratto della Carta del Dissesto della RER nella quale si può osservare il dissesto sopra descritto.

Nell'archivio storico delle frane non sono riportati dati in merito, probabilmente perché si tratta di un dissesto molto antico tale per cui non sono disponibili dati storici.

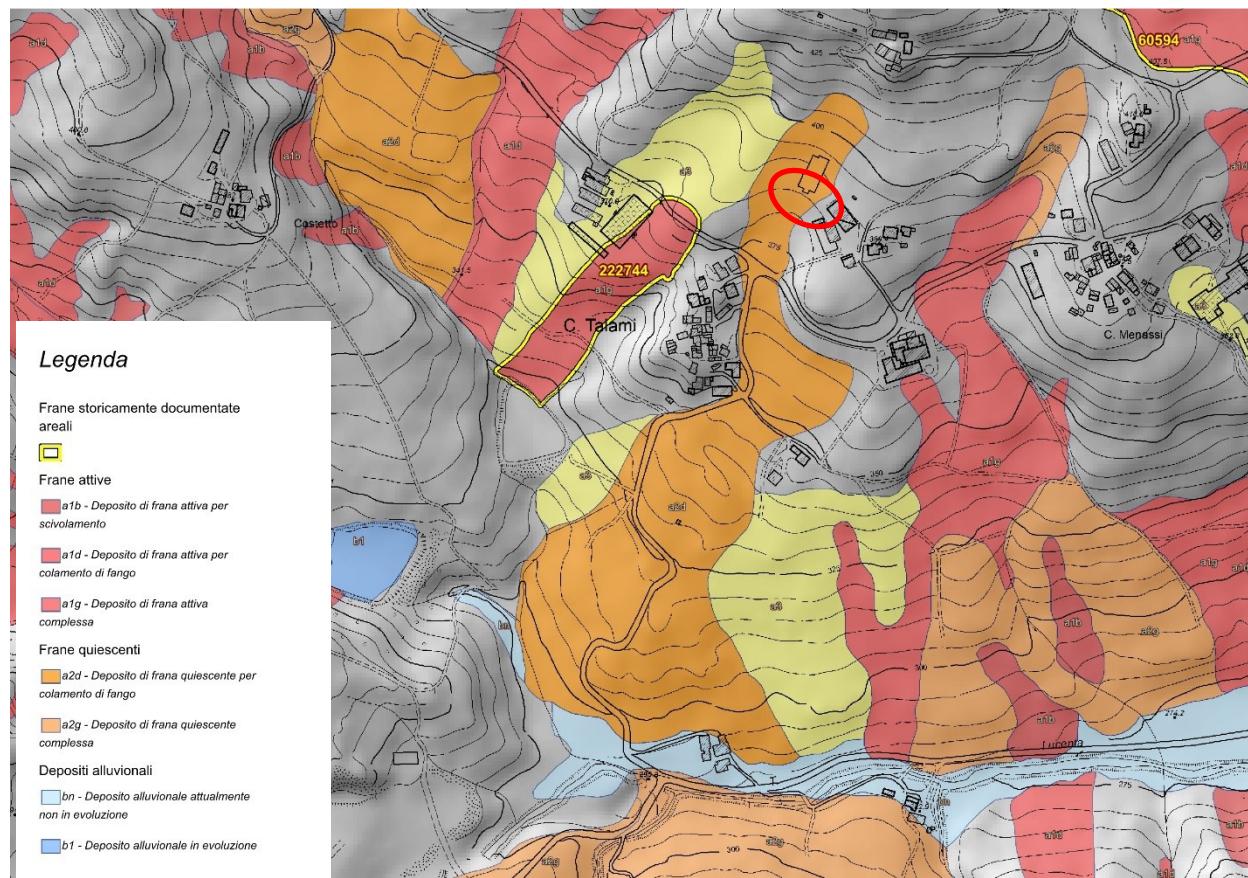


Figura 6 CARTA DEL DISSESTO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - (Scala 1:5.000 - Progetto Carg. Regione Emilia-Romagna)

La Carta del Dissesto del PTCP di Reggio Emilia, di cui un estratto è riportato in Figura 7, conferma la presenza della frana quiescente normata nell'Art. 57.

Anche la Tavola del PSC riporta in dissesto in oggetto e per la gestione delle zone interessate da frane quiescenti l'Art. 29 rimanda all'articolo delle NtA del PTCP.

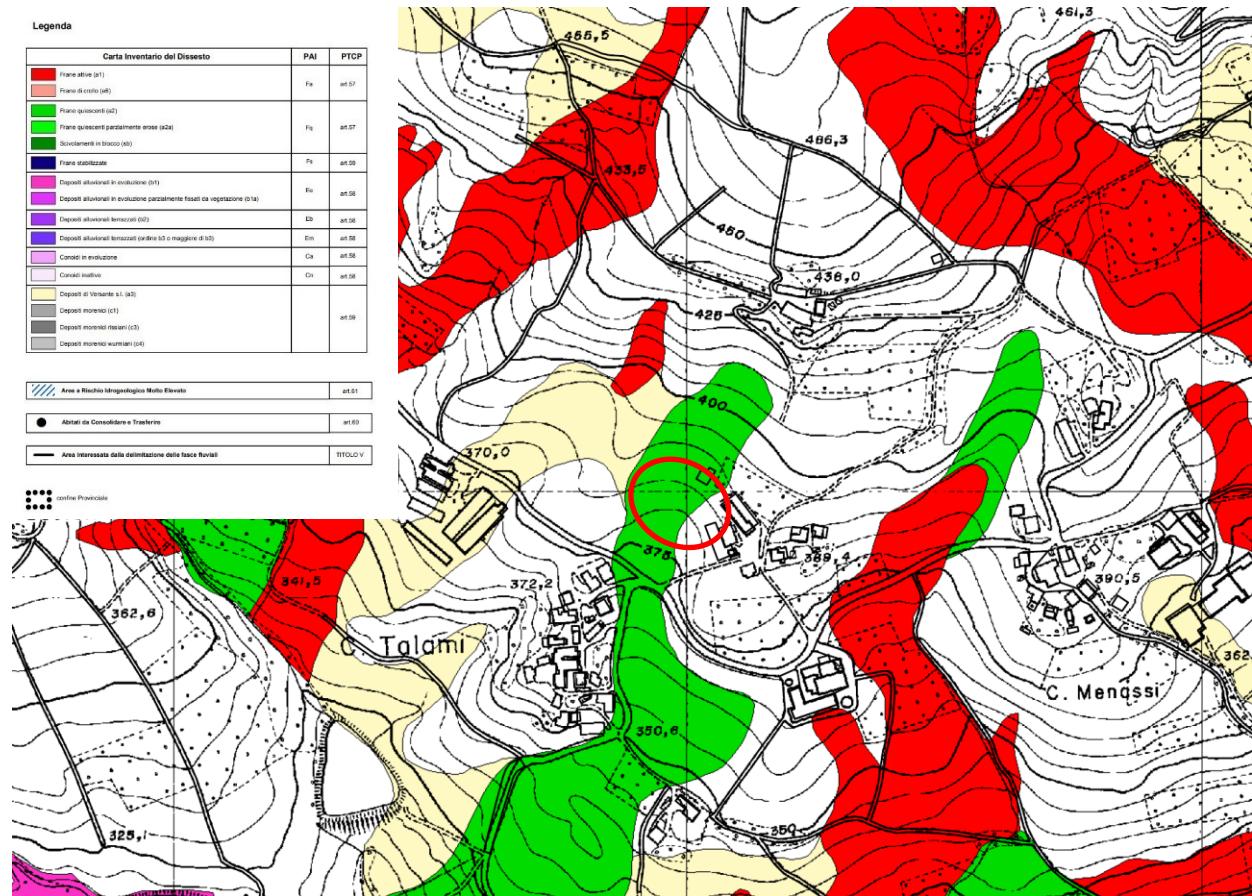


Figura 7 CARTA DEL DISSESTO DEL PTCP PROVINCIA DI REGGIO EMILIA – Estratto Tav P6_218120

4. IL SOTTOSUOLO DELL'AREA DI INTERVENTO

Per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e simica del sito sono state eseguite le seguenti indagini:

- Rilievo geologico geomorfologico
- indagini geognostiche:
 - esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento;
 - indagini geofisiche:
 - esecuzione di uno stendimento sismico a rifrazione con metodo Masw per la determinazione delle Vsh equivalenti
 - esecuzione di un'acquisizione di sismica passiva con elaborazione HVSR
 - indagine sismica a rifrazione in Onde P con elaborazione tomografica

In Figura 8 è riportata l'ubicazione delle indagini eseguite.

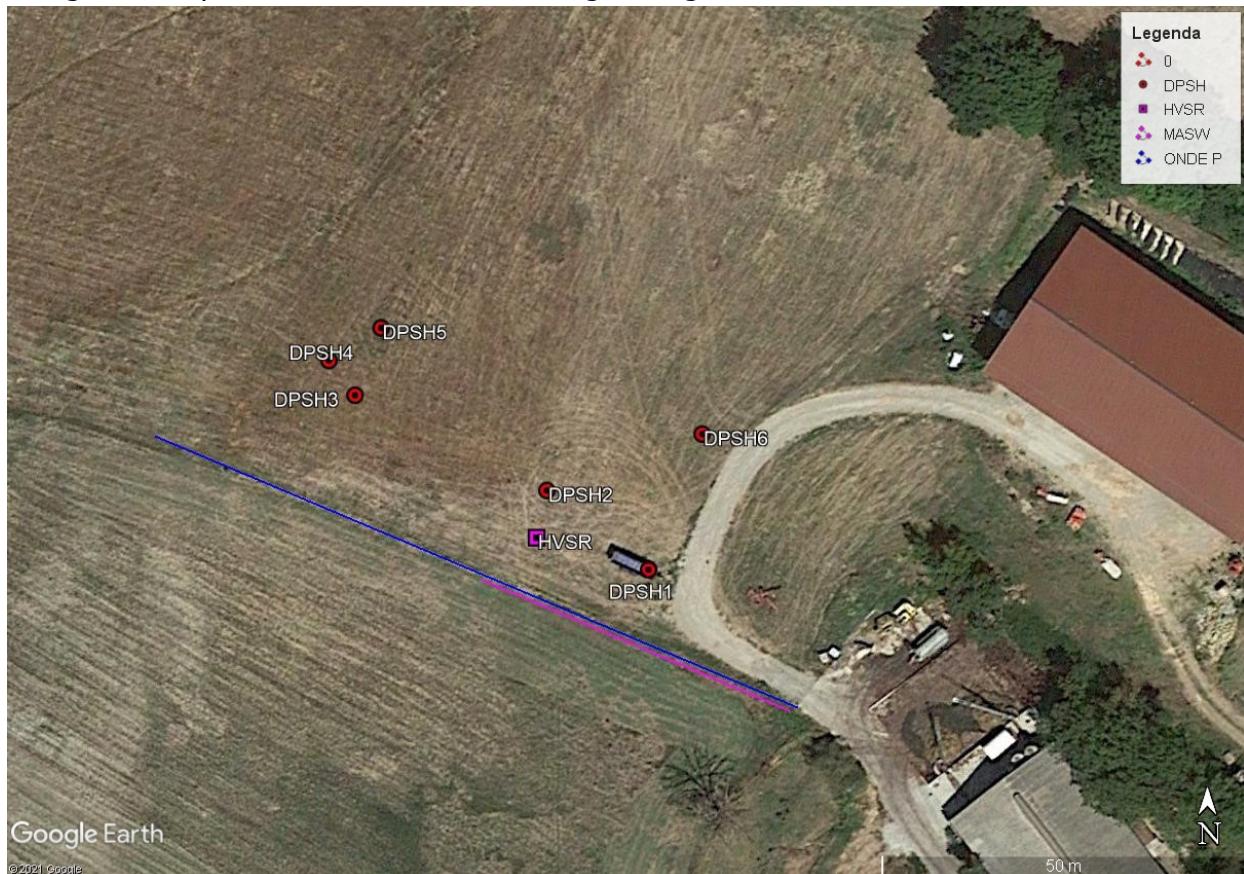


Figura 8 – UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Le indagini eseguite hanno permesso di ricostruire in modo dettagliato la litostratigrafia e la sismostratigrafia del sito in studio.

4.1 RILIEVO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

Nel mese di Ottobre 2021 è stato effettuato nell'area in studio, ed in un suo intorno significativo, un rilievo geologico geomorfologico al fine di verificare la fattibilità geologica-geomorfologica della trasformazione urbanistica in progetto.

Allo stato attuale l'area di variante è occupata da un terreno ad uso seminativo.

E' stato effettuato un volo con drone che ha permesso di prendere visione dello stato dei luoghi in una visione di insieme. Di seguito si riporta una documentazione fotografica di quanto rilevato.

In Fotografia 4 è riportata un'immagine dell'area di variante ripresa da Sud con evidenziato in blu scuro l'area interessata dalla futura edificazione.

L'area oggetto di variante presenta una zona di monte caratterizzata da elevata pendenza e morfologia regolare (colore arancione), indice del fatto che la zona è dotata di buona stabilità perché con una tale inclinazione, se il corpo di frana avesse avuto delle riattivazioni, sarebbero evidenti delle ondulazioni o fessurazioni sul pendio.

Una zona centrale (colore blu), che corrisponde indicativamente alla zona interessata dalla futura edificazione, caratterizzata da acclività medio-bassa che presenta sempre un pendio ad andamento regolare con una forma concava, delimitata ad ovest da una sorta di dorsale a schiena d'asino (colore giallo) che separa la zona in studio da un'area adiacente caratterizzata dalla presenza di un dissesto attivo (colore rosso) non riportato nelle cartografie descritte nel precedente capitolo.

A valle le pendenze diminuiscono notevolmente ed il pendio presenta una sostanziale regolarità morfologica (colore verde).



Fotografia 4 Veduta area di variante con evidenziate le aree rilevate



Fotografia 5 Veduta aerea frontale dell'area di variante

Il corpo di frana attivo riportato in rosso in Fotografia 4, del quale si riporta un ingrandimento in Fotografia 6, non interferisce con l'area in studio in quanto è separato dalla stessa dal dosso morfologico che ne costituisce il limite orientale. Si tratta di una frana per colata di modesta entità. Dalle indagini eseguite il dosso è caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso posto a modesta profondità, tale substrato conferisce allo stesso una buona stabilità.



Fotografia 6 Particolare della zona interessata dalla frana attiva



Fotografia 7 Pendio a valle dell'area di variante

Dal rilevamento eseguito non sono stati evidenziati indizi di movimento in atto e/o potenziali che possano interferire negativamente sulla stabilità dell'area in studio. In pratica sembra che il dissesto riportato nella cartografia sia nella realtà spostato ad ovest rispetto alla zona in studio e corrisponda a quello evidenziato dal rilevamento, mentre nella zona in oggetto siano presenti depositi di un movimento molto vecchio.

Al fine di approfondire ulteriormente le conoscenze sullo stato dei luoghi e dell'attività del dissesto nel tratto di valle dell'area in studio, nel mese di Settembre 2022 è stato effettuato un ulteriore sopralluogo per prendere visione dello stato di conservazione delle reti viarie e di tutti gli edifici posti a valle dell'area, anche alla luce degli approfondimenti riportati nella "Relazione Geologica allegata al progetto degli interventi di messa in sicurezza di Via Carano". Dai rilievi eseguiti si è constatato che tutti gli edifici presenti a valle dell'area si trovano in buono stato di conservazione.

In Figura 9 sono riportati i punti di scatto delle fotografie che seguono.

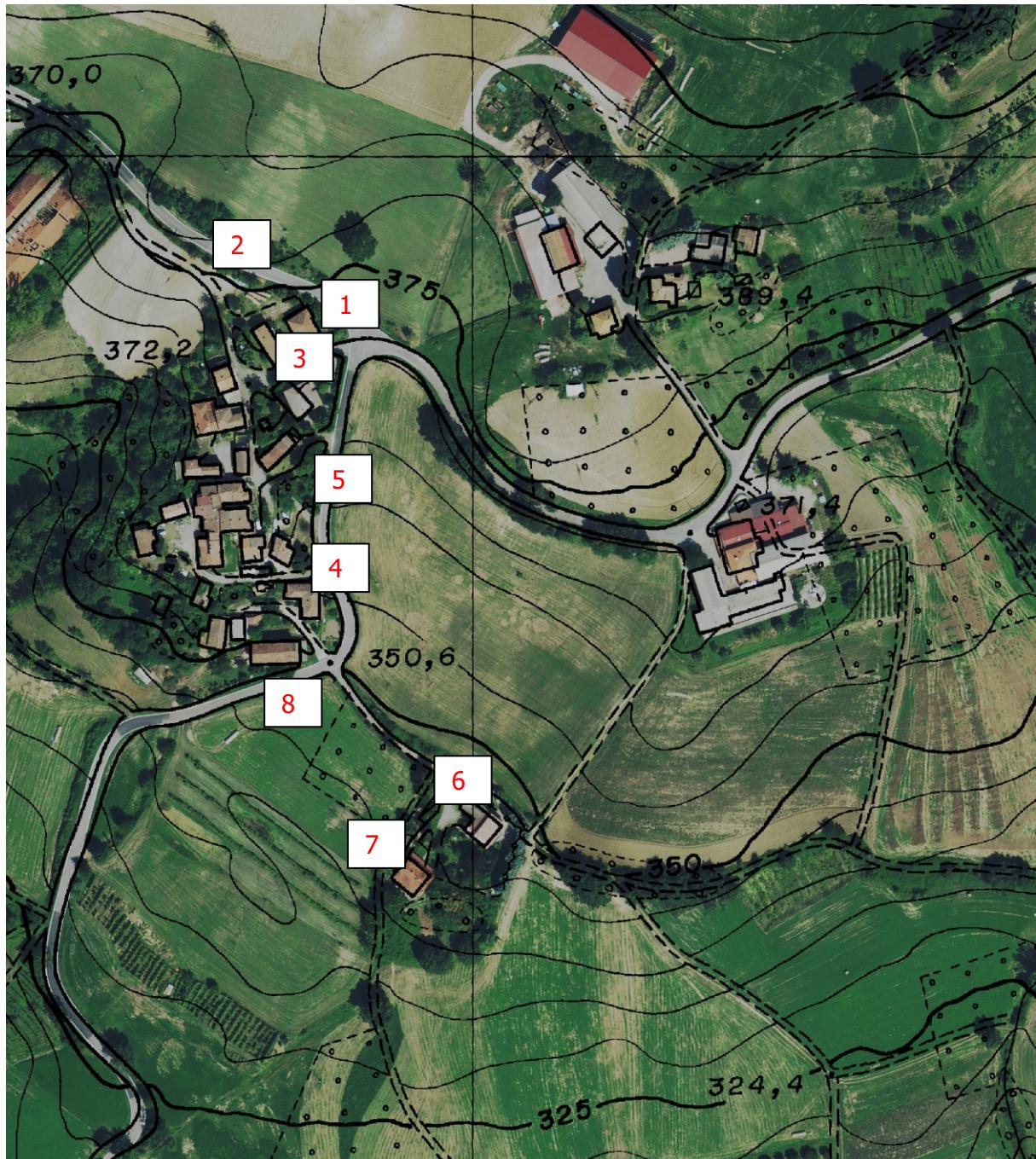


Figura 9 Planimetria punti di scatto

Dalle immagini riportate in figura 8 e 9 si può osservare che la strada "Via Carano", nel tratto a valle dell'area di intervento, si trova in buono stato di conservazione e non presenta avallamenti o dissesti imputabili a movimenti del versante.



