



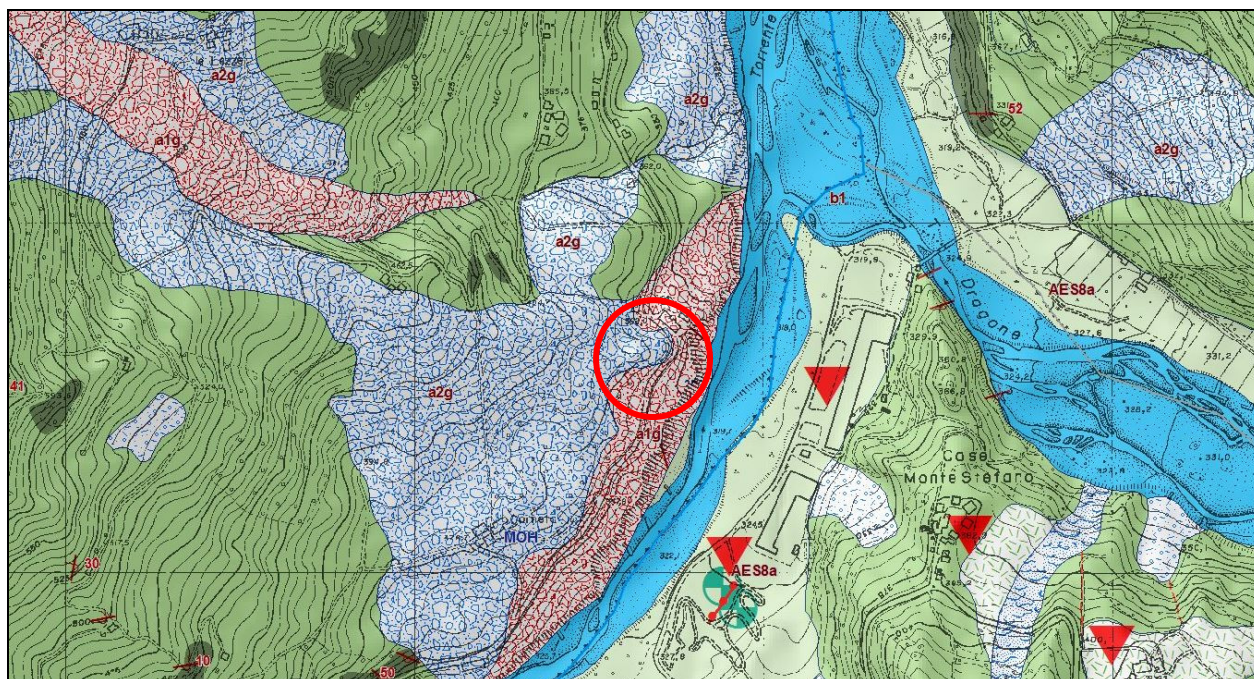
Dott. Geol.
PAOLO BERETTI

Geologia Applicata e Geotecnica,
Geofisica ed Analisi Sismiche
Interventi di Ingegneria Naturalistica

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

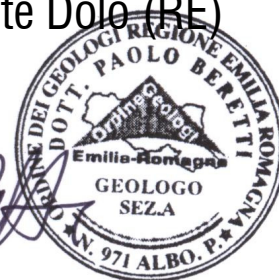
COMMITTENTE	Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia
-------------	--

Provincia di Reggio Emilia Comune di Toano



Ripristino del muro di sostegno di valle ed inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700, località Ponte Dolo (RE)

**RELAZIONE GEOLOGICA,
GEOTECNICA E SISMICA**



Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	GGs	Settembre 2019	Dott. Geol. Paolo Beretti

INDICE

INDICE.....	1
PARTE INTRODUTTIVA.....	2
Premessa	2
Inquadramento territoriale.....	2
Carta inventario del dissesto PTCP 2010 – Vincoli Programmatici	2
Piano e metodologia d'indagine	3
Riferimenti normativi	4
RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	6
Inquadramento geologico e strutturale	6
Cenni di Geomorfologia	7
Successione litomeccanica	8
Modello geologico.....	9
Pericolosità geologica e geomorfologica	9
Condizioni di stabilità generale del versante.....	9
Pericolosità idraulica dell'area (d.g.r. 1300/2016)	10
RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	13
Inquadramento topografico.....	13
Storia sismica del sito	13
effetti attesi e livelli di approfondimento.....	16
Classe dell'opera: Azione sismica e pericolosità sismica di base	17
Identificazione categoria suolo di fondazione.....	17
Azione sismica di progetto	18
Fattore di amplificazione stratigrafico	19
Fattore di amplificazione topografico.....	19
Principali coefficienti di accelerazione sismica	19
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione	19
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI – MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	20
Tipologia progettuale delle opere	20
Volume significativo e piano di indagine.....	20
Incertezze interpretative e metodologiche relative alla ricostruzione del modello geologico - geotecnico - sismico.	21
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni.....	21
CONCLUSIONI.....	23
ALLEGATI	26

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo ai lavori di ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700, in comune di Toano (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 di **Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia**, 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 NTC 2018 – D.M. 17/01/2018.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito si colloca in prossimità del margine orientale del territorio comunale di Toano, in prossimità del toponimo di Corneto, in corrispondenza della confluenza tra il T. Dolo ed il T. Dragone.

Nello specifico l'area oggetto di studio si pone in prossimità della sponda occidentale del T. Dolo che costituisce, inoltre, il limite amministrativo tra la Provincia di Reggio nell'Emilia e l'adiacente Provincia di Modena.

L'area oggetto di studio si colloca all'interno del comparto medio basale di un versante mediamente acclive e declinante verso est ed in corrispondenza dell'asse viario SP 486 R km 4+700. Tale comparto di versante presenta quote variabili tra 335,0 e 336,0 m s.l.m.

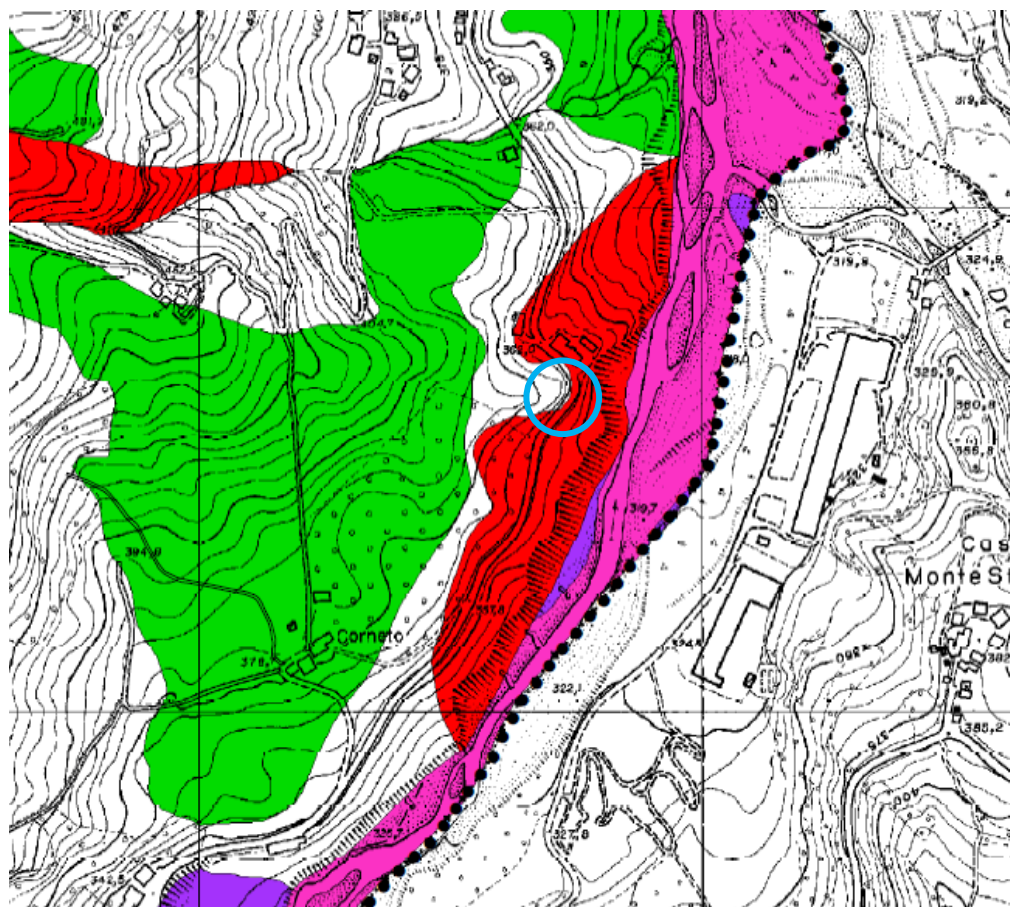
Cartografia di riferimento:

Foglio 1:50000	235	Pievepelago
Tavoletta 1:25000	235NE	Montefiorino
Sezione 1:10000	235040	Montefiorino
Elemento 1:5000	235044	Massa

CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO PTCP 2010 – VINCOLI PROGRAMMATICI

Le perimetrazioni della *“Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908), allegato P6 - sez 235040”* collocano l'area oggetto di studio in prossimità del comparto basale di un versante mediamente acclive e declinante verso est, in posizione intermedia tra la terminazione basale di un importante movimento franoso, attualmente classificato in stato di quiescenza (a2, rif. PAI: Fq; rif. PTP: art.57), e la porzione sommitale di un dissesto gravitativo attivo (a1, rif. PAI: Fa; rif. PTP: art.57). Quest'ultimo risulta riconducibili ad effetti di scalzamento al piede del versante per effetto dell'azione del T. Dolo.

Oltre ai suddetti dissesti, l'area in esame si contraddistingue da un indice di franosità piuttosto pronunciato.



Carta Inventario del Dissesto	PAI	PTCP
Frane attive (a1)	Fa	art.57
Frane di orlo (a6)		
Frane quiescenti (a2)	Fq	art.57
Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)		
Svolamenti in blocco (sb)		
Frane stabilizzate	Fs	art.59
Depositi alluvionali in evoluzione (b1)	Ee	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 inattive	Cn	art.58
Depositi di Versante s.l. (a3)		art.59
Depositi morenici (c1)		
Depositi morenici rissiani (c3)		
Depositi morenici wurmiani (c4)		

Carta del dissesto - PTCP - allegato P6 - sezione 235040

PIANO E METODOLOGIA D'INDAGINE***Indagine geognostica***

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

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

- **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. 17/01/2018, 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 2,0 m per una lunghezza totale di indagine pari a 46 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.

RIFERIMENTI NORMATIVI

NORME NAZIONALI

- Dlgs 11 febbraio 2010, n. 22:

Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, a norma dell'articolo 27, comma 28, della legge 23 luglio 2009, n. 99. (10G0037)

- Ministero delle Infrastrutture

Decreto 17 gennaio 2018 Norme Tecniche sulle Costruzioni

Decreto 14 gennaio 2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Ordinanza n. 3379 del 5 novembre 2004

Disposizioni urgenti di protezione civile.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003

Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 12 giugno 2003, n. 185

Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152.

- Decreto Legge 12 ottobre 2000, n. 279

Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000.

- Dlgs 11 maggio 1999, n.152

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

- Ministero dei Lavori Pubblici - Circolare 9 gennaio 1996, n. 218/24/3

Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.

- Decisione n° 701/1995 della V Sezione giurisdizionale del Consiglio di Stato

Esclusiva competenza del geologo per la relazione geologica La competenza del geologo anche per la relazione geotecnica.

- Legge 11 febbraio 1994, n. 109 - (MERLONI TER)

Legge quadro in materia di lavori pubblici.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

- Parere Ministero Lavori Pubblici, 17 dicembre 1993, N. 138

Consiglio Superiore, Assemblea Generale

Legge 2 febbraio 1974 n.64 - Decreto Ministeriale 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e stabilità delle opere di fondazione. Relazione geologica e geotecnica. Competenze professionali.

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11 Marzo 1988

- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 Settembre 1988, N. 30483

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

- Legge 8 agosto 1985, n. 431 - (Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del Decreto Legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- R.D. 16 maggio 1926 n°1126

Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

- R.D. 30 dicembre 1923 n°3267

Vincolo idrogeologico: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani."

NORME REGIONALI

- Delibera n. 2193 del 21 dicembre 2015,

Aggiornamento degli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna.

- D.E.R. n°1105 del 03 febbraio 2014

Indicazioni sulla documentazione tecnica da produrre a supporto della richiesta di contributi per interventi di consolidamento di terreno di fondazione in caso di riparazione, ripristino con miglioramento sismico o demolizione e ricostruzione di edifici dichiarati inagibili che abbiano riportato danni da liquefazione, a seguito della sequenza sismica che ha interessato la pianura emiliana nel maggio-giugno 2012.

