

**PROGETTO**

**RIGENERAZIONE URBANA AREA  
" EX FOX PETROLI "**

**LOCALITA'**

**COMUNE DI RIMINI**  
*Via della Circonvallazione Meridionale*

**COMMITTENTE**

**COOP Alleanza 3.0**  
*Via Villanova, 29/7 - Villanova di Castenaso - BO*



**TECNICI INCARICATI**

COORDINAMENTO DI PROGETTO **Ing. Francesco Bursi**  
**Arch. Lucia Bursi**  
info@ateamprogetti.com

PROG. ARCHITETTONICA **Geom. Rugini Giuliano**  
**Ing. Matteo Mengoni**  
**Geom. Daniele Volpi**  
**Arch. Manlio Valentino Maltese**  
info.studiogrg@gmail.com

PROG. STRUTTURALE **Ing. Gilberto Sarti**  
info@structuraeng.eu

IMPIANTISTICO - MECCANICO **P.I Marco Bottega**  
tel. +39 3332184546

IMPIANTISTICO - ELETTRICO **P.I Mirco Magnani**  
info@magnanimirco.it

GEOLOGICA E GEOGNOSTICA **Geol. Stefano Vincenzi**  
info@intergeosm.com

SCREENING E BIOEDILIZIA **Ing. Francesco Bursi**  
**Arch. Lucia Bursi**  
info@ateamprogetti.com

RUMORE E TRAFFICO **Dott. Carlo Odorici**  
carlo.odorici@ccp-mo.it  
**Ing. Roberto Odorici**  
roberto.odorici@ccp-mo.it



REV.	DATA	NOTE

TITOLO ELABORATO	Codice Commessa	Fase	Codice elaborato	
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b> relativa al progetto di rigenerazione urbana area "ex Fox"	<b>CPR</b>	<b>PDC</b>	<b>ELG</b>	<b>05</b>

DATA : 25/05/2021  
NOMEFILE : CPR\_PDC\_ELG\_05\_Relazione Geologica

ARCHITETTURA E INGEGNERIA  
**STUDIO GRG**  
www.studiogrg.net  
  
Via Deruta n°113, Perugia ( PG )  
info.studiogrg@gmail.com

**ATEAM**  
progetti sostenibili  
  
Via Torre n°5, Modena ( MO )  
info@ateamprogetti.com

**STRUCTURA ENGINEERING S.R.L.**  
ING. GILBERTO SARTI  
STRUCTURA ENGINEERING  
PROGETTO - STRUTTURALE - INGEGNERIA CONSULTING  
  
Via Circ.Meridionale n°54, Rimini ( RN )  
info@structuraeng.eu

**Bottega**  
Progettazione  
Consulenza impianti Termotecnici  
  
Via Cà Turchi n°8, Coriano ( RN )  
info@magnanimirco.it

**M**  
  
Via Cà Turchi n°8, Coriano ( RN )  
info@magnanimirco.it

**RAXIS**  
AMBIENTE S.R.L.  
  
Via Canaletto Centro n°476, Modena ( MO )  
Tel. 059 / 454000

**COMUNE DI RIMINI**

**Provincia di Rimini**

---

**RELAZIONE GEOLOGICA**

RELATIVA A PROGETTO DI

RIGENERAZIONE URBANA

AREA "EX FOX"

Via Circonvallazione Meridionale

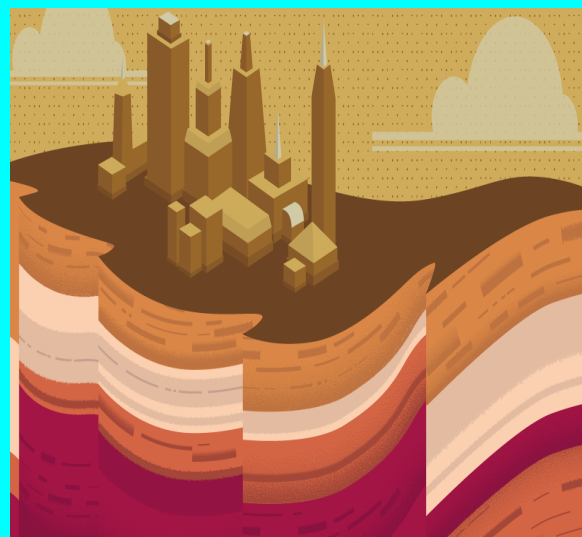
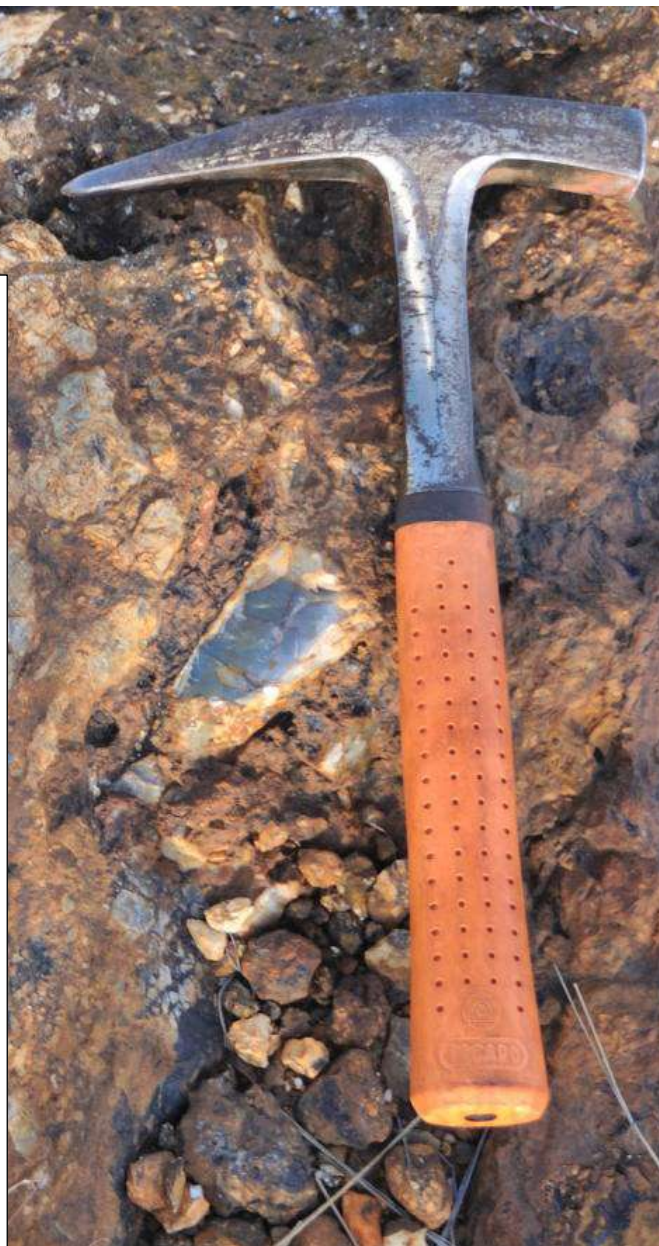
Via Donato Bramante

DICEMBRE 2020

---

Committente:

COMMODI & PARTNERS Ltd



**GEOLOGIA Tecnica e Ambientale - Dott. Stefano Vincenzi -Via Remo Bordoni n°11A- 47922 Rimini**

+39 0541 787317 +39 335 8301220 - e.mail: [geol.vincenzi@libero.it](mailto:geol.vincenzi@libero.it) - pec: [s.vincenzi@epap.sicurezzapostale.it](mailto:s.vincenzi@epap.sicurezzapostale.it)

Cod. Fisc. VNC SFN 63T26 H294V - P.IVA 02051630404

# COMUNE DI RIMINI

Provincia di Rimini

## Relazione geologica relativa a progetto di rigenerazione urbana Area "Ex Fox"

Via Circonvallazione Meridionale – Via Donato Bramante

### INDICE

1) PREMESSA	Pag.	1
2) MODELLAZIONE GEOLOGICA	Pag.	5
2.1 Morfologia	Pag.	5
2.2 Geologia	Pag.	6
3) IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	Pag.	12
3.1 Inquadramento generale	Pag.	12
3.2 Idrografia superficiale	Pag.	12
3.3 Falde idriche (falda freatica e 1 <sup>a</sup> falda artesianica)	Pag.	14
3.4 Ambiti di pericolosità idraulica e vulnerabilità idrogeologica	Pag.	15
3.5 Ambiti legati al reticolo idrografico secondario di pianura PAI e PGRA	Pag.	17
4) MODELLAZIONE GEOTECNICA	Pag.	19
4.1 Indagini geognostiche di riferimento	Pag.	19
4.1.1 Sondaggi penetrometrici statici con piezocono (CPTU1 e CPTU2)	Pag.	20
4.1.2 Sondaggi penetrometrici statici progressivi con punta meccanica (CPT1–CPT2 Dott. Pazzaglia-RN; CPT1-CPT2-CPT3 Studio Rondoni e Darderi-PU)	Pag.	29
4.1.3 Correlazioni per la determinazione dei parametri geotecnici	Pag.	33
4.2 Sondaggio a carotaggio continuo	Pag.	41
4.2.1 Prove di laboratorio	Pag.	45
4.3 Schema litotecnico: parametri geotecnici medi e caratteristici	Pag.	47
5) SISMICA	Pag.	49
5.1 Cenni sulla sismicità storica e classificazione sismica	Pag.	49
5.2 Studio della pericolosità del sito	Pag.	52
5.2.1 Definizione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione	Pag.	52
5.2.2 Vita nominale dell'opera	Pag.	61
5.2.3 Classe d'uso	Pag.	61
5.2.4 Periodo di riferimento	Pag.	62
5.2.5 Parametri sismici corrispondenti ai vari stati limite	Pag.	62
5.3 Liquefazione	Pag.	65
6) ORIENTAMENTI GEOTECNICI: SCAVI E FONDAZIONI	Pag.	66
7) CONCLUSIONI	Pag.	69

### ALLEGATI

Indagine geofisica MASW

Indagine geofisica HVSR

Certificazioni dettagliate prove di laboratorio geotecnico

**COMUNE DI RIMINI**  
Provincia di Rimini

**Relazione geologica  
relativa a progetto di rigenerazione urbana  
Area "Ex Fox"  
Via Circonvallazione Meridionale – Via Donato Bramante**

**1) PREMESSA**

La presente relazione geologica, redatta su incarico della COMMODI & PARTERS Ltd, riguarda i terreni di un'area ubicata in Comune di Rimini, Via Circonvallazione Meridionale/Via Donato Bramante (Fig.1).



**Fig. 1 Inquadramento geografico (da Google Earth)**

Nell'ambito dell'area suddetta è prevista la realizzazione di:

- Edificio a destinazione commerciale, strutturato con unico piano unico fuori terra, con superficie lorda di 1768 m<sup>2</sup> (netta 1690 m<sup>2</sup>).
- Parcheggi, per complessivi 1632 m<sup>2</sup>, caratterizzati da 113 stalli di superficie e i restanti interrati.
- Viabilità interna, per un totale di 2192 m<sup>2</sup>.

Completano l'intervento aree a verde pubblico riqualificato (4082,3 m<sup>2</sup>) e privato (277,4 m<sup>2</sup>).

Il tutto come illustrato in dettaglio negli estratti di progetto che seguono (Figg.2a-2b-2c).

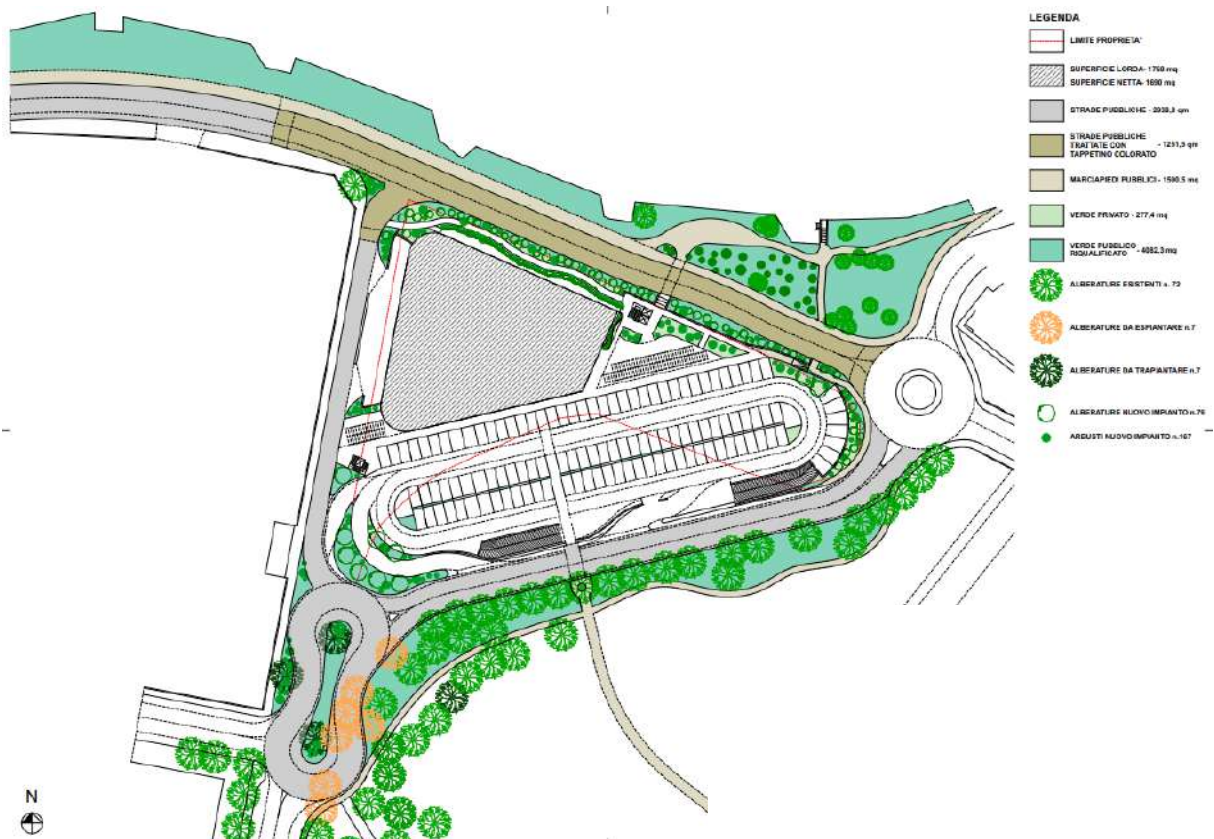
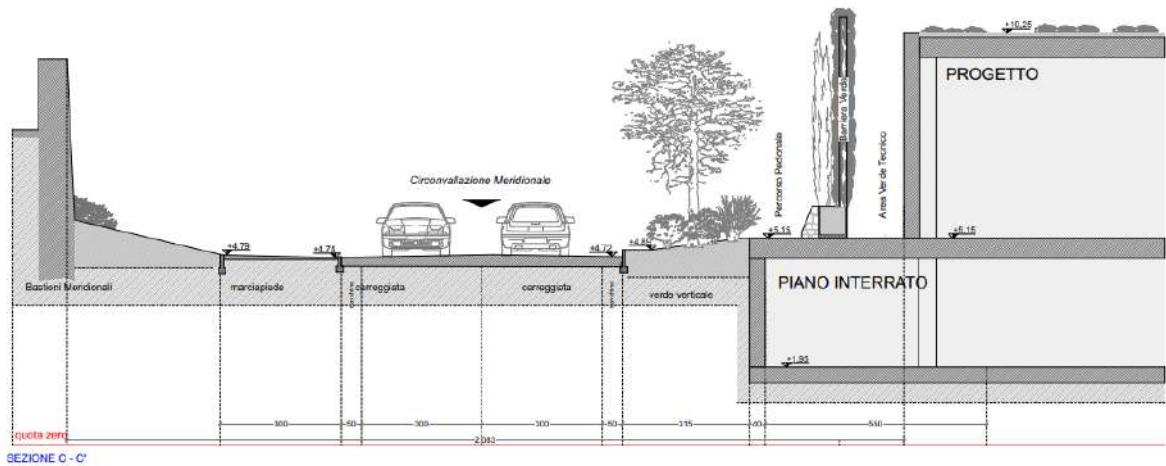


Fig. 2a Estratto progetto architettonico: planimetria complessiva intervento



**Fig. 2b Estratto progetto architettonico: planimetria interrato (in tratteggio arancione è evidenziata la sagoma dello spiccatto corrispondente all'edificio commerciale)**



**Fig. 2c Estratto progetto architettonico: sezione parziale lato via Circonvallazione meridionale**

Il lavoro in oggetto segue i dettami imposti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, pubblicato nella G.U. n°29 del 04/02/2008 e successive modifiche introdotte dalle NTC 2018 pubblicate in Gazzetta Ufficiale il 20 Febbraio 2018 ed entrate in vigore il 21 Marzo 2018).

I suddetti testi raccolgono in forma unitaria, secondo un'impostazione coerente con gli Eurocodici, le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, specie nei riguardi delle azioni sismiche attese.

Parimenti si è fatto riferimento a quanto riportato nel Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Emilia Romagna, nonché a quanto riportato dal P.T.C.P. di Rimini.

L'elaborato risulta così articolato: quadro conoscitivo generale relativo a morfologia, geologia ed idrogeologia; caratterizzazione geognostica e geofisica, orientamenti geotecnici su scavi e fondazioni.

## 2) MODELLAZIONE GEOLOGICA

### 2.1 Morfologia

La zona di studio, in base alla cartografia della Regione Emilia-Romagna, è inquadrabile nella Sezione alla scala 1:10.000 n°256110, toponimo “Rimini” (Fig. 3).

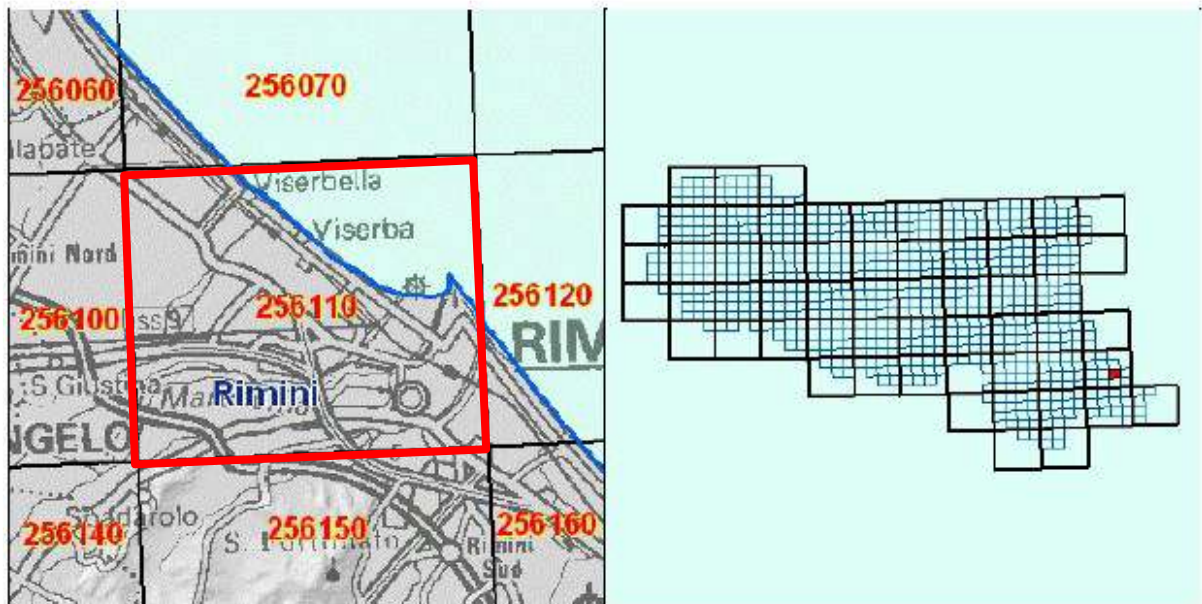


Fig. 3 Quadro d'unione cartografia 1:10.000 (Regione Emilia Romagna)

Dal punto di vista geomorfologico, l'area si trova in corrispondenza di una porzione di piana alluvionale riconducibile ai depositi sedimentari del torrente Auser, posta poco al di fuori della cinta muraria malatestiana di Rimini che decorre lungo via Circonvallazione meridionale.

I punti quotati sulla cartografia ufficiale (C.T.R. Regione Emilia-Romagna) riportano una quota topografica di circa +5.0 m. sul livello del mare medio. Il contesto dei luoghi, posto a ridosso del centro storico cittadino, si presenta densamente urbanizzato (Fig. 4).

I terreni che costituiscono il sottosuolo sono di origine sedimentaria continentale e sono il risultato dei vari cicli deposizionali riconducibili alle divagazioni che ha subito l'Auser nel corso dei tempi geologici.

Il tracciato di questo corso d'acqua (tombinato negli anni '60 del secolo scorso nella zona urbana) decorreva con direzione SW-NE, per poi sfociare a mare in corrispondenza dell'odierno Piazzale Kennedy.



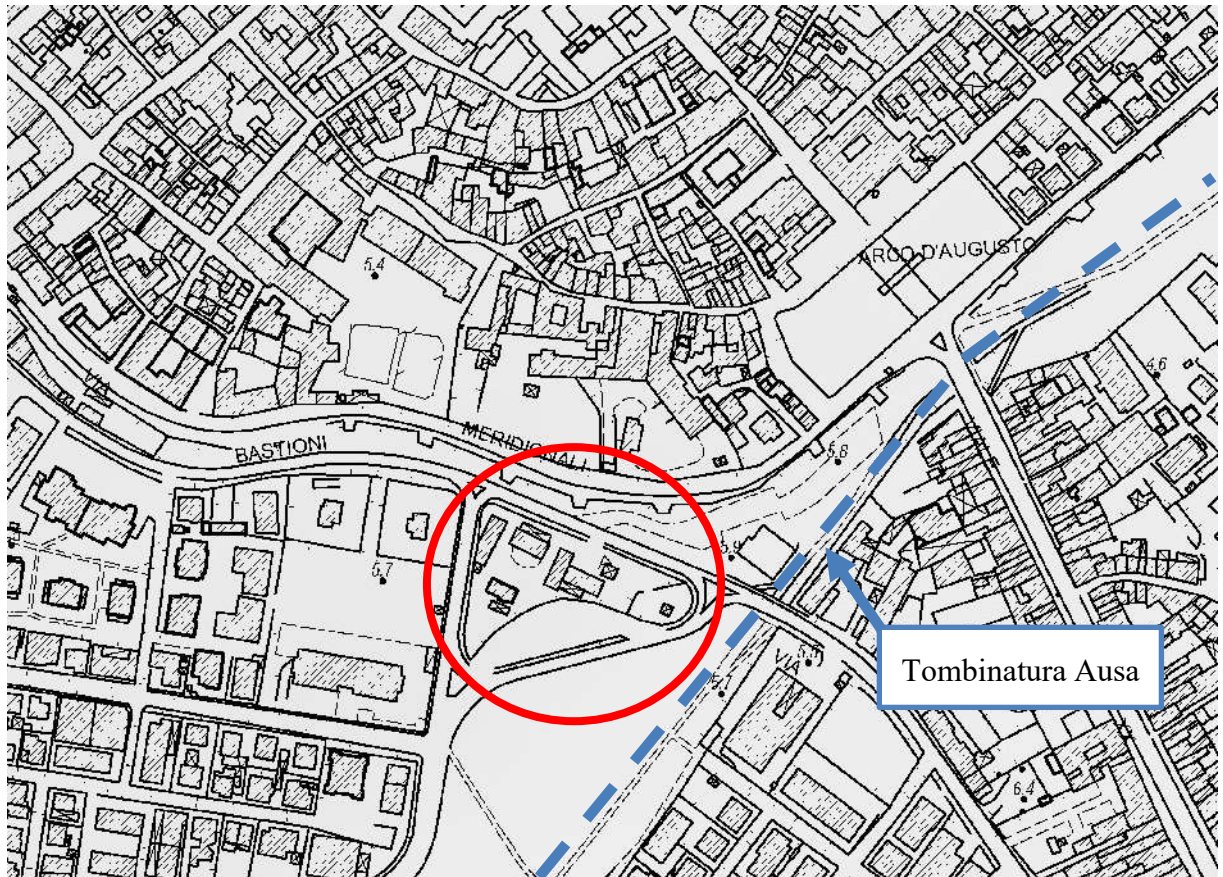


Fig. 4 Corografia generale con ubicazione area di studio

## 2.2 Geologia

L'assetto geologico-strutturale della zona è quello tipico del cosiddetto "margine appenninico": la catena appenninica "morfologica" termina con l'inizio della pianura, ma quella strutturale "geologica" continua sotto i depositi alluvionali del Quaternario, variamente dislocata da un complesso sistema di linee tettoniche (pieghe, faglie, sovrascorrimenti...).

La struttura del sottosuolo della Pianura Padana, definita con un certo dettaglio solo negli ultimi decenni grazie ai dati ottenuti con le ricerche petrolifere eseguite dall'AGIP e pubblicate nei lavori di Pieri e Groppi (1981), Dondi e altri (1982), Dondi (1985), mostra l'immagine di una catena montuosa in evoluzione, sommersa dai depositi alluvionali (Fig. 5).

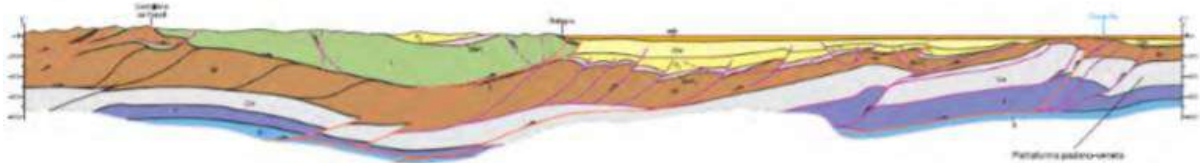


Fig. 5 Sezione trasversale dal crinale appenninico al Po

L'attività tettonica di questa porzione strutturale è iniziata probabilmente già prima del Pliocene (5 milioni d'anni fa) ed è proseguita per quasi tutto il Pliocene superiore, accavallando unità geologiche più antiche (mioceniche ed anche mesozoiche) su termini più giovani (Pliocene inferiore e medio).

In questo quadro, il territorio di Rimini occupa la parte meridionale della catena sepolta, corrispondente alle cosiddette "Pieghe Romagnole" (Fig. 6).

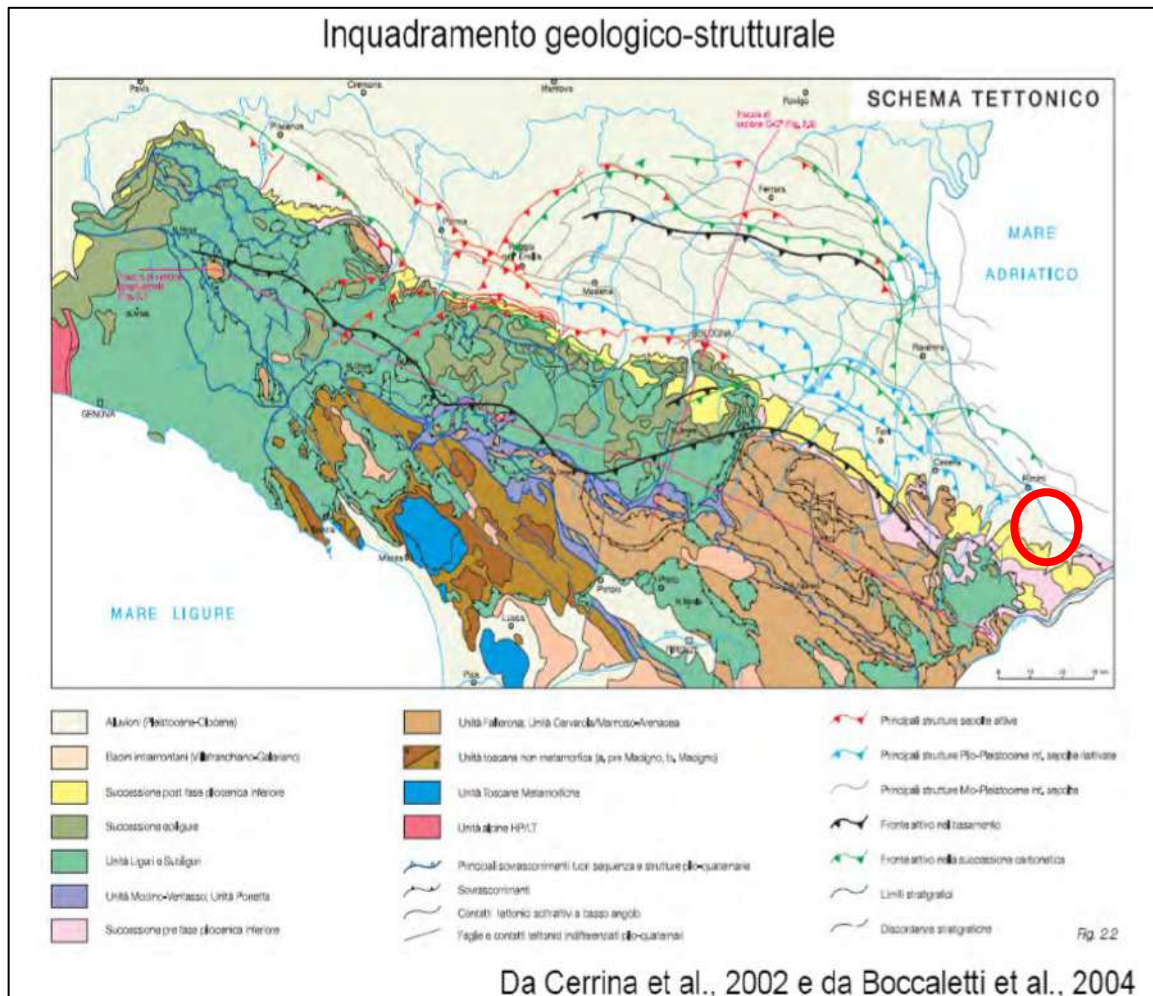


Fig. 6 Schema tettonico della Pianura Padana

L'andamento ad archi e pieghe del "fronte sepolto dell'Appennino", di messa in posto sempre più recente man mano che ci si porta sulle aree più esterne, è da correlarsi al movimento di rotazione dell'Appennino in senso antiorario ed è responsabile della tettonica attuale con conseguente attività sismica.