Fotografia 8 Veduta di Via Carano nel tratto a valle dell'area di intervento – Punto 1



Fotografia 9 Dettaglio dell'incrocio stradale nel tratto a valle dell'area di variante – Punto 1



Fotografia 10 Veduta di Via Carano nel tratto a valle in direzione ovest – Punto 2



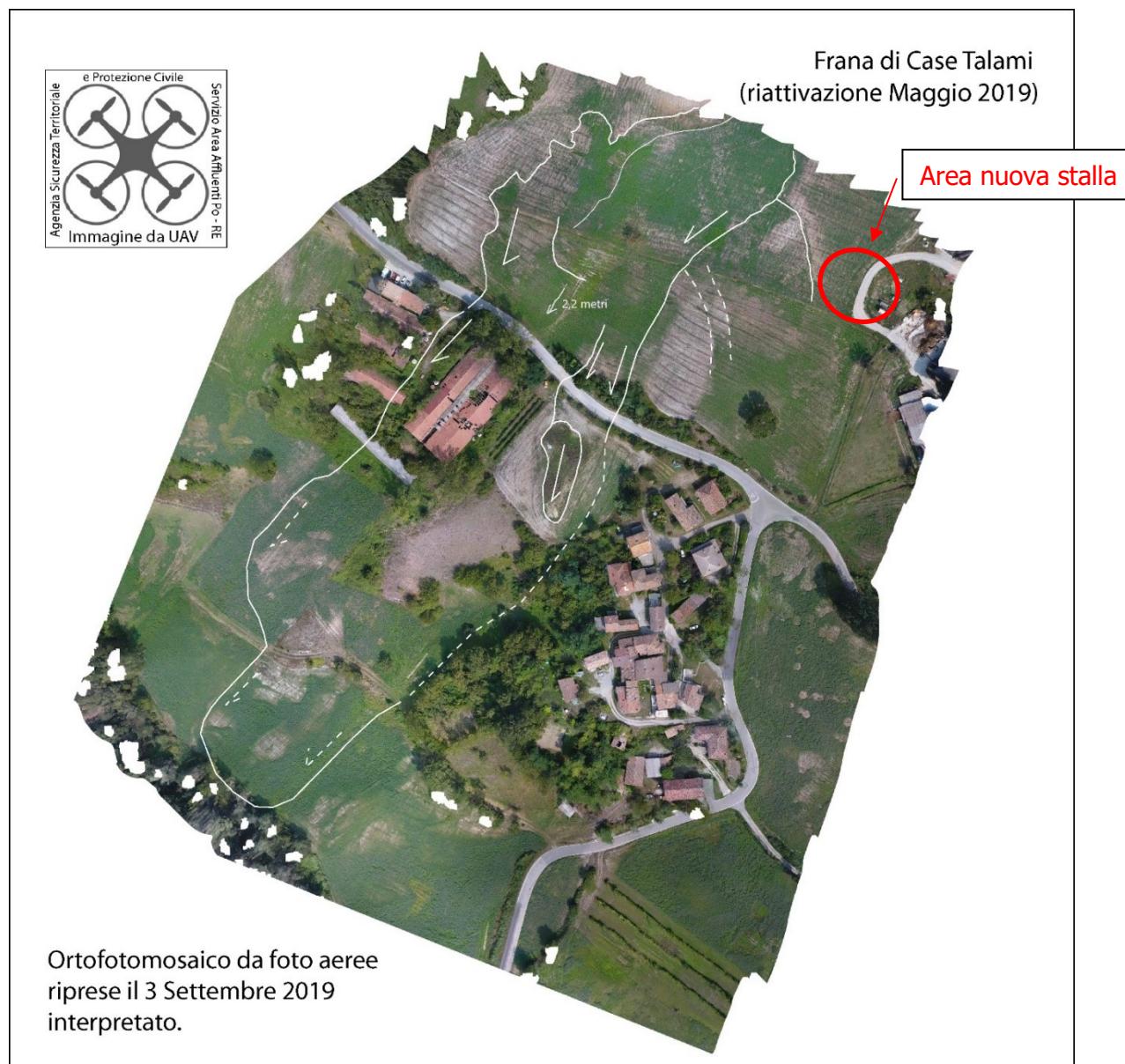
Fotografia 11 Veduta dell'intervento effettuato dalla Regione Emilia Romagna nel 2019 – Punto 2

Nelle fotografie 10 e 11 è possibile osservare il tratto di Via Carano posto ad ovest rispetto alla zona di valle dell'area di variante; come si evince dalle immagini l'intervento di messa in

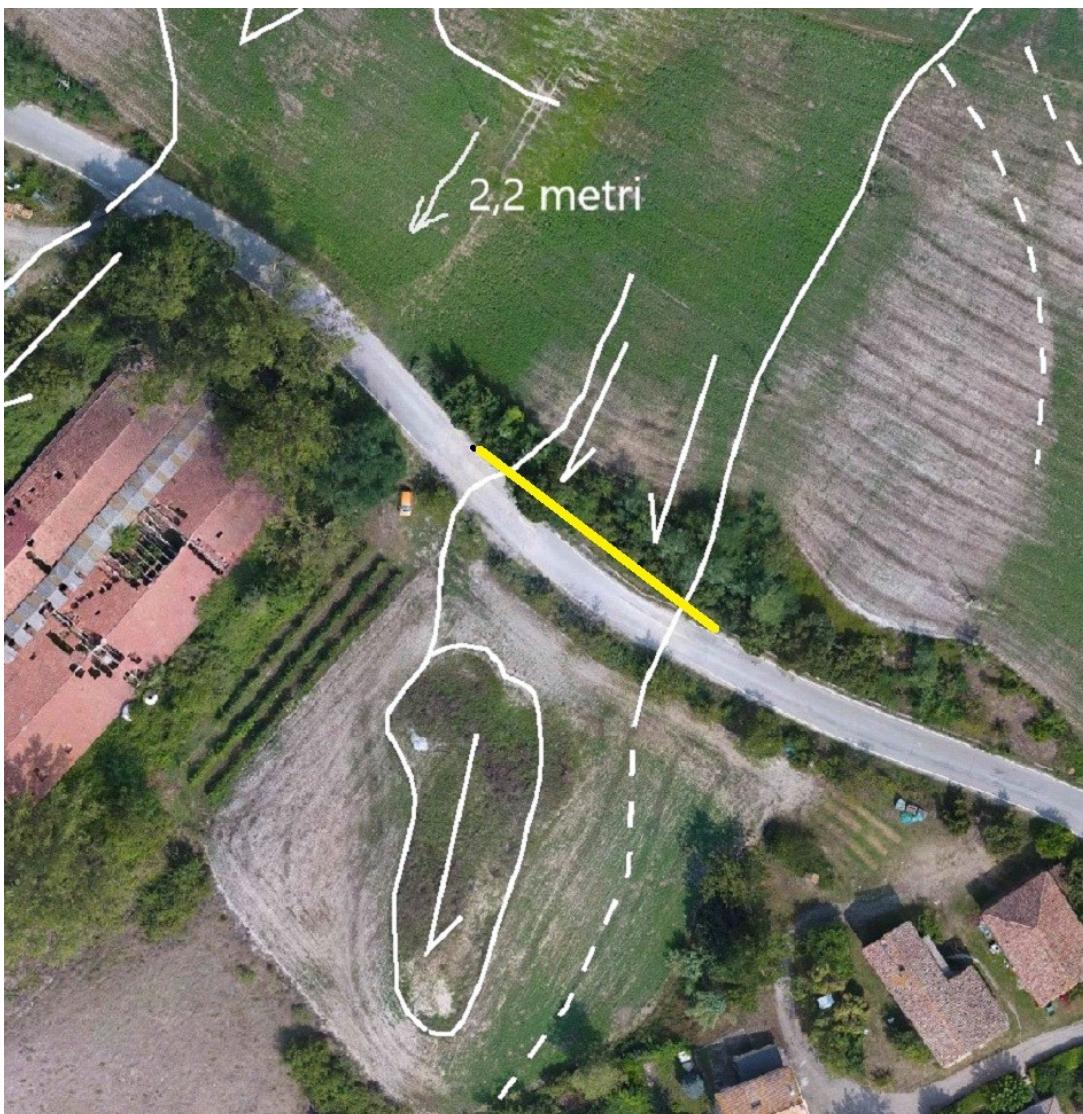
sicurezza della strada è stato realizzato più a ovest rispetto alla zona per la quale è stata richiesta la variante al PSC.

Sulla base delle indicazioni riportate nei pareri degli enti la posizione della stalla è stata spostata in direzione Est rispetto alla precedente proposta, in modo tale da rimanere ad una distanza di sicurezza dal dissesto attivo evidenziato in Fotografia 12.

Rispetto alle fessurazioni di trazione poste ad est della frana e riportate in Fotografia 12 si precisa che, durante il sopralluogo di Settembre 2022, è stato chiesto al conduttore del terreno come fosse effettivamente l'andamento delle crepe e lo stesso riferisce che in realtà il terreno in questione non è mai stato interessato da fessurazioni, la differenza di colore dei campi è imputabile ad un cambio di coltura effettuata negli anni antecedenti al 2019 e a zone dove l'erba cresce meno in seguito all'alterazione del suolo dovuto al passaggio di macchine agricole.



Fotografia 12 Ortofotomosaico ad alta definizione, interpretato. Immagine tratta dalla Relazione Geologica redatta dai Tecnici della Regione Emilia Romagna allegata al progetto di intervento urgente per la messa in sicurezza del tratto di strada interessato dal dissesto



Zona specifica di intervento

Fotografia 13 Veduta della Frana di Cà Talami: In figura, la linea gialla rappresenta la paratia in progetto. Immagine tratta dalla Relazione Geologica redatta dai Tecnici della Regione Emilia Romagna allegata al progetto di intervento urgente per la messa in sicurezza del tratto di strada interessato dal dissesto

Nelle fotografie seguenti sono riportate alcune immagini degli edifici posti a valle dell'area di variante. E' vero che sulla base della cartografia geologica tutti gli edifici ricadono all'esterno del perimetro della frana quiescente, ma è anche vero che dall'analisi generale dell'andamento delle curve di livello si potrebbe affermare che in generale tutta l'area potrebbe essere compresa in un dissesto più esteso rispetto a quello cartografato. Indipendentemente dalle interpretazioni che si vogliono dare dai rilievi eseguiti è stato evidenziato che tutti gli edifici si trovano in buono stato di conservazione, nonostante alcuni di essi siano anche molto vecchi e probabilmente privi di fondazioni, e non sono presenti lesioni attribuibili a movimenti di versante.

La strada di Via Cà Talami presenta blande ondulazioni che potrebbero essere riconducibili ad un movimento molto superficiale del terreno, il fatto che il movimento sia molto superficiale potrebbe essere dimostrato dal fatto che l'edificio riportato in Fotografia 15, punto di scatto 4, non presenta lesioni, mentre il muretto di cinta dell'area cortiliva posto a pochi metri dall'edificio, privo di fondazioni e sicuramente molto datato, presenta delle crepe di modesta entità riconducibili ad un movimento del terreno su cui è fondato.



Fotografia 14 Veduta dell'edificio in prossimità dell'incrocio – Punto 3



Fotografia 15 Veduta di un edificio posto lungo Via Cà Talamì – Punto 4



Fotografia 16 Tratto di strada di Via Cà Talamì interessato in corrispondenza di un dosso provocato da un blando movimento della copertura superficiale – punto 5



Fotografia 17 Veduta di un edificio posto ad est di Via Cà Talami – Punto 6



Fotografia 18 Veduta di un edificio posto ad est di Via Cà Talami – Punto 6



Fotografia 19 Veduta di un edificio posto lungo Via Cà Talamì – Punto 8

4.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

4.2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Nel mese di Ottobre 2021 sono state eseguite n. 6 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento.

Le prove penetrometriche sono state eseguite in campagna utilizzando un penetrometro dinamico tipo Pagani Tg-63 con le seguenti caratteristiche:

Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Angolo di apertura punta	90 °

Per l'elaborazione delle prove è stata utilizzata la seguente relazione:

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N) \Rightarrow Formula olandese modificata:

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

- Rpd : resistenza dinamica punta (Area A)
e : infissione per colpo = δ / N
M : peso massa battente (altezza caduta H)
P : peso totale aste e sistema battuta

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Legenda:	
Puv (t/m ³)	Peso dell'unità di volume del terreno. (Meyerhof ed altri)
PuvS (t/m ³)	Peso dell'unità di volume del terreno saturo.
C _u (kg/cm ²)	Coesione non drenata nei terreni coesivi. (De Beer)
Φ°	Angolo di attrito interno efficace per terreni granulari (Owasaki Iwaski)
Mo (kg/cm ²)	Modulo di deformazione edometrico per terreni coesivi/granulari. (Michelle Gardner)
Ey	Modulo di Young – (Bowles, 1982)
Modulo di Pisson	A.G.I.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Puv (t/m³)	PuvS (t/m³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm²)	Mo (Kg/cm²)	Ey (Kg/cm²)	Modulo Poisson
Detrito di versante	0.00-8.60	6.20	Coesivo Incoerente	1.82	1.89	24.64	0.78	65.03	62.00	0.34
Detrito di versante	8.60-9.80	9.78	Coesivo Incoerente	1.96	2.16	27.11	1.22	101.54	97.80	0.33
Substrato roccioso	9.80-11.0	19.55	Incoerente	1.59	1.99	32.12	--	117.30	172.75	0.32

Note: acqua rilevata a -8,5 m dal p.c.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Puv (t/m³)	PuvS (t/m³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm²)	Mo (Kg/cm²)	Ey (Kg/cm²)	Modulo Poisson
Detrito di versante	0.00-4.60	7.60	Coesivo Incoerente	1.88	1.90	25.68	0.95	79.31	76.00	0.34
Trovante Lapideo	4.60-4.80	75.20	Incoerente	1.96	2.21	48.59	--	451.20	451.00	0.2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Puv (t/m³)	PuvS (t/m³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm²)	Mo (Kg/cm²)	Ey (Kg/cm²)	Modulo Poisson
Detrito di versante	0.00-1.00	10.23	Coesivo Incoerente	1.97	2.17	27.39	1.28	106.13	102.30	0.33
Detrito di versante	1.00-1.60	46.62	Incoerente	1.83	2.14	41.44	--	279.72	308.10	0.26

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Puv (t/m³)	PuvS (t/m³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm²)	Mo (Kg/cm²)	Ey (Kg/cm²)	Modulo Poisson
Detrito di versante	0.00-0.60	9.52	Coesivo Incoerente	1.95	2.14	26.95	1.19	98.89	95.20	0.34
Substrato roccioso	0.60-1.00	63.17	Incoerente	1.92	2.19	45.78	--	379.02	390.85	0.23

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Puv (t/m³)	PuvS (t/m³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm²)	Mo (Kg/cm²)	Ey (Kg/cm²)	Modulo Poisson
Detrito di versante	0.00-0.40	6.02	Coesivo Incoerente	1.81	1.89	24.5	0.75	63.19	60.20	0.34
Substrato roccioso	0.40-1.40	51.44	Incoerente	1.86	2.16	42.78	--	308.64	332.20	0.25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Puv (t/m³)	PuvS (t/m³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm²)	Mo (Kg/cm²)	Ey (Kg/cm²)	Modulo Poisson
Detrito di versante	0.00-4.60	11.45	Coesivo Incoerente	2.01	2.21	28.11	1.43	118.58	114.50	0.33
Detrito di versante	4.60-8.40	6.09	Coesivo Incoerente	1.82	1.89	24.56	0.76	63.91	60.90	0.34
Substrato roccioso	8.40-8.80	49.63	Incoerente	1.85	2.15	42.28	--	297.78	323.15	0.25

I tabulati di calcolo ed i diagrammi penetrometrici sono riportati riportato in allegato 1.

Dalle prove eseguite si evince che la zona centrale dell'area è quella caratterizzata da spessori maggiori di deposito fine, circa 8,5 m, caratterizzato da mediocri parametri di resistenza. Spostandosi verso ovest tali spessori diminuiscono fino ad un minimo di circa 1,0 m, ed i valori di resistenza migliorano notevolmente.

Nelle fotografie 20 e 21 sono riportate le immagini di alcune prove eseguite.



Fotografia 20 DPSH1



Fotografia 21 DPSH3

4.3 INDAGINI GEOFISICHE

Nel mese di Ottobre 2021 sono state eseguite sull'area in esame le seguenti indagini geofisiche:

- Indagine sismica a rifrazione con metodo Masw
- Indagine di sismica passiva con acquisizione di microtremore a stazione singola ed elaborazione HVSR
- Indagine simica a rifrazione in onde P con elaborazione tomografica

Le indagini sono state elaborate e correlate tra loro al fine di ricostruire la sismostratigrafia del sottosuolo, misurare la velocità di propagazione delle onde S e determinare la profondità del bedrock sismico.

Di seguito si riportano le indagini effettuate ed i relativi risultati.

4.3.1 INDAGINE SISMICA - MASW

Sull'area in studio è stata eseguita una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio Vsh equivalenti, in riferimento alla classificazione sismica del territorio.

L'ubicazione dello stendimento sismico è riportata in Figura 8, mentre a seguire si riportano la metodologia della ricerca utilizzata ed i risultati dell'indagine.

In Fotografia 22 è riportata l'immagine raffigurante lo stendimento eseguito.



Fotografia 22 STENDIMENTO SISMICO MASW

Metodo di Indagine

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali PASI con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2, 5 e 10 metri dal primo geofono.

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 18.0 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

Risultati–Determinazione delle categoria del suolo di fondazione

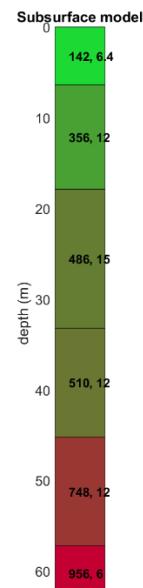
L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Per l'elaborazione è stata eseguita una correlazione tra i dati sismici ed indagini geognostiche eseguite nell'area.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti per la MASW eseguita.

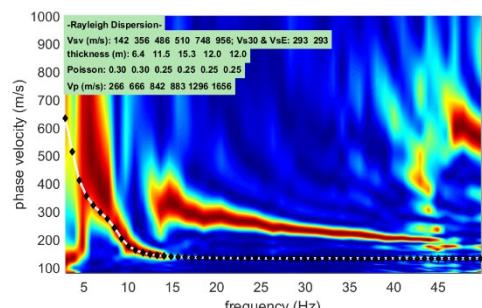
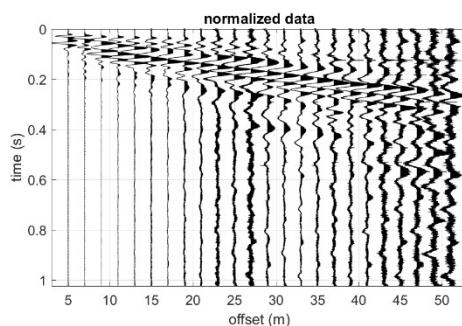
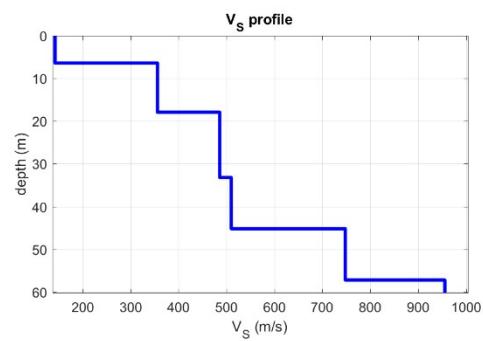
Sismostratigrafia

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
6.4	6.4	142
17.9	11.5	356
33.2	15.3	486
35.2	12.0	510
47.2	12.0	748
Inf	inf	956



Il valore delle $V_{sh} = V_{s30} = 293 \text{ m/s}$

www.winmasw.com



- Sismogramma acquisito, la curva di dispersione e il profilo V_s /profondità-

4.3.2 ACQUISIZIONE DI SIMICA PASSIVA CON TECNICA HVSR

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vseq attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vseq.

Dati generali

Nome progetto: Variante PSC
Committente: Az. Agr. Benassi
Cantiere: Via Ospedale di Sopra 1
Località: Baiso RE
Operatore: Dott. Geol. Vaccari
Data: 04/10/2021
Latitudine: 44.484730641540466
Longitudine: 10.615396101852434

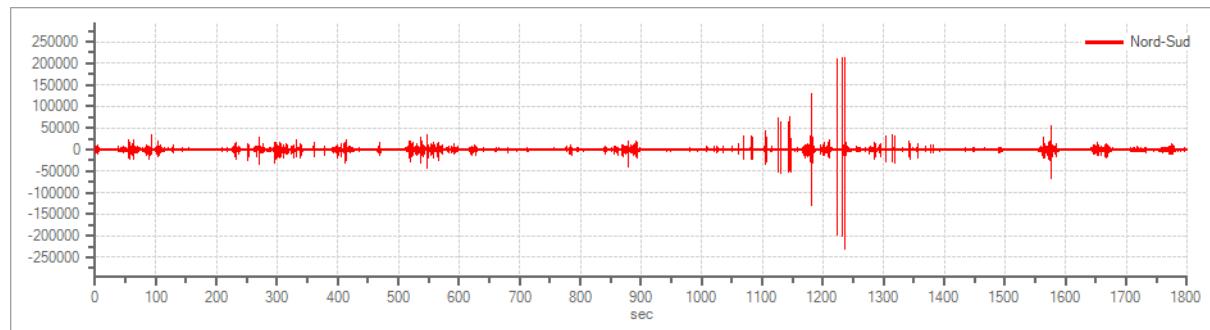


Tracce in input

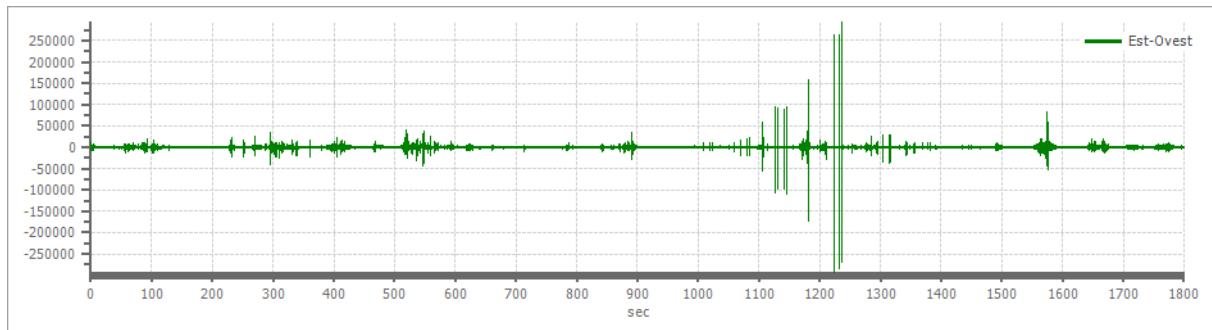
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1800 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 540000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

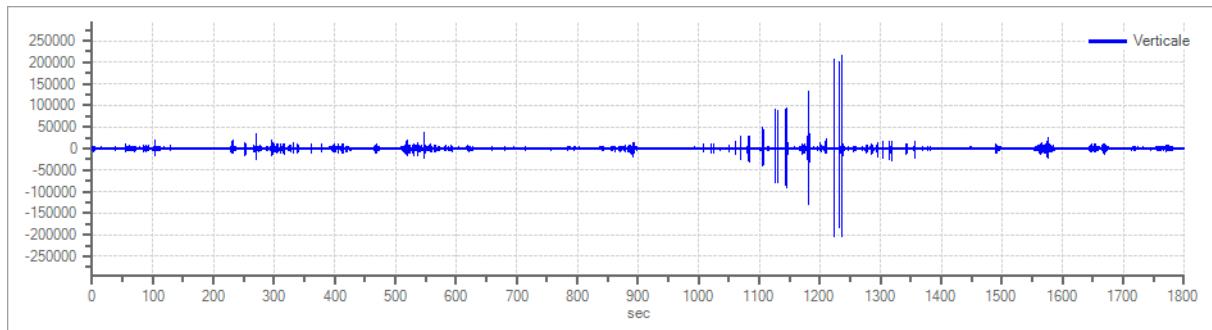
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 85
 Numero finestre incluse nel calcolo: 82
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 15.00 %
 Coefficiente di banda: 40.00