- L.R 23/05/2011 del 687/2011

- Atto di indirizzo recante individuazione degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici e delle varianti, riguardanti parti strutturali, che non rivestono carattere sostanziale e definizione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per la denuncia di inizio attività, ai sensi degli articoli 9, comma 4, e 10, comma 3 della L.R. n. 19 del 2008.

- Delibera dell'Assemblea legislativa progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007

Gli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

- 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".

- L.R. 24 marzo 2000 n°20

Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio.

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.

Il territorio comunale di Toano si pone all'interno del medio appennino reggiano, in stretta adiacenza al limitrofo territorio provinciale di Modena, ed al suo interno trovano sede corpi rocciosi riconducibili al Dominio Ligure e a quello Epiligure.

Sulla base del paleodominio geografico di riferimento, è possibile suddividere il territorio in analisi in due differenti comparti territoriali presentanti estensioni piuttosto analoghe; infatti, in corrispondenza del comparto occidentale del territorio comunale trovano sede corpi rocciosi riconducibili al porzione medio basale della Successione Epiligure (Formazione di Ranzano), oltrepassando l'allineamento Colombaia – Quara, invece, affiorano Formazioni litoidi ascrivibili al Dominio Ligure e, nella fattispecie, alla Successione della Val Rossena.

Dal punto di vista strutturale, nella fascia mediana dell'appennino reggiano in oggetto, le principali linee tettoniche sono orientate in direzione appenninica (NW-SE), e sono ubicate in prevalenza immediatamente a sud ed a nord della Successione Epiligure.

Detta conformazione rappresenta la parte attualmente affiorante del sistema di thrust che, durante il Miocene ed il Pliocene, ha permesso l'embriciazione dell'appennino.

Un altro importante sistema di linee tettoniche è quello trasversale a direttrice antiappenninica – sud ovest – nord est, osservabile circa tra Carpineti e Baiso in corrispondenza del T. Tresinaro, e tra Castelnovo Monti e Ciano d'Enza.

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, in corrispondenza dell'area in analisi si osserva il contatto, presumibilmente di natura tettonica, tra due differenti corpi geologici, entrambi ascrivibili al Dominio Ligure; nella fattispecie trovano sede i termini litoidi della Formazione di Monghidoro (MOH) e quelli della Formazione di Montevenere (MOV).

La disamina degli assetti stratigrafici di suddetti corpi geologici evidenzia come in corrispondenza del comparto medio sommitale del versante sul quale insiste l'area in esame, sono riscontrabili condizioni a franapoggio maggiore del pendio che, procedendo verso valle, evolvono in condizioni di traverpoggio.

A testimonianza di quanto precedentemente esposto, in merito alla storia plicativa e deformativa spiccatamente intensa e pronunciata, si osserva, inoltre, che i corpi geologici in affioramento sono a polarità inversa, strati ribaltati, e la giacitura dei medesimi risulta fortemente eterogenea, priva di una direzione deformativa principale.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

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.

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 sl poligenetici e da accumuli di frana di colata, debris flow, attivi e quiescenti non attivi.

SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES8) (Olocene età radiometrica della base: 11.000-8.000 anni)

Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Nell'alta pianura su AES7b (affiorante solo in cave). Potenza fino a oltre 20 m.

AES8a – UNITA' DI MODENA (Post-VI secolo dC.)

Depositi ghiaiosi e fini. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Potenza massima di alcuni metri (<10 m).

DOMINIO LIGURE: SUCCESSIONE VAL ROSSENA

FORMAZIONE DI MONGHIDORO (MOH) (Maastrichtiano sup ? – Pleiocene sup)

Arenarie micacee a grana medio-fine, poco cementate in strati sottili e spessi (raramente molto spessi), gradati e peliti nerastre, a luoghi argillitiche (A/P >1). Intercalazioni di singoli strati calcareo-marnosi, sottili o medi, più raramente banchi. Distinto il membro pelitico-arenaceo MOH2. Potenza media di 600 m. Passaggio graduale per alternanze su MOV. Sedimentazione torbitica di piana bacinale.

FORMAZIONE DI MONTEVENERE (MOV) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)

Marne calcaree a base arenitica in strati spessi e banchi gradati; al tetto sottili livelli di peliti nerastre. Ad essi si alternano pacchi di strati arenaceo pelitiche da sottili a molto spessi, tipo MOH. Potenza parziale di 600 m. Contatto inferiore non affiorante. Sedimentazione torbiditica di piana bacinale.

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 modellanti di maggior influenza sono stati, e sono tutto'ora, l'acqua, sia di precipitazione meteorica sia canalizzata, che ha esplicato le sue azioni in fasi alterne di deposito e di erosione e la gravità. Infatti durante i periodi interglaciali Riss-Wurm e Post Wurm, i corsi d'acqua erano particolarmente impetuosi, ricchi di acque derivanti sia dallo scioglimento progressivo delle lingue glaciali appenniniche che da precipitazioni sempre più abbondanti, conseguenti alle variazioni climatiche, che da arido fredde, sono progressivamente passate a condizioni più temperate equivalenti alle attuali.

L'area in analisi si colloca in prossimità della porzione basale di un versante mediamente acclive e declinante verso est; il substrato roccioso risulta seppellito sotto differenti coperture quaternarie (depositi eluvio – colluviali, depositi di versante, frane s.l.) riconducibili all'azione della gravità e delle acque, siano esse corrivanti sul pendio o riconducibili all'azione erosiva del T. Dolo.

Nello specifico, in corrispondenza dell'area in esame, è presente un importante dissesto gravitativo, a cinematisma complesso, attualmente classificato in stato di quiescenza, il quale ha origine immediatamente a

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

monte dell'abitato di Cassinadro e si protrae verso valle sino ad arrestarsi in corrispondenza dell'asse viario SP 486 R. Tale corpo franoso si sviluppa all'interno dell'impluvio e presenta uno sviluppo lineare circa pari a 1 km; la porzione centro – apicale ha un aspetto stretto ed affusolato (larghezza media pari a 100 m), mentre la porzione basale si apre a ventaglio sino a raggiungere una estensione lineare circa pari a 500 m, con valori massimi prossimi a 700 m.

A valle del suddetto asse viario trova sede un movimento franoso classificato in stato di attività e presentante un cinematismo analogo a quello precedentemente indicato; presumibilmente tale dissesto, rappresenta la riattivazione locale (basale) del movimento principale testé descritto.

Elemento fortemente destabilizzante per l'equilibrio del versante è rappresentato dal T. Dolo il quale, attraverso la sua azione erosiva, asporta la porzione basale del versante, riducendo il peso degli elementi stabilizzanti.

Ai margini dell'attuale tracciato fluviale del T, Dolo, inoltre, trovano sede le coperture quaternarie alluvionali, riconducibili al Subsistema di Modena (AES8a), costituite da materiali grossolani, quali ciottoli, ghiaie e ghiaie sabbiose immerse in una massa di fondo limoso sabbioso argillosa.

Cenni di idrogeologia

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

DPSH1	Foro chiuso a – 1,00 m p.c.
DPSH2	Foro chiuso a – 1,00 m p.c.

SUCCESSIONE LITOMECCANICA

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH; le verticali d'indagine sono ubicate come nella planimetria “Tav. 3 – Planimetria Ubicazione Indagini” ed i relativi risultati appaiono visualizzati negli allegati: “Diagrammi penetrometrici”. In base al grado di consistenza riscontrato dall'esecuzione delle penetrometrie dinamiche, si è riconosciuta, dall'alto in basso rispetto alla quota del piano cortilivo, la successione litostratigrafico - meccanica di seguito descritta:

Successione litomeccanica (DPSH1 – DPSH2)

Profondità	Descrizione Litomeccanica
Da piano campagna a – 1,6 ÷ – 3,0 m p.c.	Orizzonte superficiale contraddistinto da significative variazioni laterali espresse in termini di grado di consistenza. Sulla verticale DPSH1 sono stati riscontrati litotipi, di incerta genesi, a medio elevato grado di consistenza (UGT1bis), presentanti, al penetrometro dinamico superpesante, un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm oscillante tra $N_{20m} = 9 \div 17$, con medio massimi pari a $N_{20m} = 29 \div >40$. L'elevato grado di consistenza ha determinato, inoltre, a – 1,60 m da p.c. il rifiuto all'avanzamento. Sulla verticale DPSH2, sono stati discriminati litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio basso grado di consistenza. Suddetti materiali sono caratterizzati da valori medi di resistenza alla penetrazione dinamica variabili tra $N_{20m} = 3 \div 8$. Il grado di consistenza cresce all'aumentare della profondità.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
Da – 3,0 m a – 11,2 m p.c.	Litotipi coesivi a medio basso grado di consistenza, al cui interno è possibile identificare un livello detensionato e decompresso, di spessore circa pari a 40 cm, rappresentante il piano di scivolamento del movimento gravitativo. Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm variabile tra $N_{20m} = 3 \div 8$, con valori medio massimi pari a $N_{20m} = 10 \div 11$.	
Da – 11,2 a – 14,4 m p.c.	Termini litoidi fortemente alterati, a medio elevato grado di consistenza, riconducibili alla porzione sommitale dell'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) o, in alternativa, alla Formazione di Montevenere (MOV). Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 14 \div 20$.	

MODELLO GEOLOGICO

Le indagini geognostiche hanno permesso di definire il modello geologico del primo sottosuolo.

I diagrammi penetrometrici evidenziano sensibili e significative variazioni litologiche superficiali; infatti, in corrispondenza di DPSH1 sono stati riscontrati termini a medio elevato grado di consistenza, il quale si riduce sensibilmente procedendo in direzione di DPSH2.

La genesi dei litotipi riscontrati sulla verticale DPSH1 (**UGT1bis**) risulta piuttosto incerta ed alla profondità di – 1,8 m da p.c. si è riscontrato il rifiuto all'avanzamento e la conseguente interruzione dell'indagine geognostica.

Sulla verticale DPSH2 la sequenza stratigrafica ha evidenziato termini coesivi a medio basso grado di consistenza (**UGT1**); la base di tali materiali si pone a profondità prossima a – 3,0 m da p.c.

A partire da suddetta quota fa seguito una importante sequenza (**UGT2**) costituita da materiali a medio basso grado di consistenza al cui interno sono presenti trovanti litoidi a maggior grado di consistenza relativa. Tale sequenza si protrae sino ad una profondità circa pari a – 11,2 m da p.c.

All'interno della sequenza principale di UGT2 alla profondità di – 6,8 m da p.c. è stato intercettato un livello, di spessore prossimo a 40 cm, fortemente compressibile e scarsamente consistente, rappresentante il piano di scivolamento del movimento gravitativo.

Oltre alla profondità di – 11,2 m da p.c. si intercetta la porzione sommitale dell'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso (**UGT3**), ivi riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) o, in alternativa, alla Formazione di Montevenere (MOV). Seppure intensamente detensionato e decompresso tali materiali litoidi sono comunque contraddistinti da buona consistenza meccanica.

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

CONDIZIONI DI STABILITÀ GENERALE DEL VERSANTE

L'area in esame si ubica in corrispondenza della porzione basale di un versante mediamente acclive e declinante verso est - sud est.

La campagna d'indagine geognostica e geofisica ha evidenziato la presenza di un orizzonte di copertura, contraddistinto da significative variazioni laterali del grado di consistenza, la cui base è riscontrabile a profondità variabile tra – 8,5 ÷ – 11,0 m p.c.; seguono termini rocciosi alterati e fratturati, ma contraddistinti comunque da buona resistenza meccanica, attribuibili alla porzione sommitale dell'orizzonte regolitico di passaggio al

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

substrato roccioso, ivi riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) o, in alternativa, alla Formazione di Montevenere (MOV).

