

Provincia di Reggio Emilia
COMUNE DI BIBBIANO

PERMESSO DI COSTRUIRE

Oggetto:

PROCEDIMENTO UNICO PER LA
DELOCALIZZAZIONE ED AMPLIAMENTO DI
ATTIVITA' PRODUTTIVA ESISTENTE NEL
TERRITORIO COMUNALE (art. 53 L.R. 24/2017)

Proprietà:

LAPIPLAST s.r.l.
Leg. Rappresentante Campanini Vaifro
via I Maggio 32, Loc. Barco, 42021 Bibbiano (RE)

Ubicazione edificio:

via Barboiara 12/B località Barco,
42021, Bibbiano (RE)
Foglio n. 4 - Particelle 232, 228, 14, 16, 230.

Data:

DICEMBRE 2021
Agg.1: FEBBRAIO 2023

30

REL. GEOLOGICA,
GEOTECNICA e
SISMICA

RELAZIONE TECNICA: MODIFICHE INTRODOTTE IN ADEGUAMENTO AL PARERE DELLA
CONFERENZA DEI SERVIZI DEL 18.10.2022

STUDIO
BUCCI

Progettista:

Dott. Geol. PAOLO BERETTI,
Via De Gasperi 2/1, 42020, Quattro Castella (RE)



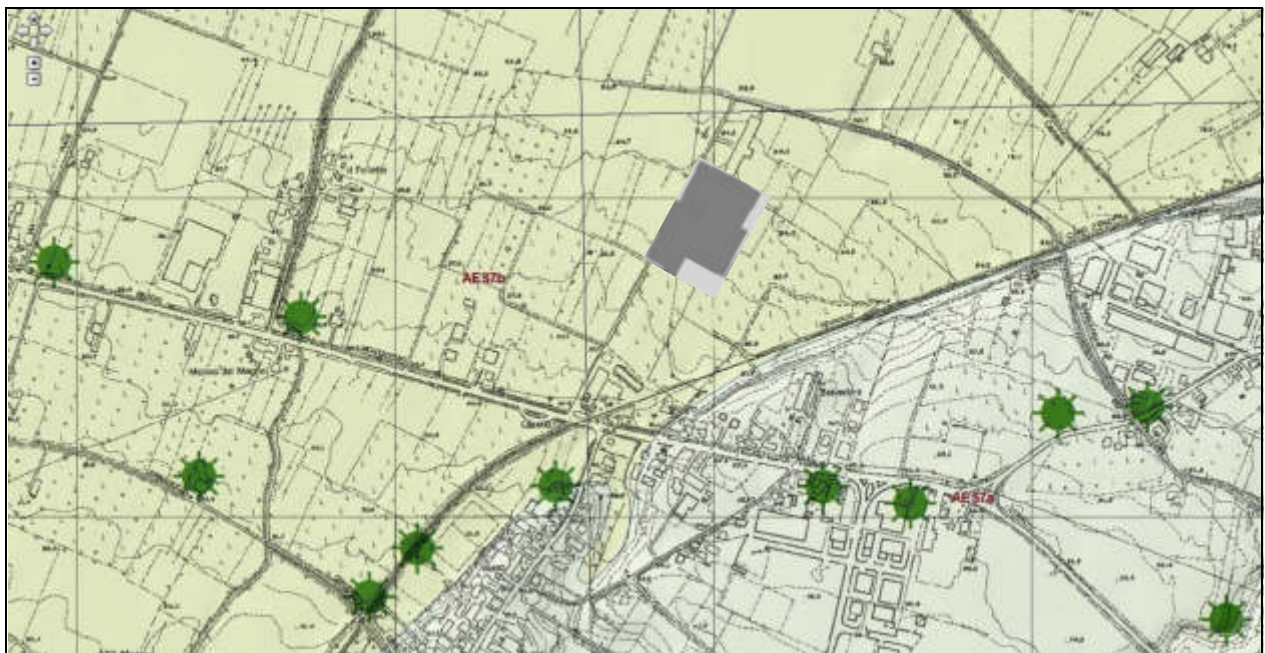
Dott. Geol.
PAOLO BERETTI

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.sicurezza postale.it

COMMITTENTE	LAPI PLAST srl
-------------	----------------

Provincia di Reggio Emilia
Comune di Bibbiano



Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica.
Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	FGGS	Novembre 2022	Dott. Geol. Paolo Beretti

LAPI PLAST srl	<i>Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica</i>	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	--	--

INDICE

INDICE.....	1
PARTE INTRODUTTIVA.....	2
Premessa.....	2
Inquadramento territoriale.....	2
Carta inventario del dissesto - PTCP Provincia di Reggio Emilia.....	2
Piano e metodologia d'indagine.....	3
RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	5
Inquadramento geologico e strutturale.....	5
Inquadramento geomorfologico.....	6
Inquadramento idrogeologico.....	7
Successione litomeccanica.....	10
Modello geologico.....	10
Pericolosità geologica e geomorfologica dell'area.....	12
Pericolosità idraulica dell'area (d.g.r. 1300/2016).....	12
RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	15
Inquadramento topografico.....	15
Storia sismica del sito.....	15
Identificazione categoria suolo di fondazione.....	17
effetti attesi e livelli di approfondimento.....	19
studio di microzonazione sismica del comune di Bibbiano.....	20
Carta delle mops.....	20
Carte fattore di amplificazione dell'accelerazione di picco.....	21
Fattore di amplificazione sismico stratigrafico locale (d.g.r.476/2021 e d.g.r. integrativa 564/2021 – Allegato A2) – analisi per le zone con il livello di approfondimento.....	22
Fattore di amplificazione topografico.....	22
Calcolo del fattore di amplificazione stratigrafico di III livello.....	23
Cenni metodologici.....	23
Definizione dello spettro di risposta relativo al sito in analisi.....	24
Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica.....	25
Principali parametri di sollecitazione sismica derivanti dallo studio di III Livello.....	25
Spettro regolarizzato secondo Ord. n° 55.....	26
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione.....	27
Frequenza primaria terreni di fondazione.....	27
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI - MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO.....	29
Volume significativo e piano di indagine.....	29
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni.....	30
indicazioni preliminari su Tipologia e Piano di posa fondale.....	32
Verifica alle tensioni ammissibili (paragrafo a scopo puramente indicativo).....	32
CONCLUSIONI.....	34
ALLEGATI.....	38

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo agli studi di fattibilità geologico geotecnica e sismica a corredo della variante di destinazione d'uso di un'area ubicata in Via Barboiara, a Barco di Bibbiano (RE), si è prodotta la seguente relazione. Le analisi hanno consentito di individuare i caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geomeccanici dei terreni formanti il primo sottosuolo e quindi di effettuare la valutazione delle condizioni di fattibilità geologico tecnica e sismica dell'area in oggetto.

Lo studio, redatto su commissione di **Lapi Plast srl**, si è redatto in ottemperanza ai dettati D.M. 11/03/88 e circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88, in riferimento alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, DM 17/01/2018 e della D.G.R. 476/2021 e successive modifiche.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona in esame si colloca nel comparto settentrionale del territorio comunale di Bibbiano, in località Barco, immediatamente a nord della linea ferroviaria. I toponimi di riferimento sono Belvedere e Casello.

Dal punto di vista topografico, l'area in esame presenta un aspetto sub pianeggiante, tipico dell'alta pianura; in prossimità dell'intorno in esame le quote oscillano tra 86,5 e 87,5 m s.l.m.

Cartografia di riferimento:

Foglio 1:50000	200	Reggio Emilia
Tavola 1:25000	200S0	Bibbiano
Sezione 1:10000	200100	Bibbiano
Elemento 1:5000	200101	Barco
	200114	Cavriago

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 200100", non individuano in corrispondenza del sito in esame alcuna forma o processo di dissesto idrogeologico.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

- **Prova penetrometrica statica:** caratteristiche conformi allo standard europeo (cfr. *Indicazioni ISSMFE - AGI*), cella di pressione idraulica a lettura digitale, prima asta con punta *Begemann (Friction Sleeve Cone)*.
- **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 $\beta = 90^\circ$.

Ad integrazione sono state considerate ulteriori prove geognostiche eseguite a cura del Dott. Geol. S. Barani (1 prova penetrometrica statica CPT e 5 prove penetrometriche dinamiche DPSH), svolte all'interno del medesimo contesto geologico – geomorfologico.

Indagine geofisica

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, sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

- **Stendimento sismico integrato Remi – MASW**, effettuato 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 3,0 m per una lunghezza totale di indagine pari a 69,0 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.
- **Determinazione delle frequenze proprie di vibrazione del terreno**, mediante l'acquisizione di microtremori ambientali, è stata eseguita utilizzando un sismometro MAE AS3234 ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria. Le acquisizioni sono state eseguite campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 15 minuti.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

L'area in esame, si colloca nel comparto settentrionale del territorio comunale di Bibbiano e appartiene al bacino subsidente Pliocenico Quaternario della Pianura Padana, costituito da una ampia depressione a stile compressivo formata da sedimenti di età Mesozoica, Terziaria e Quaternaria. In tale complesso la base delle formazioni Plioceniche e quella del Quaternario, dove è assente il Pliocene, si rinviene solitamente tra i 200 e i 6000 m di profondità e lo spessore medio delle Formazioni Quaternarie è di circa 1000 m.

Il territorio appartiene alla Regione delle Pieghe Pedepenniniche contraddistinte da una successione di sinclinali ed anticlinali con assi e vergenze appenniniche fagliate e sovrascorse sul fianco nord; dette strutture tettoniche sono ulteriormente suddivise nelle sottoregioni delle Pieghe Emiliane – Romagnole Ferraresi.

Nel sottosuolo dell'area in esame, il substrato marino è rinvenibile a profondità comprese circa tra 70 e 120 m dal piano campagna.

Le formazioni quaternarie che caratterizzano la fascia pedemontana sono schematicamente riassumibili come di seguito riportato, descritte dal basso verso l'alto in senso stratigrafico:

- Depositi marini litorali del Calabriano.
- Depositi Lacustri del Villafranchiano Sup. con assetto subconcordante rispetto i precedenti.
- Depositi Fluviali preWurmiani: Questi sono contraddistinti da successioni di cicli sedimentari e pedogenetici, i quali permettono l'individuazione di ghiaie almeno mindeliane con paleosuolo rosso ferrisillitico: ghiaie e limi rissiani caratterizzati da paleosuolo giallo bruno con strutture a pseudoglay; risultano inoltre presenti livelli ghiaiosi alterati di incerta attribuzione gunziana.

L'origine di tali depositi può essere ricondotta ad antichi con alluvionali impostatisi allo sbocco di corsi d'acqua appenninici nella depressione padana, che probabilmente, congiungendosi lateralmente tra loro, formavano una fascia longitudinale al margine appenninico debolmente inclinata, tipo *glacis*, abbastanza uniforme compatibilmente con le differenti caratteristiche di portata solida di ciascun corso d'acqua.

I depositi alluvionali più recenti (Wurm ed Olocene), terreni pre-wurmiani sono stati dislocati da movimenti tettonici che hanno provocato il loro piegamento a sinclinale al piede dei colli, sinclinale di Quattro Castella, e ad anticlinale più a nord: Altopiano del Ghiardo. Sono inoltre presenti alcune importanti scarpate, ad orientazione SW-NE, che vengono interpretate come scarpate di faglia (Cremaschi & Papani, 1975). L'assetto morfologico della zona, ondulato secondo i profili S-N ed a ripiani a diversa quota secondo i profili E-W, riflette gli effetti della tettonica descritta. La fase tettonica più importante sembra collocabile nel pre Riss. I depositi wurmiani hanno

LAPI PLAST srl	<i>Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica</i>	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

subito un ulteriore modesto piegamento solo nella sinclinale di Quattro Castella, mentre i coni principali non evidenziano dislocazioni importanti.

la carta geologica regionale colloca, i terreni dell'area in esame all'interno dell' Unità di Vignola (**AES7b**), appartenente al Subsistema di Villa Verucchio (AES7), costituita da ghiaie in matrice limo – sabbiosa in prossimità dei torrenti e fiumi principali, passanti a limi e limi sabbiosi negli ambienti fluviali distali.

Procedendo verso est, in corrispondenza del tracciato ferroviario, è presente un passaggio tra l'unità alluvionale testé descritta e l'Unità di Niviano (AES7a), più antica, ma anch'essa riconducibile al Subsistema di Villa Verucchio (AES7). L'andamento del passaggio stratigrafico, in prossimità dell'abitato di Barco, assume, quindi un andamento sud sud ovest – nord nord est.

La successione 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:

DEPOSITI QUATERNARI

SUBSISTEMA DI VILLA VERUCCHIO (AES7)

Depositi prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi in ambiente intravallivo e allo sbocco dei corsi d'acqua in pianura; lateralmente limi prevalenti con subordinate ghiaie e sabbie. Base discordante su AES6 o su unità più antiche. E' interamente suddiviso in due unità. Potenza fino a 50 metri circa.

AES7a - UNITÀ DI NIVIANO (Pleistocene sup.)

Depositi continentali ghiaioso sabbiosi dei terrazzi intravallivi e di conoide dei fiumi principali, e limo sabbiosi dei torrenti minori. Al tetto suoli decarbonatati, a luoghi alterati, con fronte di alterazione < 5 metri, orizzonti superficiali con colore variabile a seconda della litologia da rosso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche. Contatto superiore coincidente con la superficie topografica nelle aree intravallive e pedecollinari, sepolto da AES7b e AES nell'alta pianura. Potenza affiorante <10 m o non valutabile.

AES7b- UNITÀ DI VIGNOLA (Pleistocene sup. - Olocene basale)

Ghiaie con matrice limo—sabbiosa in prossimità dei torrenti e fiumi principali, passanti distalmente e lateralmente a limi e limi sabbiosi. Depositi fluviali intravallivo e di conoide passante lateralmente a interconoide e distalmente a piana inondabile. Al tetto suoli decarbonatati con tracce di illuviazione di argilla e fronte di alterazione tra 1,5 e 2 m, orizzonti superficiali di colore da rosso bruno a bruno scuro. Potenza fino a oltre 20 m.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le modificazioni morfologiche del territorio in oggetto sono conseguite a processi tettonici che hanno interessato le strutture marginali appenniniche e delle pieghe sepolte medio plioceniche ed alle mutazioni dei fattori climatici che hanno generato condizioni di equilibrio dinamico differenziate in funzione dei tipi di clima che si sono avvicendati.

Questi ultimi, mediante l'azione delle acque incanalate, hanno prodotto fasi alterne di sedimentazione ed erosione che hanno progressivamente modificato gli aspetti del paesaggio.

L'assetto geomorfologico del territorio in esame è legato alle passate vicende fluviali dei torrenti Quaresimo, Coviolo, Soadino, Rio Costa e altri assi fluviali minori che, confinati tra le conoidi alluvionali dei Fiumi Secchia ed Enza, hanno generato la fascia dei conoide alluvionali dei torrenti minori.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	---	--

Detta zona, legata dal punto di vista sedimentario al Torrente Enza, risulta costituita da sequenze di livelli limoso - sabbiosi – argillosi, all'interno delle quali si trovano intercalate strutture lentiformi ghiaioso sabbiose e ghiaioso argillose.

In relazione a quanto esposto, il sito in analisi si colloca in prossimità della terminazione laterale occidentale di un antico tracciato fluviale, ascrivibile ad un sistema idrografico diverso da quello attuale.

Suddetta morfoscultura si colloca tra i toponimi Il Folletto e Belvedere e procede verso nord est lambendo il margine settentrionale dell'abitato di Cavriago.

Proprio in corrispondenza del presente abitato si osserva l'intreccio tra due differenti paleoalvei, quello in esame ed un altro presentante uno sviluppo prettamente sud sud ovest – nord nord est.

La pronunciata dinamica della passata attività alluvionale nel territorio è testimoniata dai depositi alluvionali mindeliani - rissiani e wurmiani che sono stati pedogenizzati e reincisi nelle fasi interglaciali durante le quali i rii e torrenti hanno originato scarpate con altezze di 10 – 15 - 20 m.

Altro agente che ha influito nella conformazione del territorio è stato l'uomo con tutte le sue attività che ha modificato l'aspetto originario mediante la messa in posa di riporti.

Attualmente l'area presenta un assetto sub-pianeggiante e non è interessata da fenomeni di dissesto o pericolosità geomorfologica.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area appartiene al Bacino Idrogeologico Padano, compreso tra le catene alpine ed appenniniche e terminante circa 50 km ad est della Costa Adriatica.

Le formazioni acquifere della zona in oggetto risultano costituite prevalentemente dai depositi clastici dei fiumi appenninici appartenenti alla fascia idrogeologica del margine appenninico, ivi rappresentata dall' Unità Idrogeologica della Conoide Alluvionale del T. Enza.

Schema Idrogeologico Regionale

In base alla serie geologica, ricavata utilizzando i dati litostratigrafici pubblicati da AGIP, sono stati definiti i lineamenti strutturali e le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni geologiche, schematicamente discretizzabili come di seguito esposto:

- A -** Quaternario Continentale: è formato prevalentemente da ghiaie con livelli di sabbie ed argille. Si tratta di un complesso a permeabilità primaria variabile, sia in senso verticale che laterale. Da quanto esposto appare evidente che esiste la possibilità di un multiacquifero o un acquifero a permeabilità verticale variabile.
- B -** Quaternario Marino: presenta un quadro idrogeologico diverso rispetto al precedente: si riscontra infatti una maggiore continuità nella sedimentazione essendo cambiato l'ambiente deposizionale; prevalgono in questa fase i sedimenti più fini, con qualche intercalazione sabbioso ghiaiosa.

Tale caratteristica si riscontra anche nel Calabriano ed in tutto il Pliocene medio superiore.

I sedimenti prevalentemente argillosi hanno uno spessore di 400 ÷ 1400 m. Questo livello può essere considerato impermeabile con la presenza di orizzonti sabbiosi permeati da acque fossili ipersaline.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	---	--

C - Pliocene inferiore e la parte sommitale del Miocene: sono caratterizzati da fitte alternanze di argille e sabbie, oppure marne e sabbie. In questo caso la successione è assimilabile ad un multiacquifero, che può essere considerato come un acquifero a permeabilità variabile sia sulla verticale, alternanze di granulometria dei sedimenti, che lateralmente, dovuta alla differenziazione delle facies che sono legate agli andamenti strutturali. La potenza di questa unità è valutata sui 1400 metri circa e costituisce l'acquitaro di base.

Definizione della geometria del sistema idrogeologico locale

Analizzando le colonne litostratigrafiche di perforazioni eseguite nel territorio si è ricostruita la serie idrogeologica locale ed i suoi principali lineamenti strutturali e litologici.

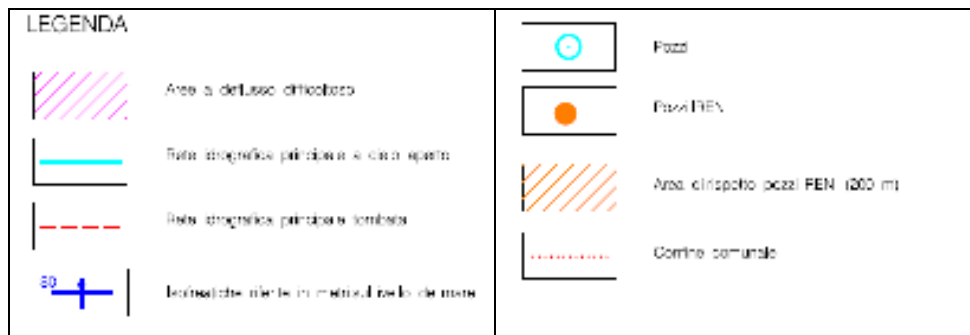
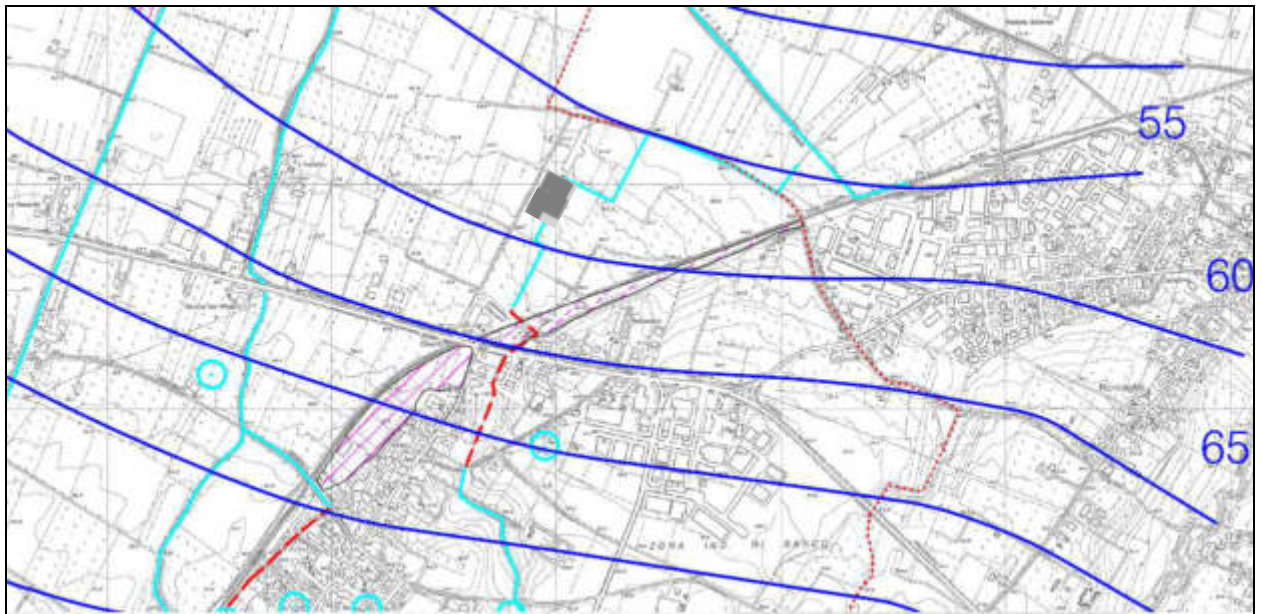
In base a ciò, si riscontra che il sottosuolo in esame è caratterizzato da un complesso prevalentemente impermeabile costituito da sequenze argilloso limose alle quali si intercalano livelli ghiaioso argillosi e ghiaioso sabbiosi, con permeabilità e spessori variabili. Di conseguenza, dal punto di vista idrogeologico, si tratta di acquiferi a struttura sostanzialmente lentiforme.