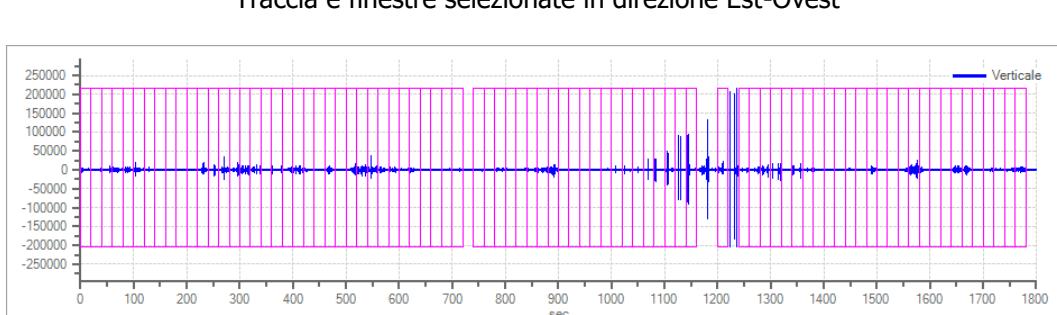
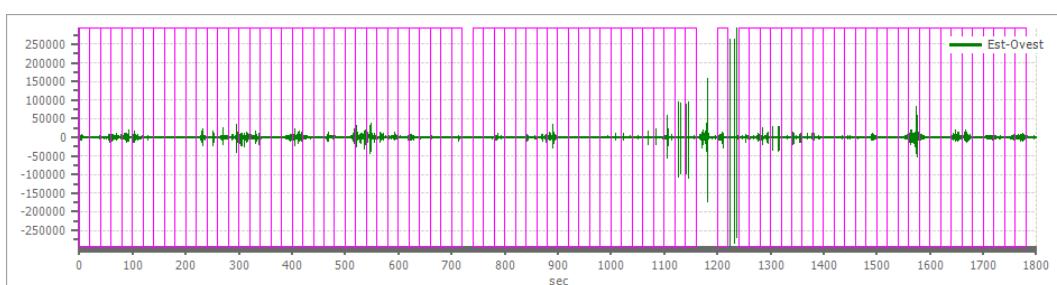
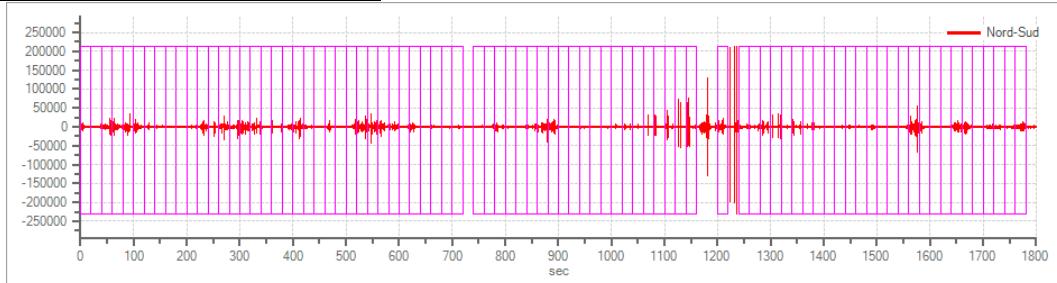
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa

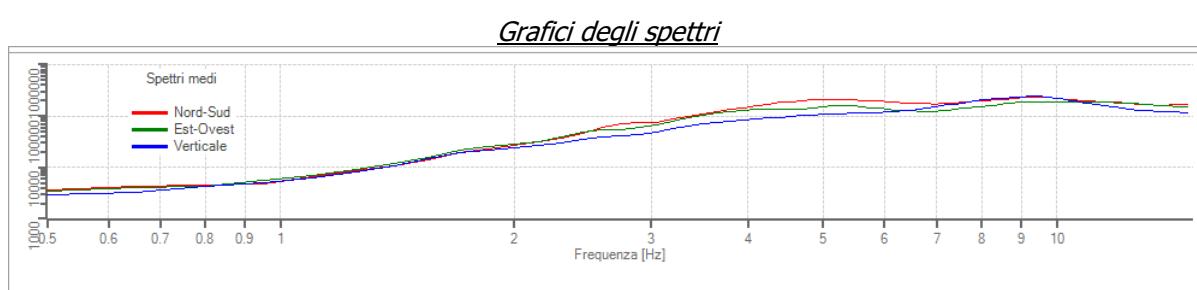
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	740	760	Inclusa
38	760	780	Inclusa
39	780	800	Inclusa
40	800	820	Inclusa
41	820	840	Inclusa
42	840	860	Inclusa
43	860	880	Inclusa
44	880	900	Inclusa
45	900	920	Inclusa
46	920	940	Inclusa
47	940	960	Inclusa
48	960	980	Inclusa
49	980	1000	Inclusa
50	1000	1020	Inclusa
51	1020	1040	Inclusa
52	1040	1060	Inclusa
53	1060	1080	Inclusa
54	1080	1100	Inclusa
55	1100	1120	Inclusa
56	1120	1140	Inclusa
57	1140	1160	Inclusa
58	1200	1220	Inclusa
59	1240	1260	Inclusa
60	1260	1280	Inclusa
61	1280	1300	Inclusa
62	1300	1320	Inclusa
63	1320	1340	Inclusa
64	1340	1360	Inclusa
65	1360	1380	Inclusa
66	1380	1400	Inclusa
67	1400	1420	Inclusa
68	1420	1440	Inclusa
69	1440	1460	Inclusa
70	1460	1480	Inclusa
71	1480	1500	Inclusa
72	1500	1520	Inclusa
73	1520	1540	Inclusa
74	1540	1560	Inclusa
75	1560	1580	Esclusa
76	1580	1600	Esclusa
77	1600	1620	Esclusa
78	1620	1640	Inclusa
79	1640	1660	Inclusa
80	1660	1680	Inclusa
81	1680	1700	Inclusa
82	1700	1720	Inclusa

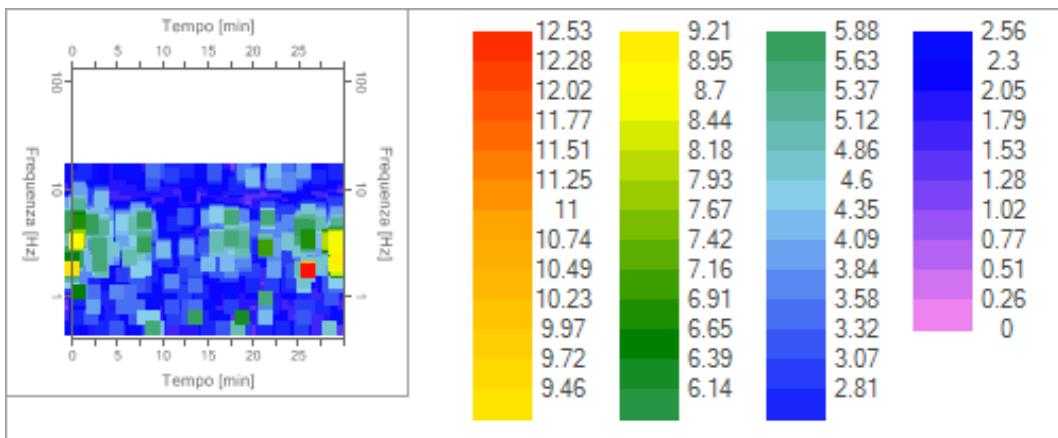
83	1720	1740	Inclusa
84	1740	1760	Inclusa
85	1760	1780	Inclusa

Grafici tracce con finestre selezionate:

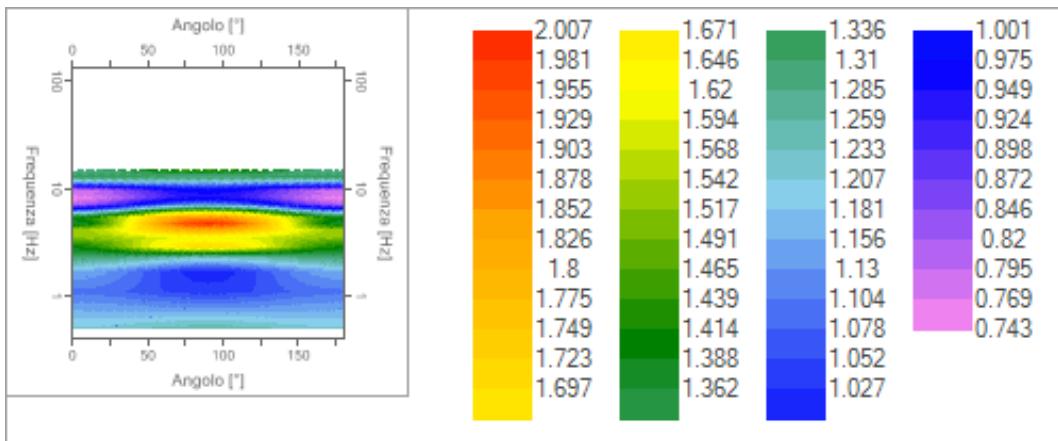


Grafici degli spettri





Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

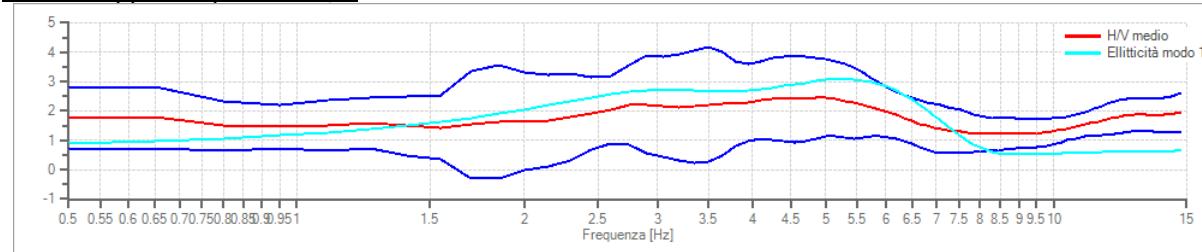
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 5.00 Hz ± 0.53 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 > 0.5H$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

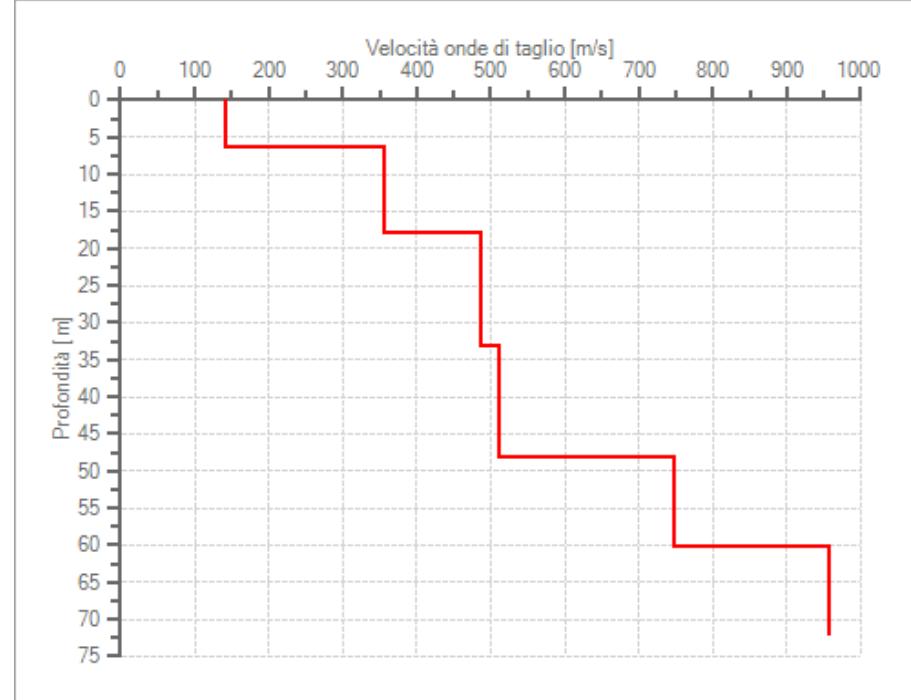
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 6
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 5.30 Hz
 Valore di disadattamento: 0.55
 Valore Vseq: 293.34 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m^3]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	6.4	19	0.3	142
2	6.4	11.5	19	0.3	356
3	17.9	15.3	22	0.25	486
4	33.2	15	22	0.25	510
5	48.2	12	22	0.25	748
6	60.2	12	22	0.25	956



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

4.3.3 INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

Il giorno 04 Ottobre 2021 è stata svolta una campagna di sismica a rifrazione con elaborazione tomografica con l'obiettivo di determinare le caratteristiche sismostratigrafiche dei terreni investigati.

A tale scopo è stato eseguito n. 1 stendimento sismico per la determinazione delle onde P.
In Fotografia 23 è riportata un'immagine dello stendimento eseguito.



Fotografia 23 Stendimento Onde P

Metodo d'Indagine

La sismica a rifrazione è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di velocità delle onde sismiche nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati e la conseguente determinazione di unità sismostratigrafiche.

Tale metodo consiste nel disporre, lungo una linea, una serie di geofoni che registrino le perturbazioni (onde sismiche) indotte nel terreno da una sorgente energizzante artificiale ubicata in posizione nota. Leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, si costruiscono i diagrammi delle dromocroni, i quali permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati al di sotto dello stendimento di geofoni.

La successiva elaborazione tomografica prevede di stimare la distribuzione delle velocità delle onde sismiche nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo che tendono a minimizzare le differenze tra il modello elaborato e i dati di partenza (misure dei primi arrivi). La tomografia sismica consente di raggiungere una migliore definizione della distribuzione delle velocità e risulta indicata in aree ad elevata acclività o con

morfologie sepolte irregolari o allo scopo di raggiungere una maggior definizione dell'andamento dei rifrattori.

Nella campagna di indagine in oggetto è stato realizzato uno stendimento sismico di 24 geofoni, con spaziatura inter-geofonica di 3,5 m. Tale distanza inter-geofonica ha consentito di ottenere una buona risoluzione orizzontale e verticale.

Lo stendimento è stato ubicato trasversalmente alla direzione di movimento del dissesto.

Lungo la linea sismica il terreno è stato energizzato in punti ben precisi allo scopo di acquisire un numero di accelerogrammi tali da consentire un analisi tomografica ottimale. In particolare sono state eseguite energizzazioni (tiri) in 9 punti, disposti come segue:

- 2 tiri simmetrici (off-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 1,0 metri dai geofoni n. 1 e n. 24;
- 2 tiri simmetrici (end-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 1,0 metri dai geofoni n. 1 e n. 24;
- 5 tiri interni allo stendimento con spaziatura regolare.

Strumentazione

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo multicanale PASI 16S24-U, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 125 microsec a 256 millisec su 24+1 canali e lunghezza registrazione estesa fino a 1600 campioni. I geofoni verticali utilizzati, PASI, hanno una frequenza propria di 10 Hz e sono collegati al sismografo tramite cavi elettrici schermati. Per visualizzazione, gestione e registrazione dei segnali è utilizzato un laptop dotato di software proprietario.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare sul canale n. 25 l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione dei filtri per le frequenze indesiderate;
- visualizzazione accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori accelerogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Sistema di energizzazione è composto da una mazza battente manovrata a mano (mazza da 8 kg – mod SIS-020-000), agente a percussione su una piastra quadrata di alluminio (dimensioni 20x20x5 cm).

Elaborazione

L'elaborazione degli accelerogrammi è stata effettuata con un software dedicati (Front End, Rayfract 32, Surfer 9) che hanno consentito di effettuare l'analisi ed il filtraggio del segnale sismico, il picking dei primi arrivi, la costruzione delle dromocronie, l'elaborazione tomografica e, infine, la restituzione grafica.

Per tutti gli accelerogrammi acquisiti è stata eseguita l'analisi del segnale nel dominio del tempo e delle frequenze, seguita da filtri per eliminare, ove possibile, le frequenze non associabili ad impulsi sismici utili. Gli accelerogrammi così processati sono stati utilizzati per effettuare il

picking dei primi arrivi delle onde P che ha consentito di eseguire una prima inversione tomografica. Il metodo di elaborazione, denominato WET (Wavepath Eikonal Traveltime tomography processing), applica algoritmi di inversione basati sulla teoria del volume di Fresnel la quale adotta un approccio fondato sull'analisi della propagazione volumetrica dell'impulso sismico piuttosto che sulla definizione della propagazione dei singoli raggi.

In funzione della geometria dello stendimento, del percorso degli impulsi sismici e della morfologia superficiale è stata definita la griglia dell'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, rappresentato il percorso dei raggi sismici nel sottosuolo e quindi realizzato un primo modello geofisico. Tale modello è stato affinato con cicli di elaborazione successivi, tenendo conto anche di parametri derivanti da valutazioni ed informazioni geologiche/geofisiche specifiche del sito oggetto di studio.

Per la sezione sismica in oggetto sono stati elaborati diversi modelli, verificando per ognuno la congruità geologica/geofisica e la distribuzione statistica dei valori di velocità che minimizza la somma dei quadrati degli scarti tra i tempi misurati ed i tempi calcolati per tutti i raggi.

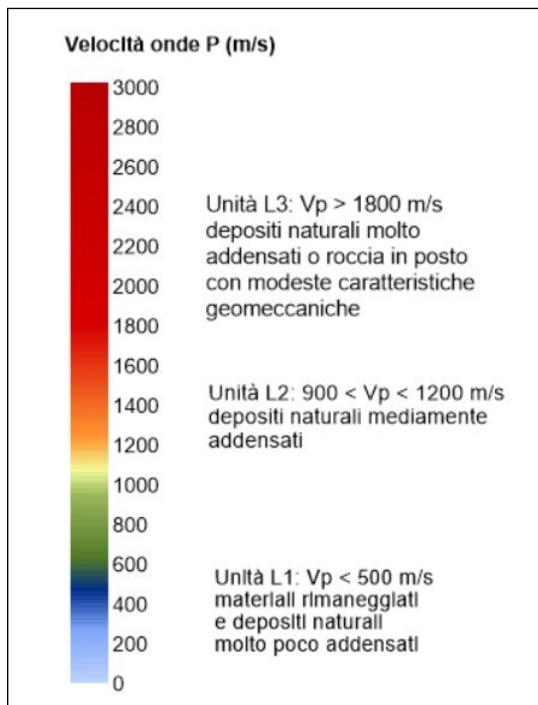
I modello finale, scelto per descrivere la sismostratigrafia del sito, è quello ritenuto maggiormente significativo sia da un punto di vista geofisico che geologico e che meglio si approssima alla risposta sismica reale del sottosuolo evidenziata dagli accelerogrammi acquisiti nel sito di indagine.

In conclusione è stata ottenuta una sezione sismostratigrafica tomografia rappresentante la distribuzione per intervalli delle velocità sismiche e le relative geometrie dei sismostrati.

Risultati

L'elaborazione tomografica ha consentito di individuare 3 unità sismostratigrafiche a partire da piano campagna:

- **Unità L1**, presenta velocità inferiori a 500 m/s. Essa è correlabile con materiali rimaneggiati e/o depositi naturali molto poco addensati.
- **Unità L2**, è caratterizzata da velocità comprese tra 900 e 1200 m/s. L'unità è associabile a depositi naturali mediamente addensati.
- **Unità L3**, ha valori di velocità maggiori di 1800 m/s ed è correlabile a depositi naturali molto addensati o roccia in posto con modeste caratteristiche geomeccaniche.



- *Scala cromatica adottata* -

È importante ricordare che il passaggio da una unità sismica all'altra ha un significato principalmente geofisico, essendo il passaggio stesso una superficie separante zone caratterizzate da diverse velocità di propagazione dell'impulso sismico.

Sezione SIS1

Lunghezza 80,5 m

La sezione presenta un sismostrato più superficiale e lento, correlabile con l'unità sismica L1; il suo spessore aumenta gradualmente passando da circa 1,5 m all'estremità NW della sezione, a quasi 3,0 m verso l'estremità SE. Il sismostrato sottostante (unità L2) ha uno spessore sostanzialmente costante di 3,5-4,0 m. Il passaggio al sismostrato più profondo (unità L3) risulta più graduale e con una variazione poco accentuata nel gradiente delle curve di velocità. L'interfaccia sismica L1/L2, ha un andamento regolare sub-parallelo alla superficie topografica; anche l'interfaccia L2/L3 presenta un andamento circa parallelo alla superficie topografica.

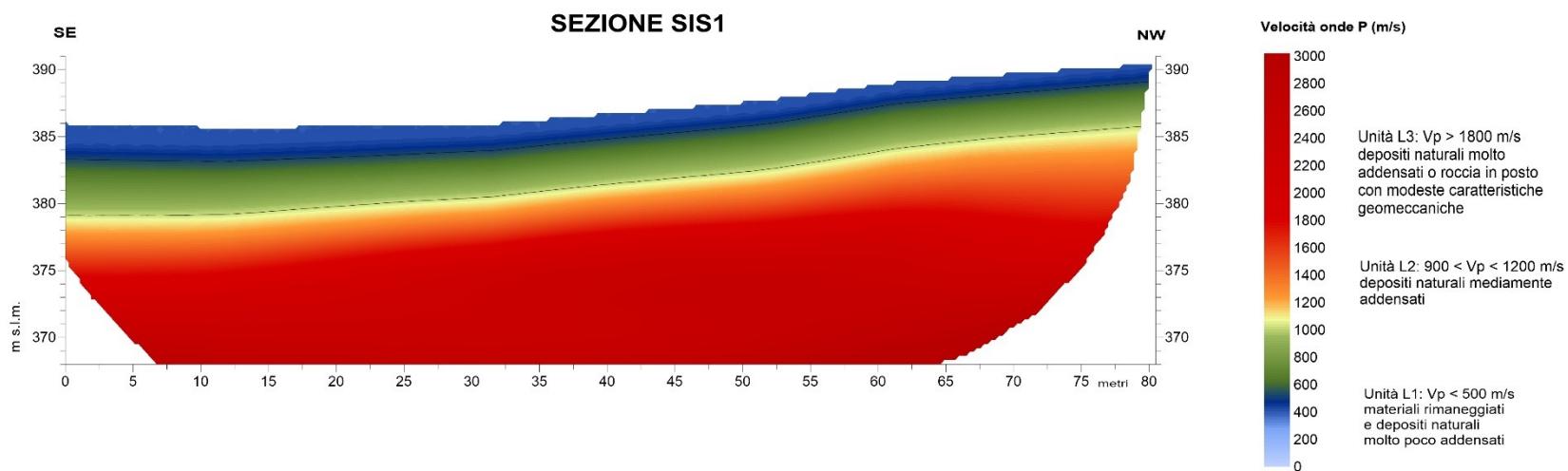
Dall'indagine sismica eseguita non è stata rilevata la presenza di una superficie di contatto netta tra corpo di frana e substrato roccioso, l'andamento del limite tra L1 ed L2 è riconducibile per lo più ad un contatto tra deposito superficiale e substrato.

COMUNE DI BAISO

INDAGINE SISMICA ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



- Ubicazione stendimento -



5. MICROZONAZIONE SISMICA – III LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

5.1 IL RISCHIO SISMICO NELLE TAVOLE DEL PTCP DELL'AREA OGGETTO DI VARIANTE

Per quanto concerne le analisi e gli approfondimenti sismici relativi all'ambito si è fatto riferimento alla pianificazione sovraordinata del PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

In relazione al rischio sismico si è fatto riferimento alla Tavola 9a EA_218SE (Figura 10) del PTCP della Provincia di Reggio Emilia vigente "Rischio sismico: carta degli effetti attesi" nella quale è riportato che sono attesi effetti di amplificazione stratigrafica ed instabilità di versante.