In base alla *Carta Geologica del Margine appenninico della Regione Emilia-Romagna* (Fig. 7) i litotipi che caratterizzano il sottosuolo appartengono alla *Successione neogenico-quadernaria*. Più precisamente risultano "a cavallo" del confine tra le unità stratigrafiche denominate **Subsistema di Ravenna (AES8)** e **Unità di Modena (AES8a)**.

Dal punto di vista puramente litologico, la distinzione tra le suddette formazioni è complicata dal fatto che entrambe sono caratterizzate da terreni analoghi, così come risulta dalla legenda sottostante. Per questo motivo, all'atto della redazione della cartografia da parte del Servizio Geologico regionale, si è fatto riferimento sostanzialmente a criteri morfologici e/o di datazione cronostratigrafica.

Nel caso specifico l'Unità di Modena contrassegna una fascia corrispondente al tracciato dell'Ausa (campitura verde chiaro), mentre il Subsistema di Ravenna caratterizza la piana circostante.



Fig. 7 Estratto Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna

## Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

### AES8 - Subsistema di Ravenna

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.

(Pleistocene sup. - Olocene)

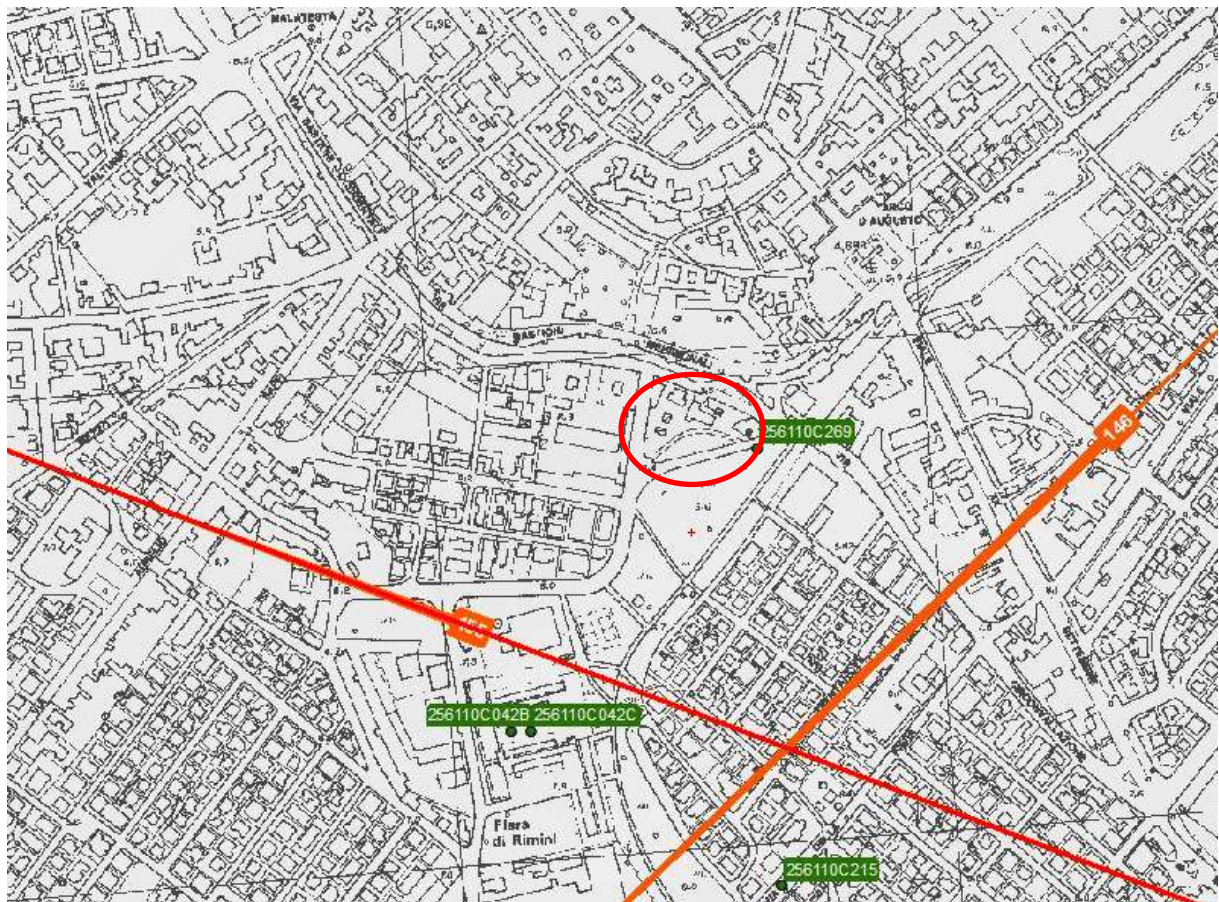
### AES8a - Unità di Modena

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive.

(Olocene)

Nell'ambito delle profondità scandagliate mediante l'indagine geognostica sono stati riscontrati terreni prevalentemente coesivi (argille, argille limoso-sabbiose). Per ciò che concerne la stratigrafia a profondità maggiori si può fare riferimento ai dati reperibili in letteratura.

A tale proposito, la stratigrafia profonda del sottosuolo di Rimini è desumibile dall'analisi di molteplici sezioni geologiche, ricostruite dal Servizio Geologico Regionale sulla base di numerosi dati stratigrafici disponibili per la zona (stratigrafie pozzi, carotaggi, prove penetrometriche...). L'ubicazione delle tracce di sezione che passano nell'intorno dell'area è riportata nella planimetria di Fig. 8.



**Fig. 8** Planimetria contenente gli andamenti delle sezioni stratigrafiche profonde ricostruite dal Servizio Geologico della Regione limitatamente ad un opportuno intorno dell'area di interesse

Trattasi della sezione Sezione geologica n°155 (Trasversale 2) e della Sezione geologica n°146 (Longitudinale 7) che si incrociano non lontano dal sito studiato (Figg. 9a-9b).

Come si può notare dalle sezioni, il substrato geologico di origine sedimentaria marina sottostante le alluvioni si attesta ad una profondità di 100 m ed oltre rispetto al piano campagna del sito.

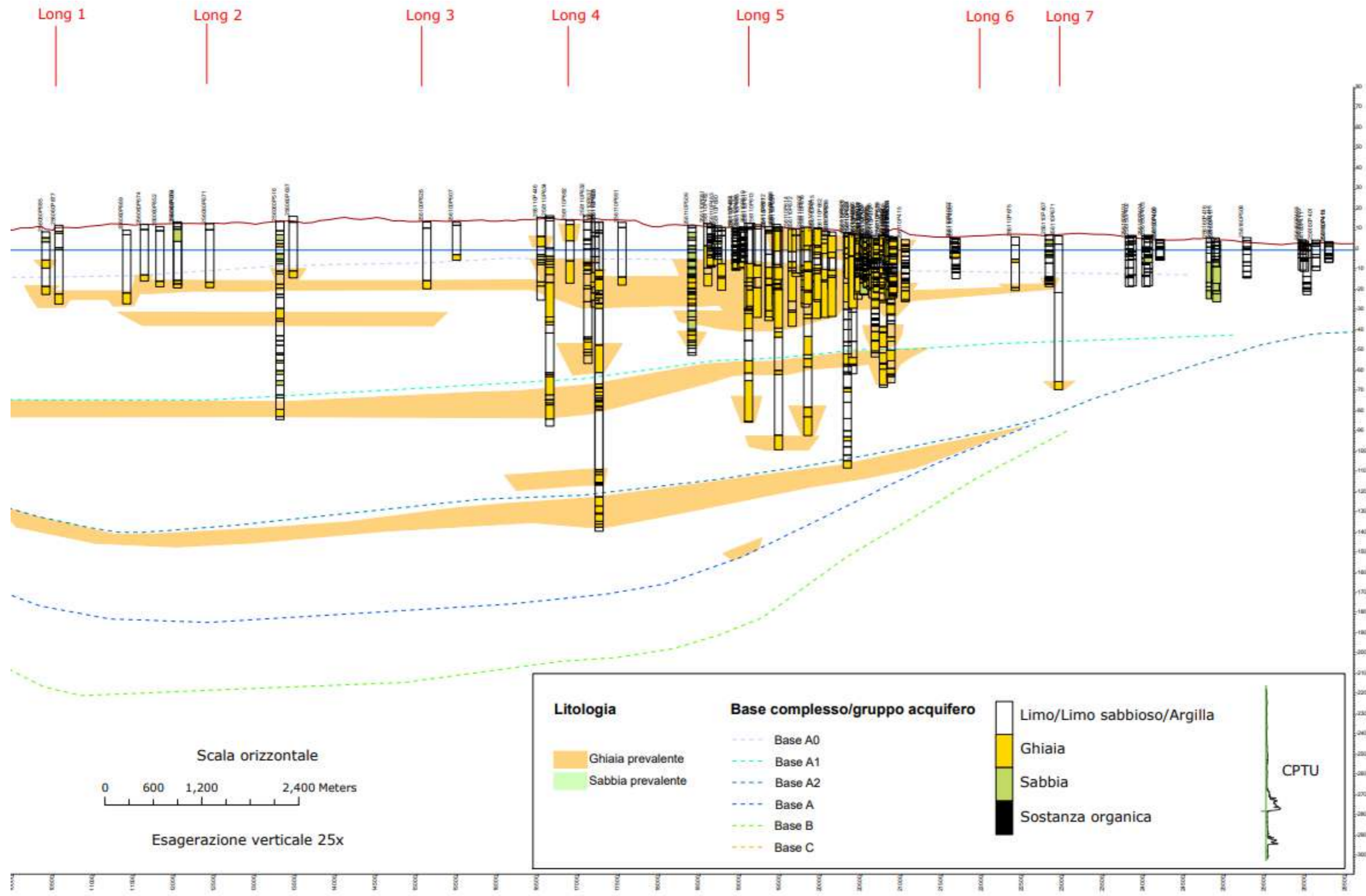


Fig. 9a Sezione geologica n°155 - Trasversale 2 (Estratta da Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna)

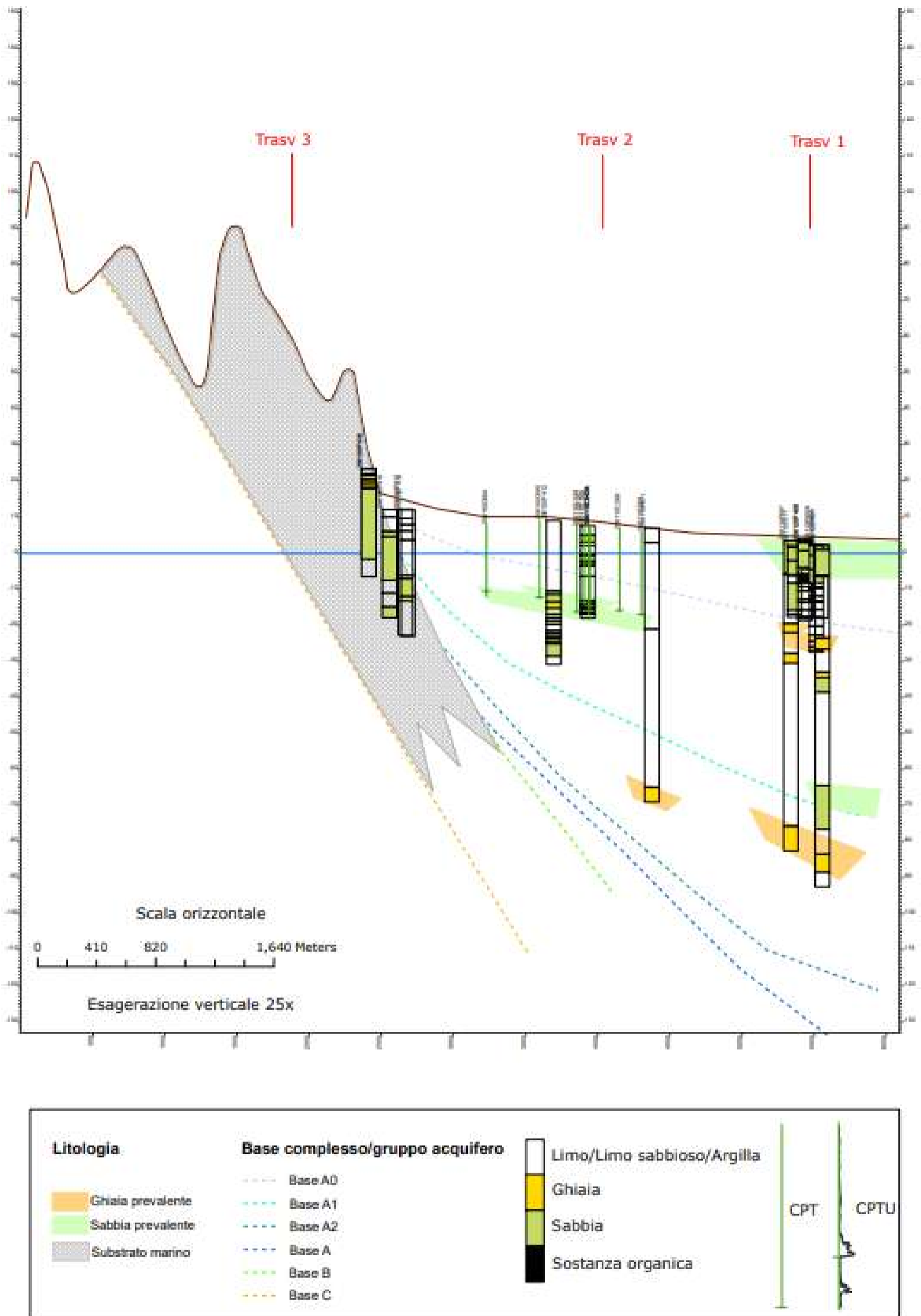


Fig. 9b Sezione geologica n°146 - Longitudinale 7 (Estratta da Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna)

### 3) IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

#### 3.1 Inquadramento generale

La zona studiata appartiene alla giurisdizione dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, diventata operativa in data 23/05/2017 (Fig. 10).

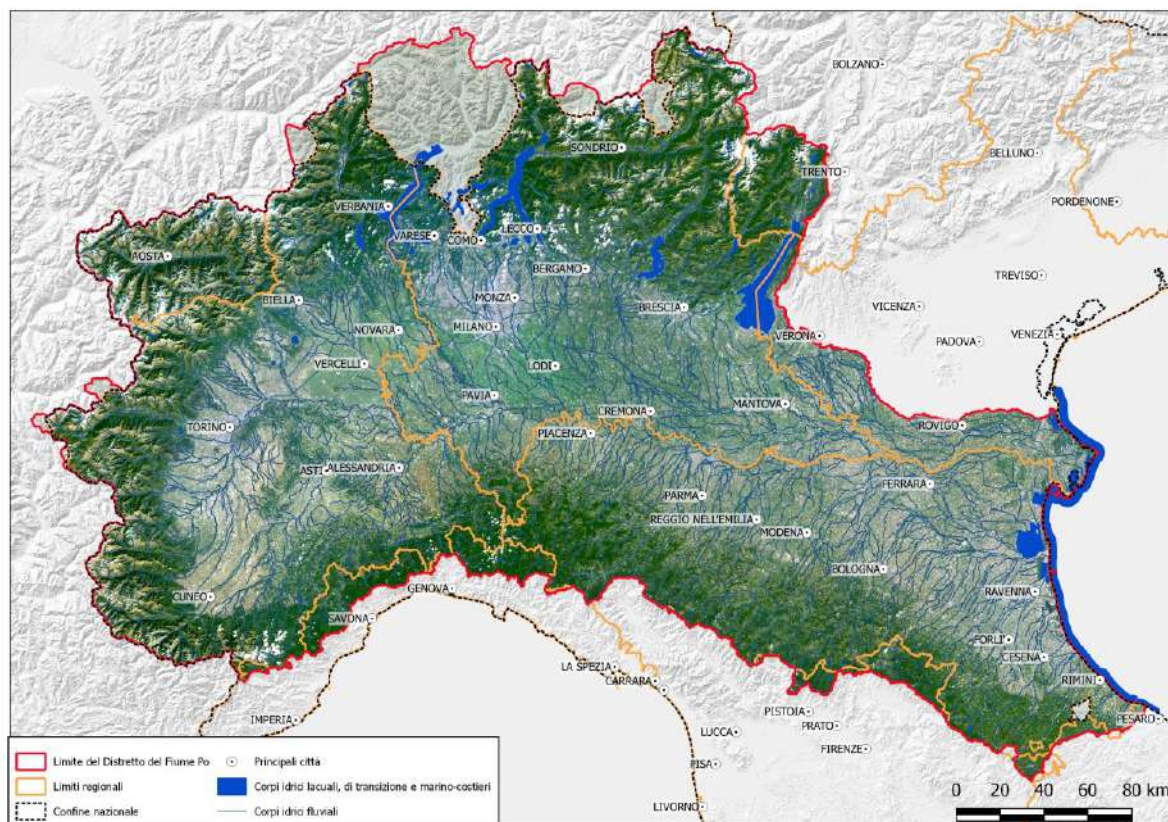


Fig. 10 Estensione del Distretto del Fiume Po (da [www.adbpo.gov.it](http://www.adbpo.gov.it))

Il suddetto distretto subentra all'esistente *Autorità di Bacino del fiume Po* alla quale sono stati annessi i Bacini interregionali del Reno, del Fissero-Tartaro-Canal Bianco, del Marecchia-Conca e il Bacino fiumi romagnoli. Nello specifico ci troviamo nell'ambito dell'ex Bacino Marecchia-Conca.

Il bacino idrografico del Po interessa i territori di Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Trentino, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Marche e si estende anche a porzioni di territorio francese e svizzero.

#### 3.2 Idrografia superficiale

In passato l'area ha sicuramente subito l'influenza del vicino torrente Ausa, del quale si è già accennato in precedenza, e del suo immissario di sinistra idrografica: il *Mavone Piccolo* (conosciuto più a monte con il nome di *fosso Padulli*).

Con riferimento a quest'ultimo corso d'acqua, sulla base di quanto riportato nella vecchia carta topografica 1:25.000 (oggi declassata) edita dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.), risulta che l'antico tracciato deviava bruscamente verso Nord proprio all'altezza dell'attuale Via Bramante; quindi curvava nuovamente ad Est costeggiando via Circonvallazione meridionale fino a confluire nel torrente Ausa, all'epoca non ancora tombinato (Fig. 11).

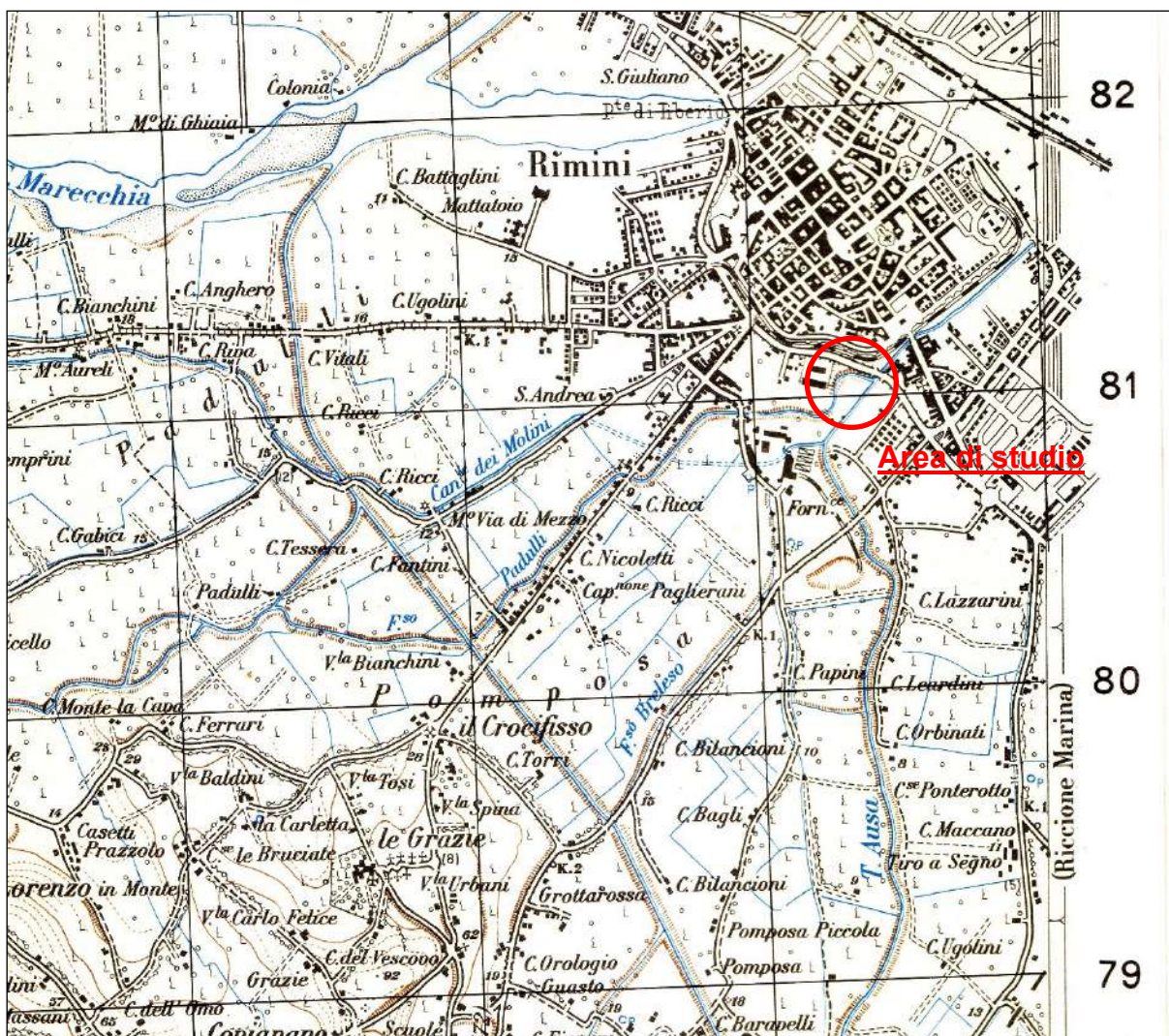


Fig. 11 Estratto tavoletta IGM Fig.101 III SO (Rilievo del 1894 con ricognizioni generali del 1948)

Stessa cosa si deduce da un'antica stampa raffigurante la città di Rimini risalente alla seconda metà del XIX secolo (Fig. 12): si noti la fossa Mavone Piccolo (o fossa Padulli) che si immette nel torrente Ausa dopo un andamento tortuoso.



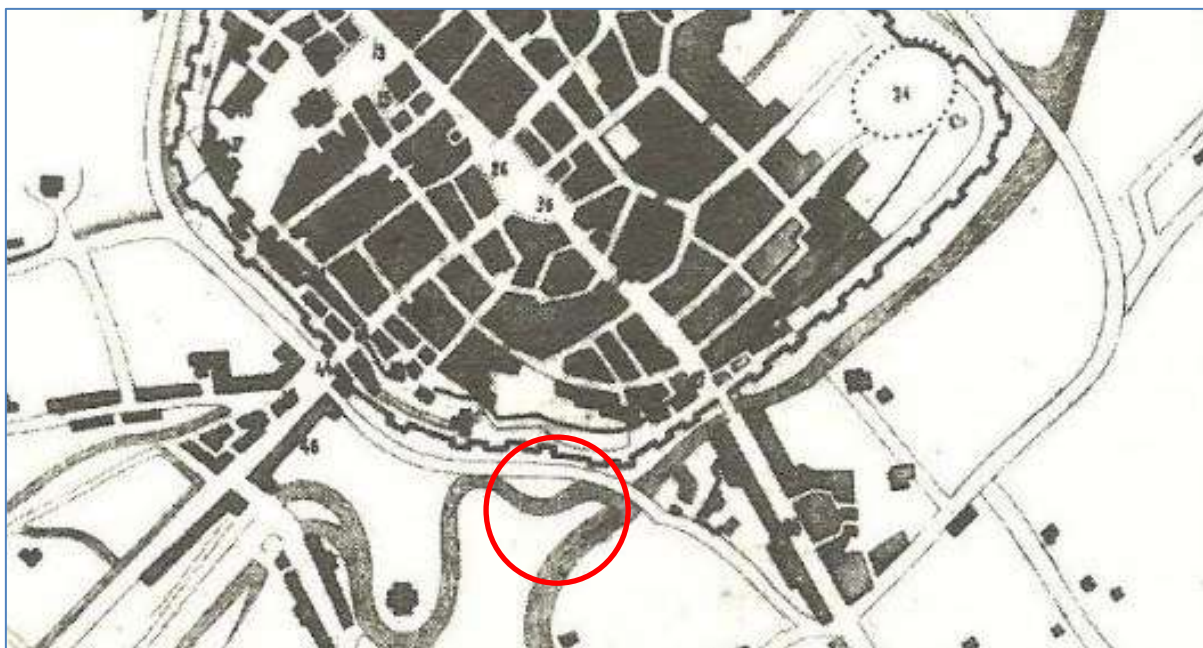


Fig. 12 Estratto pianta della città di Rimini databile 1864

### 3.3 Falde idriche (falda freatica e 1<sup>a</sup> falda artesian)

Sulla base delle misurazioni effettuate in corso d'indagine e dall'osservazione del livello dell'acqua presente all'interno di alcuni scavi effettuati in passato, in occasione della rimozione di alcune vasche di stoccaggio connesse all'ex impianto (ancora aperti), si osserva un livello freaticometrico medio dell'ordine di circa -2.0 m dal piano piazzale esistente.

La quota freaticometrica di cui sopra può subire oscillazioni stagionali connesse all'intensità e alla frequenza degli eventi meteorici: in concomitanza di precipitazioni intense e prolungate può verificarsi un innalzamento della medesima, destinato comunque a diminuire progressivamente al cessare dei fenomeni.

Per quanto concerne le acque profonde, in particolare la prima falda artesian, risulta utile la stratigrafia relativa alla trivellazione del pozzo AMIR N°22, presente in prossimità del sito considerato, vicino alla rotonda esistente. (Fig. 13).

Pur nella semplicità della descrizione litologica riportata in tale sondaggio (si parla semplicemente di "argilla gialla", "argilla turchina" e "ghiaia") emerge comunque un quadro stratigrafico che conferma la presenza di terreni sostanzialmente coesivi fino ad oltre 70 m di profondità, dove si attesta un banco di ghiaia in natura in cui soggiace una falda in pressione.

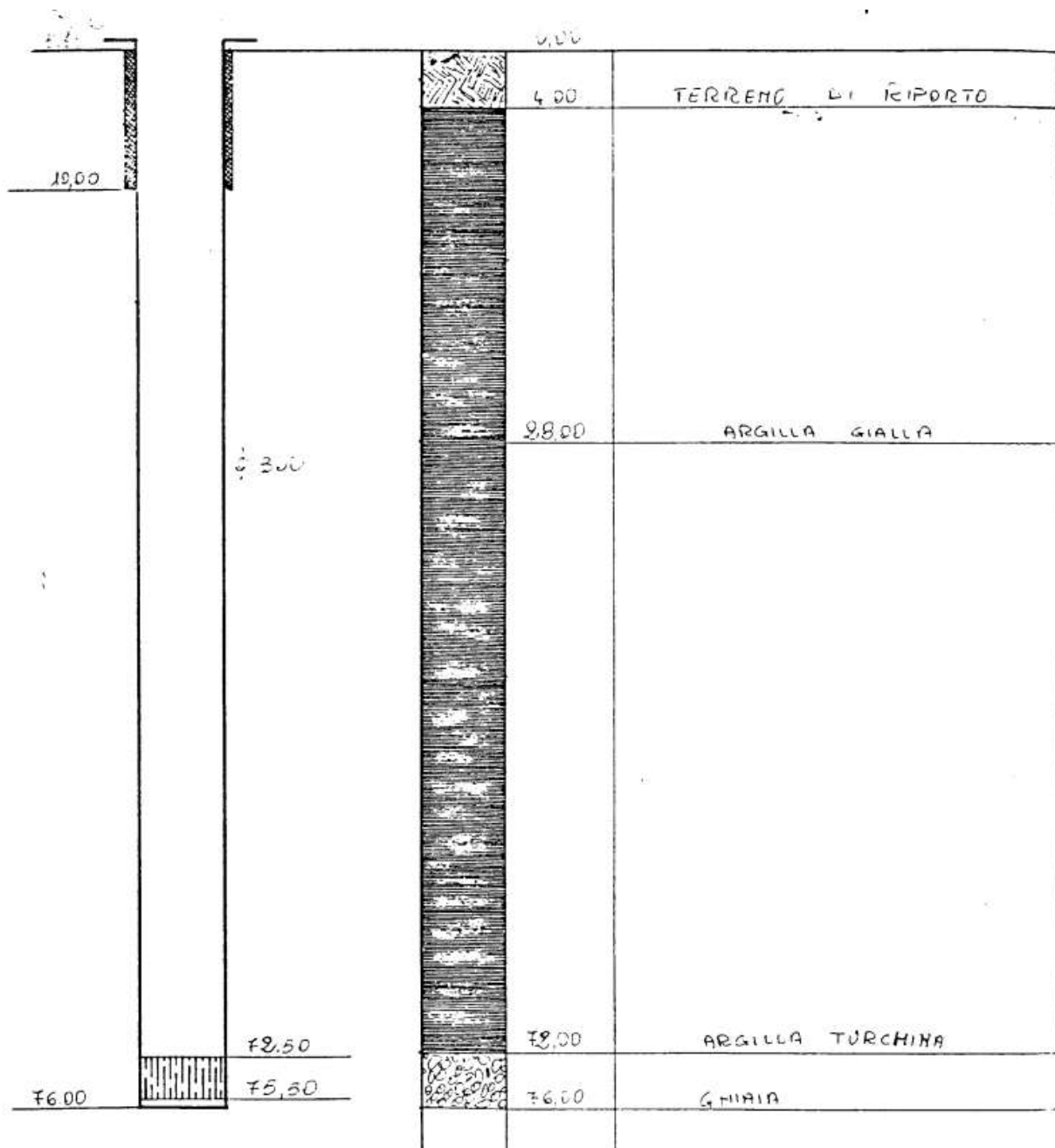


Fig. 13 Stratigrafia pozzo AMIR n°22 (Banca Dati Geognostici RER)

### 3.4 Ambiti di pericolosità idraulica e vulnerabilità idrogeologica

Per quanto concerne gli ambiti di pericolosità idraulica e vulnerabilità idrogeologica, individuati nella cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), si precisa che l'area non ricade all'interno di perimetrazione alcuna (Fig. 14).