Serie Idrogeologica Locale

- A) Orizzonte a modesta variabilità litologica orizzontale costituito da litotipi prevalentemente argilloso limosi e argillosi sovraconsolidati impermeabili, ai quali si intercalano subordinate ghiaie argillose. Tale unità si riscontra tra 0 m p.c. e 5 ÷ -10 m p.c.
- B) Unità caratterizzata da sensibili variazioni sia laterali che verticali del grado di permeabilità, dovute essenzialmente alla granulometria dei sedimenti stessi. Si riscontrano litotipi ghiaiosi – ghiaiosi sabbiosi al cui interno sono immerse lenti argillose – argillose limose. Lo spessore medio è di circa 12 ÷ 20 m; si rinviene in genere tra -5 ÷ -15 e -25 ÷ -37 m p.c.; detto orizzonte è caratterizzato da buon grado di permeabilità e costituisce il primo acquifero captabile.
- C) Livello impermeabile argilloso – argilloso limoso, subordinatamente argilloso ghiaioso, con spessore, assai variabile, oscillante in media tra 5 e 10 m; si riscontra sino a -35 e -45 m p.c.
- D) Orizzonte permeabile costituito da ghiaie – ghiaie sabbiose con rare intercalazioni argillose, contraddistinto da una buona continuità lateralmente, con spessore assai differenziato in senso laterale; è generalmente presente tra -35 ÷ -45 e -45 ÷ -65 m p.c.
- E) Livello argilloso – argilloso limoso impermeabile, che tende localmente a scomparire o assottigliarsi, di spessore pari a 3 ÷ 5 m, riscontrabile -45 ÷ -65 m e -50 ÷ -70 m

Primo acquifero

Dalla disamina dell'elaborato grafico "Carta dell'idrologia e piezometria", a cura del Dott. Geol. S. Barani, redatta nell'ambito degli studi del Quadro Conoscitivo del PSC di Bibbiano, si osserva come in prossimità dell'area di studio le isopieze siano tra loro subparallele ed equidistanti, con una leggera convessità rivolta verso sud, direzione appenninica. L' inclinazione del primo acquifero risulta quindi piuttosto omogenea e conservativa, definendo una falda tendenzialmente cilindrica, a tratti leggermente conica convergente.



In prossimità dell'area in analisi, in relazione alle quote delle isofreatiche, il tetto del primo acquifero è riscontrabile a quote prossime a $\Delta H_2O = -20 \div -25$ m rispetto l'attuale piano di campagna.

Rilevazioni del battente idrico sotterraneo

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, la sua assenza.

CPT1	Foro vuoto
CPT2	Foro vuoto
CPT3	Foro vuoto
DPSH4	Foro vuoto
CPT5	Foro vuoto
DPSH6	Foro vuoto
CPT7	Foro vuoto

Anche durante la pregressa campagna d'indagine geognostica (Ottobre 2017) all'interno dei fori penetrometrici non è stata riscontrata la presenza di battente idrico sotterraneo.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

SUCCESSIONE LITOMECCANICA

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite cinque prove penetrometriche statiche CPT e due prove penetrometriche dinamiche super pesanti. Ad integrazione di queste, inoltre, sono state considerate una indagine penetrometrica statica CPT ed una prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH, entrambe eseguite a cura del Dott. Geol. Barani, nell'ambito di una pregressa campagna d'indagine; le verticali d'indagine sono ubicate come nella planimetria *Tav. 4 – Planimetria Ubicazione Indagini* ed i relativi risultati appaiono visualizzati negli allegati: *diagrammi penetrometrici*.

In base al rapporto di Begemann ottenuto dall'esecuzione di penetrometrie statiche e al grado di consistenza dei materiali relativi al penetrometro dinamico super pesante, si è riconosciuta, dall'alto in basso rispetto alla quota del piano campagna, la successione litostratigrafico - meccanica di seguito descritta:

Successione litomeccanica (CPT1/18 – CPT2/18 – CPT3/18 – DPSH4/18 – CPT5/18 – CPT6/18 – DPSH6/18 – CPT7/18 – CPT1/17 – DPSH4/17)

Profondità	Descrizione Litomeccanica
Da piano campagna a – 2,0 ÷ – 2,8 m p.c.	Superato l'orizzonte rimaneggiato superficiale, il cui spessore è generalmente oscillante tra 60 ÷ 80 cm, si riscontra la presenza di litotipi prevalentemente argillosi, argilloso limosi e subordinatamente limoso argillosi, presentanti un grado di sovraconsolidazione generalmente elevato. Tali materiali si caratterizzano per valori di resistenza alla punta compresi tra $q_{cm} = 25 \div 65$ kgf/cm ² , con valori medio minimi pari a $q_{cm} = 70 \div 75$ kgf/cm ² ; i valori di resistenza all'attrito laterale locale oscillano tra $f_{sm} = 0,9 \div > 3,0$ kgf/cm ² . Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm oscillanti tra $N_{20m} = 3 \div 9$.
Oltre a – 2,0 ÷ – 2,8 m p.c.	Corpo ghiaioso e ghiaioso sabbioso, ad elevato grado di addensamento, presentante valori medi di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 80 \div 200 \div > 300$ kgf/cm ² e valori di resistenza ad attrito laterale locale oscillante tra $f_{sm} = 0,7 \div >> 3,00$ kgf/cm ² . L'elevato grado di consistenza meccanica, inoltre, ha determinato il rifiuto all'avanzamento e la conseguente interruzione delle verticali d'indagini. Al penetrometro dinamico superpesante sono stati rilevati un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm variabili tra $N_{20m} = 11 \div 25 \div > 40$. Localmente (CPT2 – CPT3 e CPT7), tra la base di UGT1 ed il tetto di UGT2 si inseriscono strutture lentiformi costituite da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose alterate, anch'esse immerse in una massa di fondo argilloso limosa. Tali materiali presentano valori di resistenza alla punta compresi tra $q_{cm} = 30 \div 100$ kgf/cm ² e valori di resistenza all'attrito laterale locale oscillanti tra $f_{sm} = 1,8 \div > 3,0$ kgf/cm ² .

MODELLO GEOLOGICO

Le prospezioni geognostiche hanno consentito di ricostruire il modello geologico-geotecnico del primo sottosuolo del sito in analisi.

Oltrepassato l'orizzonte rimaneggiato superficiale, si riscontrano termini argilloso limosi e limoso argillosi sovraconsolidati, i quali si riscontrano sino a – 2,0 ÷ – 2,8 m dal piano di esecuzione delle indagini (**UGT1**).

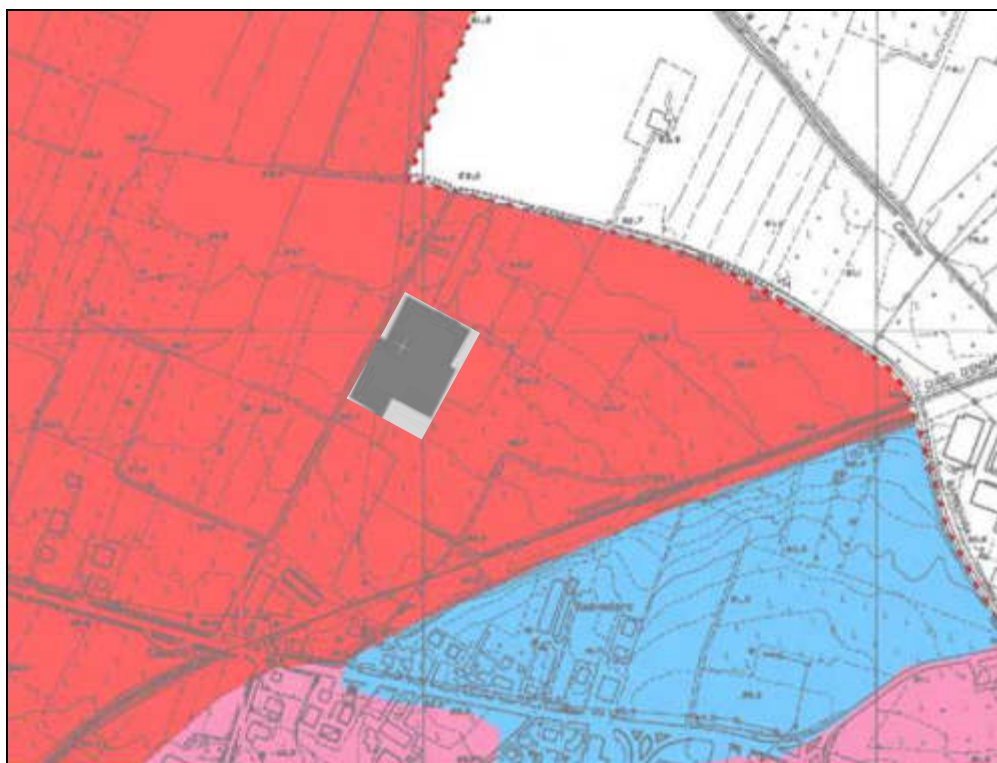
Oltre tale orizzonte si riscontra la presenza di un orizzonte ghiaioso e ghiaioso sabbioso, caratterizzato da una massa di fondo coesiva, ad elevato grado di addensamento (**UGT2**); che ha determinato il rifiuto all'avanzamento e la conseguente interruzione delle verticali d'indagini.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	---	--

Localmente, tra la base di UGT1 ed il tetto di UGT2 si inseriscono strutture lentiformi costituite da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose alterate, anch'esse immerse in una massa di fondo argilloso limosa.

In relazione alla disamina di schede pozzo relative a perforazioni eseguite in stretta adiacenza al sito in esame, il corpo ghiaioso sabbioso – sabbioso ghiaioso ad elevato grado di addensamento si protrae sino a profondità oscillanti tra – 15 ÷ – 25 m rispetto l'attuale piano di campagna.

La profondità alla quale è stato intercettato il tetto dell'orizzonte ghiaioso sabbioso e /o sabbioso ghiaioso risulta in accordo con la cartografia redatta nell'ambito degli studi del PSC di Bibbiano, di cui di seguito si riporta un estratto.



Estratto PSC – Carta del tetto delle ghiaie.

La sequenza sedimentaria descritta, risulta in accordo con il contesto geologico – geomorfologico descritto in precedenza.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA

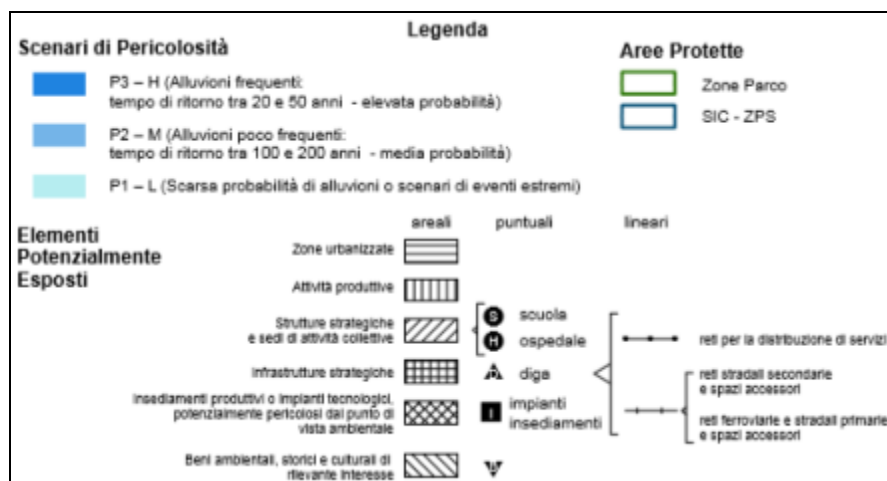
Per quanto riguarda le forme ed i processi evolutivi, non si riscontrano dissesti in atto e il sito in esame si trova in condizioni di stabilità in sicurezza.

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

Anche dal punto di vista idraulico non si evidenziano particolari criticità.

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 è compresa all'interno del **Reticolo Secondario di Pianura (RSP)** il quale, per definizione, è costituito da corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio – bassa pianura padana.

In relazione alla 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”* il comparto territoriale in analisi ricade all'interno di un ambito contraddistinto da una pericolosità di tipo **P2 – M** (alluvioni poco frequenti, $T_R = 100 \div 200$ anni, probabilità media).



**Mappa della pericolosità e degli elementi esposti**

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--



Mappa del rischio

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, evidenziano uno scenario di rischio **medio R2**.

Per gli interventi in progetto, alla luce della classificazione presentata, si consigliano i seguenti accorgimenti:

- I piani di calpestio dell'opera dovranno essere previsti a quote superiori rispetto a quelle degli assi stradali adiacenti.
- Gli impianti tecnici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto, anche in caso di alluvionamento;
- Le aperture siano a tenuta stagna o provviste di protezioni idonee.
- La realizzazione di un idoneo sistema di raccolta e allontanamento delle acque bianche.
- La messa in posa di un idoneo sistema di raccolta e veicolamento delle acque corrivanti sulla superficie areale all'intorno del fabbricato, in grado di proteggere lo stesso dalle piogge critiche o dagli eventi di allagamento.

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

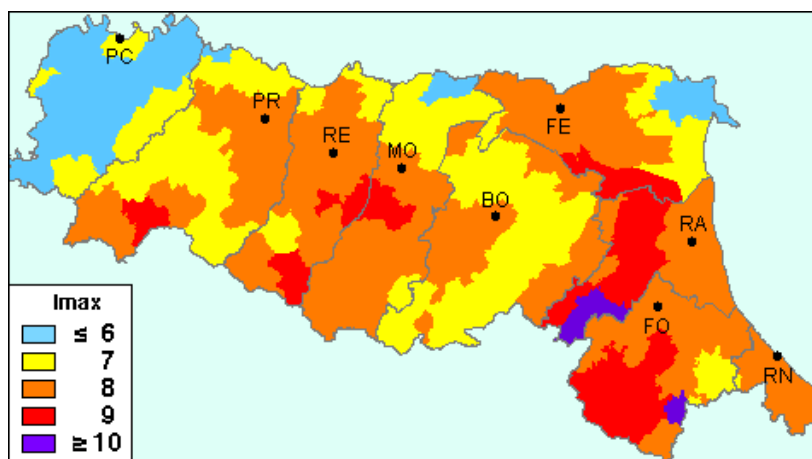
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

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

10,650299 ÷ 44,69791

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito territoriale a cui appartiene il Comune di Bibbiano, il *Catalogo Parametrico dei terremoti di area italiana NT4.1* (Camassi e Stucchi, 2004) documenta eventi sismici giungenti al 7° - 8° grado della Scala Mercalli - Cancani – Sieberg, con intensità compresa tra $M = 4,5 \div 5,4$.



Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS.

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Bibbiano, il Database Macrosismico DBMIO4, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTIO4 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

Storia sismica di Bibbiano [44.665, 10,474]

Numero di eventi: 20

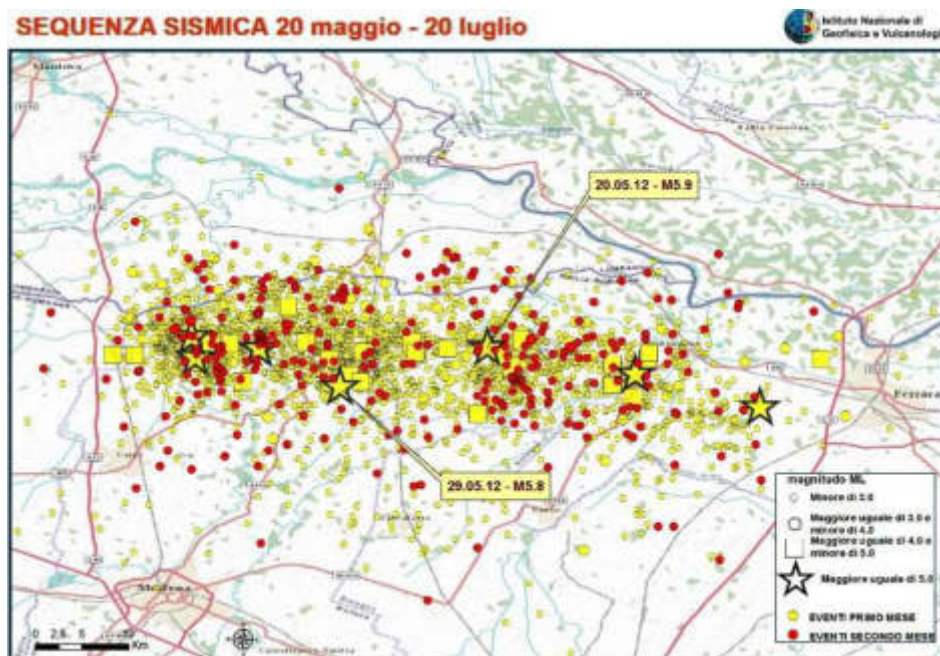
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1831	09	11	18	15		Pianura emiliana	25	7-8	5.48
6	1831	09	13	05	30		Pianura emiliana	7		
6-7	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
4-5	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
7	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
6	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
NF	1987	04	24	02	30	2	Reggiano	54	6 4.64
6	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6 4.71
4-5	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6 4.57
3	1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4 4.04
2-3	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7 4.82
4	1995	12	31	21	29	4	Appennino reggiano	96	4-5 4.51
5-6	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7 5.38
2-3	1997	05	12	22	13	5	Pianura emiliana	56	4-5 3.68
4-5	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5 3.93
3-4	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6 4.40
NF	2002	06	18	22	23	3	Frignano	186	4 4.30
NF	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5 4.21
5	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7 5.36

Storia sismica del comune di Bibbiano.

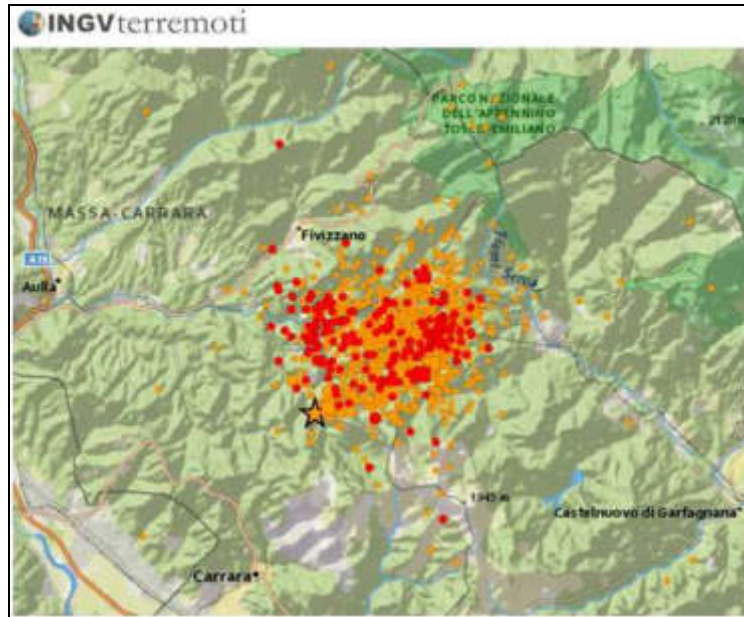
A detti dati vanno aggiunti quelli relativi ai recenti eventi sismici, datati 20/05/2012 e 29/05/2012 che hanno presentato intensità pari a $MW = 5.8 \div 5.9$, la cui distribuzione areale è presentata nella figura seguente.



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

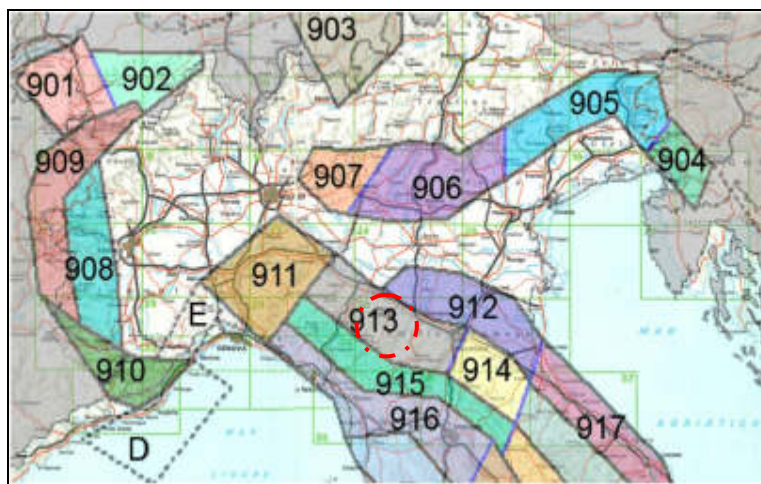
L'ultima sequenza sismica significativa rilevata dai sismografi che ha coinvolto il centro – nord Italia è stata quella che ha coinvolto la Lunigiana e la Garfagnana nel Giugno – Luglio 2013; l'evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a $MW = 5.2$.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--



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

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, per la quasi totalità, 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 che regola la distribuzione degli sforzi all'interno di suddetta fascia è di tipo compressivo (prevalentemente *thrust*) legata all'accavallamento delle propaggini del fronte appenninico.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

IDENTIFICAZIONE CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

La definizione del valore V_{s30} , velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è determinata mediante la relazione:

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

$$V_{S_{30}} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

dove:

N = numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura,

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 al *bedrock* sismico),

V_{S_i} = la velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino al *bedrock* sismico).

Nel caso di substrato sismico riscontrabile a profondità inferiori ai - 30,0 m dal piano di posa fondale, si utilizza la seguente relazione:

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^M \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

dove:

M = numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di 30 m,

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).

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

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]	V_s [m/sec]
1	1,6 ÷ 1,9	0,3	464
2	1,9 ÷ 11,2	9,3	505
3	11,2 ÷ 31,6	20,4	412

Si è ottenuto, per i metodi di acquisizione sopra descritti, i seguenti valori di velocità:

$$V_{S_{30}} = 437 \text{ m/sec}$$

Dai parametri sopra esposti e delle caratteristiche geotecniche delle verticali delle prove CPT, risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la probabile quota di incastro delle fondazioni, sono 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.

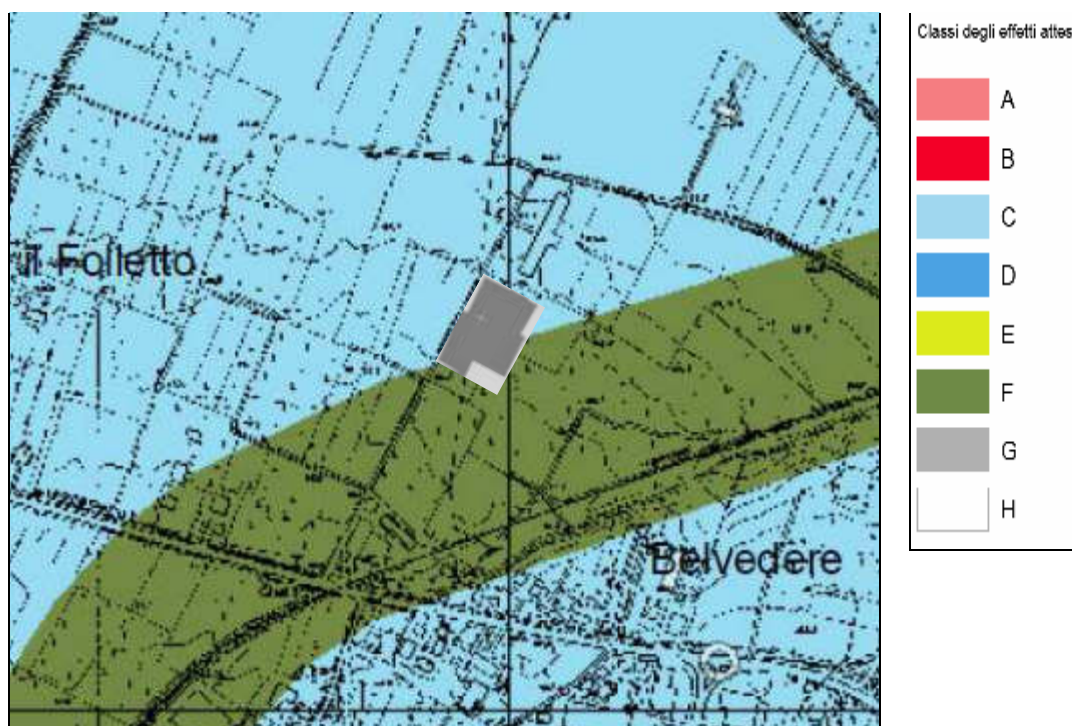
LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

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	Depositì 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	Depositì 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.