Per l'area di variante in studio sono quindi richiesti studi e approfondimenti di III livello come riportato nella Tavola 9b EA_218SE (Figura 11) del PTCP.

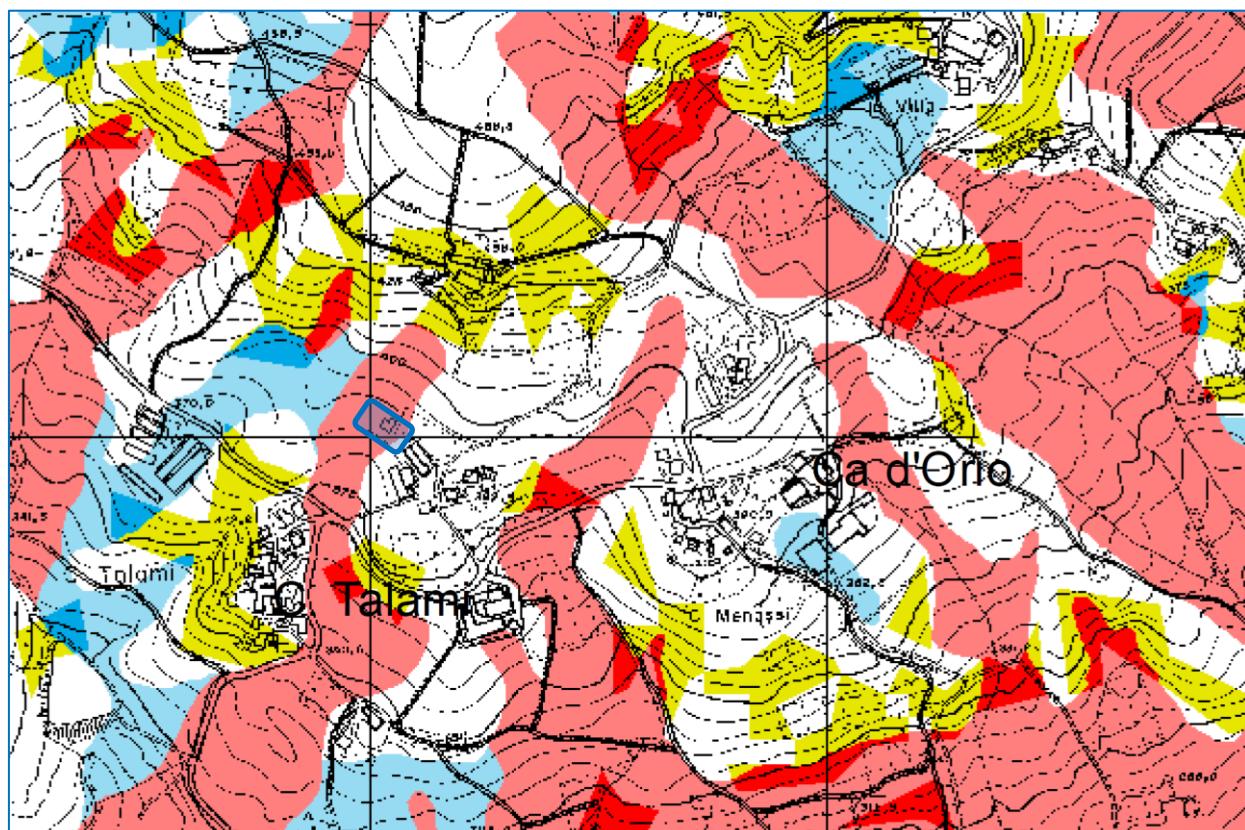


Figura 10 RISCHIO SISMICO: CARTA DEGLI EFFETTI ATTESI - Estratto dalla Tavola P9a_EA_218SE

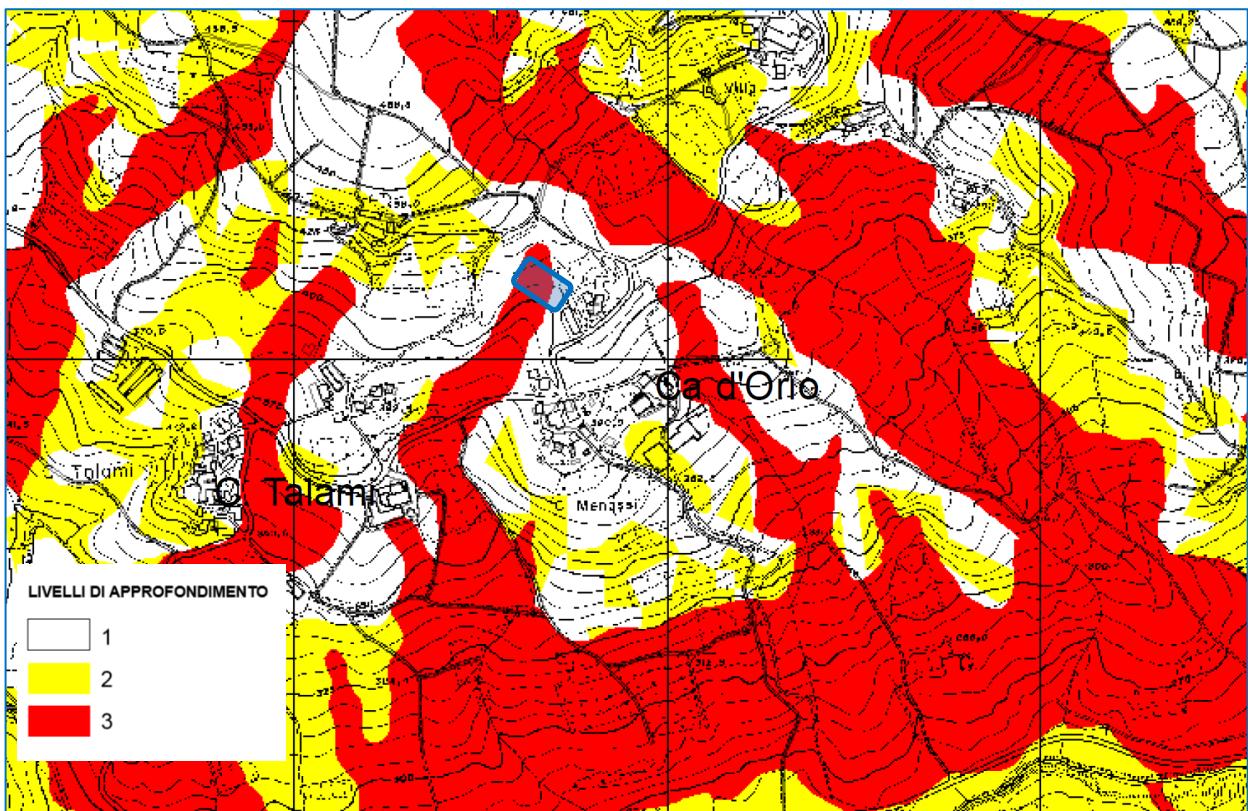


Figura 11 "Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento" Estratto dalla Tavola P9b_218SE

5.2 MICROZONAZIONE SIMICA DI SITO – STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il PTCP della Provincia di Reggio Emilia richiede per l'area in studio approfondimenti di III livello. Sulla base delle indagini eseguite è stato elaborato lo studio di risposta sismica locale di seguito riportato.

Per la realizzazione dello studio di risposta sismica locale sono stati utilizzati i 7 accelerogrammi, rappresentativi della zona in studio, reperiti come indicato nella DGR 566 del 26/04/2021, sono stati reperiti nella piattaforma WebGIS: <http://egeos-test.eucentre.it/rer/home.html> realizzata da EUCENTRE.

Per l'esecuzione dello studio di risposta sismica locale è stato utilizzato il seguente modello sismostratigrafico:

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	6.4	19	0.3	142
2	6.4	11.5	19	0.3	356
3	17.9	15.3	22	0.25	486
4	33.2	15	22	0.25	510
5	48.2	12	22	0.25	748
6	60.2	12	22	0.25	956

Ed è stato considerato un coefficiente di amplificazione stratigrafico St=1.

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

1. Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:
2. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
3. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
4. Stima della funzione di trasferimento;
5. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
6. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;

Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

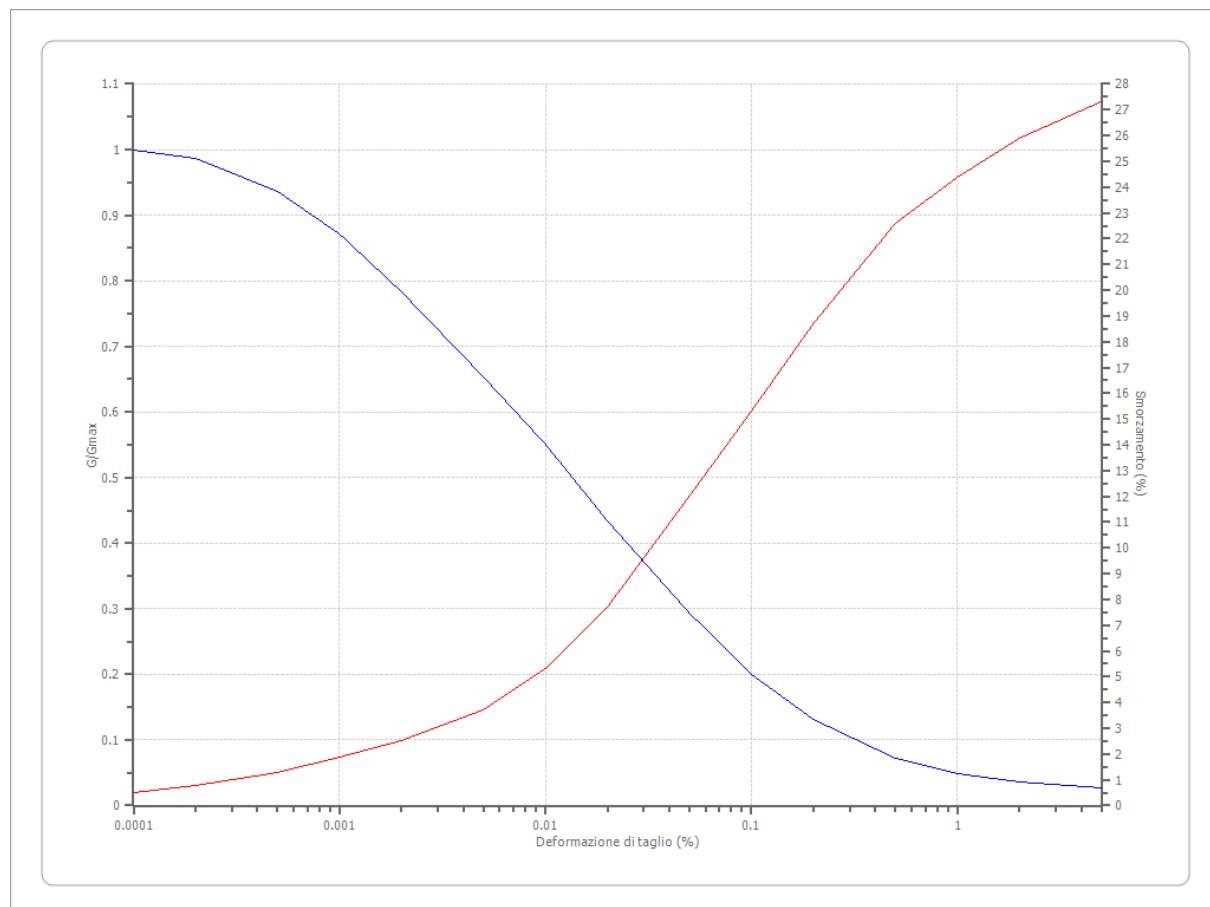
Dati generali

Via Ospedale di Sopra 1 - Baiso
44,4852257[°]
10,6150074[°]

Terreni

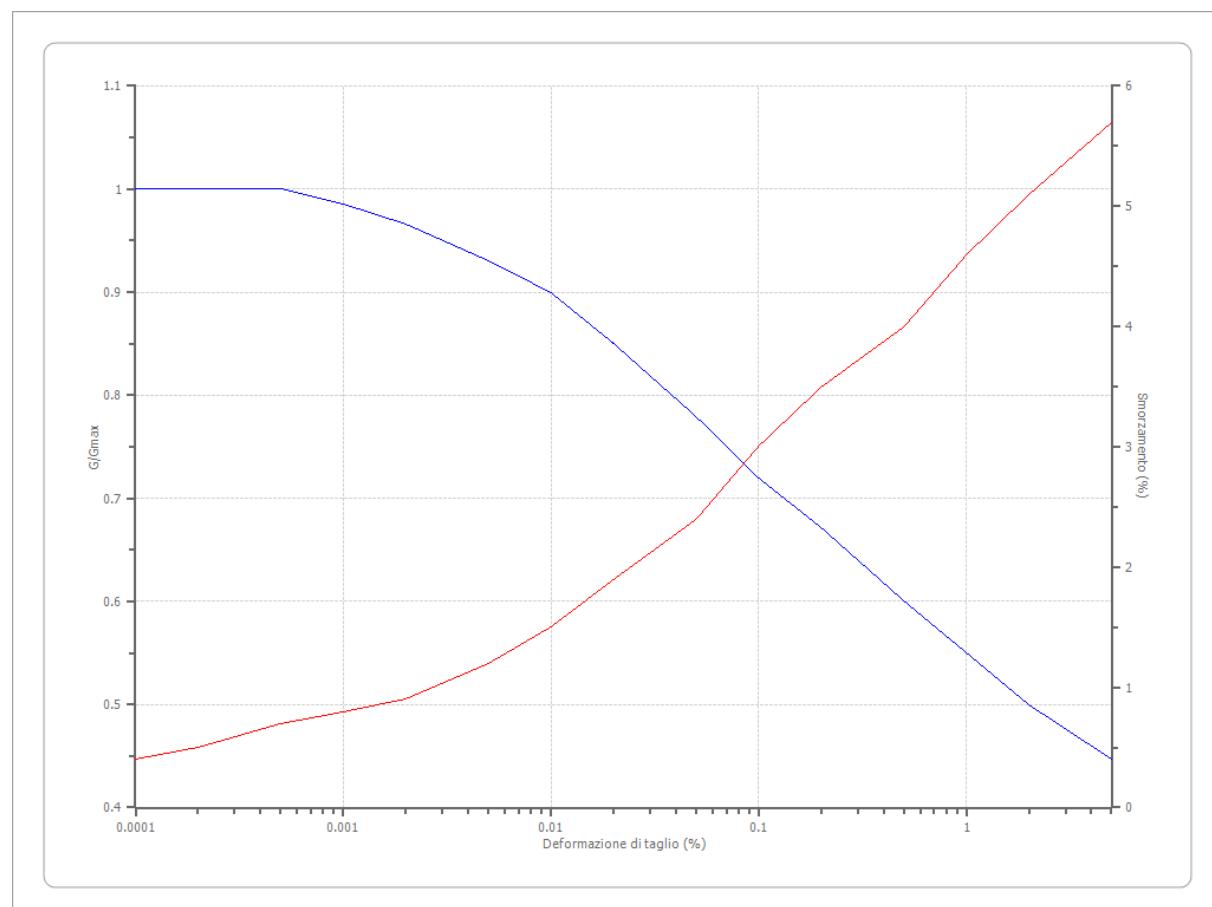
Seed et al. (1986) Gravel

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.987	0.0002	0.800
0.0005	0.937	0.0005	1.300
0.001	0.872	0.001	1.900
0.002	0.783	0.002	2.500
0.005	0.653	0.005	3.700
0.010	0.550	0.010	5.300
0.020	0.434	0.020	7.700
0.050	0.293	0.050	12.000
0.100	0.200	0.100	15.300
0.200	0.132	0.200	18.700
0.500	0.072	0.500	22.600
1.000	0.049	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.027	5.000	27.300



Idriss (1990) Rock

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.400
0.0002	1.000	0.0002	0.500
0.0005	1.000	0.0005	0.700
0.001	0.986	0.001	0.800
0.002	0.966	0.002	0.900
0.005	0.931	0.005	1.200
0.010	0.900	0.010	1.500
0.020	0.850	0.020	1.900
0.050	0.779	0.050	2.400
0.100	0.720	0.100	3.000
0.200	0.671	0.200	3.500
0.500	0.600	0.500	4.000
1.000	0.550	1.000	4.600
2.000	0.500	2.000	5.100
5.000	0.447	5.000	5.700



Stratigrafia

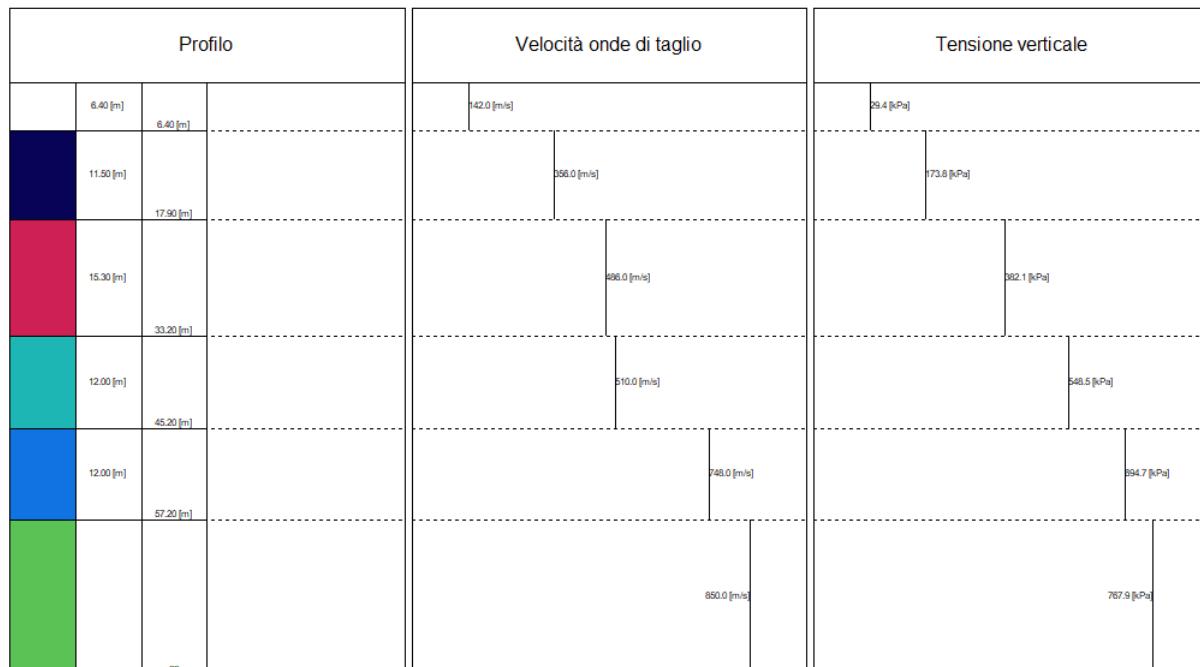
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	Detrito di versante	--	6.4	Seed et al. (1986) Gravel	39.05	19.0	142.0	29.4
2	Roccia alterata	6.4	11.5	Idriss (1990) Rock	258.38	20.0	356.0	173.8
3	Roccia	17.9	15.3	Idriss (1990) Rock	529.70	22.0	486.0	382.1
4	Roccia	33.2	12.0	Idriss (1990) Rock	583.30	22.0	510.0	548.5
5	Roccia	45.2	12.0	Idriss (1990) Rock	1254.75	22.0	748.0	694.7
6	Roccia	oo	--	Smorzamento costante	1620.29	22.0	850.0	767.9

Strato con falda:

2

Strato rilevamento accelerogramma:

6 Affiorante



Elaborazione

Numero di iterazioni 8
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 5.24 E01

Fattori di amplificazione ICMS 2018

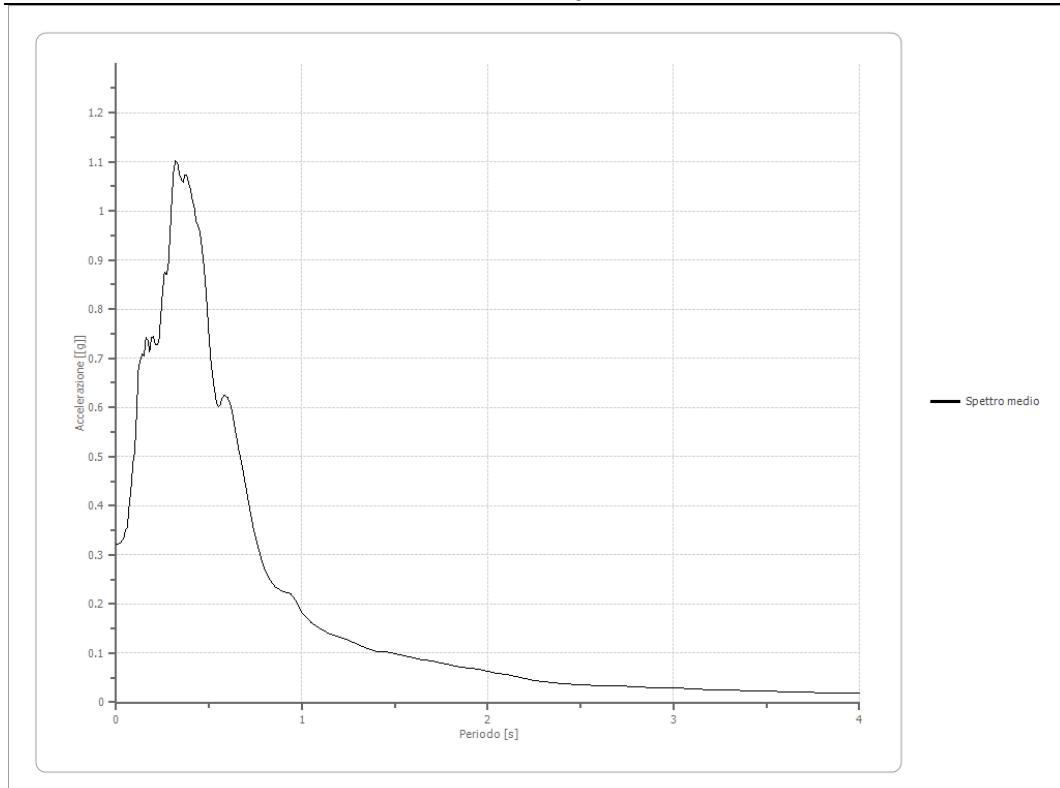
Tai	0.190 [s]
Tvi	0.620 [s]
Tao	0.320 [s]
Tvo	0.450 [s]
Sami	4.007 [m/s ²]
Svvi	0.210 [m/s]
Samo	9.092 [m/s ²]
Svmo	0.633 [m/s]
Fa	2.269 [-]
Fv	3.016 [-]
TB	0.146 [s]
TC	0.437 [s]
TD	2.711 [s]
SA(0)	0.278 [g]
SA(TB)	0.927 [g]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minimo [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.061	0.163	0.200	2.664
0.500	1.000	0.101	0.245	0.500	2.422