Allo scopo di valutare le condizioni di stabilità generale dell'area in esame, si è 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

Nel caso in esame, per la sola area di sedime del fabbricato:

FATTORI CONSIDERATI	VALORI MEDIATI
Inclinazione (10 – 20 %)	+1
Litologia: Depositi detritici sciolti o poco cementati // cumuli di frana	+2
Giacitura degli strati: Strati fortemente piegati, fratturati, rovesciati e con giacitura caotica	+2
Uso del suolo: Aree urbane e improduttive.	0
Totale:	+5

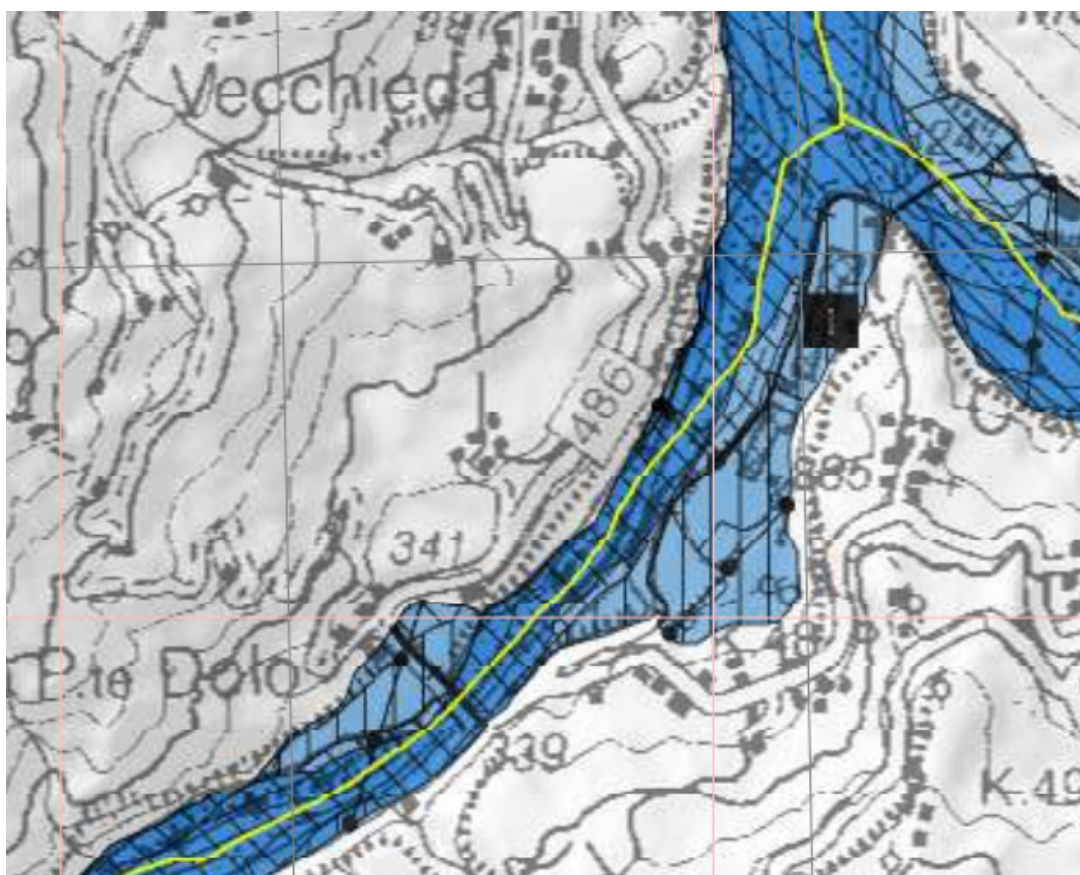
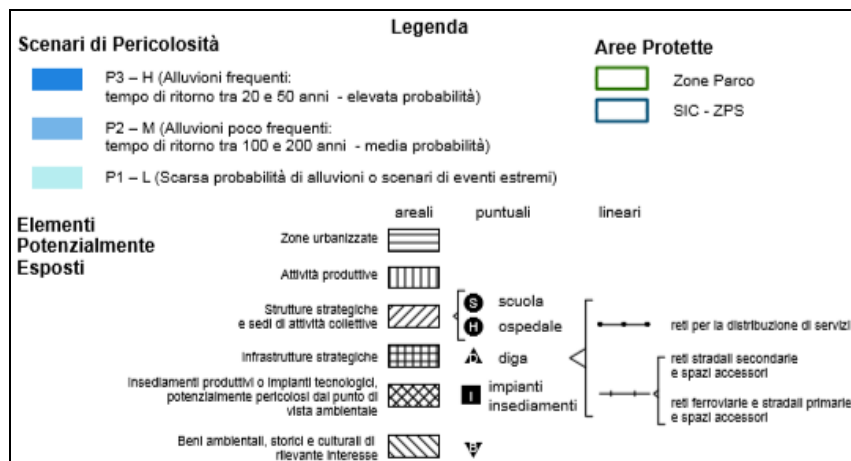
La somma dei singoli pesi colloca il sito all'interno di un'area a forte instabilità, in accordo con il quadro geomorfologico dell'area.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA (D.G.R. 1300/2016)

Si riportano gli estratti degli elaborati cartografici rappresentati dalle Mappe di Pericolosità e del Rischio di alluvione predisposte ai sensi dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010. L'area di studio si

ubica all'interno del Parco Nazionale dell'Appennino Tosco Emiliano e dal punto di vista idrografico è ascrivibile al **Reticolo Secondario Collinare Montano (RSCM)** il quale, per definizione, è costituito da corsi d'acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali.

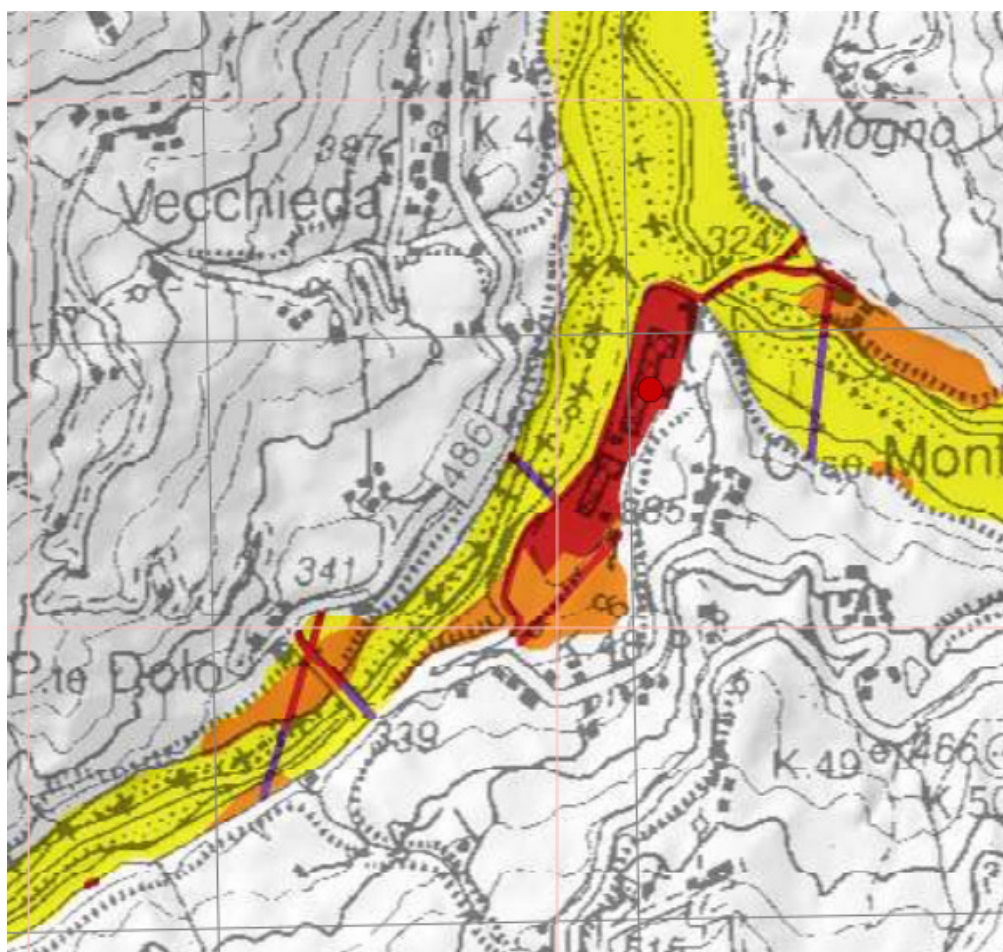
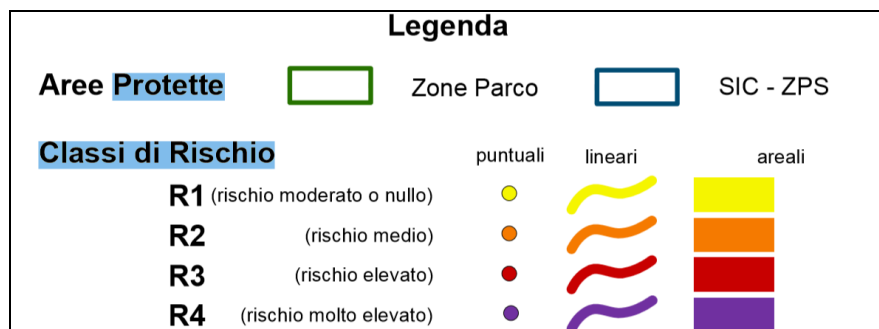
La disamina dell'elaborato grafico “*Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni – Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti*” evidenzia come generalmente l'intorno dell'area in analisi non ricade all'interno di nessuno scenario di pericolosità.



Mappa della pericolosità e degli elementi esposti

Le perimetrazioni della mappa del rischio potenziale esposte all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), ai sensi della direttiva europea 2007/60/CE, non evidenziano alcun scenario di rischio.

Tuttavia, in corrispondenza dell'attuale tracciato fluviale del T. Dolo il rischio diviene medio – elevato, a tratti molto elevato.



Mappa del rischio

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

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

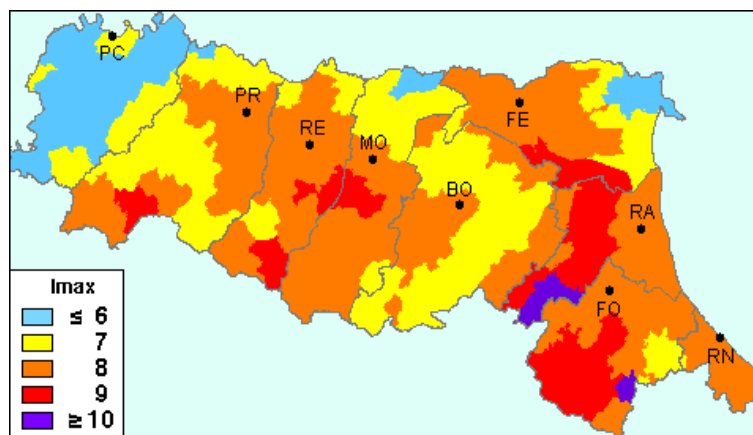
Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area d'intervento corrispondono a:

10.61838 ÷ 44.38040

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

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Toano, 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 Toano, il Database Macrosismico DBMI04, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

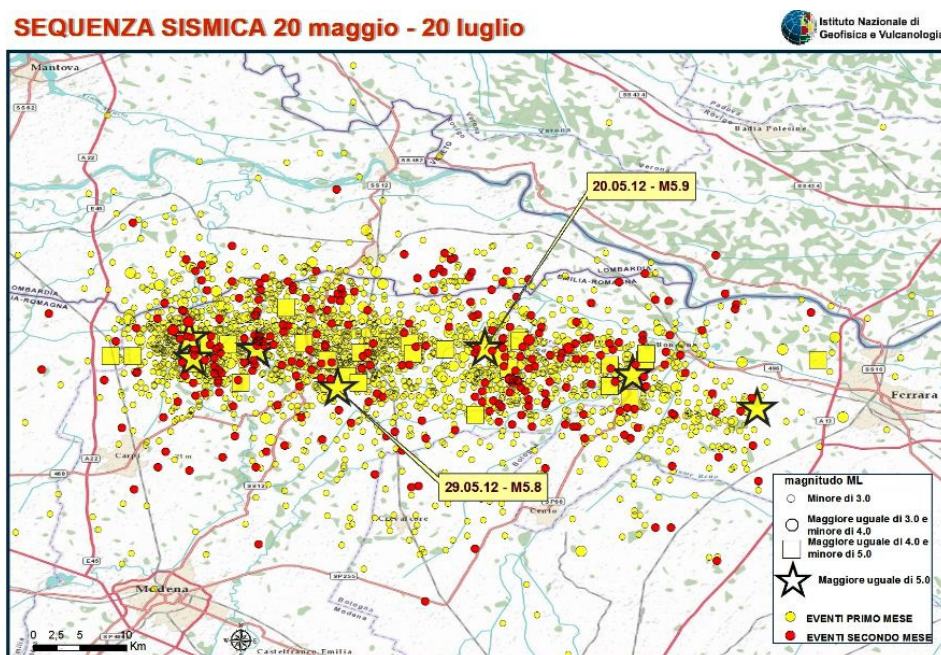
Storia sismica di Toano Osservazioni disponibili: 15

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7		1920	09	07	05	55 4	Garfagnana	750	10	6.53
2		1957	10	25	23	02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
4		1972	10	25	21	56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
NF		1986	12	06	17	07 1	Ferrarese	604	6	4.43
2-3		1987	05	02	20	43 5	Reggiano	802	6	4.71
4		1988	02	08	11	24 4	Garfagnana	75	6	4.34