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 comparto di monte del terreno oggetto di indagine ricade nell'ambito delle aree suscettibili di amplificazione stratigrafica e liquefazione. (Rif. PTCP: Classe F).

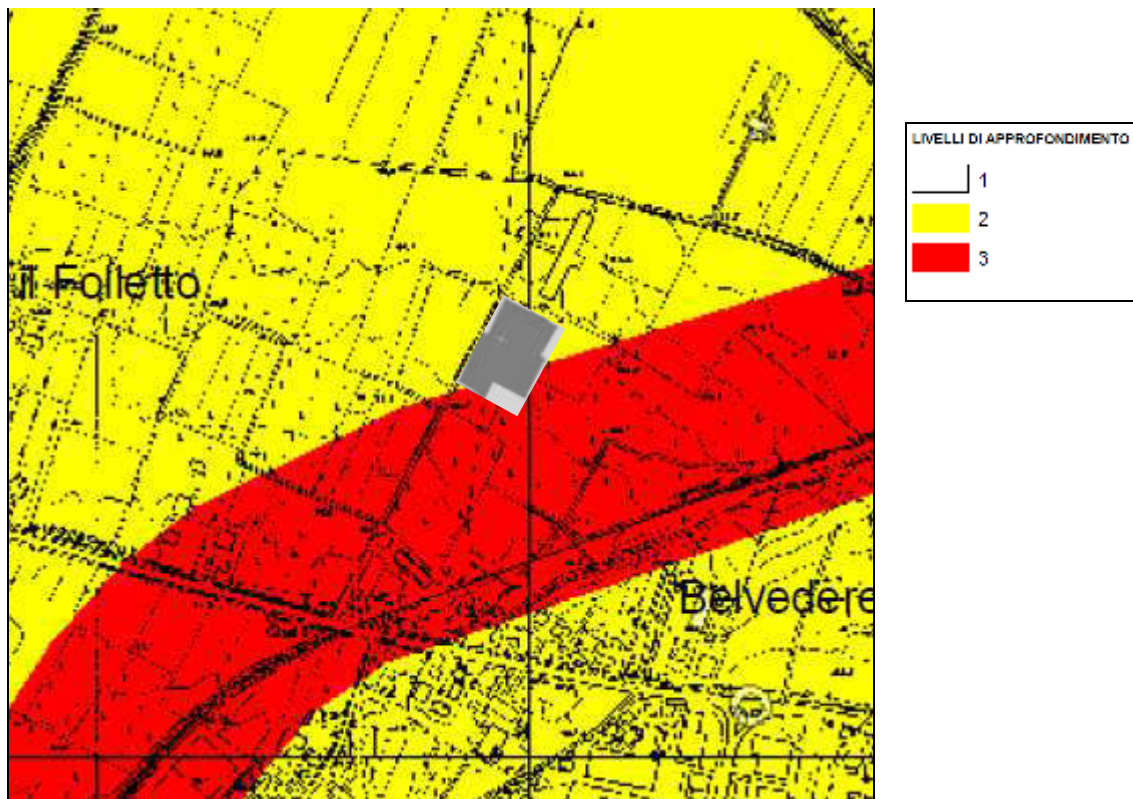
Per questi ambiti viene richiesto un approfondimento di indagine compreso tra II e III livello.



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

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

Rischio sismico: Carta degli effetti attesi- PTCP - allegato P9a - sezione 200S0.

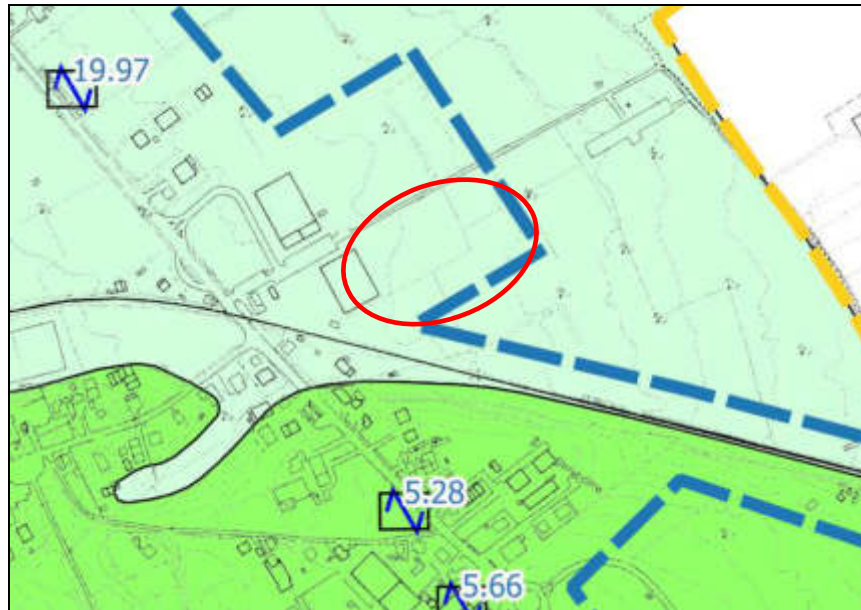


Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento- PTCP - allegato P9b - sezione 200S0



STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI BIBBIANO

CARTA DELLE MOPS

Dall'estratto della "Carta MOPS" dello Studio di Microzonazione Sismica del Comune si evince come il sito in analisi ricade all'interno di una zona stabile suscettibile di amplificazione locale (zona 2001). Secondo quanto riportato dallo studio di MS la sequenza stratigrafica è costituita da una copertura, di spessore generalmente inferiore a 3 m, di depositi di origine alluvionale, fini, sotto la quale si rinvencono, con spessori pluridecametrici, dei depositi prevalentemente ghiaiosi, stratificati.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 
 2001 - Successione stratigrafica costituita da una copertura, di spessore generalmente inferiore a 3 m, di depositi di origine alluvionale, fini, a tessitura prevalentemente argilloso-limosa sotto la quale si rinvencono, con spessori pluridecametrici, dei depositi di origine alluvionale, prevalentemente ghiaiosi, stratificati, assimilabili al bedrock sismico
- 
 2002 - Successione stratigrafica costituita da una copertura, di spessore generalmente compreso tra 3 m e 10 m, di depositi di origine alluvionale, fini, a tessitura prevalentemente limosa sotto la quale si rinvencono, con spessori pluridecametrici, dei depositi di origine alluvionale, prevalentemente ghiaiosi, stratificati, assimilabili al bedrock sismico

Estratto MZS Bibbiano: Carta Mops.

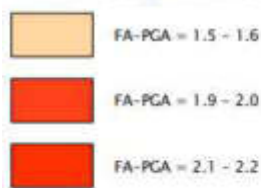
CARTE FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DELL'ACCELERAZIONE DI PICCO

Di seguito un estratto dell'elaborato grafico "Fattore di amplificazione dell'accelerazione di picco", ove si evince un $FA_{pga} = 1,5 - 1,6$.



LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Estratto MZS Bibbiano: Carta FAppa.

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SISMICO STRATIGRAFICO LOCALE (D.G.R.476/2021 E D.G.R. INTEGRATIVA 564/2021 – ALLEGATO A2) – ANALISI PER LE ZONE CON IL LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Sulla base delle indicazioni della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n 476 del 2021 – Allegato A2, si è determinato il coefficiente di amplificazione sismico locale mediante la tecnica di Housner.

In riferimento allo spessore ed omogeneità dei materiali investigati e all'ubicazione del sito di indagine, si è considerato il caso di "Pianura 1".

Si è quindi determinato il valore di incremento della intensità sismica locale, mediante la relazione di Housner:

$$\Delta a = \int_{T_1}^{T_2} PSV dt$$

dove:

Δa = fattore di amplificazione

PSV = spettro di risposta in velocità

In occasione di sollecitazione sismica, in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche locali e dei contrasti di impedenza ($V_{s30} \approx 430$ m/s), la successione sismostratigrafica può essere interessata dai seguenti fattori di amplificazione

$$\begin{aligned} Fa_{PGA} &= 1,5 \\ Fa_{IS} (0,1 < T_0 < 0,5) &= 1,5 \\ Fa_{IS} (0,4 < T_0 < 0,8) &= 1,9 \\ Fa_{IS} (0,7 < T_0 < 1,1) &= 2,2 \\ Fa_{IS} (0,5 < T_0 < 1,5) &= 2,0 \end{aligned}$$

per un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a:

$$a_g = 0,156 \text{ g}$$

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Il sito in oggetto si ubica in corrispondenza di un'area subpianeggiante a bassa acclività (inferiore a 15° e altezza della scarpata a monte inferiore a $H < 30$ m); in relazione a quanto asserito dalla DGR 476/2021, si potrà quindi considerare un coefficiente di amplificazione topografica pari a:

$$S_T = 1,0$$

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO DI III LIVELLO

CENNI METODOLOGICI

In relazione alle prescrizioni espresse all'interno del PTCP di Reggio Emilia, per meglio definire il comportamento dinamico dei terreni a prescindere dalla categoria di suolo (assai soggettivamente valutabile in tale contesto), 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, gli accelerogrammi assegnati al Comune di Bibbiano nell'ambito degli Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica della Regione.

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

Quindi, oltre agli accelerogrammi messi a disposizione dal sito della Regione Emilia Romagna, al seguente indirizzo internet (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/gli-indirizzi-per-gli-studi-di-microzonazione-sismica-in-emilia-romagna-per-la-pianificazione-territoriale-e-urbanistica>), i dati d'ingresso sono stati ricavati inserendo nel foglio di calcolo ministeriale le coordinate geografiche (opportunitamente convertite in sistema cartografico 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:

- 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 *soil type*, 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.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA RELATIVO AL SITO IN ANALISI

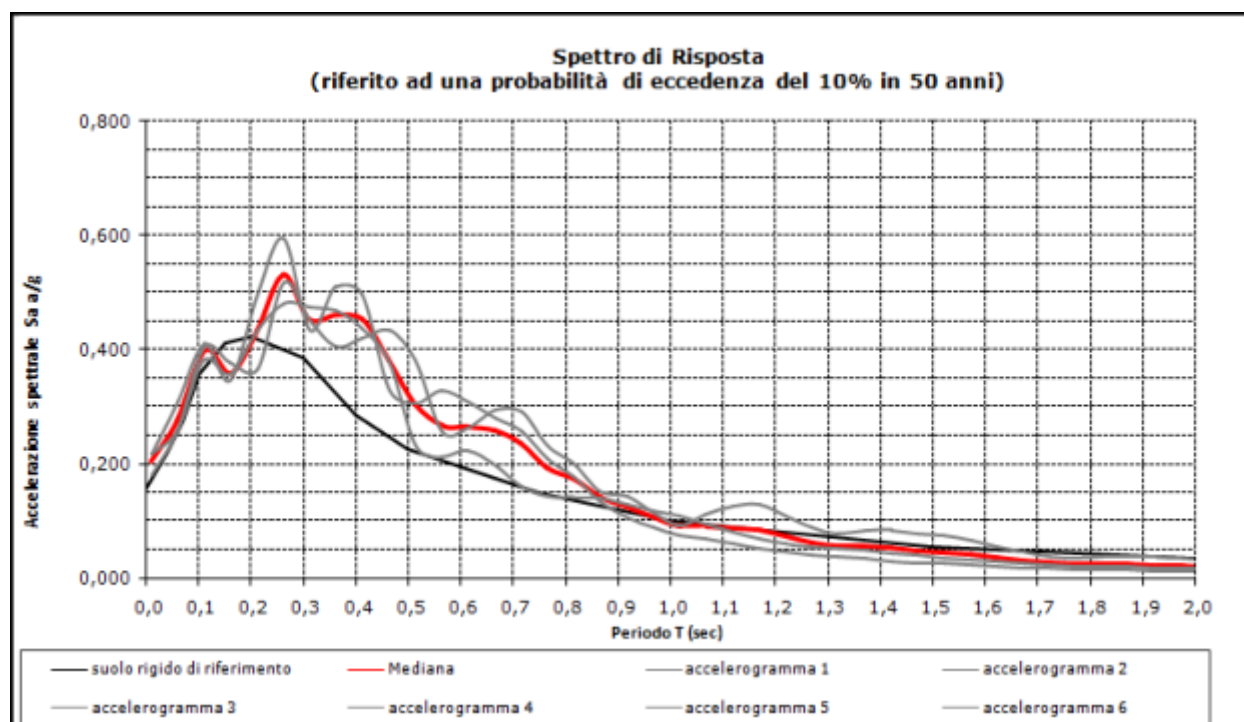
Per lo studio della risposta sismica del sito in esame si è scelto di utilizzare come input di riferimento quello ottenuto applicando allo spettro di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita, calcolato su suolo rigido (ovvero il bedrock sismico), un coefficiente d'uso per una struttura di 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 cinque prove penetrometriche statiche CPT, da due prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH e 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/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
1	19,3	Limi argillosi Reg Lombardia	Limi argillosi Reg Lombardia
2	20,1	Ghiaie Reg Lombardia	Ghiaie Reg Lombardia
3	19,5	Limi argillosi Reg Lombardia	Limi argillosi Reg Lombardia
4	21,0	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	1.90	1	464.00
2	1.90	9.30	2	505.00
3	11.20	21.50	3	412.00
4	32.70	37.30	4	643.00
5	70.00	Half-Space	Bedrock	760.00



LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	---	--

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/PGA₀) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI₀, 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.

Lo studio originale condotto da Housner definisce il fattore di amplificazione, tra T = 0,1 e 2,5 sec.

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	1,320	
FA IS 0,1 ÷ 0,5	1,242	0,40 ÷ 0,53
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,295	0,10 ÷ 0,31
FA IS 1,0 ÷ 1,5	1,195	0,05 ÷ 0,31

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

Lo studio approfondito del fattore di amplificazione stratigrafico (III livello) proposta all'interno del presente documento, evidenzia la presenza di un'azione sismica caratterizzata da parametri dinamici ad inferiore intensità rispetto a quelli desunti secondo l'approccio Regionale DAL (II livello).

PRINCIPALI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO

Pga di riferimento	0,156
Coefficiente di amplificazione litologica Ss	1,32 (III livello)
Coefficienti di amplificazione topografico St	1,000
a _{max} /g	0,206
coefficiente sismico orizzontale	k_h = 0,049
coefficiente sismico verticale	k_v = ± 0,025

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.

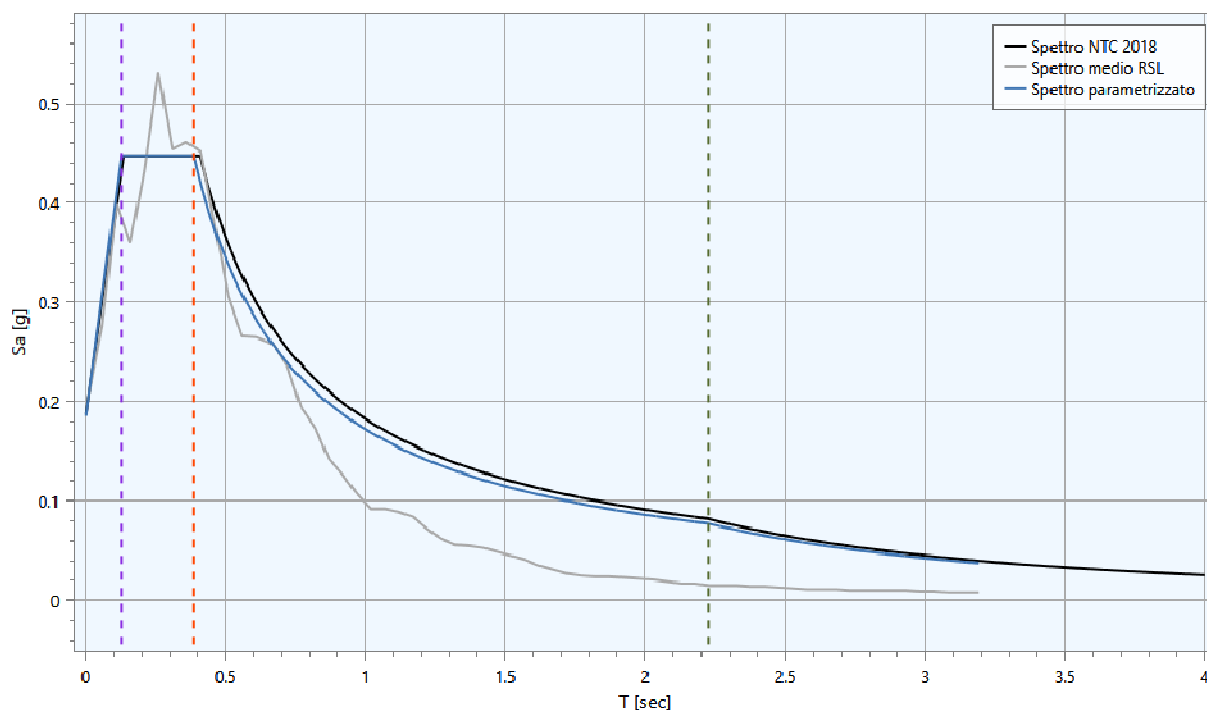
Al fine di definire lo spettro elastico di progetto, il progettista delle strutture dovrà confrontare lo spettro di risposta medio regolarizzato (di seguito riportato) ottenuto dallo studio di MS3 della microzona di interesse con quello ottenuto con l'approccio semplificato della normativa sismica, per 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

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

Le analisi dei dati ricavati da approfondimenti di III livello evidenziano come i **coefficienti di amplificazione stratigrafica si elevino leggermente per i bassi periodi (T compreso tra 0,10 e 0,40 s) e rimangano complessivamente simili per i periodi elevati**, rispetto a quelli presentati dello spettro del D.M. 17/01/2018.

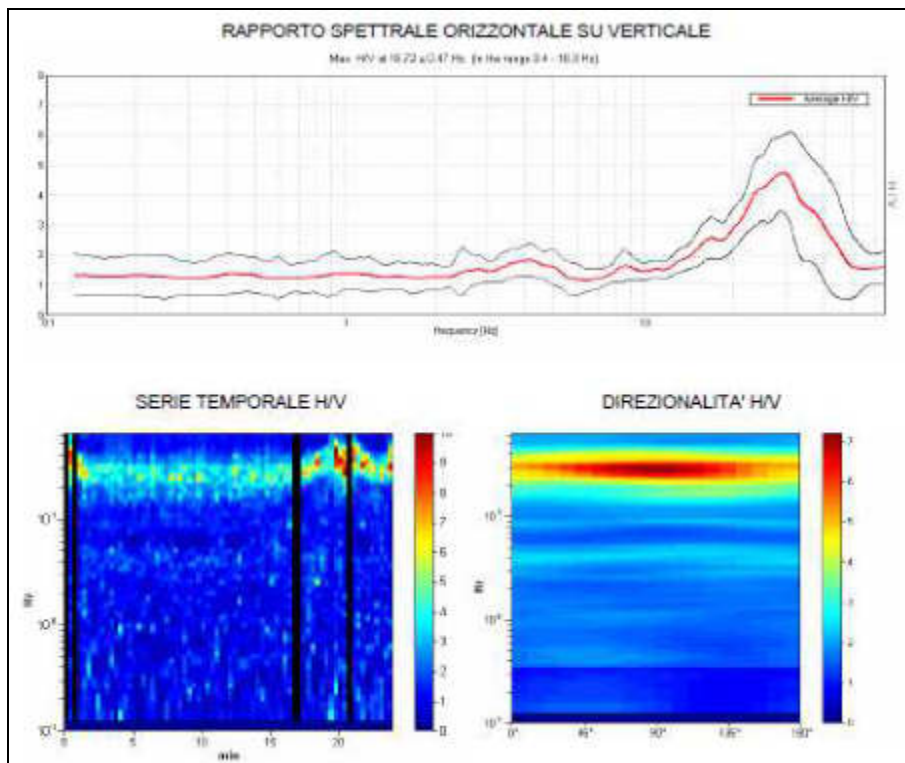
ANALISI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'analisi della sequenza litomeccanica evidenzia che i terreni riscontrati nel primo sottosuolo sono caratterizzati da termini argillosi ad elevato grado di sovraconsolidazione, seguiti da corpi di natura prevalentemente ghiaiosa, contraddistinti da un pronunciato grado di addensamento. Nei primi litotipi la percentuale in componenti fini (diametri minori di 0,005 mm) è superiore al 20%; d'altra parte, il grado di consistenza dei materiali incoerenti risulta notevolmente elevato.

Dette caratteristiche, congiuntamente all'assenza di battente idrico sotterraneo nel primo sottosuolo, evidenziano come i terreni che formano il primo sottosuolo non siano suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

FREQUENZA PRIMARIA TERRENI DI FONDAZIONE

Le acquisizioni sono state eseguite campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 20 minuti, elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o *metodo di Nakamura*). L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nella figura di seguito, in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee nere rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.



LAPI PLAST srl	<i>Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica</i>	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	--	--

I dati ricavati evidenziano un picco principale individuabile a $f_0 = 16,72$ Hz pari ad un periodo di $T_0 = 0,060$ s (attribuibile al contrasto di impedenza superficiale dovuto al contatto argille - ghiaie).

In fase esecutiva, partendo da tale dato, risulterà necessario determinare che non si verifichino effetti di doppia risonanza tra terreni di sottofondazione e strutture in progetto.

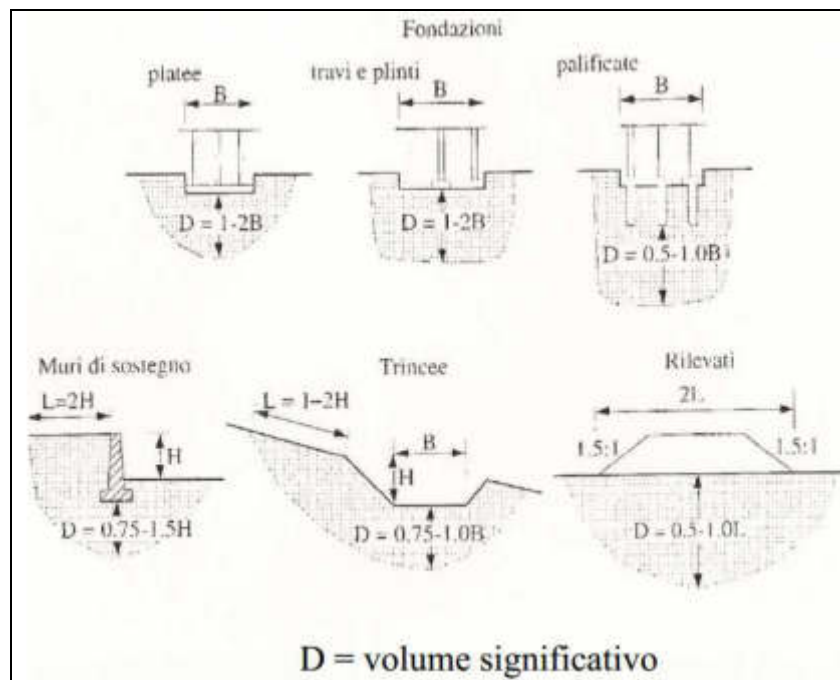
LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

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, si è previsto l'esecuzione di 7 verticali di indagine penetrometriche (n°5 prove statiche CPT ed n°2 prova dinamica DPSH), protratte sino al rifiuto all'avanzamento; il piano di lavoro descritto, congiuntamente alle prospezioni geofisiche eseguite e alle perforazioni ad uso idrico, risponde alle richieste normative.

