



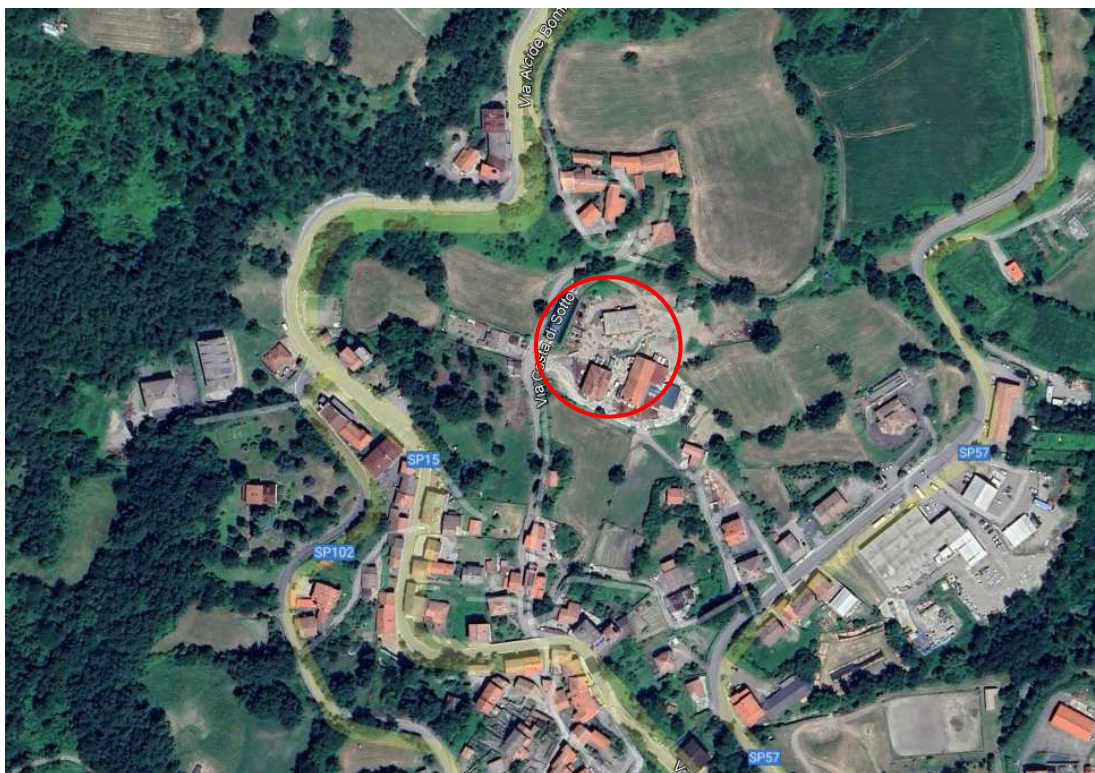
Dott. Geol.
PAOLO BERETTI

Geologia Applicata e Geotecnica
Consulenze e Controlli Ambientali

Via De Gasperi 2/1, 42020 Quattro Castella (RE)
Tel. 0522 1695098 ; Fax 0522 1691413 ; Cell. 348 6902667 ; e-mail : studio.beretti@gmail.com; paolo.beretti@pec.epap.it

Committente: Azienda Agricola Malpeli

Provincia di Reggio Emilia
Comune di Ventasso



**Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso
fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)**

**RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA E ANALISI
DELL'AZIONE SISMICA**



Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	GGs	Ottobre 2025	Dott. Geol. Paolo Beretti

INDICE

INDICE	1
PARTE INTRODUTTIVA	2
Premessa	2
Inquadramento territoriale	2
Principali strumenti cartografici territoriali	2
Carta inventario del dissesto – PTCP Provincia di Reggio Emilia	2
PSC del Comune di Ventasso	3
Carta inventario delle frane dell'Emilia Romagna (2018)	4
Vincolo idrogeologico	4
Piano e metodologia d'indagine	5
RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	6
Inquadramento geologico e strutturale	6
Cenni di Geomorfologia	8
Modello geologico	9
Pericolosità geologica, geomorfologica ed idraulica	10
Condizioni di stabilità del versante	10
RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE	12
Inquadramento topografico	12
Storia sismica del sito	12
effetti attesi e livelli di approfondimento	14
Identificazione categoria suolo di fondazione	15
Azione sismica e pericolosità sismica di base	17
Classe dell'opera	17
Azione sismica di progetto	17
Fattore di amplificazione stratigrafico	17
Fattore di amplificazione topografico	17
Principali coefficienti di accelerazione sismica	17
Calcolo del fattore di amplificazione stratigrafico di III livello	18
Cenni metodologici	18
Definizione dello spettro di risposta relativo al sito in analisi	19
Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica	20
Principali parametri di sollecitazione sismica derivanti dallo studio di III Livello	21
Spettro regolarizzato secondo Ord. n° 55	21
Frequenza primaria terreni di fondazione	22
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione	24
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI – MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	25
Volume significativo e piano di indagine	25
Incertezze interpretative e metodologiche relative alla ricostruzione del modello geologico - geotecnico - sismico.	25
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni	26
Tipologia e piani di appoggio fondale	28
Ulteriori accorgimenti per la fase progettuale e di direzione lavori:	29
ALLEGATI	30

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo ai lavori di ampliamento di una stalla esistente e di realizzazione di un nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto di Ventasso (RE), si è effettuata l'indagine geologica e geotecnica e sismica oggetto della presente relazione.

Le analisi, che hanno consentito di individuare i caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geomeccanici dei terreni formanti il primo sottosuolo, sono state eseguite su commissione dell'**Azienda Agricola Malpeli**, in ottemperanza ai dettati del D.M. 11/03/88 e circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88 ed in riferimento alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, DM 17/01/2018, alle successive modifiche NTC 2018 – D.M. 17/01/2018 e alla D.G.R. 476/2021 della Regione Emilia Romagna.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Dal punto di vista morfologico, il sito in analisi si colloca nel comparto centro settentrionale dell'abitato di Ramiseto, in corrispondenza della porzione mediana di un versante in origine mediamente acclive, declinante in direttrice est- nord est, ora caratterizzata dalla presenza di significativi orizzonti di riporto che ne hanno ridotto complessivamente la pendenza.

Il comparto indagato presenta quote topografiche comprese tra 796 ÷ 798 m s.l.m.; l'intorno del comparto in esame risulta subpianeggiante a seguito della suddetta attività antropica.

Cartografia di riferimento:

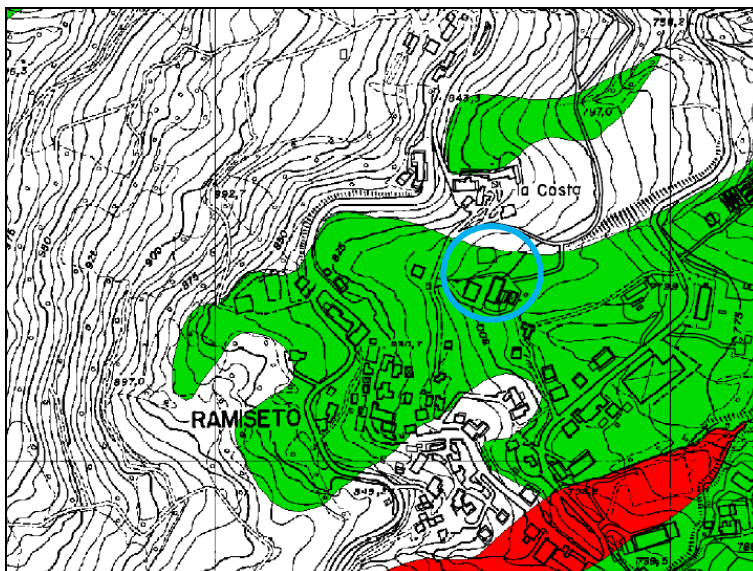
Foglio 1:50000	217	Castelnovo ne' Monti
Tavoletta 1:25000	217SE	Castelnovo ne' Monti
Sezione 1:10000	217160	Pontone
Elemento 1: 5000	217163	Ramiseto

PRINCIPALI STRUMENTI CARTOGRAFICI TERRITORIALI

CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO – PTCP PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Le perimetrazioni della “*Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908), allegato P6 - sez 217160*”, collocano il sito in analisi in corrispondenza della porzione medio sommitale di un movimento gravitativo a cinematismo complesso, attualmente classificato in stato di quiescenza (a2, art.57).

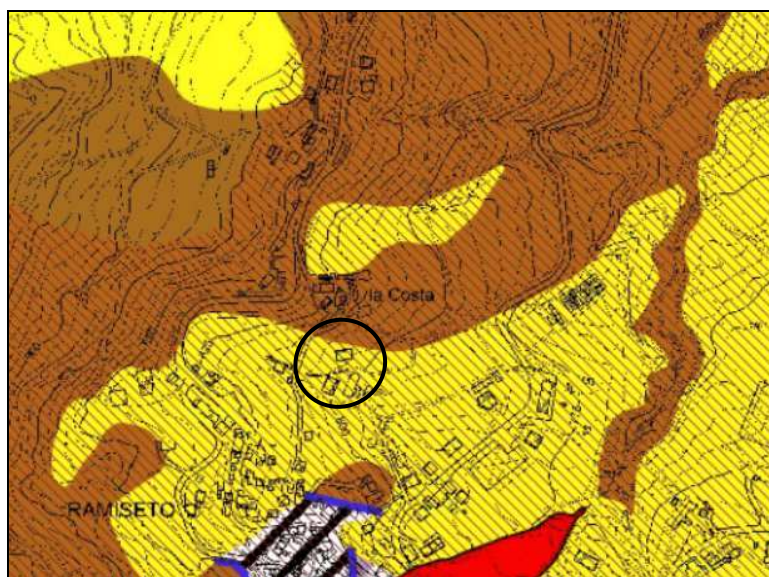
Carta inventario del Dissesto		PAI	PTCP
	Frane attive (a1)	Fa	art.57
	Frane di crollo (a6)		
	Frane quiescenti (a2)	Fq	art.57
	Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)		
	Scioglimenti in blocco (a8)		
	Frane stabilizzate	Fs	art.59
	Depositi alluvionali in evoluzione (b1)	Ea	art.58
	Depositi alluvionali in evoluzione parzialmente fissati da vegetazione (b1a)		
	Depositi alluvionali terrazzati (b2)	Eb	art.58
	Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore di b3)	Em	art.58
	Conoidi in evoluzione	Ca	art.58
	Conoidi inattivi	Cn	art.58
	Depositi di Versante s.l. (a3)		art.59
	Depositi morenici (c1)		
	Depositi morenici risarsi (c3)		
	Depositi morenici wurmiani (c4)		
	Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato		art.61
	Abitati da Consolidare e Trasferire		art.60
	Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali		TITOLO V



Carta del dissesto - PTCP - allegato P6 - sezione 217160.

PSC DEL COMUNE DI VENTASSO

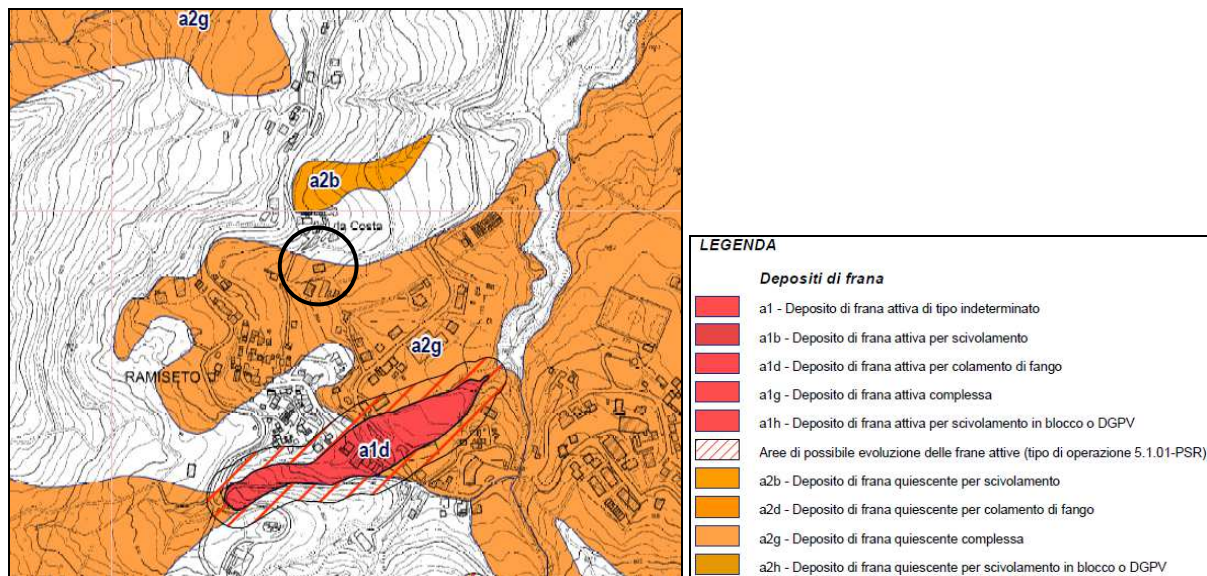
L'elaborato progettuale del PSC del Comune di Ventasso conferma quanto esposto dagli strumenti cartografici del PTCP.



PSC Ventasso - Estratto Tavola A12 – Carta degli elementi fisici e geomorfologici – Ramisetto Nord-Est.

CARTA INVENTARIO DELLE FRANE DELL'EMILIA ROMAGNA (2018)

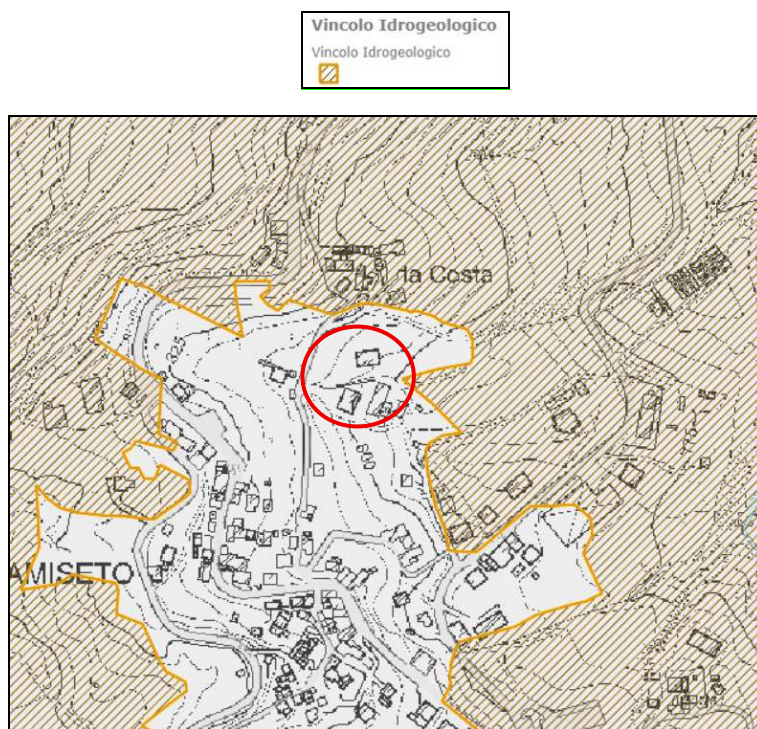
Quanto esposto in precedenza trova ulteriore conferma all'interno del presente documento cartografico.



Tav. 6 Ventasso.

VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il comparto in esame non è sottoposto alla disciplina del *Regio Decreto n°3267* del 30 dicembre 1923: *“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.”*, relativo al vincolo idrogeologico, ai successivi decreti attuativi e alle indicazioni della *Delibera GR n°1117* del 11/07/2000. *“Direttiva regionale concernente le procedure amministrative e le norme tecniche relative alla gestione del vincolo idrogeologico, ai sensi ed in attuazione degli artt. 148, 149, 150 e 151 della L.R. 21 aprile 1999, n. 3 “Riforma del sistema regionale e locale”.*



Vincolo Idrogeologico – Servizio Moka della Regione Emilia – Romagna.

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

PIANO E METODOLOGIA D'INDAGINE

Indagine geognostica

Per la caratterizzazione fisico meccanica del sottosuolo del sito in esame sono state eseguite sei prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, utilizzando un penetrometro statico-dinamico mod. Pagani Tg63-200, con le seguenti caratteristiche strumentali:

- **Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH:** massa battente da 63,5 kgf, altezza di caduta costante: $h = 75$ cm, prima asta dotata di punta conica a sezione trasversale max di 20 cmq ed angolo di apertura alla punta $\beta = 90^\circ$.

Prospezioni geofisiche

Al fine di determinare la categoria del suolo di fondazione, valutare lo schema sismo-stratigrafico e ricavare i parametri di microzonazione sismica dell'area in oggetto, in riferimento ai dettati del D.M. 14/01/2008, sono state eseguite le seguenti indagini:

- **Stendimento sismico integrato Remi – MASW**, effettuata utilizzando un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica MAE, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 1,5 m per una lunghezza totale di indagine pari a 34,5 m. L'acquisizione dei microtremori ambientali è stata eseguita effettuando una decina di registrazioni della durata di 44 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz; la prospezione MASW è stata effettuata mediante 7 battute all'esterno dello stendimento.
- **N°2 Prospezioni HVSr a stazione singola:** acquisizione di microtremori ambientali, eseguita utilizzando un sismometro GEOBOXSARA ad elevata dinamica; l'acquisizione è stata eseguita campionando il segnale a 128 Hz per una durata di 20 minuti.

Finalità della campagna geognostica – geofisica realizzata.

Tipo Indagine	Scopo delle indagini
Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH	1) consistenza primo sottosuolo; 2) profondità del substrato roccioso, alterato e non; 3) capacità resistiva dei terreni. 4) parametri meccanici dei terreni
Prospezione geofisica Re.Mi. – M.A.S.W.	1) definizione del $V_{s_{eq}} - V_{s_{30}}$ e della categoria di sottosuolo ai sensi NTC 2018; 2) definizione del profilo sismico $V_{s_{eq}}$ sulla base dei principali contrasti di impedenza riconosciuti nel sottosuolo.
Prospezione geofisica H.V.S.R.	1) definizione della frequenza propria di vibrazione del terreno di fondazione, al fine dello studio dei fenomeni di doppia risonanza terreno – struttura; 2) profondità dei principali contrasti di impedenza sismici e indicazioni sulla profondità del substrato roccioso.

**RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE
GEOLOGICA DEL SITO****INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE**

La strutturazione della catena appenninica è il frutto di una storia plicativa e deformativa piuttosto complessa che ha interessato importanti successioni sedimentarie, originarie di ambienti paleogeografici differenti, le quali, a seguito di significativi effetti di trascinamento ed accavallamento, si sono trovate impilate le une sulle altre.

I rapporti tra i differenti domini rocciosi risultano piuttosto articolati, tali per cui rocce di età più recente si trovano sepolte da rocce più antiche, invertendo, quindi, il tradizionale principio stratigrafico.

Nello specifico, il territorio comunale di Ramiseto si colloca all'esterno del sovrascorrimento della Falda Toscana, a cavallo del complesso M. Modino - M. Cervarola ed ai primi ricoprimenti delle Unità Alloctone Liguridi (*Bettelli et alii*).

Le rocce appartenenti alla successione M.Modino - M.Cervarola (Falda Toscana) si immergono prevalentemente in direzione nord – nord est, passando tettonicamente ad Unità Alloctone Liguridi e/o Subliguridi che, nel territorio comunale, sono rappresentate dall'Unità M. Caio, Unità di Canetolo (caratterizzante l'area di studio), Successione della Val Rossenna.

I rapporti tra le due Unità Tettoniche sono poco chiari e non consentono di ricostruire esattamente la sequenza stratigrafica, soprattutto per i rispettivi complessi di base, aventi caratteristiche geolitologiche estremamente simili.

Le formazioni geologiche affioranti nel comparto territoriale in esame fanno parte, come detto, del Dominio “Sub – Ligure”, costituito nell'area prevalentemente da argille brune e strati calcarei piegati e deformati in maniera molto caratteristica (Argille e Calcari di Canetolo).