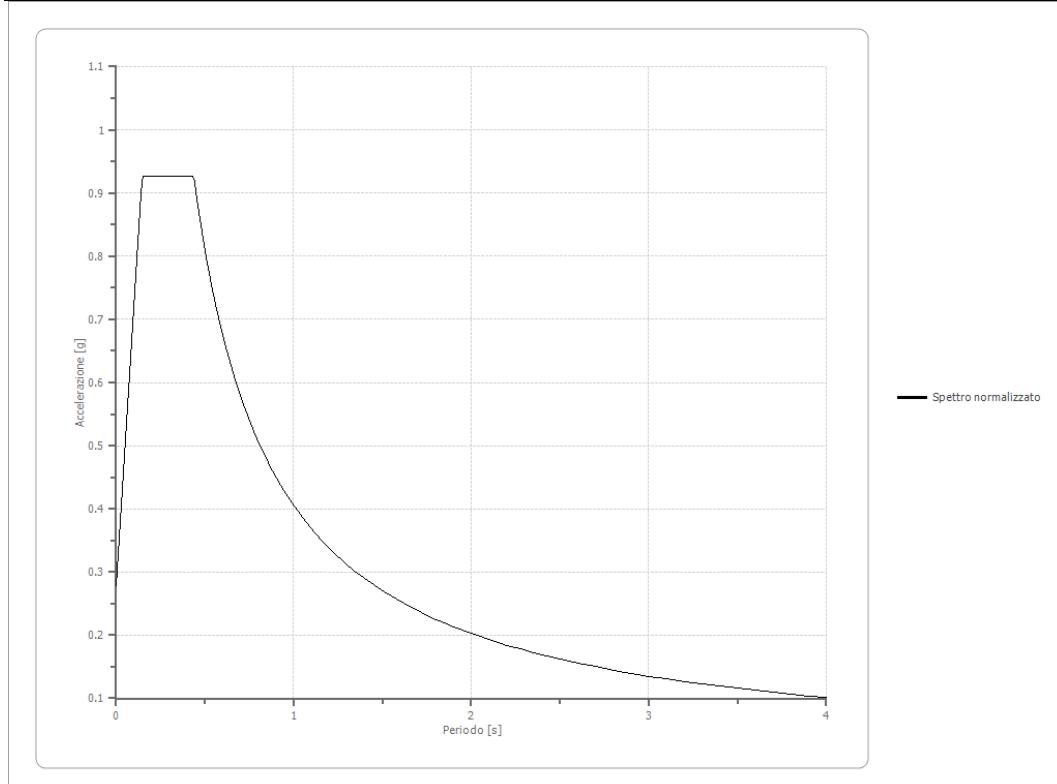
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.3222	0.26	0.8745	0.52	0.6603	0.98	0.1979	2.25	0.0440
0.01	0.3222	0.27	0.8716	0.53	0.6330	1.00	0.1837	2.30	0.0419
0.02	0.3240	0.28	0.8848	0.54	0.6096	1.05	0.1611	2.35	0.0397
0.03	0.3273	0.29	0.9532	0.55	0.6015	1.10	0.1486	2.40	0.0380
0.04	0.3326	0.30	1.0290	0.56	0.6062	1.15	0.1398	2.50	0.0359
0.05	0.3503	0.31	1.0847	0.57	0.6174	1.20	0.1321	2.60	0.0338
0.06	0.3549	0.32	1.1026	0.58	0.6250	1.25	0.1262	2.70	0.0327
0.07	0.4008	0.33	1.0973	0.60	0.6209	1.30	0.1187	2.80	0.0317
0.08	0.4357	0.34	1.0759	0.62	0.6001	1.35	0.1102	2.90	0.0302
0.09	0.4861	0.35	1.0650	0.64	0.5557	1.40	0.1037	3.00	0.0284
0.10	0.5108	0.36	1.0580	0.66	0.5135	1.45	0.1023	3.10	0.0265
0.11	0.5870	0.37	1.0738	0.68	0.4766	1.50	0.0988	3.20	0.0253
0.12	0.6804	0.38	1.0737	0.70	0.4344	1.55	0.0939	3.30	0.0245
0.13	0.6960	0.39	1.0561	0.72	0.3919	1.60	0.0894	3.40	0.0237
0.14	0.7096	0.40	1.0456	0.74	0.3523	1.65	0.0867	3.50	0.0228
0.15	0.7041	0.41	1.0233	0.76	0.3212	1.70	0.0837	3.60	0.0219
0.16	0.7426	0.42	1.0086	0.78	0.2932	1.75	0.0791	3.70	0.0210
0.17	0.7366	0.43	0.9782	0.80	0.2689	1.80	0.0748	3.80	0.0200
0.18	0.7136	0.44	0.9705	0.82	0.2540	1.85	0.0715	3.90	0.0191
0.19	0.7434	0.45	0.9576	0.84	0.2426	1.90	0.0690	4.00	0.0182
0.20	0.7447	0.46	0.9307	0.86	0.2325	1.95	0.0665		
0.21	0.7272	0.47	0.8960	0.88	0.2286	2.00	0.0631		
0.22	0.7270	0.48	0.8532	0.90	0.2254	2.05	0.0596		
0.23	0.7342	0.49	0.8015	0.92	0.2235	2.10	0.0558		
0.24	0.7869	0.50	0.7423	0.94	0.2201	2.15	0.0518		
0.25	0.8349	0.51	0.6946	0.96	0.2109	2.20	0.0478		



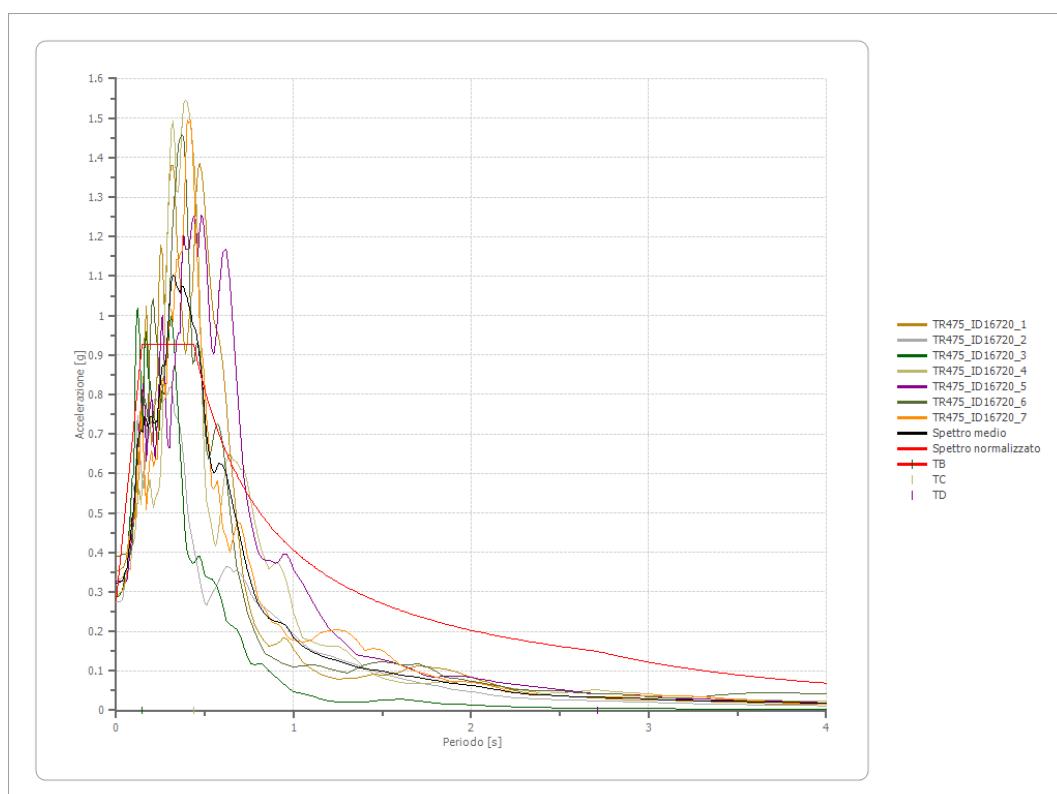
Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.2777	0.26	0.9268	0.52	0.7793	0.98	0.4135	2.25	0.1801
0.01	0.3222	0.27	0.9268	0.53	0.7646	1.00	0.4053	2.30	0.1762
0.02	0.3668	0.28	0.9268	0.54	0.7505	1.05	0.3860	2.35	0.1724
0.03	0.4113	0.29	0.9268	0.55	0.7368	1.10	0.3684	2.40	0.1689
0.04	0.4558	0.30	0.9268	0.56	0.7237	1.15	0.3524	2.50	0.1621
0.05	0.5004	0.31	0.9268	0.57	0.7110	1.20	0.3377	2.60	0.1559
0.06	0.5449	0.32	0.9268	0.58	0.6987	1.25	0.3242	2.70	0.1501
0.07	0.5895	0.33	0.9268	0.60	0.6754	1.30	0.3117	2.80	0.1447
0.08	0.6340	0.34	0.9268	0.62	0.6536	1.35	0.3002	2.90	0.1397
0.09	0.6785	0.35	0.9268	0.64	0.6332	1.40	0.2895	3.00	0.1351
0.10	0.7231	0.36	0.9268	0.66	0.6140	1.45	0.2795	3.10	0.1307
0.11	0.7676	0.37	0.9268	0.68	0.5960	1.50	0.2702	3.20	0.1266
0.12	0.8122	0.38	0.9268	0.70	0.5789	1.55	0.2615	3.30	0.1228
0.13	0.8567	0.39	0.9268	0.72	0.5628	1.60	0.2533	3.40	0.1192
0.14	0.9013	0.40	0.9268	0.74	0.5476	1.65	0.2456	3.50	0.1158
0.15	0.9268	0.41	0.9268	0.76	0.5332	1.70	0.2384	3.60	0.1126
0.16	0.9268	0.42	0.9268	0.78	0.5196	1.75	0.2316	3.70	0.1095
0.17	0.9268	0.43	0.9268	0.80	0.5066	1.80	0.2251	3.80	0.1066
0.18	0.9268	0.44	0.9210	0.82	0.4942	1.85	0.2191	3.90	0.1039
0.19	0.9268	0.45	0.9006	0.84	0.4824	1.90	0.2133	4.00	0.1013
0.20	0.9268	0.46	0.8810	0.86	0.4712	1.95	0.2078		
0.21	0.9268	0.47	0.8622	0.88	0.4605	2.00	0.2026		
0.22	0.9268	0.48	0.8443	0.90	0.4503	2.05	0.1977		
0.23	0.9268	0.49	0.8270	0.92	0.4405	2.10	0.1930		
0.24	0.9268	0.50	0.8105	0.94	0.4311	2.15	0.1885		
0.25	0.9268	0.51	0.7946	0.96	0.4221	2.20	0.1842		



Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.278	3.337881	--	0.146	0.437	2.711	0.278	0.927	1.735

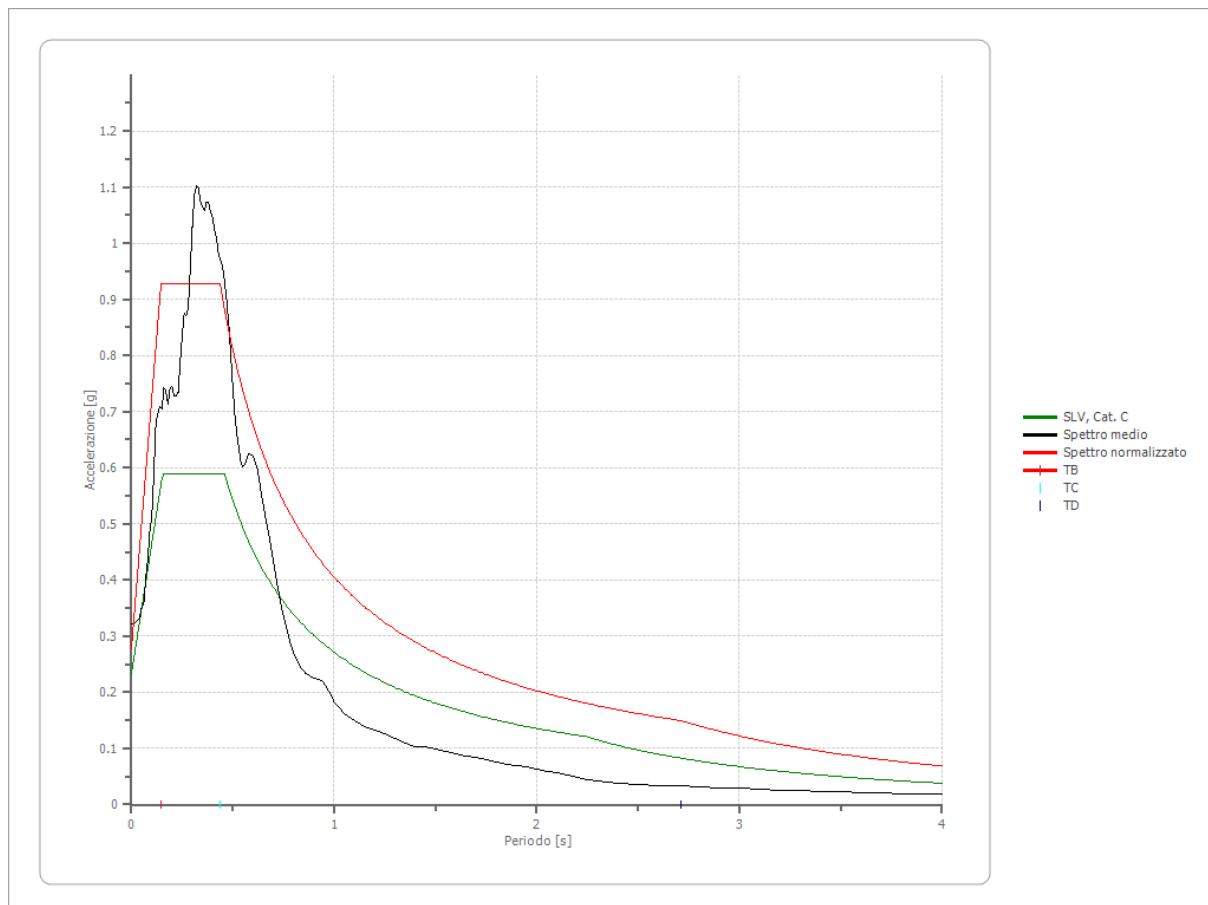
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0.056	0.070	0.160	0.201
Fo	2.494	2.485	2.525	2.534
Tc* [s]	0.249	0.262	0.292	0.3
Ss	1.50	1.50	1.46	1.39
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.66	1.63	1.58	1.56
TB [s]	0.138	0.143	0.153	0.156
TC [s]	0.414	0.428	0.460	0.469
TD [s]	1.824	1.880	2.240	2.404
Se(0) [g]	0.084	0.105	0.233	0.280
Se(TB) [g]	0.209	0.261	0.589	0.710



SCUOTIMENTO ATTESO

Il valore di HsM (Naso et al., 2019), è il parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s²), dato dal prodotto del parametro *Acceleration Spectrum Intensity* (ASI_{UHs}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi 0,1s≤T≤0,5s, diviso per ΔT (in questo caso pari a 0,4s) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

Il valore di FA è pari 1,7, sulla base di quanto desunto dallo Studio di Risposta Sismica Locale; Il valore di ASI_{UHs}/ΔT è stato desunto dalla griglia di punti INGV, disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del servizio Geologico, sismico e dei suoli (v. anche Allegato A4).

In particolare, è stato selezionato il punto della griglia più vicino al sito d'indagine con:

ID: 16720

Lat: 10.6172

Long: 44.5001

AsIUHs/ΔT=341.400262 cm/sec²

a_{refg*}=0.1586g

*accelerazione massima orizzontale su suolo di riferimento (categoria di sottosuolo A, NTC 2018), 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.

Il valore di scuotimenti attesi al sito, nell'intervallo 0,1s≤T≤0,5s, sulla base dei dati sopra riportati, risulta essere pari a:

$$H_{sm}: 341.400262 \text{ m/sec}^2 \times 1,7 = 580,38 \text{ cm/sec}^2.$$

CALCOLO DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI E VERTICALI DELL'AZIONE SISMICA

Per il calcolo delle componenti orizzontali e verticali dell'azione sismica sono state utilizzate le seguenti formule:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Dove:

β_s= coefficiente riduzione a_{max}

a_{max}= accelerazione orizzontale massima attesa (da RSL)

a _g (g)	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
0.2 < a _g (g) ≤ 0.4	0.30	0.28
0.1 < a _g (g) ≤ 0.2	0.27	0.24
a _v (g) ≤ 0.1	0.20	0.20

Dai calcoli effettuati è risultato:

$$Kh = 0,078 \quad Kv=0,039$$

SUSCETTIBILITA' AL MANIFESTARSI DEL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

Dalla campagna di indagini geognostiche eseguite e dai dati ricavati in bibliografia è possibile affermare che dal punto di vista litostratigrafico, il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di terreni non suscettibili a liquefazione.

6. ANALISI DI STABILITÀ'

Per analizzare la stabilità del pendio oggetto di studio al fine di verificare la fattibilità della variante urbanistica sono state effettuate le opportune verifiche di stabilità.

Le verifiche sono state eseguite lungo la direzione di massima pendenza considerando un tratto significativo del versante.

In Figura 12 è riportata la traccia del profilo oggetto di verifica, per la costruzione del profilo è stato utilizzato il modello DEM della Regione Emilia Romagna a scala 1:5.000.

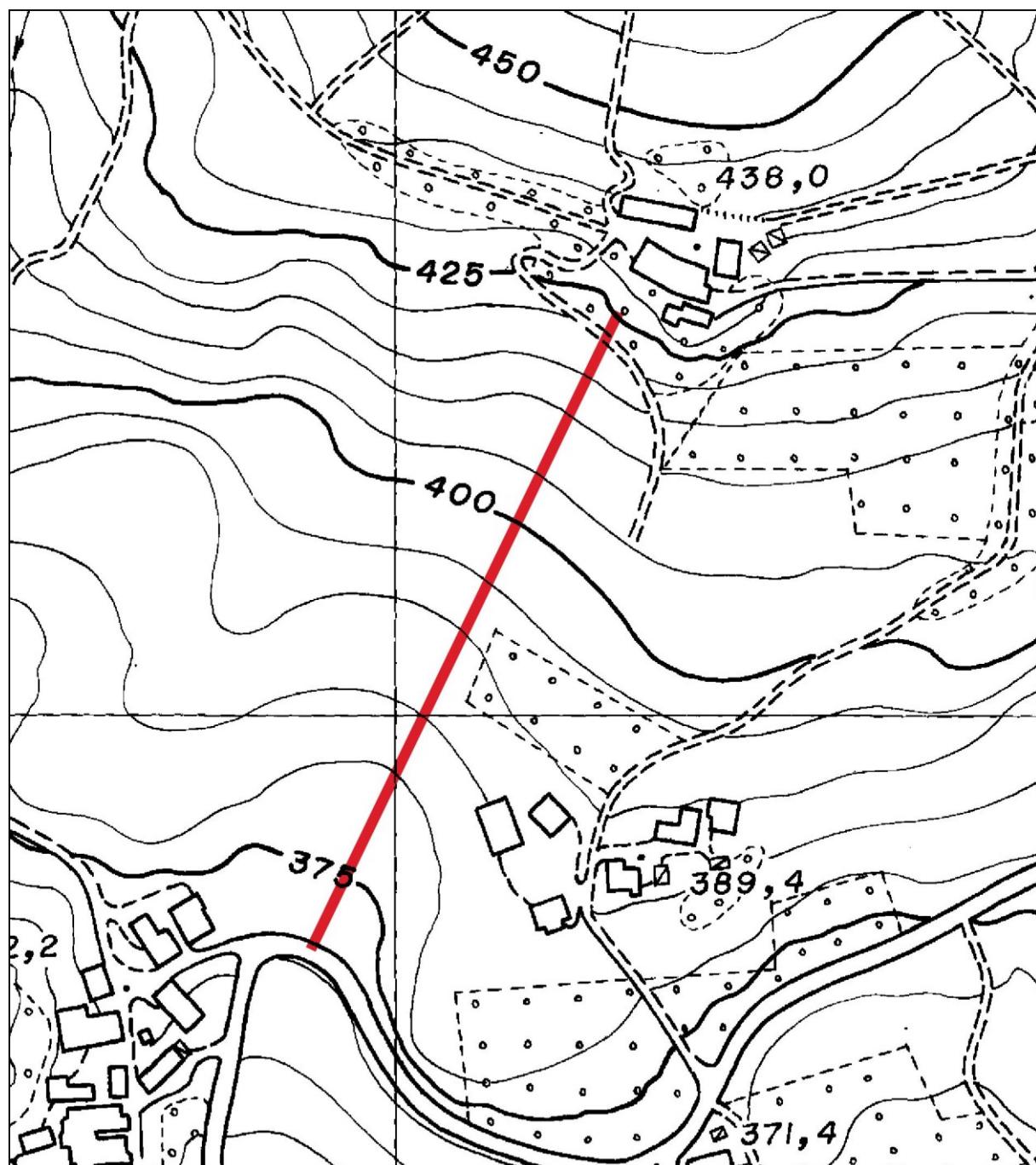


Figura 12 TRACCIA PROFILO VERIFICA DI STABILITA' – Scala 1:2.500

Le verifiche sono state effettuate utilizzando il software "Slope" della GEOSTRU e adottando il metodo di Morgestern Pride.

Per la ricostruzione stratigrafica e la definizione dei parametri geotecnici si è fatto riferimento ai valori minimi calcolati con le prove penetrometriche.