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF		1989	10	03	09	41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
4		1995	10	10	06	54 2	Lunigiana	341	7	4.82
4-5		1995	12	31	21	29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
4-5		1996	10	15	09	55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4		1997	12	24	17	53 1	Garfagnana	98	5	4.33
3-4		2000	06	18	07	42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4		2000	10	03	01	12 3	Frignano	62	5	4.22
3		2002	06	08	20	13 0	Frignano	115	4	4.23
3		2002	06	18	22	23 3	Frignano	186	4	4.30

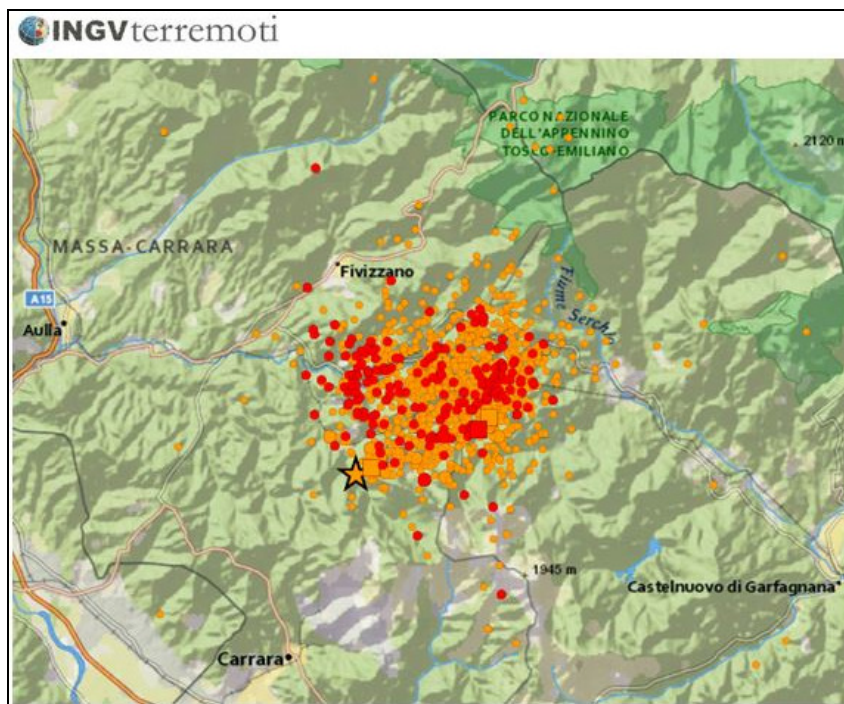
Storia sismica del comune di Toano.

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.



Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la bassa Pianura Padana

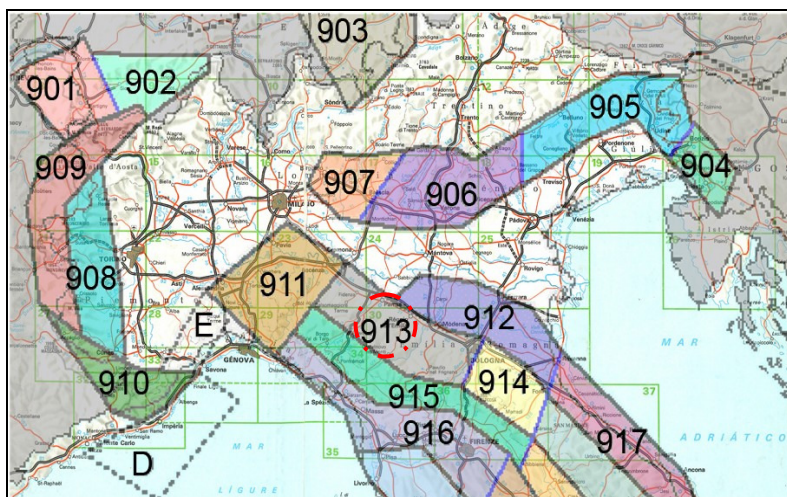
L'ultima sequenza sismica significativa rilevata dai sismografi che ha coinvolto il centro – nord Italia è stata quella che ha coinvolto la Lunigiana e la Garfagnana nel Giugno – Luglio 2013; l'evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a $MW = 5.2$.



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.

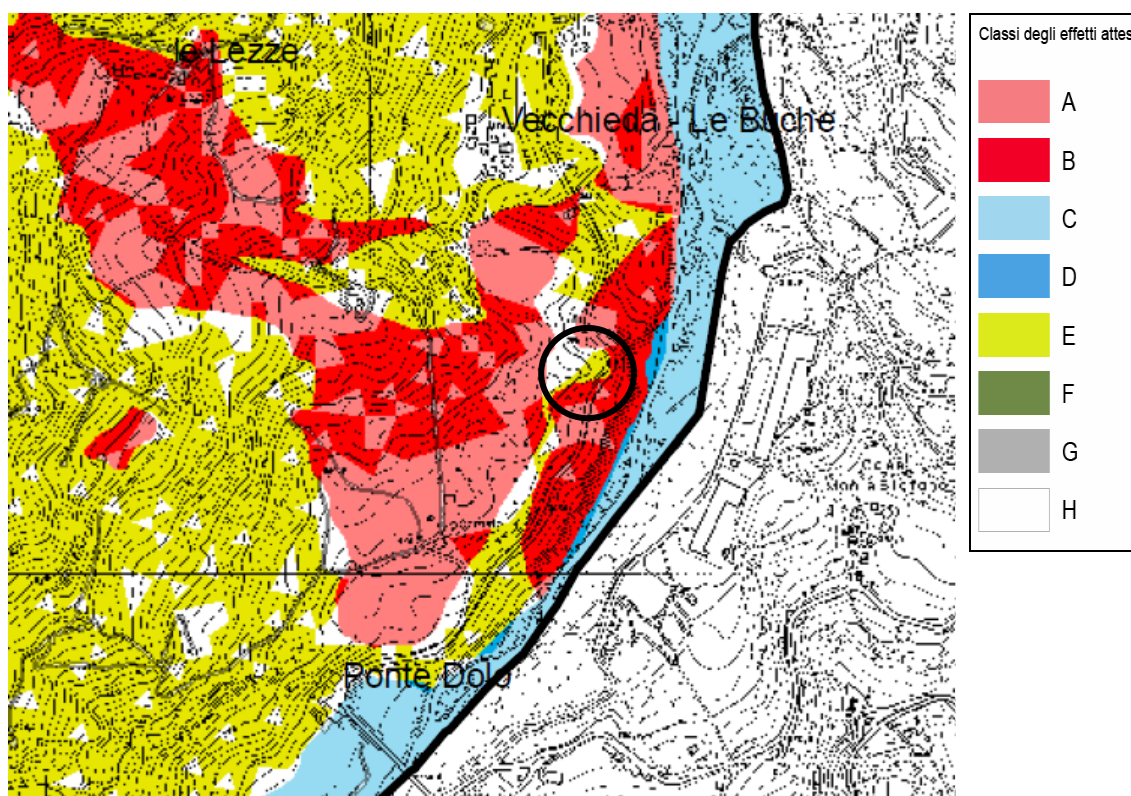


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004).

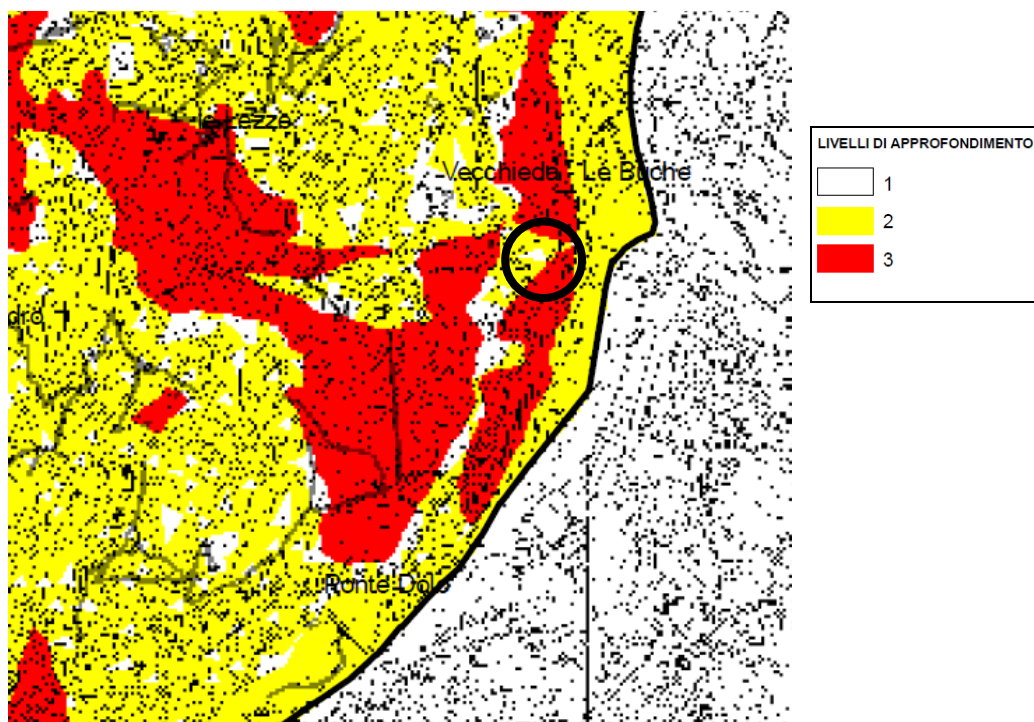
EFFETTI ATTESI E LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

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, cautelativamente, nell'ambito delle aree soggette ad effetti di amplificazione stratigrafica, topografica e di instabilità di versante in caso di sollecitazione sismica. Per questi ambiti viene richiesta un approfondimento di indagine di III livello.

		EFFETTI ATTESI				
CLASSI		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' 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 235NE.



Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento- PTCP - allegato P9b - sezione 235NE.

CLASSE DELL'OPERA: AZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

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

	Classe	III
Vita nominale	Vn	50 anni
Coefficiente d'uso	Cu	1,5
Vita di riferimento	Vr	75 anni

IDENTIFICAZIONE CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate, denotano che i primi 30 m del sottosuolo, sottostanti la probabile quota di incastro delle opere di consolidamento, sono contraddistinti dalle velocità di propagazione delle onde di taglio Vs, profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]	Vs [m/sec]
1	1,0 ÷ 2,0	1	242
2	2,0 ÷ 4,8	2.8	293
3	4,8 ÷ 8,4	3.6	414
4	8,4 ÷ 12,8	4.4	612
5	12,8 ÷ 18,0	5.2	622
6	18,0 ÷ 25,2	7.2	614
7	25,2 ÷ 31,0	5.8	631

La definizione del valore Vs₃₀, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è determinata mediante la relazione:

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato i -esimo, m/sec,

ottenendo, per i metodi di acquisizione sopra descritti, i seguenti valori di velocità $V_{S_{30}}$:

$$V_{S_{30}} = 510 \text{ m/sec}$$

Dai parametri sopra esposti, in relazione alla sequenza litomeccanica riscontrata dall'esecuzione delle prove penetrometriche, si ritiene che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la quota di incastro delle 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 graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ 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 DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni contenute nelle 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 $C_u = 1,5$; vita di riferimento $V_r = 75$ 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	45	0,067	2,485	0,259
SLD	75	0,082	2,495	0,269
SLV	712	0,182	2,532	0,296

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

SLC	1462	0,226	2,554	0,307
-----	------	-------	-------	-------

dove:

SLO = Stato limite di operatività; Pvr = 81%

SLD = Stato limite di danno; Pvr = 63%

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; Pvr = 10%

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; Pvr = 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 dal seguente coefficiente di amplificazione stratigrafica: **$S_s = 1,200$** .