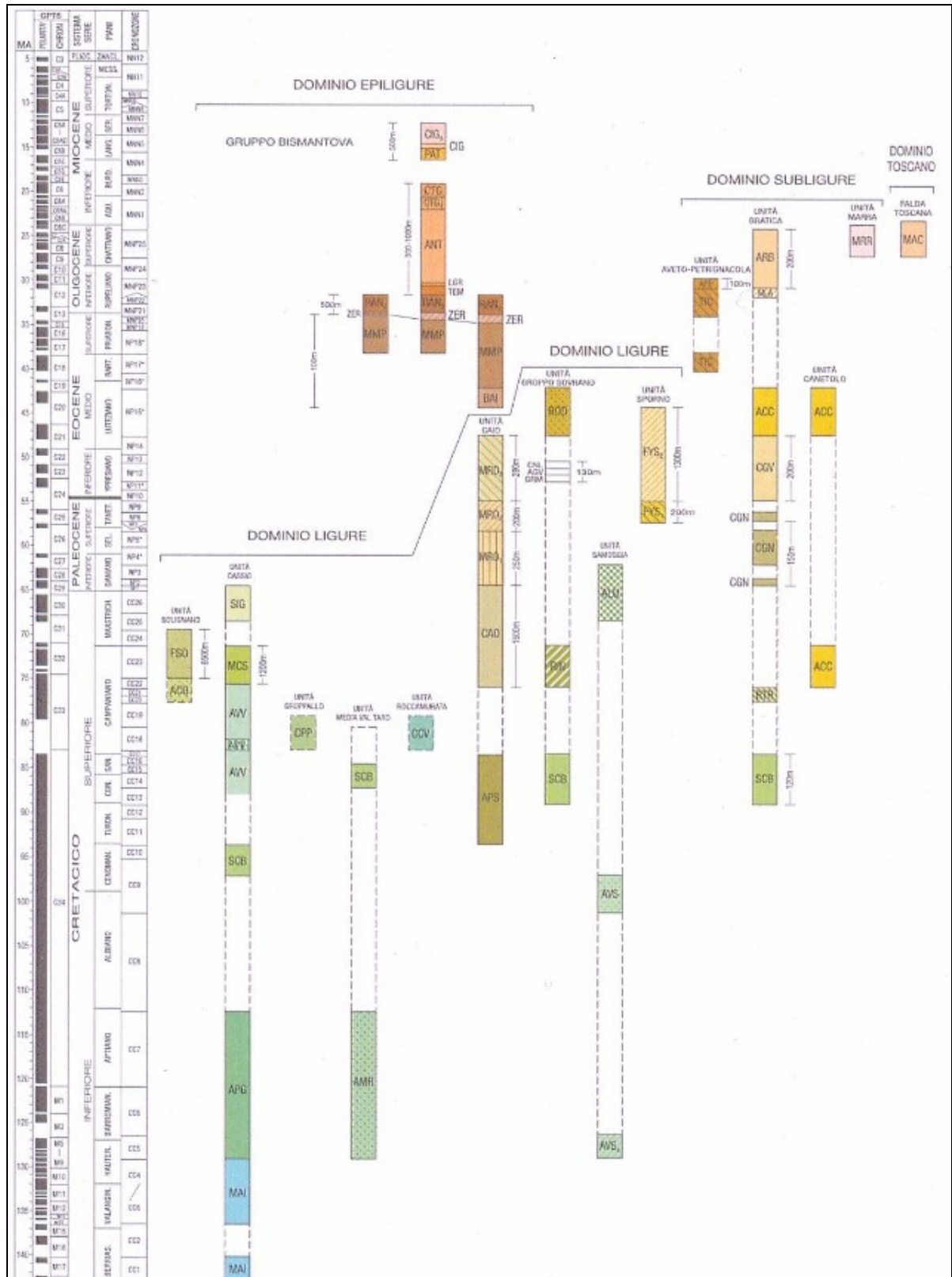
Le deformazioni visibili nelle rocce della “Falda Sub-ligure” (strati piegati e “strizzati”) si sono prodotte quando i sedimenti erano ancora plastici, in fase singenetica.

Per quanto riguarda le distinzioni e classificazioni litostratigrafiche, si è fatto riferimento a quelle adottate nella Carta Geologica Regione Emilia-Romagna.

Dal punto di vista geologico, il substrato roccioso dell'area è ascrivibile alla Formazione delle Arenarie di Ponte Bratica (**ARB**), costituita da arenarie torbiditiche a grana fine e molto fine in strati uniformi e sottili, alternate a peliti grigio-verdine.

Procedendo in direzione sud, a poche decine di metri di distanza dal sito in esame, è presente il contatto stratigrafico tra suddetta Formazione e quella dei Calcari di Groppo del Vescovo (**CGV**). Secondo quanto riportato dal sito della cartografia geologica dell'Emilia Romagna, la Formazione dei Calcari di Groppo del Vescovo (CGV) affiora, all'interno di suddetto comparto di versante in analisi, con una giacitura prevalente a traverspoggio, con componente secondaria a franapoggio con inclinazione minore del pendio. L'immersione degli strati è circa pari a 10° in direzione nord.

La successione delle rocce sedimentarie e dei depositi quaternari affioranti nella zona in analisi (Tav. 2) è rappresentata dagli orizzonti di seguito descritti, dall'alto in basso in senso stratigrafico.



Schema stratigrafico locale

Serie Litostratigrafica:

UNITÀ QUATERNARIE E CONTINENTALI

DEPOSITI DI VERSANTE (Olocene non attuale ed attuale)

Sono costituiti da materiali prevalentemente limosi – limoso argilloso sabbiosi che possono includere blocchi e massi rocciosi di dimensione variabile; questi ultimi in genere presentano disposizione caotica; formano superfici ad acclività variabile sono identificati da depositi di versante di poligenetici e da accumuli di frana di colata, debris flow, attivi e quiescenti non attivi.

DOMINIO SUB-LIGURE

ARENARIE DI PONTE BRATICA – APB (RUPELIANO P.P. - CHATTIANO)

Arenarie torbiditiche a grana fine e molto fine in strati uniformi e sottili (10-20 cm), alternate a peliti grigio-verdine. Rari straterelli calcarei con patina di alterazione rossastra. Sequenze più frequenti di tipo Tce.

ARGILLE E CALCARI DI CANETOLO – ACC (EOCENE INF. – MEDIO)

Peliti grigio - scure o nere da fogliettate a scagliose a cui si intercalano strati sottili e medi di calcilutiti marnose o silicee grigio-chiare, calcareniti grigio-scure talora in strati spessi, areniti fini e siltiti; sono presenti strati medi e spessi di torbiditi calcarei o calcareo marnose talvolta gradate, con base calcarenitica o calciruditica di bioclasti.

CALCARI DI GROPPO DEL VESCOVO – CGV (PALEOCENE SUP - EOCENE)

Calcare microcristallino grigio, il quale ha origine torbiditica, ossia si è formata per la risedimentazione di una corrente di torbida sul fondo del bacino oceanico ligure-piemontese. questa formazione rocciosa fa parte di un complesso di formazioni raggruppate nella "Falda Sub-ligure", costituita prevalentemente da argille brune e strati calcarei piegati e deformati in maniera molto caratteristica (Argille e Calcari di Canetolo).

CENNI DI GEOMORFOLOGIA

L'area studiata è stata interessata, in passato, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modificatori di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento e la gravità, oltre all'uomo che, sia in passato che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali di tale parte di territorio, che attualmente si mostra a discreto grado di antropizzazione.

La zona in esame si situa in corrispondenza della porzione mediana di un pendio in origine mediamente acclive e declinante in direzione est.

Dagli strumenti cartografici territoriali, congiuntamente al rilevamento geomorfologico di dettaglio eseguito, si evince come il sito in esame si collochi in corrispondenza della porzione medio sommitale e laterale di un movimento franoso, a cinematisma complesso, attualmente classificato in stato di quiescenza (a2g).

Suddetto dissesto presenta una larghezza circa pari a 300 m ed una estensione verso valle prossima a 600 ÷ 800 m; l'unghia della frana si colloca in corrispondenza della sponda sinistra dell'asta fluviale del Rio Lonsetta.

Cenni di idrogeologia

Al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, per ciascuna verticale d'indagine è stata misurata l'eventuale presenza di battente idrico sotterraneo, rilevando, nello specifico, i seguenti dati:

DPSH1	Foro chiuso a – 1,70 m da p.c.
DPSH2	Foro vuoto.
DPSH3	Foro vuoto
DPSH4	Foro chiuso a – 1,20 m da p.c.
DPSH5	Foro vuoto
DPSH6	Foro chiuso a – 3,30 m da p.c.

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

Si ricordi che gli orizzonti superficiali, essendo caratterizzati da forte rimaneggiamento sia atmosferico che trattativo, oltre che dalla presenza di riporti antropici, **possono essere sede di battente idrico sotterraneo effimero o venute locali d'acqua**, legate ai periodi di precipitazione meteorica intensa e a fenomeni di infiltrazione dalla superficie, provenienti dal comparto di monte.

MODELLO GEOLOGICO

Ampliamento stalla (DPSH1 – DPSH2 – DPSH3)

Le indagini geognostiche eseguite in corrispondenza di suddetto comparto hanno riconosciuto la presenza di un orizzonte superficiale costituito da litotipi coesivi, a medio basso grado di consistenza, al cui interno sono presenti rari livelli a maggior grado di consistenza, attribuibili a termini litoidi fortemente alterati e/o riporti antropici (**UGT1**). La base di suddetta unità si pone a profondità prossime a $-0,6 \div -0,8$ m in corrispondenza delle verticali DPSH2 e DPSH3, con un locale approfondimento sino a $-2,6$ m sulla restante verticale DPSH1.

Fa seguito una sequenza costituita da litotipi medio fini a comportamento coesivo, a medio grado di consistenza, al cui interno si denota un incremento di trovanti litoidi a maggior grado di consistenza (**UGT2**); la porzione basale di tale unità si colloca a profondità generalmente variabili tra $-3,8$ e $-4,0$ m in corrispondenza delle verticali DPSH1 e DPSH3, con un locale e moderato approfondimento sulla restante verticale DPSH2 ($-5,2$ m p.c.).

Sono, quindi, stati intercettati termini litoidi fortemente alterati, a medio elevato grado di consistenza (**UGT3**); la potenza di suddetto orizzonte risulta generalmente pari a $1,0$ m. Esclusivamente in corrispondenza della verticale DPSH3, l'elevato grado di consistenza di suddetti materiali ha determinato il rifiuto all'avanzamento e la conseguente interruzione dell'indagine geognostica.

Ove è stato possibile oltrepassare UGT3, è stato intercettato un secondo orizzonte litoide contraddistinto da un ulteriore incremento del grado di consistenza e, al contempo, minor grado di alterazione (**UGT4**).

L'interpretazione geologica di suddetta struttura litoide risulta di non univoca interpretazione; infatti, in relazione al contesto geologico – geomorfologico in esame, tale livello potrebbe essere riconducibile a trovanti litoidi, seppure fratturati, contraddistinti da elevata consistenza meccanica, o, in alternativa, all'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso, ivi riconducibile alla Formazione delle Arenarie di Ponte Bratica (**ARB**).

Hangar (DPSH4 – DPSH5 – DPSH6)

In corrispondenza di suddetto comparto le sequenze litomeccaniche hanno inizio con un orizzonte costituito da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio basso grado di consistenza, al cui interno sono diffusi riporti eterometrici ed eterogenei di natura antropica, a maggior grado di consistenza (**Riporti**); lo spessore di suddetta unità risulta all'incirca metrico.

La successione litotecnica prosegue, dunque, con litotipi medio fini a comportamento prettamente coesivo, a medio basso grado di consistenza, al cui interno sono presenti rari termini litoidi fortemente alterati a maggior

grado di consistenza relativa (**UGT1**); la base di suddetta unità si pone a profondità generalmente variabili tra – 2,8 e – 3,6 m rispetto al piano di esecuzione delle indagini.

Fa seguito un orizzonte analogo a quello testé descritto, ma presentante un moderato incremento sia nel grado di consistenza della massa di fondo sia dei termini litoidi immersi al suo interno (**UGT2**); la porzione basale di tale unità si colloca a profondità generalmente variabili tra – 4,6 e – 5,2 m da p.c.

La sequenza litomeccanica prosegue, quindi, con termini litoidi fortemente alterati, a medio elevato grado di consistenza (**UGT3**); la potenza di suddetto orizzonte risulta generalmente pari a 2,0 m.

Anche in tale settore, oltre la base di UGT3, è stato intercettato un secondo orizzonte litoide contraddistinto da un ulteriore incremento del grado di consistenza (**UGT4**).

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA

CONDIZIONI DI STABILITÀ DEL VERSANTE

L'area in esame si colloca nella porzione mediana di un versante declinante verso est, in corrispondenza del quale insiste un processo gravitativo, a cinematisma complesso, attualmente classificato in stato di quiescenza.

In relazione a quanto sinora esposto, in merito al contesto geologico geomorfologico all'interno del quale si colloca l'intervento edificatorio in progetto, la campagna d'indagini realizzata risulta forzatamente non esaustiva per una corretta definizione di un modello di calcolo quantitativo sul quale impostare le verifiche di stabilità dell'intero versante in analisi (il dissesto gravitativo quiescente risulta molto esteso ed articolato).

Si è, quindi, deciso di applicare un'analisi qualitativa per la stima della stabilità locale mediante una metodologia, proposta ed approvata dalla Regione Emilia-Romagna, che prende in considerazione alcuni fattori responsabili dell'instabilità, attribuendo un peso specifico a differenti classi.

I parametri selezionati sono:

- acclività dei versanti;
- costituzione geolitologica;
- giacitura degli strati rispetto al versante;
- uso del suolo.

La propensione all'instabilità del comparto in esame viene calcolata tramite la somma dei pesi attribuiti alle classi di ciascun fattore considerato; il valore finale, compreso tra 0 e 23, consente di stabilire la propensione dei versanti alla potenziale instabilità.

Tabella riassuntiva delle classi e relativi pesi.

Peso	Classe di instabilità
Da 0 a 4	Massima
Da 5 a 8	Forte
Da 9 a 12	Media
Da 13 a 16	Limitata
Da 17 a 23	Situazione stabile

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

Nel caso in esame:

FATTORI CONSIDERATI	VALORI MEDIATI
Inclinazione (10 – 20 %)	+1
Litologia: Cumuli di paleofrana	+2
Giacitura degli strati: strati a traverpoggio ($\beta = 5^\circ - 30^\circ$, $\alpha = 10^\circ - 60^\circ$)	+7
Uso del suolo: prato – pascolo, pascoli arborati, castagneto da frutto, aree urbane e improduttive.	0
Totale:	10

La somma dei singoli pesi colloca il sito all'interno di un'area a media instabilità, in accordo con il quadro geomorfologico dell'area.

Non si registrano, nell'area, evidenze di riattivazione del movimento gravitativo, indicazioni corroborate anche dalla memoria storica dei residenti.

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

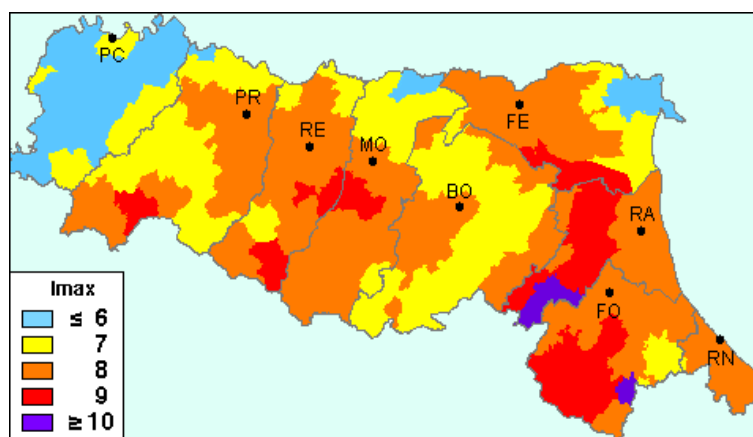
Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area d'intervento corrispondono a:

10,27337 ÷ 44,41555

(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica – DM 17/01/18)

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Ventasso, il Catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (*D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996*) documenta eventi sismici giungenti al 7° – 8° grado della Scala *Mercalli - Cancani – Sieberg*, con intensità massima corrispondente ad $M = 4,5 \div 5,6$, come evidenziato nella seguente figura.



Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS.

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Ventasso, il Database Macrosismico DBMI15, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 (Gruppo di lavoro CPTI, 2015 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

Storia sismica di Ventasso Osservazioni disponibili: 18

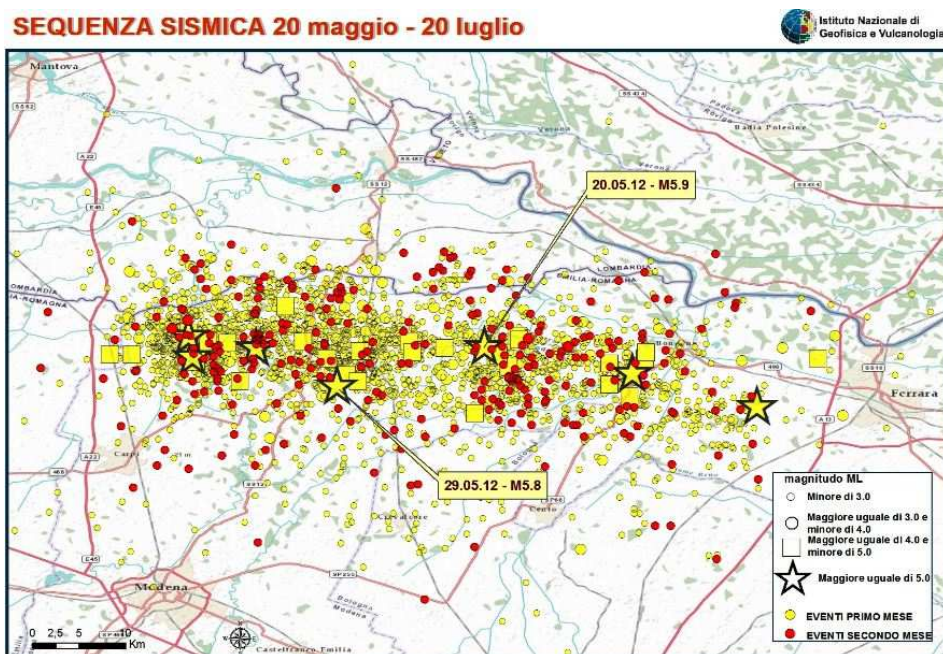
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
8	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
4-5	1957	10	25	23	02	0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
5	1963	01	08	13	51		Appennino reggiano	3	5	4.16
4-5	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
5	1986	10	01	19	53	3	Lunigiana	68	5	4.46

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

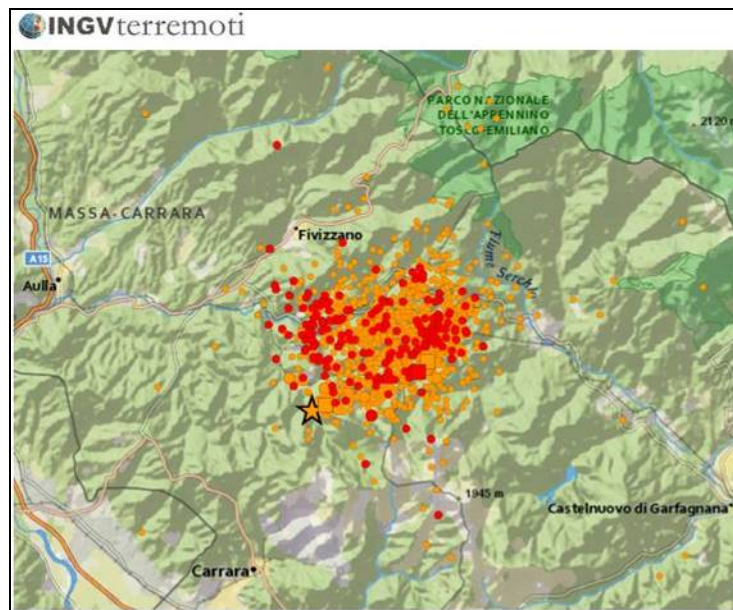
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
2-3	1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4	4.04
4-5	1995	03	03	16	16	4	Lunigiana	43	5	4.20
4-5	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
2	1996	07	11	19	09	2	Lunigiana	80	5	4.06
4-5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3-4	1997	12	24	17	53	1	Garfagnana	98	5	4.33
NF	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2000	10	03	01	12	3	Frignano	62	5	4.22
NF	2002	06	08	20	13	0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002	06	19	22	11	1	Frignano	52	3	4.03
5	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36

Storia sismica del comune di Ventasso.

A detti dati vanno aggiunti quelli relativi ai recenti eventi sismici, datati 20/05/2012 e 29/05/2012 che hanno presentato intensità pari a $MW = 5.8 \div 5.9$, la cui distribuzione areale è presentata nella figura seguente.



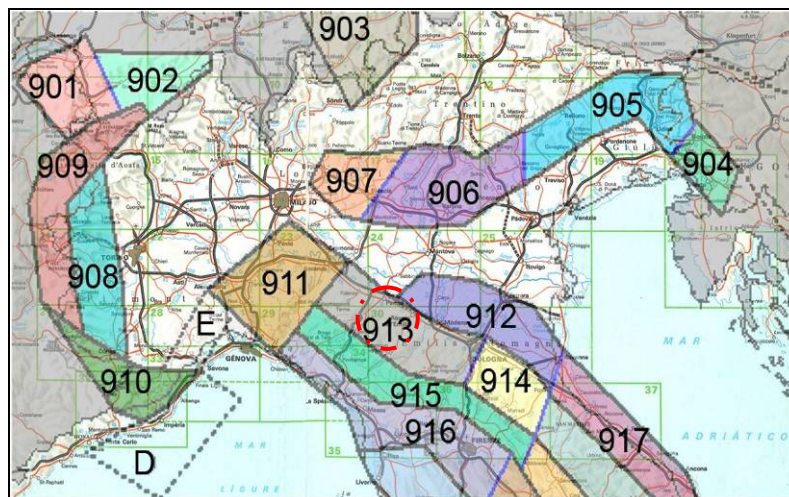
L'ultima sequenza sismica significativa rilevata dai sismografi che ha coinvolto il centro – nord Italia è stata quella che ha coinvolto la Lunigiana e la Garfagnana nel Giugno – Luglio 2013; l'evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a $MW = 5.2$.



Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la Garfagnana – Lunigiana.

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, nella maggior parte dei casi, nei primi 15 ÷ 25 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale.

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla zona sismogenetica 913. La componente cinematica principale, la quale regola la distribuzione degli sforzi all'interno di suddetta fascia, è di tipo compressivo (prevalentemente *thrust*) legata all'accavallamento delle propaggini del fronte appenninico sepolto sotto i sedimenti della pianura padana.

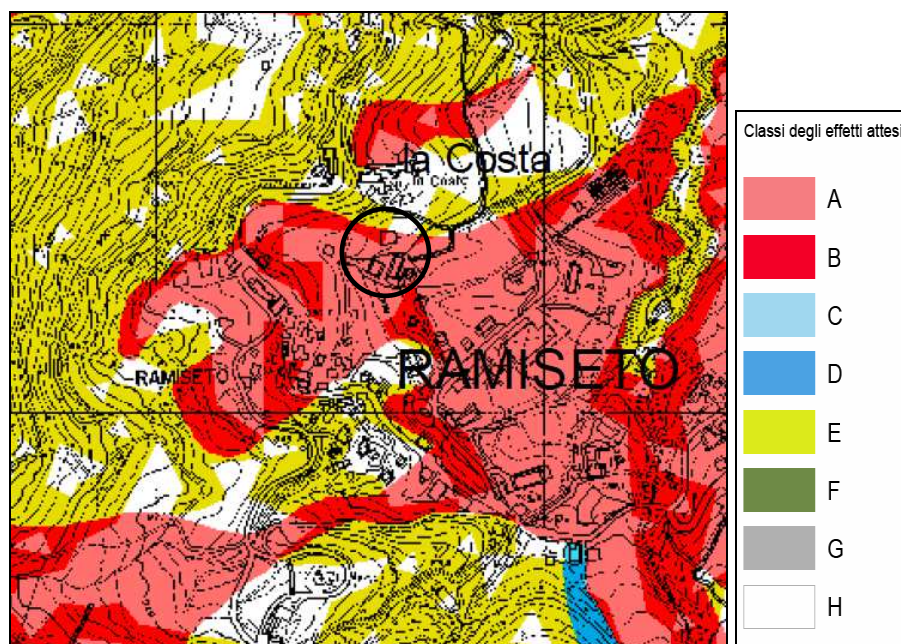


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004).

EFFETTI ATTESI E LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

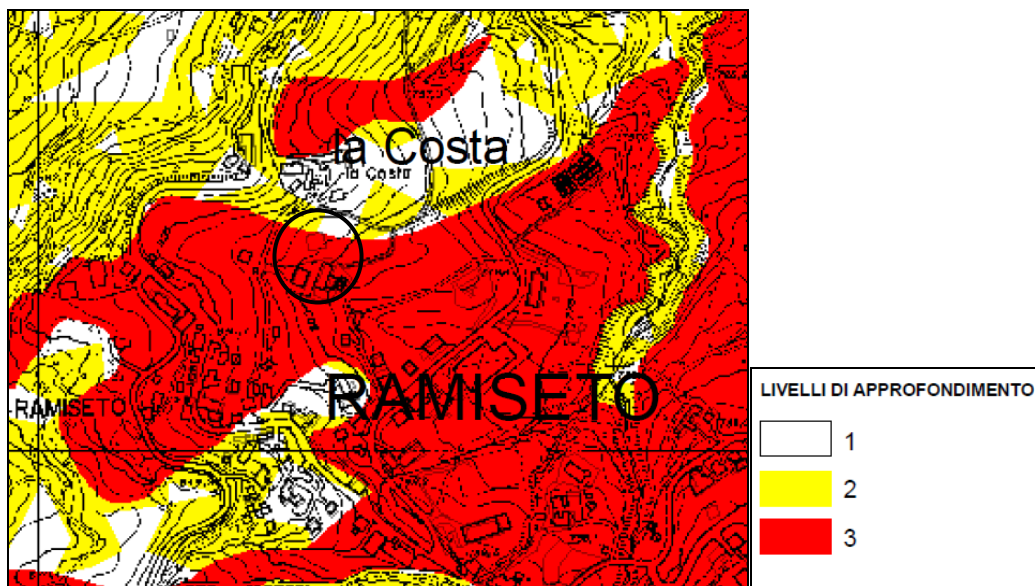
Dall'estratto della "Carta delle aree suscettibili di effetti attesi" del PTCP vigente della Provincia di Reggio Emilia, si rileva che il terreno oggetto di indagine ricade nell'ambito delle aree suscettibili di amplificazione stratigrafica e, al contempo, instabilità di versante (Rif. PTCP: Classe A).

Per questi ambiti viene richiesto un approfondimento di indagine di III livello.



		EFFETTI ATTESI				
CLASSI		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITÀ DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A		X		X		
B		X	X	X		
C		X				
D		X	X			
E			X			
F		X				X
G		X			X (potenziale)	
H						

Rischio sismico: Carta degli effetti attesi- PTCP - allegato P9a - sezione 217SE



Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento- PTCP - allegato P9b - sezione 217SE.

IDENTIFICAZIONE CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

La definizione del valore $V_{s_{eq}}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nel primo sottosuolo) si è determinata mediante la relazione:

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

$$V_{s_{eq}} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove:

H = spessore totale (in m) dei terreni di copertura, o profondità del tetto del bedrock sismico,

h_i = spessore (in m) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m),

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m),

N = numero di strati.

Nel caso di substrato sismico riscontrabile a profondità superiori di – 30 m dal piano di posa fondale, risulta:

$$V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$$

I dati acquisiti denotano come i primi orizzonti del sottosuolo siano contraddistinti da velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , profondità e spessori come riportato nella seguente tabella.

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]	V_s [m/sec]
1	1,0 ÷ 2,1	1.1	292
2	2,1 ÷ 5,7	3.6	268
3	5,7 ÷ 10,6	4.9	487
4	10,6 ÷ 17,0	6.4	472
5	17,0 ÷ 31,0	14	487

Per il metodo di acquisizione sopra descritto si è ottenuto, il seguente valore di velocità $V_{s_{eq}}$:

$$V_{s_{eq}} = V_{s_{30}} = 431 \text{ m/sec}$$

Dai parametri sopra esposti e dalle caratteristiche geotecniche delle verticali delle prove eseguite, risulta come i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la probabile quota di incastro delle nuove fondazioni, siano attribuibili a:

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

AZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

CLASSE DELL'OPERA

L'intervento in progetto è caratterizzato dalla seguente classe d'opera e dai relativi parametri di definizione dell'input sismico.

	Classe	II
Vita nominale	Vn	50 anni
Coefficiente d'uso	Cu	1,0
Vita di riferimento	Vr	50 anni

AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 17/01/18, per l'area in esame, considerando strutture di classe II (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1,0$; vita di riferimento $V_r = 50$ anni), risultano i seguenti valori di accelerazione di riferimento al suolo e parametri per il calcolo degli spettri di risposta di riferimento, in funzione dei diversi stati limite considerati:

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_{c*} (s)
SLO	30	0.059	2.465	0.246
SLD	50	0.075	2.446	0.258
SLV	475	0.178	2.461	0.291
SLC	975	0.223	2.477	0.302

dove:

SLO = Stato limite di operatività; $P_{vr} = 81\%$; SLD = Stato limite di danno; $P_{vr} = 63\%$; SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; $P_{vr} = 10\%$; SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; $P_{vr} = 5\%$; a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo; F_0 = fattore di amplificazione; T_{c*} = inizio del tratto orizzontale dello spettro di risposta.

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO

L'area è caratterizzata da un coefficiente di amplificazione stratigrafica equivalente a **$S_s = 1,200$** .

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Per l'area in oggetto, si consiglia (in ragione dell'acclività originale dell'area e della presenza di un fenomeno franoso quiescente) di considerare un coefficiente di amplificazione topografica pari a **$S_T = 1,200$** .

PRINCIPALI COEFFICIENTI DI ACCELERAZIONE SISMICA

Alla luce degli studi effettuati nella presente relazione, i terreni di fondazione saranno sottoposti ad un'accelerazione sismica quantificabile secondo i seguenti principali parametri dinamici:

	D.M. 17/01/2018
Latitudine (ED50)	44.41555
Longitudine (ED50)	10.27337
Vita nominale struttura	50 anni
Classe struttura opera	II
Coefficiente d'uso	1,0
Vita di riferimento struttura	50 anni
N_{SPT30}	431 m/sec

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento (SLV)	0,178
Coefficiente di amplificazione stratigrafico	1,200
Coefficienti di amplificazione topografico	1,200
F_{0SLV}	2,461
$T_{C_{SLV}}$	0,291
Coefficiente di riduzione sismico $\beta = 0,24$ (pendio naturale)	
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,061$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,030$
a_{max}/g	0,256

CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO DI III LIVELLO

CENNI METODOLOGICI

In relazione alla pericolosità sismica del sito in esame, si è svolta l'analisi di III livello sismico relativa al fattore di amplificazione.

L'analisi della risposta sismica locale è quindi stata sviluppata attraverso l'utilizzo del software gratuito STRATA, mentre la ricerca dei gruppi di accelerogrammi da utilizzare è stata condotta sul sito internet https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet_32/#/rexel sulla base dei valori di magnitudo (M) e distanza (D) che contraddistinguono il sito in esame.

La ricerca condotta ha permesso di selezionare i seguenti accelerogrammi:

Comb.	ID registrazione	ID ITACA	MW	Dist. epicentrale [km]	Classe EC8	Fattore di scala
1	IV.T1256..HN.EMSC-20161030_0000029	EMSC-20161030_0000029	6.6	20.5	A	E: 1.00
1	IV.T1213..HN.EMSC-20161030_0000029	EMSC-20161030_0000029	6.6	12.6	A	E: 1.00
1	IV.TERO..HN.EMSC-20161026_0000095	EMSC-20161026_0000095	5.9	49.6	A	E: 1.00
1	E.SRC0.00.HN.IT-1976-0030	IT-1976-0030	6.0	15.8	A	N: 1.00
1	IT.ASS..HN.IT-1997-0137	IT-1997-0137	5.6	31.1	A	N: 1.00
1	IV.T1256..HN.EMSC-20161030_0000029	EMSC-20161030_0000029	6.6	20.5	A	N: 1.00
1	IV.FEMA..HN.EMSC-20160824_0000006	EMSC-20160824_0000006	6.0	32.9	A	N: 1.00

L'elaborazione ha consentito di ricavare i seguenti spettri di accelerazione, presentati unitamente alla funzione media (opportunamente ricavata, di colore rosso) e allo spettro di riferimento per il sito in esame (di colore nero).

I dati d'ingresso sono stati ricavati inserendo nel foglio di calcolo ministeriale le coordinate geografiche (esprese in ED50) del sito in analisi.

All'interno di suddetta maschera di calcolo, si recuperano i dati necessari per ricostruire gli spettri di risposta normalizzati del sito in esame alle seguenti condizioni:

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

- condizioni di campo libero (*free - field*) su suolo rigido (categoria sottosuolo A, $V_s > 800$ m/s) indicato dal grafico di colore nero;
- sulla base di quanto desunto dalle prospezioni geofisiche, dal valore di V_{s30} desunto e dalla conseguente attribuzione del sito in analisi ad una specifica categoria di sottosuolo, è possibile determinare lo spettro di risposta maggiorato del coefficiente di amplificazione stratigrafico (S_s); tale grafico è indicato dalla linea di colore fucsia.

Dal punto di vista prettamente operativo, per ogni singolo accelerogramma considerato, il software STRATA per la determinazione del fattore di amplificazione stratigrafico, richiede che sia inserita la stratigrafia del sito in analisi e la profondità desunta alla quale si riscontra il bedrock sismico.

Per ogni sismo-orizzonte occorre indicare il *soil type*, lo spessore (espresso in metri), il peso di volume (espresso in kN/m^3) e la velocità di propagazione delle onde di taglio (m/sec).

A ciascun numero di *soiltype*, corrisponde una tipologia granulometrica e fisica di suolo e, di conseguenza, una relativa curva di decadimento, messa a disposizione dal programma.

Il codice di calcolo mediante i parametri inseriti desume, mediante ripetute iterazioni, il modulo di taglio G_{MAX} (MPa) per ogni singolo orizzonte; inoltre, nel caso si disponga di prove di laboratorio dinamiche (quali colonne risonanti o taglio ciclico) è possibile inserire tali valori manualmente, oltre alle curve di decadimento, al fine di raffinare ulteriormente la stima del fattore di amplificazione.

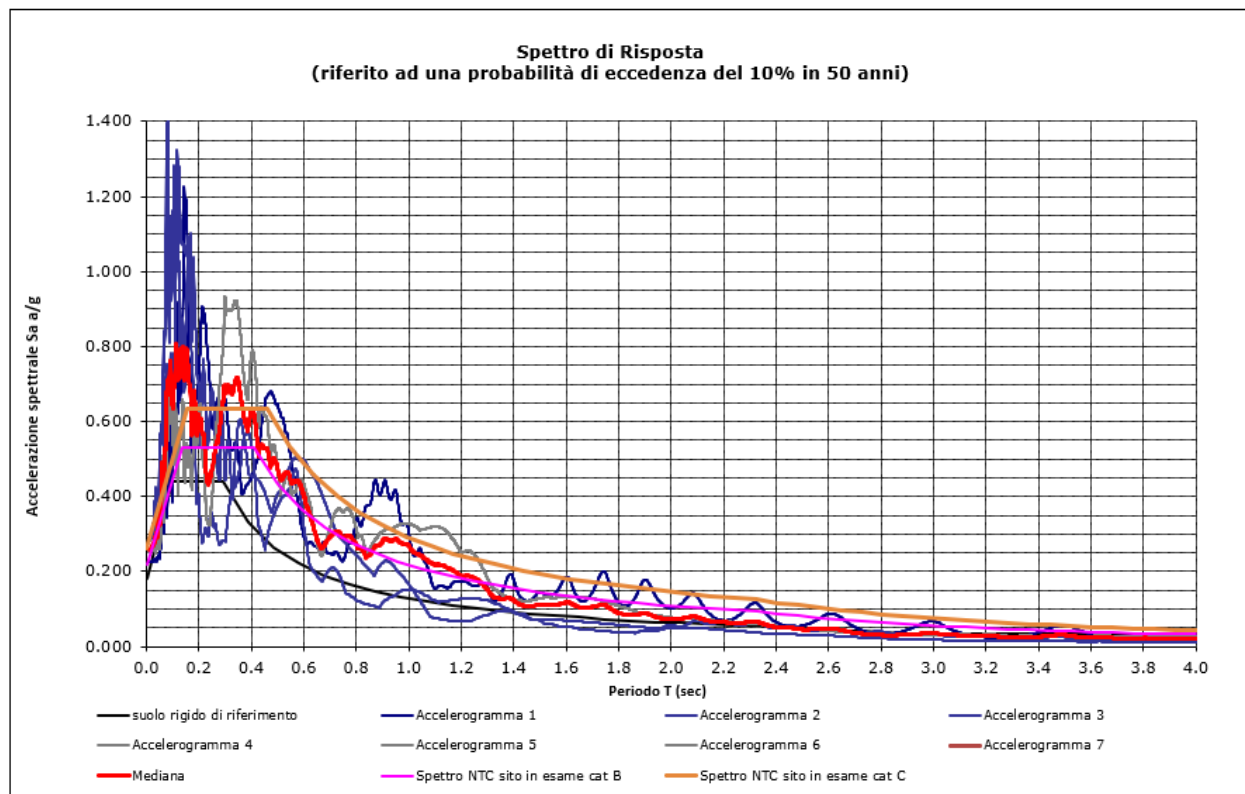
DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA RELATIVO AL SITO IN ANALISI

Per lo studio della risposta sismica del sito in esame si è scelto di utilizzare come input di riferimento quello ottenuto applicando allo spettro di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita, calcolato su suolo rigido (ovvero il bedrock sismico), un coefficiente d'uso per una struttura di classe II ($C_u = 1,0 \rightarrow V_r = 50$ anni). La stratigrafia del sottosuolo e le sue caratteristiche litostratigrafiche e sismiche sono state desunte da uno stendimento sismico integrato Re.Mi. – MASW.

Qui di seguito si riporta la stratigrafia ed i parametri di input adottati per le simulazioni mediante il software STRATA:

Name	Unit Weight (kN/m^3)	G/G_max Model	Damping Model
1	18.50	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay
2	19.50	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay
3	20.50	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand
4	21.00	Attenuation of rock average and damping in rock	Attenuation of rock average and damping in rock
5	21.50	Attenuation of rock average and damping in rock	Attenuation of rock average and damping in rock

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	2.10	1	292.00
2	2.10	3.60	2	268.00
3	5.70	4.90	3	487.00
4	10.60	6.40	3	472.00
5	17.00	18.00	3	487.00
6	35.00	15.00	4	550.00
7	50.00	15.00	5	650.00
8	65.00	Half-Space	Bedrock	750.00



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

La definizione dell'amplificazione del moto sismico tra *bedrock* sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli precedentemente illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI_0 , è definita come:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T, \xi) dt$$

Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame. Gli estremi dei periodi di integrazione sono in genere funzione dei periodi strutturali della tipologia di edifici presenti nell'area in esame.

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

Nel contesto del presente studio, l'approccio per la determinazione dei periodi di integrazione è stato effettuato considerando le caratteristiche delle tipologie strutturali previste in progetto ed analizzando le variazioni dei fattori di amplificazione in funzione dei diversi periodi esaminati.

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti gli intervalli di periodi per la determinazione dei valori di intensità spettrale, presentati nella tabella seguente.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	1,455	
FA IS 0,1 ÷ 0,2	1,590	0,56 – 0,81
FA IS 0,2 ÷ 0,3	1,230	0,43 – 0,69
FA IS 0,3 ÷ 0,4	1,760	0,57 – 0,71
FA IS 0,4 ÷ 0,5	1,810	0,47 – 0,62
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,760	0,24 – 0,46

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

PRINCIPALI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO

Pga di riferimento	0,178
Coefficiente di amplificazione litologica Ss	1,455
Coefficienti di amplificazione topografico St	1,200
a_{max}/g	0,311
coefficiente sismico orizzontale	0,075
coefficiente sismico verticale	0,037

SPETTRO REGOLARIZZATO SECONDO ORD. N° 55

Con riferimento a quanto indicato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di lavoro MS, 2008), gli studi di MS3 forniscono utili indicazioni per la progettazione delle nuove costruzioni e degli interventi sulle costruzioni esistenti.

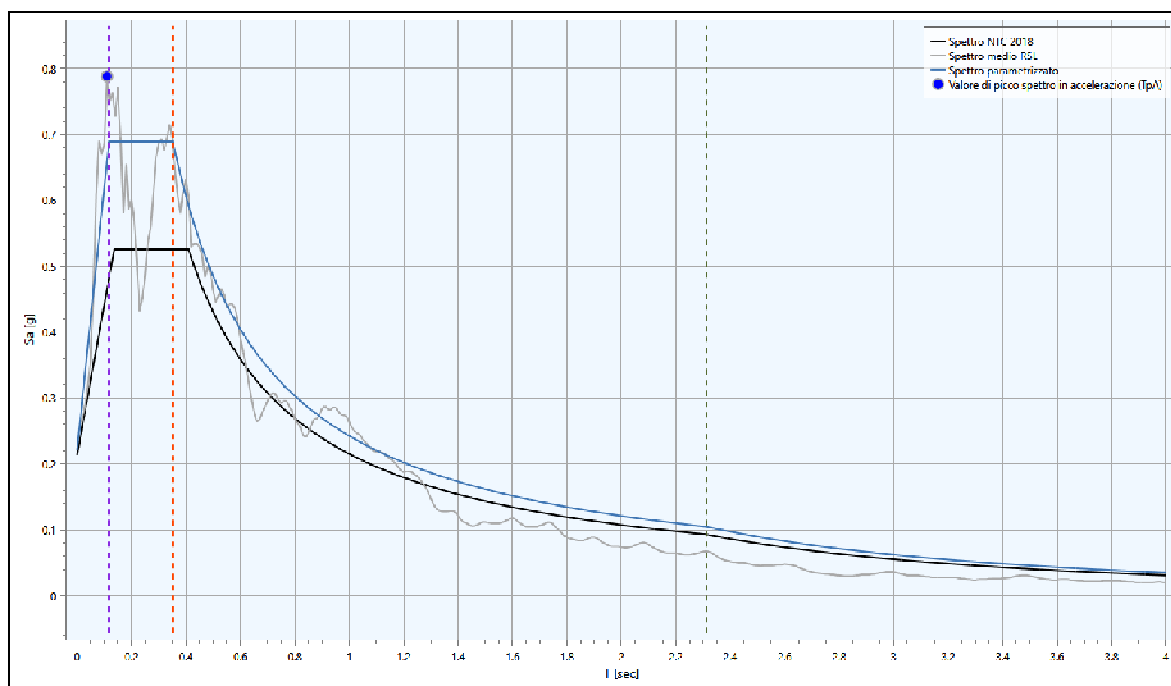
Al fine di definire lo spettro elastico di progetto, il progettista delle strutture dovrà confrontare lo spettro di risposta medio regolarizzato (di seguito riportato) ottenuto dallo studio di MS3 della microzona di interesse con quello ottenuto con l'approccio semplificato della normativa sismica, per la categoria di sottosuolo in corrispondenza del manufatto e per il tempo di ritorno di 475 anni.