Incerteze interpretative e metodologiche relative alla ricostruzione del modello geologico-geotecnico- sismico.

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

Meritano di essere sottolineati i seguenti aspetti:

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

- 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 ascrivibili al medesimo 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

Per quanto riguarda l'analisi geomeccanica dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche statiche, si sono ricavati i valori della coesione non drenata, c_u , dalla relazione di *Begemann*, l'angolo d'attrito interno, in termini di tensioni efficaci, ϕ' , da quella di *L'Herminier*, il grado di consolidazione dalla relazione di *Ladd* e il modulo edometrico dalla relazione di *Mitchell e Gardner*.

Il coefficiente di Poisson, ν , si è ricavato da correlazioni empiriche tra velocità di propagazione delle onde sismiche e valori di resistenza penetrometrica, il modulo elastico da correlazioni tra E_d , E e ν , il coefficiente di Winkler, k , dalle equazioni di *Bowles*, modificate da evidenze sperimentali direttamente ricavate.

Per quanto riguarda i parametri ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche è stata eseguita sia trasformando il numero di 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

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	---	--

$g = \text{accelerazione di gravità (m/sec}^2\text{)} \cdot 10^{-2}$

I parametri geomeccanici sono stati ricavati trasformando i valori di N_{20} 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 Stround & 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 Meyerohf e la determinazione del modulo edometrico dalle formule di Farrent o Menzelbach & Malcev.

L'analisi è stata effettuata in termini statistici (si veda allegato "Analisi statistica dati penetrometrici"), ricavando i valori caratteristici di resistenza alla punta, di attrito laterale locale e del numero di colpi N_{20} per ognuna delle unità individuate e quindi estrapolando i parametri geotecnici di seguito evidenziati.

Successione geotecnica (CPT1/18 – CPT2/18 – CPT3/18 – DPSH4/18 – CPT5/18 – DPSH6/18 – CPT7/18)

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
Rimaneggiato superficiale: Da p.c. a – 1,0 m da p.c. Terreno agrario costituito da argille – argille limose e/o limi argillosi a medio basso grado di compressibilità. Orizzonte non idoneo a piano di posa fondale	$q_{c_k} = 12,50 \text{ kgf/cmq}$ $f_{s_k} = 0,75 \text{ kgf/cmq}$ $N_{20k} = 0,39$ $N_{SPT_k} = 0,64$	$\phi'_k = 22^\circ$ $c'_k = 0,12 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,53 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00188 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 50 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 1,08 \text{ kgf/cm}$
UGT1: Da – 1,0 m a – 2,0 ÷ – 3,0 m p.c. Argille – argille limose e/o limi argillosi sovraconsolidati a medio basso grado di compressibilità.	$q_{c_k} = 45,83 \text{ kgf/cmq}$ $f_{s_k} = 2,45 \text{ kgf/cmq}$ $N_{20k} = 5,24$ $N_{SPT_k} = 8,64$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,15 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,75 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00192 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 90 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 1,94 \text{ kgf/cm}$
UGT2bis: Da – 2,0 m a – 2,5 ÷ – 3,0 m p.c. Solo CPT2, CPT3 e CPT7 Ghiaie sabbiose alterate e sabbie ghiaiose immerse in una massa di fondo argilloso limosa. Grado di compressibilità basso.	$q_{c_k} = 46,21 \text{ kgf/cmq}$ $f_{s_k} = 2,90 \text{ kgf/cmq}$	$\phi'_k = 29^\circ$ $c'_k = 0,17 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,89 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 94 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 2,71 \text{ kgf/cm}$
UGT2: Oltre a – 2,0 ÷ – 3,0 m p.c. Ghiaie – ghiaie sabbiose molto addensate a grado di compressibilità molto basso, praticamente nullo.	$q_{c_k} = 220,83 \text{ kgf/cmq}$ $f_{s_k} = 2,36 \text{ kgf/cmq}$ $N_{20k} = 19,05$ $N_{SPT_k} = 29,71$	$\phi'_k = 34^\circ$ $c'_k = 0,05 \text{ kgf/cmq}$ (appartente) $c_{uk} = 0,25 \text{ kgf/cmq}$ (appartente) $Dr_k = 89\%$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 300 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 9,32 \text{ kgf/cm}$

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; k = modulo di reazione; Dr = densità relativa, 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.

Valore del coefficiente di Winkler mediato su tutta la verticale d'indagine

In relazione alla stratigrafia evidenziata e ai parametri geomeccanici ricavati mediante l'indagine geognostica precedentemente descritta, si può utilizzare un valore del coefficiente di Winkler, mediato sulla verticale, da – 1,5 m sino a – 10 m p.c., pari a:

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

$$k = 3,57 \text{ kgf/cm}$$

Si precisa che tale valore, come quelli relativi ai singoli orizzonti è da ritenersi indicativo e rappresenta un valore generale per la serie litomeccanica in quanto, come ben noto, detto coefficiente risulta funzione della geometria fondale.

INDICAZIONI PRELIMINARI SU TIPOLOGIA E PIANO DI POSA FONDALE

Le caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo consentono l'**utilizzo di fondazioni dirette, a plinto**; il piano di appoggio fondale dovrà essere posto ad una profondità, rispetto all'attuale piano di campagna, almeno pari a:

$$D = -1,40 \div -1,60 \text{ m}$$

Ad ogni modo, si suggerisce di alloggiare le strutture fondali all'interno della medesima unità geotecnica; in fase esecutiva, le analisi dovranno valutare tale possibilità o, se questa non fosse possibile, indicare i piani di appoggio e le caratteristiche geometriche delle fondazioni tali da limitare i cedimenti differenziali e i valori di distorsione angolare.

VERIFICA ALLE TENSIONI AMMISSIBILI (paragrafo a scopo puramente indicativo)

Per il calcolo del carico ammissibile sul terreno si è utilizzata la relazione di Meyerhof, relativamente alle penetrometrie statiche:

$$q_a = q_c / f$$

dove:

q_a = carico ammissibile sui terreni in kgf/cm²

q_c = valore della resistenza alla punta in kgf/cm²

f = fattore di sicurezza funzione delle caratteristiche del penetrometro usato e della punta con cui si è attrezzato stesso, del rapporto D/B e cioè tra profondità del piano di posa e larghezza della fondazione.

In relazione alle prove geognostiche effettuate, il terreno alle quote di fondazione suddette, in via esclusivamente preliminare, è contraddistinto dalle seguenti capacità resistenti:

$q_a = 1,6 \text{ kgf/cm}^2$
QLim. SLU = 4,825 kgf/cm²
QLim. SLV = 4,260 kgf/cm²

Dato il tipo di variabilità laterale e verticale sia delle peculiarità granulometriche dei litotipi che costituiscono il primo sottosuolo e del diverso grado di compressibilità degli stessi ed in relazione alla definizione del piano di posa delle fondazioni e all'area di impronta dei fabbricati, *in fase di progetto esecutivo, dovranno necessariamente essere eseguite analisi integrative a quelle effettuate.*

LAPI PLAST srl	<i>Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica</i>	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	--	--

Detti studi, sinergicamente alla conoscenza delle caratteristiche e dei carichi progettuali, potranno consentire il calcolo della capacità resistente del terreno agli stati limite ultimi ai piani di posa prescelti, sia in assenza di sisma (SLU) che in presenza dello stesso (SLV).

In fase progettuale, inoltre, in relazione alle reali tensioni applicate al suolo, alla migliore determinazione delle geometrie fondali e alla scelta del piano di appoggio fondale, sarà necessario provvedere alla verifica dettagliata dei valori dei cedimenti e alla corretta scelta delle dimensioni fondali da adottare, al fine di ottenere cedimenti differenziali, cedimenti post sismici e valori di distorsione angolare rientranti nell'ambito della tollerabilità.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

CONCLUSIONI

Nell'ambito progettuale relativo allo studio di fattibilità geologico geotecnica e sismica a corredo della variante di destinazione d'uso di un'area ubicata in Via Barboiara, a Barco di Bibbiano (RE), su commissione di **Lapi Plast srl**, si è redatto il presente documento, il quale, presenta riassuntivamente i seguenti punti.

RELAZIONE GEOLOGICA – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

- **Inquadramenti territoriali generali:** la zona in esame si colloca nel comparto settentrionale del territorio comunale di Bibbiano, in località Barco. Dal punto di vista topografico, essa presenta un aspetto sub pianeggiante, tipico dell'alta pianura; in prossimità dell'intorno in esame, le quote oscillano tra 86,5 e 87,5 m s.l.m. I terreni sono ascrivibili all'Unità di Vignola (**AES7b**), appartenente al Subsistema di Villa Verucchio, costituita da ghiaie in matrice limo – sabbiosa in prossimità dei torrenti e fiumi principali, passanti a limi e limi sabbiosi negli ambienti fluviali distali.

• **Modello geologico:** oltrepassato l'orizzonte rimaneggiato superficiale, si riscontrano termini argilloso limosi e limoso argillosi sovraconsolidati, i quali si riscontrano sino a $-2,0 \div -2,8$ m dal piano di esecuzione delle indagini (UGT1). Oltre tale orizzonte si riscontra la presenza di un orizzonte ghiaioso e ghiaioso sabbioso, con massa di fondo prevalentemente coesiva, ad elevato grado di addensamento (UGT2); Localmente, tra la base di UGT1 ed il tetto di UGT2 si inseriscono strutture lentiformi costituite da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose alterate, anch'esse immerse in una massa di fondo argilloso limosa.

In relazione alla disamina di schede pozzo relative a perforazioni eseguite in stretta adiacenza al sito in esame, il corpo ghiaioso sabbioso – sabbioso ghiaioso ad elevato grado di addensamento si protrae sino a profondità oscillanti tra $-15 \div -25$ m rispetto l'attuale piano di campagna.

- **Idrogeologia:** al momento delle indagini, all'interno dei fori penetrometrici non è stata riscontrata la presenza di battente idrico sotterraneo. Gli strumenti programmatici territoriali indicano come il primo livello idrico sotterraneo si trovi ad una profondità pari circa a $\Delta H_2O = -20 \div -25$ m p.c.
- **Pericolosità geologica, geomorfologica ed idraulica:** alle attuali condizioni al contorno, il sito si presenta in condizioni di stabilità e sicurezza. Dal punto di vista della pericolosità idraulica, il sito evidenzia una pericolosità di tipo **P2 – M** (alluvioni poco frequenti, $T_R = 100 \div 200$ anni, probabilità media) e uno scenario di **rischio medio R2**.

RISPOSTA SISMICA LOCALE – PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

- **Categoria del suolo di fondazione:** i litotipi soggiacenti alla quota di incastro delle fondazioni, sono attribuibili alla **categoria B**.

- **Analisi dell'azione sismica II Livello (DAL 2193/2015)**

$$Fa_{PGA} = 1,5$$

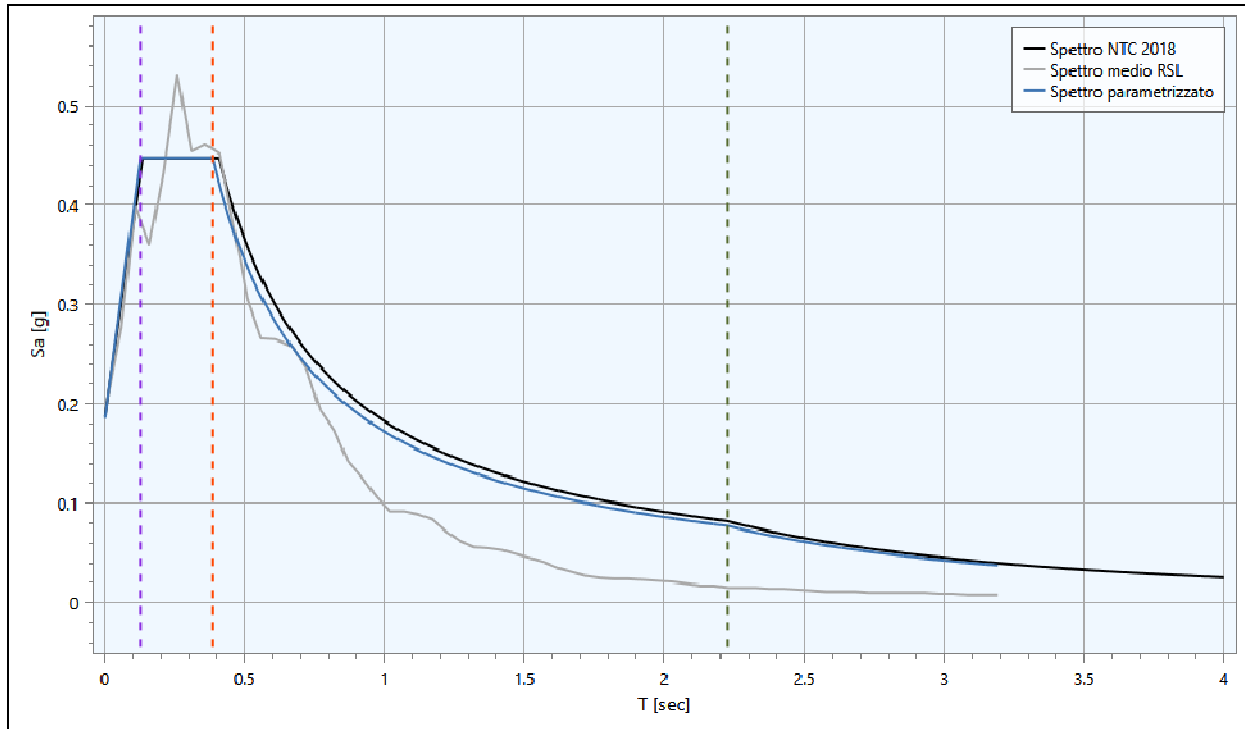
$$Fa_{IS} (0,1 < T_0 < 0,5) = 1,5$$

$$Fa_{IS} (0,5 < T_0 < 1) = 2,1$$

$$Fa_{IS} (0,5 < T_0 < 1,5) = 2,0$$

per un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a: $a_g = 0,156 \text{ g}$

- **Analisi dell'azione sismica III Livello**



Spettro di risposta calcolato

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	1,320	
FA IS 0,1 ÷ 0,5	1,242	0,40 ÷ 0,53
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,295	0,10 ÷ 0,31
FA IS 1,0 ÷ 1,5	1,195	0,05 ÷ 0,31

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

Pga di riferimento	0,156
Coefficiente di amplificazione litologica Ss	1,32 (III livello)
Coefficienti di amplificazione topografico St	1,000
a_{max}/g	0,206
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,049$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,025$

Principali parametri dinamici desunti dall'analisi di III Livello

- **Suscettività a liquefazione sismica:** le caratteristiche litotecniche dei materiali rilevati evidenziano un rischio di liquefazione nullo.
- **Frequenza dei terreni:** i dati ricavati evidenziano, al netto di un disturbo evidente sulle basse frequenze, un picco principale individuabile a 16,72 Hz pari ad un periodo di $T = 0,06 \text{ s}$.

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

- **Sudio di microzonazione sismica di Bibbiano:** le analisi sviluppate sono concordi con quanto presentato dallo strumento programmatico, definendo, però, maggiormente nel dettaglio le caratteristiche sismiche dell'area sia per approfondimenti di II che di III livello sismico.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, MODELLAZIONE GEOTECNICA

- **Modellazione geologico geotecnica del sottosuolo**

Successione geotecnica (CPT1/18 – CPT2/18 – CPT3/18 – DPSH4/18 – CPT5/18 – DPSH6/18 – CPT7/18)

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
Rimaneggiato superficiale: Da p.c. a – 1,0 m da p.c. Terreno agrario costituito da argille – argille limose e/o limi argillosi a medio basso grado di compressibilità. Orizzonte non idoneo a piano di posa fondale	$qc_k = 12,50 \text{ kgf/cmq}$ $fs_k = 0,75 \text{ kgf/cmq}$ $N_{20k} = 0,39$ $N_{SPTk} = 0,64$	$\phi'_k = 22^\circ$ $c'_k = 0,12 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,53 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00188 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 50 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 1,08 \text{ kgf/cm}$
UGT1: Da – 1,0 m a – 2,0 ÷ – 3,0 m p.c. Argille – argille limose e/o limi argillosi sovraconsolidati a medio basso grado di compressibilità.	$qc_k = 45,83 \text{ kgf/cmq}$ $fs_k = 2,45 \text{ kgf/cmq}$ $N_{20k} = 5,24$ $N_{SPTk} = 8,64$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,15 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,75 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00192 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 90 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 1,94 \text{ kgf/cm}$
UGT2bis: Da – 2,0 m a – 2,5 ÷ – 3,0 m p.c. Solo CPT2, CPT3 e CPT7 Ghiaie sabbiose alterate e sabbie ghiaiose immerse in una massa di fondo argilloso limosa. Grado di compressibilità basso.	$qc_k = 46,21 \text{ kgf/cmq}$ $fs_k = 2,90 \text{ kgf/cmq}$	$\phi'_k = 29^\circ$ $c'_k = 0,17 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,89 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 94 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 2,71 \text{ kgf/cm}$
UGT2: Oltre a – 2,0 ÷ – 3,0 m p.c. Ghiaie – ghiaie sabbiose molto addensate, a grado di compressibilità molto basso, praticamente nullo.	$qc_k = 220,83 \text{ kgf/cmq}$ $fs_k = 2,36 \text{ kgf/cmq}$ $N_{20k} = 19,05$ $N_{SPTk} = 29,71$	$\phi'_k = 34^\circ$ $c'_k = 0,05 \text{ kgf/cmq}$ (appartente) $c_{uk} = 0,25 \text{ kgf/cmq}$ (appartente) $Dr_k = 89\%$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 300 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 9,32 \text{ kgf/cm}$

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; k = modulo di reazione; Dr = densità relativa, c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $C_{u, disc}$ = coesione non drenata sulla discontinuità.

- **Tipologia e Piano di posa fondale:** possibile l'adozione di fondazioni dirette, a plinto; i piani di appoggio fondale; dovranno essere posti ad una pari a **D = - 1,4 ÷ -1,6 m** dall'attuale piano campagna.
Ad ogni modo, si suggerisce di alloggiare le strutture fondali all'interno della medesima unità geotecnica; in fase esecutiva, le analisi dovranno valutare tale possibilità o, se questa non fosse possibile, indicare i piani di appoggio e le caratteristiche geometriche delle fondazioni tali da ridurre i valori di cedimento differenziali e di distorsione angolare.
- **Indicazioni preliminari sulle capacità portanti dei terreni**

$qa = 1,6 \text{ kgf/cmq}$
QLim. SLU = 4,825 kgf/cmq
QLim. SLV = 4,260 kgf/cmq

LAPI PLAST srl	Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
----------------	---	--

FATTIBILITA' GEOLOGICO GEOTECNICA E SISMICA DELL'AREA

Dato il tipo di variabilità laterale e verticale sia delle peculiarità granulometriche dei litotipi che costituiscono il primo sottosuolo e del diverso grado di compressibilità degli stessi, ed in relazione alla definizione del piano di posa delle fondazioni e all'area di impronta dei fabbricati, *in fase di progetto esecutivo, dovranno necessariamente essere eseguite analisi integrative a quelle effettuate.*

Detti studi, sinergicamente alla conoscenza delle caratteristiche e dei carichi progettuali, potranno consentire il calcolo della capacità resistente del terreno agli stati limite ultimi ai piani di posa prescelti, sia in assenza di sisma (SLU) che in presenza dello stesso (SLV).

In fase progettuale, inoltre, in relazione alle reali tensioni applicate al suolo e alla migliore determinazione delle geometrie fondali, sarà necessario provvedere alla verifica dettagliata dei valori dei cedimenti e alla corretta scelta delle dimensioni fondali da adottare, al fine di ottenere cedimenti differenziali, cedimenti post sismici e valori di distorsione angolare rientranti nell'ambito della tollerabilità.

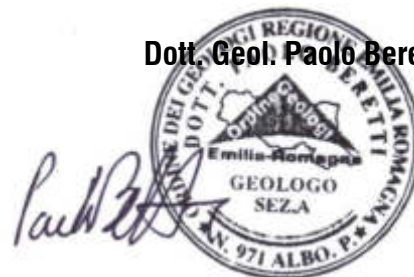
Vista la classificazione del territorio in relazione alla pericolosità idraulica, si consigliano i seguenti accorgimenti progettuali:

- ✓ I piani di calpestio dell'opera dovranno essere previsti a quote superiori rispetto a quelle degli assi stradali adiacenti.
- ✓ Gli impianti tecnici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto, anche in caso di alluvionamento;
- ✓ Le aperture siano a tenuta stagna o provviste di protezioni idonee.
- ✓ La realizzazione di un idoneo sistema di raccolta e allontanamento delle acque bianche.
- ✓ La messa in posa di un idoneo sistema di raccolta e veicolamento delle acque corrivanti sulla superficie areale all'intorno del fabbricato, in grado di proteggere lo stesso dalle piogge critiche o dagli eventi di allagamento.

In relazione a quanto presentato nel seguente documento, agli studi e alle analisi eseguite, il sito ha evidenziato caratteristiche di idonea fattibilità geologico tecnica e sismica per l'uso dello stesso ai fini progettuali.