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Per l'area in oggetto si potrà 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 ($\beta = 0,24$)
Latitudine (ED50)	44.38040
Longitudine (ED50)	10.61838
Vita nominale struttura	50 anni
Classe struttura opera	III
Coefficiente d'uso	1,5
Vita di riferimento struttura	75 anni
N_{SPT30}	510 m/sec
Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento (SLV)	0,182
Coefficiente di amplificazione stratigrafico	1,200
Coefficienti di amplificazione topografico	1,200
F_{0SLV}	2,532
T_{cSLV}	0,296
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,062$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,031$
a_{max}/g	0,262

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, congiuntamente all'assenza di battente idrico sotterraneo, evidenziano che i terreni del sito non sono suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI – MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

TIPOLOGIA PROGETTUALE DELLE OPERE

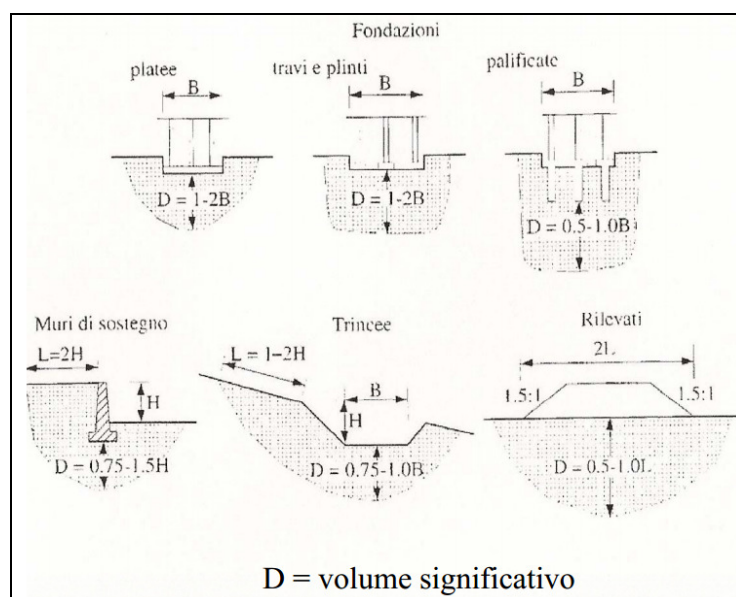
L'intervento è caratterizzato dalla seguente classe d'opera e dai relativi parametri di definizione dell'input sismico.

	Classe	III
Vita nominale	Vn	50 anni
Coefficiente d'uso	Cu	1,5
Vita di riferimento	Vr	75 anni

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 due prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, protratte sino al rifiuto all'avanzamento; il piano di lavoro descritto, unitamente allo studio geofisico realizzato, risponde alle richieste normative.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

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

E' 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.
- 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.

L'esecuzione 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, qd, 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, qd, 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 N₁₀ in N_{spt} equivalenti e quindi considerando le principali relazioni presenti in letteratura.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

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 qc 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.

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
UGT1bis: DPSH1: da - 0,5 m a - 2,0 m p.c. Materiali di incerta genesi, a medio elevato grado di consistenza. Grado di compressibilità basso.	$N_{20k} = 5,04$ $N_{SPT\ k} = 7,56$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,08 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,70 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 78 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 1,52 \text{ kgf/cm}^2$
UGT1: DPSH2: da - 0,5 m a - 3,0 m p.c. Limi argillosi e argille limose alterati a medio grado di consistenza. Grado di compressibilità basso.	$N_{20k} = 4,60$ $N_{SPT\ k} = 6,90$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,07 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,65 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 70 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 1,47 \text{ kgf/cm}^2$
UGT2: DPSH2: da - 3,0 m a - 11,0 m p.c. Termini argilloso limosi e limoso argillosi a medio grado di consistenza, al cui interno sono presenti trovanti litoidi a maggior grado di consistenza. Grado di compressibilità basso.	$N_{20k} = 4,97$ $N_{SPT\ k} = 7,21$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,10 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,68 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 75 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$
Orizzonte scivolamento movimento franoso DPSH2: Da - 6,8 m a - 7,2 m da p.c. Termini fortemente compressibili e completamente detensionati, scarsamente consistenti.	$N_{20k} = 0,20$	$\phi'_k = 16^\circ$ $c'_k = 0,00 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,20 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00180 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 25 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 0,75 \text{ kgf/cm}^2$
UGT3: Regolite DPSH2: oltre a - 11,0 m p.c. Termini a medio elevata consistenza meccanica, attribuibili alla porzione sommitale dell'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) o, in alternativa, alla Formazione di Montevenere (MOV).	$N_{20k} = 14,64$ $N_{SPT\ k} = 17,19$	$\phi'_k = 30^\circ$ $c'_{\text{ammasso} \cdot k} = 0,20 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{u, \text{ammasso} \cdot k} = 1,05 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 195 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 8,76 \text{ kgf/cm}^2$

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.

CONCLUSIONI

Nell'ambito progettuale relativo ai lavori del muro di sostegno di valle e di inserimento di barriera stradale, sulla SP 486R al km 44+700, in comune di Toano (RE), su commissione di **Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia**, si è effettuata l'indagine geologico geotecnica e sismica, la quale ha evidenziato, in modo riassuntivo, i seguenti punti.

RELAZIONE GEOLOGICA – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

- **Inquadramenti territoriali generali:** il sito si colloca in prossimità del margine orientale del territorio comunale di Toano, in prossimità del toponimo di Corneto. Nello specifico l'area oggetto di studio si pone in prossimità della sponda occidentale del T. Dolo che costituisce, inoltre, il limite amministrativo tra la Provincia di Reggio nell'Emilia e l'adiacente Provincia di Modena. L'area oggetto di studio si colloca all'interno del comparto medio basale di un versante mediamente acclive e declinante verso est ed in corrispondenza dell'asse viario SP 486 R km 4+700. In corrispondenza dell'area in analisi si osserva il contatto, presumibilmente di natura tettonica, tra due differenti corpi geologici, entrambi ascrivibili al Dominio Ligure; nella fattispecie trovano sede i termini litoidi della Formazione di Monghidoro (MOH) e quelli della Formazione di Montevenere (MOV).

A valle del suddetto asse viario trova sede un movimento franoso classificato in stato di attività.

- **Modello geologico:** I diagrammi penetrometrici evidenziano sensibili e significative variazioni litologiche superficiali; infatti, in corrispondenza di DPSH1 sono stati riscontrati termini a medio elevato grado di consistenza, il quale si riduce sensibilmente procedendo in direzione di DPSH2. La genesi dei litotipi riscontrati sulla verticale DPSH1 (**UGT1bis**) risulta piuttosto incerta ed alla profondità di – 1,8 m da p.c. si è riscontrato il rifiuto all'avanzamento. Sulla verticale DPSH2 la sequenza stratigrafica ha evidenziato termini coesivi a medio basso grado di consistenza (**UGT1**); la base di tali materiali si pone a profondità prossima a – 3,0 m da p.c.

A partire da suddetta quota fa seguito una importante sequenza (**UGT2**) costituita da materiali a medio basso grado di consistenza al cui interno sono presenti trovanti litoidi a maggior grado di consistenza relativa. Tale sequenza si protrae sino ad una profondità circa pari a – 11,2 m da p.c. All'interno della sequenza principale di UGT2 alla profondità di – 6,8 m da p.c. è stato intercettato un livello, di spessore prossimo a 40 cm, fortemente compressibile e scarsamente consistente, rappresentante un potenziale piano di scivolamento di un movimento gravitativo.

Oltre alla profondità di – 11,2 m da p.c. si intercetta la porzione sommitale dell'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso (**UGT3**), ivi riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) o, in alternativa, alla Formazione di Montevenere (MOV). Seppure intensamente detensionato e decompresso tali materiali litoidi sono comunque contraddistinti da buona consistenza meccanica.

- **Idrogeologia:** al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, per ciascuna verticale geognostica è stata riscontrata l'assenza di battente idrico sotterraneo all'interno dei fori d'indagine.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

- **Pericolosità geomorfologica e idraulica:** dal punto di vista geologico e geomorfologico, l'area oggetto di studio si pone in prossimità della porzione sommitale di un movimento franoso attualmente classificato in stato di attività. Dal punto di vista idraulico, ai sensi della direttiva europea 2007/60/CE, non si evidenzia alcun scenario di rischio.

RISPOSTA SISMICA LOCALE – PERICOLOSITA' SISMICA

- **Categoria del suolo di fondazione:** i litotipi soggiacenti alla quota di incastro delle fondazioni, sono preferibilmente attribuibili alla categoria B.
- **D.M. 17/01/2018 – Analisi II livello, parametri principali.**

	D.M. 17/01/2018 ($\beta = 0,24$)
Latitudine (ED50)	44.38040
Longitudine (ED50)	10.61838
Vita nominale struttura	50 anni
Classe struttura opera	III
Coefficiente d'uso	1,5
Vita di riferimento struttura	75 anni
N_{SPT30}	510 m/sec
Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento (SLV)	0,182
Coefficiente di amplificazione stratigrafico	1,200
Coefficienti di amplificazione topografico	1,200
F_{0SLV}	2,532
$T_{C_{SLV}}$	0,296
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,062$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,031$
a_{max}/g	0,262

- **Suscettività a liquefazione sismica:** le caratteristiche litotecniche dei materiali rilevati evidenziano un rischio di liquefazione nullo.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, MODELLAZIONE GEOTECNICA

- **Modellazione geologico geotecnica del sottosuolo:**

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
UGT1bis: DPSH1: da - 0,5 m a - 2,0 m p.c. Materiali di incerta genesi, a medio elevato grado di consistenza. Grado di compressibilità basso.	$N_{20k} = 5,04$ $N_{SPT\ k} = 7,56$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,08 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,70 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 78 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 1,52 \text{ kgf/cm}$
UGT1: DPSH2: da - 0,5 m a - 3,0 m p.c. Limi argillosi e argille limose alterati a medio grado di consistenza. Grado di compressibilità basso.	$N_{20k} = 4,60$ $N_{SPT\ k} = 6,90$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,07 \text{ kgf/cm}$ $c_{uk} = 0,65 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 70 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 1,47 \text{ kgf/cm}$
UGT2: DPSH2: da - 3,0 m a - 11,0 m p.c. Termini argilloso limosi e limoso argillosi a medio grado di consistenza, al cui interno sono presenti trovanti litoidi a maggior grado di consistenza. Grado di compressibilità basso.	$N_{20k} = 4,97$ $N_{SPT\ k} = 7,21$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,10 \text{ kgf/cm}$ $c_{uk} = 0,68 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 75 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 1,50 \text{ kgf/cm}$

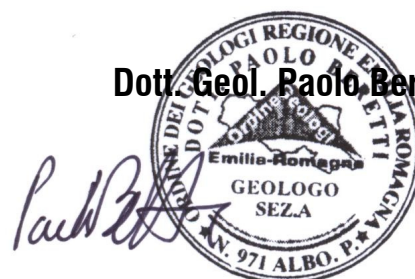
Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
-------------------------------	---	---

Orizzonte scivolamento movimento franoso DPSH2: Da – 6,8 m a – 7,2 m da p.c. Termini fortemente compressibili e completamente detensionati, scarsamente consistenti.	$N_{20k} = 0,20$	$\phi'_k = 16^\circ$ $c'_k = 0,00 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,20 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00180 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 25 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 0,75 \text{ kgf/cm}$
UGT3: Regolite DPSH2: oltre a – 11,0 m p.c. Termini a medio elevata consistenza meccanica, attribuibili alla porzione sommitale dell'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) o, in alternativa, alla Formazione di Montevenere (MOV).	$N_{20k} = 14,64$ $N_{SPT k} = 17,19$	$\phi'_k = 30^\circ$ $c'_{ammasso \cdot k} = 0,20 \text{ kgf/cm}$ $c_{u, ammasso k} = 1,05 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 195 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 8,76 \text{ kgf/cm}$

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; 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.