L'intervallo di periodi da considerare per il confronto tra lo spettro di MS3 e quello di norma dell'approccio semplificato è determinato considerando i periodi di vibrazione di interesse dell'opera nelle due direzioni principali, ossia il minore, T_{min} , e il maggiore, T_{max} , dei tre periodi di vibrazione dell'edificio (inteso come struttura tridimensionale) con massa partecipante più elevata, tenendo anche conto dell'elongamento degli stessi durante la risposta sismica (Tale intervallo è compreso tra T_{min} e $2T_{max}$).

In questo intervallo dovranno essere valutate le seguenti due condizioni:

1. lo spettro di MS3 supera puntualmente in misura maggiore del 30% lo spettro semplificato di norma;
2. l'integrale dello spettro di MS3 è superiore del 20% rispetto al corrispondente integrale dello spettro semplificato di norma.

Se nessuna delle due condizioni è verificata, è possibile utilizzare l'approccio semplificato della normativa sismica.

**Spettri regolarizzato secondo Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018.**

Parametrizzazione RSL			Parametri spettro regolarizzato	
TpA	[sec]	0.11	F0	3.12
0.5 TpA	[sec]	0.06	S	1.24
1.5 TpA	[sec]	0.17	Tb	[sec] 0.12
Sa,medio	[g]	0.69	Tc	[sec] 0.35
TpV	[sec]	0.95	Td	[sec] 2.31
0.8 TpV	[sec]	0.76	Amax	[g] 0.221
1.2 TpV	[sec]	1.14		
Sv,medio	[g*s]	0.0386		

Parametri per la costruzione dello spettro normalizzato.

Le analisi dei dati ricavati da approfondimenti di III livello evidenziano come **i coefficienti di amplificazione stratigrafica siano superiori** rispetto a quelli presentati dello spettro del D.M. 17/01/2018, in particolare tra i periodi di vibrazione compresi tra 0,1 e 0,4 secondi.

FREQUENZA PRIMARIA TERRENI DI FONDAZIONE

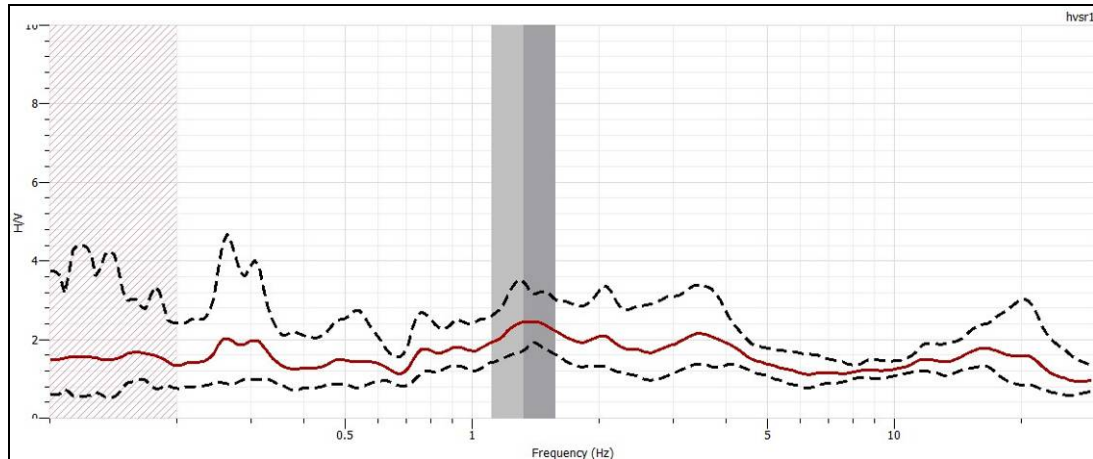
Nell'area di intervento, sono state effettuate n°2 acquisizioni di microtremori ambientali mediante un sismometro GEOBOX SARA ad elevata dinamica; esse sono state effettuate campionando il segnale a 128 Hz, per una durata di 20 minuti. Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o *metodo di Nakamura*).

L'ipotesi alla base della metodologia è che essendo i microtremori causati prevalentemente dalle onde di Rayleigh, la componente verticale del moto non subisce fenomeni di amplificazione in corrispondenza di marcati contrasti di impedenza sismica, mentre detto fenomeno avviene per le componenti orizzontali, soprattutto in corrispondenza della frequenza fondamentale di risonanza (F_0) dei terreni indagati. Eseguendo quindi il rapporto

tra gli spettri di frequenza orizzontale e verticale (H/V) si ottiene un grafico in cui si evidenziano le frequenze in cui si hanno i maggiori effetti di amplificazione locale.

Le elaborazioni HVSr dei dati acquisiti hanno evidenziato i risultati riportati nelle figure di seguito, in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

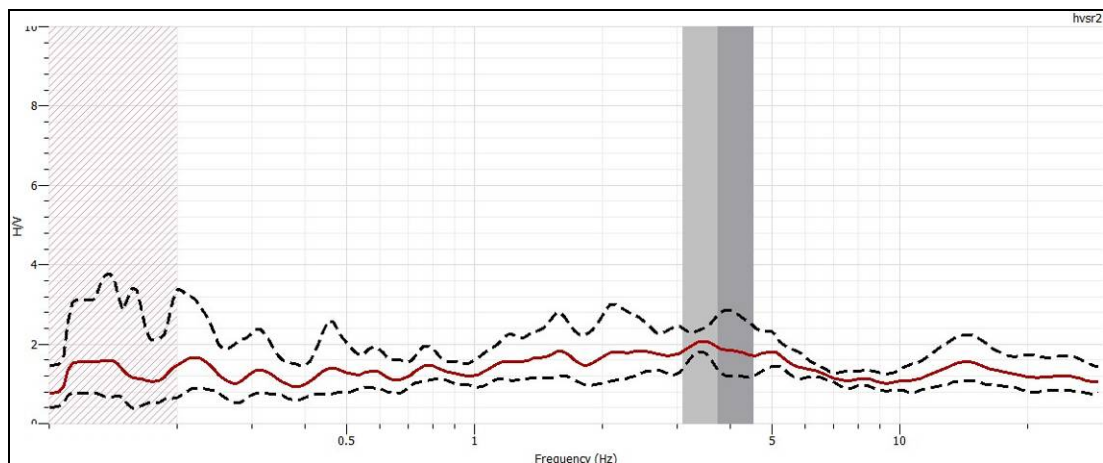
HVSr1



I dati ricavati evidenziano un picco principale individuabile a frequenze generalmente pari a $f_0 = 1,32 \text{ Hz}$, pari ad un periodo di $T_0 = 0,76 \text{ s}$ ed un picco secondario ad una frequenza pari a $f_1 = 3,39 \text{ Hz}$ (equivalente ad un periodo $T_1 = 0,294 \text{ s}$). Detti picchi fanno riferimento a contrasti di impedenza profondi.

Si registra, inoltre, un picco di frequenza a $f_2 = 20,5 \text{ Hz}$ ($T_2 = 0,049 \text{ s}$), correlabile al tetto dell'unità geotecnica UGT3.

HVSr2



Le rilevazioni identificano un picco principale individuabile ad una frequenza prossima a $f_0 = 3,72 \text{ Hz}$ (equivalente ad un periodo $T_0 = 0,269 \text{ s}$). È, inoltre, rilevabile un picco a $f_1 = 14 \text{ Hz}$ ($T_1 = 0,071 \text{ s}$), attribuibile al contrasto di impedenza generato dal tetto del secondo orizzonte litoide a minor grado di alterazione (UGT4).

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

In fase progettuale, si dovrà appurare che non occorranو fenomeni di doppia risonanza sismica, in funzione dei periodi di vibrazione sopra esposti.

ANALISI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'analisi della sequenza litomeccanica evidenzia che i terreni, riscontrati nel primo sottosuolo, sono costituiti da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio - bassa consistenza, seguiti da litotipi litoidi, costituenti il substrato roccioso.

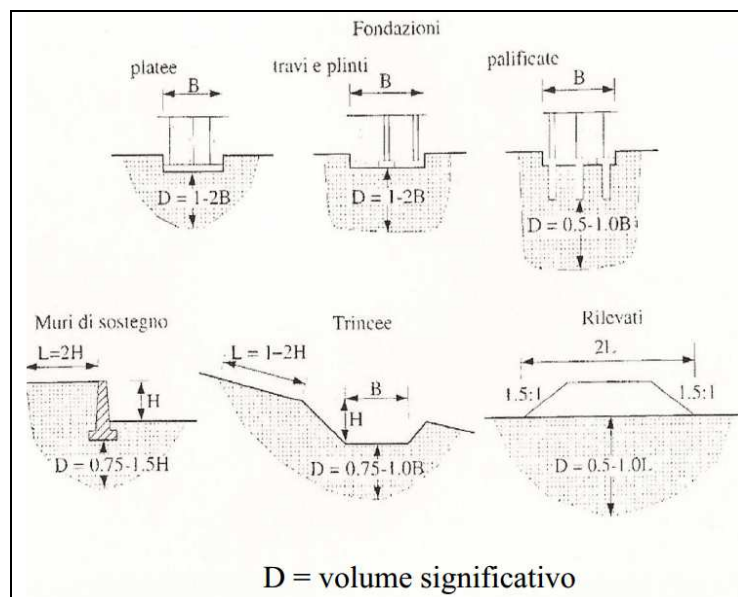
In tutti i suddetti litotipi la percentuale in componenti fini (diametri minori di 0,005 mm) è superiore al 20%; inoltre il grado di consistenza dei litotipi litoidi risulta notevolmente elevato.

Dette caratteristiche evidenziano come i terreni del sito non siano suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI – MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO**VOLUME SIGNIFICATIVO E PIANO DI INDAGINE**

Le attuali norme vigenti in materia di costruzioni prevedono che sia indagata la porzione di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Tale orizzonte è definito volume significativo e al suo interno si sviluppano e si dissipano le pressioni esercitate dalla struttura.

In relazione alla scelta della tipologia fondale e del piano di posa, la forma e le dimensioni del volume significativo possono subire delle variazioni, a tratti anche significative, come evidenziato nella figura seguente.

**Identificazione del volume significativo.**

In relazione alle caratteristiche progettuali dell'opera, sono state realizzate complessivamente sei prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, protratte sino al rifiuto all'avanzamento; il piano di lavoro descritto, unitamente allo studio geofisico realizzato, con approfondimenti sismici di III livello, risponde alle richieste normative.

INCERTEZZE INTERPRETATIVE E METODOLOGICHE RELATIVE ALLA RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO - SISMICO.

È opportuno soffermarsi sul grado di interpretazione dei dati analizzati e sulle incertezze intrinseche dei metodi utilizzati e delle ricostruzioni effettuate, che assumono carattere soggettivo.

- Le indagini geognostiche hanno consentito di definire con buon grado di dettaglio i valori di coesione non drenata nei litotipi più fini a comportamento coesivo e, in corrispondenza dei termini più grossolani, la corretta stima dell'angolo d'attrito. Gli altri parametri geotecnici presentati all'interno del suddetto documento tecnico sono stati desunti mediante correlazioni empiriche, ben note in letteratura, e dall'analisi comparativa di prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati su terreni relativi allo stesso contesto geologico - geomorfologico.

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

- L'esecuzione di prospezioni geofisiche di superficie (Re.Mi. – M.A.S.W.) presenta fisiologicamente un margine di errore noto in letteratura, oltre ad un alone di soggettività dipendente dalle scelte del soggetto elaboratore; tuttavia, quanto emerso da suddette analisi, conferma quanto individuato dalle indagini geognostiche. La realizzazione di tale indagine integrata consente di definire con buon grado di dettaglio i primi metri di sottosuolo mediante le prospezioni di tipo attivo (M.A.S.W.) le quali tendono a diventare meno precise con l'aumentare della profondità, ove invece le prospezioni geofisiche passive (Re.Mi.) aumentano di risoluzione.

SUCCESSIONE GEOTECNICA - ANALISI GEOMECCANICA DEI TERRENI

L'analisi geomeccanica dei parametri ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche è stata eseguita sia trasformando il numero colpi N in valori di resistenza alla punta dinamica, q_d , che in valori di resistenza alla punta statica, utilizzando il N colpi statisticamente significativo per orizzonti a caratteri meccanici simili. Il calcolo della resistenza alla punta dinamica, q_d , si è effettuato mediante la relazione energetica degli olandesi:

$$q_d = \frac{q^2 \cdot h \cdot g}{a[(q + P) \cdot g]e}$$

dove:

- q_d = resistenza alla punta, kgf/cm²;
- q = peso della massa battente, kgf;
- a = area della punta di infissione, cm²;
- P = peso massa aste e piano di battuta, kgf;
- e = avanzamento unitario, cm;
- g = accelerazione di gravità (m/sec²) · 10⁻².

I parametri geomeccanici sono stati ricavati trasformando i valori di N_{10} in N_{spt} equivalenti e quindi considerando le principali relazioni presenti in letteratura.

Per i termini prevalentemente coesivi sono state utilizzate le relazioni di Terzaghi o Sanglerat per la determinazione della coesione non drenata, di Stroud & Butter per la determinazione del modulo edometrico, il metodo di Righi con il q_c equivalente per la definizione dell'angolo di attrito; per i termini incoerenti la definizione dell'angolo di attrito risulta dall'utilizzo comparato delle relazioni di De Mello, Sowers e Meyerhof e la determinazione del modulo edometrico dalle formule di Farrent o Menzelbach & Malcev.

L'analisi è stata effettuata in termini statistici secondo il D.M. 17/01/2018 (si veda allegato "Analisi statistica dati penetrometrici"), ricavando i valori caratteristici del numero di colpi N_{20} per ognuna delle unità individuate e quindi estrapolando i parametri geotecnici di seguito evidenziati.

Ampliamento stalla (DPSH1 – DPSH2 – DPSH3)

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
UGT1: da p.c. a - 0,5 ÷ - 2,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi a medio basso grado di consistenza, al cui interno sono presenti rari trovanti a maggior grado di consistenza.	$N_{20k} = 2,44$ $N_{SPT\ k} = 3,66$	$\phi'_k = 21^\circ$ $c'_k = 6\text{ kPa}$ $c_{uk} = 33\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 18,3\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 4000\text{ kPa}$ $k_k = 8100\text{ kN/m}^3$
UGT2: da - 1,0 ÷ - 2,5 m a - 4,0 ÷ - 5,0 m p.c. Limi argillosi e argille limose alterati a causa del movimento franoso, con inclusi litoidi.	$N_{20k} = 5,45$ $N_{SPT\ k} = 8,18$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 10\text{ kPa}$ $c_{uk} = 55\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 19,9\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 7200\text{ kPa}$ $k_k = 15100\text{ kN/m}^3$
UGT3: da - 4,0 ÷ - 5,0 m a - 5,0 ÷ - 6,0 m p.c. Termini litoidi fortemente alterati a medio grado di consistenza.	$N_{20k} = 9,87$ $N_{SPT\ k} = 14,81$	$\phi'_k = 26^\circ$ $c'_k = 18\text{ kPa}$ $c_{uk} = 90\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 19,5\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 12600\text{ kPa}$ $k_k = 32500\text{ kN/m}^3$
UGT4: Oltre a - 5,0 ÷ - 6,0 m p.c. Termini ad elevato consistenza meccanica, attribuibili all'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Ponte Bratica (ARB).	$N_{20k} = 32,90$ $N_{SPT\ k} = 45,05$	$\phi'_k = 30^\circ$ $c'_{\text{ammasso}\ k} = 40\text{ kPa}$ $c_{u,\text{ammasso}\ k} = 250\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 22,0\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 35000\text{ kPa}$ $k_k = 105900\text{ kN/m}^3$

Ove: c_u = coesione non drenata; c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace; γ_n = peso dell'unità di volume; E_d = modulo edometrico; k = modulo di reazione; c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $c_{u,\text{disc}}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; c'_{ammasso} = coesione drenata ammasso; $c_{u,\text{ammasso}}$ = coesione non drenata ammasso.

Hangar (DPSH4 – DPSH5 – DPSH6)

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
Riporti: da p.c. a - 1,0 m p.c. Materiali eterometrici ed eterogenei, con diffusa presenza di riporto antropico.	$N_{20k} = 5,05$ $N_{SPT\ k} = 7,58$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 12\text{ kPa}$ $c_{uk} = 60\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 19,5\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 6700\text{ kPa}$ $k_k = 15500\text{ kN/m}^3$
UGT1: da - 1,0 m a - 2,5 ÷ - 3,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi a medio basso grado di consistenza, al cui interno sono presenti rari trovanti a maggior grado di consistenza.	$N_{20k} = 3,19$ $N_{SPT\ k} = 4,74$	$\phi'_k = 21^\circ$ $c'_k = 7\text{ kPa}$ $c_{uk} = 35\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 18,3\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 4400\text{ kPa}$ $k_k = 8900\text{ kN/m}^3$
UGT2: da - 2,5 ÷ - 3,5 m a - 4,5 ÷ - 5,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi a medio grado di consistenza, al cui interno sono diffusi trovanti a maggior grado di consistenza.	$N_{20k} = 6,36$ $N_{SPT\ k} = 9,54$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 12\text{ kPa}$ $c_{uk} = 58\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 19,5\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 8200\text{ kPa}$ $k_k = 17200\text{ kN/m}^3$
UGT3: da - 4,5 ÷ - 5,0 m a - 7,0 m p.c. Termini litoidi fortemente alterati a medio grado di consistenza.	$N_{20k} = 11,28$ $N_{SPT\ k} = 19,41$	$\phi'_k = 26^\circ$ $c'_k = 22\text{ kPa}$ $c_{uk} = 110\text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 20,0\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 16000\text{ kPa}$ $k_k = 41200\text{ kN/m}^3$

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

UGT4: Oltre a – 7,0 m p.c. Termini ad elevato consistenza meccanica, attribuibili all'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Ponte Bratica (ARB).	$N_{20k} = 23,10$ $N_{SPT\ k} = 33,04$	$\phi'_k = 30^\circ$ $c'_{ammasso\ k} = 40\text{ kPa}$ $c_{u, ammasso\ k} = 250\text{ kPa}$ $\gamma_{rk} = 22,0\text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 27000\text{ kPa}$ $k_k = 81700\text{ kN/m}^3$
--	---	---

Ove: c_u = coesione non drenata; c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace; γ_n = peso dell'unità di volume; E_d = modulo edometrico; k = modulo di reazione; c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $c_{u, disc}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; $c'_{ammasso}$ = coesione drenata ammasso; $c_{u, ammasso}$ = coesione non drenata ammasso.

TIPOLOGIA E PIANI DI APPOGGIO FONDALE

Ampliamento stalla

In funzione delle caratteristiche della successione litologico - geotecnica riscontrata nel primo sottosuolo, contraddistinto da sensibile variabilità litologica laterale e presenza di livelli decompressi, congiuntamente alla presenza di un manufatto antropico (di cui non si conoscono le caratteristiche fondali) è consigliabile prevedere la **realizzazione di fondazioni profonde**, armate per tutto il fusto, che si intestino abbondantemente all'interno dell'unità **UGT4 (il cui tetto è generalmente riscontrabile ad una profondità prossima a – 5,0 ÷ – 6,0 m p.c.)**.

Hangar

Anche in tal caso è consigliabile prevedere la **realizzazione di fondazioni profonde**, armate per tutto il fusto, che si intestino abbondantemente all'interno dell'unità **UGT4 (il cui tetto è generalmente riscontrabile, in tale area, ad una profondità prossima a – 6,5 ÷ – 7,0 m p.c.)**.

In alternativa, risulta possibile, **l'adozione di fondazioni dirette a platea**; in questo caso il piano di appoggio dovrà essere posto ad una profondità almeno pari a: **D = – 0,80 ÷ – 1,00 m p.c. o comunque all'interno del primo terreno naturale (UGT1)**.

Il possibile uso di fondazioni di tipo diretto è vincolato alla realizzazione necessaria di un sistema di raccolta e veicolamento delle acque che corrivano nell'area adiacente alla costruzione del fabbricato.