Quattro Castella, Novembre 2022

Dott. Geol. Paolo Beretti

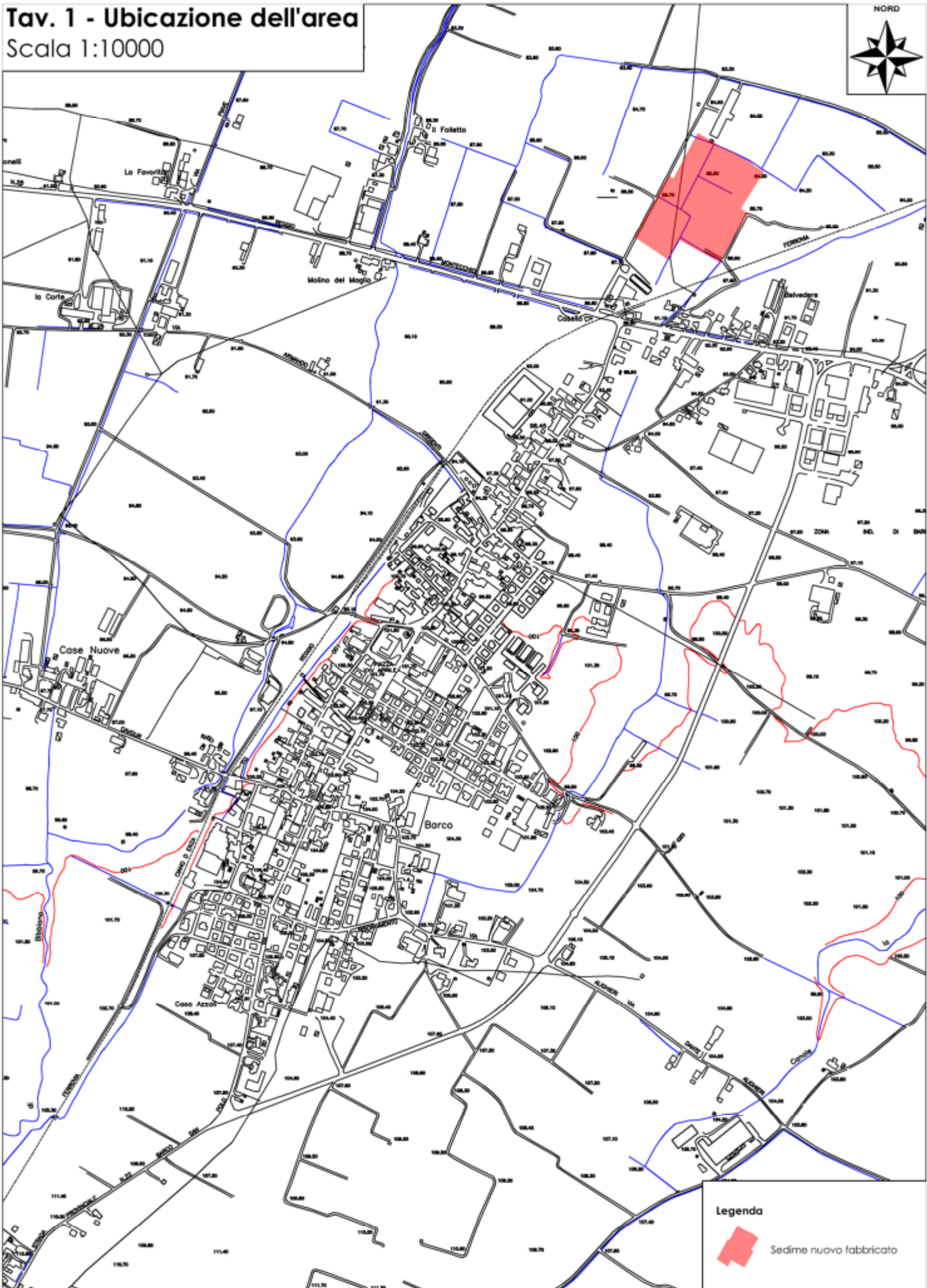


LAPI PLAST srl	<i>Indagine di Fattibilità Geologica Geotecnica e Sismica</i>	Nuovo insediamento produttivo ai sensi dell'art 53 della L.R. 24 del 2017, in variante alla vigente strumentazione urbanistica. Via Barboiara, Barco di Bibbiano (RE)
-----------------------	--	--

ALLEGATI

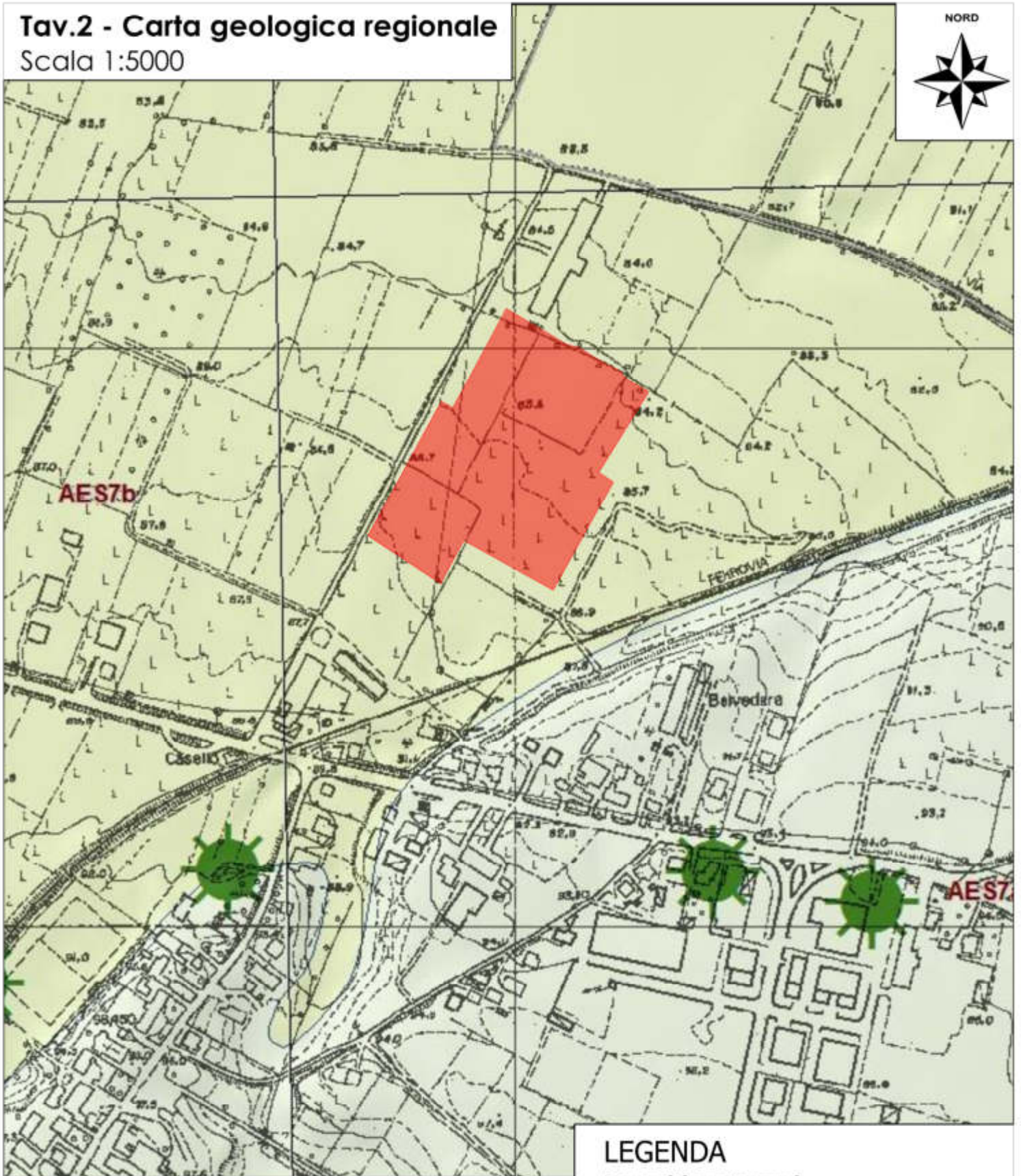
- Tav. 1. Ubicazione dell'area.
- Tav. 2. Carta geologica.
- Tav. 3. Carta tetti ghiaie.
- Tav. 4. Ubicazione indagini.
- Tav. 5. Sezione di ricostruzione stratigrafica.
- Stendimento sismico integrato Re.Mi. – M.A.S.W.
- Prove penetrometriche statiche CPT.
- Analisi statistica prove penetrometriche statiche CPT.
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Prove pregresse
- Rapporto fotografico.

Tav. 1 - Ubicazione dell'area
Scala 1:10000



Legenda
 Sedime nuovo fabbricato

Tav.2 - Carta geologica regionale
Scala 1:5000



LEGENDA

Depositi quaternari

AES Sintema Emiliano Romagnolo Superiore

AES8 Subsintema di Ravenna

AES7 Subsintema di Villa Verucchio

AES7a Unità di Niviano

AES7b Unità di Vignola





Area di studio

Tav.3 - Carta dei tetti delle ghiaie
Scala 1:5000

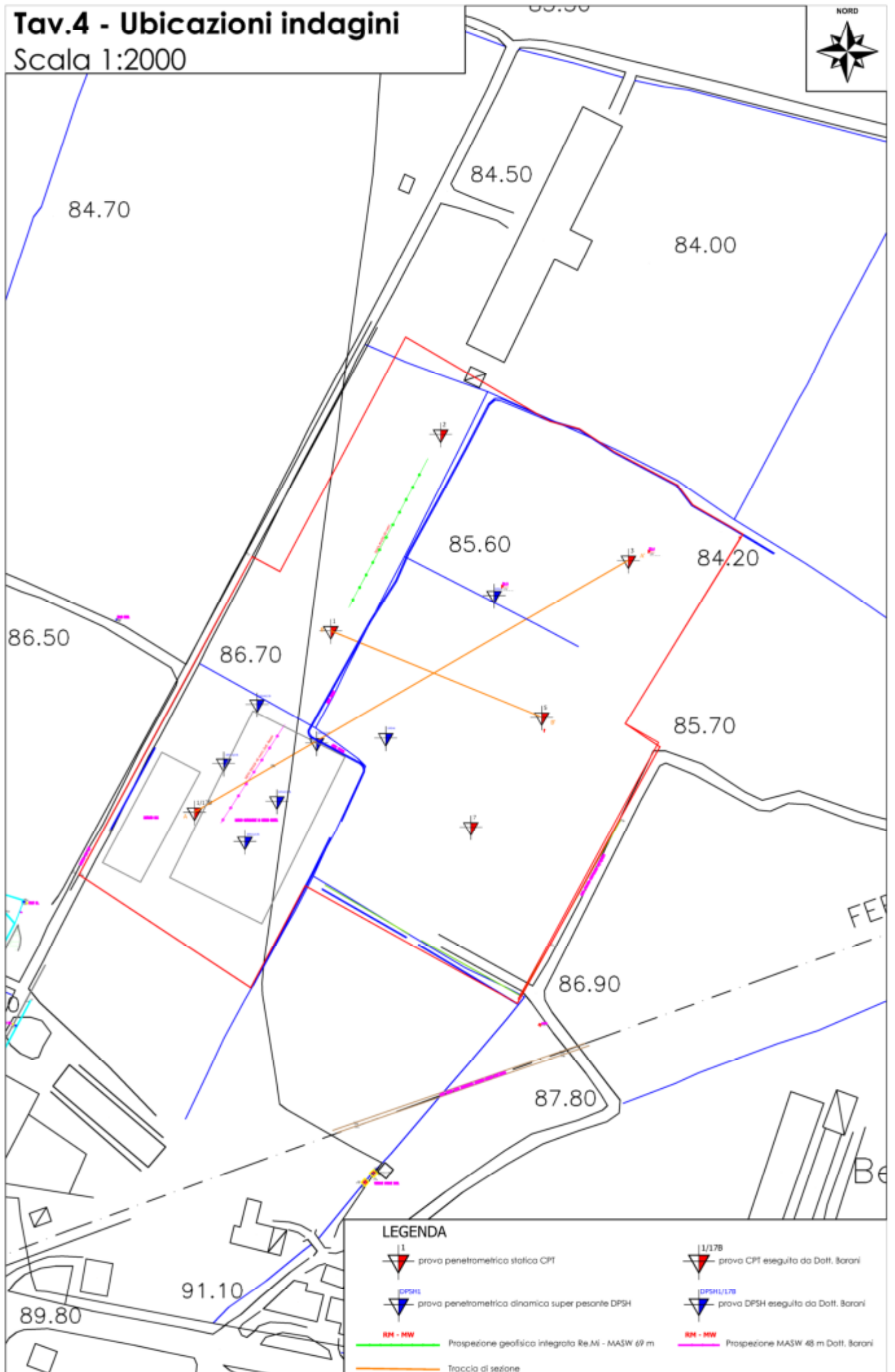


LEGENDA

-  Profondità del tetto delle ghiaie e/o ghiaie in matrice argillosa limosa da p.c. a -5,00 m
-  Area di studio

Tav.4 - Ubicazioni indagini

Scala 1:2000



LEGENDA

prova penetrometrica statica CPT

prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH

Proiezione geofisica integrata Re.MI - MASW 69 m

Traccia di sezione

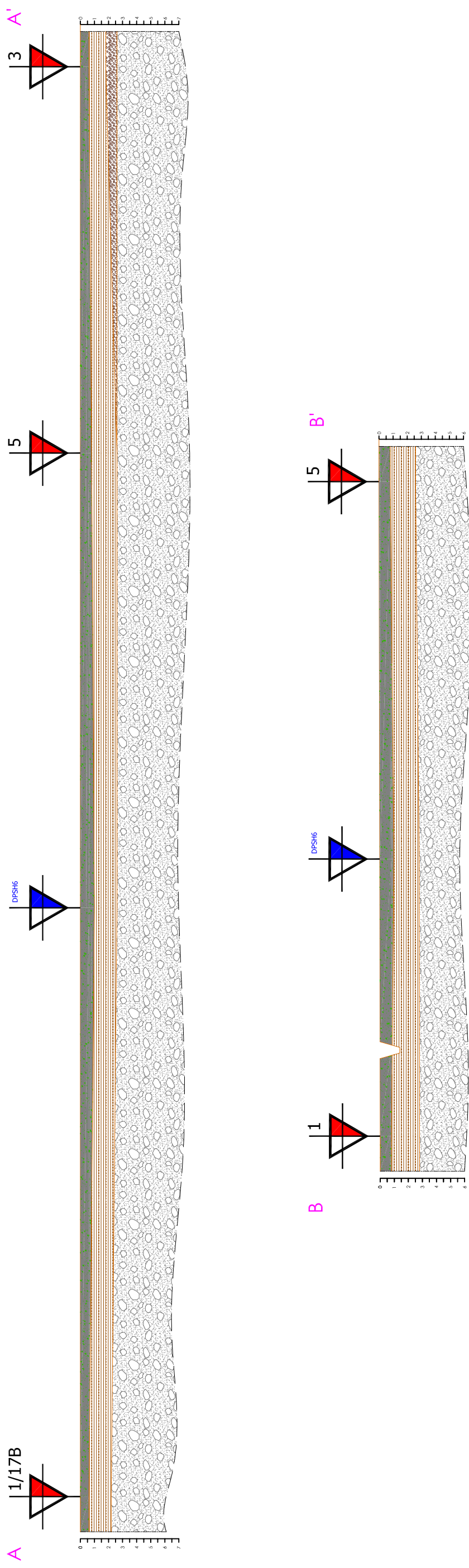
prova CPT eseguita da Dott. Barani

prova DPSH eseguita da Dott. Barani

Proiezione MASW 48 m Dott. Barani

Tav 5: Sezione di ricostruzione stratigrafica




Scala orizzontale 1:600 Scala verticale 1:300



Traccia delle sezioni geologico-geotecniche



Legenda:

-  Terreno vegetale superficiale
-  UGT1: argille limose e limi argillosi
-  UGT2bis: ghiaie sabbiose alterate immerse in massa di fondo coesiva
-  UGT2: ghiaie e ghiaie sabbiose immerse in una massa di fondo coesiva

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.

Committente: Lapi Plast srl

Località: Barco, Bibbiano (RE)

Cantiere: Via Barboiara

Data: 13/12/2018

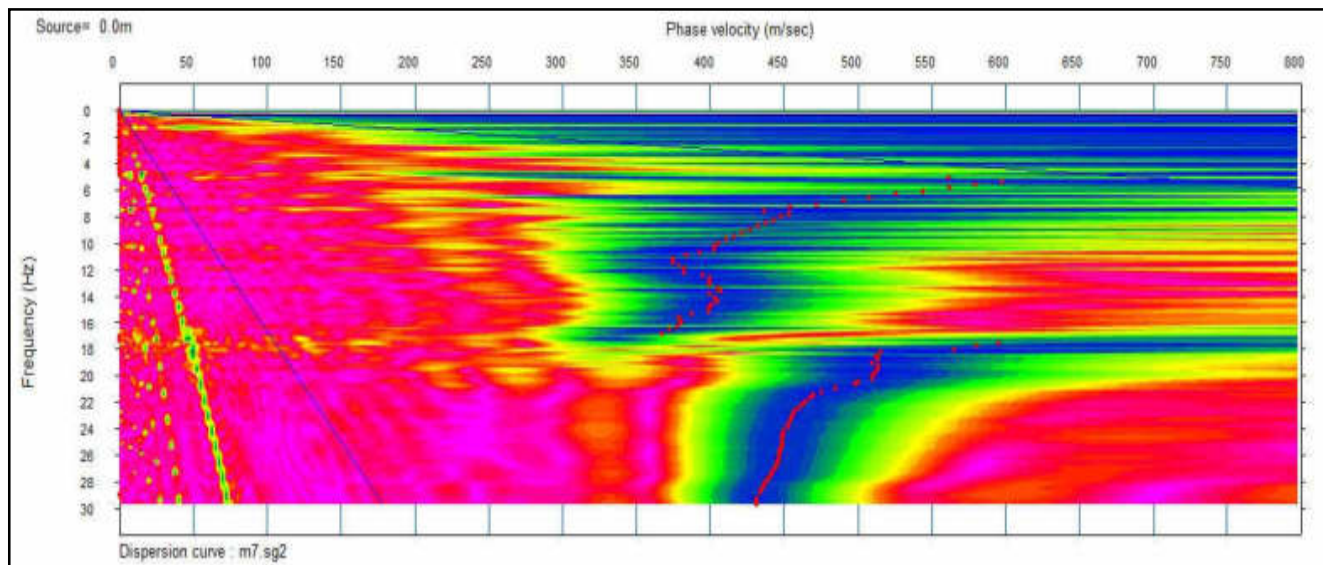


Fig. 1: Dispersione M.A.S.W.

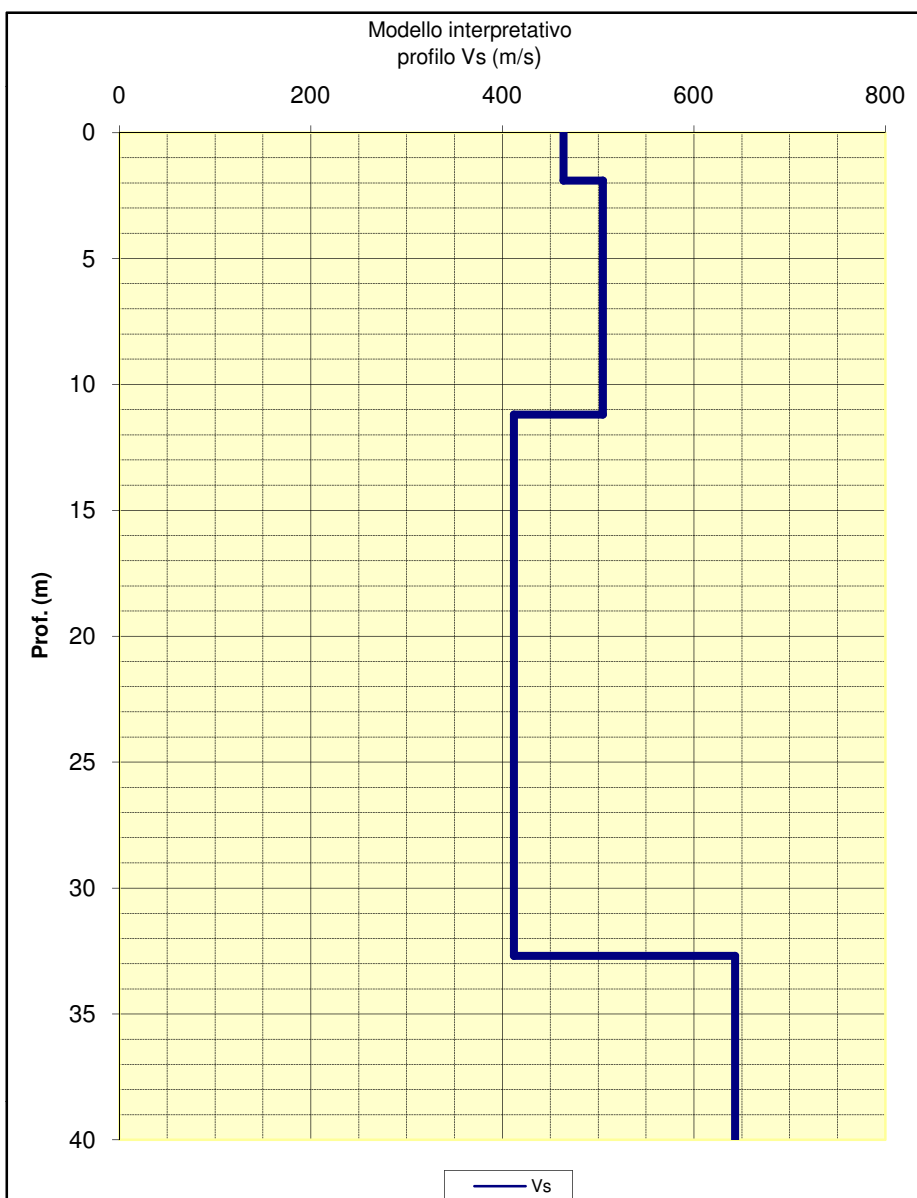


Fig. 2: Profilo onde VS

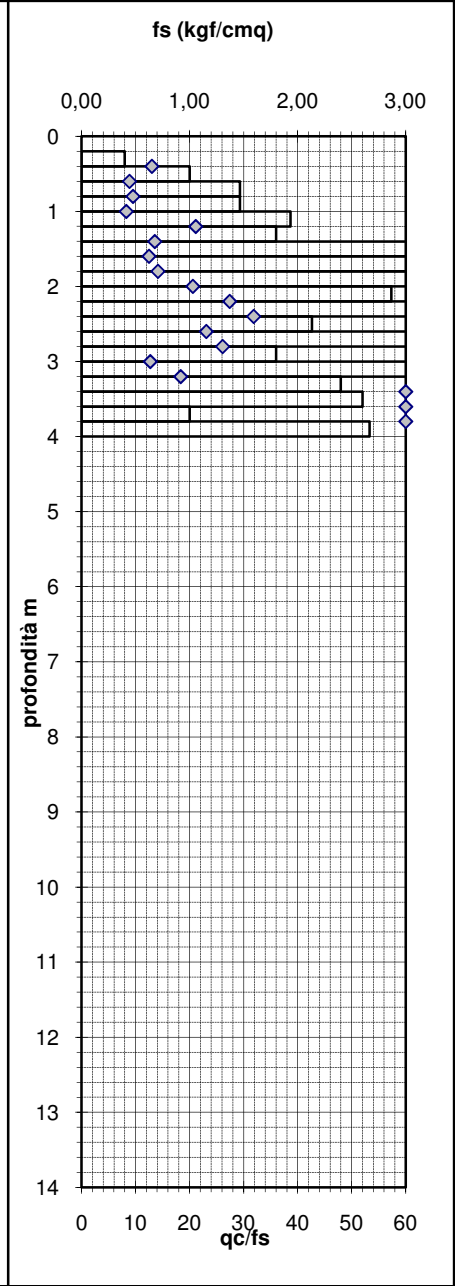
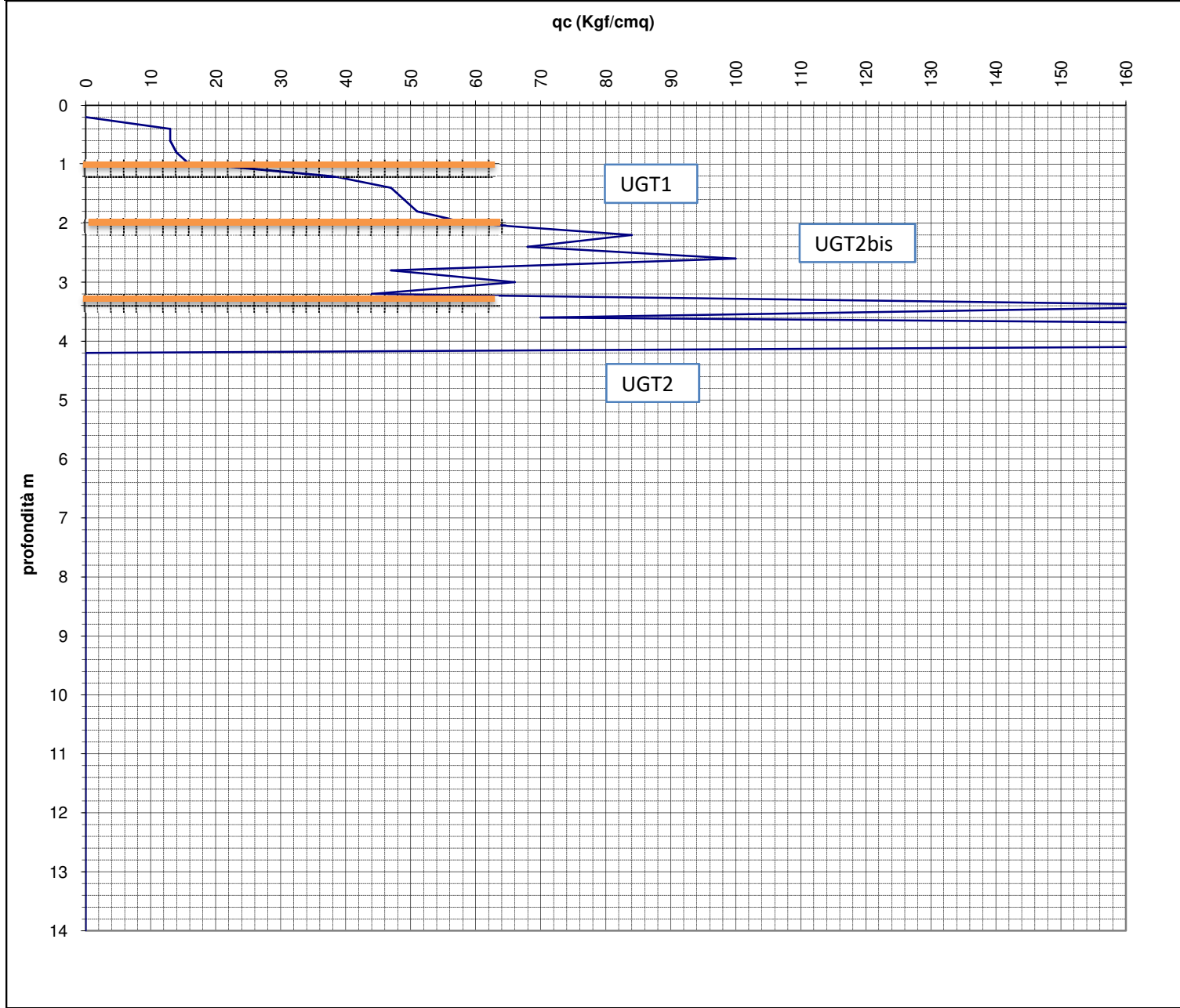
Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE) Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	Prova penetrometrica statica			COMMITTENTE: Lapi Plast srl		
	CPT			1		CANTIERE: Barco
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018		OPERATORE: Dott. M. Boccaletti
			Profondità falda: foro vuoto			