Quattro Castella, Ottobre 2019

Dott. Geol. Paolo Beretti

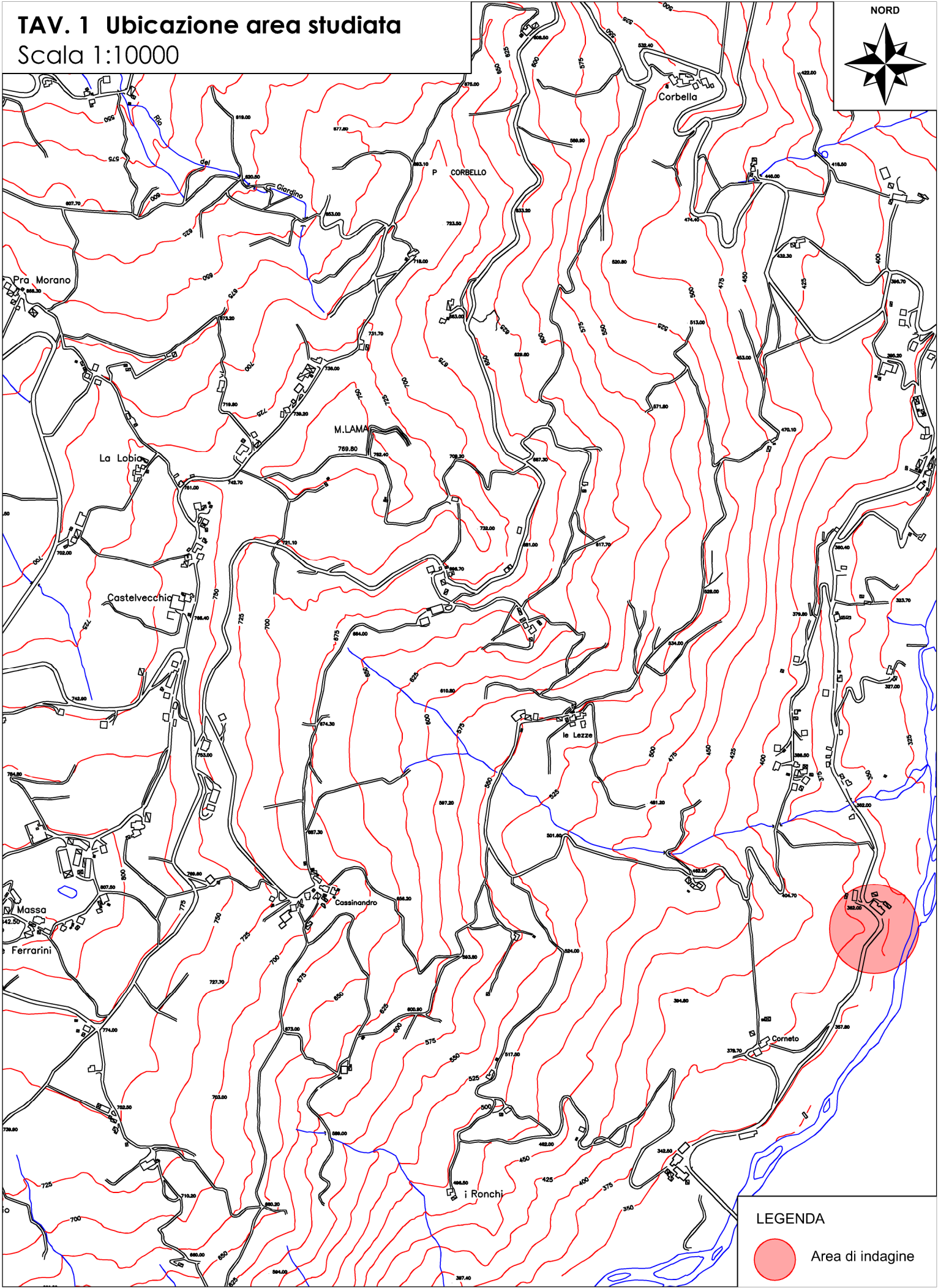


Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale sulla SP 486R al km 44+700.
----------------------------------	--	--

ALLEGATI

- Tav. 1. Ubicazione dell'area.
- Tav. 2. Estratto 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.
- Rapporto fotografico.

TAV. 1 Ubicazione area studiata
Scala 1:10000



NORD



LEGENDA

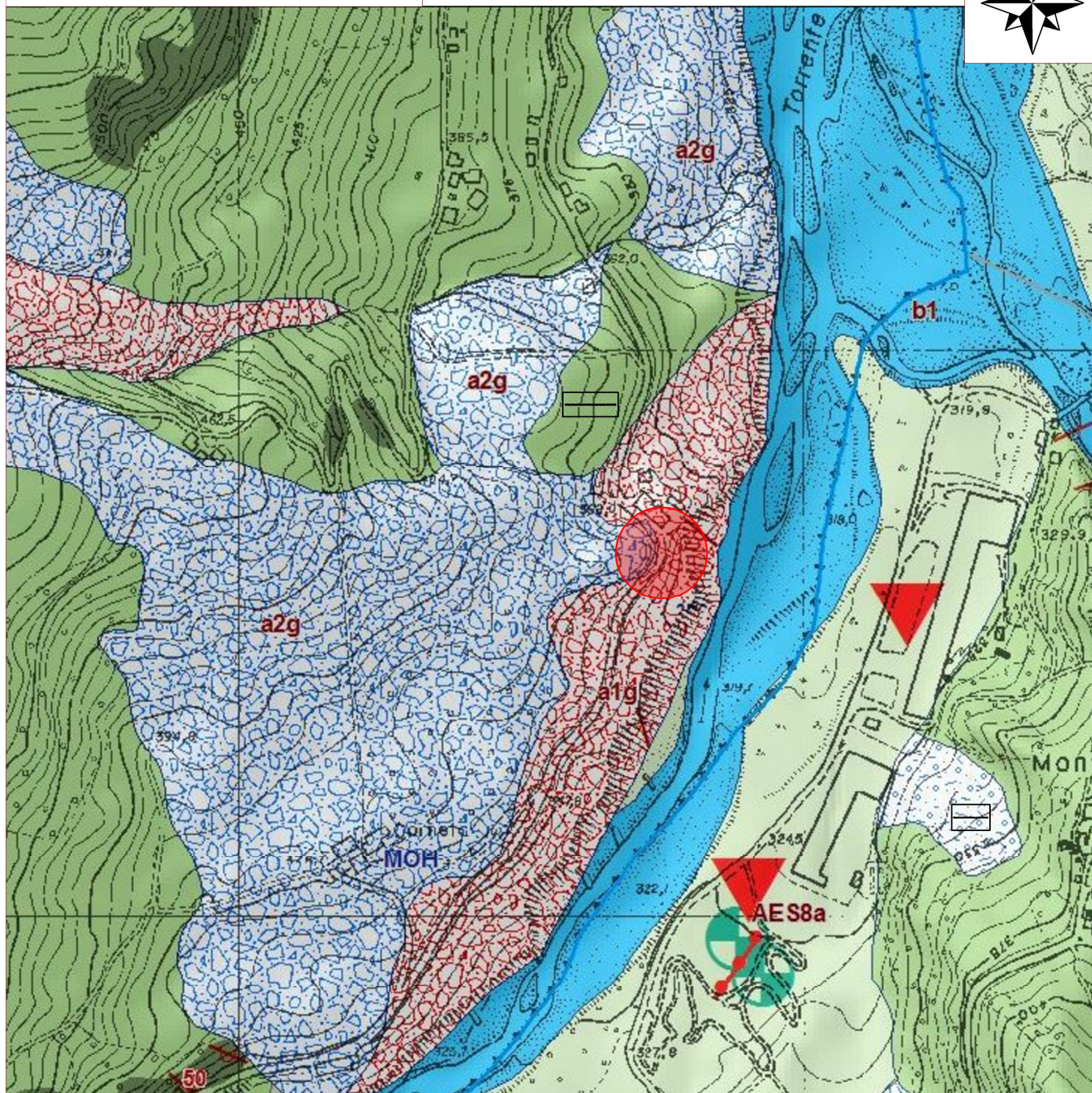


Area di indagine

TAV.02 - Carta geologica

Scala 1:5000

NORD



LEGENDA

Unità del substrato roccioso - Dominio Ligure

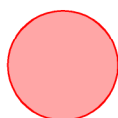
- MOV** Formazione di Monte Venere
MOH Formazione di Monghidoro

Coperture quaternarie

- AES8a** Unità di Modena

Depositi quaternari continentali

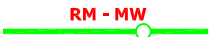
- a1g** Deposito deposito di frana attiva complessa
a2g Deposito deposito di frana quiescente complessa
a2b Deposito di frana quiescente per scivolamento
b1 Deposito alluvionale in evoluzione



Area studiata



LEGENDA



Prospezione geofisica integrata Re.Mi - MASW 46,00 m



Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH

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: Ponte Dolo, Toano (RE)

Committente: Amm. Provinciale Reggio nell'Emilia

Cantiere: SP 486R km 44 + 700

Data: 04/09/2019

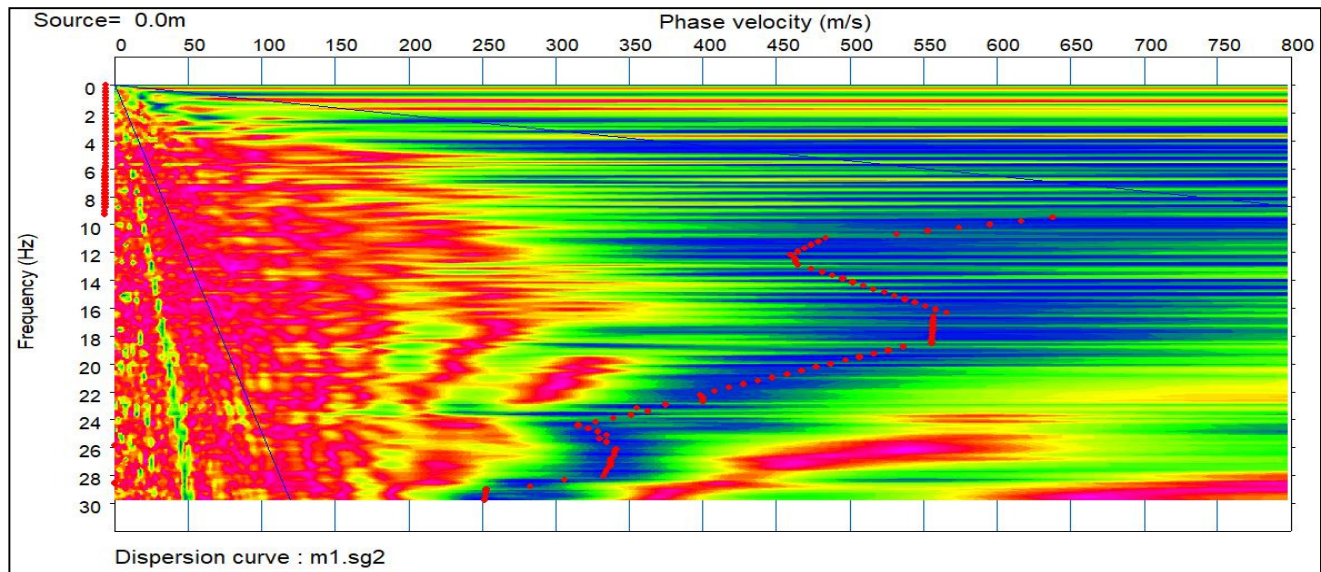


Fig. 1: Dispersione M.A.S.W.