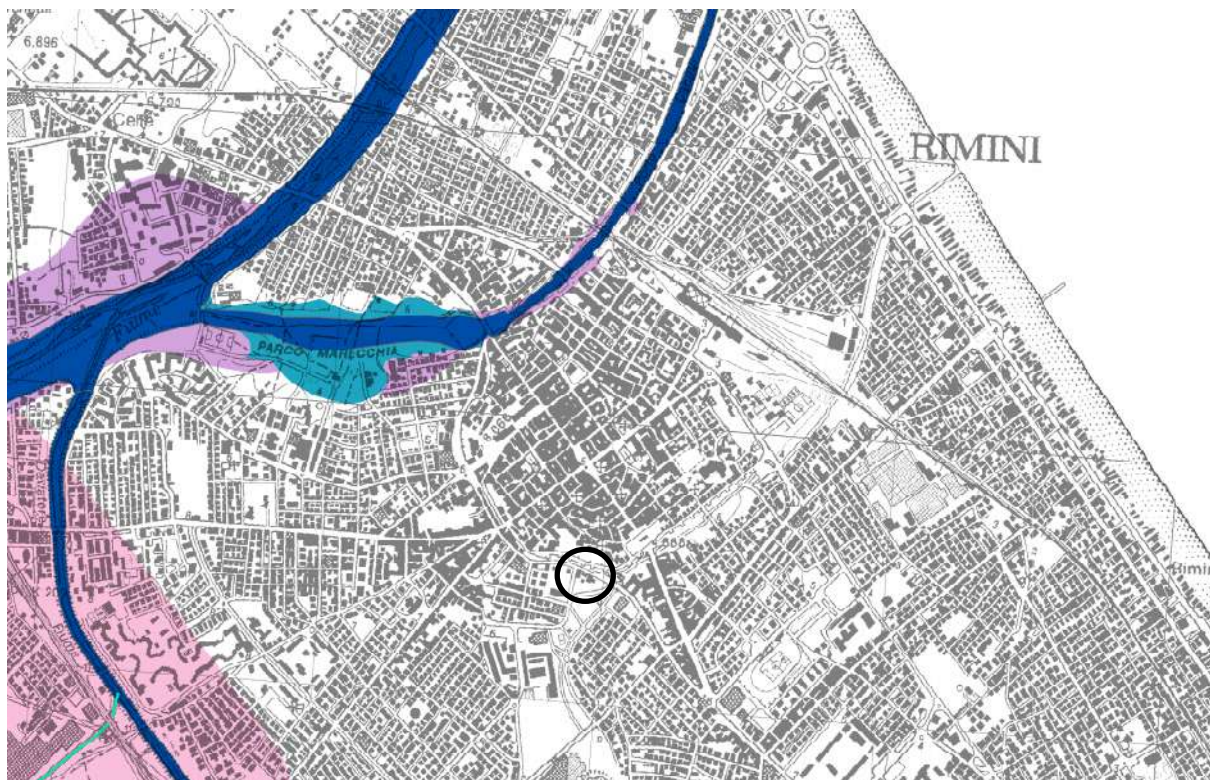






Fig. 14 Estratto carta rischi ambientali (PTCP)

### AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico principale (art. 2.2)
-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico minore (art. 2.2)
-  Aree esondabili (art. 2.3)

### AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

-  Bacino Marecchia e Conca (art. 3.6)
-  Aree di ricarica della falda idrogeologicamente connesse all'alveo - ARA (art. 3.3)
-  Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
-  Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.5)
-  Bacini imbriferi - BI (art. 3.5)

### 3.5 Ambiti legati al reticolo idrografico secondario di pianura PAI e PGRA

Per quanto riguarda la carta di variante PAI 2016 risulta che l'area ricade in ambito di "alluvioni frequenti".

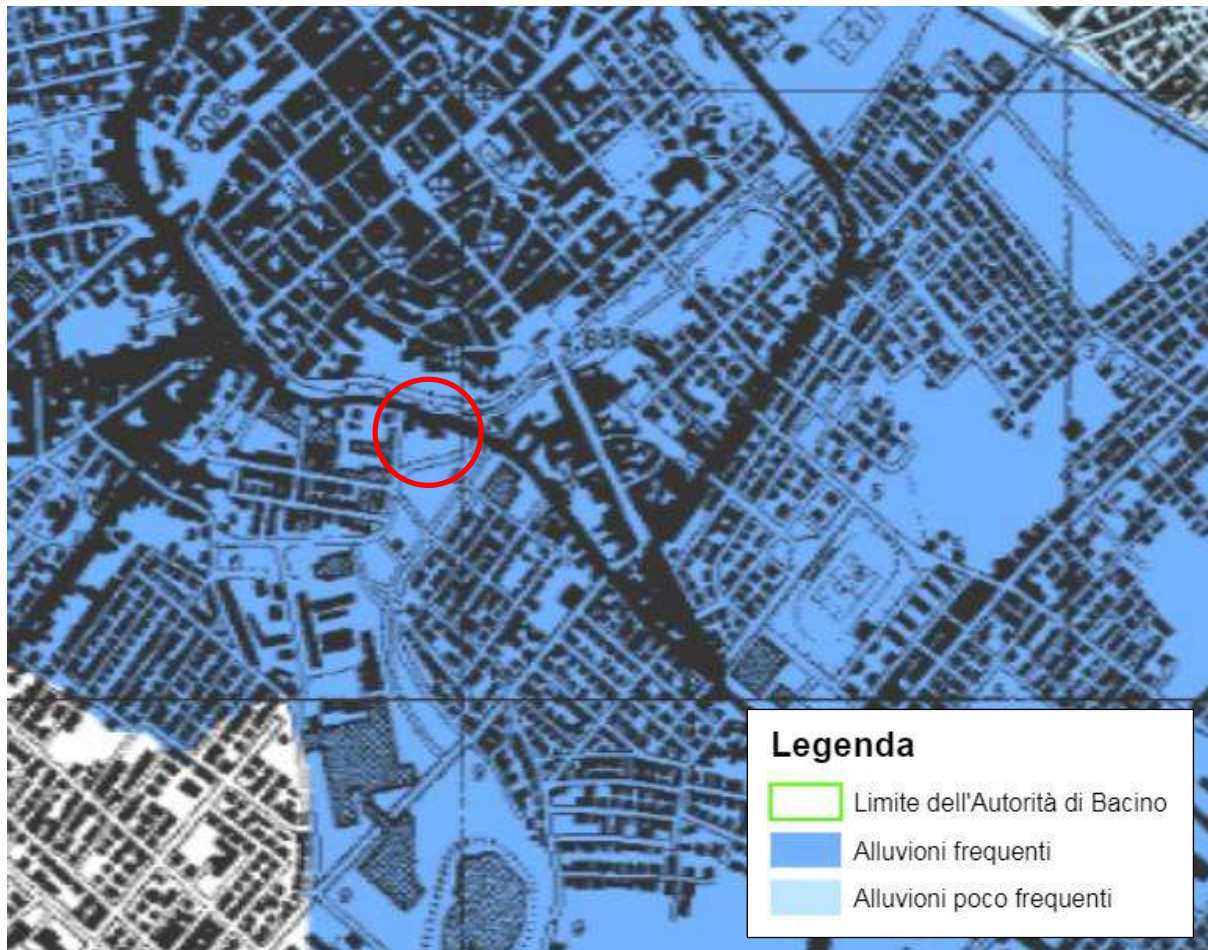


Fig. 15 Estratto carta variante PAI 2016 (Tav 5.1)

Con riferimento ai chiarimenti e precisazioni emanati dall'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca (Prot. 573 del 19/10/2016 - ALLEGATO), in merito all'applicazione del comma 2 dell'art.21 delle Norme di Piano del Progetto di variante 2016 del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), si legge testualmente:

il divieto di realizzazione di vani interrati accessibili non indica il divieto generalizzato di realizzazione dei locali interrati, ma dei locali interrati e seminterrati che, non dotati di soluzioni di protezione, potrebbero essere interessati da eventuali allagamenti nel caso di eventi frequenti (P3). Si evidenzia l'opportunità che in tali locali siano consentiti esclusivamente usi accessori alla funzione principale.

La cartografia relativa alla variante al piano di gestione rischio alluvioni PGRA, per l'area di cui trattasi, conferma la perimetrazione in "alluvioni poco frequenti/frequenti".

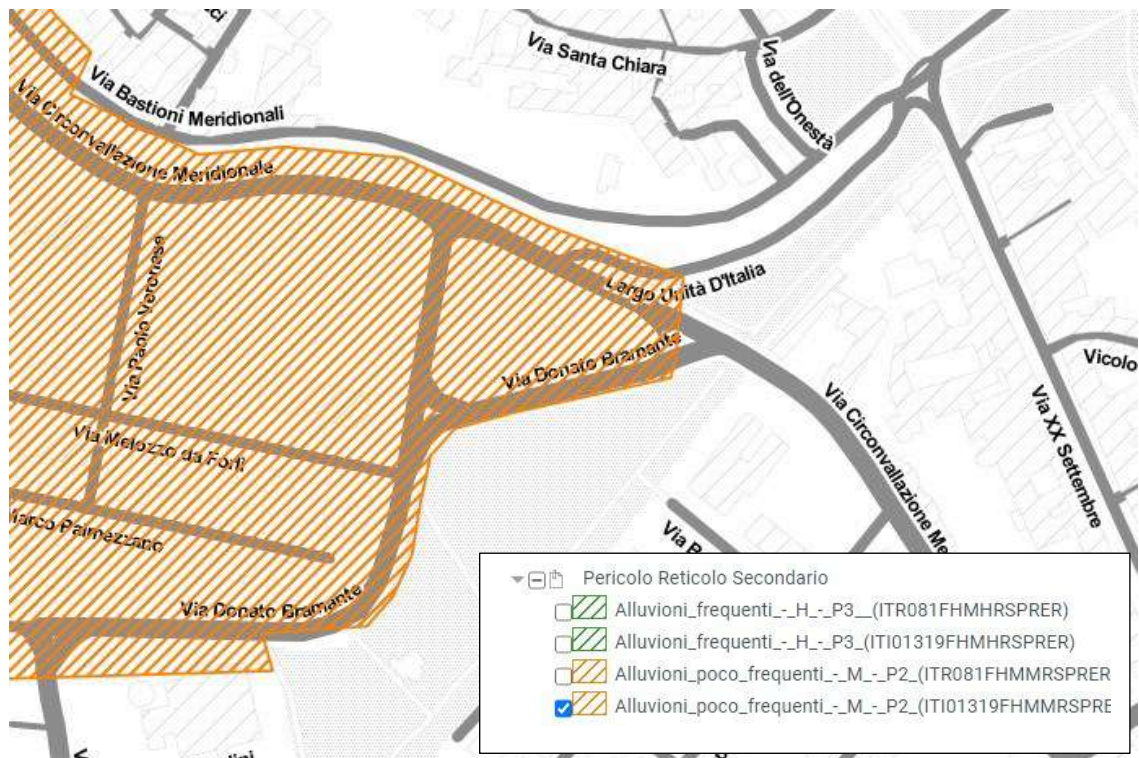
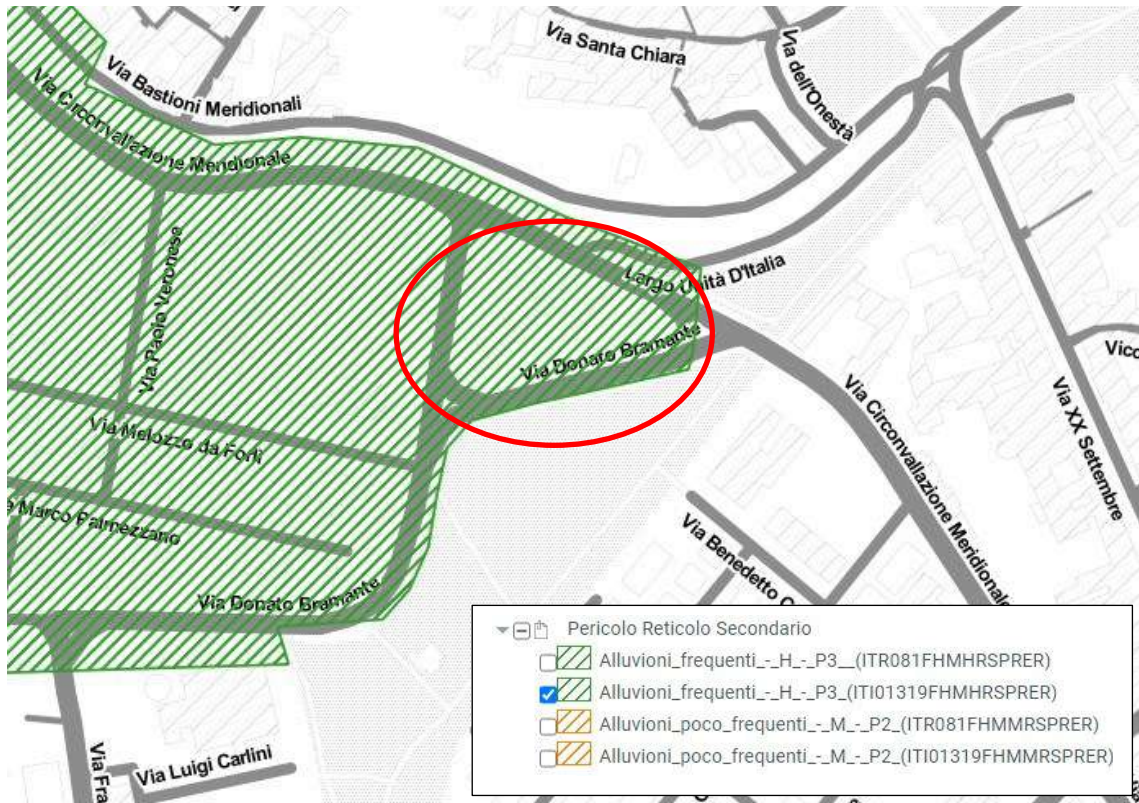


Fig. 15 Estratto carta variante PGRA 2016 (Tav 5.1)

## 4) MODELLAZIONE GEOTECNICA

### 4.1 Indagini geognostiche di riferimento

Allo scopo di definire la natura litologica e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo, si è fatto riferimento alle seguenti indagini esplorative, fatte appositamente eseguire dallo scrivente nell'ambito dell'area d'intervento (Fig. 15):

- N°2 sondaggi penetrometrici statici spinti alla profondità di 15.0 m, eseguiti con penetrometro dotato di punta elettrica e dispositivo per la misurazione delle sovrappressioni interstiziali (CPTU).
- N°1 sondaggio a carotaggio continuo approfondito fino a 20 m, con relativo prelievo di campioni da sottoporre ad indagini di laboratorio (vedi oltre).

Si è fatto altresì riferimento ad ulteriori indagini geognostiche effettuate nell'ambito della stessa area nell'anno 2017 (n°3 prove penetrometriche CPT con punta meccanica) in occasione di precedente relazione geologica redatta dallo Studio Rondoni e Darderì (PU), nonché a due penetrometrie statiche CPT fatte eseguire recentemente dal collega Dott. Pier Paolo Pazzaglia (RN) in area contermina (Proprietà Mini Patrizia, via Circonvallazione meridionale angolo Via Bramante).



**Fig. 15 Ubicazione indagini geognostiche di riferimento**  
**rosso** = indagini eseguite dallo scrivente - Dicembre 2020  
**giallo** = indagini Dott. Pazzaglia - Giugno 2020  
**celeste** = indagini Studio Rondoni e Darderì - Ottobre 2017)

#### 4.1.1 Sondaggi penetrometrici statici con piezocono (CPTU1 e CPTU2)

La prova penetrometrica statica con piezocono (punta elettrica), in seguito denominata CPTU, consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una particolare punta conica (con sovrastante “cella” per misura della resistenza laterale) di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno (Fig. 16).

Utilizzando il piezocono sono notevolmente migliorati i dati ottenuti nelle prove statiche, sia in termini di precisione di misura, sia come frequenza di campionamento dei dati. Con il piezocono è infatti possibile acquisire, durante il movimento continuo di spinta, le grandezze  $q_c$  (resistenza di punta) ed  $f_s$  (attrito laterale) ad ogni centimetro di profondità contro i 20 centimetri ottenibili dalla punta meccanica di tipo Begemann.

Il sistema acquisisce inoltre il valore della  $U$  (pressione idrostatica nei pori), l'angolo di inclinazione della batteria di aste ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione misurata in fase di alleggerimento di spinta).

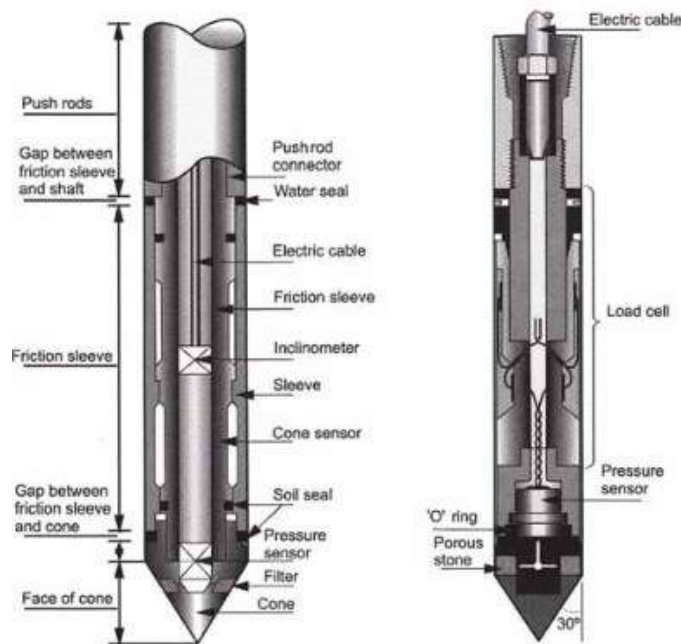


Fig. 16 Punta con piezocono: sezione descrittiva dei componenti (tratto da Schnaid, 2009)

La misura dei valori suddetti è immediatamente visualizzabile in corso d'esecuzione su una centralina di acquisizione e può essere registrata digitalmente per successiva elaborazione e restituzione grafica dei risultati.

Lo sforzo per la penetrazione dell'apparato è applicato per mezzo di un dispositivo di spinta a pistoni idraulici, che agisce su una batteria di aste alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Il tutto è montato su carrello semovente (nel caso specifico penetrometro Pagani mod. TG63-100) come visibile nelle Figg. 17a-17b.




Fig. 17a Penetrometro "PAGANI" dotato di piezocono sul punto di prova CPTU1





**Fig. 17b Penetrometro “PAGANI” dotato di piezocono sul punto di prova CPTU2 (la quota d’inizio di questa prova è ribassata di circa 2 m rispetto la quota d’inizio della CPTU1)**

Nelle pagine seguenti si riportano i diagrammi penetrometrici delle CPTU eseguite, corredati da interpretazione stratigrafica e stima dei parametri geotecnici condotta sulla base di note correlazioni disponibili in letteratura e di utilizzo consolidato.

Intergeo srl	 <b>INTERGEO</b> s.r.l. - Servizi Geologici Strada Acquasalata, 9 - 47899 Serravalle - RSM Codice Operatore Economico - SM21197 Tel. 333 2208376 - mail: info@intergeosm.com www.intergeosm.com
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 01/12/2020	
Site: Rimini Via Circonvallazione Meridionale - Test: CPTU 1	

## Company information

Name: Intergeo srl  
 Address: Strada Acquasalata, 9  
 Zip code:  
 City: Serravalle  
 P.IVA: C.O.E: SM 21197  
 E-Mail: info@intergeosm.com  
 Phone number:  
 Fax number:

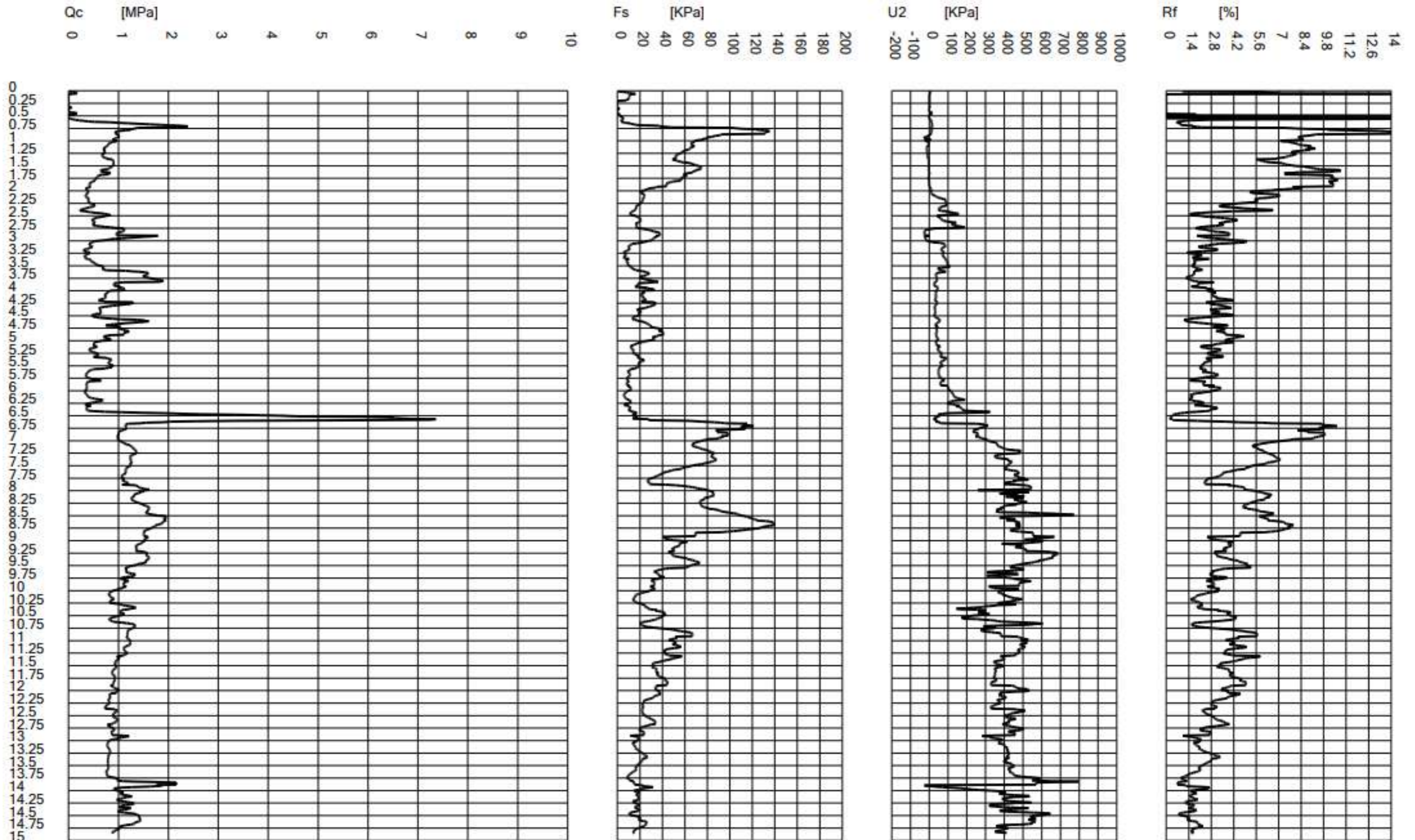
## Site information

Name: Rimini Via Circonvallazione Meridionale  
 Date: 01/12/2020  
 Commissioner: Ing. Comodi Maurizio  
 Locality:

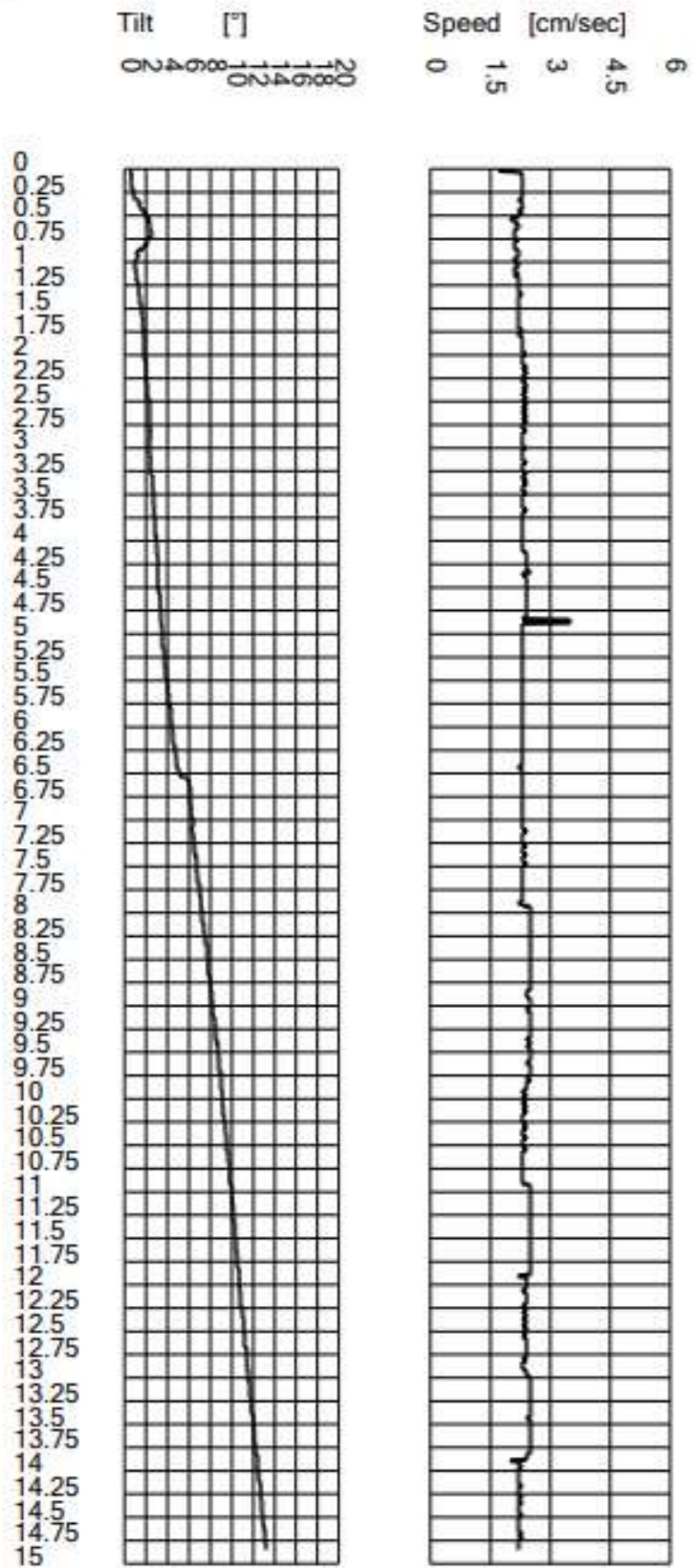
## Test information

Name: CPTU 1  
 Location: CPTU 1  
 Date: 01/12/2020  
 Prehole mode:  
 Prehole depth [cm]: 0  
 Hydrostatic line [cm]: 250  
 Ground level [cm]: 0  
 Latitude: 44.055351  
 Longitude: 12.569611  
 Operator:  
 Comments:  
 Probe code: MKJ321

<p>Intergeo srl</p>	 <p><b>INTERGEO</b> s.r.l. - Servizi Geologici          Strada Acquasanta, 9 - 47899 Senavalle - RM          Codice Operatore Economico - 8M21197          Tel. 333 2108376          www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com</p>
<p>Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 01/12/2020</p>	
<p>Site: Rimini Via Circonvallazione Meridionale - Test: CPTU 1</p>	



<p>Intergeo srl</p>	 <p><b>INTERGEO</b> s.r.l. - Servizi Geologici                  Strada Acquasolata, 9 47099 Senavalle - RSM                  Codice Operatore Economico - SM21197                  Tel. 333 2208376 - mail: info@intergeom.com                  www.intergeom.com</p>
<p>Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 01/12/2020</p>	
<p>Site: Rimini Via Circonvallazione Meridionale - Test: CPTU 1</p>	