Letture di campagna e elaborazioni

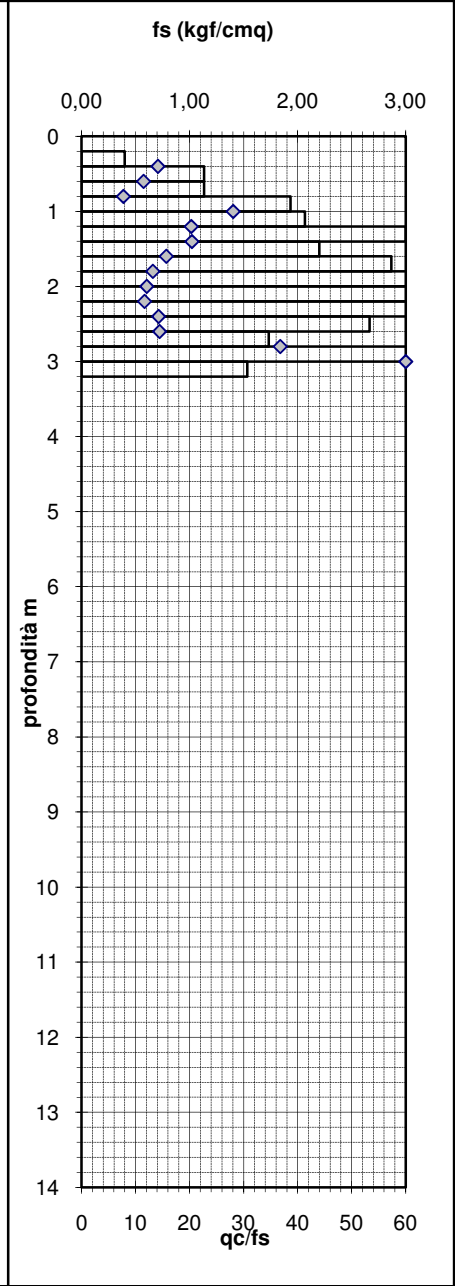
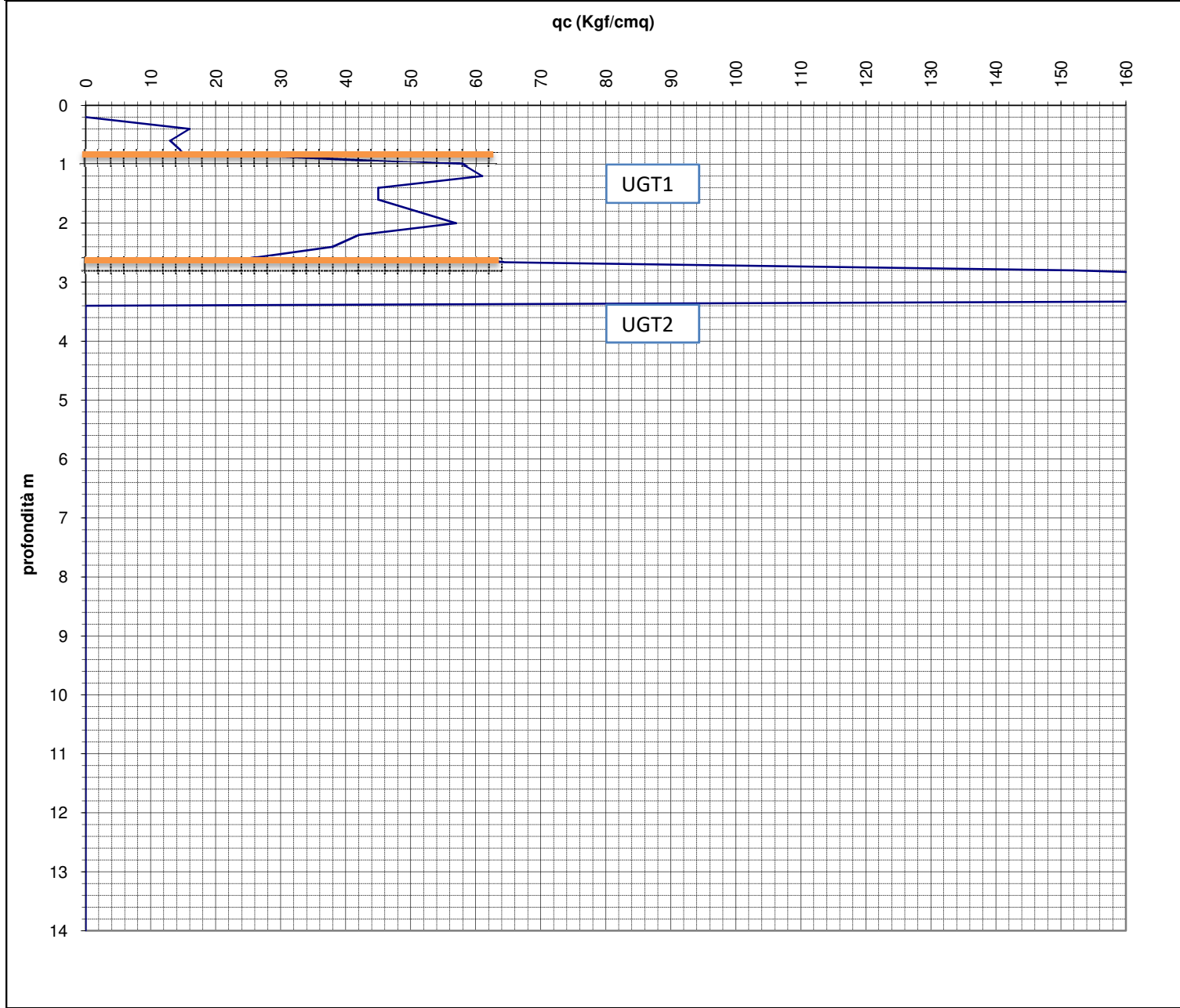
PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs
0.2					5.2					10.2				
0.4	16	22	1.13	14.1	5.4					10.4				
0.6	13	30	1.13	11.5	5.6					10.6				
0.8	15	32	1.93	7.8	5.8					10.8				
1.0	58	87	2.07	28.1	6.0					11.0				
1.2	61	92	3.00	20.3	6.2					11.2				
1.4	45	90	2.20	20.5	6.4					11.4				
1.6	45	78	2.87	15.7	6.6					11.6				
1.8	51	94	3.87	13.2	6.8					11.8				
2.0	57	115	4.73	12.0	7.0					12.0				
2.2	42	113	3.60	11.7	7.2					12.2				
2.4	38	92	2.67	14.3	7.4					12.4				
2.6	25	65	1.73	14.4	7.6					12.6				
2.8	152	178	4.13	36.8	7.8					12.8				
3.0	213	275	1.53	138.9	8.0					13.0				
3.2	457	480			8.2					13.2				
3.4					8.4					13.4				
3.6					8.6					13.6				
3.8					8.8					13.8				
4.0					9.0					14.0				
4.2					9.2					14.2				
4.4					9.4					14.4				
4.6					9.6					14.6				
4.8					9.8					14.8				
5.0					10.0					15.0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 7	COMMITTENTE: Lapi Plast srl
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Barco
QUOTA: p.c.	Profondità falda: foro vuoto	DATA: 13/12/2018



Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 1	COMMITTENTE: Lapi Plast srl
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Barco
QUOTA: p.c.	Profondità falda: foro vuoto	DATA: 13/12/2018



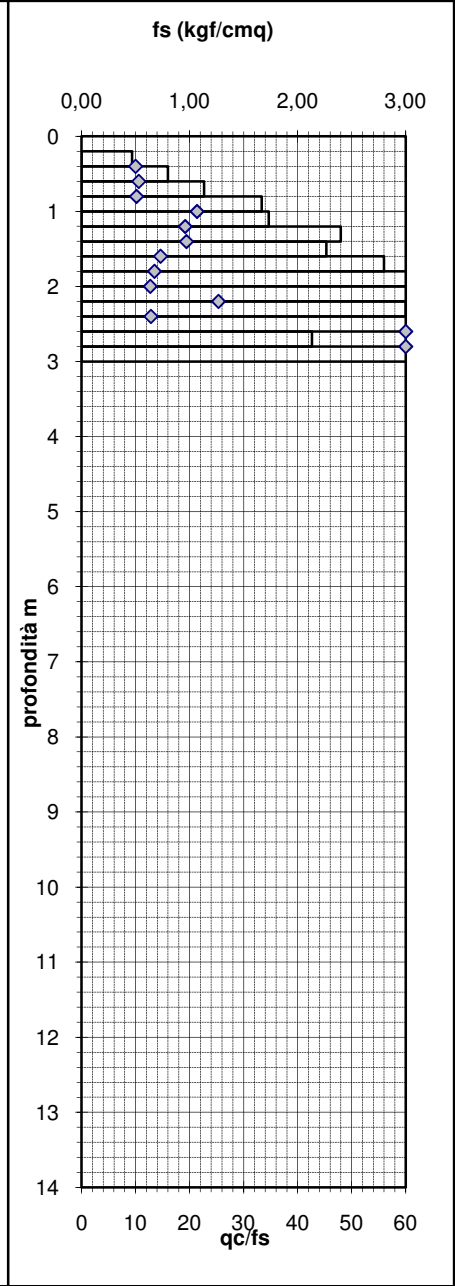
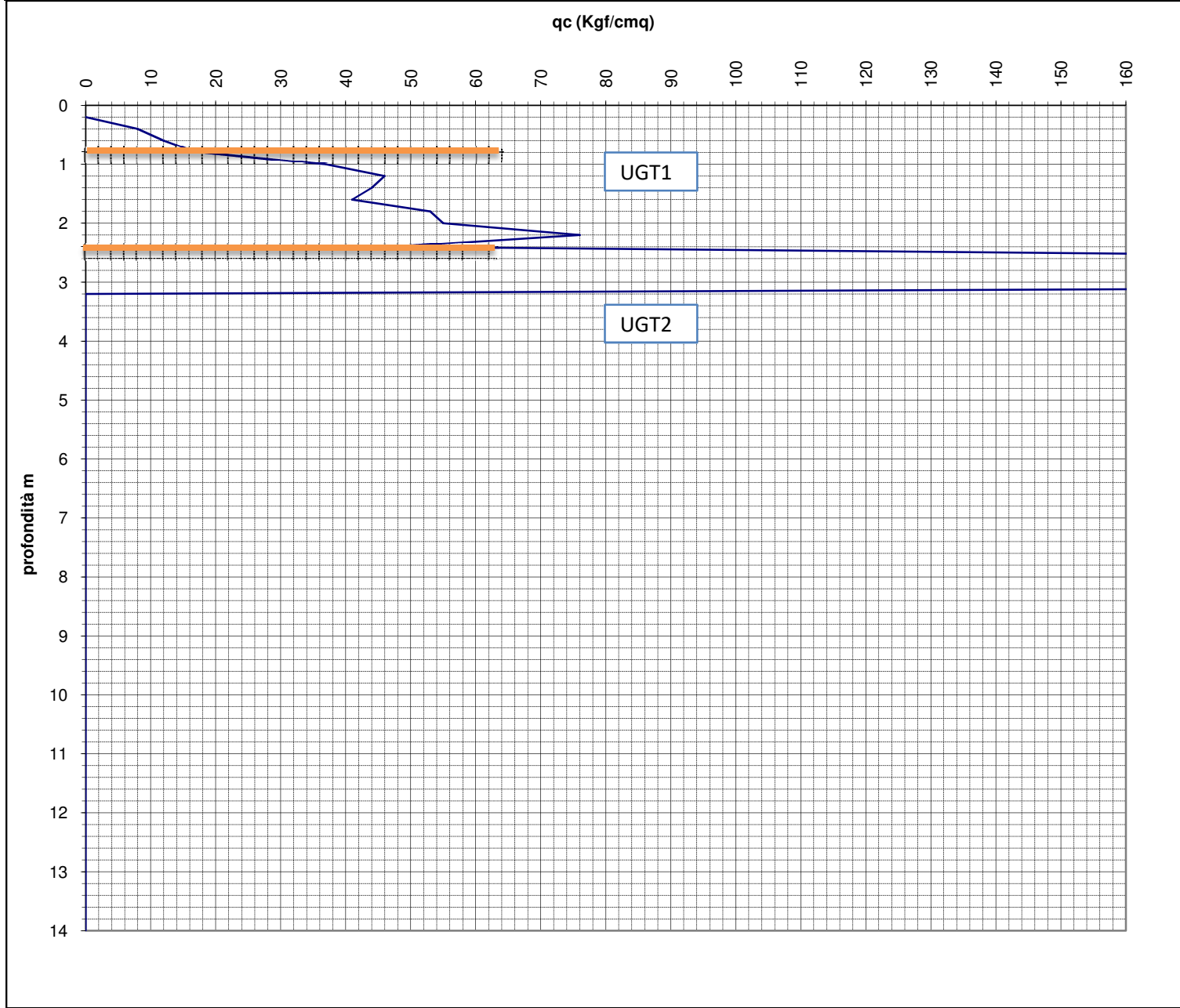
Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE) Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	Prova penetrometrica statica			COMMITTENTE: Lapi Plast srl	
	CPT		2	CANTIERE: Barco	
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018	
OPERATORE: Dott. M. Boccaletti			Profondità falda: foro vuoto		

Letture di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs
0.2					5.2					10.2				
0.4	8	15	0.80	10.0	5.4					10.4				
0.6	12	24	1.13	10.6	5.6					10.6				
0.8	17	34	1.67	10.2	5.8					10.8				
1.0	37	62	1.73	21.3	6.0					11.0				
1.2	46	72	2.40	19.2	6.2					11.2				
1.4	44	80	2.27	19.4	6.4					11.4				
1.6	41	75	2.80	14.6	6.6					11.6				
1.8	53	95	3.93	13.5	6.8					11.8				
2.0	55	114	4.33	12.7	7.0					12.0				
2.2	76	141	3.00	25.3	7.2					12.2				
2.4	48	93	3.73	12.9	7.4					12.4				
2.6	241	297	2.13	113.0	7.6					12.6				
2.8	380	412	4.00	95.0	7.8					12.8				
3.0	400	460			8.0					13.0				
3.2					8.2					13.2				
3.4					8.4					13.4				
3.6					8.6					13.6				
3.8					8.8					13.8				
4.0					9.0					14.0				
4.2					9.2					14.2				
4.4					9.4					14.4				
4.6					9.6					14.6				
4.8					9.8					14.8				
5.0					10.0					15.0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 2	COMMITTENTE: Lapi Plast srl
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Barco
QUOTA: p.c.	Profondità falda: foro vuoto	DATA: 13/12/2018



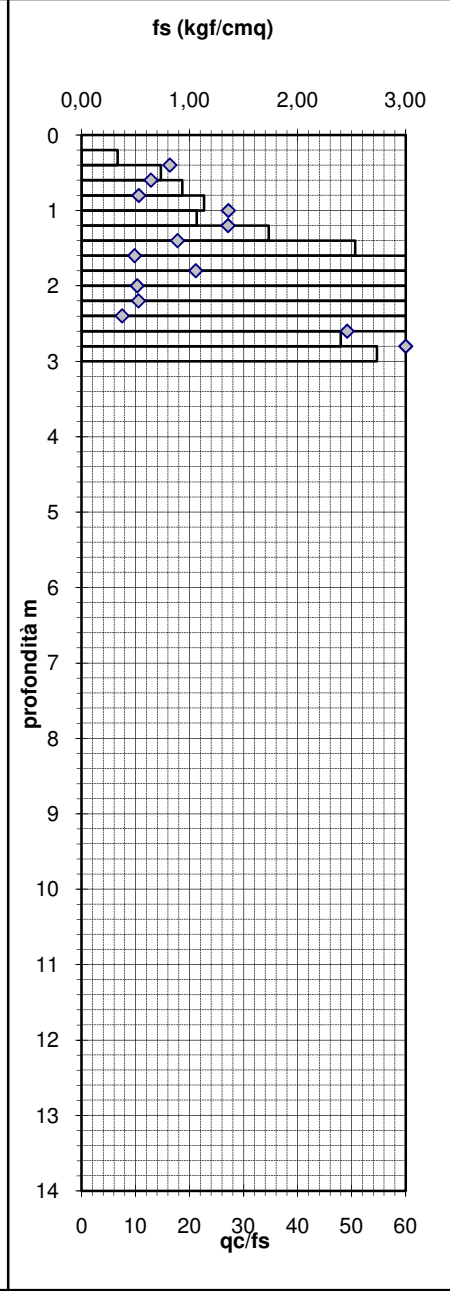
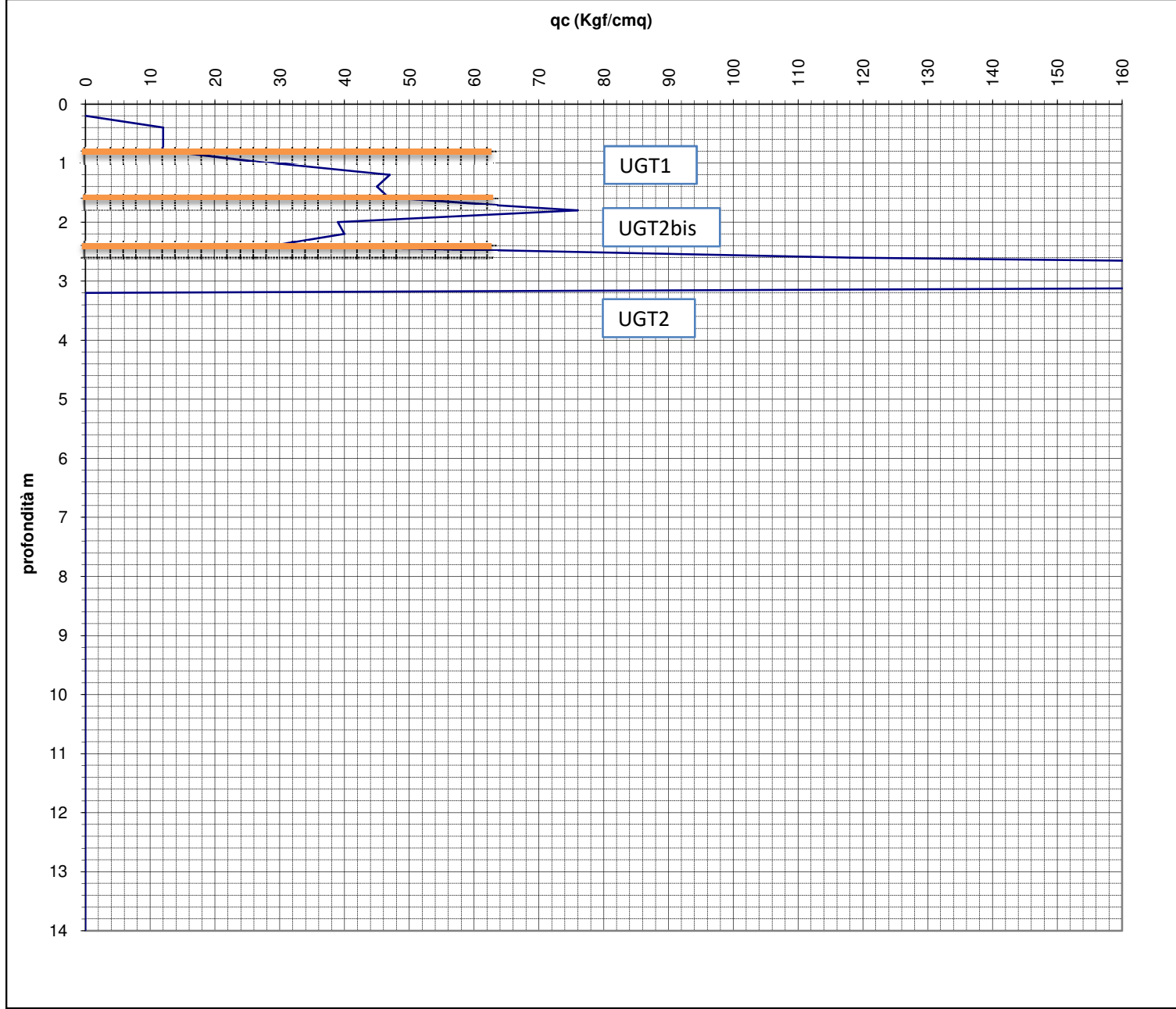
Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE) Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	Prova penetrometrica statica			COMMITTENTE: Lapi Plast srl	
	CPT		3	CANTIERE: Barco	
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018	
OPERATORE: Dott. M. Boccaletti			Profondità falda: foro vuoto		