Le verifiche sono state effettuate in condizioni statiche e sismiche, allo stato attuale ed

ipotizzando un'imposizione di carico sovrastimato relativo alla realizzazione di un fabbricato. Il fabbricato è stato fondato su pali ed è stata ipotizzata la realizzazione di un muro di contenimento. A monte dello stesso è stata ipotizzata la presenza di una paratia necessaria alla realizzazione dello scavo per la costruzione delle opere.

E' stata inserita la presenza della falda alla profondità di -8 m circa.

Le verifiche sono state eseguite in condizione drenata che rappresenta la situazione più sfavorevole.

E' stata impostata la superficie di scivolamento facendo riferimento ai risultati delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite.

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti, mentre in allegato 2 sono riportate le elaborazioni complete.

Sintesi dei risultati

Nome	Stato	Condizione	Sisma	Parametri ridotti	FS	Verificata
A1	Attuale	Drenata	No	No	2,67	SI
A2	Attuale	Drenata	Si	Si	1,46	SI
P1	Progetto	Drenata	No	Si	3,33	SI
P2	Progetto	Drenata	Si	Si	1,69	SI

Le analisi di stabilità risultano tutte verificate.

La realizzazione di un fabbricato fondato su pali non interferisce con la stabilità del versante in quanto i carichi vengono trasmessi in profondità sul substrato roccioso per cui la copertura detritica non risente particolarmente del sovraccarico.

Inoltre i pali conferiscono maggior stabilità al versante rispetto alla situazione attuale come si può osservare dai fattori di sicurezza che tendono ad aumentare.

In fase di progettazione esecutiva per le fondazioni della stalla sarà opportuno prevedere la realizzazione di pali di grosso diametro (>600 mm) perché, in caso di riattivazione ed arretramento della frana quiescente, resisterebbero agli sforzi di taglio generati dal movimento del terreno.

7. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO GEOTECNICHE E PRESCRIZIONI

Sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite è stato evidenziato che il sottosuolo dell'area in studio è caratterizzato dalla presenza di una copertura detritica di spessore e consistenza variabile nelle diverse zone indagate.

Nella parte centrale ed orientale dell'area sono stati rilevati gli spessori di deposito maggiori dell'ordine di circa 8,5 m. Tale detrito è caratterizzato da valori di resistenza mediocri.

Spostandosi verso ovest, ossia verso il dosso, che rappresenta il confine occidentale dell'area oggetto di variante, lo spessore del deposito diminuisce gradualmente fino ad un minimo di circa 1 m; in questa zona i valori di resistenza sono superiori rispetto all'area centro-orientale.

Sulla base di quanto rilevato è possibile affermare che l'area risulta idonea alla realizzazione di una stalla nel rispetto dei seguenti vincoli e prescrizioni:

- Come richiesto nei pareri sia della Regione Emilia Romagna, sia dell'Unione Montana dei Comuni dell'Appennino reggiano e condiviso sia dallo scrivente che dalla proprietà, due anni prima dalla richiesta del permesso di costruire, sarà necessario prevedere la realizzazione di un carotaggio continuo spinto sino a -15 m di profondità, o approfondito fino al substrato competente, attrezzato con tubo inclinometrico. L'inclinometro sarà oggetto di un monitoraggio a cadenza quadrimestrale per un periodo di due anni.

I possibili risultati del monitoraggio potranno essere i seguenti:

- Se l'inclinometro non evidenzia alcun tipo di movimento si potrà costruire adottando comunque fondazioni profonde su pali.
- Se l'inclinometro presenta movimenti modesti e compresi nei primi 3/4 m di profondità si potrà costruire progettando i pali in modo da resistere al taglio ed eventualmente prevedendo la realizzazione di tiranti
- Se l'inclinometro evidenzia o movimenti importanti o a profondità superiori ai 3/4 m allora non sarà possibile procedere alla realizzazione dell'intervento dal momento che non si avrebbero le condizioni necessarie per garantire la stabilità dell'opera;
- In primo luogo in fase di progettazione esecutiva sarà necessario effettuare un rilievo piano-altimetrico di tutta la zona in modo da scegliere con attenzione la posizione esatta dell'area di sedime del costruendo fabbricato e trovare la soluzione che preveda sbanchi e riporti contenuti in modo da evitare di creare situazioni di instabilità;
- Gli scavi dovranno essere opportunamente sostenuti da opere adeguate di contenimento, come paratie o berlinesi; tali opere dovranno essere opportunamente dimensionate e dotate di sistemi di dreni sub-orizzontali in modo da raccogliere le acque di circolazione sotterranea. Non è consentita la realizzazione di sbanchi affidandosi alla sola gradonatura del pendio perché le pendenze non lo consentono e la copertura detritica superficiale in certe zone presenta parametri di resistenza mediocri, per cui scavi non sostenuti potrebbero compromettere l'equilibrio della zona di monte.
- Il fabbricato dovrà essere progettato mediante adozione di fondazioni profonde su pali di grosso diametro ed attestati nel substrato roccioso per una lunghezza adeguata.
- Evitare di creare eccessivi riporti di terreno per non creare situazioni di instabilità; il terreno in eccesso dovrà essere conferito in discarica o posizionato in altre zone in modo da salvaguardare il pendio oggetto di studio.
- Tutte le opere andranno opportunamente dimensionate e dovrà essere previsto un approfondimento geognostico da definire in funzione delle opere che si intenderanno realizzare.
- **In via precauzionale, a monte dell'area di intervento, si consiglia di realizzare una trincea drenante, opportunamente dimensionata, al fine di raccogliere l'acqua di circolazione sotterranea e ridurre il rischio che si manifestino riattivazioni della frana. La trincea**

drenante avrebbe un effetto di consolidamento del corpo di frana e si ridurrebbero ulteriormente le probabilità di arretramento del corpo di frana stesso.

- Le acque dovranno essere opportunamente regimate e convogliate in idoneo fosso di scolo.

Dai rilievi eseguiti non sono stati rilevati indizi di movimenti di versante in atto o recenti per cui si ritiene fattibile la realizzazione di una stalla nel rispetto delle prescrizioni sopra riportate.

8. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica-sismica è stata redatta a supporto del progetto urbanistico di Variante al PSC di un lotto di terreno situato in Via Ospedale di Sopra n. 1 a Baiso interessato dalla presenza di una frana quiescente sulla quale si intende procedere alla progettazione di una stalla per l'ampliamento dell'attività agricola dell'Azienda Agricola Benassi.

La campagna di indagini geognostiche e geofisiche per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica del comparto ha previsto l'esecuzione di:

- rilievo geologico-geomorfologico della zona e di un suo intorno significativo
- n. 6 Prove penetrometriche dinamiche spinte sino al rifiuto all'infissione dello strumento;
- n. 1 indagine sismica Masw che ha permesso di misurare la velocità di propagazione delle onde S;
- n. 1 indagine di sismica passiva mediante acquisizione di microtremore a stazione singola ed elaborazione HVSR;
- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione in Onde P con elaborazione tomografica finalizzata alla ricostruzione della geometria della frana in profondità.

Sulla base delle indagini eseguite è emerso che:

- dal punto di vista geologico litostratigrafico l'area è caratterizzata dalla presenza di depositi di frana quiescente per colata che sovrastano litologie appartenenti alla Formazione di Montevenere;
- dal punto di vista geomorfologico l'area si colloca su una zona interessata dalla presenza di una frana quiescente che non presenta indizi di recenti attivazioni;
- dal punto di vista sismico le indagini MASW e HVSR hanno permesso di ricostruire la sismostratigrafia del sottosuolo e ricavare i dati necessari all'elaborazione dello Studio di Risposta Sismica Locale
- per quanto riguarda l'amplificazione topografica avendo l'area una inclinazione minore di 15° si è assunto St=1
- Sono state eseguite le analisi di stabilità che hanno permesso di verificare che non ci sono interferenze negative tra l'opera in progetto, se realizzata nel rispetto delle seguenti prescrizioni, e la stabilità del pendio.

Sulla base di quanto rilevato è possibile affermare che l'area risulta idonea alla realizzazione di una stalla nel rispetto dei seguenti vincoli e prescrizioni:

- Come richiesto nei pareri sia della Regione Emilia Romagna, sia dell'Unione Montana dei Comuni dell'Appennino reggiano e condiviso sia dallo scrivente che dalla proprietà, due anni prima dalla richiesta del permesso di costruire, sarà necessario prevedere la realizzazione di un carotaggio continuo spinto sino a -15 m di profondità, o approfondito fino al substrato competente, attrezzato con tubo inclinometrico. L'inclinometro sarà oggetto di un monitoraggio a cadenza quadriennale per un periodo di due anni.

I possibili risultati del monitoraggio potranno essere i seguenti:

- Se l'inclinometro non evidenzia alcun tipo di movimento si potrà costruire adottando comunque fondazioni profonde su pali.
- Se l'inclinometro presenta movimenti modesti e compresi nei primi 3/4 m di profondità si potrà costruire progettando i pali in modo da resistere al taglio ed eventualmente prevedendo la realizzazione di tiranti
- Se l'inclinometro evidenzia o movimenti importanti o a profondità superiori ai 3/4 m allora non sarà possibile procedere alla realizzazione dell'intervento dal momento che non si avrebbero le condizioni necessarie per garantire la stabilità dell'opera;
- In primo luogo in fase di progettazione esecutiva sarà necessario effettuare un rilievo piano-altimetrico di tutta la zona in modo da scegliere con attenzione la posizione esatta

- dell'area di sedime del costruendo fabbricato e trovare la soluzione che preveda sbanchi e riporti contenuti in modo da evitare di creare situazioni di instabilità;
- Gli scavi dovranno essere opportunamente sostenuti da opere adeguate di contenimento, come paratie o berlinesi; tali opere dovranno essere opportunamente dimensionate e dotate di sistemi di dreni sub-orizzontali in modo da raccogliere le acque di circolazione sotterranea. Non è consentita la realizzazione di sbanchi affidandosi alla sola gradonatura del pendio perché le pendenze non lo consentono e la copertura detritica superficiale in certe zone presenta parametri di resistenza mediocri, per cui scavi non sostenuti potrebbero compromettere l'equilibrio della zona di monte.
 - Il fabbricato dovrà essere progettato mediante adozione di fondazioni profonde su pali di grosso diametro ed attestati nel substrato roccioso per una lunghezza adeguata.
 - Evitare di creare eccessivi riporti di terreno per non creare situazioni di instabilità; il terreno in eccesso dovrà essere conferito in discarica o posizionato in altre zone in modo da salvaguardare il pendio oggetto di studio.
 - Tutte le opere andranno opportunamente dimensionate e dovrà essere previsto un approfondimento geognostico da definire in funzione delle opere che si intenderanno realizzare.
 - In via precauzionale, a monte dell'area di intervento, si consiglia di realizzare una trincea drenante, opportunamente dimensionata, al fine di raccogliere l'acqua di circolazione sotterranea e ridurre il rischio che si manifestino riattivazioni della frana. La trincea drenante avrebbe un effetto di consolidamento del corpo di frana e si ridurrebbero ulteriormente le probabilità di arretramento del corpo di frana stesso.
 - Le acque dovranno essere opportunamente regimate e convogliate in idoneo fosso di scolo.

Dai rilievi eseguiti non sono stati rilevati indizi di movimenti di versante in atto o recenti per cui si ritiene fattibile la realizzazione di una stalla nel rispetto delle prescrizioni sopra riportate.

Sulla base delle indagini eseguite e dei rilievi effettuati sul campo è possibile affermare che l'ambito oggetto del presente studio **è idoneo** all'attuazione del progetto urbanistico di Variante al PSC del Comune di Baiso alle condizioni specificate in relazione **e a condizione dei risultati del monitoraggio inclinometrico.**

Modena 15/10/2022

Il Tecnico
Dott. Geol. Gianluca Vaccari



ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
Diagrammi e Tabulati

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 04-10-2021

Profondità prova 11.00 mt

Falda rilevata a -8,5 M da p.c.

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.61	19.44	1.66	1.94
0.40	3	0.851	24.80	29.15	2.48	2.92
0.60	2	0.847	16.46	19.44	1.65	1.94
0.80	1	0.843	8.20	9.72	0.82	0.97
1.00	1	0.840	7.55	8.99	0.75	0.90
1.20	4	0.836	30.07	35.96	3.01	3.60
1.40	2	0.833	14.97	17.98	1.50	1.80
1.60	2	0.830	14.92	17.98	1.49	1.80
1.80	3	0.826	22.29	26.97	2.23	2.70
2.00	4	0.823	27.54	33.45	2.75	3.35
2.20	3	0.820	20.58	25.09	2.06	2.51
2.40	4	0.817	27.34	33.45	2.73	3.35
2.60	4	0.814	27.24	33.45	2.72	3.35
2.80	5	0.811	33.93	41.82	3.39	4.18
3.00	4	0.809	25.29	31.27	2.53	3.13
3.20	4	0.806	25.21	31.27	2.52	3.13
3.40	4	0.803	25.13	31.27	2.51	3.13
3.60	4	0.801	25.05	31.27	2.50	3.13
3.80	4	0.798	24.97	31.27	2.50	3.13
4.00	6	0.796	35.06	44.04	3.51	4.40
4.20	6	0.794	34.96	44.04	3.50	4.40
4.40	6	0.791	34.86	44.04	3.49	4.40
4.60	6	0.789	34.76	44.04	3.48	4.40
4.80	4	0.787	23.11	29.36	2.31	2.94
5.00	4	0.785	21.72	27.67	2.17	2.77
5.20	4	0.783	21.66	27.67	2.17	2.77
5.40	4	0.781	21.61	27.67	2.16	2.77
5.60	5	0.779	26.95	34.59	2.69	3.46
5.80	5	0.777	26.88	34.59	2.69	3.46
6.00	4	0.775	20.29	26.16	2.03	2.62
6.20	4	0.774	20.24	26.16	2.02	2.62
6.40	5	0.772	25.25	32.70	2.52	3.27
6.60	5	0.770	25.19	32.70	2.52	3.27
6.80	5	0.769	25.14	32.70	2.51	3.27
7.00	6	0.767	28.55	37.21	2.85	3.72
7.20	5	0.766	23.74	31.01	2.37	3.10
7.40	4	0.764	18.96	24.81	1.90	2.48

7.60	5	0.763	23.65	31.01	2.37	3.10
7.80	5	0.761	23.61	31.01	2.36	3.10
8.00	4	0.760	17.93	23.59	1.79	2.36
8.20	5	0.759	22.37	29.49	2.24	2.95
8.40	5	0.757	22.33	29.49	2.23	2.95
8.60	5	0.756	22.29	29.49	2.23	2.95
8.80	6	0.755	26.71	35.38	2.67	3.54
9.00	7	0.753	29.65	39.35	2.96	3.93
9.20	6	0.752	25.37	33.73	2.54	3.37
9.40	5	0.751	21.11	28.11	2.11	2.81
9.60	7	0.750	29.51	39.35	2.95	3.93
9.80	8	0.749	33.67	44.97	3.37	4.50
10.00	10	0.748	40.15	53.70	4.01	5.37
10.20	14	0.697	52.37	75.18	5.24	7.52
10.40	12	0.746	48.04	64.44	4.80	6.44
10.60	11	0.744	43.97	59.07	4.40	5.91
10.80	18	0.693	67.02	96.65	6.70	9.67
11.00	50	0.542	139.37	256.98	13.94	25.70



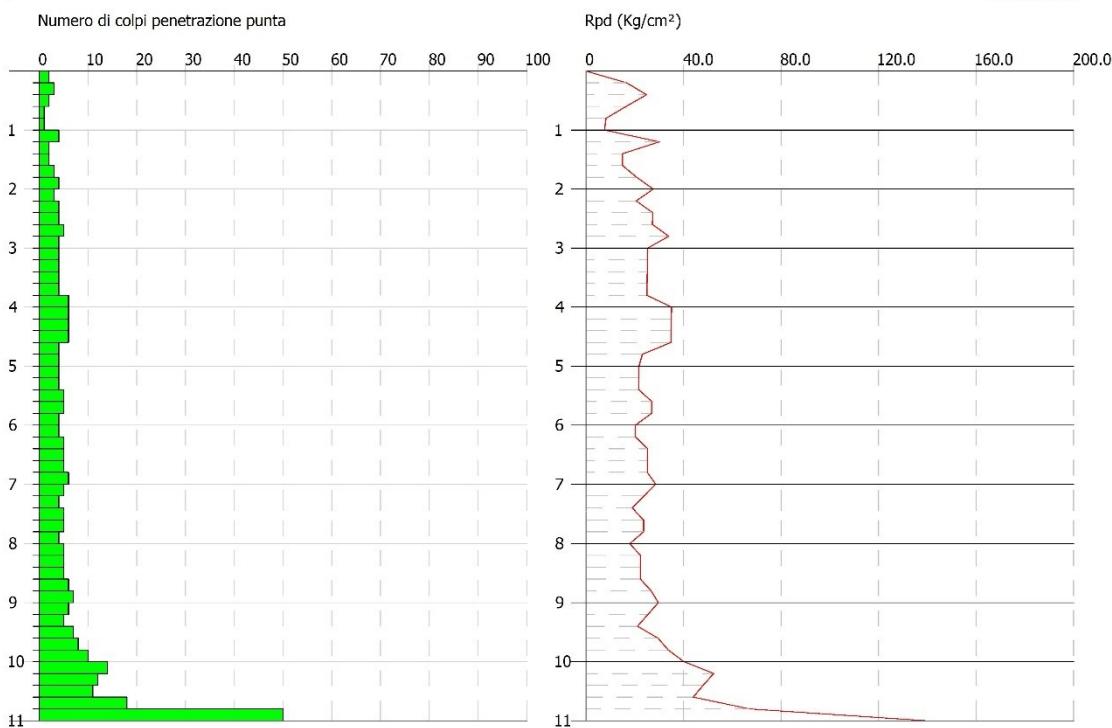
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

04-10-2021

Scala 1:100



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 04-10-2021

Profondità prova 4.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	24.92	29.15	2.49	2.92
0.40	3	0.851	24.80	29.15	2.48	2.92
0.60	2	0.847	16.46	19.44	1.65	1.94
0.80	4	0.843	32.78	38.87	3.28	3.89
1.00	5	0.840	37.75	44.95	3.77	4.49
1.20	7	0.836	52.63	62.93	5.26	6.29
1.40	6	0.833	44.92	53.94	4.49	5.39
1.60	5	0.830	37.29	44.95	3.73	4.49
1.80	5	0.826	37.14	44.95	3.71	4.49
2.00	5	0.823	34.42	41.82	3.44	4.18
2.20	8	0.820	54.87	66.91	5.49	6.69
2.40	7	0.817	47.84	58.54	4.78	5.85
2.60	6	0.814	40.86	50.18	4.09	5.02
2.80	5	0.811	33.93	41.82	3.39	4.18
3.00	4	0.809	25.29	31.27	2.53	3.13
3.20	4	0.806	25.21	31.27	2.52	3.13
3.40	4	0.803	25.13	31.27	2.51	3.13
3.60	5	0.801	31.31	39.09	3.13	3.91
3.80	5	0.798	31.21	39.09	3.12	3.91
4.00	7	0.796	40.90	51.38	4.09	5.14
4.20	10	0.794	58.26	73.40	5.83	7.34
4.40	6	0.791	34.86	44.04	3.49	4.40
4.60	5	0.789	28.97	36.70	2.90	3.67
4.80	50	0.587	215.47	367.01	21.55	36.70



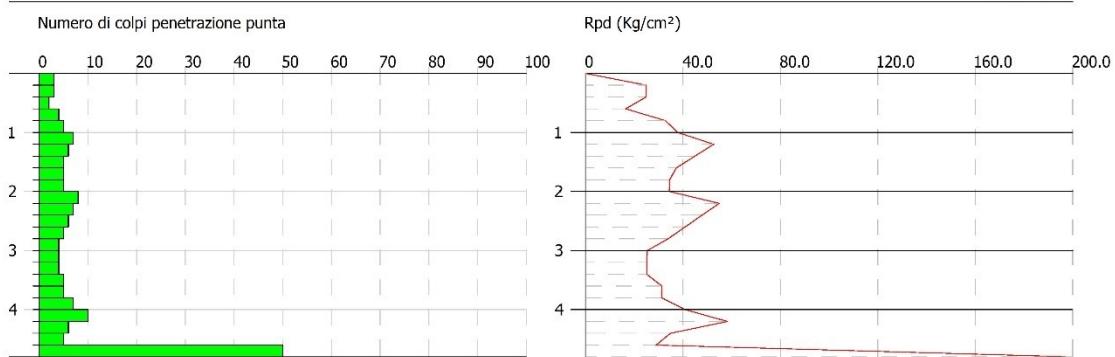
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

04-10-2021

Scala 1:100



PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 04-10-2021

Profondità prova 1.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	4	0.855	33.22	38.87	3.32	3.89
0.40	6	0.851	49.61	58.31	4.96	5.83
0.60	7	0.847	57.62	68.02	5.76	6.80
0.80	8	0.843	65.56	77.74	6.56	7.77
1.00	9	0.840	67.94	80.91	6.79	8.09
1.20	13	0.786	91.89	116.87	9.19	11.69
1.40	30	0.733	197.65	269.70	19.77	26.97
1.60	50	0.630	282.98	449.49	28.30	44.95



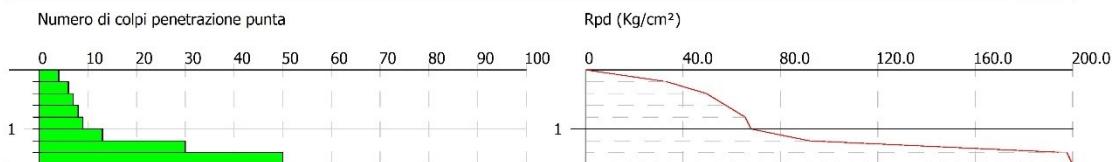
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

04-10-2021

Scala 1:100



PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 04-10-2021

Profondità prova 1.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	4	0.855	33.22	38.87	3.32	3.89
0.40	7	0.851	57.87	68.02	5.79	6.80
0.60	8	0.847	65.85	77.74	6.58	7.77
0.80	34	0.693	229.08	330.41	22.91	33.04
1.00	50	0.640	287.57	449.49	28.76	44.95



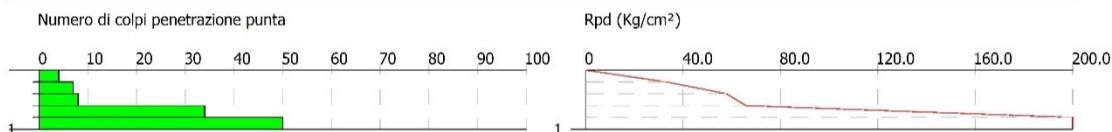
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