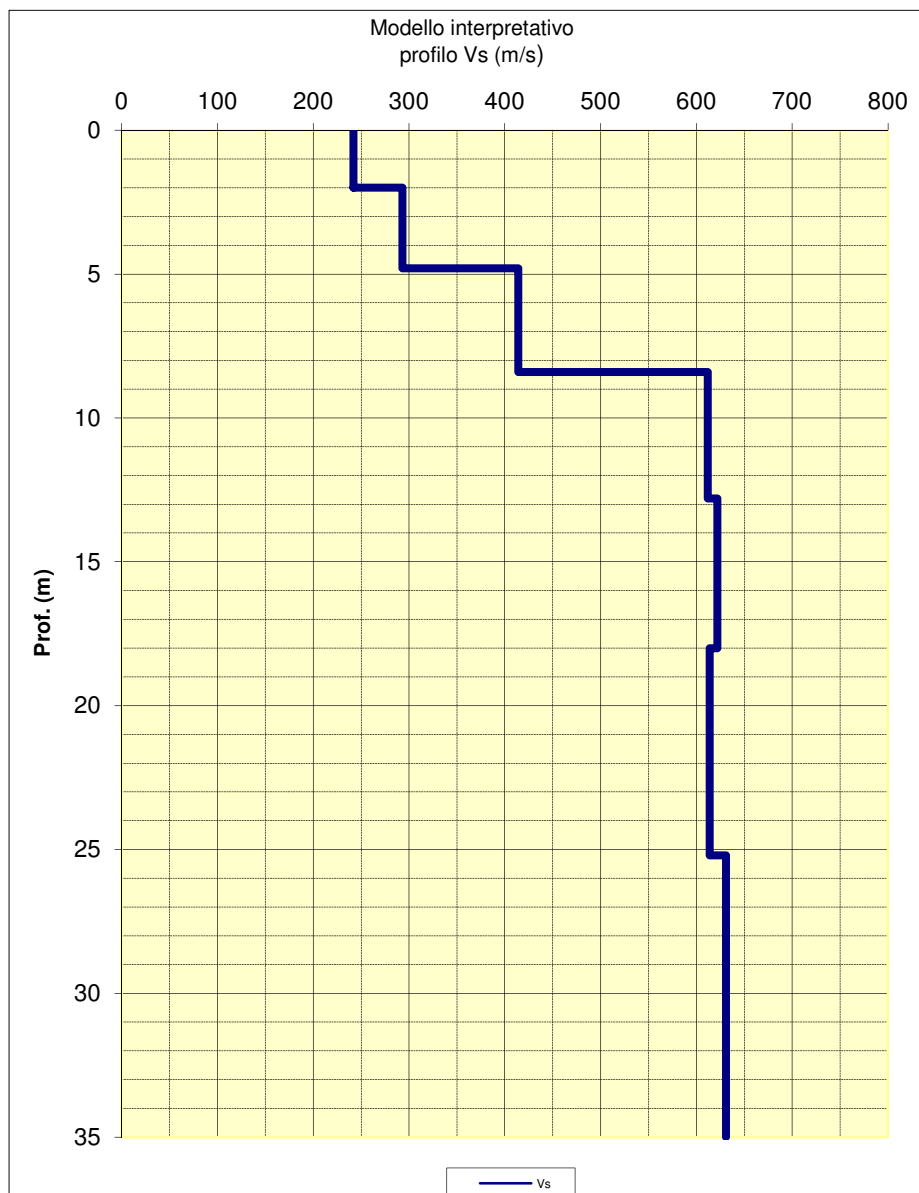


Fig. 2: Profilo onde VS

Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> <i>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</i> Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Amm.Provinciale					
								DPSH		1		CANTIERE: Ponte Dolo	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		10/09/2019	
				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 <i>Peso Maglio (kg)</i> <i>Volata (cm)</i> <i>Aste (Kg al m)</i> <i>Area della punta (cmq)</i> <i>Peso incudine</i> <i>Avanzamento (cm)</i> <i>Angolo punta</i>	
n°	m.	colpi	kgf/cm^q	n°	m.	colpi	kgf/cm^q	n°	m.	colpi	kgf/cm^q		
1	0,2	3	32,31	6	5,2			11	10,2				63,5
1	0,4	13	140,01	6	5,4			11	10,4				75
2	0,6	9	89,06	7	5,6			12	10,6				6,2
2	0,8	9	89,06	7	5,8			12	10,8				20
2	1	10	98,96	7	6			12	11				0,5
2	1,2	17	168,23	7	6,2			12	11,2				20
2	1,4	29	286,98	7	6,4			12	11,4				90°
3	1,6	75	686,48	8	6,6			13	11,6				
3	1,8			8	6,8			13	11,8				
3	2			8	7			13	12				
3	2,2			8	7,2			13	12,2				
3	2,4			8	7,4			13	12,4				
4	2,6			9	7,6			14	12,6				
4	2,8			9	7,8			14	12,8				
4	3			9	8			14	13				
4	3,2			9	8,2			14	13,2				
4	3,4			9	8,4			14	13,4				
5	3,6			10	8,6			15	13,6				
5	3,8			10	8,8			15	13,8				
5	4			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

1

COMMITTENTE: Amm.Provinciale

CANTIERE: Ponte Dolo

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

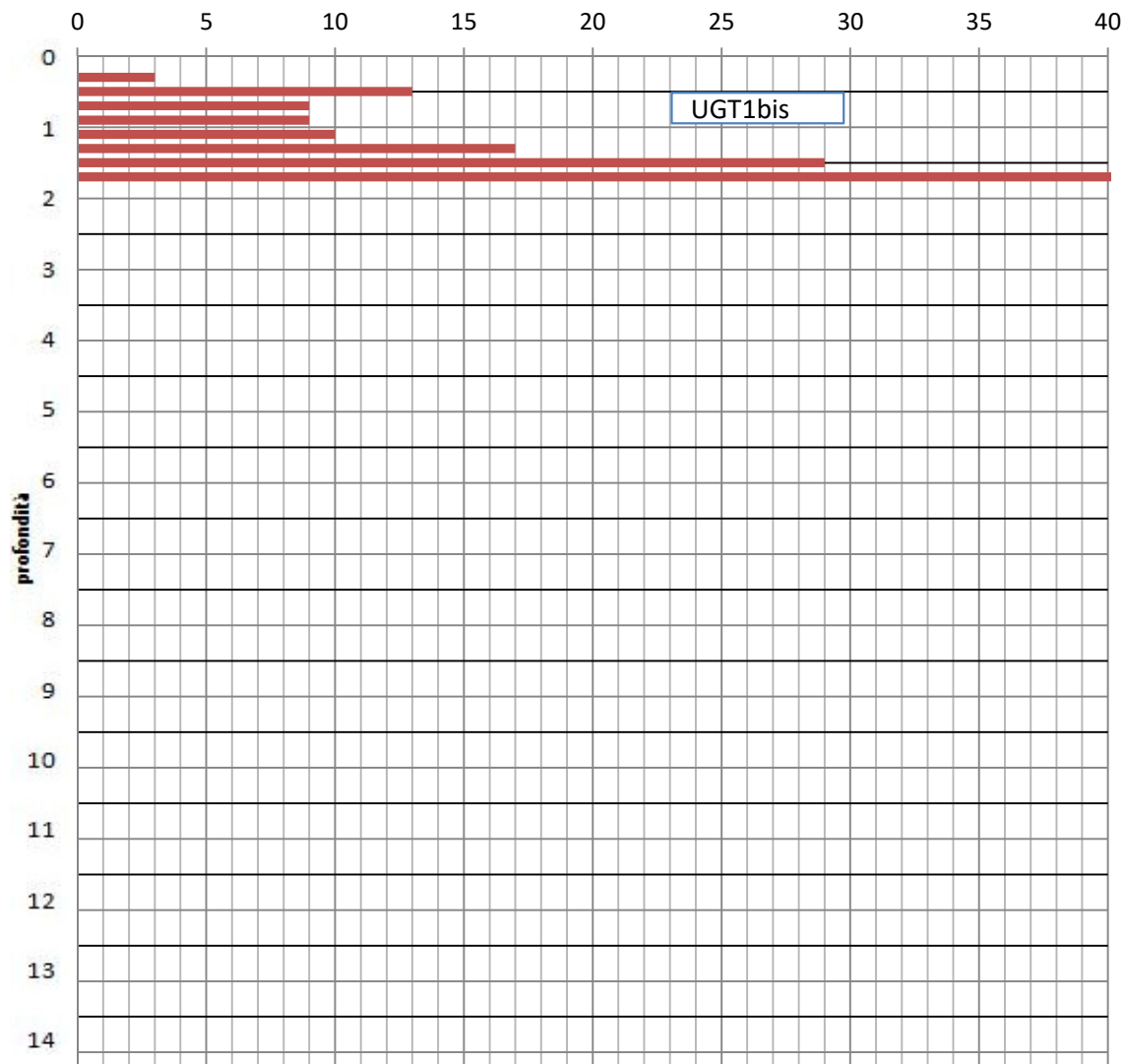
Data: 10/09/2019

OPERATORE: Dott. P. Beretti

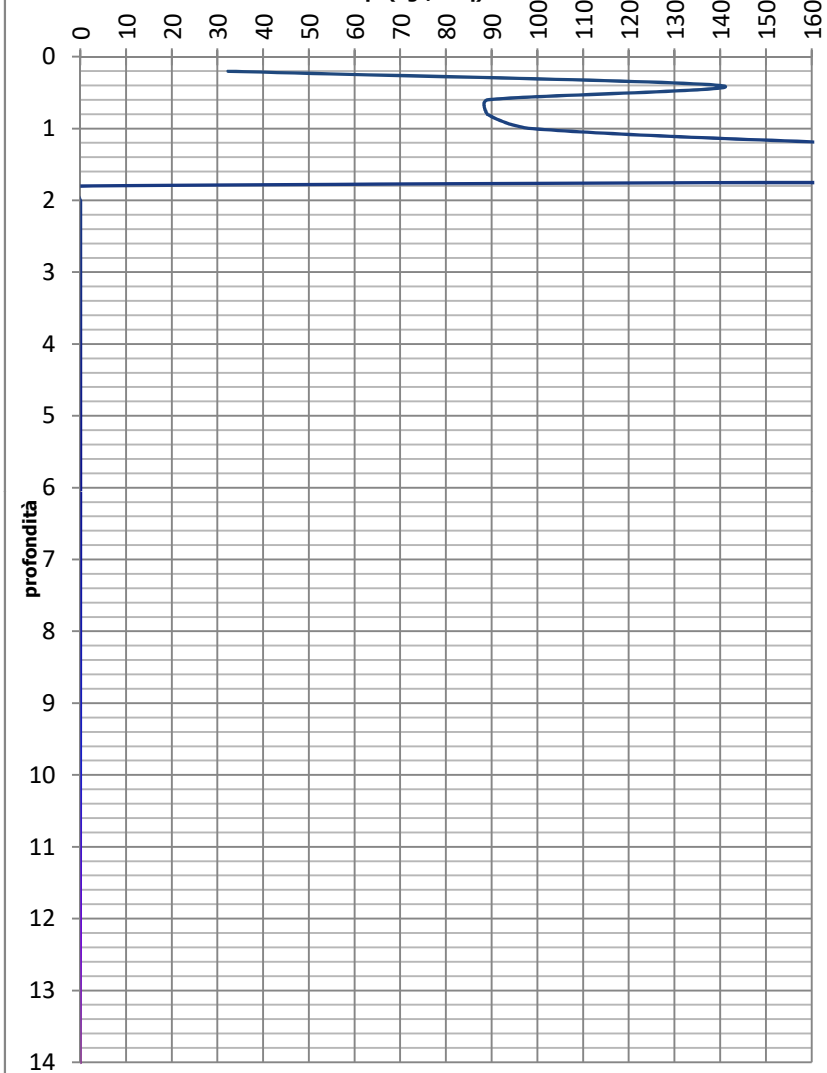
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso

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: Amm.Provinciale					
								DPSH		2		CANTIERE: Ponte Dolo	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		10/09/2019	
				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	3	32,31	6	5,2	6	44,82	11	10,2	6	34,31		Peso Maglio (kg)
1	0,4	4	43,08	6	5,4	9	67,24	11	10,4	6	34,313776		63,5
2	0,6	2	19,79	7	5,6	4	28,16	12	10,6	5	27,313832		Volata (cm)
2	0,8	2,5	24,74	7	5,8	4	28,16	12	10,8	8	43,702132		75
2	1	4,5	44,53	7	6	9	63,36	12	11	9	49,164898		Aste (Kg al m)
2	1,2	7	69,27	7	6,2	10	70,40	12	11,2	7	38,239365		6,2
2	1,4	7	69,27	7	6,4	11	77,43	12	11,4	12	65,553197		Area della punta (cmq)
3	1,6	8	73,22	8	6,6	7	46,59	13	11,6	10	52,285399		20
3	1,8	6	54,92	8	6,8	0,2	1,33	13	11,8	11	57,513939		Peso incudine
3	2	5	45,77	8	7	0,2	1,33	13	12	16	83,656639		0,5
3	2,2	6	54,92	8	7,2	4	26,62	13	12,2	14	73,199559		Avanzamento (cm)
3	2,4	7	64,07	8	7,4	4	26,62	13	12,4	14	73,199559		20
4	2,6	6	51,08	9	7,6	2,5	15,78	14	12,6	14	70,190028		Angolo punta
4	2,8	8	68,11	9	7,8	3,5	22,09	14	12,8	15	75,203602		90°
4	3	6	51,08	9	8	4	25,24	14	13	16	80,217175		
4	3,2	3	25,54	9	8,2	5	31,55	14	13,2	20	100,27147		
4	3,4	3,5	29,80	9	8,4	4	25,24	14	13,4	20	100,27147		
5	3,6	3,5	27,85	10	8,6	4	24,00	15	13,6	18	86,680533		
5	3,8	3	23,88	10	8,8	6	36,00	15	13,8	18	86,680533		
5	4	5	39,79	10	9	6	36,00	15	14	20	96,31		
5	4,2	4	31,83	10	9,2	5	30,00	15	14,2	20	96,311704		
5	4,4	6	47,75	10	9,4	6	36,00	15	14,4	21	101,12729		
6	4,6	6	44,82	11	9,6	5	28,59	16	14,6				
6	4,8	10	74,71	11	9,8	3	17,16	16	14,8				
6	5	6	44,82	11	10	4	22,88	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: Amm.Provinciale