Letture di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs
0.2					5.2					10.2				
0.4	12	17	0.73	16.4	5.4					10.4				
0.6	12	23	0.93	12.9	5.6					10.6				
0.8	12	26	1.13	10.6	5.8					10.8				
1.0	29	46	1.07	27.2	6.0					11.0				
1.2	47	63	1.73	27.1	6.2					11.2				
1.4	45	71	2.53	17.8	6.4					11.4				
1.6	47	85	4.80	9.8	6.6					11.6				
1.8	76	148	3.60	21.1	6.8					11.8				
2.0	39	93	3.80	10.3	7.0					12.0				
2.2	40	97	3.80	10.5	7.2					12.2				
2.4	29	86	3.87	7.5	7.4					12.4				
2.6	118	176	2.40	49.2	7.6					12.6				
2.8	280	316	2.73	102.4	7.8					12.8				
3.0	419	460			8.0					13.0				
3.2					8.2					13.2				
3.4					8.4					13.4				
3.6					8.6					13.6				
3.8					8.8					13.8				
4.0					9.0					14.0				
4.2					9.2					14.2				
4.4					9.4					14.4				
4.6					9.6					14.6				
4.8					9.8					14.8				
5.0					10.0					15.0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott. Geol. Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 3	COMMITTENTE: Lapi Plast srl
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Barco
QUOTA: p.c.	Profondità falda: foro vuoto	DATA: 13/12/2018



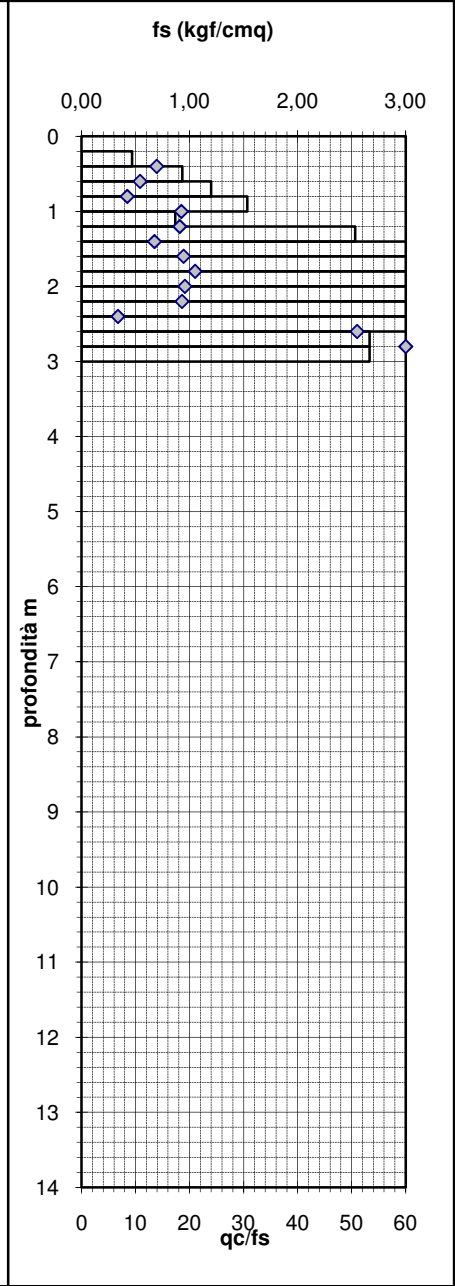
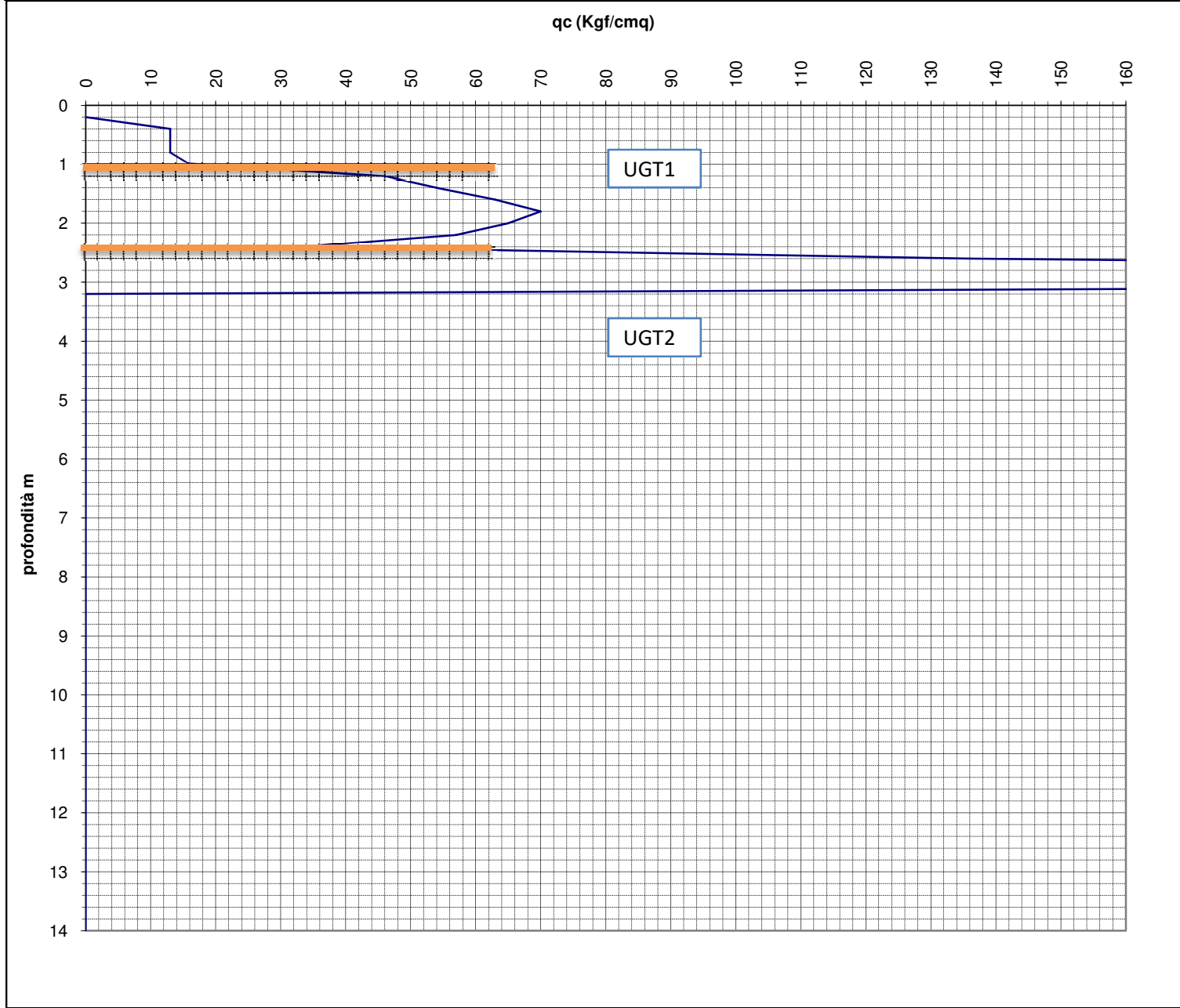
Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE) Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	Prova penetrometrica statica			COMMITTENTE: Lapi Plast srl	
	CPT		5	CANTIERE: Barco	
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018	
OPERATORE: Dott. M. Boccaletti			Profondità falda: foro vuoto		

Letture di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs
0.2					5.2					10.2				
0.4	13	20	0.93	13.9	5.4					10.4				
0.6	13	27	1.20	10.8	5.6					10.6				
0.8	13	31	1.53	8.5	5.8					10.8				
1.0	16	39	0.87	18.5	6.0					11.0				
1.2	46	59	2.53	18.2	6.2					11.2				
1.4	54	92	4.00	13.5	6.4					11.4				
1.6	63	123	3.33	18.9	6.6					11.6				
1.8	70	120	3.33	21.0	6.8					11.8				
2.0	65	115	3.40	19.1	7.0					12.0				
2.2	57	108	3.07	18.6	7.2					12.2				
2.4	34	80	5.07	6.7	7.4					12.4				
2.6	136	212	2.67	51.0	7.6					12.6				
2.8	320	360	2.67	120.0	7.8					12.8				
3.0	380	420			8.0					13.0				
3.2					8.2					13.2				
3.4					8.4					13.4				
3.6					8.6					13.6				
3.8					8.8					13.8				
4.0					9.0					14.0				
4.2					9.2					14.2				
4.4					9.4					14.4				
4.6					9.6					14.6				
4.8					9.8					14.8				
5.0					10.0					15.0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 5	COMMITTENTE: Lapi Plast srl
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Barco
QUOTA: p.c.	Profondità falda: foro vuoto	DATA: 13/12/2018



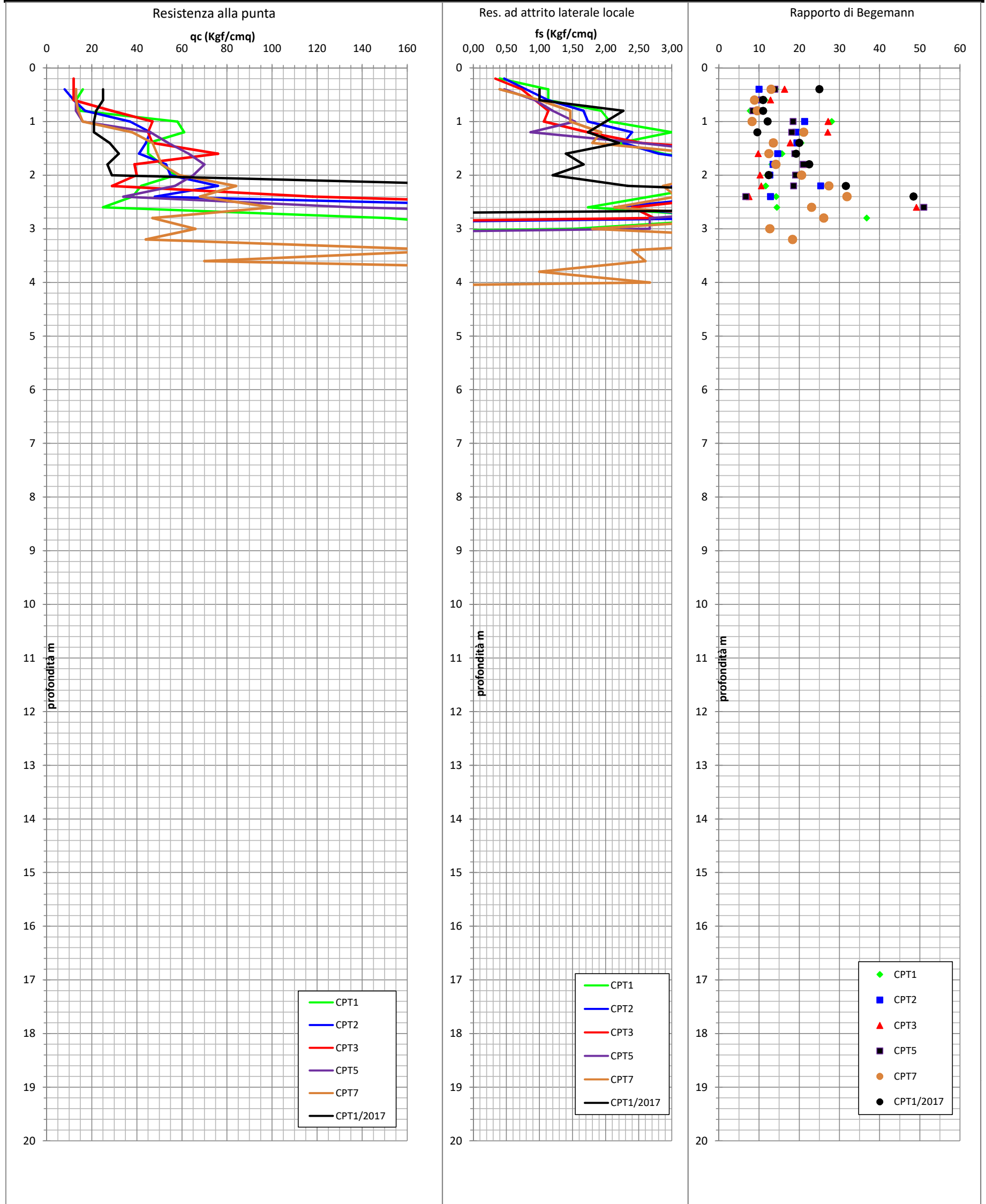
Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE) Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	Prova penetrometrica statica			COMMITTENTE: Lapi Plast srl		
	CPT		7	CANTIERE: Barco		
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018		
OPERATORE: Dott. M. Boccaletti			Profondità falda: foro vuoto			

Letture di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs	PROF.	qc kgf/cm ²	RI kgf/cm ²	fs kgf/cm ²	qc/fs
0.2					5.2					10.2				
0.4	13	19	1.00	13.0	5.4					10.4				
0.6	13	28	1.47	8.9	5.6					10.6				
0.8	14	36	1.47	9.5	5.8					10.8				
1.0	16	38	1.93	8.3	6.0					11.0				
1.2	38	67	1.80	21.1	6.2					11.2				
1.4	47	74	3.47	13.6	6.4					11.4				
1.6	49	101	3.93	12.5	6.6					11.6				
1.8	51	110	3.60	14.2	6.8					11.8				
2.0	59	113	2.87	20.6	7.0					12.0				
2.2	84	127	3.07	27.4	7.2					12.2				
2.4	68	114	2.13	31.9	7.4					12.4				
2.6	100	132	4.33	23.1	7.6					12.6				
2.8	47	112	1.80	26.1	7.8					12.8				
3.0	66	93	5.20	12.7	8.0					13.0				
3.2	44	122	2.40	18.3	8.2					13.2				
3.4	181	217	2.60	69.6	8.4					13.4				
3.6	70	109	1.00	70.0	8.6					13.6				
3.8	298	313	2.67	111.8	8.8					13.8				
4.0	320	360			9.0					14.0				
4.2					9.2					14.2				
4.4					9.4					14.4				
4.6					9.6					14.6				
4.8					9.8					14.8				
5.0					10.0					15.0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Analisi statistica dati penetrometrici



qc (kgf/cm ²)				
	Rimaneggiat	UGT1	UGT2bis	UGT2
campioni	17	32	11	16
Minimo	8.00	25.00	29.00	70.00
Massimo	17.00	76.00	100.00	457.00
Media	13.41	49.22	58.27	272.81
Moda	13.00	45.00	#N/D	380.00
Mediana	13.00	47.00	48.00	289.00
Dev. Stand.	2.09	11.13	21.04	114.84
Media troncata	13.53	49.08	56.89	274.14
t student	1.75	1.70	1.81	1.75
qck	12.50	45.83	46.21	220.83

fs (kgf/cm ²)				
	Rimaneggiat	UGT1	UGT2bis	UGT2
campioni	17	32	11	16
Minimo	0.33	0.87	1.80	1.00
Massimo	1.53	4.80	5.20	5.07
Media	0.91	2.76	3.45	2.83
Moda	1.13	1.93	4.33	2.67
Mediana	0.93	2.73	3.60	2.67
Dev. Stand.	0.39	1.01	0.96	1.04
Media troncata	0.91	2.76	3.44	2.80
t student	1.75	1.70	1.81	1.75
fsk	0.75	2.45	2.90	2.36

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: Lapi Plast srl		
	DPSH		4	CANTIERE: Barco		
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018		
	OPERATORE: Dott. M. Boccaletti		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	0.25	2.69	6	5.2			11	10.2			
1	0.4	0.5	5.38	6	5.4			11	10.4			63.5
2	0.6	0.5	4.95	7	5.6			12	10.6			<i>Volata (cm)</i>
2	0.8	0.5	4.95	7	5.8			12	10.8			75
2	1	0.5	4.95	7	6			12	11			<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1.2	3	29.69	7	6.2			12	11.2			6.2
2	1.4	7	69.27	7	6.4			12	11.4			<i>Area della punta (cmq)</i>
3	1.6	9	82.38	8	6.6			13	11.6			20
3	1.8	9	82.38	8	6.8			13	11.8			<i>Peso incudine</i>
3	2	9	82.38	8	7			13	12			0.5
3	2.2	7	64.07	8	7.2			13	12.2			<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2.4	6	54.92	8	7.4			13	12.4			20
4	2.6	11	93.65	9	7.6			14	12.6			<i>Angolo punta</i>
4	2.8	13	110.68	9	7.8			14	12.8			90°
4	3	29	246.91	9	8			14	13			
4	3.2	50	425.70	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

4

COMMITTENTE: Lapi Plast srl

CANTIERE: Barco

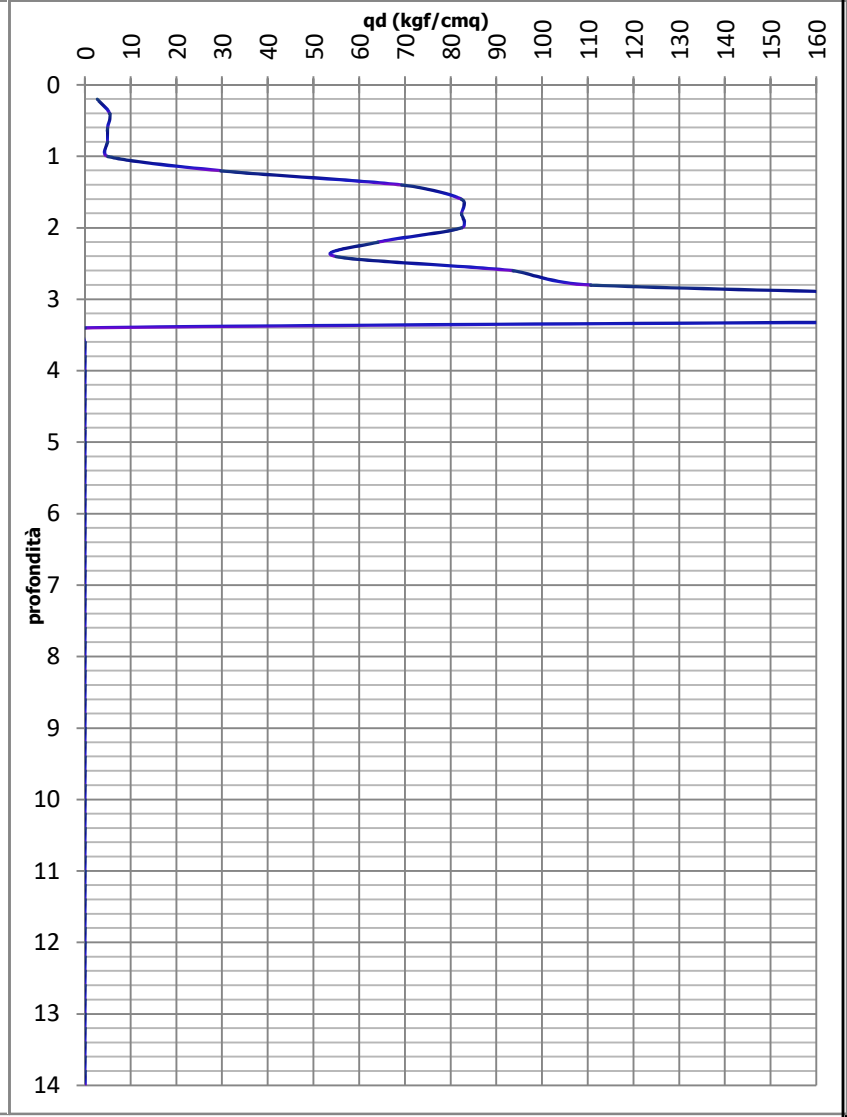
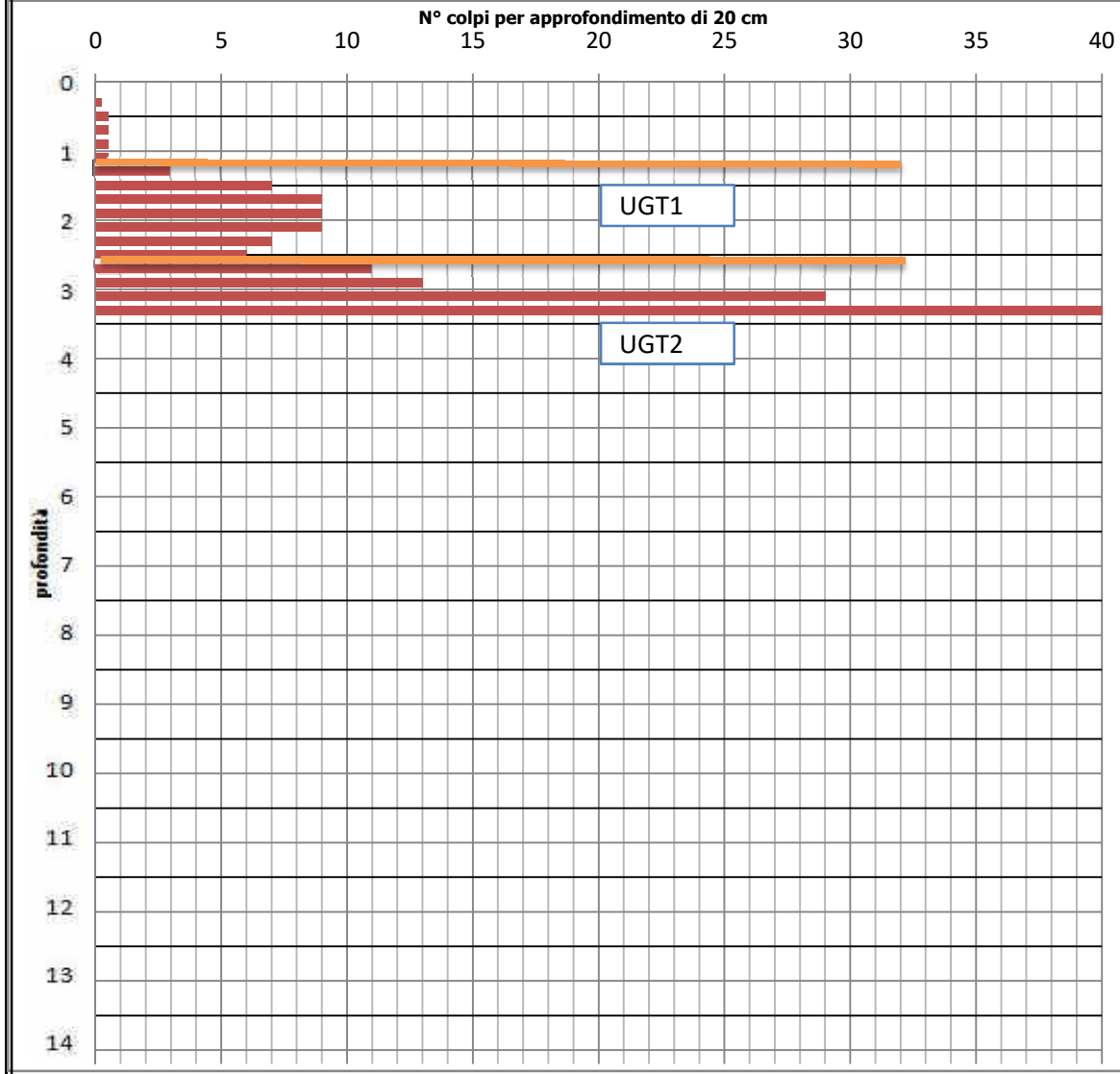
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 13/12/2018