Intergeo srl	 <b>INTERGEO</b> s.r.l. - Servizi Geologici Strada Acquasalata, 9 - 47899 Serravalle - RSM Codice Operatore Economico - SM21197 Tel. 333 2208376 - mail: info@intergeosm.com www.intergeosm.com
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 01/12/2020	
Site: Rimini Via Circonvallazione Meridionale - Test: CPTU 2	

## Company information


Name: Intergeo srl  
 Address: Strada Acquasalata, 9  
 Zip code:  
 City: Serravalle  
 P.IVA: C.O.E: SM 21197  
 E-Mail: info@intergeosm.com  
 Phone number:  
 Fax number:

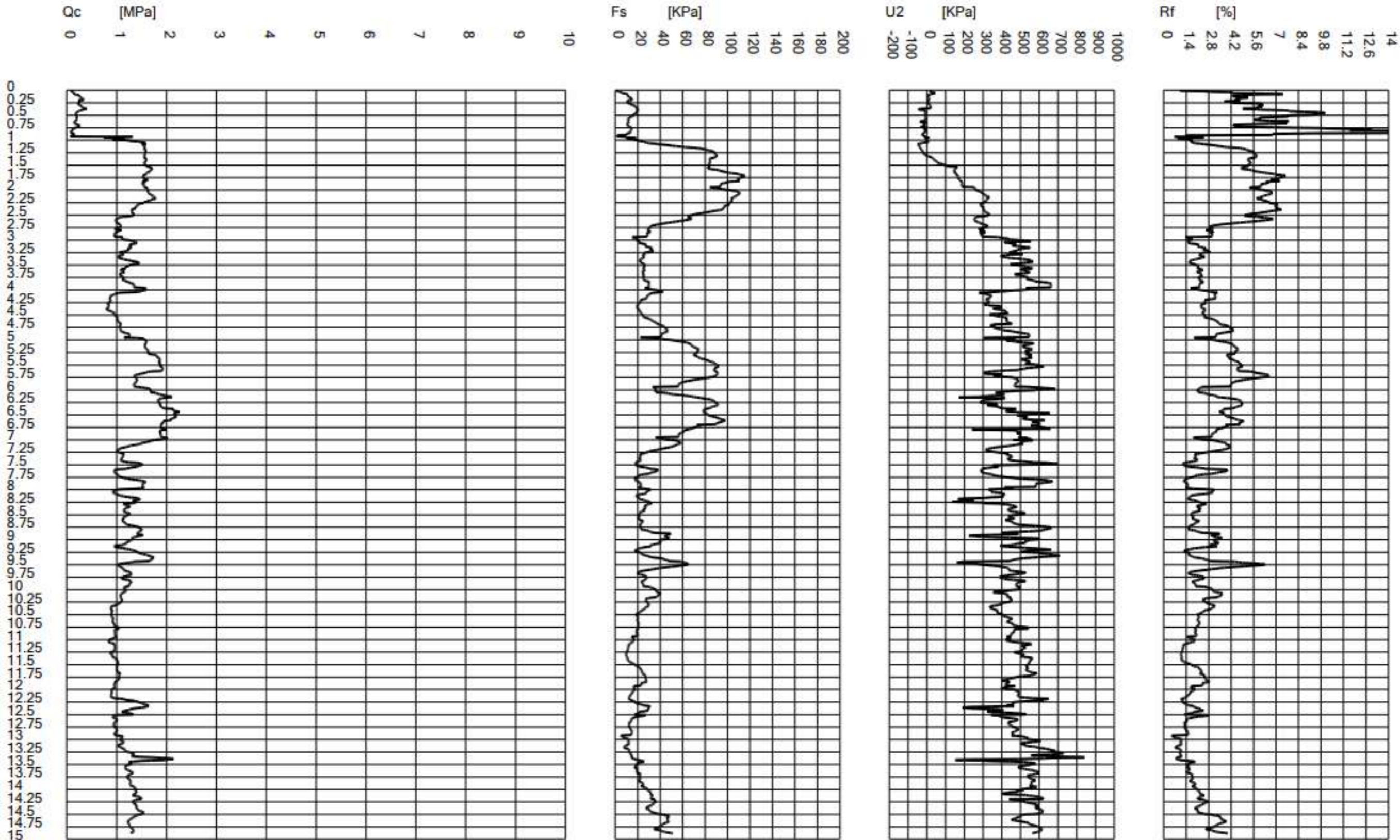
## Site information

Name: Rimini Via Circonvallazione Meridionale  
 Date: 01/12/2020  
 Commissioner: Ing. Comodi Maurizio  
 Locality:

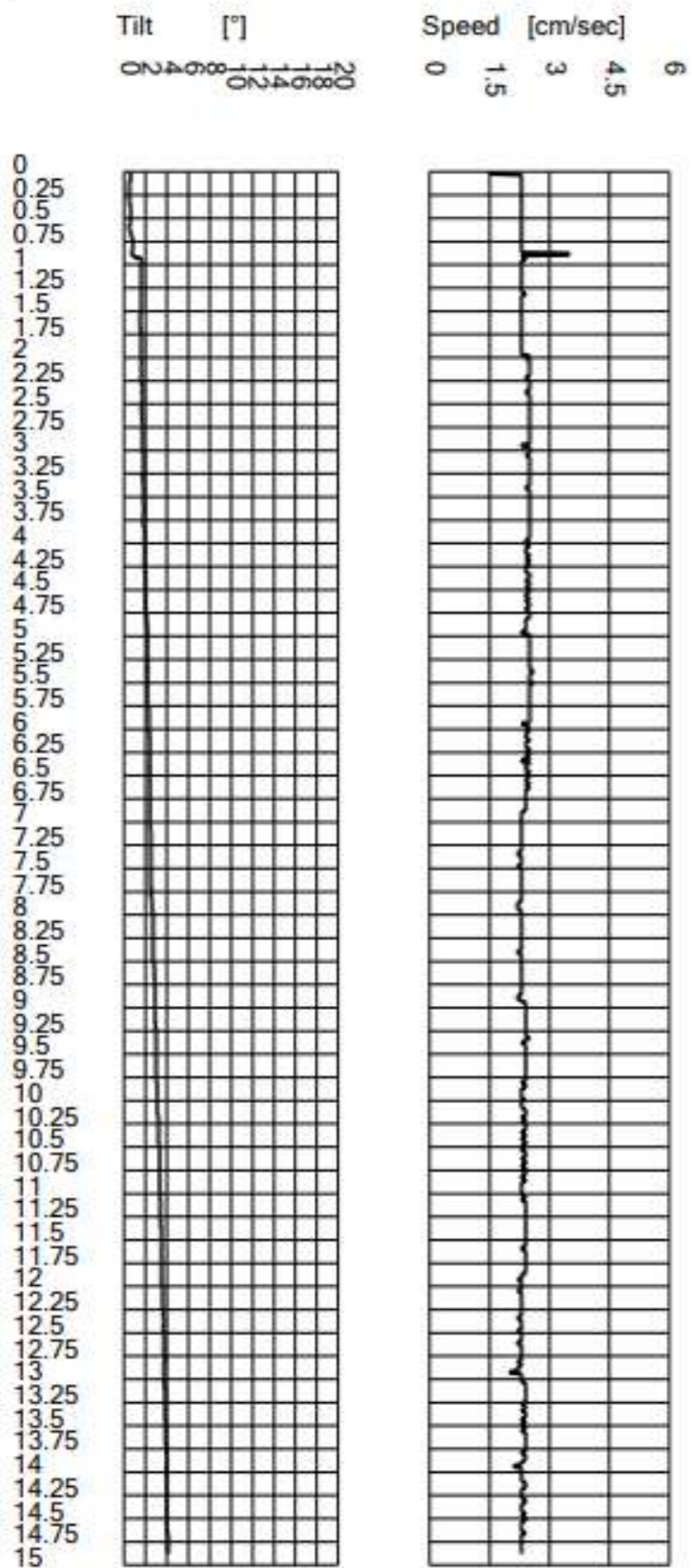
## Test information

Name: CPTU 2  
 Location: CPTU 2  
 Date: 01/12/2020  
 Prehole mode:  
 Prehole depth [cm]: 0  
 Hydrostatic line [cm]: 100  
 Ground level [cm]: 0  
 Latitude: 44.055491  
 Longitude: 12.568368  
 Operator:  
 Comments:  
 Probe code: MKS728

Intergeo srl	 <b>INTERGEO</b> s.r.l. - Servizi Geologici Strada Acquasalata, 9 47899 Serravalle - RSM Codice Operatore Economico - SM21197 Tel. 333 2208376 www.intergeom.com - mail: info@intergeom.com
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 01/12/2020	
Site: Rimini Via Circonvallazione Meridionale - Test: CPTU 2	



Intergeo srl	 <b>INTERGEO</b> s.r.l. - Servizi Geologici Strada Acquasanta, 9 - 47509 Senavalle - RSM Codice Operatore Economico - SM21197 Tel. 333 2208376 www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 01/12/2020	
Site: Rimini Via Circonvallazione Meridionale - Test: CPTU 2	



#### 4.1.2 Sondaggi penetrometrici statici pregressi con punta meccanica (CPT1–CPT2 Dott. Pazzaglia-RN; CPT1-CPT2-CPT3 Studio Rondoni e Darderi-PU)

La prova penetrometrica statica CPT (Cone Penetration Test) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica (con sovrastante manicotto per misura della resistenza laterale) di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno (Fig. 18).

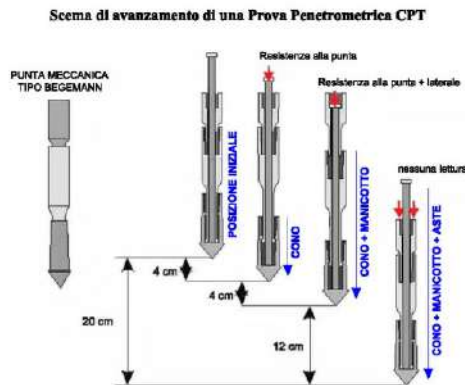


Fig. 18 Punta meccanica tipo Begemann con manicotto per misurazione dell'attrito laterale

Lo sforzo per la penetrazione, analogamente alla CPTU, è applicato per mezzo di un dispositivo di spinta a pistoni idraulici, che agisce su una batteria di aste alla cui estremità inferiore è collegata la punta (Fig. 19).



Fig. 19 Penetrometro semovente cingolato "Pagani"

Lo strumento, mediante centralina a lettura digitale, fornisce  $q_c$  (resistenza di punta) ed  $f_s$  (attrito laterale) ogni 20 cm di profondità.



La determinazione litologica del terreno è stata ottenuta mediante la teoria di Schmertmann (1979), facendo riferimento ai valori del rapporto  $q_c/f_s$ , in funzione di  $q_c$  secondo il diagramma riportato (Fig. 20).

diagramma di Schmertmann (1979)

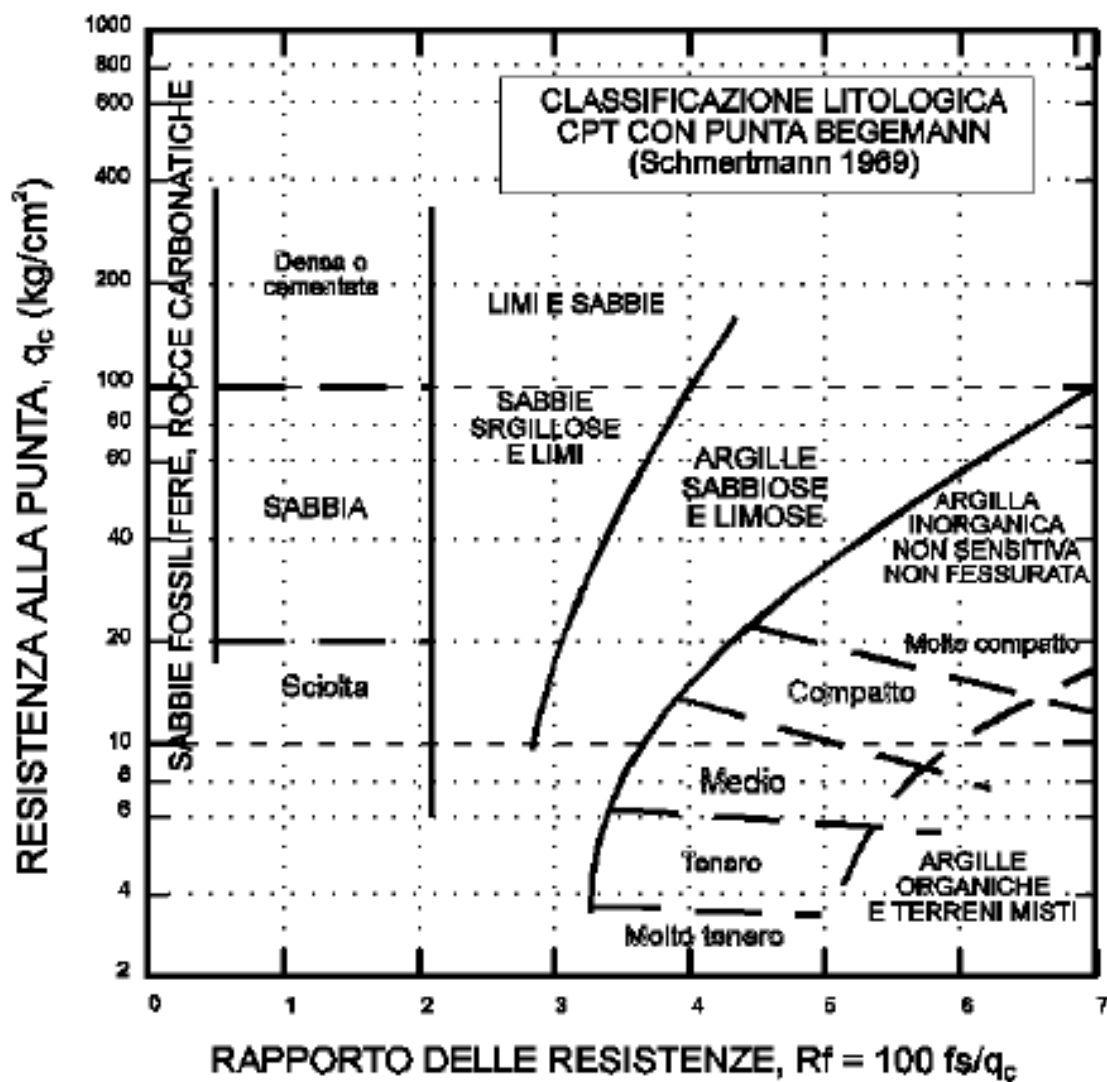


Fig. 20 Diagramma di Schmertmann per classificazione litologica da CPT

Nelle pagine seguenti si riportano i diagrammi penetrometrici delle prove statiche CPT eseguite dal Dott. Pazzaglia, corredati da interpretazione stratigrafica, e i diagrammi della sola resistenza di punta delle penetrometrie riferibili allo Studio Rondoni e Darderi.

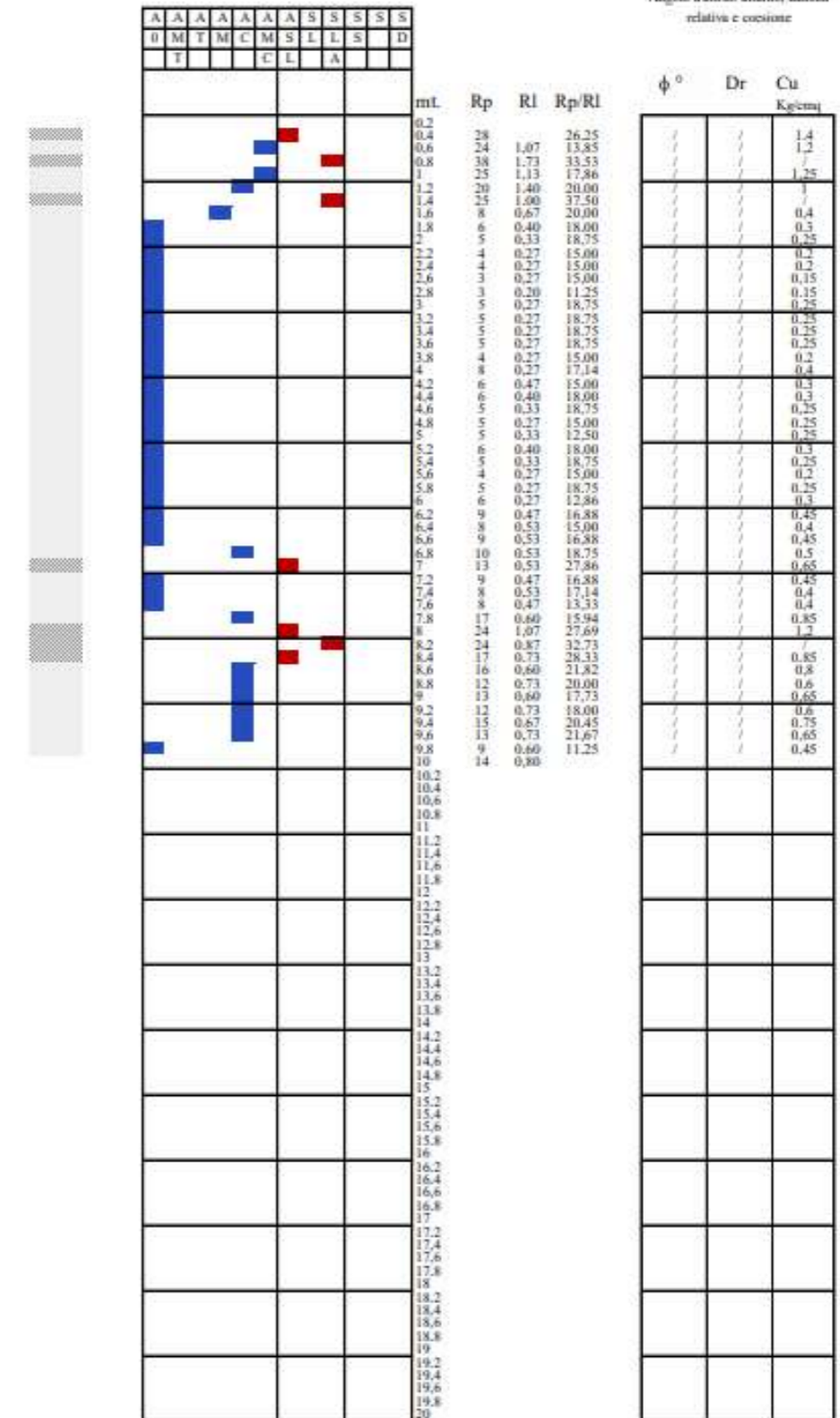
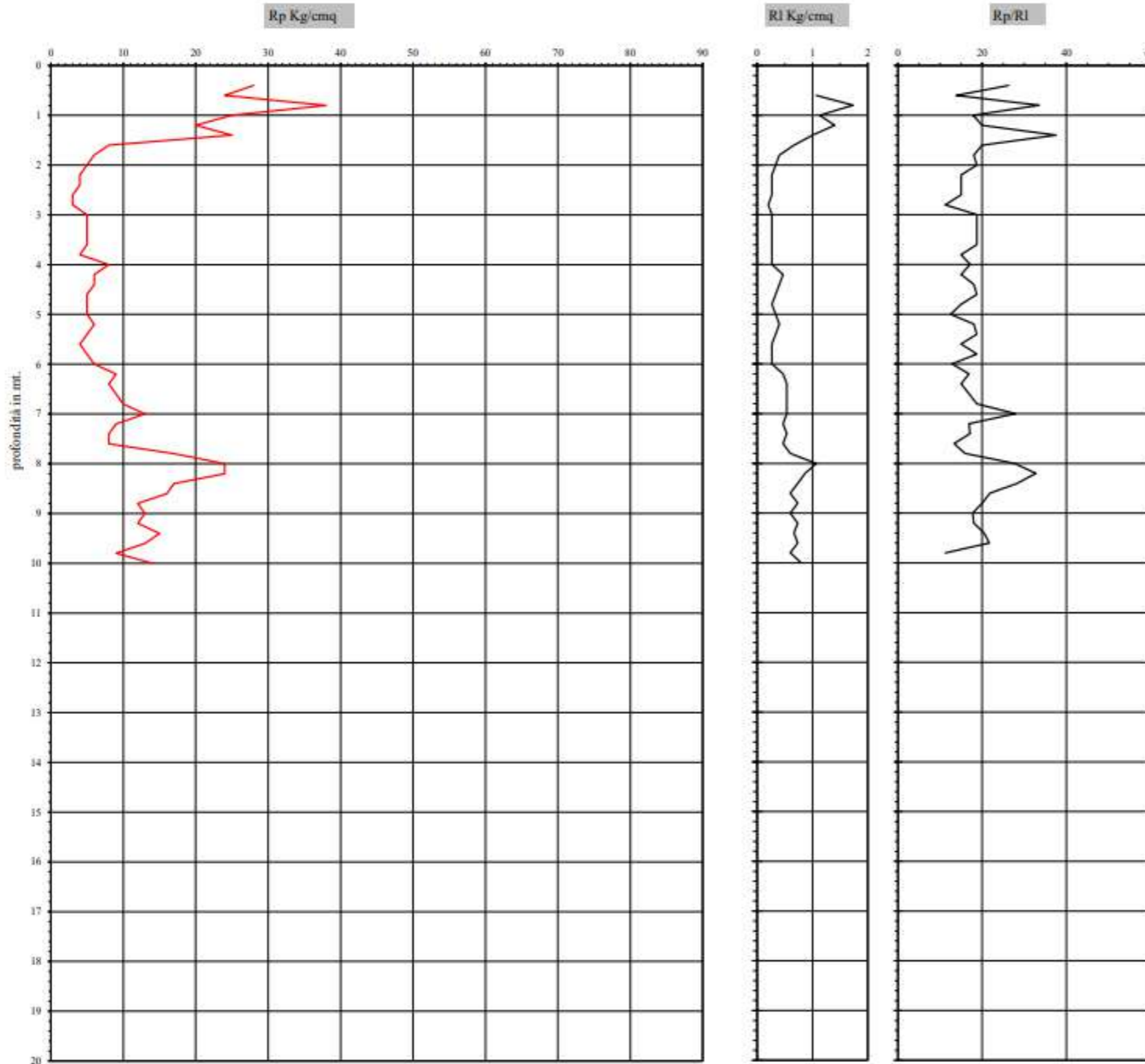
# Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT1  
 Cantiere: Rimini - Via Circonvallazione Meridionale 70  
 Data: Giugno 2020

Quota inizio: piano campagna  
 Liv.falda: -2.10 mt. dal p.c.  
 Note: piezometro 6,00 mt.



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Legenda:  
 argilla  
 sabbia limoso argillosa  
 sabbia  
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;  
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta  
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;  
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa  
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

### Prova Penetrometrica Statica

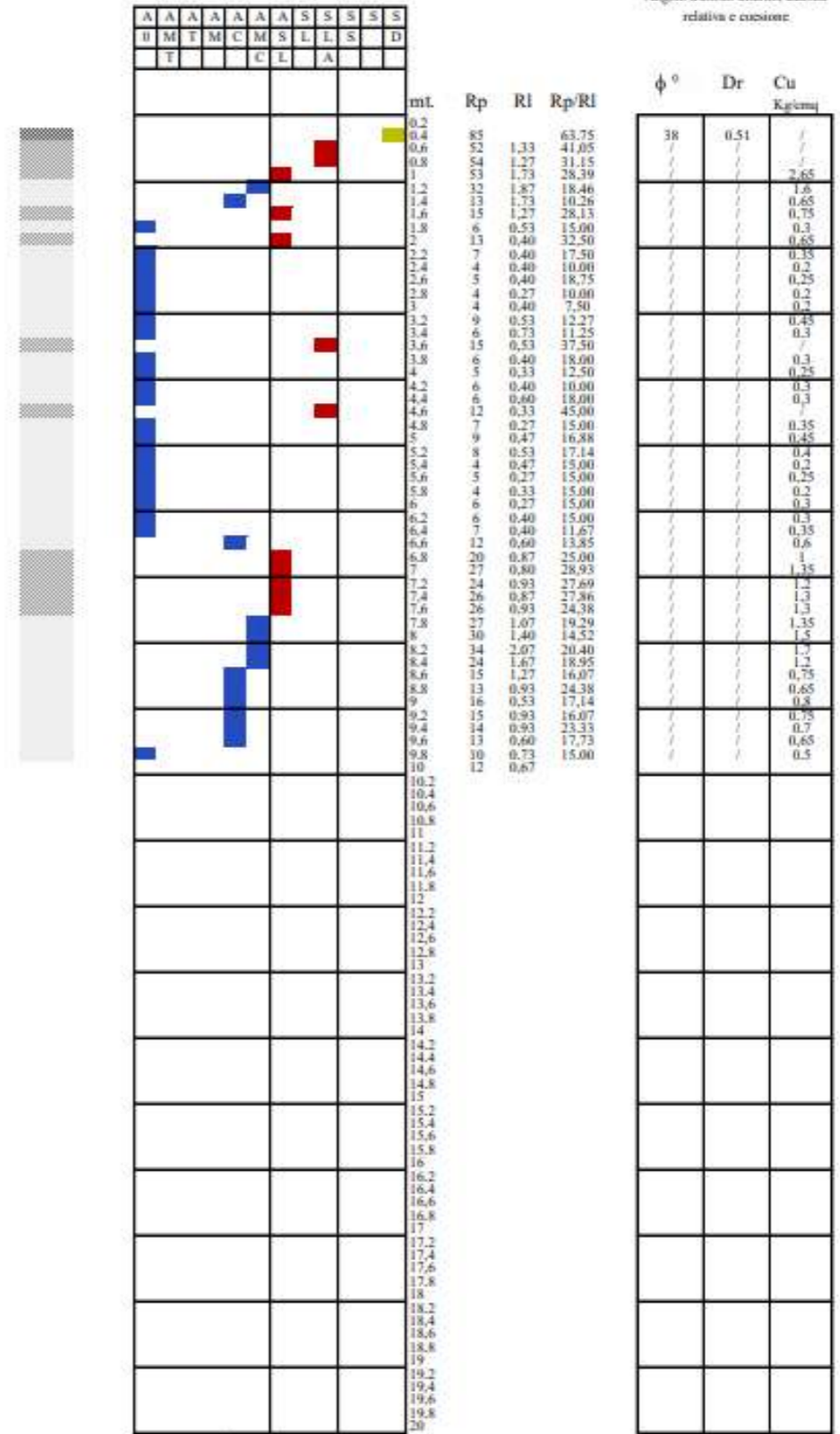
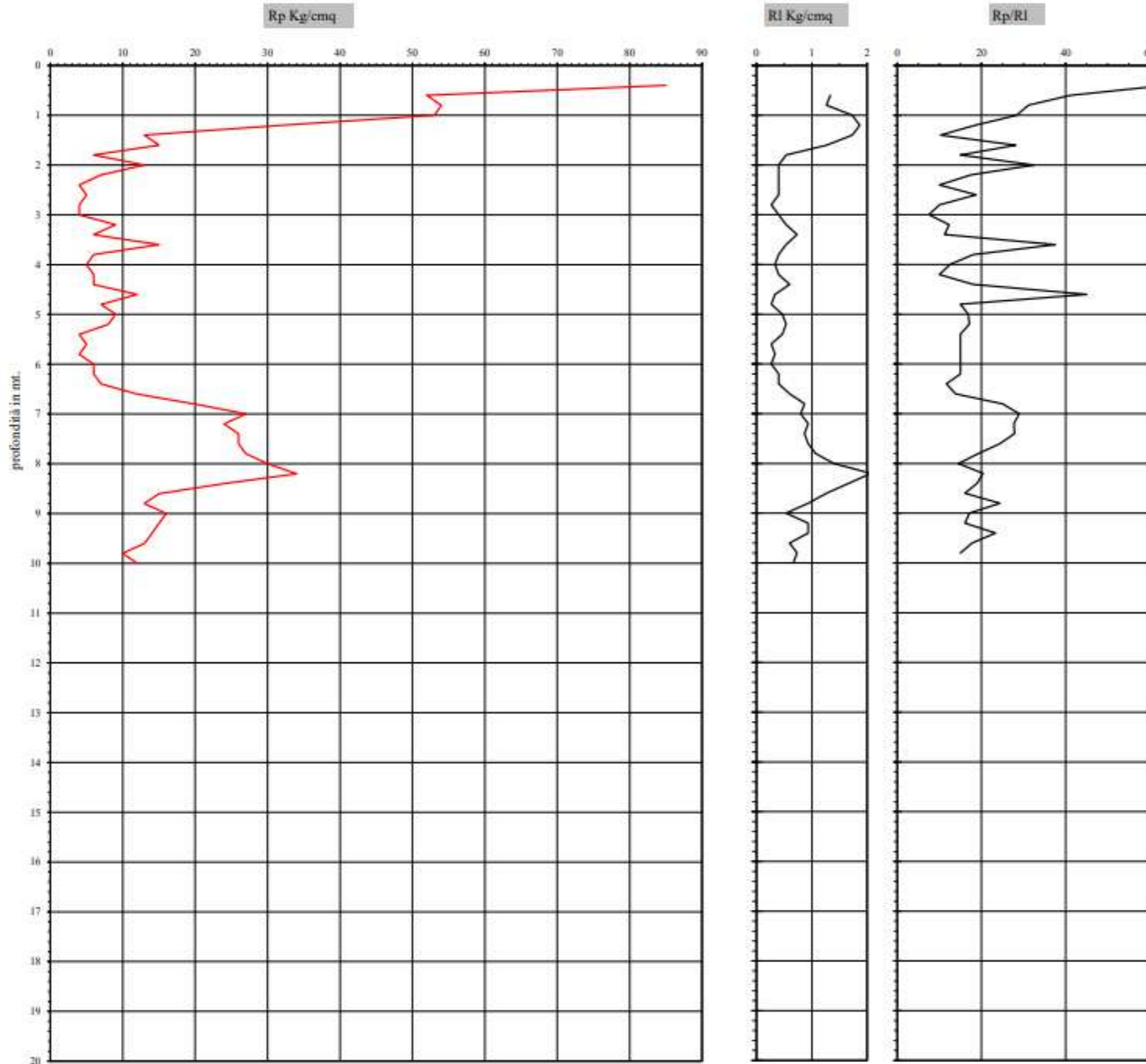
Prova n.: CPT2  
 Cantiere: Rimini - Via Circonvalazione Meridionale 70  
 Data: Giugno 2020

Quota inizio: piano campagna  
 Liv.falda: -2.40 mt. dal p.c.  
 Note: piezometro 6,00 mt.