04-10-2021

Scala 1:100



PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 04-10-2021

Profondità prova 1.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	24.92	29.15	2.49	2.92
0.40	5	0.851	41.34	48.59	4.13	4.86
0.60	13	0.797	100.69	126.33	10.07	12.63
0.80	30	0.743	216.71	291.53	21.67	29.15
1.00	37	0.690	229.43	332.62	22.94	33.26
1.20	41	0.636	234.52	368.58	23.45	36.86
1.40	50	0.633	284.47	449.49	28.45	44.95



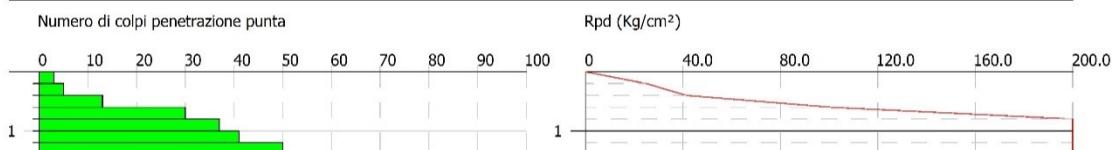
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

04-10-2021

Scala 1:100



PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 04-10-2021

Profondità prova 8.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	24.92	29.15	2.49	2.92
0.40	4	0.851	33.07	38.87	3.31	3.89
0.60	6	0.847	49.39	58.31	4.94	5.83
0.80	7	0.843	57.37	68.02	5.74	6.80
1.00	7	0.840	52.84	62.93	5.28	6.29
1.20	9	0.836	67.66	80.91	6.77	8.09
1.40	7	0.833	52.41	62.93	5.24	6.29
1.60	7	0.830	52.20	62.93	5.22	6.29
1.80	8	0.826	59.43	71.92	5.94	7.19
2.00	7	0.823	48.19	58.54	4.82	5.85
2.20	7	0.820	48.01	58.54	4.80	5.85
2.40	8	0.817	54.67	66.91	5.47	6.69
2.60	9	0.814	61.29	75.27	6.13	7.53
2.80	10	0.811	67.86	83.63	6.79	8.36
3.00	10	0.809	63.23	78.18	6.32	7.82
3.20	10	0.806	63.02	78.18	6.30	7.82
3.40	13	0.753	76.58	101.64	7.66	10.16
3.60	12	0.801	75.14	93.82	7.51	9.38
3.80	6	0.798	37.45	46.91	3.75	4.69
4.00	6	0.796	35.06	44.04	3.51	4.40
4.20	6	0.794	34.96	44.04	3.50	4.40
4.40	6	0.791	34.86	44.04	3.49	4.40
4.60	7	0.789	40.55	51.38	4.06	5.14
4.80	5	0.787	28.89	36.70	2.89	3.67
5.00	5	0.785	27.15	34.59	2.72	3.46
5.20	5	0.783	27.08	34.59	2.71	3.46
5.40	5	0.781	27.01	34.59	2.70	3.46
5.60	4	0.779	21.56	27.67	2.16	2.77
5.80	5	0.777	26.88	34.59	2.69	3.46
6.00	4	0.775	20.29	26.16	2.03	2.62
6.20	3	0.774	15.18	19.62	1.52	1.96
6.40	4	0.772	20.20	26.16	2.02	2.62
6.60	4	0.770	20.15	26.16	2.02	2.62
6.80	5	0.769	25.14	32.70	2.51	3.27
7.00	3	0.767	14.27	18.61	1.43	1.86
7.20	4	0.766	18.99	24.81	1.90	2.48
7.40	7	0.764	33.18	43.42	3.32	4.34

7.60	3	0.763	14.19	18.61	1.42	1.86
7.80	3	0.761	14.16	18.61	1.42	1.86
8.00	3	0.760	13.44	17.69	1.34	1.77
8.20	2	0.759	8.95	11.79	0.89	1.18
8.40	3	0.757	13.40	17.69	1.34	1.77
8.60	16	0.706	66.61	94.36	6.66	9.44
8.80	50	0.555	163.57	294.87	16.36	29.49



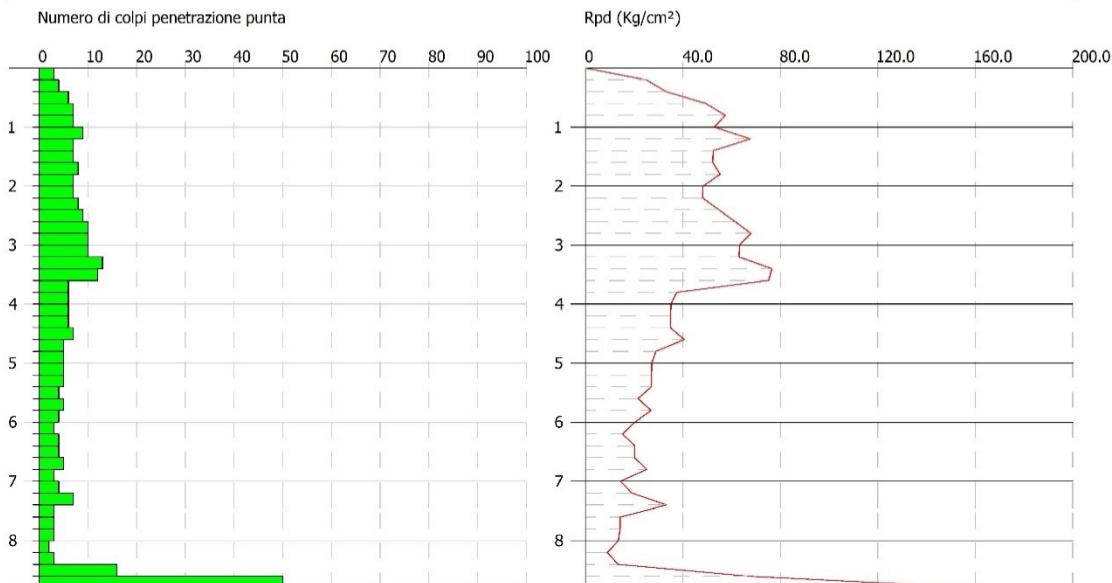
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Az. Ag. Benassi SS
Descrizione: Variante PSC
Località: Via Ospedale di Sopra 1 Baiso RE

04-10-2021

Scala 1:100



ALLEGATO 2

ANALISI DI STABILITA'
Elaborazioni

ei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965) – VERIFICA A1

Lat./Long.	44,3642578125/10,6679935455322
Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	50,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	6,18	33,81
2	23,0	36,09
3	32,68	37,2
4	43,71	38,08
5	55,25	39,48
6	69,91	41,07
7	76,9	42,07
8	89,95	44,61
9	100,2	47,05
10	107,4	48,19
11	131,3	51,19
12	138,85	52,45
13	161,67	57,33
14	184,49	61,84
15	192,97	63,66
16	202,03	66,06
17	209,09	67,82
18	216,86	69,26
19	222,96	70,5
20	233,17	72,37
21	240,6	74,22
22	246,66	76,15
23	250,91	77,44
24	265,25	82,63
25	280,15	88,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	6,18	22,98
2	7,7	23,2
3	53,76	30,17
4	94,37	36,54
5	134,68	46,24
6	188,93	57,15
7	230,45	68,06
8	269,24	82,3
9	278,33	85,94
10	280,15	86,66

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	6,18	21,81
2	60,51	27,11
3	81,21	31,21
4	120,18	41,38
5	164,65	49,49
6	199,29	58,55

7	232,2	67,5
8	280,15	86,0

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	8,28	34,19
2	28,75	30,48
3	48,76	29,63
4	67,88	30,03
5	85,37	33,33
6	114,77	41,44
7	135,05	45,5
8	155,59	49,05
9	168,26	51,58
10	192,6	57,67
11	226,32	66,79
12	264,91	82,51

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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,07	0,7	24	1800,00	1900	Detrito di versante	
2	0,05	--	38	2000	2100	Substrato	

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2,67

Lambda = 0,163

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	5,13	-10,3	5,21	7500,61
2	5,13	-10,28	5,21	22495,05
3	5,13	-10,28	5,21	37482,65
4	5,13	-9,82	5,2	51602,26
5	5,13	-2,4	5,13	62117,05
6	5,13	-2,4	5,13	68192,81
7	5,13	-2,46	5,13	73964,14
8	5,13	-1,84	5,13	80789,8
9	5,13	1,2	5,13	86918,77
10	5,13	1,2	5,13	91783,43
11	5,13	1,33	5,13	96224,55
12	5,13	5,24	5,15	98893,63
13	5,13	10,67	5,22	98310,26
14	5,13	10,67	5,22	96476,38
15	5,13	10,87	5,22	96591,37
16	5,13	15,35	5,31	94564,84
17	5,13	15,47	5,32	91701,87
18	5,13	15,35	5,31	89776,92

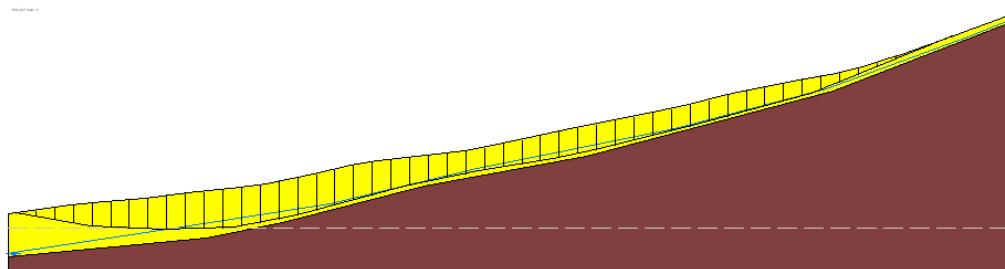
19	5,13	15,47	5,32	85565,11
20	5,13	15,47	5,32	79559,91
21	5,13	14,22	5,29	72899,81
22	5,13	11,31	5,23	68161,33
23	5,13	11,31	5,23	64747,01
24	5,13	11,31	5,23	61338,83
25	5,13	10,81	5,22	59226,32
26	5,13	9,77	5,2	58764,62
27	5,13	9,9	5,2	60748,46
28	5,13	9,77	5,2	62738,44
29	5,13	10,22	5,21	64575,25
30	5,13	11,31	5,23	65721,64
31	5,13	11,31	5,23	65883,7
32	5,13	13,72	5,28	64666,45
33	5,13	13,98	5,28	62224,2
34	5,13	14,1	5,28	59613,38
35	5,13	13,98	5,28	57145,17
36	5,13	14,21	5,29	55356,5
37	5,13	15,1	5,31	54417,56
38	5,13	15,1	5,31	54203,35
39	5,13	15,22	5,31	53315,45
40	5,13	15,1	5,31	51090,32
41	5,13	15,1	5,31	47070,82
42	5,13	15,22	5,31	43746,16
43	5,13	18,81	5,41	38117,14
44	5,13	22,15	5,53	29093,07
45	5,13	22,26	5,54	20577,11
46	5,13	22,15	5,53	13820,51
47	5,13	22,15	5,53	9613,98
48	5,13	22,15	5,53	5316,02
49	5,13	22,15	5,53	3194,95
50	5,13	22,16	5,53	1066,98

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	667,17	4093,0	0,0	0,0	5991,61	2146,59	0,0
2	2219,6	13616,95	667,17	4093,0	18906,18	4101,32	0,0
3	4657,36	28572,28	2219,6	13616,95	31812,43	6054,86	0,0
4	7843,93	48121,5	4657,36	28572,28	44370,11	7953,87	0,0
5	10084,35	61866,18	7843,93	48121,5	59249,3	10188,95	0,0
6	12523,66	76831,05	10084,35	61866,18	65069,98	11069,99	0,0
7	15167,5	93050,65	12523,66	76831,05	70557,1	11900,6	0,0
8	17875,96	109666,7	15167,5	93050,65	77509,03	12952,36	0,0
9	19931,12	122274,9	17875,96	109666,7	83939,29	13925,31	1169,35
10	22003,17	134986,6	19931,12	122274,9	85269,26	14126,62	4687,48
11	24042,85	147499,8	22003,17	134986,6	86186,38	14265,5	8261,75
12	24931,67	152952,6	24042,85	147499,8	87202,27	14424,06	10845,51
13	24277,45	148939,0	24931,67	152952,6	84990,0	14105,54	11321,37
14	23655,06	145120,7	24277,45	148939,0	84063,13	13965,24	10465,99
15	22999,68	141100,1	23655,06	145120,7	85006,01	14108,79	9562,89
16	21224,11	130207,2	22999,68	141100,1	82150,64	13699,41	7590,57
17	19549,79	119935,5	21224,11	130207,2	82641,66	13774,49	4443,99
18	17979,05	110299,1	19549,79	119935,5	82412,86	13739,1	3015,4
19	16482,23	101116,3	17979,05	110299,1	79311,63	13270,44	2068,36
20	15123,88	92783,07	16482,23	101116,3	74568,09	12552,44	1151,9
21	14163,87	86893,52	15123,88	92783,07	69654,21	11801,34	482,28
22	13820,46	84786,77	14163,87	86893,52	65861,5	11212,89	881,89
23	13477,47	82682,57	13820,46	84786,77	61454,34	10545,81	1920,57
24	13133,34	80571,36	13477,47	82682,57	56990,54	9870,15	3020,35
25	12859,35	78890,44	13133,34	80571,36	53875,37	9396,52	4177,19
26	12746,59	78198,67	12859,35	78890,44	53033,66	9265,0	4802,59
27	12587,76	77224,29	12746,59	78198,67	54245,42	9448,9	5505,21
28	12425,76	76230,42	12587,76	77224,29	55459,26	9632,14	6268,96
29	12159,01	74593,95	12425,76	76230,42	56516,86	9793,97	6894,2

30	11677,74	71641,45	12159,01	74593,95	56981,01	9868,71	7213,94
31	11195,24	68681,36	11677,74	71641,45	57139,65	9892,72	7213,94
32	10299,01	63183,07	11195,24	68681,36	55495,2	9655,49	6694,85
33	9424,59	57818,66	10299,01	63183,07	54295,29	9475,23	5473,13
34	8599,94	52759,52	9424,59	57818,66	53032,71	9284,81	4220,6
35	7865,96	48256,67	8599,94	52759,52	52082,84	9140,35	2906,97
36	7143,32	43823,34	7865,96	48256,67	51120,72	8996,01	2088,44
37	6300,52	38652,89	7143,32	43823,34	49806,9	8802,26	2122,95
38	5466,2	33534,46	6300,52	38652,89	49795,3	8800,51	1939,65
39	4635,09	28435,65	5466,2	33534,46	49119,16	8698,91	1725,82
40	3868,14	23730,51	4635,09	28435,65	47275,34	8419,08	1511,96
41	3178,96	19502,53	3868,14	23730,51	43633,64	7867,86	1328,69
42	2540,67	15586,66	3178,96	19502,53	40643,41	7415,99	1114,83
43	1659,12	10178,51	2540,67	15586,66	35171,68	6612,24	0,0
44	770,25	4725,4	1659,12	10178,51	25713,91	5209,02	0,0
45	196,7	1206,75	770,25	4725,4	18241,09	4078,98	0,0
46	-115,28	-707,22	196,7	1206,75	12368,16	3188,96	0,0
47	-268,37	-1646,42	-115,28	-707,22	8692,32	2632,58	0,0
48	-259,11	-1589,63	-268,37	-1646,42	4936,61	2064,1	0,0
49	-169,74	-1041,31	-259,11	-1589,63	3083,14	1783,55	0,0
50	0,0	0,01	-169,74	-1041,31	1223,77	1502,25	0,0

Scarsa resistenza
Media resistenza
Alta resistenza



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965) – VERIFICA A2

Lat./Long.	44,3642578125/10,6679935455322	
Calcolo eseguito secondo		Utente
Numero di strati	2,0	
Numero dei conci	50,0	
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1	
Coefficiente parziale resistenza	1,1	
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:		Picco
Analisi		Condizione drenata
Superficie di forma generica		

Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,078
Coefficiente azione sismica verticale	0,039

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	6,18	33,81
2	23,0	36,09
3	32,68	37,2
4	43,71	38,08
5	55,25	39,48
6	69,91	41,07
7	76,9	42,07
8	89,95	44,61
9	100,2	47,05
10	107,4	48,19
11	131,3	51,19
12	138,85	52,45
13	161,67	57,33
14	184,49	61,84
15	192,97	63,66
16	202,03	66,06
17	209,09	67,82
18	216,86	69,26
19	222,96	70,5
20	233,17	72,37
21	240,6	74,22
22	246,66	76,15
23	250,91	77,44
24	265,25	82,63
25	280,15	88,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	6,18	22,98
2	7,7	23,2
3	53,76	30,17
4	94,37	36,54
5	134,68	46,24
6	188,93	57,15
7	230,45	68,06
8	269,24	82,3
9	278,33	85,94
10	280,15	86,66

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	6,18	21,81
2	60,51	27,11
3	81,21	31,21
4	120,18	41,38
5	164,65	49,49
6	199,29	58,55
7	232,2	67,5
8	280,15	86,0

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	8,28	34,19
2	28,75	30,48
3	48,76	29,63
4	67,88	30,03
5	85,37	33,33
6	114,77	41,44
7	135,05	45,5
8	155,59	49,05
9	168,26	51,58
10	192,6	57,67
11	226,32	66,79
12	264,91	82,51

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,07	0,7	24	1800,00	1900	Detrito di versante	
2	0,05	--	38	2000	2100	Substrato	

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio;
Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1,46
Lambda = 0,208

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	5,13	-10,3	5,21	7500,61
2	5,13	-10,28	5,21	22495,05
3	5,13	-10,28	5,21	37482,65

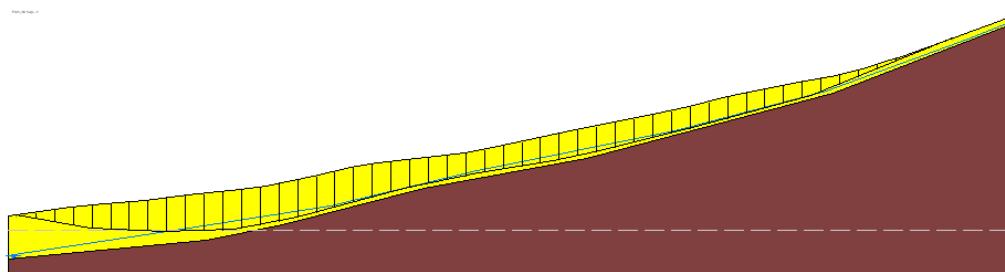
4	5,13	-9,82	5,2	51602,26
5	5,13	-2,4	5,13	62117,05
6	5,13	-2,4	5,13	68192,81
7	5,13	-2,46	5,13	73964,14
8	5,13	-1,84	5,13	80789,8
9	5,13	1,2	5,13	86918,77
10	5,13	1,2	5,13	91783,43
11	5,13	1,33	5,13	96224,55
12	5,13	5,24	5,15	98893,63
13	5,13	10,67	5,22	98310,26
14	5,13	10,67	5,22	96476,38
15	5,13	10,87	5,22	96591,37
16	5,13	15,35	5,31	94564,84
17	5,13	15,47	5,32	91701,87
18	5,13	15,35	5,31	89776,92
19	5,13	15,47	5,32	85565,11
20	5,13	15,47	5,32	79559,91
21	5,13	14,22	5,29	72899,81
22	5,13	11,31	5,23	68161,33
23	5,13	11,31	5,23	64747,01
24	5,13	11,31	5,23	61338,83
25	5,13	10,81	5,22	59226,32
26	5,13	9,77	5,2	58764,62
27	5,13	9,9	5,2	60748,46
28	5,13	9,77	5,2	62738,44
29	5,13	10,22	5,21	64575,25
30	5,13	11,31	5,23	65721,64
31	5,13	11,31	5,23	65883,7
32	5,13	13,72	5,28	64666,45
33	5,13	13,98	5,28	62224,2
34	5,13	14,1	5,28	59613,38
35	5,13	13,98	5,28	57145,17
36	5,13	14,21	5,29	55356,5
37	5,13	15,1	5,31	54417,56
38	5,13	15,1	5,31	54203,35
39	5,13	15,22	5,31	53315,45
40	5,13	15,1	5,31	51090,32
41	5,13	15,1	5,31	47070,82
42	5,13	15,22	5,31	43746,16
43	5,13	18,81	5,41	38117,14
44	5,13	22,15	5,53	29093,07
45	5,13	22,26	5,54	20577,11
46	5,13	22,15	5,53	13820,51
47	5,13	22,15	5,53	9613,98
48	5,13	22,15	5,53	5316,02
49	5,13	22,15	5,53	3194,95
50	5,13	22,16	5,53	1066,98

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	1051,33	5050,64	0,0	0,0	5834,83	3105,75	0,0
2	3326,59	15981,08	1051,33	5050,64	19120,32	6047,65	0,0
3	6825,95	32792,17	3326,59	15981,08	32396,84	8987,66	0,0
4	11352,07	54535,81	6825,95	32792,17	45345,53	11852,51	0,0
5	14461,61	69474,2	11352,07	54535,81	60954,12	15283,95	0,0
6	17836,42	85686,9	14461,61	69474,2	66962,8	16614,54	0,0
7	21485,39	103216,7	17836,42	85686,9	72626,52	17868,82	0,0
8	25206,77	121094,4	21485,39	103216,7	79807,26	19458,22	0,0
9	27978,8	134411,4	25206,77	121094,4	86484,62	20936,36	1169,35
10	30719,02	147575,5	27978,8	134411,4	88039,65	21280,71	4687,48
11	33358,99	160258,0	30719,02	147575,5	89167,41	21530,54	8261,75
12	34373,08	165129,8	33358,99	160258,0	90160,86	21757,54	10845,51
13	33294,77	159949,5	34373,08	165129,8	87538,88	21200,82	11321,37
14	32273,22	155041,9	33294,77	159949,5	86558,04	20983,62	10465,99