OPERATORE: Dott. M. Boccaletti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto



Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante			COMMITTENTE: Lapi Plast srl		
	DPSH		6	CANTIERE: Barco		
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/12/2018		
	OPERATORE: Dott. M. Boccaletti		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	0.25	2.69	6	5.2			11	10.2			
1	0.4	0.5	5.38	6	5.4			11	10.4			63.5
2	0.6	0.5	4.95	7	5.6			12	10.6			<i>Volata (cm)</i>
2	0.8	0.5	4.95	7	5.8			12	10.8			75
2	1	0.5	4.95	7	6			12	11			<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1.2	2	19.79	7	6.2			12	11.2			6.2
2	1.4	6	59.38	7	6.4			12	11.4			<i>Area della punta (cmq)</i>
3	1.6	6.5	59.50	8	6.6			13	11.6			20
3	1.8	6.5	59.50	8	6.8			13	11.8			<i>Peso incudine</i>
3	2	7	64.07	8	7			13	12			0.5
3	2.2	5	45.77	8	7.2			13	12.2			<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2.4	5	45.77	8	7.4			13	12.4			20
4	2.6	4	34.06	9	7.6			14	12.6			<i>Angolo punta</i>
4	2.8	6	51.08	9	7.8			14	12.8			90°
4	3	13	110.68	9	8			14	13			
4	3.2	21	178.79	9	8.2			14	13.2			
4	3.4	22	187.31	9	8.4			14	13.4			
5	3.6	27	214.88	10	8.6			15	13.6			
5	3.8	39	310.38	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

6

COMMITTENTE: Lapi Plast srl

CANTIERE: Barco

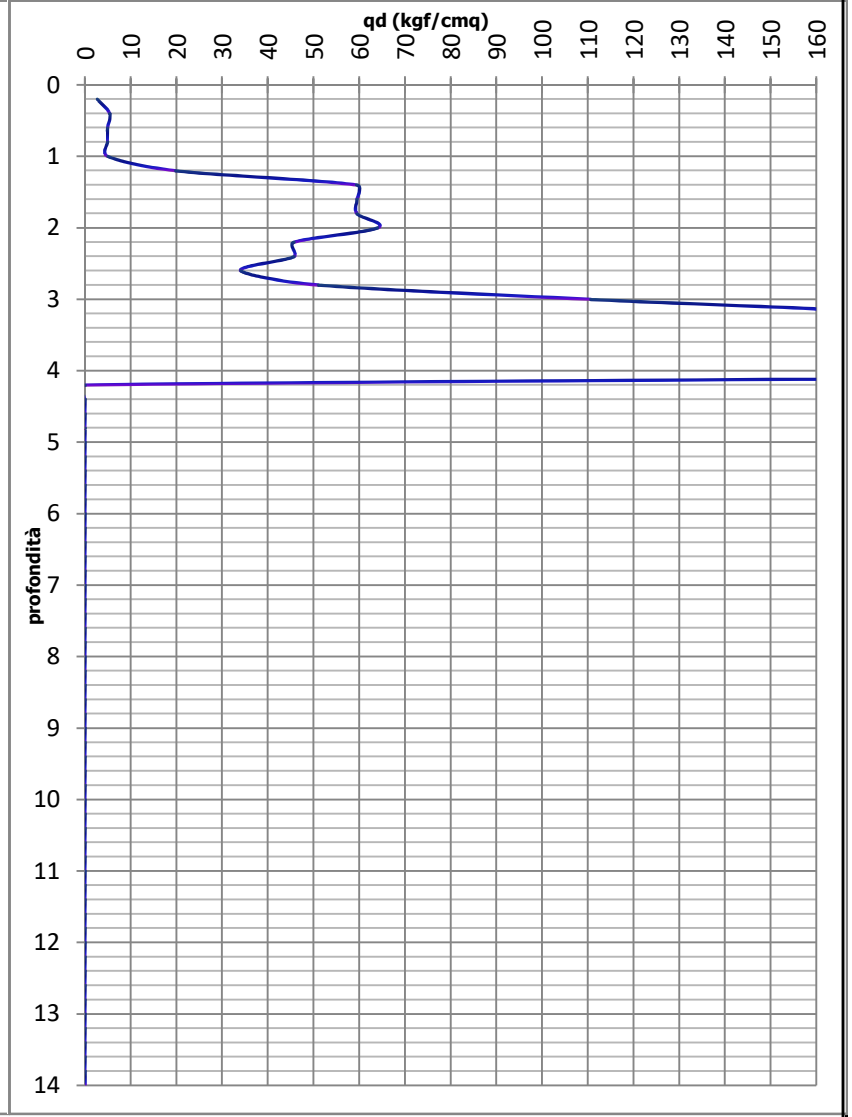
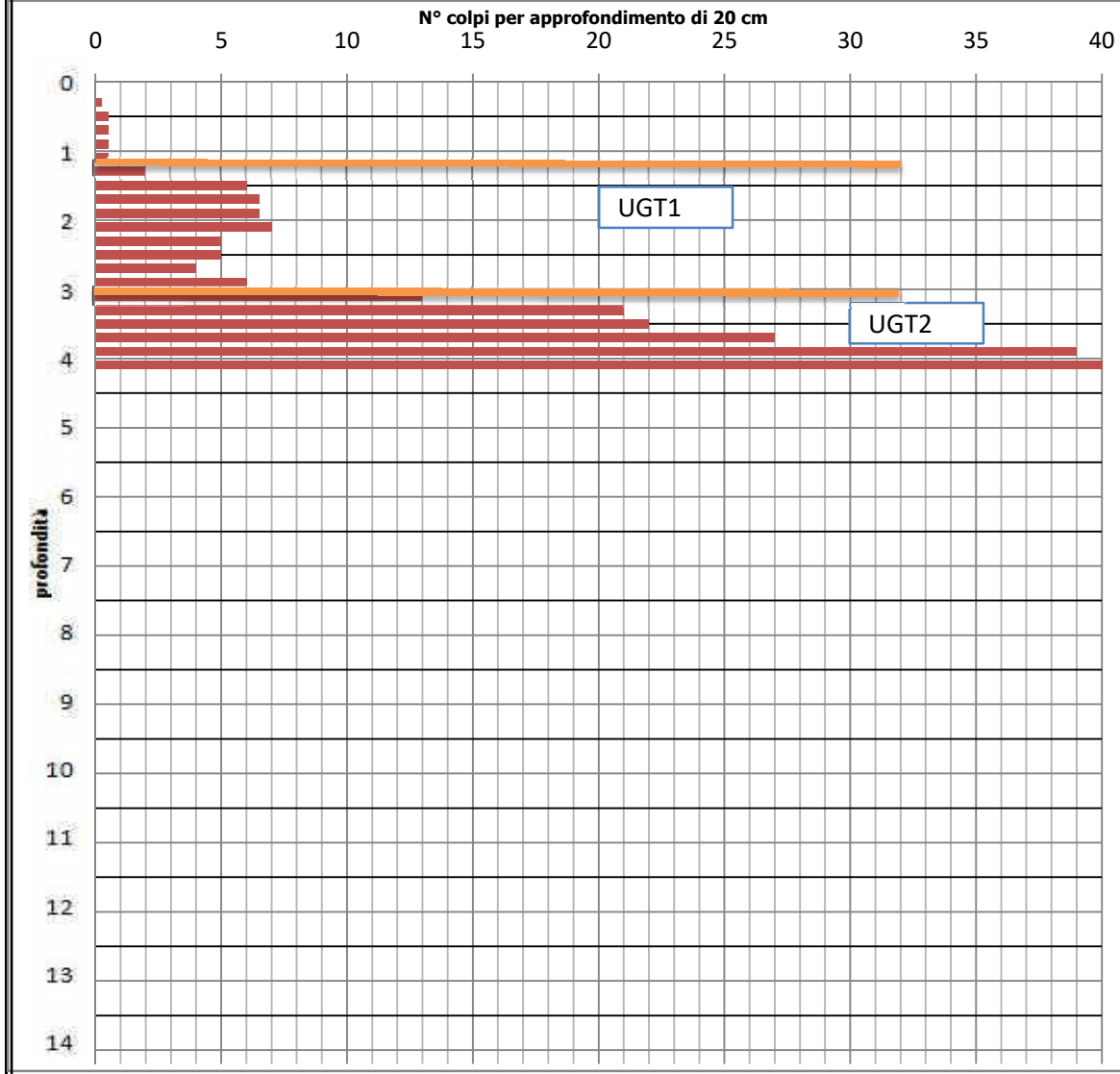
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 13/12/2018

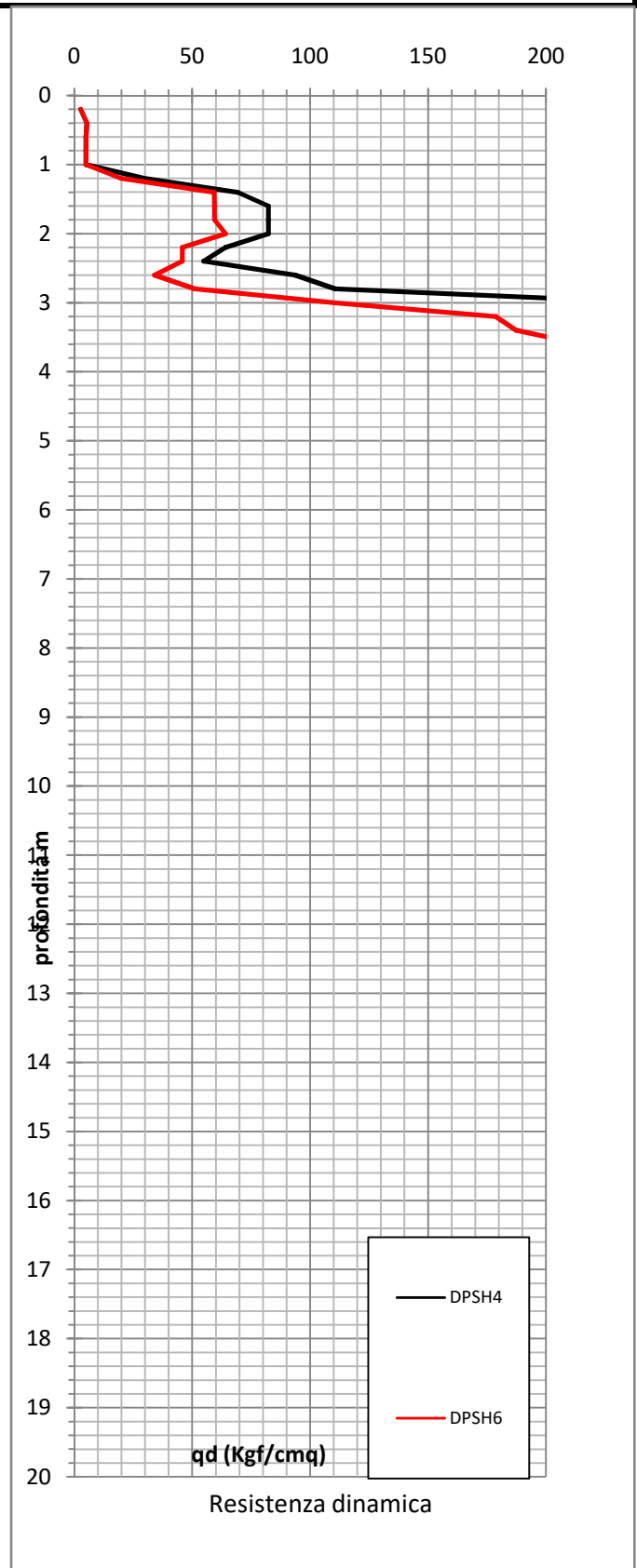
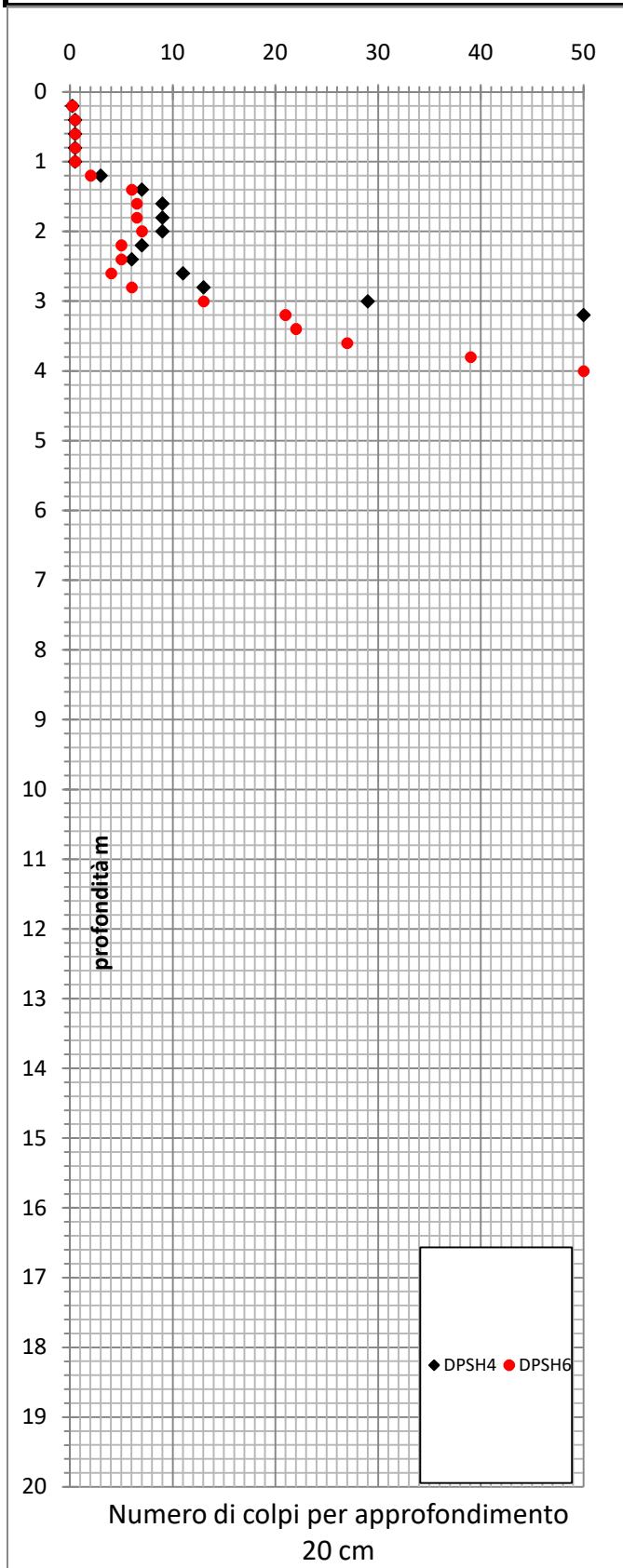
OPERATORE: Dott. M. Boccaletti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto



Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH

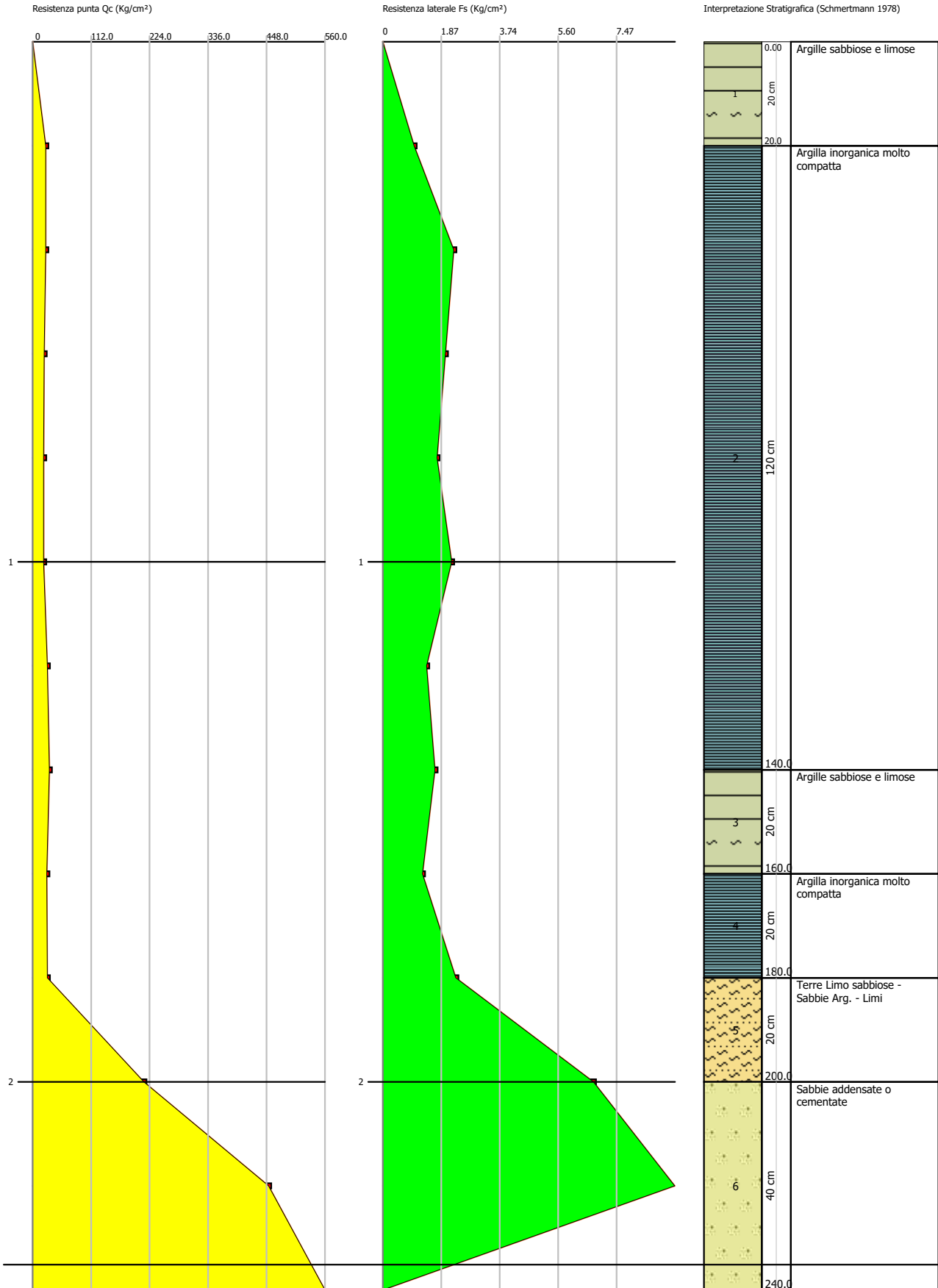


N20 (kgf/cm²)				
	Rimaneggiato	UGT1	UGT2	
campioni	10	16	10	
Minimo	0.25	2.00	11.00	
Massimo	0.50	9.00	50.00	
Media	0.45	6.13	27.50	
Moda	0.50	7.00	13.00	
Mediana	0.50	6.25	24.50	
Dev. Stand.	0.10	1.96	13.83	
Media tronca	0.47	6.21	26.75	
t student	1.83	1.75	1.83	
N20k	0.39	5.24	19.05	

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
 Cantiere:
 Località: Barco, Via Barboiara

Data: 13/10/2017

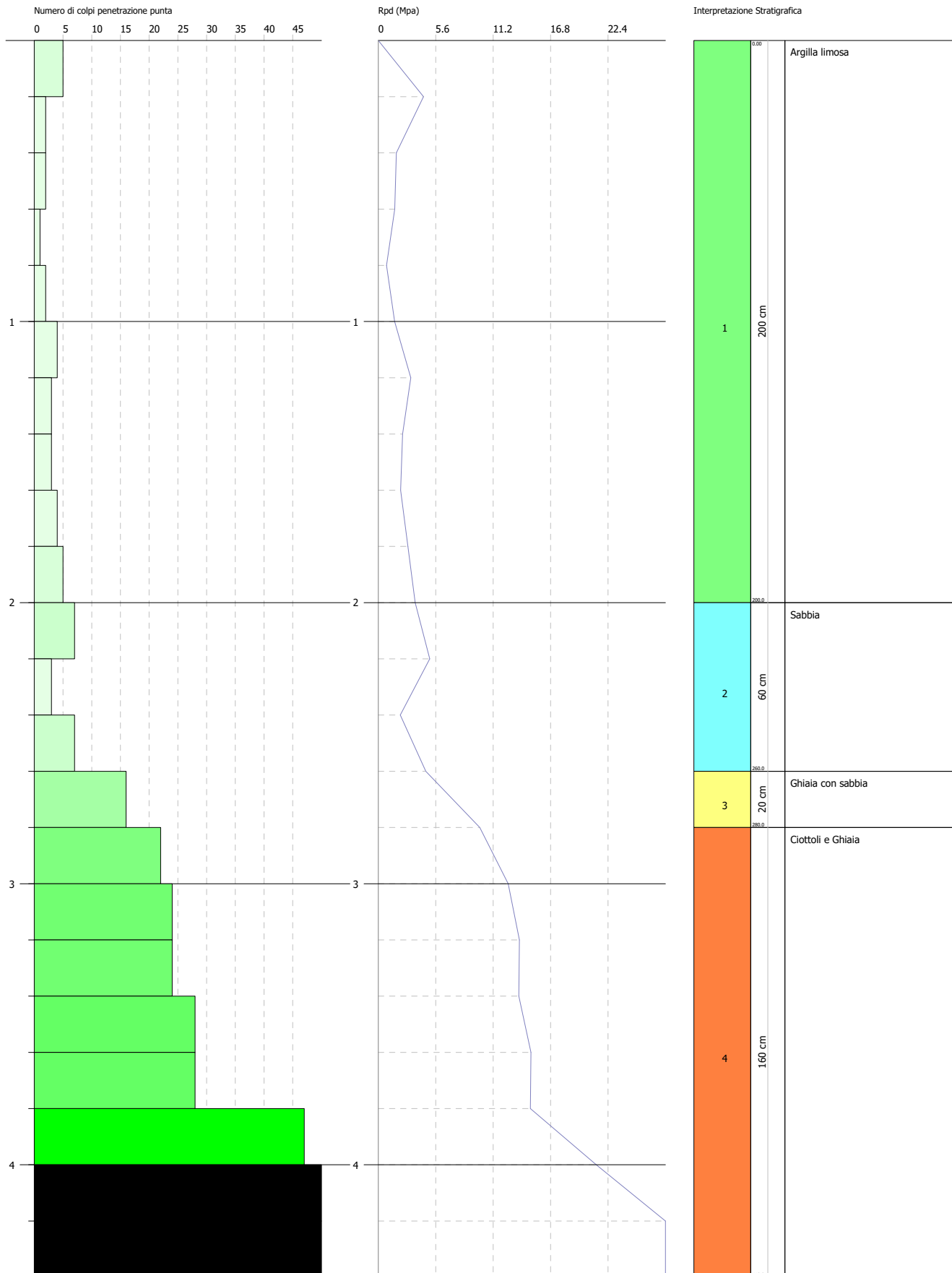


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
 Cantiere:
 Località: Barco, Via Barboiara

Data: 13/10/2017

Scala 1:20



RAPPORTO FOTOGRAFICO

Prove penetrometriche statiche/dinamiche CPT/DPSH:



CPT 1



CPT 2



CPT 3



DPSH 4



CPT 5



DPSH 6



CPT 7

Prospezioni geofisiche:



REMI MASW