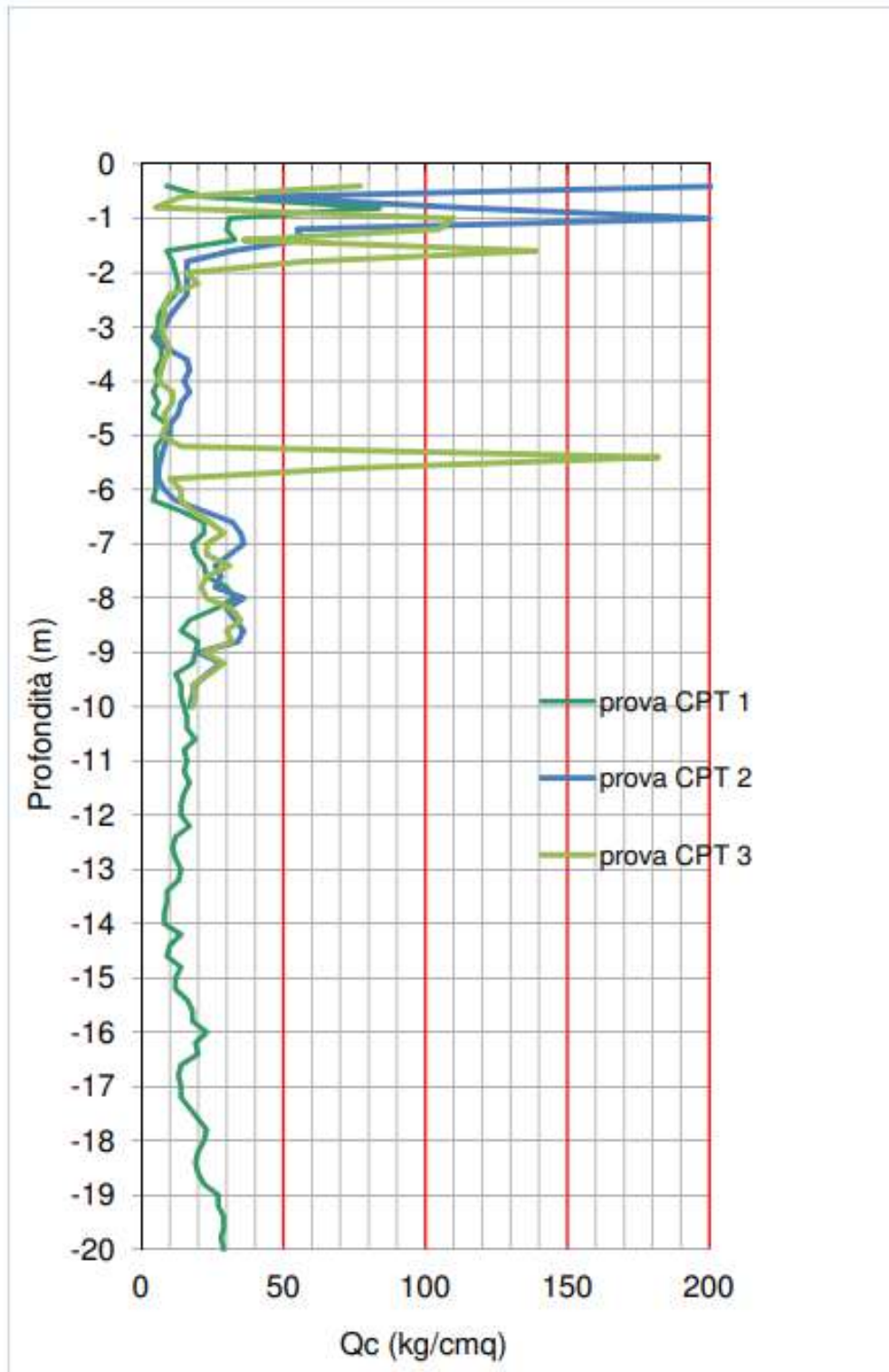


Pagani TG 63/200

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Legenda:  
 argilla  
 sabbia limoso argillosa  
 sabbia  
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;  
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta  
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;  
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa  
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa



#### 4.1.3 Correlazioni per la determinazione dei parametri geotecnici

Fissato un determinato valore di  $R_p = q_c$  (resistenza statica alla punta) si possono ricavare i principali parametri geomeccanici del terreno attraverso alcune relazioni semi-empiriche proposte da vari Autori:

## TERRENI COESIVI

Per i terreni argillosi, coesivi, dotati d'angolo d'attrito interno assai modesto, si potrà prescindere totalmente da quest'ultimo e considerare la *coesione non drenata*  $c_u$  quale unico parametro di resistenza:

$$c_u = R_p/N_k$$

con  $N_k = 8\div 20$  coefficiente empirico (per i terreni locali normalmente si assume il valore 20).

## TERRENI ATTRITIVI

Per le sabbie, le sabbie limose o i limi sabbiosi è sufficiente determinare il valore dell'*angolo d'attrito*  $\phi'$ , essendo quest'ultimo l'unica caratteristica di resistenza (la coesione di questi terreni può essere considerata nulla).

La determinazione dell'angolo d'attrito può essere effettuata impiegando le varie correlazioni numeriche e/o diagrammi reperibili in letteratura.

### DEFINIZIONE ANGOLO DI RESISTENZA A TAGLIO ( $\Phi$ )

Formulazione di Durgunoglu – Mitchell (1983)

$$\phi' = 14.4 + 4.8 \cdot \ln(q_c) - 4.5 \cdot \ln(\sigma)$$

Formulazione di Meyerhof (1951)

$$\phi' = 17 + 4.49 \cdot q_c$$

Formulazione di Caquot

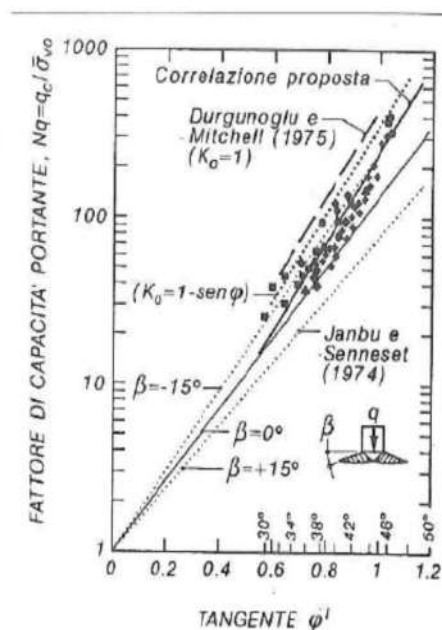
$$\phi' = 9.8 + 4.96 \cdot \ln\left(\frac{q_c}{\sigma'_{v0}}\right)$$

Formulazione di Koppejan

$$\phi' = 5.8 + 5.21 \cdot \ln\left(\frac{q_c}{\sigma'_{v0}}\right)$$

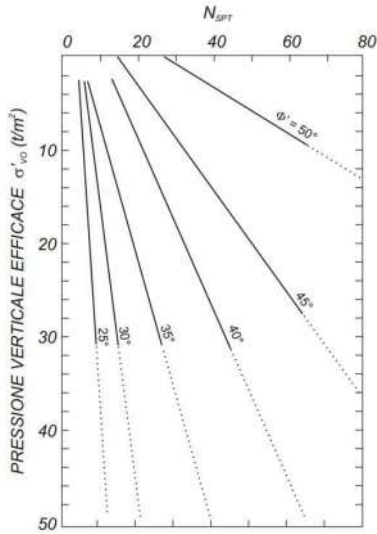
Formulazione di De Beer (1965 – 1967)

$$\phi' = 5.9 + 4.76 \cdot \ln\left(\frac{q_c}{\sigma'_{v0}}\right)$$

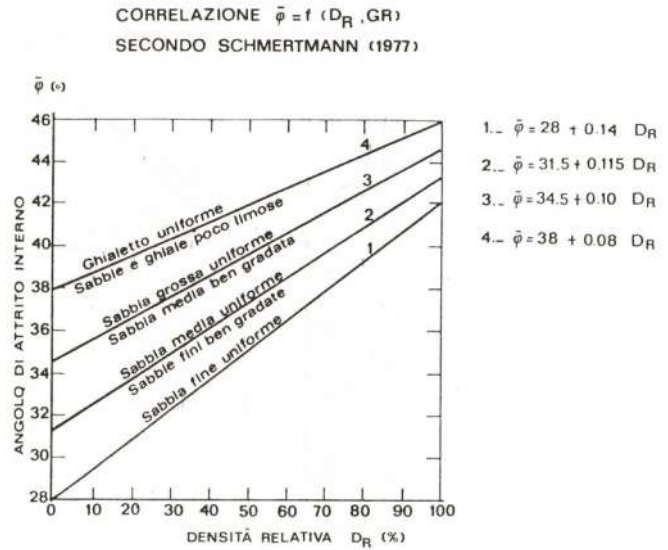


DEFINIZIONE ANGOLO DI RESISTENZA A TAGLIO ( $\Phi$ )

Trattazione De Mello (1971):



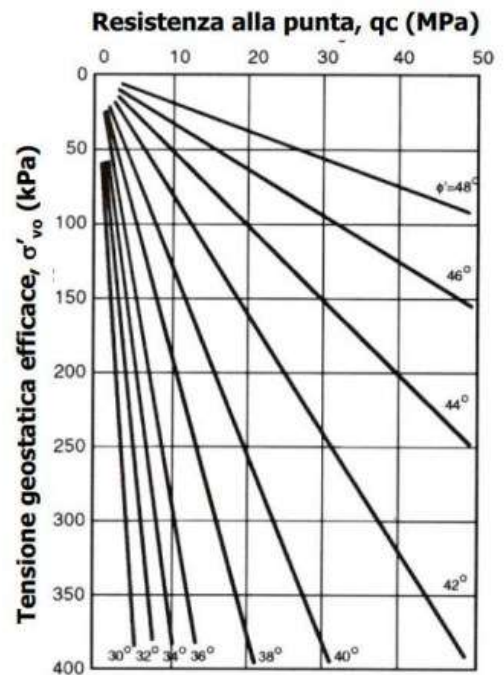
Trattazione Schmertmann (1978):



DEFINIZIONE ANGOLO DI RESISTENZA A TAGLIO ( $\Phi$ )

Formulazione di Robertson – Campanella (1983)

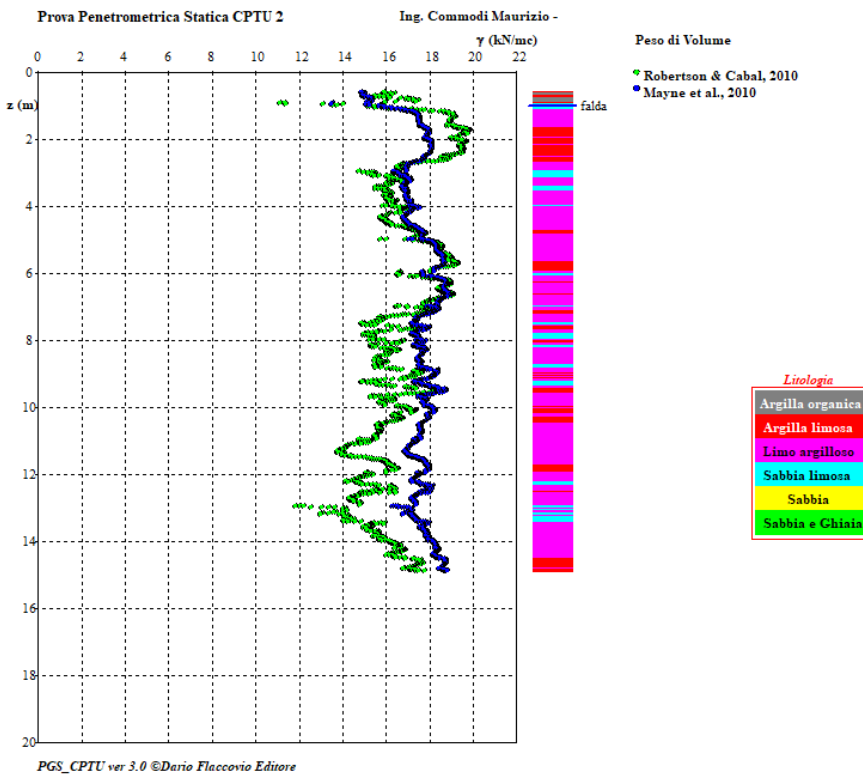
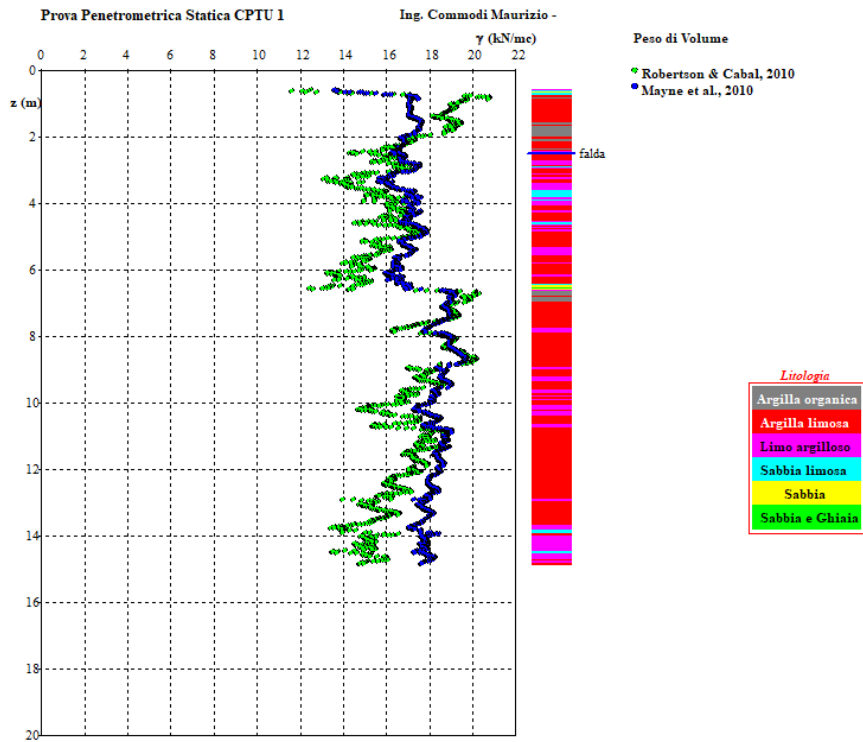
$$\phi' = \arctan \left[ 0.1 + 0.38 \cdot \ln \left( \frac{q_c}{\sigma'_{v0}} \right) \right]$$



Seguono diagrammazioni dei parametri secondo varie teorie proposte.

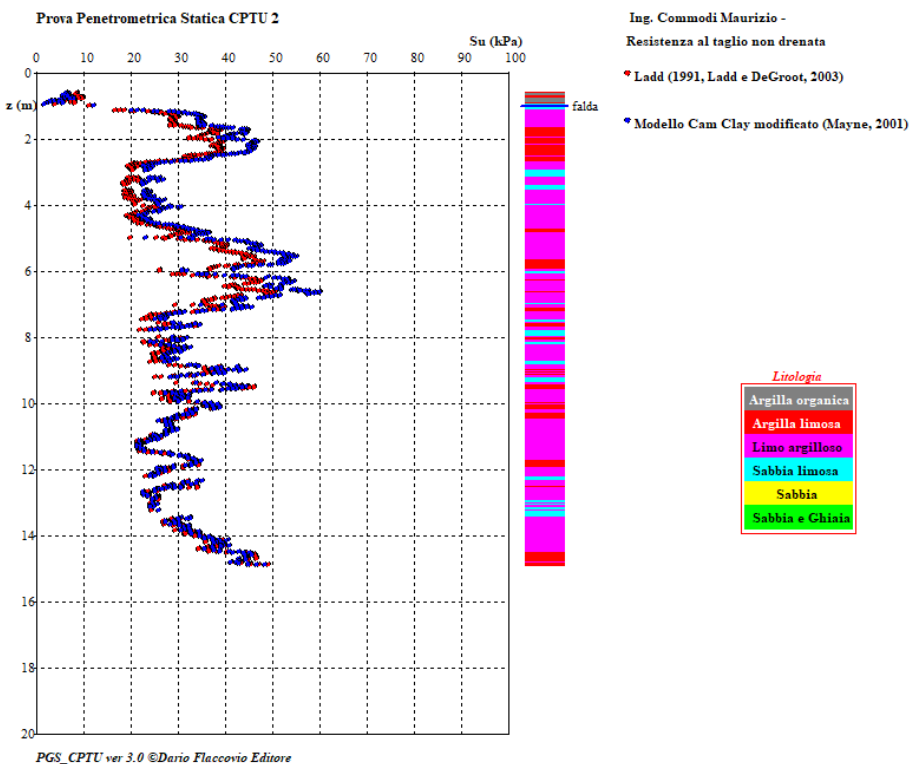
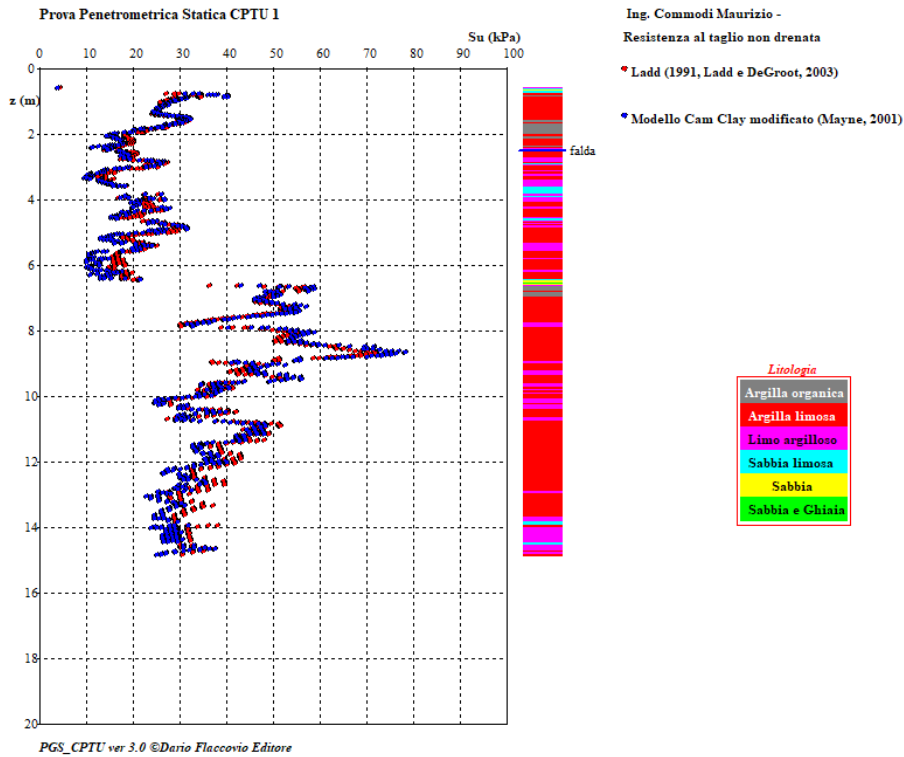
### PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma$ )

Il terreno è caratterizzato da un peso di volume che mediamente si aggira su valori 1.8/1.9 kN/m<sup>3</sup>, ad eccezione della porzione più superficiale in cui si raggiungono valori sensibilmente superiori connessi all'assenza di falda e alla presenza di sottofondo



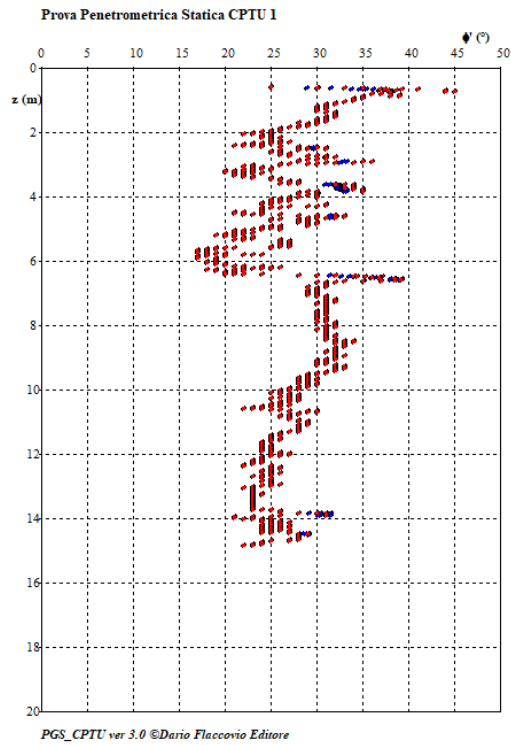
## COESIONE NON DRENATA ( $c_u$ )

Si registrano valori di coesione non drenata contenuti, specie nei primi metri di sottosuolo sotto falda, connessi alla presenza di un'elevata componente limosa. A profondità maggiori tende ad aumentare sensibilmente la coesione.





## ANGOLO DI ATTRITO DRENATO ( $\phi'$ )



Ing. Comodi Maurizio -  
Angolo d'attrito drenato (sforzi efficaci)

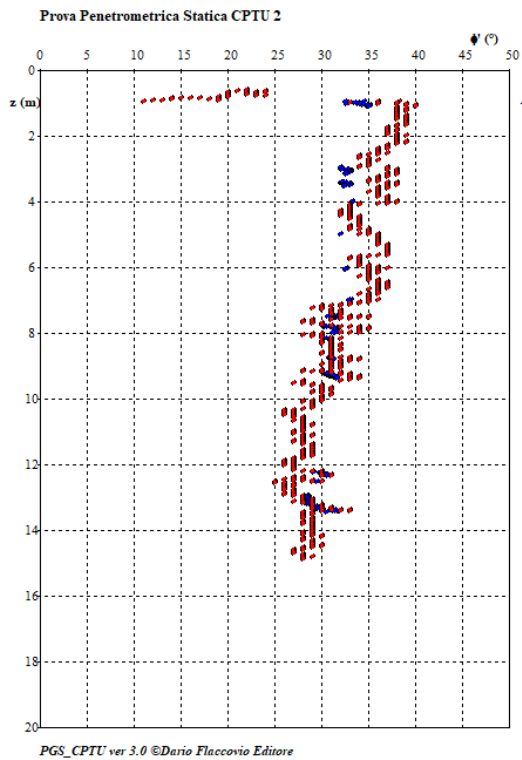
♦ Mayne, 2001 (terreno incoerente)

● Sennezet, 1982 - 1988 - Sennezet & Janbu, 1985

N.B.: L'angolo d'attrito è corretto in funzione della curvatura dell'involuppo di rottura secondo quanto suggerito da Meigh, 1987 e Chen & Juang, 1996

Litologia

Argilla organica
Argilla limosa
Limo argilloso
Sabbia limosa
Sabbia
Sabbia e Chiazza



Ing. Comodi Maurizio -  
Angolo d'attrito drenato (sforzi efficaci)

♦ Mayne, 2001 (terreno incoerente)

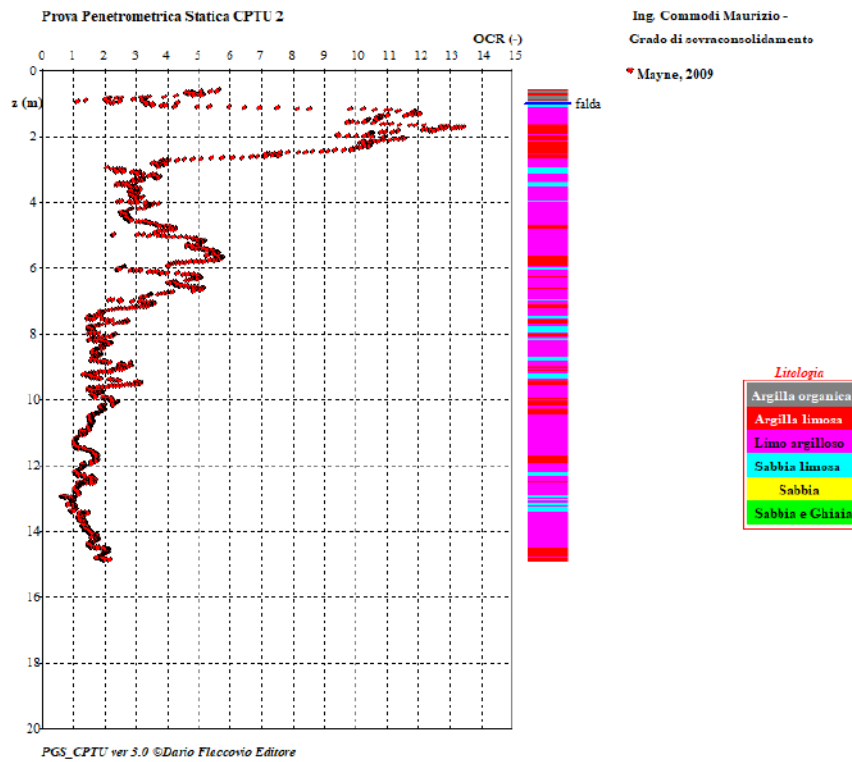
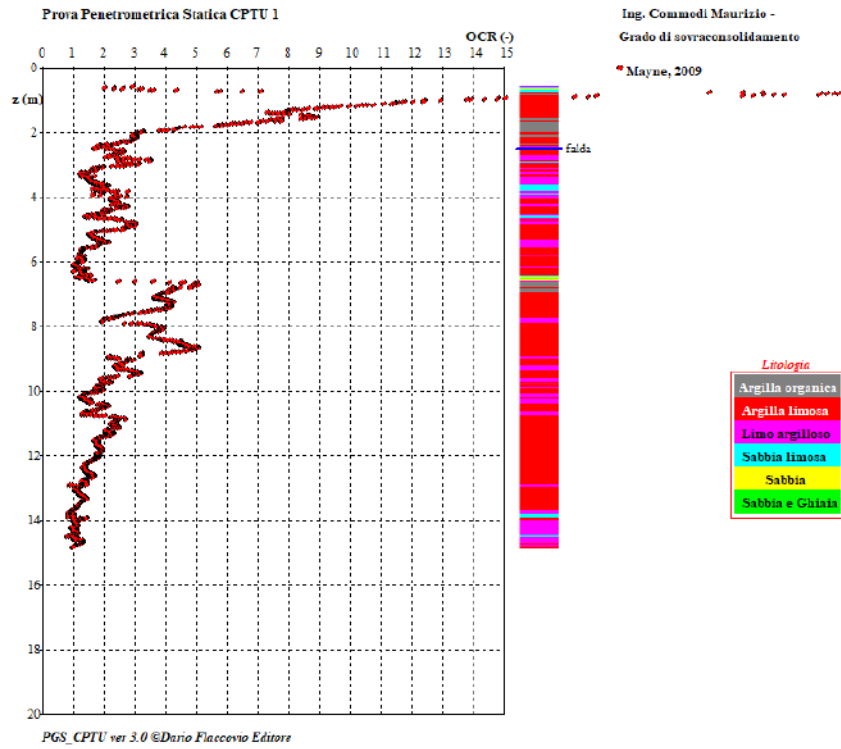
● Sennezet, 1982 - 1988 - Sennezet & Janbu, 1985

N.B.: L'angolo d'attrito è corretto in funzione della curvatura dell'involuppo di rottura secondo quanto suggerito da Meigh, 1987 e Chen & Juang, 1996

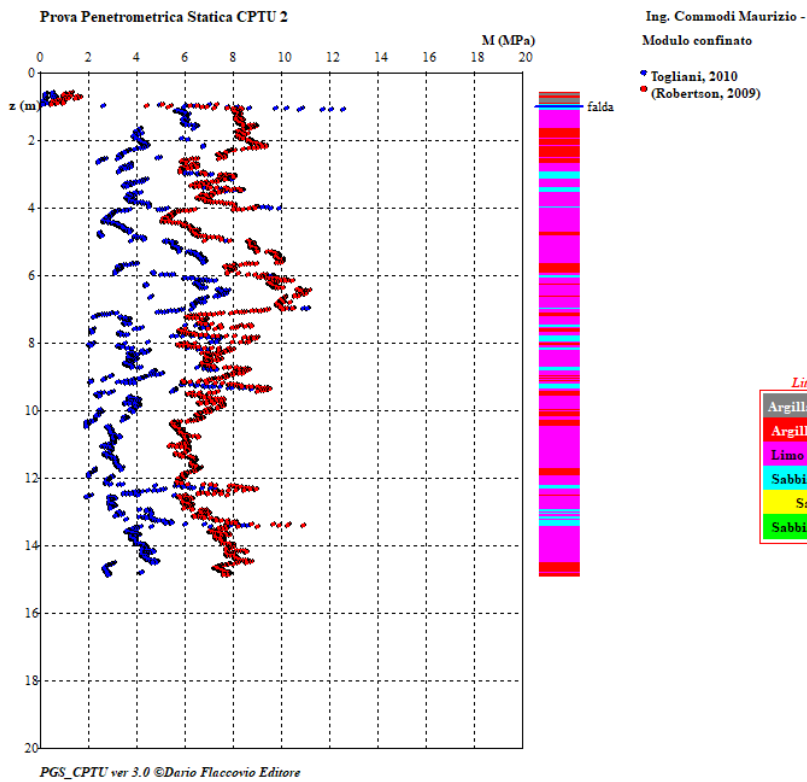
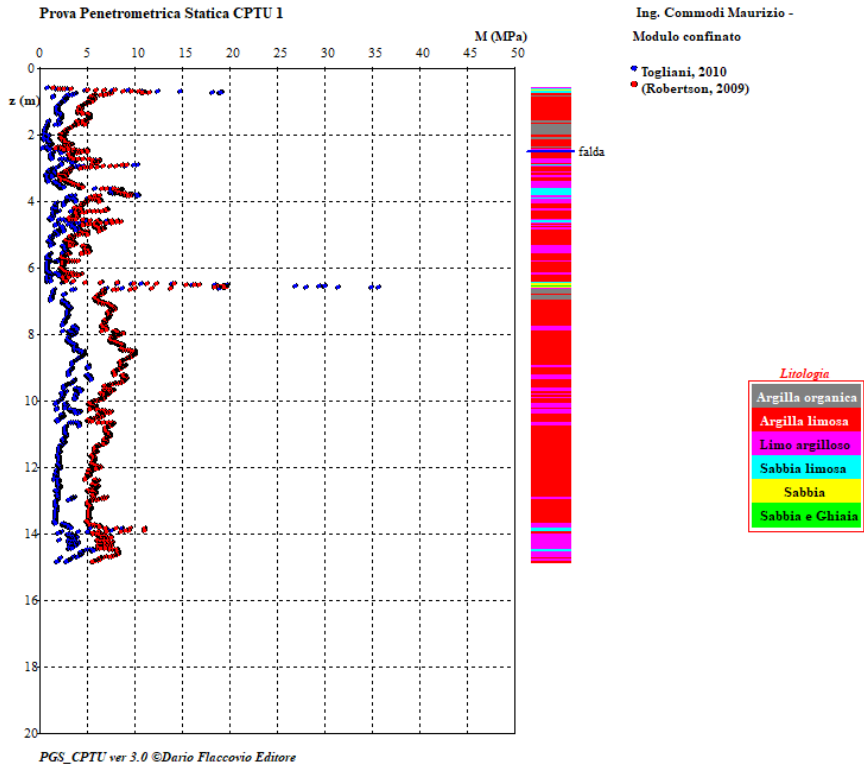
Litologia

Argilla organica
Argilla limosa
Limo argilloso
Sabbia limosa
Sabbia
Sabbia e Chiazza

## GRADO DI SOVRACONSOLIDAZIONE (OCR)



## MODULO EDOMETRICO (Ed) o MODULO CONFINATO (M)



#### 4.2 Sondaggio a carotaggio continuo

Il sondaggio a carotaggio continuo (Fig. 21) ha sostanzialmente confermato la stratigrafia restituita dalle prove penetrometriche, salvo la presenza di un intervallo sabbioso-limoso da -3.0 a -6.0 m, probabilmente riconducibile al ritombamento antropico (vasca ex impianto?) o naturale (paleo-fossa?).