Appurato ciò, il piano di posa fondale può essere caratterizzato, **in via indicativa e preliminare**, dai seguenti valori di capacità resistente:

$q_a = 1,00\text{ kgf/cm}^2$
$R_{SLU} = 3,030\text{ kgf/cm}^2$
$R_{SLV} = 2,700\text{ kgf/cm}^2$

Le caratteristiche tipologiche e geometriche delle opere di fondazione saranno da verificarsi nel contesto delle progettazioni esecutive, con particolare attenzione, relativamente alle strutture profonde, ai seguenti aspetti:

- **Tecnica, diametro di perforazione e profondità delle fondazioni profonde (anche in relazione al nuovo profilo prescelto);**
- **Interasse e distribuzione nello spazio delle fondazioni profonde;**
- **Portate nominali e caratteristiche delle singole verticali d'indagine;**
- **Capacità resistente del sistema terreno-fondazioni profonde;**

Azienda Agricola Malpeli	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	---	---

- **Verifiche geotecniche volute dalle normative vigenti;**

Interazione tra perforazioni ed eventuale presenza di battente idrico sotterraneo.

ULTERIORI ACCORGIMENTI PER LA FASE PROGETTUALE E DI DIREZIONE LAVORI:

- Le unità geotecniche superficiali, essendo caratterizzate da processi di alterazione meteorica, infiltrazione da monte e dalla superficie e da lenti processi trattivi, possono presentare **battente idrico sotterraneo effimero o venute locali d'acqua, anche a quote superiori rispetto a quelle rilevate;** necessiterà, quindi, prevedere una possibile ed estemporanea saturazione idrica nei primi orizzonti del sottosuolo ai fini della fase di realizzazione sia delle fondazione dirette sia dell'eventuale esecuzione di verticali profonde.
- In relazione alle particolari caratteristiche del primo sottosuolo, contraddistinto da sensibile variabilità litologica laterale, è consigliabile la presenza di un tecnico abilitato, in fase di scavo e messa alla luce dei piani di posa fondali e delle verticali profonde, al fine di verificare le caratteristiche litologiche e geomeccaniche dei materiali affioranti e di certificare l'analogia di queste ai dati presentati in tale documento. **Nell'eventualità di rinvenimento, alle profondità progettuali previste, di materiali con caratteristiche meccaniche deficitarie rispetto a quelle attese** (si ricorda l'estrema variabilità laterale degli spessori e delle caratteristiche di deformabilità dei materiali costituenti il deposito a cui soggiace il substrato roccioso alterato), si provvederà, durante la fase di direzione lavori e della stessa esecuzione, all'estensione della lunghezza degli elementi profondi di fondazione o alla bonifica del piano di posa.
- Si consiglia, comunque, di regolarizzare il piano di appoggio delle nuove strutture con getti di conglomerato magro, se saranno realizzate fondazioni dirette.
- Su tutto il comparto di versante in analisi, è consigliabile **l'esecuzione di scoline e assi idrici** (ad adeguata pendenza ed ubicazione), sia sulla sede stradale che sul pendio a valle, in grado di raccogliere e allontanare l'acqua corrivante sul pendio **oltre ad un efficace sistema di raccolta e veicolamento delle acque corrivanti sul pendio.** Tale intervento eviterà fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche, inducendo un notevole miglioramento sulle caratteristiche resistive del primo sottosuolo.
- Su tutto il comparto in analisi, è consigliabile **la realizzazione di un'efficace sistema di raccolta e gestione delle acque bianche,** mediante opportuno dimensionamento.
- In fase di progettazione esecutiva, viste le caratteristiche litomeccaniche dei terreni presenti dediti a fenomeni di essiccazione e rigonfiamento, si consiglia la realizzazione di opportuni **giunti tecnici** tra i nuovi corpi di fabbrica e quelli esistenti, al fine di differenziare il comportamento deformativo del sottosuolo di fondazione soggiacenti alle differenti strutture.

Quattro Castella, Ottobre 2025



Dott. Geol. Paolo Beretti

pag.29

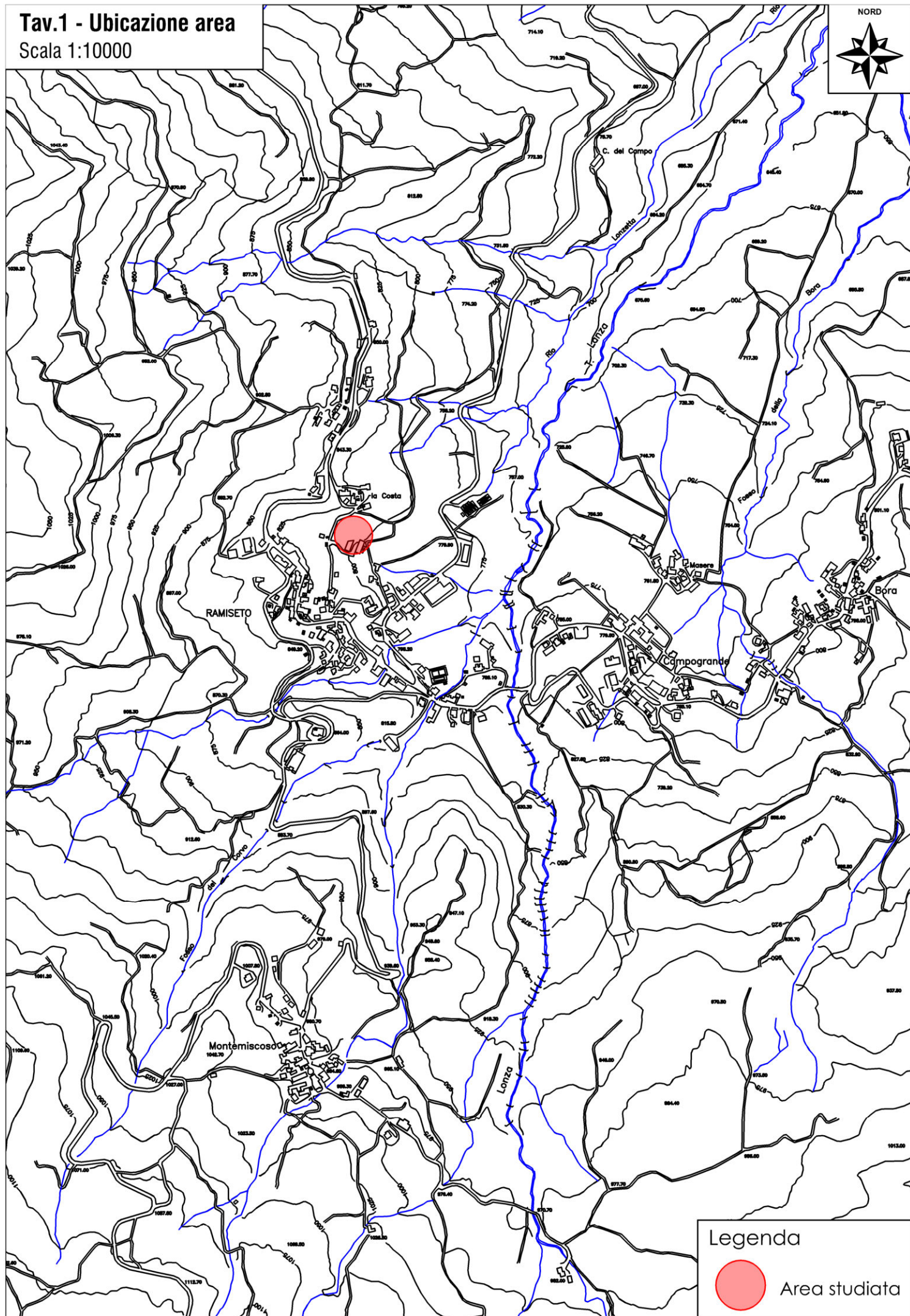
Azienda Agricola Malpeli	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Ampliamento di stalla esistente e realizzazione di nuovo hangar ad uso fienile, in località Ramiseto, Comune di Ventasso (RE)
--------------------------	--	---

ALLEGATI

- Tav. 1. Ubicazione area.
- Tav. 2. Carta geologica.
- Tav. 3. Ubicazione indagini in situ.
- Stendimento sismico integrato Re.Mi. – M.A.S.W.
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH – Ampliamento fienile.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH – Nuovo hangar.
- Rapporto fotografico.

Tav.1 - Ubicazione area

Scala 1:10000



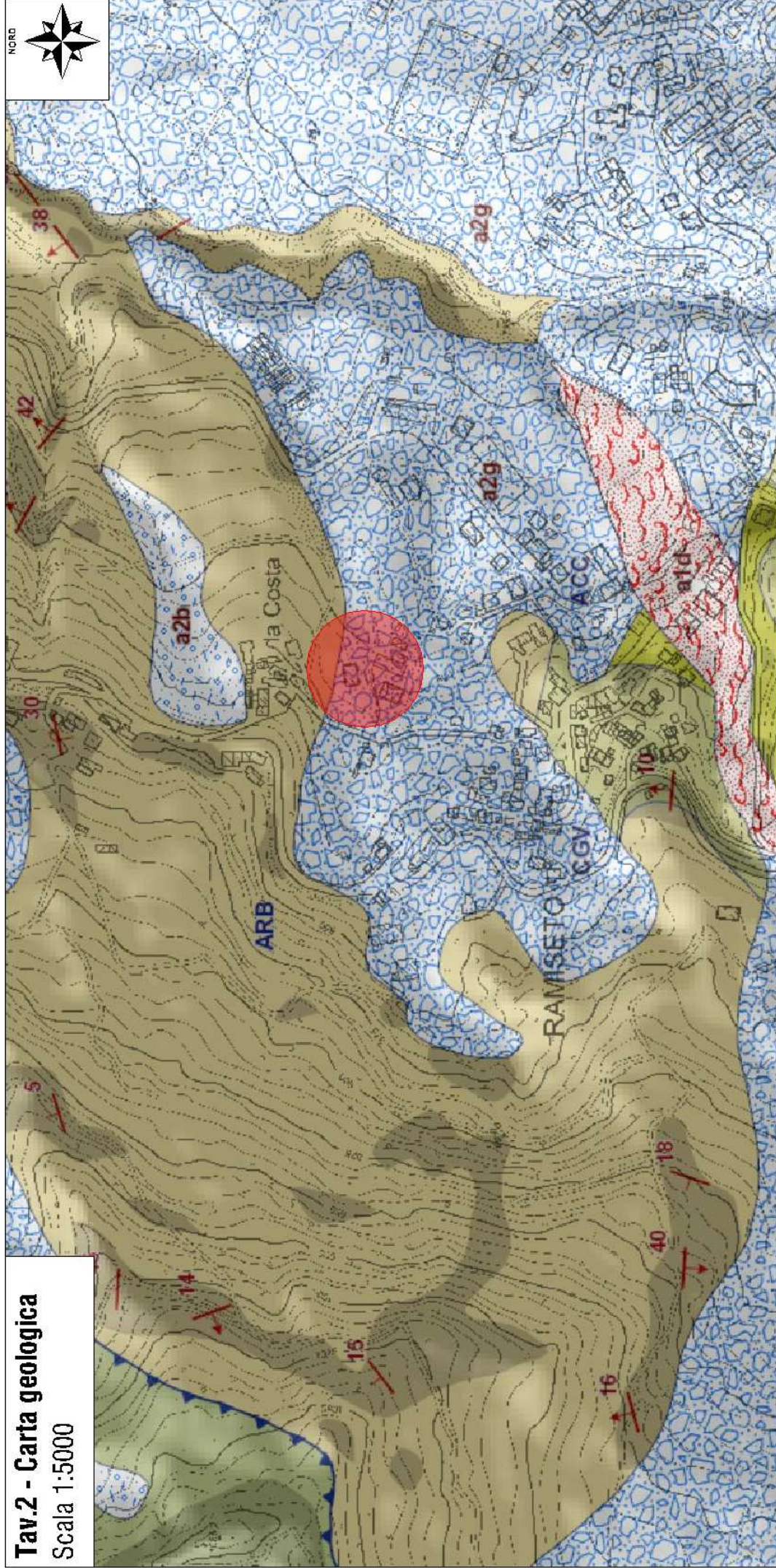
Legenda



Area studiata

Tav.2 - Carta geologica

Scala 1:5000



LEGENDA

Coperture quaternarie

- a1b** - Deposito di frana attiva per scivolamento
- a1d** - Deposito di frana attiva per colamento di fango
- a1g** - Deposito di frana attiva complessa
- a2b** - Deposito di frana quiescente per scivolamento
- a2g** - Deposito di frana quiescente complessa
- a4** - Detrito eluvio-colluviale

Unità geologiche

- ACC** - Argille e calcari di Canetolo
- ARB** - Arenarie di Ponte Bratica
- CAO** - Flysch di Monte Caio
- CGV** - Calcari di Groppo del Vescovo

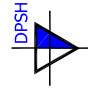
Area studiata

Tav. 3 - Ubicazione indagini in situ

Scala 1:500



Legenda



Prova penetrometrica dinamica DPSH



HVSR



Stendimento sismico integrato Re.Mi - MASW

Dott. Geol. Paolo Beretti

Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella Tel. 0522 1695098; fax 0522 1691413, Cell: 348 6902667

Indagine integrata Re.Mi. - M.A.S.W.

Località: Ventasso, loc. Ramiseto

Committente: Az. Agr. Malpeli

Cantiere: Ramiseto

Data: 03/10/2025

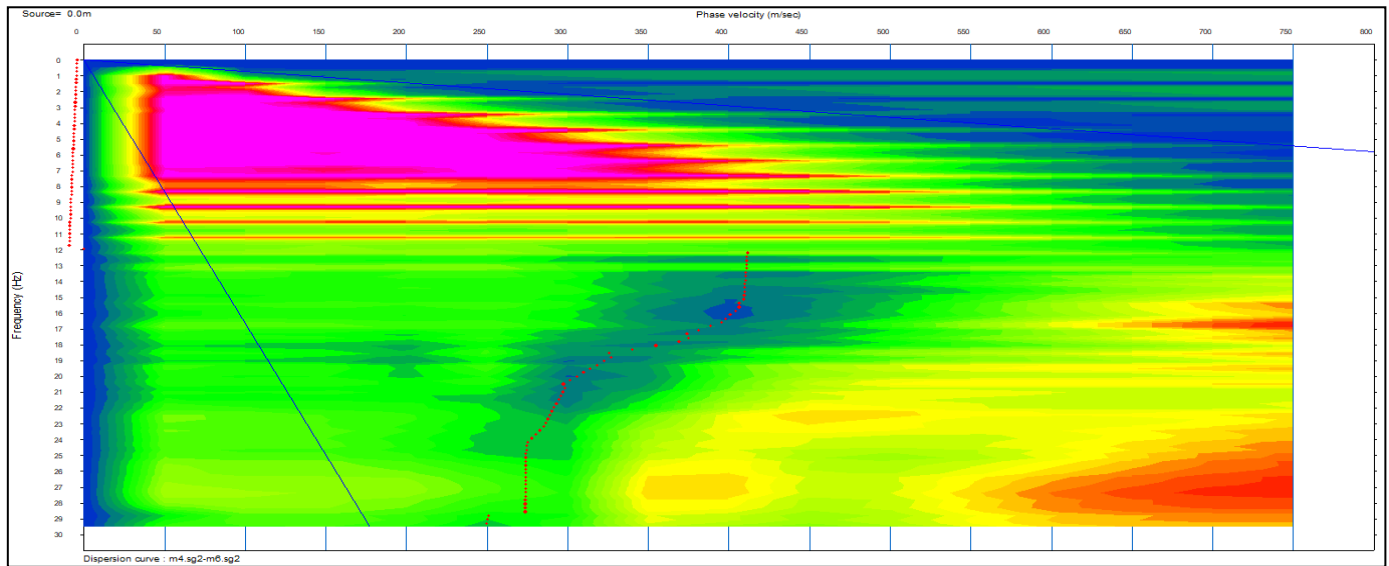


Fig. 1: Dispersione Remi - M.A.S.W.

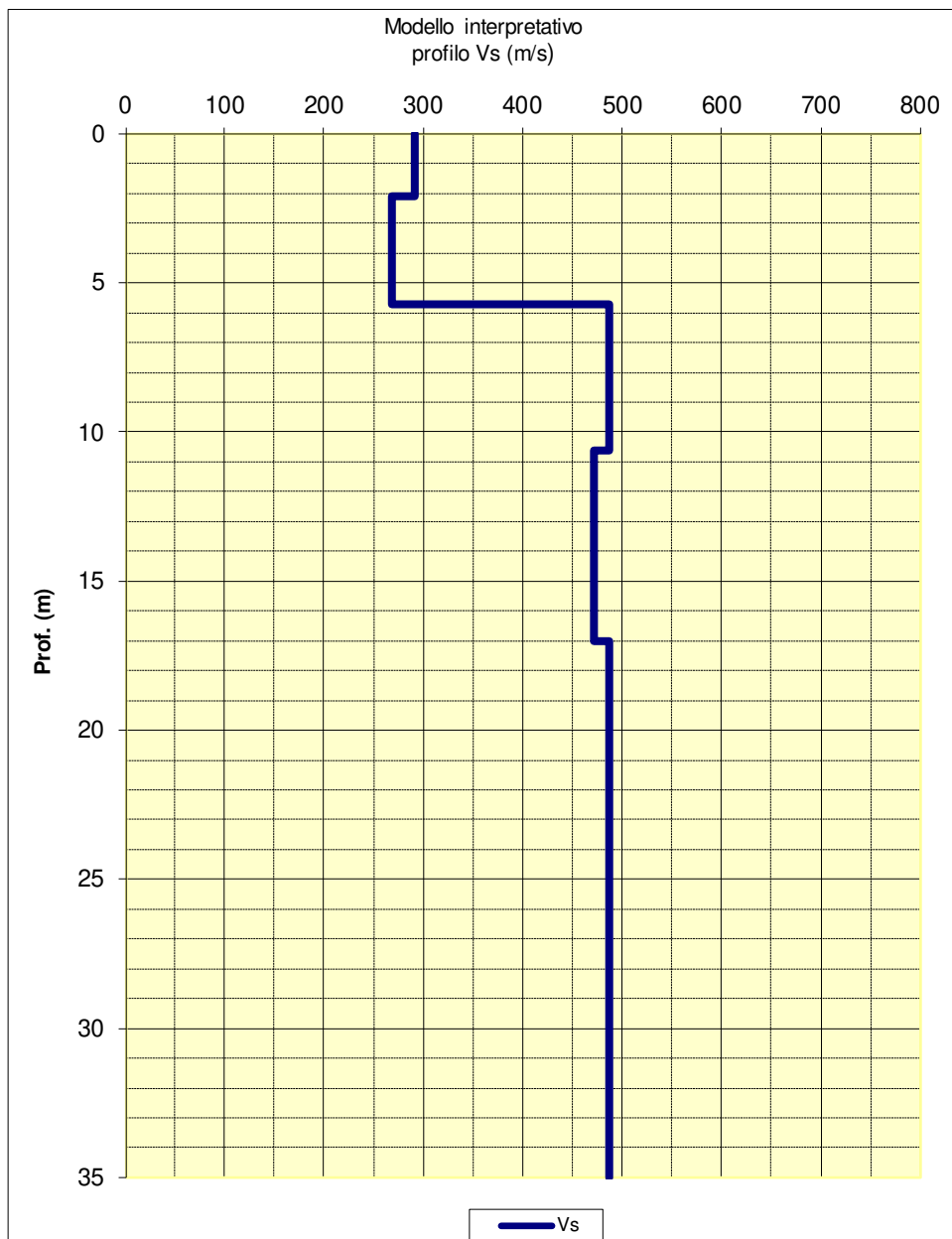


Fig. 2: Profilo onde VS

Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli					
								DPSH		1		CANTIERE: Ramiseto (RE).	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		03/10/2025	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:	
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0.2	2	21.54	6	5.2	40	298.83	11	10.2				Peso Maglio (kg)
1	0.4	4.5	48.46	6	5.4			11	10.4				63.5
2	0.6	2.5	24.74	7	5.6			12	10.6				Volata (cm)
2	0.8	2	19.79	7	5.8			12	10.8				75
2	1	2	19.79	7	6			12	11				Aste (Kg al m)
2	1.2	4	39.58	7	6.2			12	11.2				6.2
2	1.4	6.5	64.32	7	6.4			12	11.4				Area della punta (cmq)
3	1.6	3.5	32.04	8	6.6			13	11.6				20
3	1.8	2.5	22.88	8	6.8			13	11.8				Peso incudine
3	2	2.5	22.88	8	7			13	12				0.5
3	2.2	3	27.46	8	7.2			13	12.2				Avanzamento (cm)
3	2.4	3	27.46	8	7.4			13	12.4				20
4	2.6	3	25.54	9	7.6			14	12.6				Angolo punta
4	2.8	4	34.06	9	7.8			14	12.8				90°
4	3	4	34.06	9	8			14	13				
4	3.2	5	42.57	9	8.2			14	13.2				
4	3.4	6	51.08	9	8.4			14	13.4				
5	3.6	6	47.75	10	8.6			15	13.6				
5	3.8	6	47.75	10	8.8			15	13.8				
5	4	12	95.50	10	9			15	14				
5	4.2	11	87.54	10	9.2			15	14.2				
5	4.4	13	103.46	10	9.4			15	14.4				
6	4.6	16	119.53	11	9.6			16	14.6				
6	4.8	13	97.12	11	9.8			16	14.8				
6	5	15	112.06	11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

1

COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli

CANTIERE: Ramiseto (RE).