CANTIERE: Ponte Dolo

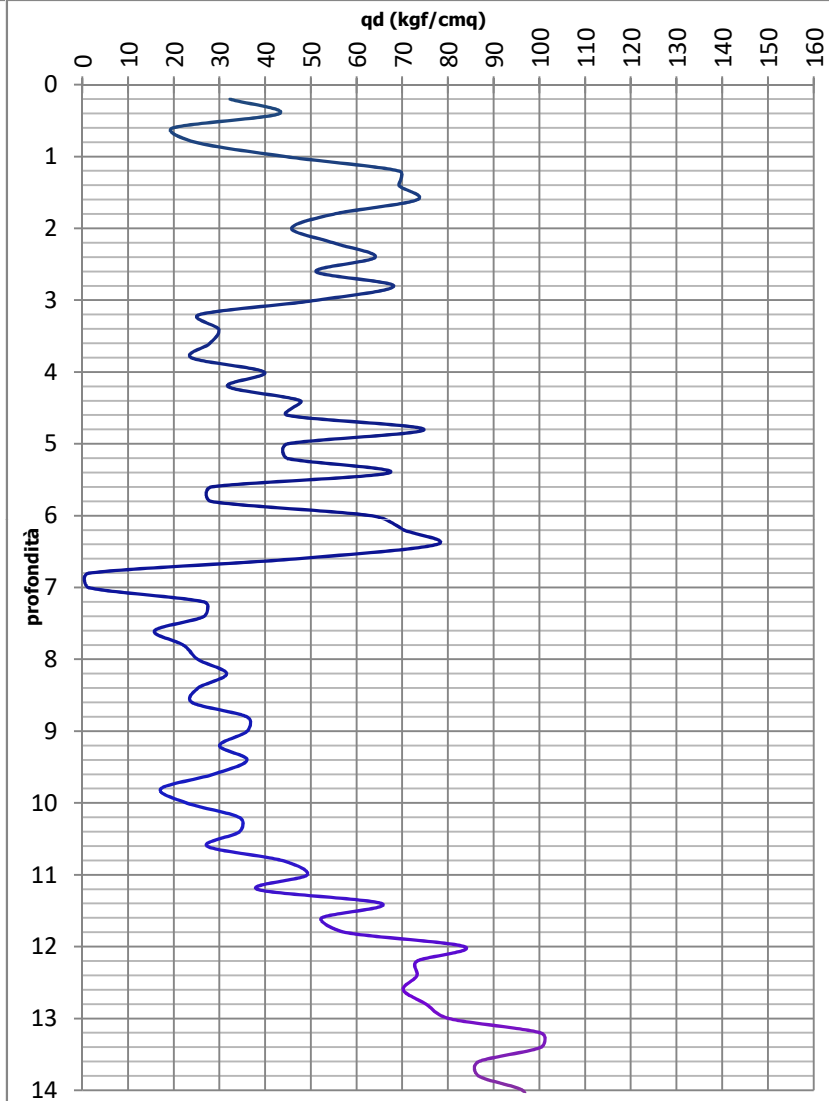
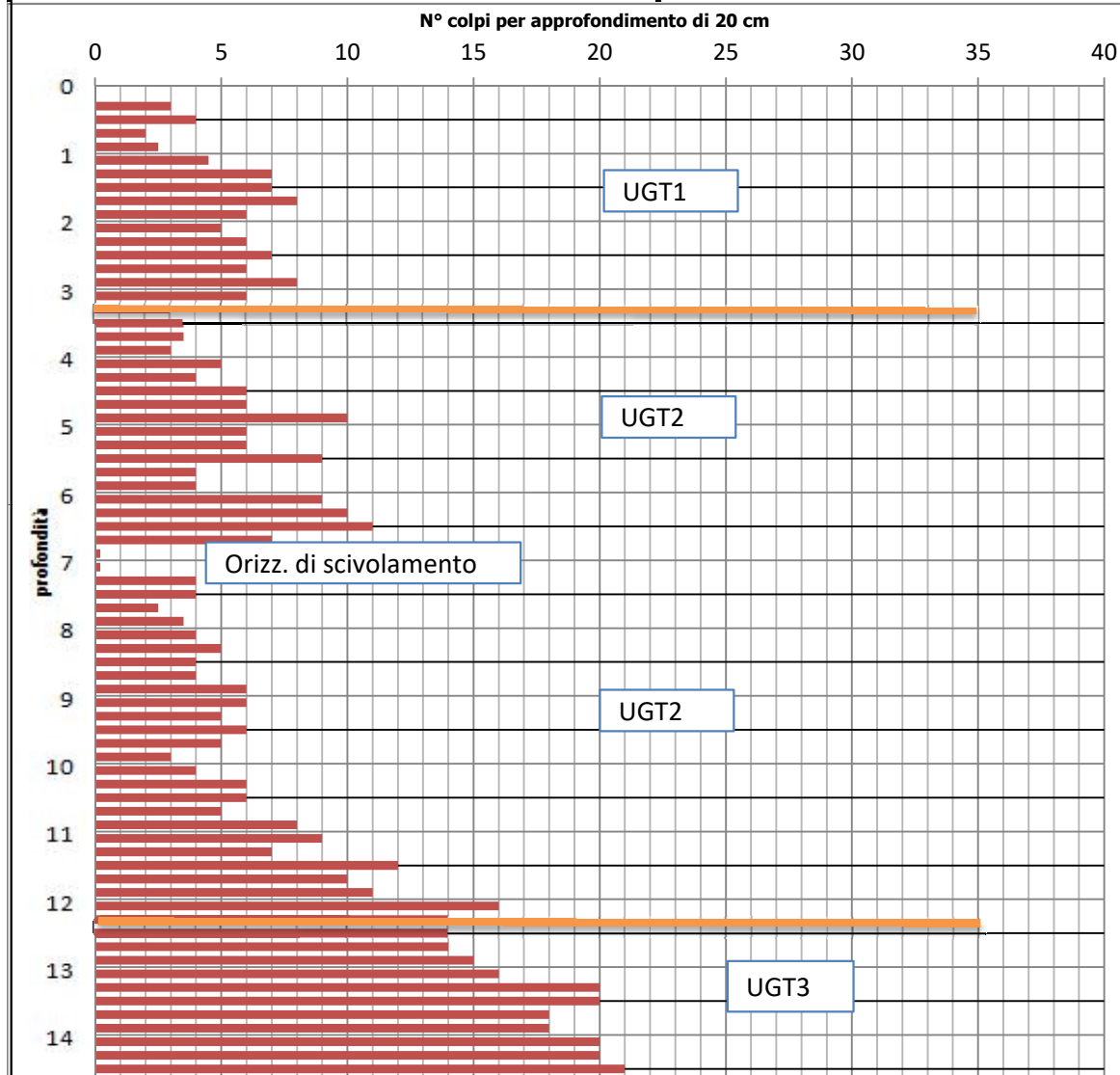
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 10/09/2019

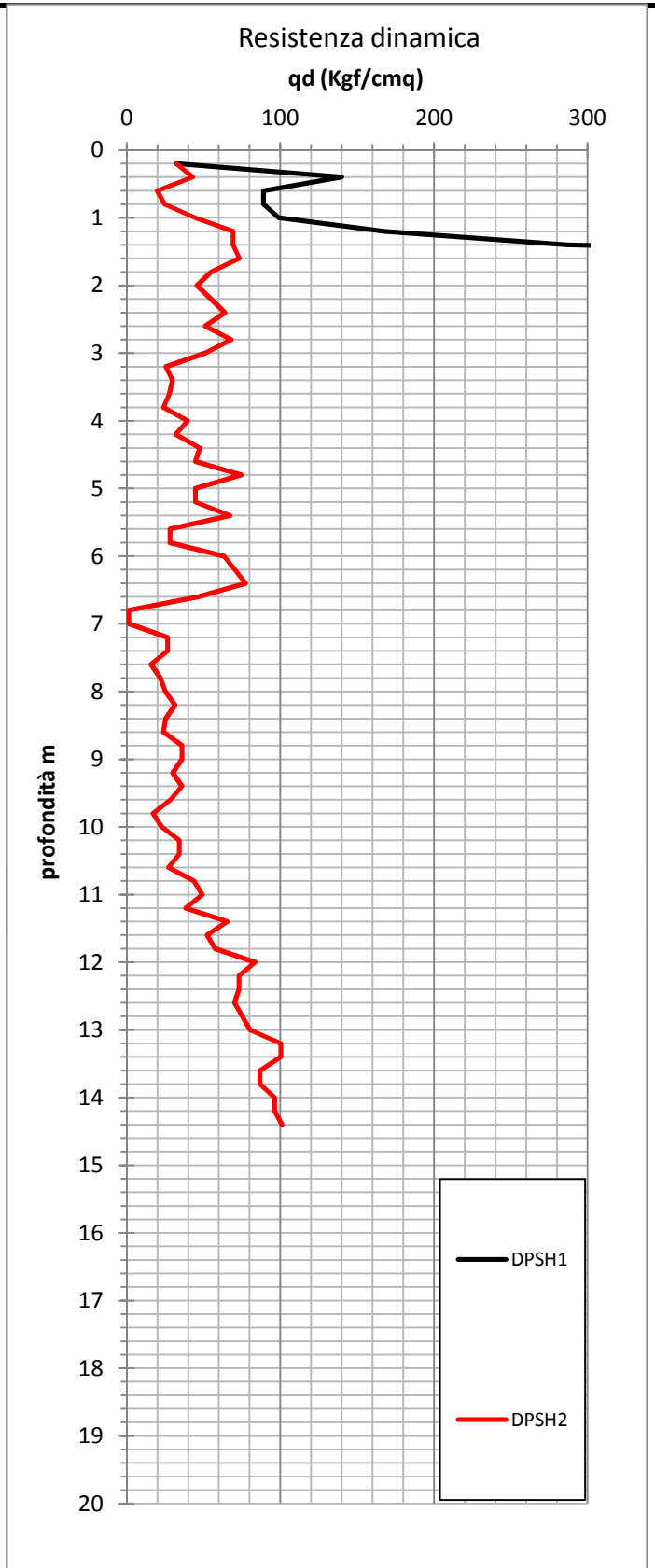
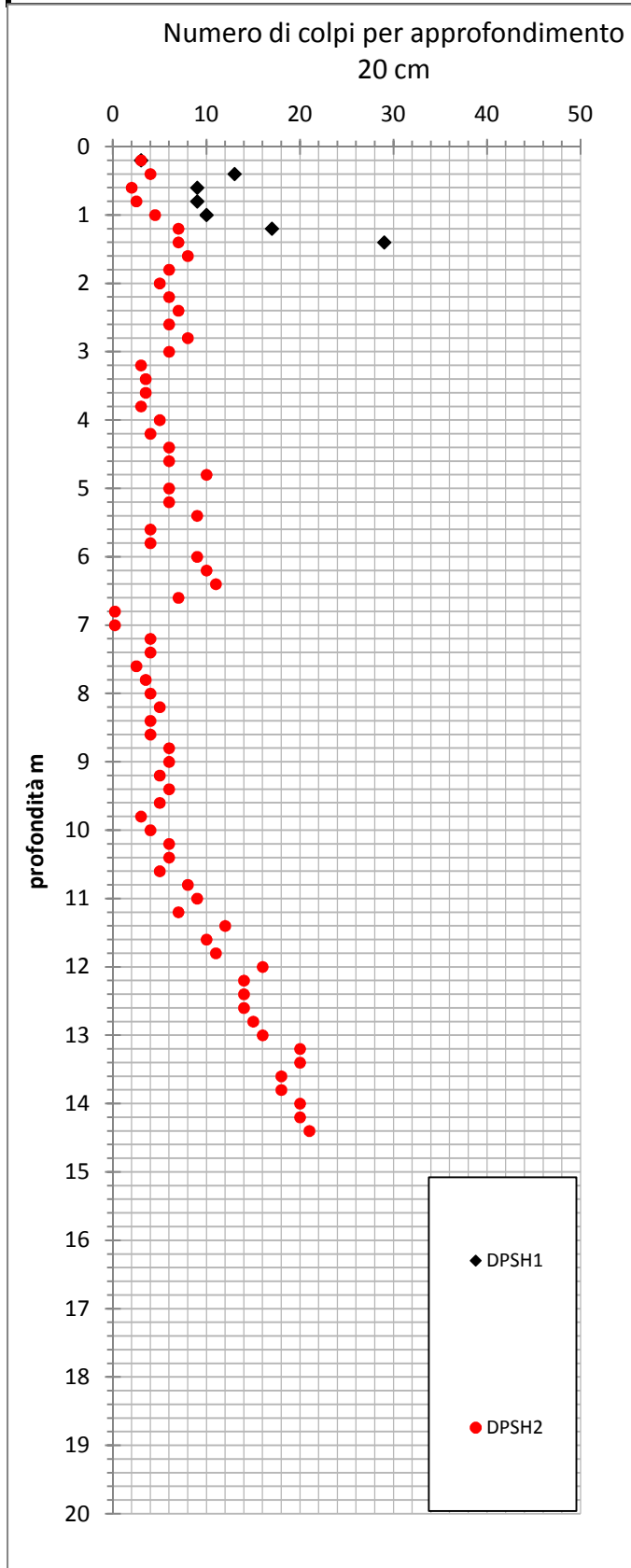
OPERATORE: Dott. P. Beretti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso



Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cm ²)				
	UGT1bis	UGT1	UGT2	UGT3
campioni	8	15	39	16
Minimo	3,00	2,00	2,50	10,00
Massimo	75,00	8,00	11,00	21,00
Media	20,63	5,47	5,56	16,19
Moda	9,00	6,00	4,00	20,00
Mediana	11,50	6,00	5,00	16,00
Dev. Stand.	21,77	1,85	2,16	3,41
Media tronca	20,63	5,54	5,38	16,29
t student	1,89	1,76	1,69	1,75
N20k	5,04	4,60	4,97	14,64

RAPPORTO FOTOGRAFICO

Prove penetrometriche dinamiche DPSH



DPSH1



DPSH2