Fig. 21 Sonda "Beretta" mod. T-41 impiegata per il carotaggio

INTERGEO S.R.L. - Via Rancaglia, 37 - 47899 Serravalle (RSM)												
<b>SONDAGGIO: 1</b>			LUNGHEZZA (m): 20.0			<b>LEGENDA:</b>						
DA METRI: 0.0 A METRI: 20.0			Sonda tipo: Beretta T 41			PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa						
Responsabile:			Operatore:			CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazzer						
COMMITTENTE: Comodi Partner						R Rimanecciato - Rs Rimanecciato da S.P.T.						
CANTIERE: Rimini Via Circonvallazione Meridionale						PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico						
LOCALITA':						PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua						
DATA INIZIO: 11-12-2020 DATA FINE: 11-12-2020						STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico						
QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):						FB Fanghi bentonitici						
						% CAROTAGGIO — R.Q.D. —						
S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI Prof. Tipo	STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE		Prof. (m)	Carot. (%) RQD (%)	Podiat Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	FALDA Rinv Stab	Piezo- metri	Diam. (mm)	Melodo Perf.ne	Melodo Stab.ne
1		Asfalto e sottofondo con ghiaietto e laterizi		0.5		2.0	1.0					
		limi sabbiosi nerastrati essiccati e limi sabbiosi grigi		1.0		1.5	0.6					
2		Limi sabbiosi ocra saturi in acqua				0.5						
3	3.0-3.7 O	Sabbie limose fini, ocra, e livelli di limi sabbiosi saturi in acqua.		3.0				1.6 (1)				
4												
5												
6	6.0-6.7 O	Argille limose grigie, molto plastiche, con livelli di limo-torboso e presenza di frustoli vegetali e calcinelli.		6.7								
7						1.0	0.4					
8						1.5	0.7					
9						1.5	0.6					
10						1.0	0.4					
11		Limi argillosi molto plastici grigi		10.4		1.0	0.4					
12		Argille limose grigie		11.4		1.0	0.3					
13		Limi sabbiosi grigi		12.0		1.5	0.7					
14		Livello di torba nerastra		12.9		1.0	0.5					
15		Limi sabbiosi grigi		13.0		1.0	0.3					
16		Livello di torba nerastra		14.0		1.0	0.4					
17		Limi sabbiosi grigi		14.1		0.5	0.5					
18		Limi sabbiosi grigi		15.7		0.5	0.5					
19		Argille limose grigie con livelli torbosi: da 16.20-16.30; 16.80-16.90; 17.70-18.0				1.0	0.3					
20						1.5	0.4					
						1.0	0.6					
						2.0	0.8					
						1.5	0.6					
						2.0	0.8					
						2.5	1.2					
						2.0	0.8					
						2.0	0.8					
						1.5	0.6					
						1.5	0.7					
						1.5	0.6					
						2.0	0.8					
						2.5	1.1					
				20.0		2.5	1.2					

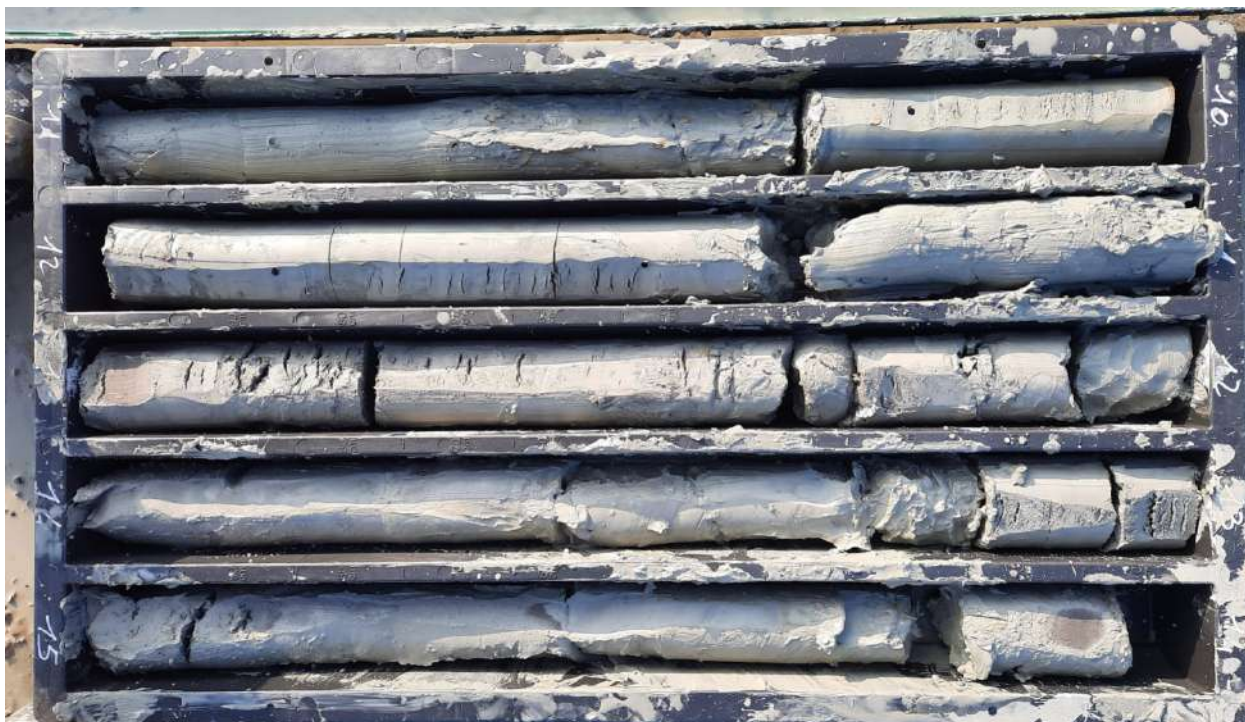
Nelle fotografie che seguono sono visualizzate le carote prelevate nel corso del carotaggio. Le quattro cassette sono state depositate in cantiere all'interno del cortile munito di cancelletto pedonale (aperto) prospiciente una delle entrate posta su via Circonvallazione meridionale.



**Cassetta carote n°1 (profondità da 0.0 a -5.0 m)**



**Cassetta carote n°2 (profondità da -5.0 a -10.0 m)**



**Cassetta carote n°3 (profondità da -10.0 a -15.0 m)**



**Cassetta carote n°4 (profondità da -15.0 a -20.0 m)**

Nel corso del carotaggio sono stati prelevati n°2 campioni da sottoporre a prove di laboratorio di laboratorio geotecnico certificato come descritto nel paragrafo seguente.

## 4.2.1 Prove di laboratorio

Nel corso del carotaggio sono stati prelevati n°2 campioni di terreno sui quali sono state effettuate analisi da laboratorio geotecnico certificato (GEODE – Rimini) e precisamente. CAMPIONE 1 (Da -3.0 m a -3.7 m).



### LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	COMMODO & PARTNERS LTD	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA CIRC. MERIDIONALE	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI	PROFONDITA' da m	3,00
RIF.	G20-175	a m	3,70
Data ricevimento campione	11.12.2020	Verbale accettazione	433/20
Data certificati	29.12.2020	Certificati	

### SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	31,66	%	Limite di liquidità	LL	25,50	%
Peso di volume umido	y	2,01	g/cm <sup>3</sup>	Limite di plasticità	LP	21,4	%
Peso di volume secco	yd	1,53	g/cm <sup>3</sup>	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm <sup>3</sup>	Indice liquido	IL	2,5	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	4,1	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	-1,50	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	oc		KPa
Ghiaia	G		%	Deformazione a rottura	ev		%
Sabbia	S	46,70	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%	Pocket penetrometer	PP	10	30
Limo	L	42,2	%	Vane Test	VT		10
Argilla	A	11,1	%				
Coeff. di uniformità	U	44,4					
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	φ'	33,0	°	Coesione efficace	c'	13,2
Test CD <sub>cv</sub>	Angolo di attrito	φ' <sub>cv</sub>		°	Coesione a vol. costante	C <sub>cv</sub>	
Test CR	Angolo di attrito	φ <sub>r</sub>		°	Coesione residua	c <sub>r</sub>	
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	φ'		°	Coesione efficace	c'	KPa
Test CU	Angolo di attrito	φ <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	c <sub>cu</sub>	KPa
Test CR	Angolo di attrito	φ <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	c <sub>uu</sub>	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed	1,8	Mpa	Grado di carico	σ	98	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv	0,014	cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv	0,56	mg/KN				
Coeff. di permeabilità	K	8E-09	m/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note: Rigonfiamento libero in cella edometrica: 9 micron.

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni





CAMPIONE 2 (Da -6.0 m a -6.7 m)



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000126 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Verbale accettazione	434/20
Data certificati	29.12.2020	Certificati	

**SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE**

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>27,76</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>48,50</b>	%
Peso di volume umido	γ	<b>1,90</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di plasticità	LP	<b>25,5</b>	%
Peso di volume secco	γ <sub>d</sub>	<b>1,48</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm <sup>3</sup>	Indice liquido	IL	<b>0,1</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>23,0</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	<b>0,90</b>	
Umidità di saturazione	W <sub>sat</sub>		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	S <sub>r</sub>		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	V <sub>b</sub>			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	oc		KPa
Ghiaia	G		%	Deformazione a rottura	ev		%
Sabbia	S	<b>8,90</b>	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%		da	a	
Limo	L	<b>52,6</b>	%	Pocket penetrometer	PP	<b>90</b>	<b>160</b> KPa
Argilla	A	<b>38,5</b>	%	Vane Test	VT	<b>40</b>	<b>70</b> KPa
Coeff. di uniformità	U						
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	φ'	<b>20,4</b>	°	Coesione efficace	c'	<b>22,3</b> KPa
Test CD <sub>cv</sub>	Angolo di attrito	φ' <sub>cv</sub>		°	Coesione a vol. costante	C <sub>cv</sub>	KPa
Test CR	Angolo di attrito	φ <sub>r</sub>		°	Coesione residua	c <sub>r</sub>	KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	φ'		°	Coesione efficace	c'	KPa
Test CU	Angolo di attrito	φ <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	c <sub>cu</sub>	KPa
Test CR	Angolo di attrito	φ <sub>uu</sub>		°	Coesione non drenata	c <sub>uu</sub>	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	E <sub>d</sub>	<b>2,7</b>	Mpa	Gradino di carico	σ	<b>196</b>	KPa
Coeff. di consolidazione	C <sub>v</sub>	<b>0,00019</b>	cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	C <sub>s</sub>		
Coeff. di compress. edom.	M <sub>v</sub>	<b>0,37</b>	mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K	<b>7E-11</b>	m/sec	Coeff. di cons. second.	C <sub>a</sub>		%

Note: Rigonfiamento libero in cella edometrica: 60 micron.



### 4.3 Schema litotecnico: parametri geotecnici medi e caratteristici

La stratigrafia che segue è stata compilata attraverso l'elaborazione dei dati ricavati con le indagini geognostiche sul terreno e relative prove di laboratorio sui due campioni prelevati nel corso dei sondaggi, il tutto integrato con informazioni desumibili dalle fonti bibliografiche. Dai parametri nominali si può pervenire alla definizione dei *parametri geotecnici medi*. Da questi si ricavano i *parametri geotecnici caratteristici* dei singoli orizzonti riscontrati.

La compilazione della presente stratigrafia si basa sull'assunto che, nel caso si abbia compensazione spaziale (volume interessato dallo stato limite elevato) o compensazione strutturale (fondazioni rigide), il parametro caratteristico ricercato può ritenersi coincidente con il valore medio corrispondente dedotto dalle indagini.

#### Dal p.c. a -1.0/2.0 m

**Orizzonte litotecnico R: asfalto e/o riporto superficiale addensato e sovraconsolidato (asciutto)**

#### Da -1.0/2.0 m a -6.0 m (\*)

<b>Orizzonte litotecnico La: limi argillosi da ocra a grigi; molli</b>						
TIPOLOGIA PARAMETRI	PARAMETRI MEDI			PARAMETRI CARATTERISTICI		
Peso di volume naturale	$\gamma$	19.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	19.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume immerso	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	21.1	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$	21.0	kN/m <sup>3</sup>
Coesione non drenata	$c_{um}$	35	kPa	$c_{uk}$	35	kPa
Coesione drenata	$c'_m$	20	kPa	$c'_k$	20	kPa
Angolo d'attrito non drenato	$\varphi_{um}$	0	gradi	$\varphi_{uk}$	0	gradi
Angolo d'attrito drenato	$\varphi'_m$	20	gradi	$\varphi'_k$	20	gradi
Modulo edometrico	$E_{dm}$	4200	kPa	$E_{dk}$	4200	kPa
Coeff. Poisson non drenato	$\mu_m$	0.5	adimens.	$\mu_k$	0.5	adimens.
Modulo elastico non drenato	$E_m$	2100	kPa	$\mu_k$	2100	kPa
Coefficiente di Poisson drenato	$\mu_{m'}$	0.2	adimens.	$\mu_{k'}$	0.2	adimens.
Modulo elastico drenato	$E_{m'}$	3700	kPa	$\mu_{k'}$	3700	kPa

#### (\*) Da -3.0 m a -6.0 m (locale presenza nel solo carotaggio assente nelle CPT)

<b>Si/Ls: Sabbie limose e limi sabbioso-argillosi saturi (verosimilmente riconducibile a colmata di vecchia vasca rimossa o paleo-fossa)</b>						
TIPOLOGIA PARAMETRI	PARAMETRI MEDI			PARAMETRI CARATTERISTICI		
Peso di volume naturale	$\gamma$	20.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	20.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume immerso	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	22.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$	22.0	kN/m <sup>3</sup>
Coesione non drenata	$c_{um}$	-	kPa	$c_{uk}$	-	kPa
Coesione drenata	$c'_m$	13	kPa	$c'_k$	13	kPa
Angolo d'attrito non drenato	$\varphi_{um}$	0	gradi	$\varphi_{uk}$	0	gradi
Angolo d'attrito drenato	$\varphi'_m$	33	gradi	$\varphi'_k$	33	gradi
Modulo edometrico	$E_{dm}$	-	kPa	$E_{dk}$	-	kPa
Coefficiente di Poisson drenato	$\mu_{m'}$	0.2	adimens.	$\mu_{k'}$	0.2	adimens.
Modulo elastico drenato	$E_{m'}$	-	kPa	$\mu_{k'}$	-	kPa

**Da -6.0 m a -15.5/16.0 m**

<b>Orizzonte litotecnico L<sub>a</sub>/A<sub>l</sub> Limi argillosi e argille limose di colore grigio; da molli a plastici/plastiche</b>						
<b>TIPOLOGIA PARAMETRI</b>	<b>PARAMETRI MEDI</b>			<b>PARAMETRI CARATTERISTICI</b>		
Peso di volume naturale	$\gamma$	19.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	19.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume immerso	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	21.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$	21.0	kN/m <sup>3</sup>
Coesione non drenata	$c_{um}$	50	kPa	$c_{uk}$	50	kPa
Coesione drenata	$c'_m$	22	kPa	$c'_k$	22	kPa
Angolo d'attrito non drenato	$\varphi_{um}$	0	gradi	$\varphi_{uk}$	0	gradi
Angolo d'attrito drenato	$\varphi'_m$	21	gradi	$\varphi'_k$	21	gradi
Modulo edometrico	$E_{dm}$	5000	kPa	$E_{dk}$	5000	kPa
Coeff. Poisson non drenato	$\mu_m$	0.5	adimens.	$\mu_k$	0.5	adimens
Modulo elastico non drenato	$E_m$	2500	kPa	$\mu_k$	2500	kPa
Coefficiente di Poisson drenato	$\mu_{m'}$	0.2	adimens.	$\mu_{k'}$	0.2	adimens.
Modulo elastico drenato	$E_{m'}$	4500	kPa	$\mu_{k'}$	4500	kPa

**Da -15.5/16.0 m a -20.0 m**

<b>Orizzonte litotecnico A<sub>l</sub>: argille e argille limose grigie; consistenti</b>						
<b>TIPOLOGIA PARAMETRI</b>	<b>PARAMETRI MEDI</b>			<b>PARAMETRI CARATTERISTICI</b>		
Peso di volume naturale	$\gamma$	19.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$	19.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume immerso	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$	10.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	21.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$	21.0	kN/m <sup>3</sup>
Coesione non drenata	$c_{um}$	80	kPa	$c_{uk}$	80	kPa
Coesione drenata	$c'_m$	23	kPa	$c'_k$	23	kPa
Angolo d'attrito non drenato	$\varphi_{um}$	0	gradi	$\varphi_{uk}$	0	gradi
Angolo d'attrito drenato	$\varphi'_m$	24	gradi	$\varphi'_k$	24	gradi
Modulo edometrico	$E_{dm}$	6350	kPa	$E_{dk}$	6350	kPa
Coeff. Poisson non drenato	$\mu_m$	0.5	adimens.	$\mu_k$	0.5	adimens
Modulo elastico non drenato	$E_m$	3175	kPa	$\mu_k$	3175	kPa
Coefficiente di Poisson drenato	$\mu_{m'}$	0.2	adimens.	$\mu_{k'}$	0.2	adimens.
Modulo elastico drenato	$E_{m'}$	5715	kPa	$\mu_{k'}$	5715	kPa

## 5) SISMICA

### 5.1 Cenni sulla sismicità storica e classificazione sismica

Nel 1999 i diversi gruppi di ricerca che hanno operato negli ultimi venti anni nel settore della sismologia storica e della macrosismica, riconducibili in gran parte ai tre maggiori enti (GNDT, ING e SSN) hanno realizzato un "Catalogo Parametrico Unificato" dei Terremoti Italiani (CPTI), che rappresenta un primo prodotto comune di riferimento per le stime di rischio sismico. Tale catalogo, pur essendo un prodotto preliminare, successivamente affiancato da una versione più aggiornate, rappresenta attualmente un riferimento obbligato per le analisi di pericolosità e per le stime di rischio, pur non cancellando le elaborazioni precedenti.

Restringendo il campo alla sola Regione Emilia-Romagna, si riporta la carta della distribuzione dei terremoti per classe di magnitudo (Fig. 22).

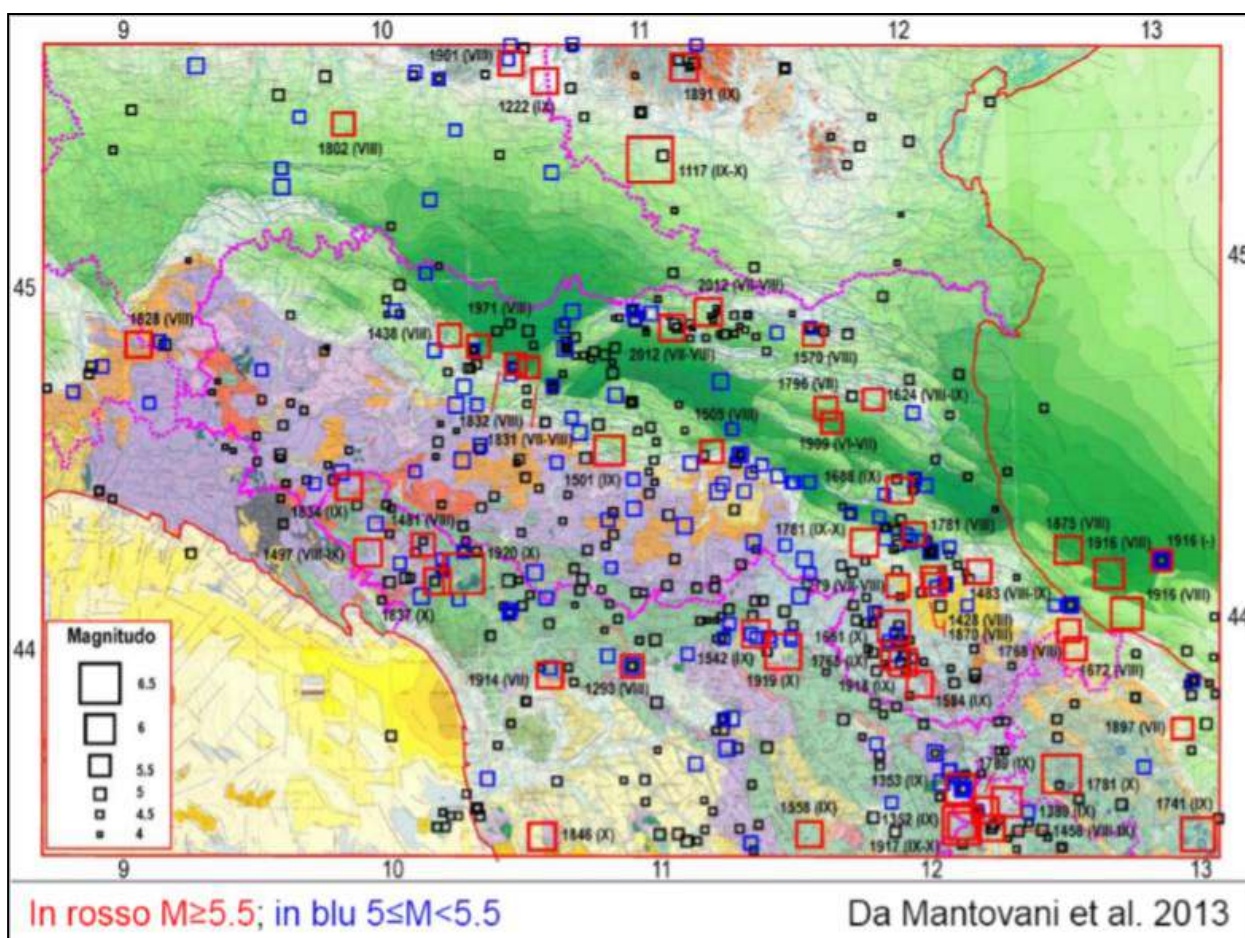


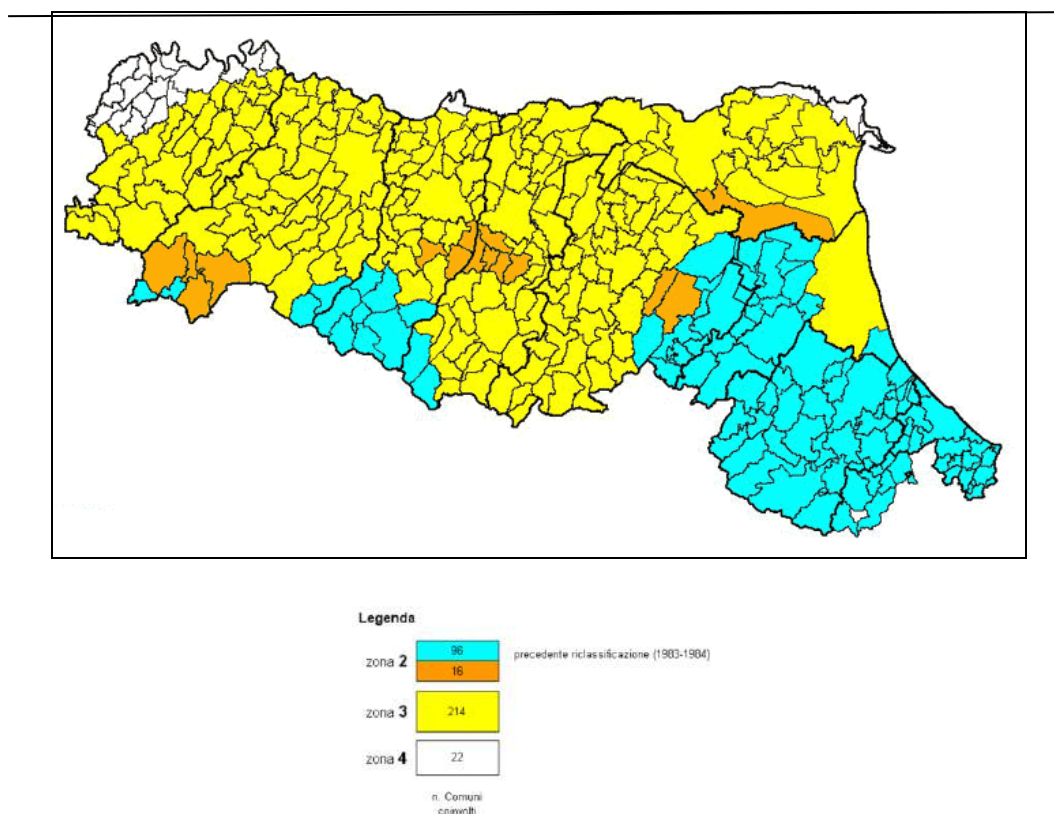
Fig. 22 Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di Magnitudo (Mantovani e Al. 2013)

In base alla vigente Classificazione Sismica Nazionale, il territorio italiano è suddiviso in quattro zone (o categorie) contraddistinte da differenti valori di PGA (accelerazione orizzontale).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15 – 0.25
3	0.05 – 0.15
4	<0.05

*Valori di PGA per le varie Zone Sismiche*

Per quanto riguarda la Regione Emilia-Romagna è stata ricostruita la seguente carta di macrozonazione sismica, basata su confini amministrativi comunali (Fig. 23).



**Fig. 23 Carta macrozonazione sismica Regione Emilia Romagna (Ordinanza PCM n. 3274/2003)**

Nello specifico il territorio di comunale di Rimini è classificato “Zona 2” sulla base della distribuzione di un certo numero di eventi sismici storicamente accertati e riportati nella tabella che segue estrapolata dal sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Fig. 24).

Anno	Mese	Giorno	AE	Io	Mw
1672	04	14	Riminese	8	5,60
1786	12	25	Riminese	8	5,67
1875	03	17	Romagna sud-orientale	8	5,74
1916	05	17	Alto Adriatico	8	5,85
1916	08	16	Alto Adriatico	8	5,92
1308	01	25	Rimini	7-8	5,37
1472			Rimini	7	5,17
1483	08	11	Romagna meridionale	8	5,67
1625	12	05	Rimini	6	4,83
1911	03	26	Rimini	6	5,18
1473	02	02	Rimini	6	4,83
1591	07	10	Forlì	6-7	5,24

Fig. 24 Set di intensità macrosismiche d'interesse per Rimini provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  (Fonte sito INGV)

Sulla base di criteri tettonici, nel territorio nazionale sono state identificate 87 aree tettonicamente omogenee (Scandone et Al., 1990). In seguito sono state selezionate le aree (zone sorgenti ZS) in grado di fornire singolarmente un valore di PGA al sito superiore a 15 gals.