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

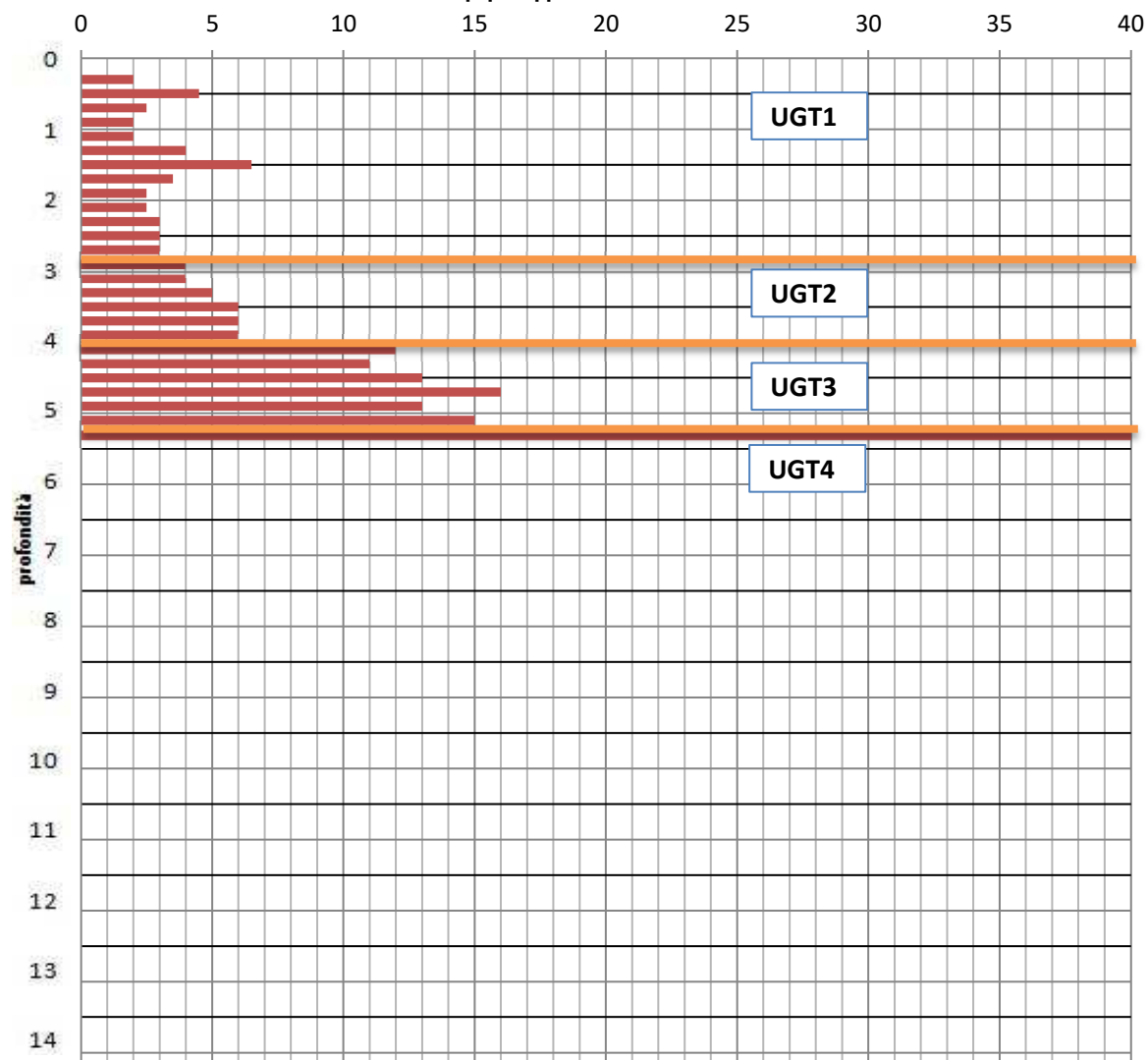
Data: 03/10/2025

OPERATORE: Dott. P. Beretti

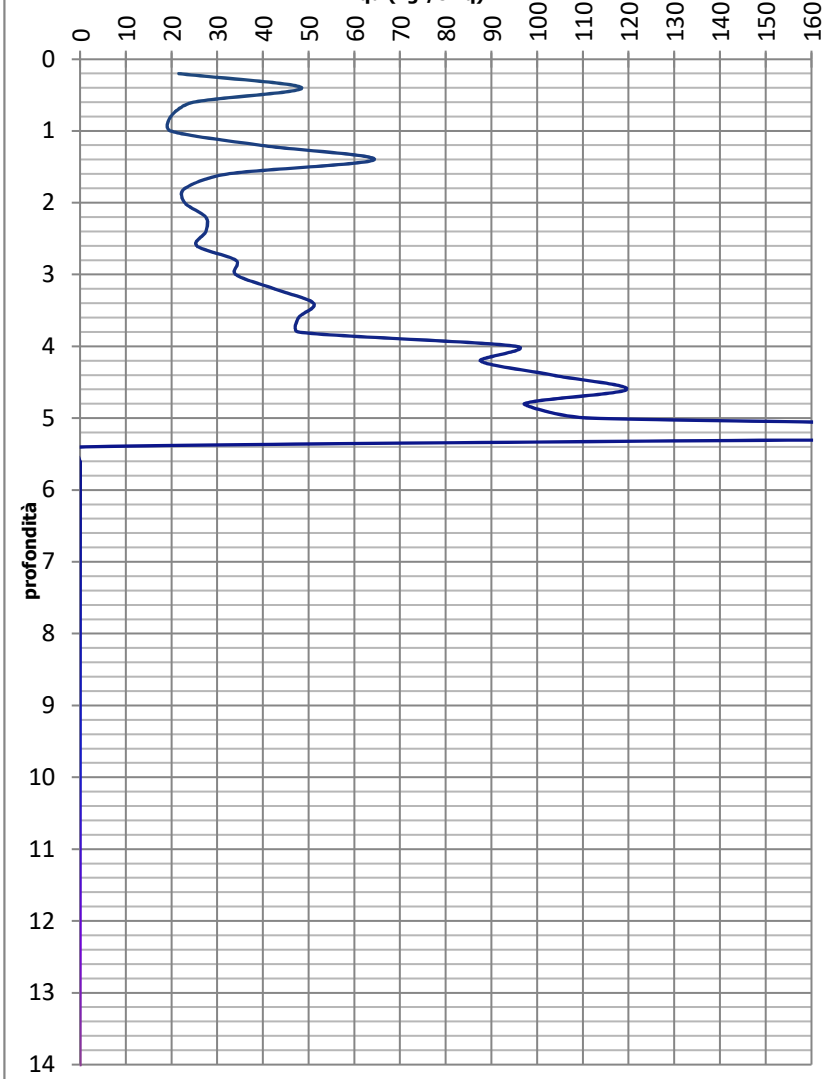
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso a - 1,70 m p.c.

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli							
								DPSH		2		CANTIERE: Ramiseto (RE).			
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		03/10/2025	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti				Quota:		p.c.		Profondità falda:	
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali			
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq				
1	0.2	2	21.54	6	5.2	5.5	41.09	11	10.2					Peso Maglio (kg)	63.5
1	0.4	12	129.24	6	5.4	15	112.06	11	10.4					Volata (cm)	
2	0.6	3.5	34.64	7	5.6	16	112.63	12	10.6						75
2	0.8	4.5	44.53	7	5.8	7	49.28	12	10.8					Aste (Kg al m)	6.2
2	1	4	39.58	7	6	10	70.40	12	11						
2	1.2	5.5	54.43	7	6.2	32	225.27	12	11.2					Area della punta (cmq)	20
2	1.4	5.5	54.43	7	6.4	50	351.98	12	11.4						
3	1.6	8	73.22	8	6.6			13	11.6					Peso incudine	0.5
3	1.8	5	45.77	8	6.8			13	11.8						
3	2	5	45.77	8	7			13	12					Avanzamento (cm)	20
3	2.2	5	45.77	8	7.2			13	12.2						
3	2.4	7.5	68.65	8	7.4			13	12.4					Angolo punta	90°
4	2.6	5.5	46.83	9	7.6			14	12.6						
4	2.8	7	59.60	9	7.8			14	12.8						
4	3	8	68.11	9	8			14	13						
4	3.2	9	76.63	9	8.2			14	13.2						
4	3.4	8	68.11	9	8.4			14	13.4						
5	3.6	10	79.58	10	8.6			15	13.6						
5	3.8	13	103.46	10	8.8			15	13.8						
5	4	12	95.50	10	9			15	14						
5	4.2	9	71.63	10	9.2			15	14.2						
5	4.4	5	39.79	10	9.4			15	14.4						
6	4.6	6	44.82	11	9.6			16	14.6						
6	4.8	9	67.24	11	9.8			16	14.8						
6	5	6	44.82	11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

2

COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli

CANTIERE: Ramiseto (RE).

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

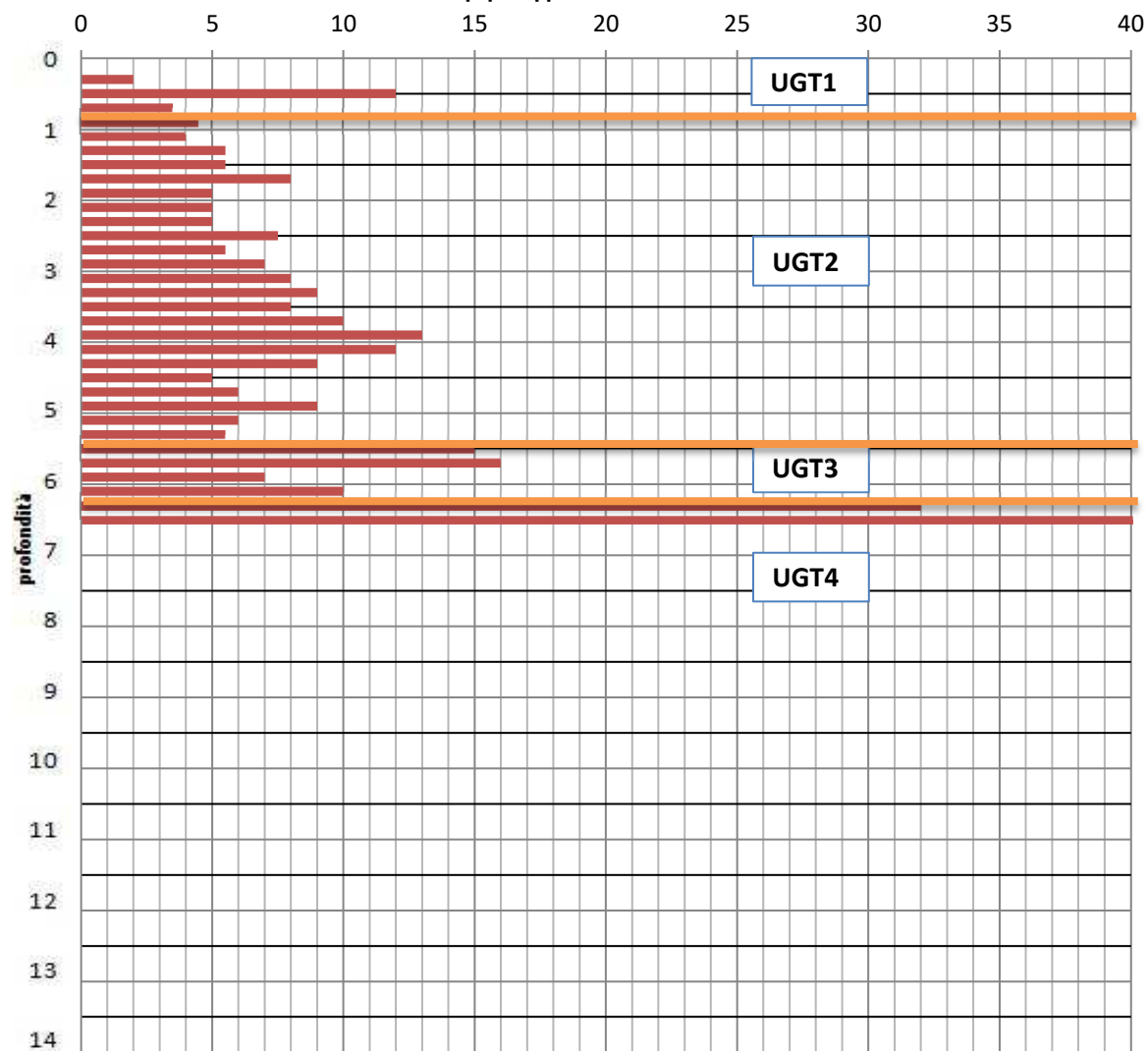
Data: 03/10/2025

OPERATORE: Dott. P. Beretti

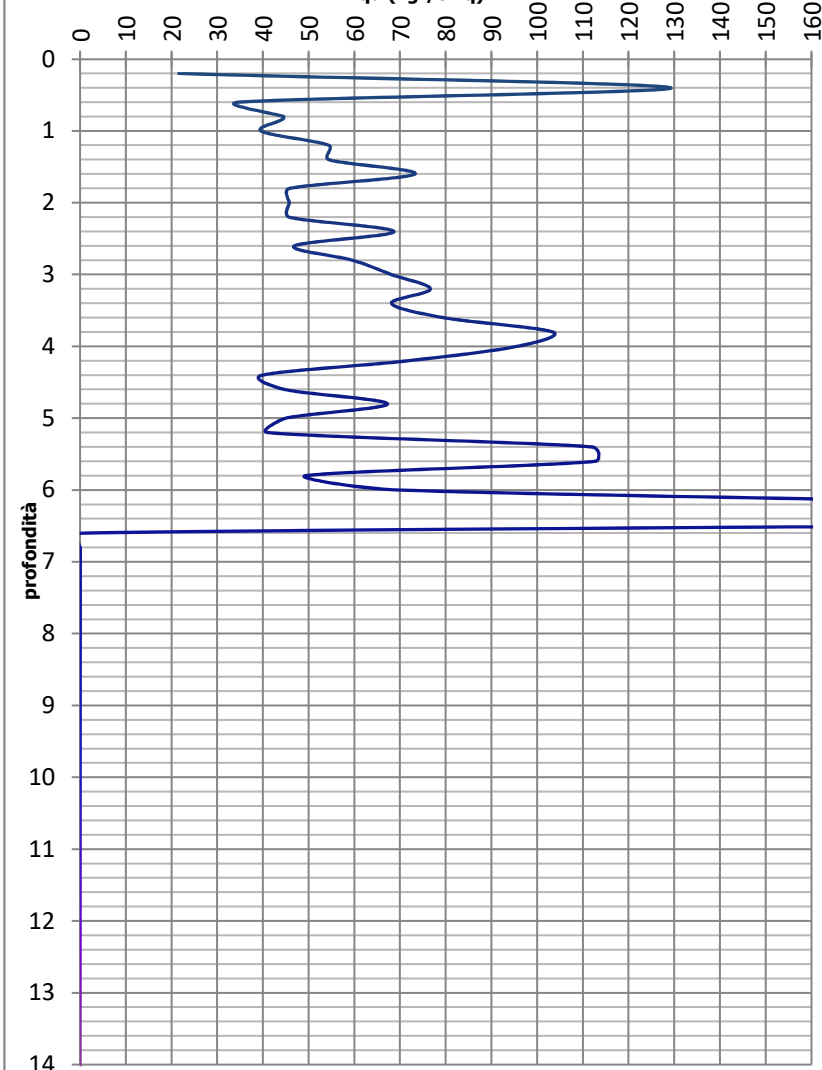
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Azienda Agricola Malpeli					
								DPSH		3		CANTIERE:		Ramiseto (RE).	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		03/10/2025	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:		Foro vuoto	
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali Peso Maglio (kg) 63.5 Volata (cm) 75 Aste (Kg al m) 6.2 Area della punta (cmq) 20 Peso incudine 0.5 Avanzamento (cm) 20 Angolo punta 90°			
1	0.2	1	10.77	6	5.2			11	10.2						
1	0.4	2.5	26.92	6	5.4			11	10.4						
2	0.6	5.5	54.43	7	5.6			12	10.6						
2	0.8	4	39.58	7	5.8			12	10.8						
2	1	4	39.58	7	6			12	11						
2	1.2	3.5	34.64	7	6.2			12	11.2						
2	1.4	5.5	54.43	7	6.4			12	11.4						
3	1.6	3	27.46	8	6.6			13	11.6						
3	1.8	3.5	32.04	8	6.8			13	11.8						
3	2	3.5	32.04	8	7			13	12						
3	2.2	8	73.22	8	7.2			13	12.2						
3	2.4	5	45.77	8	7.4			13	12.4						
4	2.6	5	42.57	9	7.6			14	12.6						
4	2.8	6	51.08	9	7.8			14	12.8						
4	3	4.5	38.31	9	8			14	13						
4	3.2	4.5	38.31	9	8.2			14	13.2						
4	3.4	4	34.06	9	8.4			14	13.4						
5	3.6	4	31.83	10	8.6			15	13.6						
5	3.8	9	71.63	10	8.8			15	13.8						
5	4	50	397.92	10	9			15	14						
5	4.2			10	9.2			15	14.2						
5	4.4			10	9.4			15	14.4						
6	4.6			11	9.6			16	14.6						
6	4.8			11	9.8			16	14.8						
6	5			11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

3

COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli

CANTIERE: Ramiseto (RE).