15	31219,18	149978,3	32273,22	155041,9	87479,48	21188,88	9562,89
16	28709,69	137922,6	31219,18	149978,3	84154,94	20486,06	7590,57
17	26380,96	126735,3	28709,69	137922,6	84566,91	20578,39	4443,99
18	24211,21	116311,7	26380,96	126735,3	84305,23	20519,34	3015,4
19	22159,4	106454,7	24211,21	116311,7	81102,48	19811,21	2068,36
20	20313,44	97586,64	22159,4	106454,7	76230,41	18732,32	1151,9
21	19013,8	91343,1	20313,44	97586,64	71256,15	17620,08	482,28
22	18536,86	89051,86	19013,8	91343,1	67520,11	16771,73	881,89
23	18052,49	86724,95	18536,86	89051,86	63034,8	15778,49	1920,57
24	17557,82	84348,52	18052,49	86724,95	58493,46	14772,83	3020,35
25	17145,38	82367,13	17557,82	84348,52	55356,96	14075,19	4177,19
26	16942,01	81390,12	17145,38	82367,13	54555,7	13891,73	4802,59
27	16664,39	80056,43	16942,01	81390,12	55820,38	14172,49	5505,21
28	16369,39	78639,24	16664,39	80056,43	57099,8	14455,11	6268,96
29	15922,62	76492,96	16369,39	78639,24	58188,11	14698,65	6894,2
30	15182,67	72938,18	15922,62	76492,96	58624,43	14801,83	7213,94
31	14440,79	69374,18	15182,67	72938,18	58787,13	14837,87	7213,94
32	13157,86	63210,94	14440,79	69374,18	56966,53	14451,79	6694,85
33	11924,37	57285,18	13157,86	63210,94	55690,95	14171,32	5473,13
34	10777,97	51777,82	11924,37	57285,18	54357,61	13877,06	4220,6
35	9773,31	46951,39	10777,97	51777,82	53353,6	13653,72	2906,97
36	8797,69	42264,45	9773,31	46951,39	52336,66	13430,42	2088,44
37	7664,8	36822,04	8797,69	42264,45	50959,48	13132,94	2122,95
38	6545,93	31446,94	7664,8	36822,04	50942,81	13129,24	1939,65
39	5435,8	26113,83	6545,93	31446,94	50241,23	12974,97	1725,82
40	4417,21	21220,45	5435,8	26113,83	48354,95	12556,17	1511,96
41	3511,03	16867,14	4417,21	21220,45	44626,51	11730,54	1328,69
42	2680,94	12879,37	3511,03	16867,14	41559,84	11052,52	1114,83
43	1559,61	7492,43	2680,94	12879,37	35853,96	9824,79	0,0
44	452,48	2173,72	1559,61	7492,43	26162,14	7720,05	0,0
45	-226,4	-1087,63	452,48	2173,72	18570,69	6040,53	0,0
46	-550,97	-2646,87	-226,4	-1087,63	12606,38	4718,2	0,0
47	-660,0	-3170,65	-550,97	-2646,87	8872,7	3891,4	0,0
48	-548,8	-2636,44	-660,0	-3170,65	5057,88	3046,63	0,0
49	-328,91	-1580,11	-548,8	-2636,44	3175,24	2629,73	0,0
50	-0,01	-0,05	-328,91	-1580,11	1286,74	2211,73	0,0

Fonte di riferimento
Geologico e Sismico
Carta topografica
1:100000
Scalino



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965) – VERIFICA P1

Lat./Long.	44,3642578125/10,6679935455322	
Calcolo eseguito secondo		Utente
Numero di strati	2,0	
Numero dei conci	50,0	
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1	
Coefficiente parziale resistenza	1,1	
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:		Picco
Analisi		Condizione drenata
Superficie di forma generica		

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	6,18	33,81
2	23,0	36,09
3	32,68	37,2
4	43,71	38,08
5	55,25	39,48
6	69,91	41,07
7	76,9	42,07
8	89,95	44,61
9	100,2	47,05
10	107,4	48,19
11	131,3	51,19
12	142,0	53,2
13	143,29	53,47
14	161,22	53,47
15	161,22	56,97
16	161,67	57,33
17	184,49	61,84
18	192,97	63,66
19	202,03	66,06
20	209,09	67,82
21	216,86	69,26
22	222,96	70,5
23	233,17	72,37
24	240,6	74,22
25	246,66	76,15
26	250,91	77,44
27	265,25	82,63
28	280,15	88,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	6,18	22,98
2	7,7	23,2
3	53,76	30,17
4	94,37	36,54
5	134,68	46,24
6	188,93	57,15
7	230,45	68,06
8	269,24	82,3
9	278,33	85,94
10	280,15	86,66

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	6,18	21,81
2	60,51	27,11
3	81,21	31,21
4	120,18	41,38

5	164,65	49,49
6	199,29	58,55
7	232,2	67,5
8	280,15	86,0

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	8,28	34,19
2	28,75	30,48
3	48,76	29,63
4	67,88	30,03
5	85,37	33,33
6	114,77	41,44
7	135,05	45,5
8	155,59	49,05
9	168,26	51,58
10	192,6	57,67
11	226,32	66,79
12	264,91	82,51

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 ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio(°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,07	0,7	24	1800,00	1900	Detrito di versante	
2	0,05	--	38	2000	2100	Substrato	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	161,22	53,47	2	1	3,5	0,4	0,4	2300

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazio ne (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm ²)	Momento plasticizza zione (kN*m)	Metodo stabilizzaz ione
1	144,2861	53,7923	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
2	147,4196	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
3	150,2173	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
4	152,9032	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
5	156,3724	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
6	159,8416	53,07155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
7	161,9678	57,38811	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	144,44	53,5	160,44	53,5	1,1

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3,33

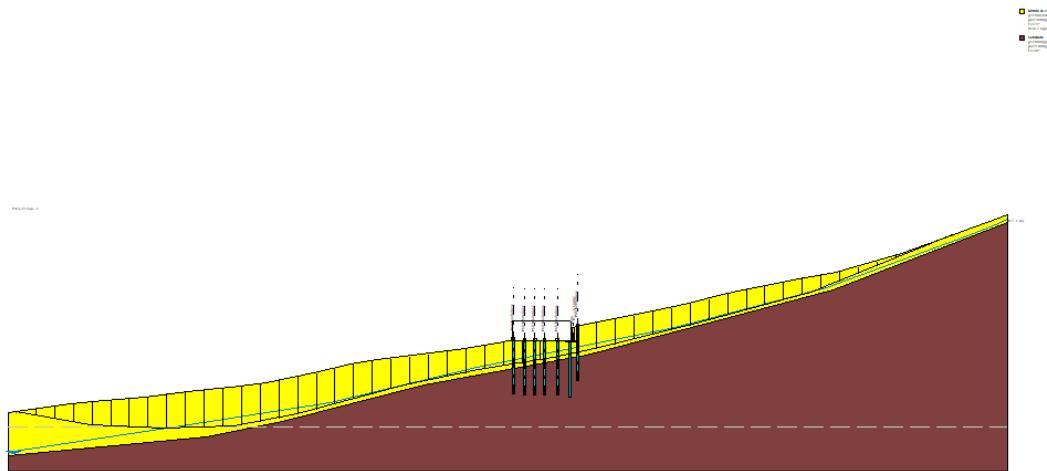
Lambda = 0,145

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	5,13	-10,3	5,21	7500,65
2	5,13	-10,28	5,21	22495,1
3	5,13	-10,28	5,21	37482,72
4	5,13	-9,82	5,2	51602,34
5	5,13	-2,4	5,13	62117,14
6	5,13	-2,4	5,13	68192,88
7	5,13	-2,46	5,13	73964,2
8	5,13	-1,84	5,13	80789,88
9	5,13	1,2	5,13	86918,88
10	5,13	1,2	5,13	91783,58
11	5,13	1,33	5,13	96224,66
12	5,13	5,24	5,15	98893,78
13	5,13	10,67	5,22	98310,45
14	5,13	10,67	5,22	96476,56
15	5,13	10,87	5,22	96591,59
16	5,13	15,35	5,31	94565,09
17	5,13	15,47	5,32	91702,13
18	5,13	15,35	5,31	89777,13
19	5,13	15,47	5,32	85565,36
20	5,13	15,47	5,32	79560,12
21	5,13	14,22	5,29	72900,05
22	5,13	11,31	5,23	68161,56
23	5,13	11,31	5,23	64747,23
24	5,13	11,31	5,23	61339,05
25	5,13	10,81	5,22	59779,7
26	5,13	9,77	5,2	60118,05
27	5,13	9,9	5,2	87075,23
28	5,13	9,77	5,2	107452,6
29	5,13	10,22	5,21	99182,45
30	5,13	11,31	5,23	75549,5
31	5,13	11,31	5,23	65884,25
32	5,13	13,72	5,28	64667,0
33	5,13	13,98	5,28	62224,77
34	5,13	14,1	5,28	59614,03
35	5,13	13,98	5,28	57145,93
36	5,13	14,21	5,29	55357,29
37	5,13	15,1	5,31	54418,52
38	5,13	15,1	5,31	54204,24
39	5,13	15,22	5,31	53316,26
40	5,13	15,1	5,31	51090,86
41	5,13	15,1	5,31	47071,42
42	5,13	15,22	5,31	43746,97
43	5,13	18,81	5,41	38117,88
44	5,13	22,15	5,53	29093,87
45	5,13	22,26	5,54	20578,18
46	5,13	22,15	5,53	13821,93
47	5,13	22,15	5,53	9615,25
48	5,13	22,15	5,53	5317,64
49	5,13	22,15	5,53	3196,71
50	5,13	22,16	5,53	1068,24

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	510,38	3516,57	0,0	0,0	6248,96	1753,1	0,0

2	1725,97	11891,97	510,38	3516,57	19442,7	3354,94	0,0
3	3646,82	25126,71	1725,97	11891,97	32628,23	4955,84	0,0
4	6159,55	42439,54	3646,82	25126,71	45415,74	6507,0	0,0
5	7821,68	53891,65	6159,55	42439,54	59923,07	8254,68	0,0
6	9632,05	66365,21	7821,68	53891,65	65802,64	8968,54	0,0
7	11596,75	79902,01	9632,05	66365,21	71351,01	9642,23	0,0
8	13590,48	93638,91	11596,75	79902,01	78315,7	10487,43	0,0
9	14996,43	103325,9	13590,48	93638,91	84527,34	11241,32	1169,35
10	16411,41	113075,2	14996,43	103325,9	85864,33	11403,65	4687,48
11	17794,42	122604,2	16411,41	113075,2	86773,59	11514,1	8261,76
12	18168,89	125184,4	17794,42	122604,2	87452,3	11600,34	10845,52
13	17185,65	118409,8	18168,89	125184,4	84802,34	11291,71	11321,38
14	16234,78	111858,3	17185,65	118409,8	83880,08	11179,73	10465,99
15	15250,36	105075,5	16234,78	111858,3	84808,48	11293,12	9562,9
16	13268,79	91422,45	15250,36	105075,5	81619,01	10924,17	7590,57
17	11375,81	78379,79	13268,79	91422,45	82113,49	10984,82	4444,0
18	9577,13	65986,8	11375,81	78379,79	81903,28	10958,69	3015,4
19	7857,86	54140,92	9577,13	65986,8	78815,88	10584,44	2068,36
20	6283,26	43291,87	7857,86	54140,92	74105,63	10012,56	1151,9
21	5089,14	35064,33	6283,26	43291,87	69307,23	9424,09	482,28
22	4465,23	30765,56	5089,14	35064,33	65706,84	8975,43	881,89
23	3860,55	26599,32	4465,23	30765,56	61306,71	8441,2	1920,57
24	3273,96	22557,68	3860,55	26599,32	56849,88	7900,08	3020,35
25	2758,02	19002,82	3273,96	22557,68	54304,96	7589,4	4177,2
26	2385,22	16434,26	2758,02	19002,82	54305,39	7586,15	4802,59
27	3815,4	26288,27	2385,22	16434,26	82905,42	11058,96	5505,22
28	7152,27	49279,41	3815,4	26288,27	104941,6	13734,05	6268,96
29	10419,32	71789,48	7152,27	49279,41	96400,2	12698,41	6894,2
30	14270,91	98327,11	10419,32	71789,48	74533,46	10047,1	7213,95
31	13560,04	93429,2	14270,91	98327,11	56984,03	7916,37	7213,95
32	12484,15	86016,27	13560,04	93429,2	55216,05	7711,08	6694,86
33	11432,67	78771,55	12484,15	86016,27	54013,57	7566,18	5473,14
34	10431,08	71870,5	11432,67	78771,55	52756,21	7414,07	4220,6
35	9514,98	65558,54	10431,08	71870,5	51823,39	7300,26	2906,97
36	8612,92	59343,37	9514,98	65558,54	50858,01	7184,08	2088,44
37	7607,7	52417,35	8612,92	59343,37	49507,34	7024,2	2122,95
38	6610,14	45544,13	7607,7	52417,35	49496,67	7022,9	1939,65
39	5618,21	38709,64	6610,14	45544,13	48819,37	6941,27	1725,82
40	4691,92	32327,47	5618,21	38709,64	46992,85	6718,91	1511,96
41	3851,02	26533,69	4691,92	32327,47	43372,84	6279,39	1328,69
42	3068,47	21141,86	3851,02	26533,69	40395,83	5918,54	1114,83
43	2085,95	14372,27	3068,47	21141,86	34828,95	5262,27	0,0
44	1132,11	7800,27	2085,95	14372,27	25353,01	4134,5	0,0
45	496,1	3418,18	1132,11	7800,27	17972,78	3239,3	0,0
46	122,6	844,73	496,1	3418,18	12177,83	2534,86	0,0
47	-91,05	-627,32	122,6	844,73	8548,71	2094,24	0,0
48	-141,39	-974,16	-91,05	-627,32	4841,15	1644,09	0,0
49	-111,13	-765,68	-141,39	-974,16	3011,41	1421,93	0,0
50	-0,01	-0,05	-111,13	-765,68	1175,23	1199,12	0,0



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965) – VERIFICA P2

Lat./Long.	44,3642578125/10,6679935455322
Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	50,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,078
Coefficiente azione sismica verticale	0,039

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	6,18	33,81
2	23,0	36,09
3	32,68	37,2
4	43,71	38,08
5	55,25	39,48
6	69,91	41,07
7	76,9	42,07
8	89,95	44,61
9	100,2	47,05
10	107,4	48,19
11	131,3	51,19
12	142,0	53,2
13	143,29	53,47
14	161,22	53,47
15	161,22	56,97
16	161,67	57,33
17	184,49	61,84
18	192,97	63,66
19	202,03	66,06
20	209,09	67,82
21	216,86	69,26
22	222,96	70,5
23	233,17	72,37
24	240,6	74,22
25	246,66	76,15
26	250,91	77,44
27	265,25	82,63
28	280,15	88,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	6,18	22,98
2	7,7	23,2
3	53,76	30,17
4	94,37	36,54
5	134,68	46,24
6	188,93	57,15
7	230,45	68,06
8	269,24	82,3
9	278,33	85,94
10	280,15	86,66

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	6,18	21,81
2	60,51	27,11
3	81,21	31,21
4	120,18	41,38
5	164,65	49,49
6	199,29	58,55
7	232,2	67,5
8	280,15	86,0

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	8,28	34,19
2	28,75	30,48
3	48,76	29,63
4	67,88	30,03
5	85,37	33,33
6	114,77	41,44
7	135,05	45,5
8	155,59	49,05
9	168,26	51,58
10	192,6	57,67
11	226,32	66,79
12	264,91	82,51

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,07	0,7	24	1800,00	1900	Detrito di versante	
2	0,05	--	38	2000	2100	Substrato	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	161,22	53,47	2	1	3,5	0,4	0,4	2300

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm²)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	144,2861	53,7923	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
2	147,4196	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
3	150,2173	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
4	152,9032	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
5	156,3724	53,47155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
6	159,8416	53,07155	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale
7	161,9678	57,38811	0,6	15	90	2	10	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	144,44	53,5	160,44	53,5	1,1

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliente applicate sulle facce laterali.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1,69

Lambda = 0,203

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	5,13	-10,3	5,21	7500,65
2	5,13	-10,28	5,21	22495,1
3	5,13	-10,28	5,21	37482,72
4	5,13	-9,82	5,2	51602,34
5	5,13	-2,4	5,13	62117,14
6	5,13	-2,4	5,13	68192,88
7	5,13	-2,46	5,13	73964,2
8	5,13	-1,84	5,13	80789,88
9	5,13	1,2	5,13	86918,88
10	5,13	1,2	5,13	91783,58
11	5,13	1,33	5,13	96224,66
12	5,13	5,24	5,15	98893,78
13	5,13	10,67	5,22	98310,45
14	5,13	10,67	5,22	96476,56
15	5,13	10,87	5,22	96591,59
16	5,13	15,35	5,31	94565,09
17	5,13	15,47	5,32	91702,13
18	5,13	15,35	5,31	89777,13
19	5,13	15,47	5,32	85565,36
20	5,13	15,47	5,32	79560,12
21	5,13	14,22	5,29	72900,05
22	5,13	11,31	5,23	68161,56
23	5,13	11,31	5,23	64747,23
24	5,13	11,31	5,23	61339,05
25	5,13	10,81	5,22	59779,7
26	5,13	9,77	5,2	60118,05
27	5,13	9,9	5,2	87075,23
28	5,13	9,77	5,2	107452,6
29	5,13	10,22	5,21	99182,45
30	5,13	11,31	5,23	75549,5
31	5,13	11,31	5,23	65884,25
32	5,13	13,72	5,28	64667,0

33	5,13	13,98	5,28	62224,77
34	5,13	14,1	5,28	59614,03
35	5,13	13,98	5,28	57145,93
36	5,13	14,21	5,29	55357,29
37	5,13	15,1	5,31	54418,52
38	5,13	15,1	5,31	54204,24
39	5,13	15,22	5,31	53316,26
40	5,13	15,1	5,31	51090,86
41	5,13	15,1	5,31	47071,42
42	5,13	15,22	5,31	43746,97
43	5,13	18,81	5,41	38117,88
44	5,13	22,15	5,53	29093,87
45	5,13	22,26	5,54	20578,18
46	5,13	22,15	5,53	13821,93
47	5,13	22,15	5,53	9615,25
48	5,13	22,15	5,53	5317,64
49	5,13	22,15	5,53	3196,71
50	5,13	22,16	5,53	1068,24

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	901,73	4439,1	0,0	0,0	6091,39	2743,11	0,0
2	2874,06	14148,59	901,73	4439,1	19636,39	5344,67	0,0
3	5917,17	29129,4	2874,06	14148,59	33172,55	7944,61	0,0
4	9851,05	48495,34	5917,17	29129,4	46334,86	10470,52	0,0
5	12398,21	61034,64	9851,05	48495,34	61616,45	13384,03	0,0
6	15161,89	74639,85	12398,21	61034,64	67682,52	14549,17	0,0
7	18152,23	89360,88	15161,89	74639,85	73405,35	15648,45	0,0
8	21172,38	104228,6	18152,23	89360,88	80604,63	17030,61	0,0
9	23262,34	114517,2	21172,38	104228,6	87103,27	18278,37	1169,35
10	25312,06	124607,7	23262,34	114517,2	88665,82	18578,49	4687,48
11	27259,16	134193,0	25312,06	124607,7	89788,18	18794,15	8261,76
12	27651,21	136123,0	27259,16	134193,0	90511,84	18939,22	10845,52
13	26038,77	128185,2	27651,21	136123,0	87553,43	18391,72	11321,38
14	24487,42	120548,1	26038,77	128185,2	86573,53	18203,51	10465,99
15	22899,13	112729,2	24487,42	120548,1	87484,76	18379,58	9562,9
16	19905,15	97990,26	22899,13	112729,2	83912,24	17722,35	7590,57
17	17085,71	84110,57	19905,15	97990,26	84321,9	17801,99	4444,0
18	14423,75	71006,09	17085,71	84110,57	84070,55	17752,76	3015,4
19	11895,71	58560,91	14423,75	71006,09	80871,29	17139,22	2068,36
20	9597,56	47247,45	11895,71	58560,91	76014,12	16206,29	1151,9
21	7864,23	38714,49	9597,56	47247,45	71114,58	15255,91	482,28
22	6955,92	34242,99	7864,23	38714,49	67515,7	14546,43	881,89
23	6066,6	29865,03	6955,92	34242,99	63029,82	13684,81	1920,57
24	5193,8	25568,33	6066,6	29865,03	58487,84	12812,41	3020,35
25	4410,57	21712,61	5193,8	25568,33	55926,13	12317,7	4177,2
26	3827,48	18842,13	4410,57	21712,61	55976,67	12322,18	4802,59
27	5739,04	28252,46	3827,48	18842,13	84533,22	17807,76	5505,22
28	10305,63	50733,14	5739,04	28252,46	106351,4	21997,85	6268,96
29	14770,75	72714,34	10305,63	50733,14	97561,03	20311,66	6894,2
30	20083,77	98869,57	14770,75	72714,34	74758,79	15937,64	7213,95
31	18968,11	93377,33	20083,77	98869,57	58776,0	12867,76	7213,95
32	17334,31	85334,34	18968,11	93377,33	56862,0	12514,95	6694,86
33	15756,12	77565,13	17334,31	85334,34	55580,82	12270,6	5473,14
34	14270,8	70253,16	15756,12	77565,13	54247,3	12015,34	4220,6
35	12930,05	63652,81	14270,8	70253,16	53252,09	11823,31	2906,97
36	11623,52	57220,94	12930,05	63652,81	52229,89	11628,61	2088,44
37	10170,53	50068,06	11623,52	57220,94	50823,94	11365,06	2122,95
38	8731,36	42983,24	10170,53	50068,06	50807,57	11361,92	1939,65
39	7304,73	35960,16	8731,36	42983,24	50103,67	11227,66	1725,82
40	5978,77	29432,65	7304,73	35960,16	48226,55	10866,17	1511,96
41	4784,51	23553,48	5978,77	29432,65	44507,77	10151,89	1328,69
42	3682,47	18128,27	4784,51	23553,48	41445,62	9564,67	1114,83
43	2324,42	11442,77	3682,47	18128,27	35660,01	8484,46	0,0

44	1031,5	5077,91	2324,42	11442,77	25940,58	6653,57	0,0
45	204,7	1007,73	1031,5	5077,91	18402,16	5207,0	0,0
46	-238,05	-1171,89	204,7	1007,73	12483,29	4068,78	0,0
47	-446,63	-2198,7	-238,05	-1171,89	8776,45	3356,79	0,0
48	-415,97	-2047,74	-446,63	-2198,7	4989,5	2629,42	0,0
49	-267,23	-1315,55	-415,97	-2047,74	3120,59	2270,45	0,0
50	-0,03	-0,16	-267,23	-1315,55	1245,23	1910,43	0,0