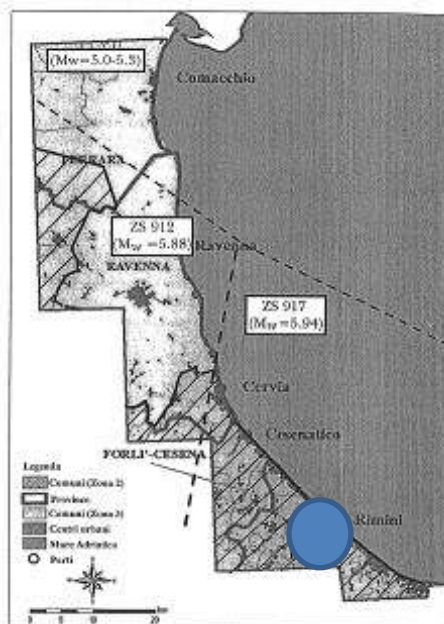


Fig. 25- Zone sorgenti e magnitudo Mw

La zona specifica ricade in ambito della ZS 917 ( $M_w = 5.94$ ) e pertanto si può fare riferimento ad un valore di magnitudo  $M_w \approx 6$ .

## 5.2 Studio della pericolosità del sito

Con le NTC vigenti l'azione sismica sulle costruzioni è valutata dalla pericolosità sismica di base, in condizioni ideali di campo libero (senza costruzioni), su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

Contrariamente a quanto avveniva in passato, non si fa più riferimento a zone sismiche coincidenti con entità amministrative (vedi capitolo precedente) descritte da forma spettrale e periodo di riferimento univoci, bensì ad un singolo sito relativo ad una specifica costruzione.

La pericolosità sismica di base è attualmente fornita, su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è corretta per tenere conto dell'influenza delle condizioni litostratigrafiche locali del sottosuolo (categoria del sottosuolo) e delle condizioni morfologiche locali (categoria topografica), fattori che identificano la risposta sismica locale.

Questo nuovo approccio consente di adottare, nelle verifiche delle costruzioni, valori meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata.

### 5.2.1 Definizione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione

Le NTC 2018 sono state pubblicate in Gazzetta Ufficiale il 20 Febbraio 2018 e sono entrate in vigore il 21 Marzo 2018.

Con le suddette sono state riviste le categorie di sottosuolo previste dalle precedenti NTC 2008 riconducendole alle seguenti tipologie:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>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.</i>

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

La definizione della “velocità equivalente” delle onde di taglio nel sottosuolo di spessore H ( $V_{sH}$ ) è definita da:

$$V_{sH} = [H/\sum(h_i/V_{si})]$$

In cui:

H = profondità del substrato sismico caratterizzato da  $V_s > 800$  m/sec

$h_i$  = spessore (in metri) dello strato i-esimo (se  $H \geq 30$ m si assume  $H = 30$ )

$V_{si}$  = velocità onde di taglio (m/sec) nello strato i-esimo (se  $H \geq 30$ m si assume  $H = 30$ )

In base alle indagini geofisiche effettuate nel sito specifico (Fig. 26) e precisamente sull'analisi congiunta di una prova MASW e di una prova HVSR, si può affermare che il sottosuolo dell'area rientra essenzialmente nella CATEGORIA C.



Fig. 26 Ubicazione indagini geofisiche: MASW e HVSR



### Indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi) che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (Fig. 27) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



Fig. 27 Stendimento geofoni sul piazzale dell'area Ex Fox e centralina di acquisizione

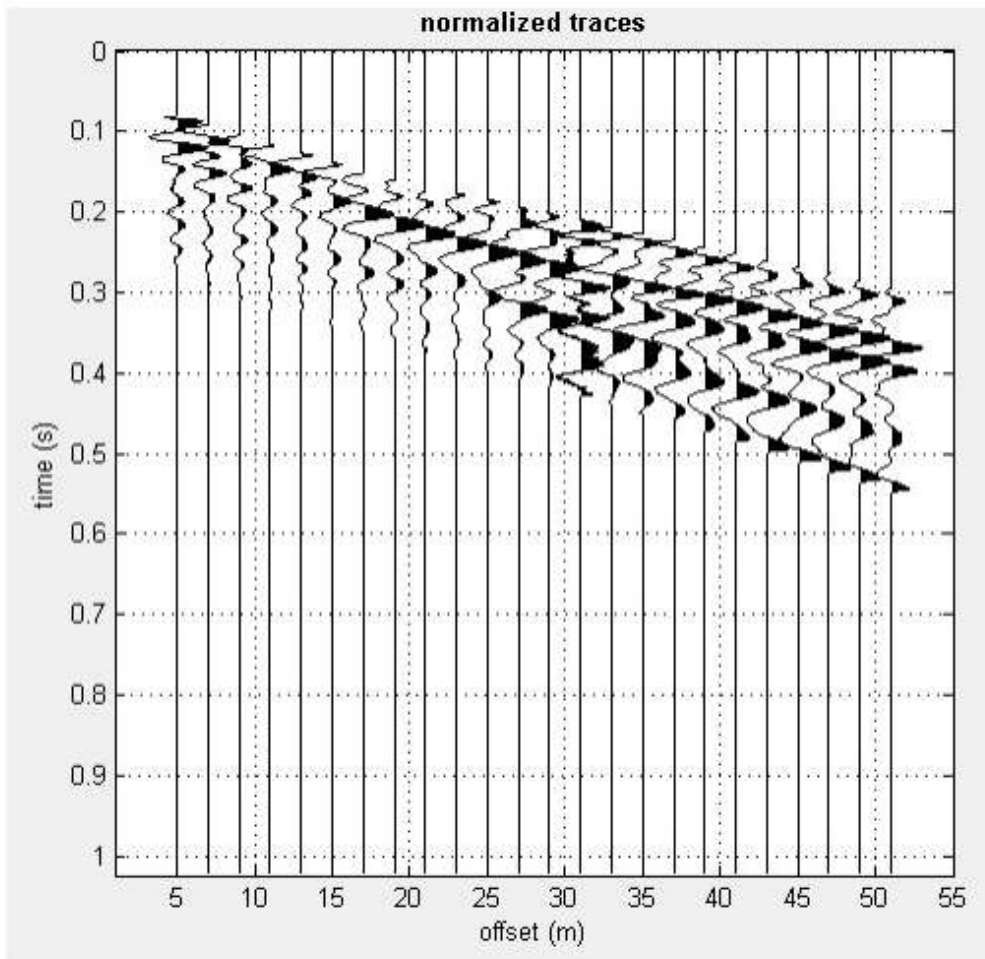


Fig. 28 Grafico di acquisizione delle onde nella prova MASW

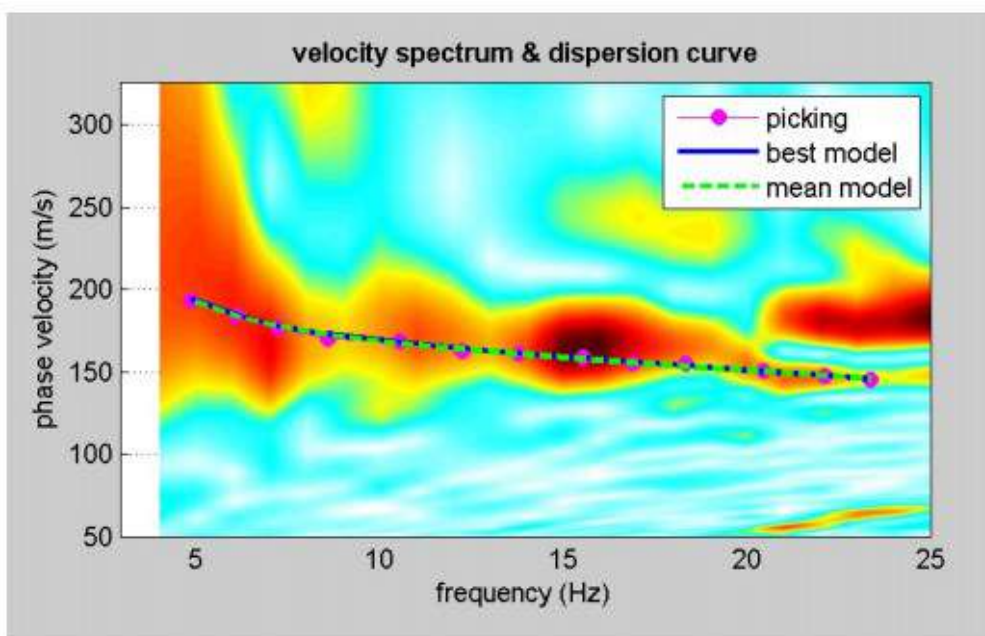
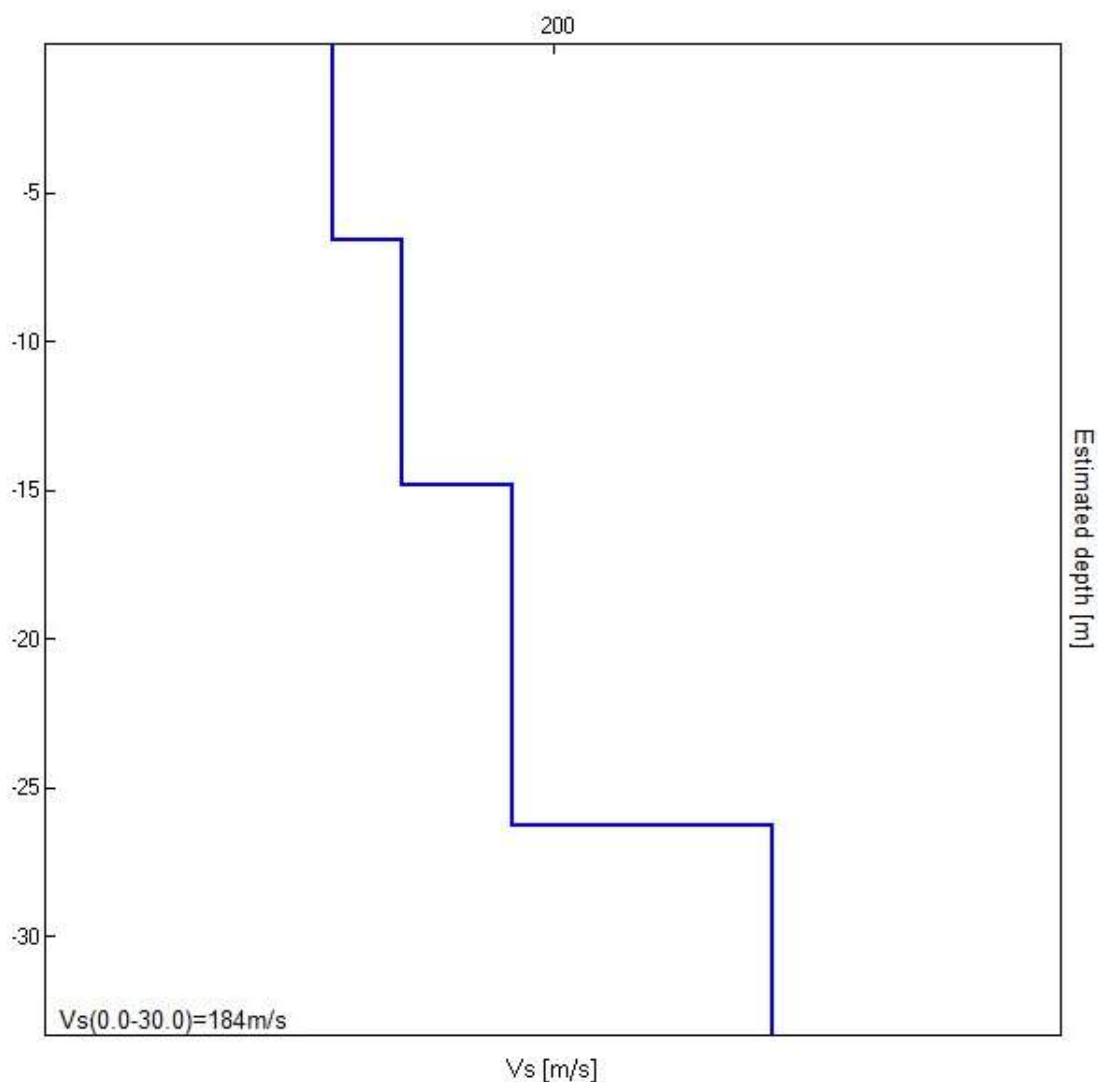


Fig. 29 Picking della curva di dispersione MASW

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
6.60	6.60	162
14.80	8.20	174
26.30	11.50	193
inf.	inf.	238

Vs(0.0-30.0)=184m/s



Profondità di calcolo	Vs30 m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	184	C
1,00-31,00mt.	186	C
2,00-32,00mt.	189	C
→ 3,00-33,00mt.	191	C
4,00-34,00mt.	193	C

Fig. 30 Calcolo di Vs (da prova MASW)

### Indagine HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

L'indagine HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), detta anche tecnica H/V (rapporto tra le componenti spettrali verticali ed orizzontali), è una tecnica non invasiva, molto rapida e può essere applicata in qualunque zona del cantiere in quanto non necessita di una perforazione, né di stendimenti o cavi.

Tale tecnica è stata utilizzata per la prima volta da Nagoshi e Igarashi (1970) e poi diffusa e migliorata da Nakamura (1989).

L'indagine HVSR è considerata una tecnica sismica passiva perché sfrutta il rumore ambientale, quindi non necessita di un sistema di energizzazione. Il rumore generato consiste per lo più da onde superficiali, ovvero onde di Rayleigh e onde di Love prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali.

Il registratore (Fig. 31) è composto da una terna di velocimetri, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore. Lo strumento è stato posizionato correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul terreno; inizia l'acquisizione dei microtremori: i modi di vibrare del terreno vengono amplificati, convertiti in forma digitale, organizzati e salvati su una memoria digitale. Successivamente i dati vengono trasferiti nel PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, vengono analizzati ed elaborati come mostrato in seguito.

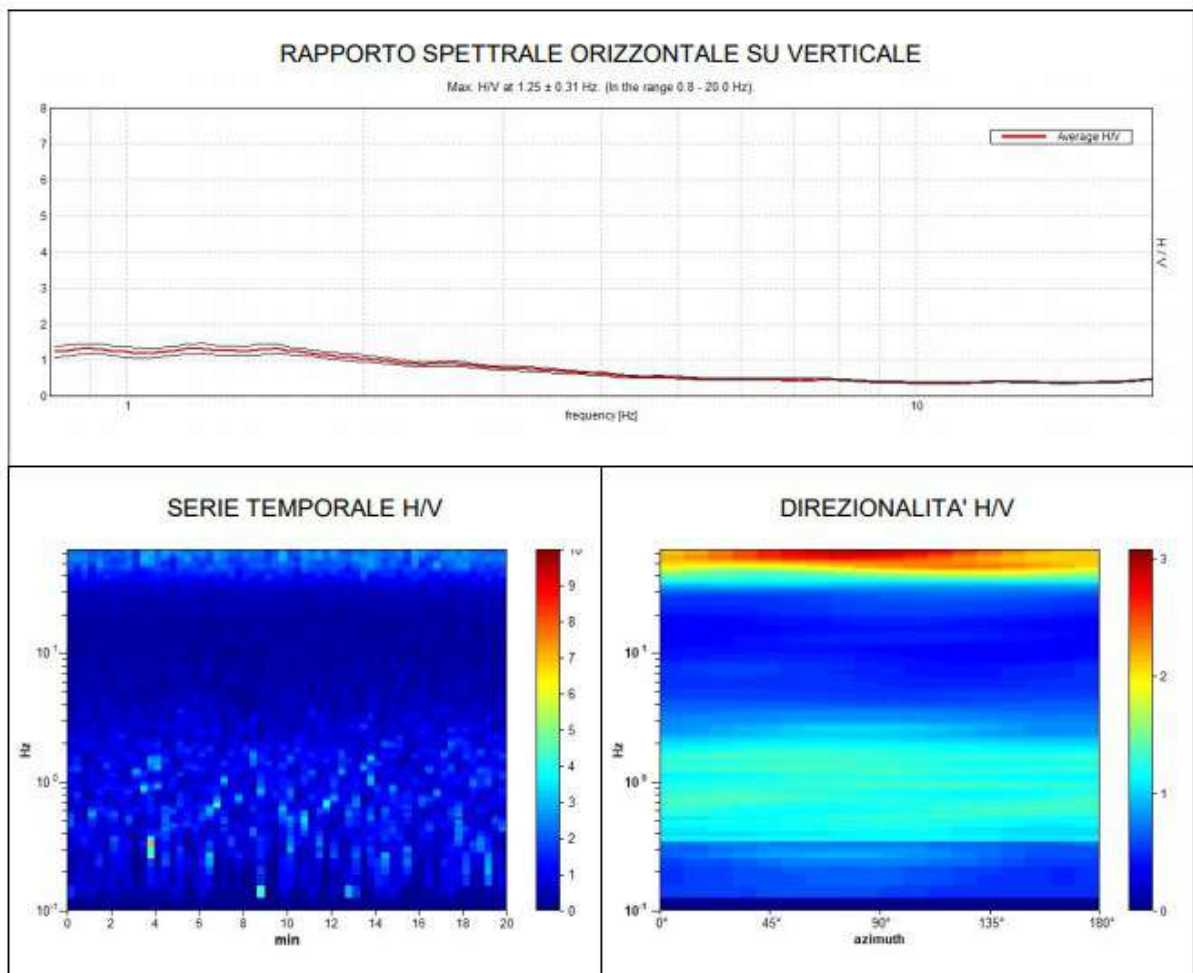


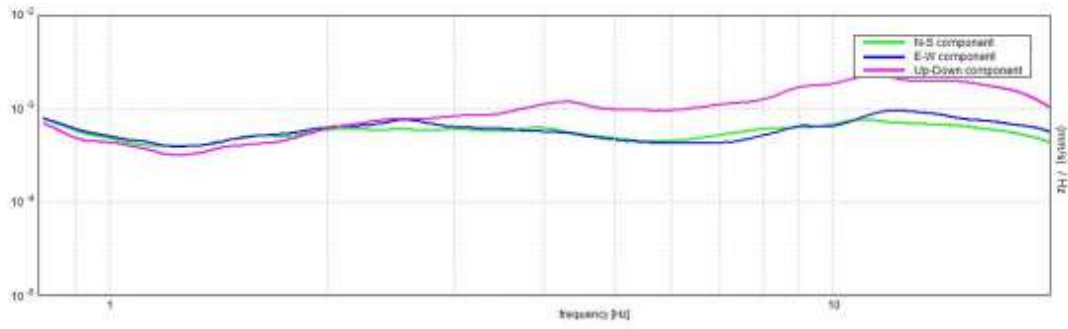
**Fig. 31 Registratore sismico impiegato nella prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectra Ratio)**

### RIMINI VIA CIRC. MERIDIONALE

Inizio registrazione: 01/12/20 10:14:26 Fine registrazione: 01/12/20 10:34:27  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
Dato GPS: 44.055484 - 12.569104

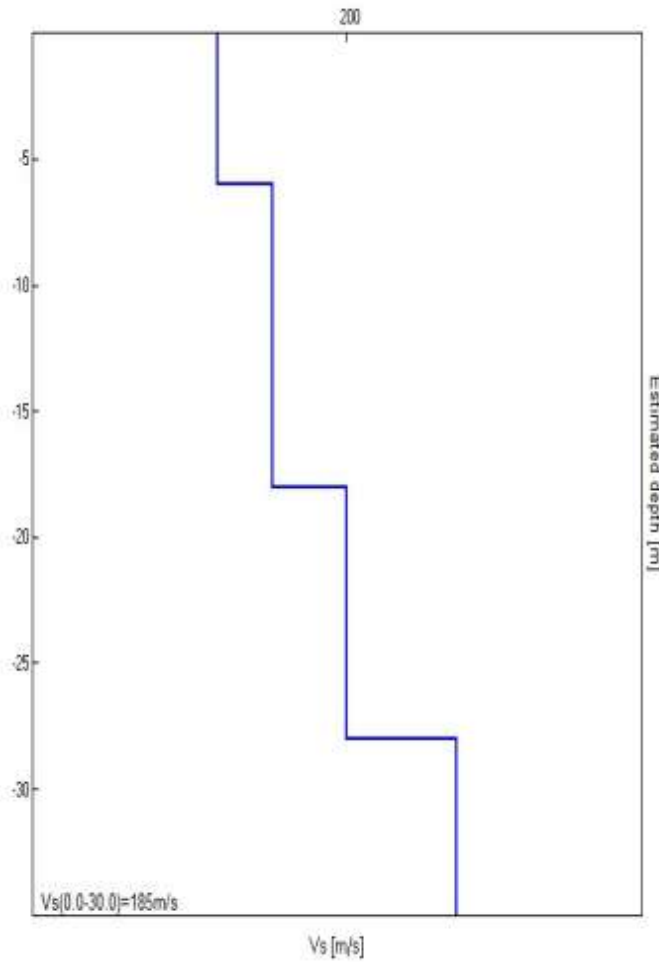
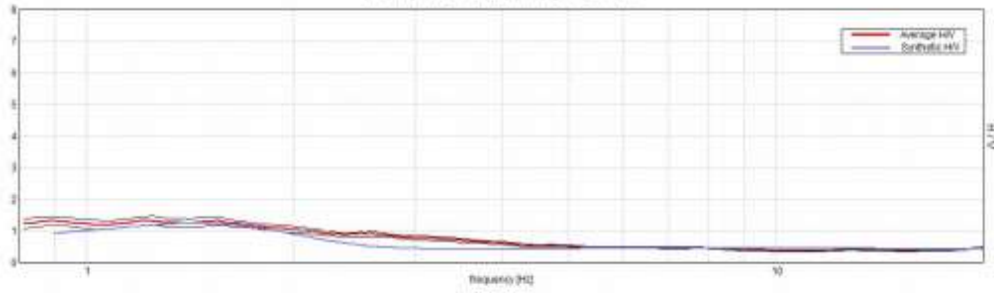
Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%





H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 1.25 ± 0.31 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz)



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
6.00	6.00	165
18.00	12.00	180
28.00	10.00	200
inf.	inf.	230

Vs(0.0-30.0)=185m/s

Picco H/V a  $1.25 \pm 0.31$  Hz (nell'intervallo 0.8 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1500.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.082 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.33 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04612  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.10764 < 0.125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1468 < 1.78	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## 5.2.2 Vita nominale dell'opera

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella seguente.

Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

### *Tabella per il calcolo della vita nominale*

Trattandosi di una costruzione ordinaria, l'intervento in oggetto ricade nelle tipologie costruttive riportate al punto 2 della precedente tabella, corrispondente ad una vita nominale  $V_N \geq 50$  anni.

## 5.2.3 Classe d'uso

In presenza di Azioni Sismiche, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito sinteticamente riportata:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 novembre 2001 n.6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

### *Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso*

Nel caso specifico è plausibile l'utilizzo di una classe d'uso III corrispondente ad un coefficiente d'uso  $C_U = 1,5$ .



#### 5.2.4 - Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti si ottiene il periodo di riferimento minimo della costruzione che è dato da:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{ anni}$$

#### 5.2.5 Parametri sismici corrispondenti ai vari stati limite

Gli stati limite di esercizio sono:

**-Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

**-Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

**-Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

**-Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

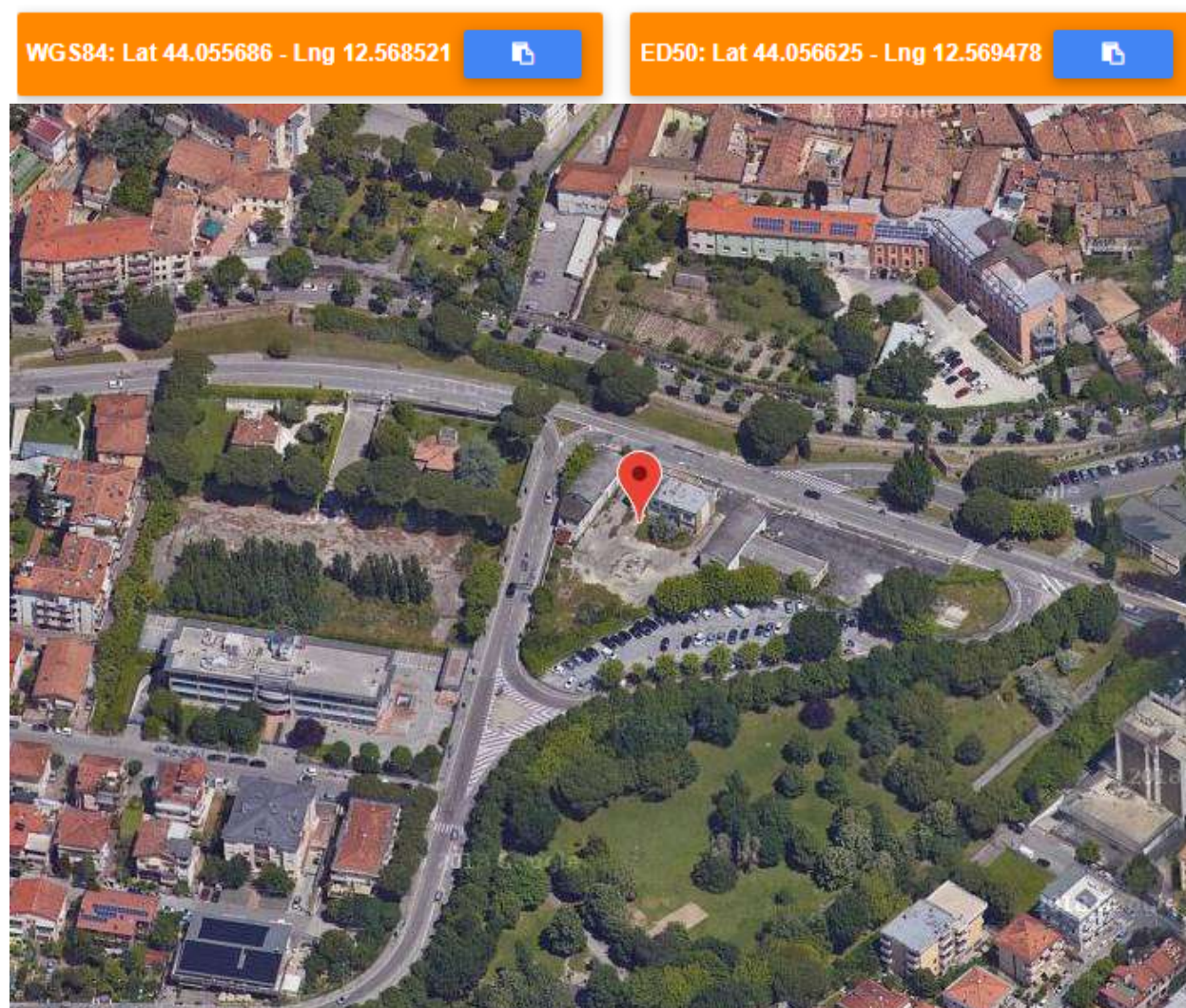
Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

### **Probabilità di superamento Pvr al variare dello stato limite considerato**

Mediante l'ausilio del software "Geostru" è stato ricavato il valore di accelerazione massima al piano di posa delle fondazioni nei vari stati limite:



### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75anni  
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):  
Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,061 g  
Fo: 2,501  
Tc\*: 0,276 [s]

Danno (SLD):  
Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,078 g  
Fo: 2,529  
Tc\*: 0,281 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):  
Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0,212 g  
Fo: 2,507  
Tc\*: 0,304 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):  
Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1462 [anni]  
ag: 0,277 g  
Fo: 2,503  
Tc\*: 0,316 [s]

### Coefficienti sismici

SLO:	Ss: 1,500	SLV:	Ss: 1,380
	Cc: 1,610		Cc: 1,560
	St: 1,000		St: 1,000
	Kh: 0,018		Kh: 0,082
	Kv: 0,009		Kv: 0,041
	Amax: 0,900		Amax: 2,876
	Beta: 0,200		Beta: 0,280
SLD:	Ss: 1,500	SLC:	Ss: 1,280
	Cc: 1,600		Cc: 1,540
	St: 1,000		St: 1,000
	Kh: 0,024		Kh: 0,099
	Kv: 0,012		Kv: 0,050
	Amax: 1,154		Amax: 3,473
	Beta: 0,200		Beta: 0,280

### 5.3 Liquefazione

Con il termine “liquefazione” s’intende la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche (es. sisma), in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa.

Sulla base di un’estesa osservazione delle caratteristiche dei depositi che sono stati sede di fenomeni di liquefazione, vari autori hanno ricavato delle correlazioni tra parametri geotecnici e parametri sismici che, o in forma d’equazioni o di carte, permettono di confrontare un profilo ottenuto elaborando i dati penetrometrici con un analogo profilo di valori da ritenersi critici per la sismicità.

E’ noto che i terreni suscettibili di liquefazione sono quelli in cui la resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito fra le particelle, in particolare i terreni incoerenti saturi, prevalentemente costituiti da sabbie e sabbie-limose sciolte/fini. Nell’ambito di queste litologie, i parametri che condizionano la liquefazione sono: composizione e uniformità granulometrica, grado d’addensamento, stato tensionale e di consolidazione, presenza di falda.