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

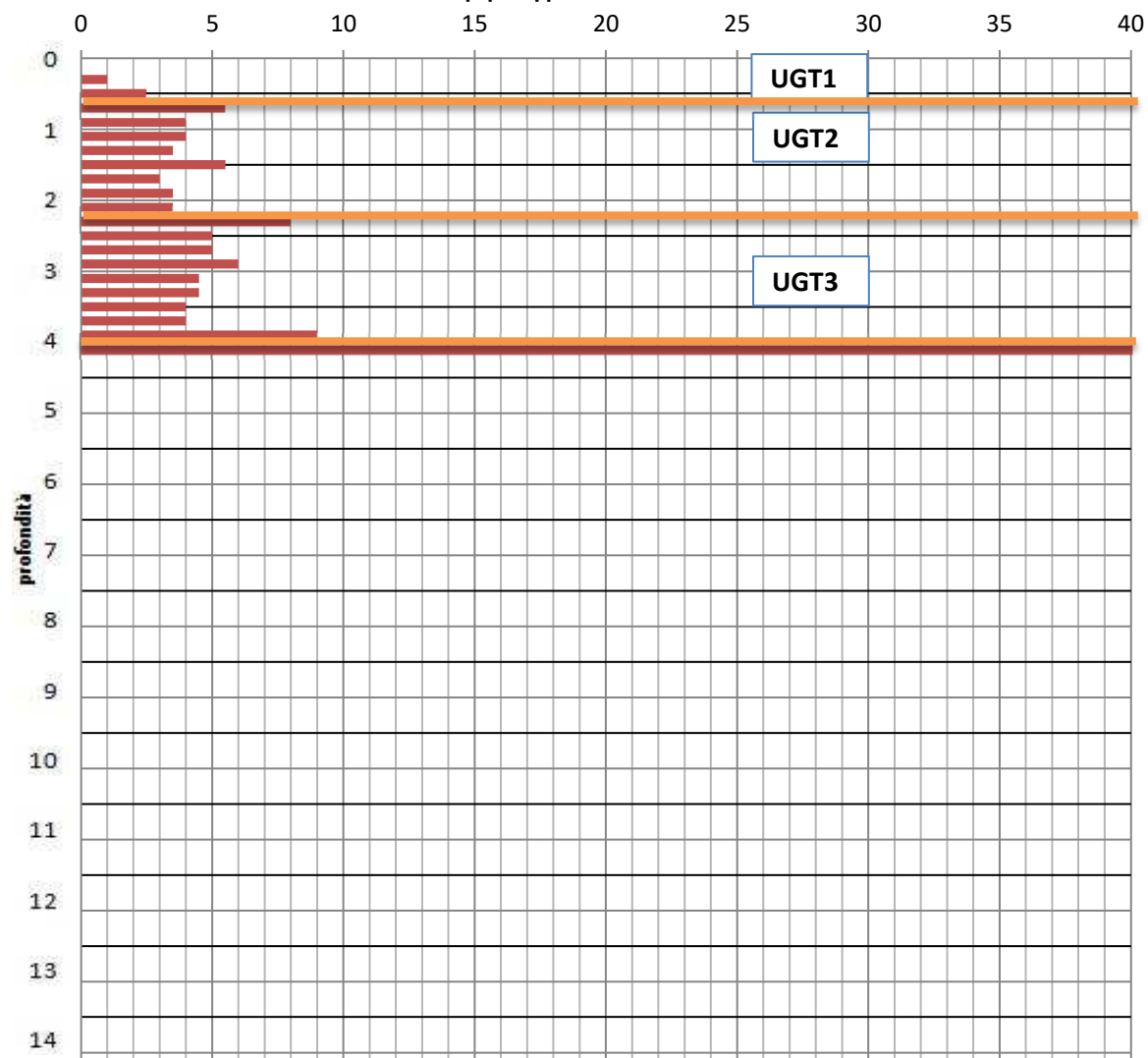
Data: 03/10/2025

OPERATORE: Dott. P. Beretti

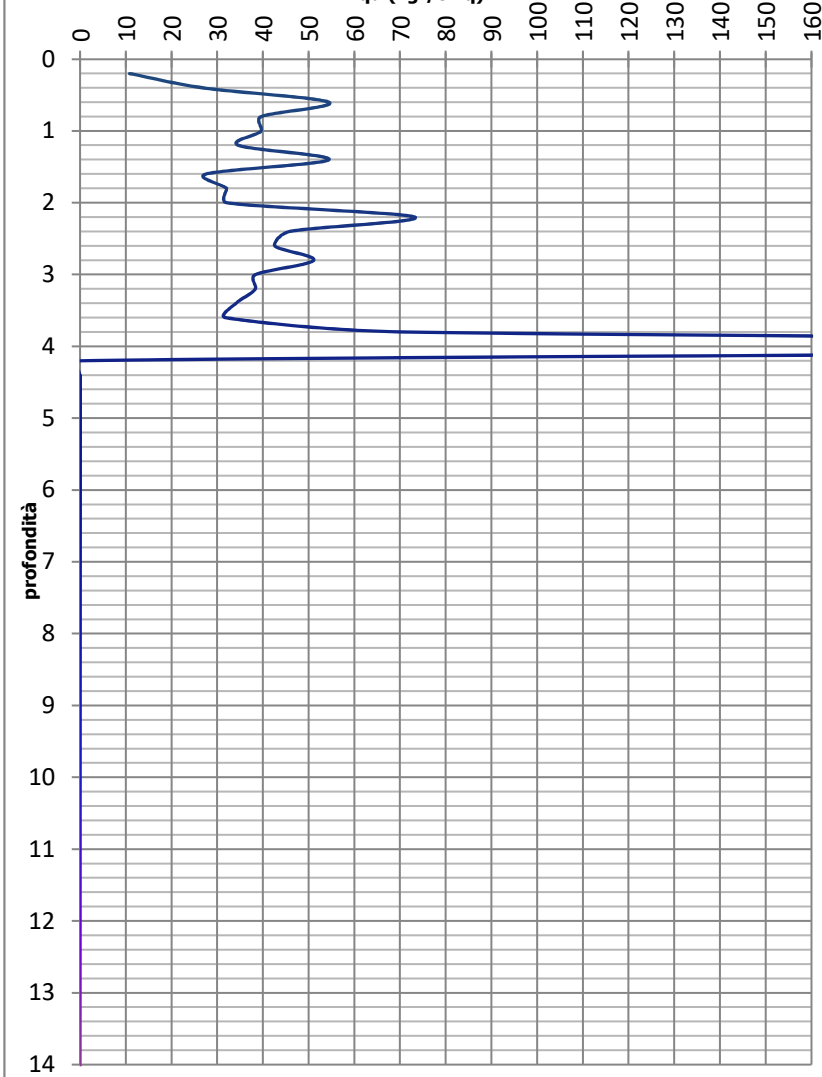
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Azienda Agricola Malpeli					
								DPSH		4		CANTIERE:		Ramiseto (RE).	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		03/10/2025	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:		Foro chiuso a - 1,20 m p.c.	
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali			
1	0.2			6	5.2	9	67.24	11	10.2						
1	0.4	4	43.08	6	5.4	14	104.59	11	10.4					Peso Maglio (kg)	63.5
2	0.6	10	98.96	7	5.6	11	77.43	12	10.6					Volata (cm)	75
2	0.8	7	69.27	7	5.8	12	84.47	12	10.8					Aste (Kg al m)	6.2
2	1	3.5	34.64	7	6	10	70.40	12	11					Area della punta (cmq)	20
2	1.2	3.5	34.64	7	6.2	12	84.47	12	11.2					Peso incudine	0.5
2	1.4	3	29.69	7	6.4	11	77.43	12	11.4					Avanzamento (cm)	20
3	1.6	3	27.46	8	6.6	14	93.17	13	11.6					Angolo punta	90°
3	1.8	3	27.46	8	6.8	12	79.86	13	11.8						
3	2	3.5	32.04	8	7	18	119.80	13	12						
3	2.2	3.5	32.04	8	7.2	24	159.73	13	12.2						
3	2.4	2.5	22.88	8	7.4	50	332.77	13	12.4						
4	2.6	2.5	21.29	9	7.6			14	12.6						
4	2.8	3	25.54	9	7.8			14	12.8						
4	3	4	34.06	9	8			14	13						
4	3.2	4	34.06	9	8.2			14	13.2						
4	3.4	10	85.14	9	8.4			14	13.4						
5	3.6	5	39.79	10	8.6			15	13.6						
5	3.8	5	39.79	10	8.8			15	13.8						
5	4	5	39.79	10	9			15	14						
5	4.2	5.5	43.77	10	9.2			15	14.2						
5	4.4	6.5	51.73	10	9.4			15	14.4						
6	4.6	7	52.30	11	9.6			16	14.6						
6	4.8	11	82.18	11	9.8			16	14.8						
6	5	10	74.71	11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

4

COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli

CANTIERE: Ramiseto (RE).

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

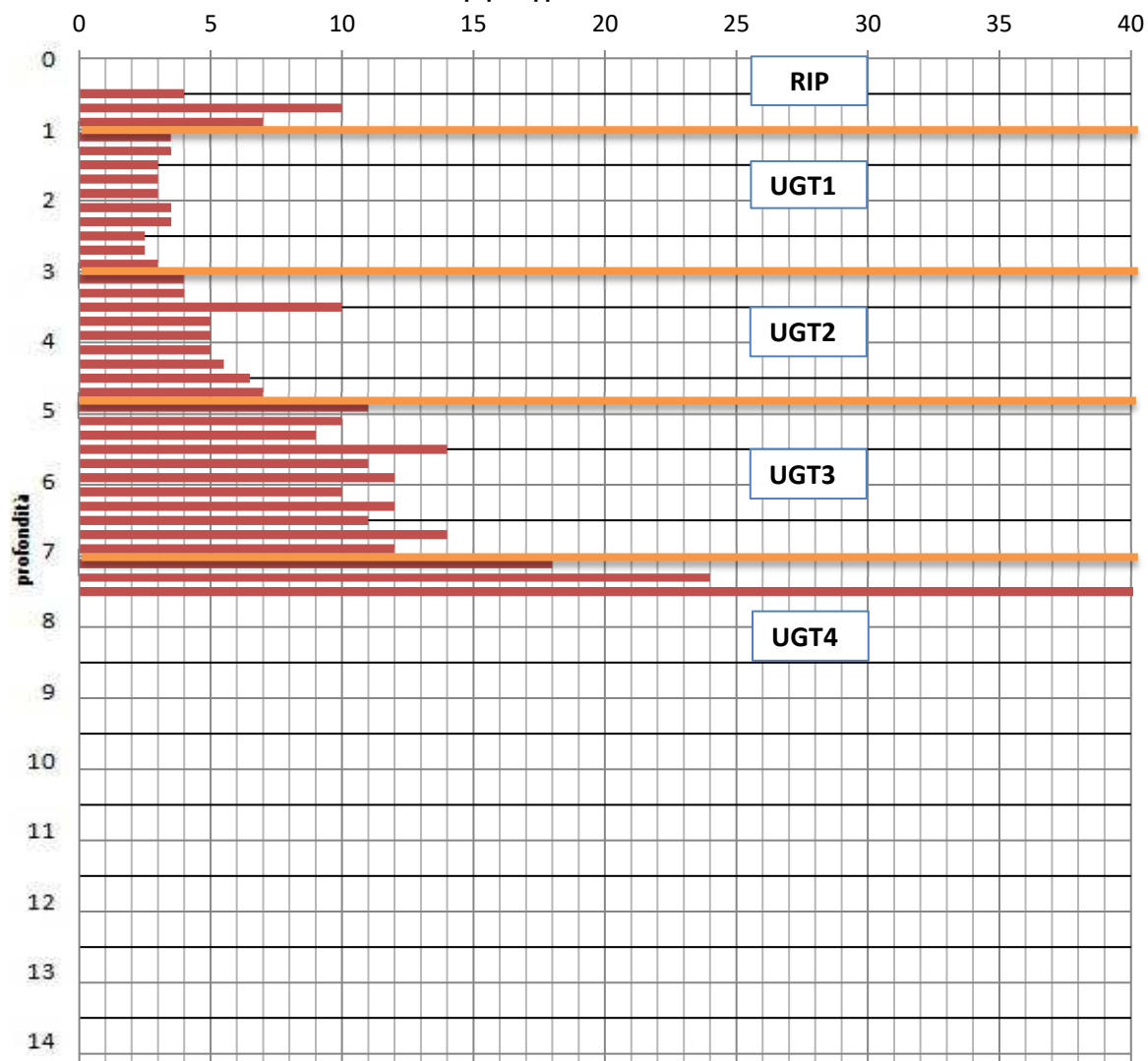
Data: 03/10/2025

OPERATORE: Dott. P. Beretti

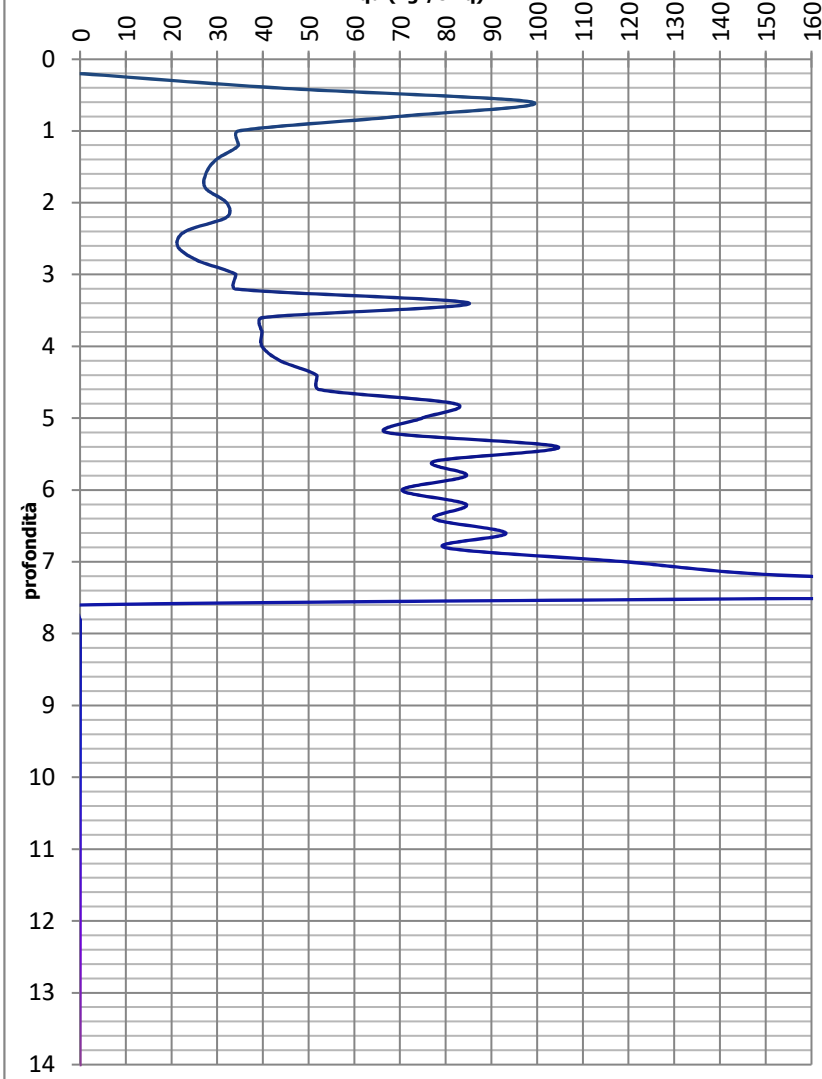
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso a - 1,20 m p.c.

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Azienda Agricola Malpeli					
								DPSH		5		CANTIERE:		Ramiseto (RE).	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		03/10/2025	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:		Foro vuoto	
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali			
1	0.2			6	5.2	13	97.12	11	10.2						
1	0.4	9	96.93	6	5.4	11	82.18	11	10.4					Peso Maglio (kg)	63.5
2	0.6	11	108.85	7	5.6	8	56.32	12	10.6					Volata (cm)	
2	0.8	5.5	54.43	7	5.8	13	91.51	12	10.8					Aste (Kg al m)	6.2
2	1	2.5	24.74	7	6	15	105.59	12	11					Area della punta (cmq)	
2	1.2	3	29.69	7	6.2	9	63.36	12	11.2					Peso incudine	0.5
2	1.4	4	39.58	7	6.4	10	70.40	12	11.4					Avanzamento (cm)	
3	1.6	3	27.46	8	6.6	17	113.14	13	11.6					Angolo punta	90°
3	1.8	2.5	22.88	8	6.8	9	59.90	13	11.8						
3	2	2.5	22.88	8	7	50	332.77	13	12						
3	2.2	4	36.61	8	7.2			13	12.2						
3	2.4	7	64.07	8	7.4			13	12.4						
4	2.6	3	25.54	9	7.6			14	12.6						
4	2.8	4	34.06	9	7.8			14	12.8						
4	3	14	119.20	9	8			14	13						
4	3.2	24	204.34	9	8.2			14	13.2						
4	3.4	9	76.63	9	8.4			14	13.4						
5	3.6	7	55.71	10	8.6			15	13.6						
5	3.8	7	55.71	10	8.8			15	13.8						
5	4	8	63.67	10	9			15	14						
5	4.2	6.5	51.73	10	9.2			15	14.2						
5	4.4	8.5	67.65	10	9.4			15	14.4						
6	4.6	9	67.24	11	9.6			16	14.6						
6	4.8	7	52.30	11	9.8			16	14.8						
6	5	6	44.82	11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

5

COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli

CANTIERE: Ramiseto (RE).

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

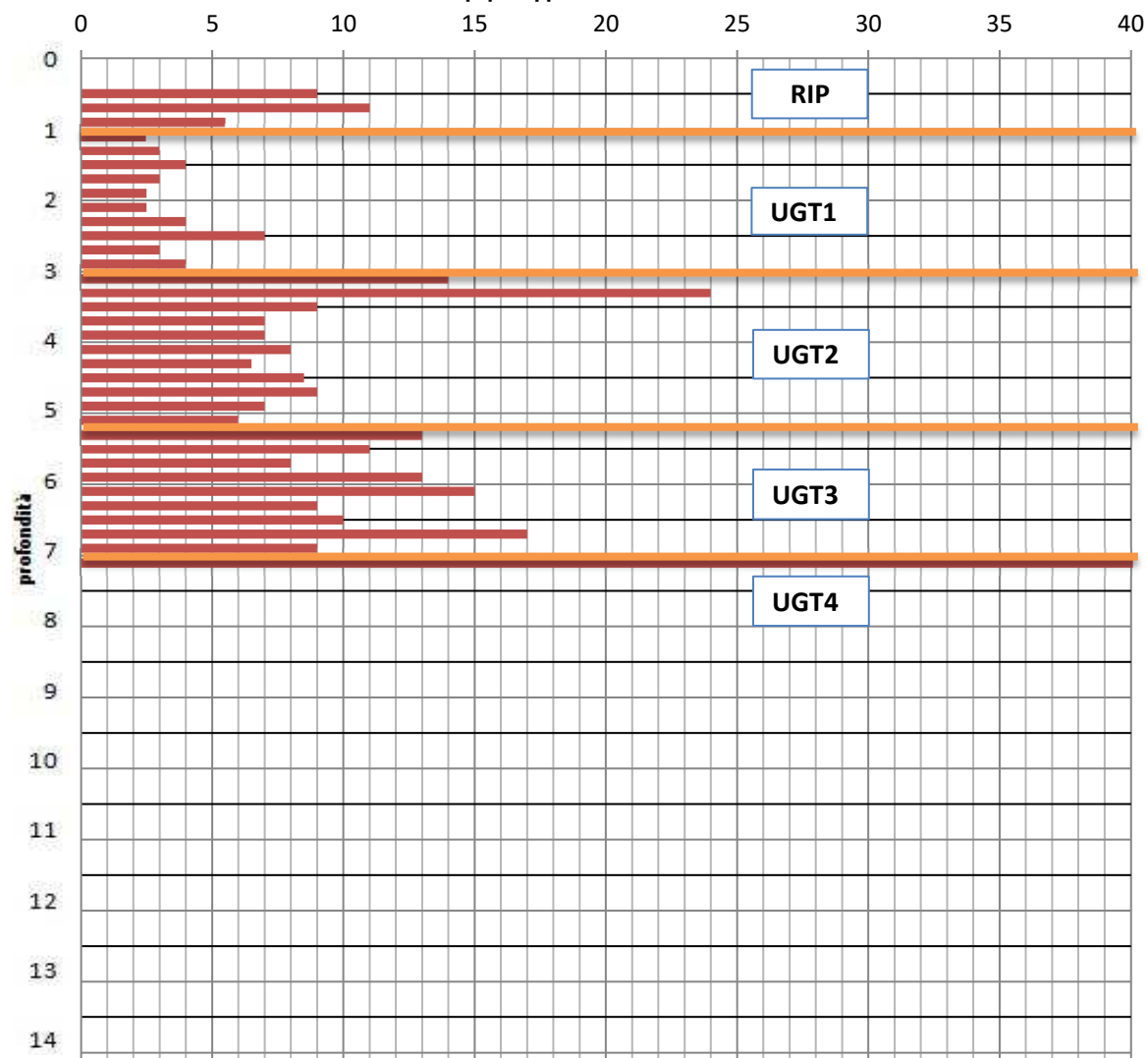
Data: 03/10/2025

OPERATORE: Dott. P. Beretti

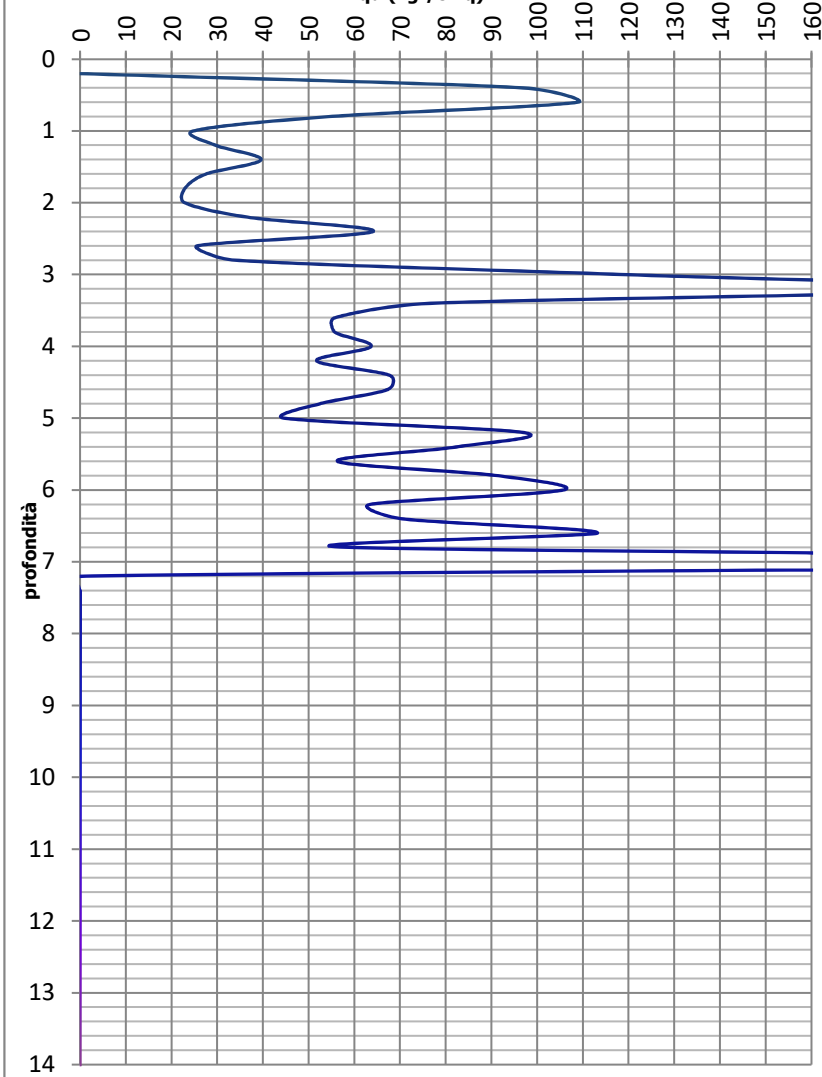
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli					
				DPSH		6		CANTIERE: Ramiseto (RE).					
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		03/10/2025	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:	
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0.2			6	5.2	6	44.82	11	10.2				Peso Maglio (kg)
1	0.4	4	43.08	6	5.4	11	82.18	11	10.4				63.5
2	0.6	5	49.48	7	5.6	10	70.40	12	10.6				Volata (cm)
2	0.8	5	49.48	7	5.8	14	98.55	12	10.8				75
2	1	5	49.48	7	6	16	112.63	12	11				Aste (Kg al m)
2	1.2	5	49.48	7	6.2	10	70.40	12	11.2				6.2
2	1.4	3	29.69	7	6.4	12	84.47	12	11.4				Area della punta (cmq)
3	1.6	3	27.46	8	6.6	14	93.17	13	11.6				20
3	1.8	9	82.38	8	6.8	15	99.83	13	11.8				Peso incudine
3	2	5	45.77	8	7	16	106.49	13	12				0.5
3	2.2	3.5	32.04	8	7.2	21	139.76	13	12.2				Avanzamento (cm)
3	2.4	2.5	22.88	8	7.4	26	173.04	13	12.4				20
4	2.6	2	17.03	9	7.6	50	315.55	14	12.6				Angolo punta
4	2.8	5.5	46.83	9	7.8			14	12.8				90°
4	3	3.5	29.80	9	8			14	13				
4	3.2	4.5	38.31	9	8.2			14	13.2				
4	3.4	4.5	38.31	9	8.4			14	13.4				
5	3.6	3	23.88	10	8.6			15	13.6				
5	3.8	5	39.79	10	8.8			15	13.8				
5	4	5	39.79	10	9			15	14				
5	4.2	6	47.75	10	9.2			15	14.2				
5	4.4	22	175.08	10	9.4			15	14.4				
6	4.6	8	59.77	11	9.6			16	14.6				
6	4.8	6	44.82	11	9.8			16	14.8				
6	5	5	37.35	11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

6

COMMITTENTE: Azienda Agricola Malpeli

CANTIERE: Ramiseto (RE).

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

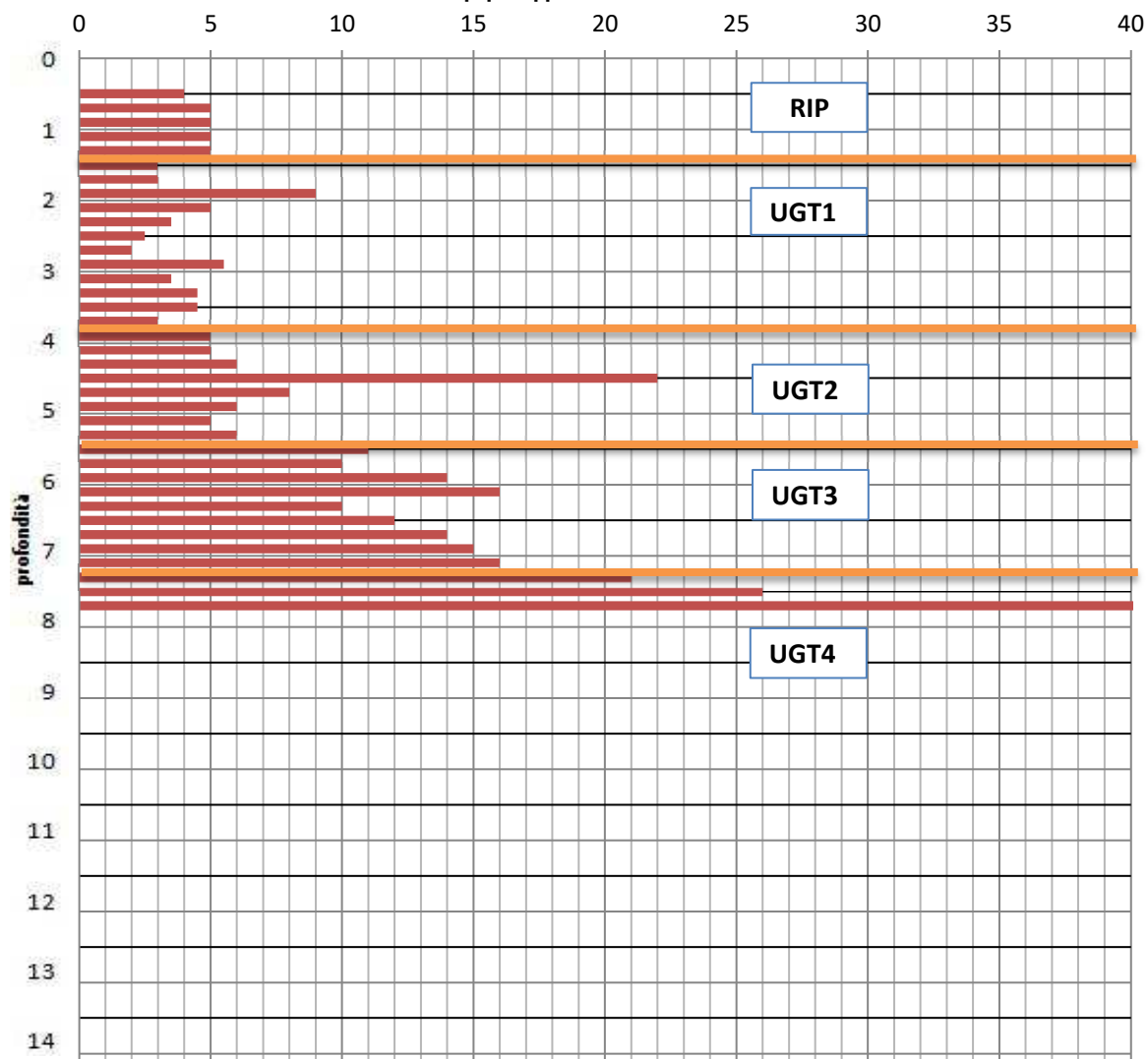
Data: 03/10/2025

OPERATORE: Dott. P. Beretti

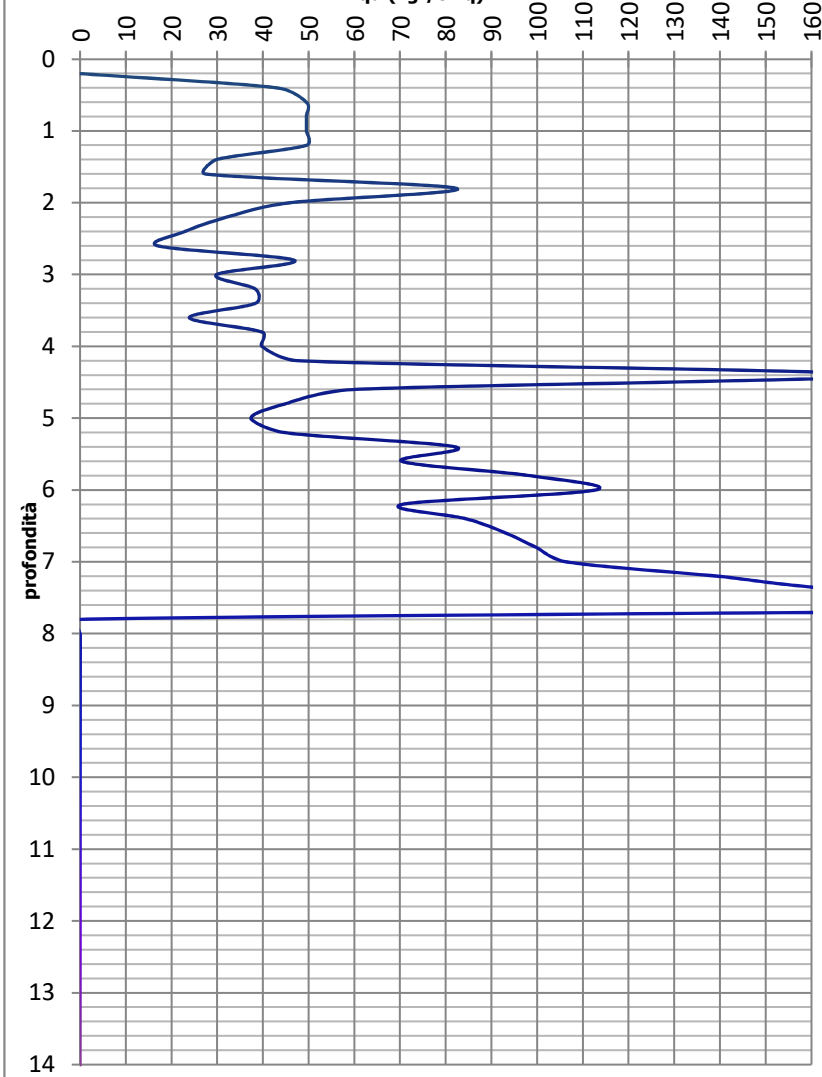
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso a - 3,30 m p.c.

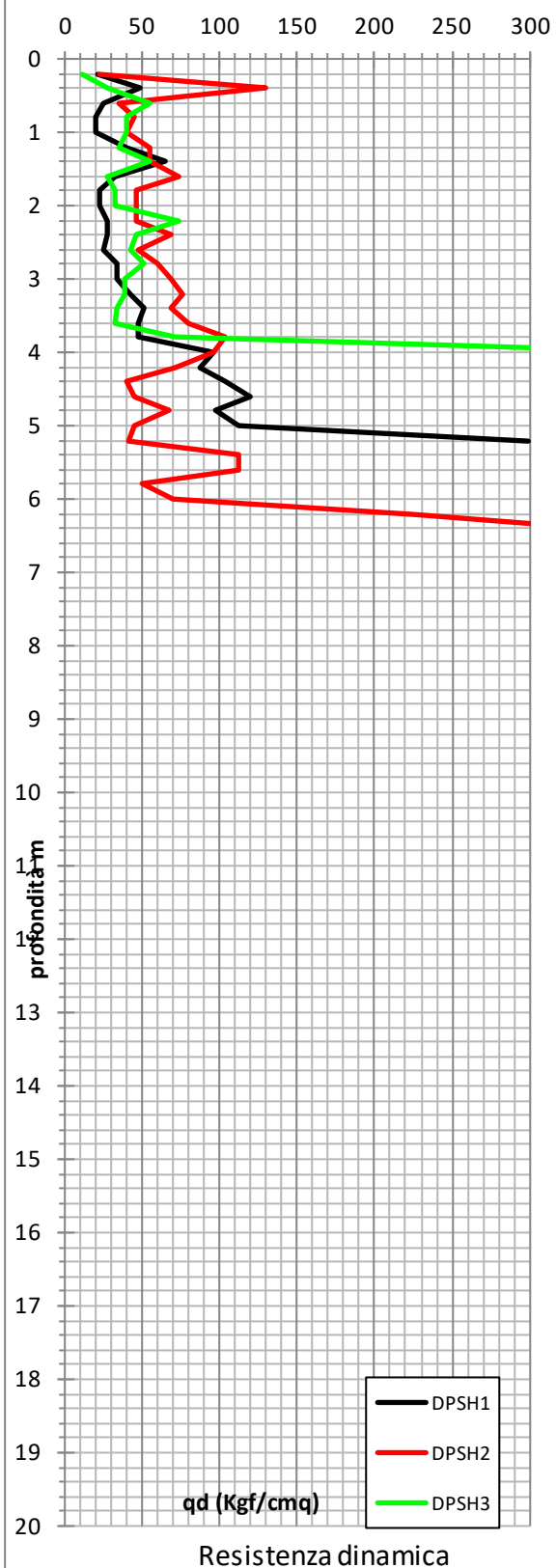
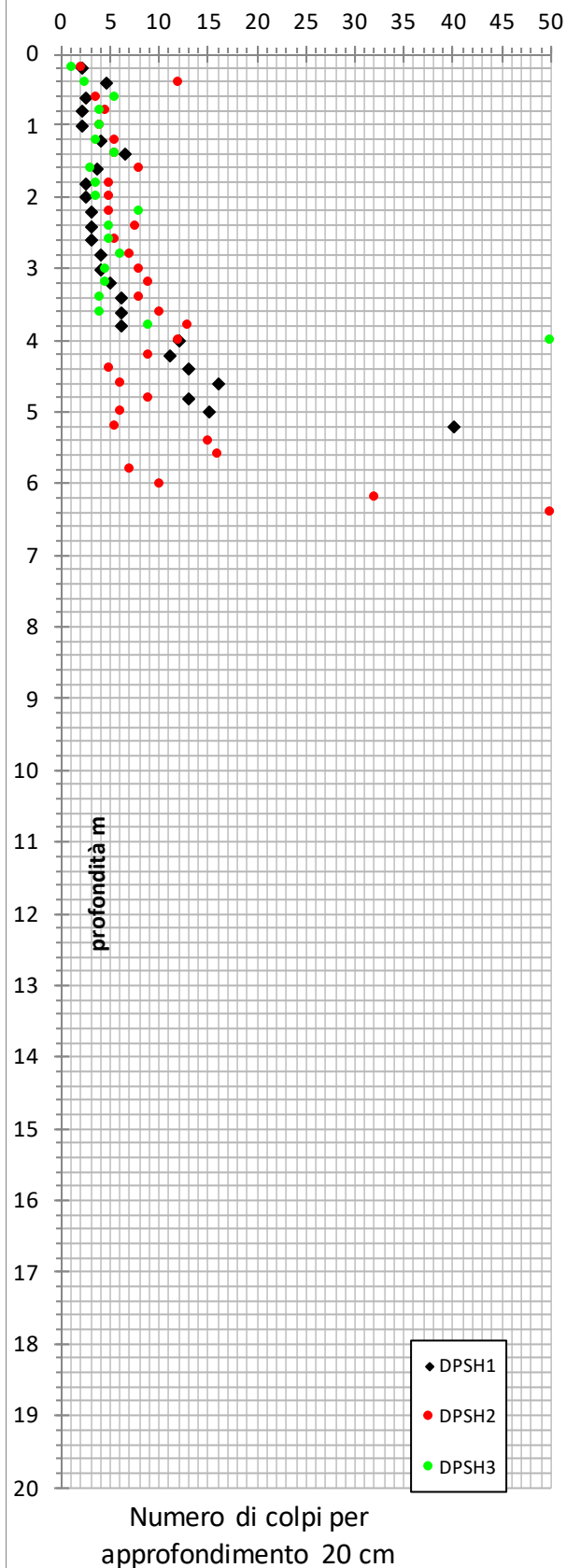
N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)

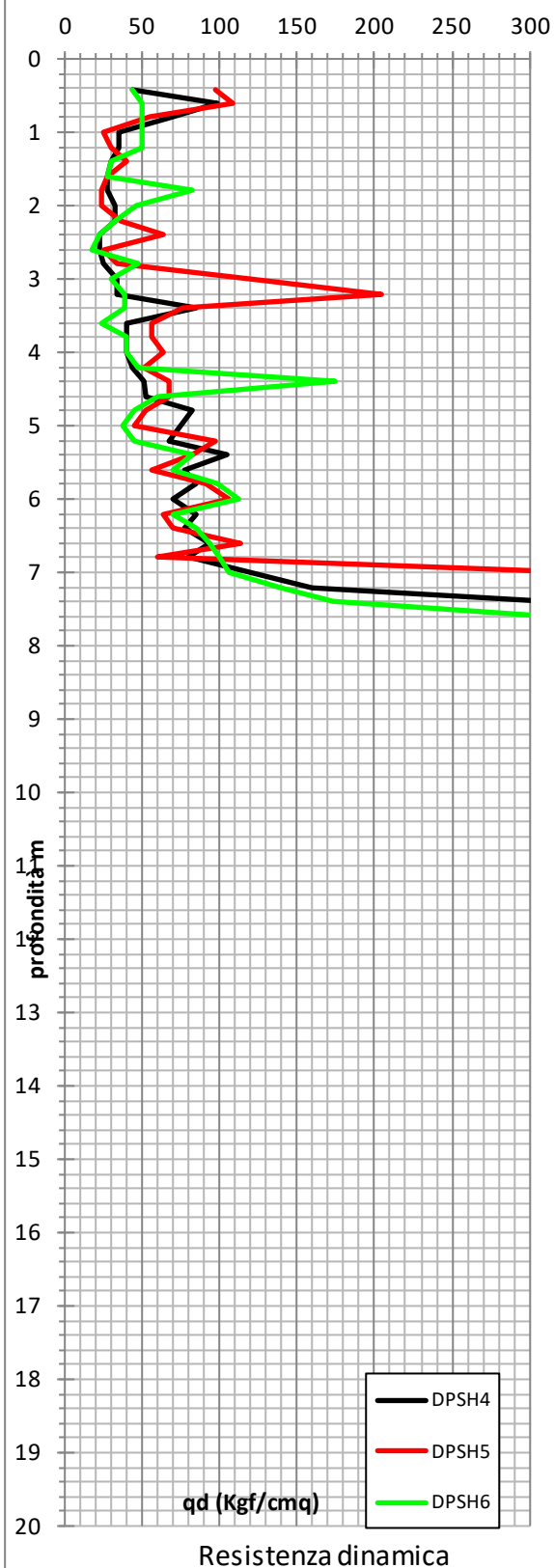
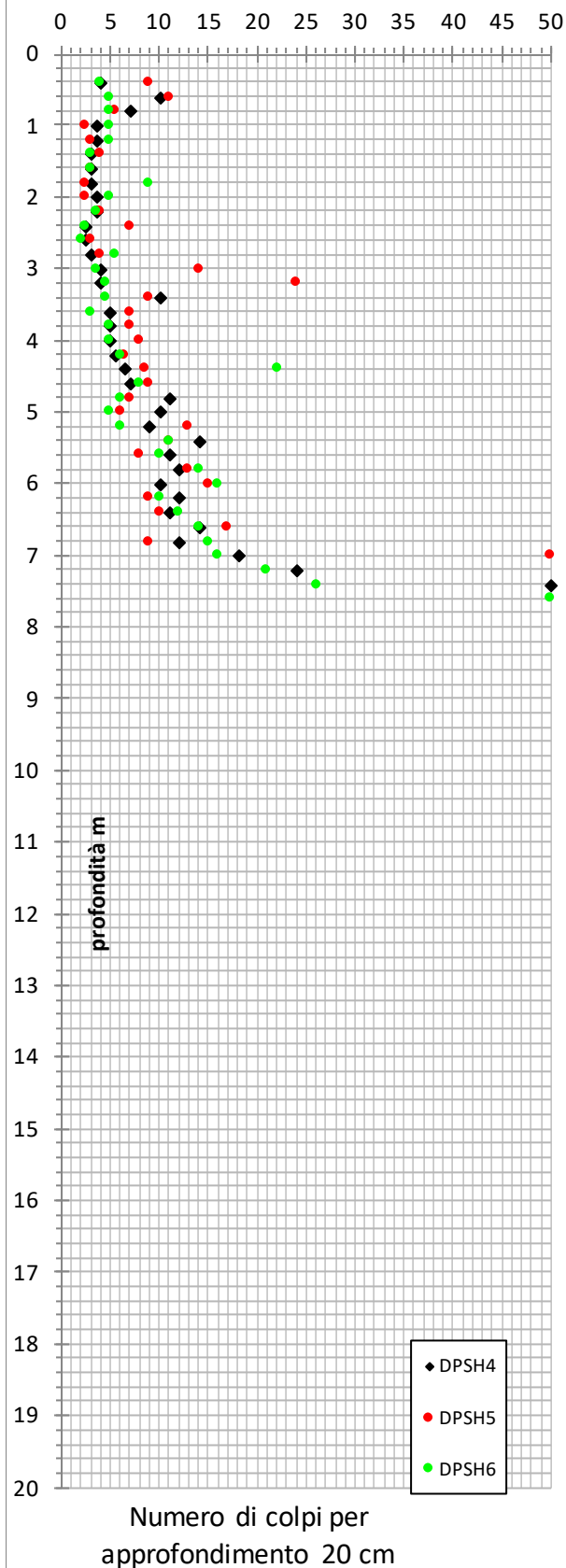


Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cmq)				
	UGT1	UGT2	UGT3	UGT4
campioni	18	46	11	3
Minimo	1.00	3.00	7.00	32.00
Massimo	12.00	13.00	50.00	50.00
Media	3.44	6.01	16.18	40.67
Moda	2.00	4.00	13.00	#N/D
Mediana	2.75	5.50	13.00	40.00
Dev. Stand.	2.39	2.22	11.01	7.36
Media tronca	3.06	5.76	13.44	40.67
t student	1.74	1.68	1.81	2.92
N20k	2.44	5.45	9.87	32.90

Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cm²)					
	RIP	UGT1	UGT2	UGT3	UGT4
campioni	11	32	28	29	7
Minimo	4.00	2.00	4.00	8.00	18.00
Massimo	11.00	9.00	24.00	17.00	50.00
Media	6.41	3.61	7.89	12.03	34.14
Moda	5.00	3.00	5.00	11.00	50.00
Mediana	5.00	3.00	6.50	12.00	26.00
Dev. Stand.	2.36	1.39	4.67	2.36	13.92
Media tronc.	6.17	3.35	6.96	11.96	34.14
t student	1.81	1.70	1.70	1.70	1.94
N20k	5.05	3.19	6.36	11.28	23.10

RAPPORTO FOTOGRAFICO

Prove penetrometriche



DPSH1



DPSH2



DPSH3



DPSH4



DPSH5



DPSH6

Prove geofisiche



HVSR1



HVSR2



REMI-MASW