La verifica alla liquefazione, di norma, può essere omessa qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5
- Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.1g
- Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
  - frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$
  - $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 20$
  - $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 25$ .
- Distribuzione granulometrica in cui le sabbie sono associate ad alte percentuali di sedimenti fini e/o grossolani.
- Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna

Per i terreni investigati la verifica può essere omessa in quanto trattasi essenzialmente di terreni limoso-argillosi non suscettibili al fenomeno (sedimenti fini con FC, superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ).

## **6) ORIENTAMENTI GEOTECNICI: SCAVI E FONDAZIONI**

Come accennato in premessa, il progetto di cui trattasi prevede la realizzazione di un piano interrato. Poichè la profondità di scavo risulterà dell'ordine di 3.5/3.7 m circa, considerate anche le ridotte distanze delle pareti di sterro dai confini, occorrerà prevedere l'impiego d'opere di contenimento di queste ultime.

Nella fattispecie, in accordo con la scelta dello strutturista, si prevede la realizzazione di setti-paratia in c.a. armato, gettati in opera uno di seguito all'altro fino ad coprire l'intero perimetro del vano interrato e ottenendo così un vero e proprio diaframma. Si raccomanda una particolare cura nella realizzazione dei singoli setti, in particolare per quanto concerne l'impermeabilizzazione lungo le linee di giunzione tra gli stessi. L'altezza delle paratie sarà almeno pari al doppio dell'altezza massima di scavo, più un eventuale incremento di circa il 10-12%. In quest'ottica si stima un'altezza totale del diaframma di circa 7.0/8.0 m.

Completato il diaframma, a maturazione del cemento avvenuta, si potrà procedere all'escavazione del terreno all'interno del perimetro, fino a raggiungere la quota di sedime prevista per le fondazioni.

In questa fase la paratia lavorerà "a mensola": sarà soggetta alla spinta attiva dei terreni retrostanti e alla resistenza passiva dei terreni a valle della parte incastrata. Al fine di non incrementare le spinte attive, si avrà cura di non sovraccaricare il ciglio delle scarpate con lo stoccaggio di materiale ad uso cantieristico o simile. Questa condizione permarrà fino alla realizzazione della copertura dell'interrato stesso che, vincolando in testa il diaframma, instaurerà una condizione di spinta a riposo sul medesimo.

In previsione dell'intercetta del livello di falda durante lo scavo, occorrerà prevedere un idoneo sistema d'aggottamento dell'acqua. Nel caso specifico, data la presenza di terreni caratterizzati da un elevato tenore di fini, si sconsiglia l'impiego di "well-points"; al contrario potrà essere impiegato un apparato di emungimento forzato costituito da alcune elettropompe calate in pozzetti realizzati a fondo scavo.

All'atto dell'indagine geognostica, la falda freatica risultava attestata ad una profondità di circa -2.0 m dal piano piazzale attualmente esistente; il livello registrato non è da intendersi in senso assoluto poiché può subire oscillazioni stagionali connesse all'intensità e alla frequenza degli eventi meteorici, tuttavia può verosimilmente essere considerato come rappresentativo di quello medio, tipico della zona.

Le caratteristiche geotecniche del terreno sono compatibili con l'impiego di fondazioni dirette. La scelta progettuale di realizzare un piano interrato (parcheggio), impone l'utilizzo di una struttura "scatolare" debitamente impermeabilizzata, fondata su una platea nervata.

Si consiglia, a fini cautelativi, di considerare una sottospinta idrostatica sulla soletta di fondazione considerando un livello di falda corrispondente al valore massimo di ricarica freatica in condizioni critiche temporanee, stimabile sull'ordine di -1.0 m dal piano cortile attuale.

Per ciò che concerne le fondazioni, le NTC 2018 impongono verifiche di sicurezza, sia allo stato limite ultimo (SLU), sia allo stato limite d'esercizio (SLE); nel primo rientra la verifica alla rottura generale. Nel secondo rientra la verifica dei cedimenti.

Secondo le norme vigenti, affinché una fondazione possa resistere al carico di progetto nei riguardi della rottura generale, deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (Stato Limite Ultimo):

$$R_d \geq E_d$$

Con:

$R_d$  valore di progetto della resistenza del terreno allo stato limite ultimo (SLU)

$E_d$  valore di progetto delle azioni allo stato limite ultimo (SLU).

La verifica della suddetta disequazione può essere effettuata utilizzando coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni, per i parametri geotecnici e per le resistenze. Le NTC 2018 prevedono l'impiego dell'Approccio 2 - Combinazione (A1+M1+R3).

Nelle tabelle che seguono si riportano i coefficienti parziali relativi alle azioni e ai parametri geotecnici, nonché i coefficienti parziali da applicarsi per la verifica della reazione del terreno (le azioni deriveranno da calcolo strutturale e le reazioni dalla relazione geotecnica sulle fondazioni e quindi non sono contemplati nel presente lavoro).

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Prescindendo dalle valutazioni sulla portanza e sui cedimenti, per le quali si rimanda alla relazione geotecnica sulle fondazioni approntata dalla strutturista sulla base del quadro stratigrafico/geotecnico ricostruito nella presente relazione geologica, in questa sede si può sicuramente affermare che:

- L'asportazione di terreno connessa alla realizzazione dell'interrato determinerà un "alleggerimento litostatico" che dovrà essere sottratto dalla pressione lorda trasmessa dalla nuova struttura in progetto, con conseguente compensazione dei carichi (pressione netta = pressione lorda – alleggerimento litostatico).
- Al di sotto dei fabbricati presenti, per i quali è prevista la demolizione, il terreno ha già esaurito il processo di consolidazione sotto l'azione dei carichi agenti a tutt'oggi.
- L'assestamento della platea di fondazione, nella zona di ancoraggio con il diaframma perimetrale, sarà inibito; in effetti quest'ultimo si comporterà come una sorta di fondazione profonda, trasferendo parte dei carichi gravanti sulla platea.

## 6) CONCLUSIONI

Con riferimento a quanto riportato in relazione, si possono sintetizzare i seguenti punti:

- L'area di studio è ubicata in zona pianeggiante costituita da depositi alluvionali di pianura generati ad opera del torrente Ausa. L'indagine ha evidenziato la presenza di terreni a prevalente componente fine argilloso-siltosa riconducibili al Quaternario continentale.
- La falda freatica, all'atto delle indagini, risultava attestata ad una profondità di circa -2.0 m dal piano piazzale esistente. Il suddetto livello freatico può subire oscillazioni stagionali in funzione delle precipitazioni. Per quanto concerne gli ambiti di pericolosità idraulica e vulnerabilità idrogeologica, individuati nella cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), si precisa che l'area non ricade all'interno di perimetrazione alcuna.
- Per quanto riguarda la carta di variante PAI 2016 risulta che l'area ricade in ambito di "alluvioni frequenti", la cartografia relativa alla variante al piano di gestione rischio alluvioni PGRA conferma (reticolo secondario di pianura).
- Ai sensi della vigente Classificazione Sismica Nazionale (ordinanza PCM 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni), il territorio comunale è classificato "Zona 2". L'analisi geofisica di riferimento (HVSr+MASW) ha permesso di ascrivere il sottosuolo alla "Categoria C".
- I terreni investigati possono essere ritenuti non liquefacibili in concomitanza di evento sismico in quanto trattasi essenzialmente di terreni limoso-argillosi non suscettibili al fenomeno (sedimenti fini con FC, superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ).
- Per quanto concerne la valutazione dell'azione sismica di progetto, poiché le proprietà dei terreni sono riconducibili ad una delle categorie di sottosuolo riportate in Tab. 3.2.II. delle NTC 2018 (Categoria C) e considerando altresì l'esclusione della possibilità di liquefazione, rientriamo nella casistica compatibile con l'adozione di un approccio di tipo semplificato. Ovviamente ciò non toglie che per altri motivi, che prescindono da quello puramente legato alle caratteristiche del terreno, possa essere effettuata un'analisi più rigorosa (Risposta Sismica Locale RSL).



- Per il sostegno delle pareti di scavo si prevede l'utilizzo di un diaframma in c.a. disposto lungo il perimetro delimitante il piano interrato. Si raccomanda una particolare cura nella realizzazione dei singoli setti-diaframma, in particolare per quanto concerne l'impermeabilizzazione lungo le linee di giunzione tra gli stessi.
- Le caratteristiche geotecniche del terreno sono compatibili con l'impiego di fondazioni dirette. La scelta progettuale di realizzare un piano interrato sotto falda, impone l'utilizzo di una struttura "scatolare" debitamente impermeabilizzata, fondata su una platea nervata.
- Si consiglia di considerare una sottospinta idrostatica sulla soletta di fondazione considerando un livello di falda corrispondente non al valore medio (-2.0 m dal p.c.) bensì a quello massimo corrispondente a *condizioni critiche temporanee*, stimabile, in via cautelativa, a -1.0 m dal piano cortile attuale.
- L'asportazione di terreno connessa alla realizzazione dell'interrato determinerà un "alleggerimento litostatico" che dovrà essere sottratto dalla pressione lorda trasmessa dalla nuova struttura in progetto, con conseguente compensazione dei carichi (*pressione netta per il calcolo dei cedimenti = pressione lorda sul piano di fondazione – alleggerimento litostatico*).
- Al di sotto dei fabbricati presenti, per i quali è prevista la demolizione, il terreno ha già esaurito il processo di consolidazione sotto l'azione dei carichi agenti a tutt'oggi.
- L'assestamento della platea di fondazione, nella zona di ancoraggio con il diaframma perimetrale, sarà inibito; in effetti quest'ultimo si comporterà come una sorta di fondazione profonda, trasferendo parte dei carichi gravanti sulla platea.

Le considerazioni di cui sopra supporteranno il progettista strutturale in sede di redazione della relazione geotecnica sulle fondazioni, nella quale dovranno essere effettuate le opportune verifiche geotecniche imposte dalla normativa, considerando le effettive caratteristiche geometriche della fondazione (dimensioni, incastro...) in rapporto alle combinazioni di carico (azioni) calcolate per la sovrastruttura.

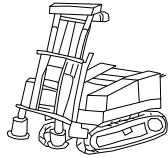


## **ALLEGATI**

**Indagine geofisica MASW**

**Indagine geofisica HVSR**

**Certificazioni dettagliate prove di laboratorio geotecnico**



**INTERGEO** s.r.l. - **Servizi Geologici**

Strada Acquasalata, 9 47899 Serravalle - RSM

Codice Operatore Economico - SM21197

Tel. 333 2208376

www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

---

**Località:**

**Rimini (RN) - Via Circonvallazione Meridionale**

**Oggetto:**

**Prova MASW (multichannel analysis of surface waves)**

**Data:**

**Dicembre 2020**

## PREMESSA

Il giorno 01/12/2020 a Rimini (RN) - Via Circonvallazione Meridionale è stata eseguita un'indagine geofisica mediante una prova MASW (ubicazione fig. 1) per il calcolo del valore  $V_{S30}$ .

Lo scopo dell'indagine era di ottenere la stratigrafia delle velocità delle onde trasversali  $V_s$  da cui ricavare il parametro  $V_{S30}$ .

In questo cantiere è stata realizzata n. 1 prova MASW.



Fig. 1

Le caratteristiche della prova sono:

Nome	Stendimento geofonico (m)	Energizzaz.	Geofoni
Rimini	46	3	24

## **ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI**

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali; questo viene interpretato con la metodologia MASW.

Questa pratica permette di utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali e di costruire un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata utilizzando la curva ottenuta dalla modellazione diretta.

### **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**



fig. 2

La strumentazione utilizzata (fig. 2) è costituita da:

un sismografo PASI 16S24P; processore Intel Celeron; Ambiente Operativo Windows Xp; Numero canali 24; Display VGA a colori LCD touch screen; Supporto memorizzazione Hard-Disk; Temperatura di funzionamento 0°-55°; Umidità 5% - 90%; 24 geofoni da 4.5Hz; una mazza da 8 Kg;

### **DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW**

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1D) che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

## ELABORAZIONE E RISULTATI

In allegato sono riportati i risultati della prova MASW eseguita.

Nella prima figura (allegato 1) si osserva l'acquisizione delle onde generate in seguito all'energizzazione.

Segue (allegato 2) il piking effettuato sulla curva di dispersione per la modellazione delle  $V_s$ .

Infine viene mostrato il grafico delle  $V_s$  (allegato 3).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 del 17/01/2018), con la seguente formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$ : spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$ : numero di strati;

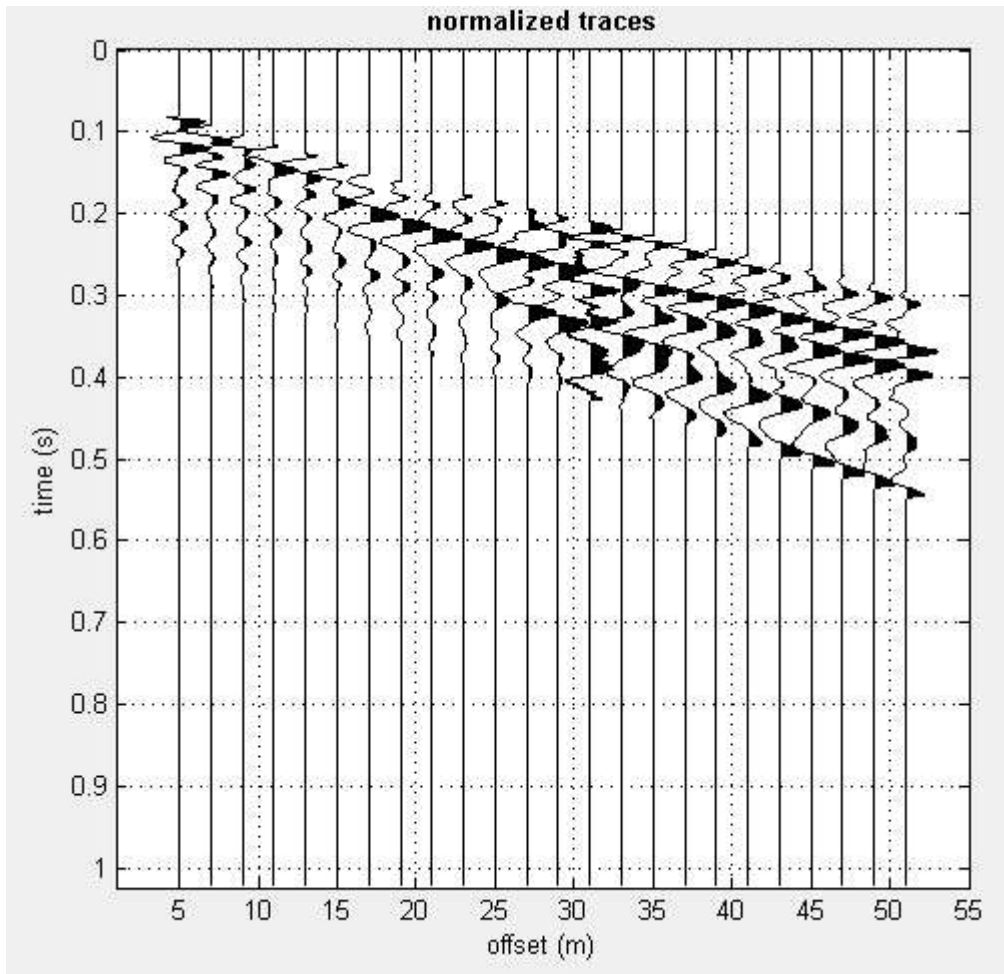
$H$ : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Con la determinazione delle onde di taglio Vs i terreni indagati vengono inseriti in una delle seguenti categorie di sottosuolo (N.T.C. 2018\_Tabella 3.2.II):

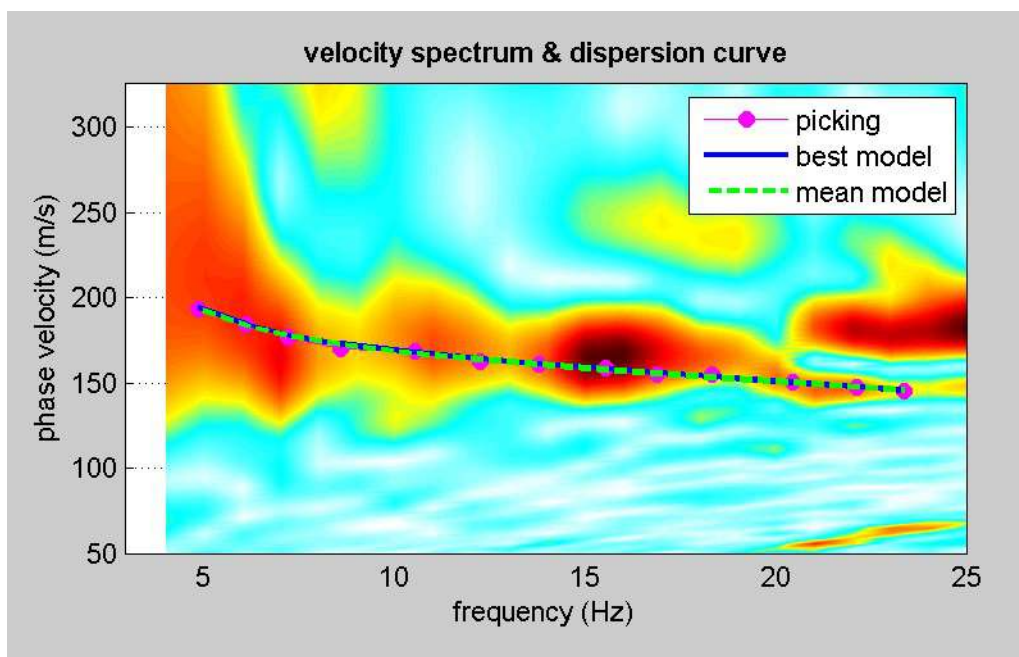
<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore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

## ALLEGATO 1 - Acquisizione delle onde





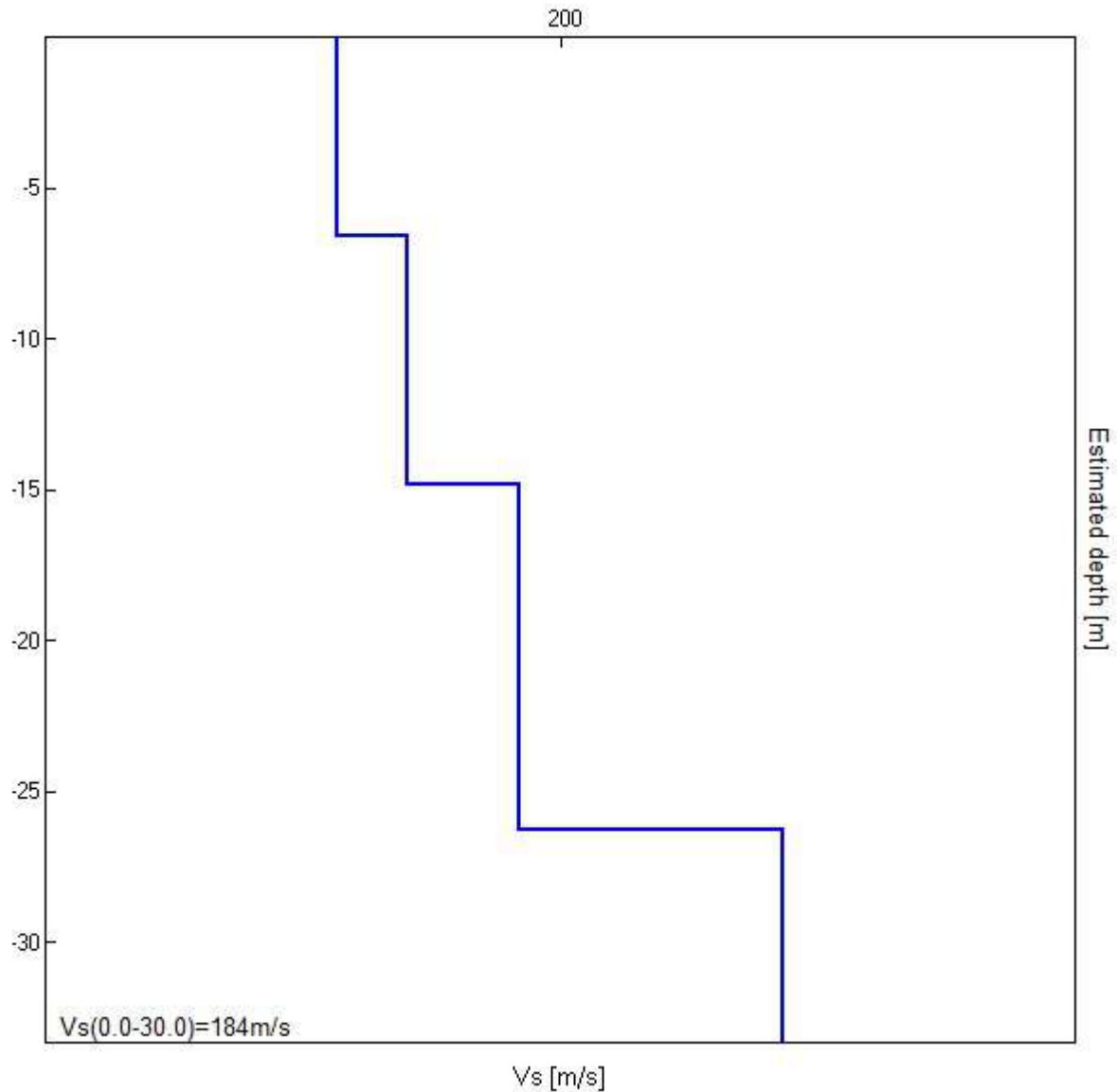
## ALLEGATO 2 - Picking della curva di dispersione



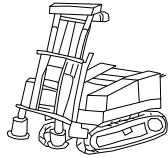
### ALLEGATO 3 - CALCOLO VS

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
6.60	6.60	162
14.80	8.20	174
26.30	11.50	193
inf.	inf.	238

Vs(0.0-30.0)=184m/s



Profondità di calcolo	Vs30 m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	184	C
1,00-31,00mt.	186	C
2,00-32,00mt.	189	C
3,00-33,00mt.	191	C
4,00-34,00mt.	193	C



**INTERGEO** s.r.l. - **Servizi Geologici**

Strada Acquasalata, 9 47899 Serravalle - RSM

Codice Operatore Economico - SM21197

Tel. 333 2208376

www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

---

**Località:**

**Rimini (RN) - Via Circonvallazione Meridionale**

**Oggetto:**

**Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR**

**Data:**

**Dicembre 2020**

## Premessa

Il giorno 01/12/2020 a Rimini (RN) - Via Circonvallazione Meridionale è stata eseguita un'indagine sismica passiva a stazione singola al fine di stimare il profilo della velocità delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) per fornire la categoria di suolo di fondazione, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2018);

## Strumentazione utilizzata e modalità esecutive

La misura di microtremore ambientale è stata effettuata per mezzo di un registratore sismico mostrato in figura 1.



Fig. 1

Il registratore è composto da una terna di velocimetri, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore.

Lo strumento è stato posizionato correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul terreno; inizia l'acquisizione dei microtremori: i modi di vibrare del terreno vengono amplificati, convertiti in forma digitale, organizzati e salvati su una memoria digitale. Successivamente i dati vengono trasferiti nel PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, vengono analizzati ed elaborati come mostrato in seguito.

## Procedura di analisi dati per stazione singola H/V

Dall'elaborazione della registrazione del rumore sismico ambientale, è stata ricavata la curva H/V (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO) (Pag. 4).

Il grafico H/V TIME HISTORY (Pag. 4) mostra le “finestre temporali” analizzate per l'elaborazione della curva H/V e permette di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione.

Il grafico DIRECTIONAL H/V (Pag. 4) rappresenta la proiezione del HVSR lungo le diverse direzioni, da 0° a 180° in senso orario, dove 0° rappresenta la direzione del Nord segnato sullo strumento (da 180° a 360° i risultati sono simmetrici). Questo permette di vedere se una componente orizzontale prevale sull'altra: cioè se la media HVSR riceve più il contributo da parte di un componente orizzontale.

In seguito, il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA (Pag. 5), mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S\_E-O\_Verticale).

In base alle conoscenze stratigrafiche, utilizzando la curva H/V, è stato possibile realizzare su di essa un modello sintetico di  $V_s$  (EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V) (Pag. 5) seguendo inoltre le linee guida Sesame, 2005 (Pag. 6).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 del 17/01/2018), con la seguente formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  : spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$  : velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N : numero di strati;

H : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

## RIMINI VIA CIRC. MERIDIONALE

Inizio registrazione: 01/12/20 10:14:26 Fine registrazione: 01/12/20 10:34:27

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS: 44.055484 - 12.569104

Durata registrazione: 0h20'00".

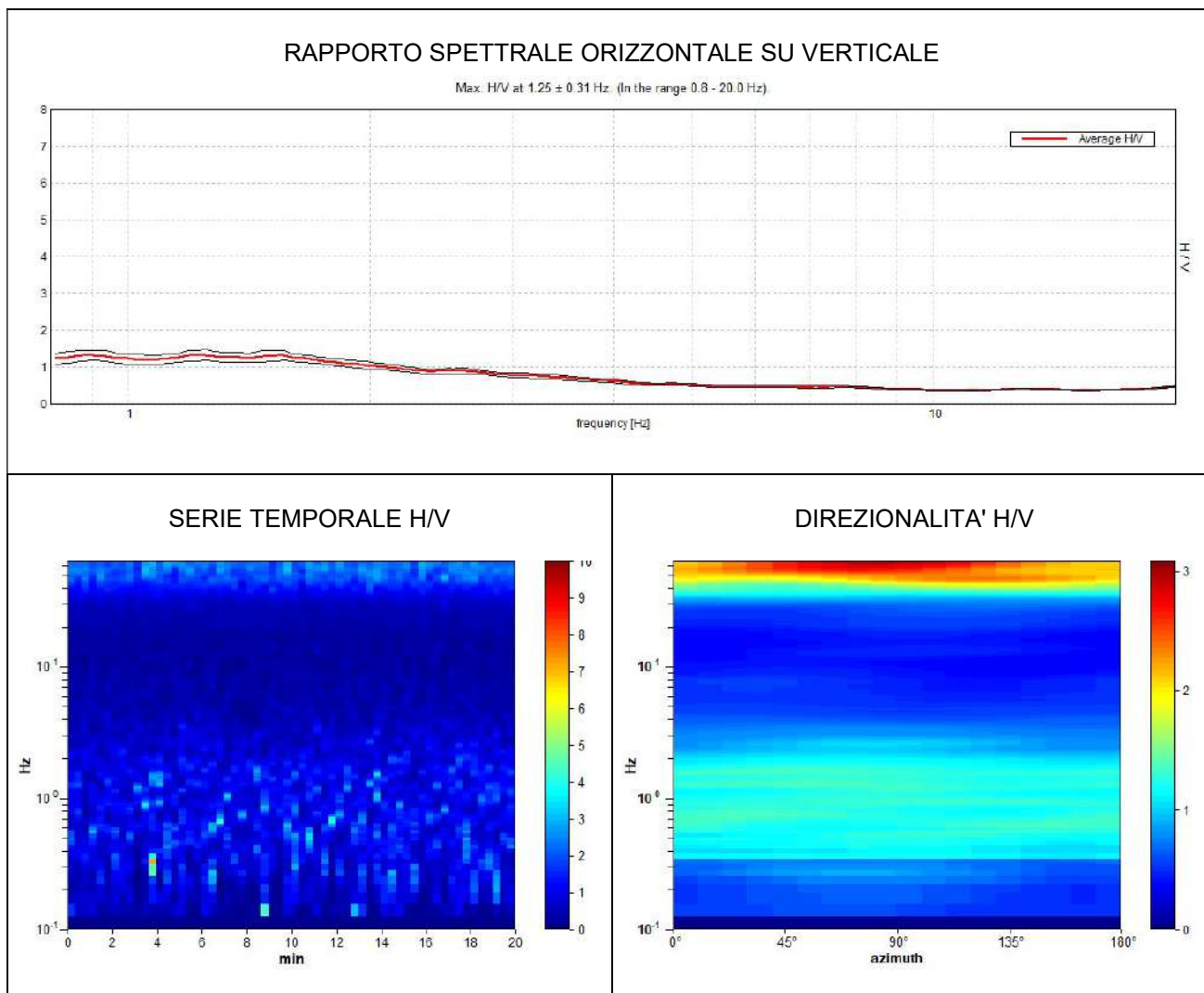
Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

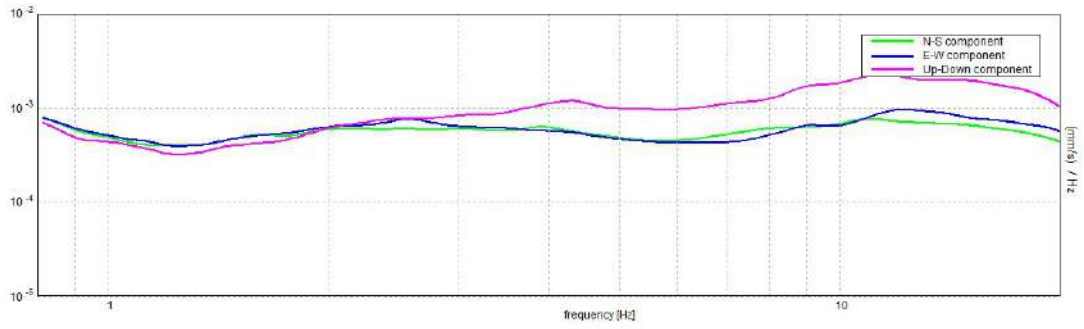
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

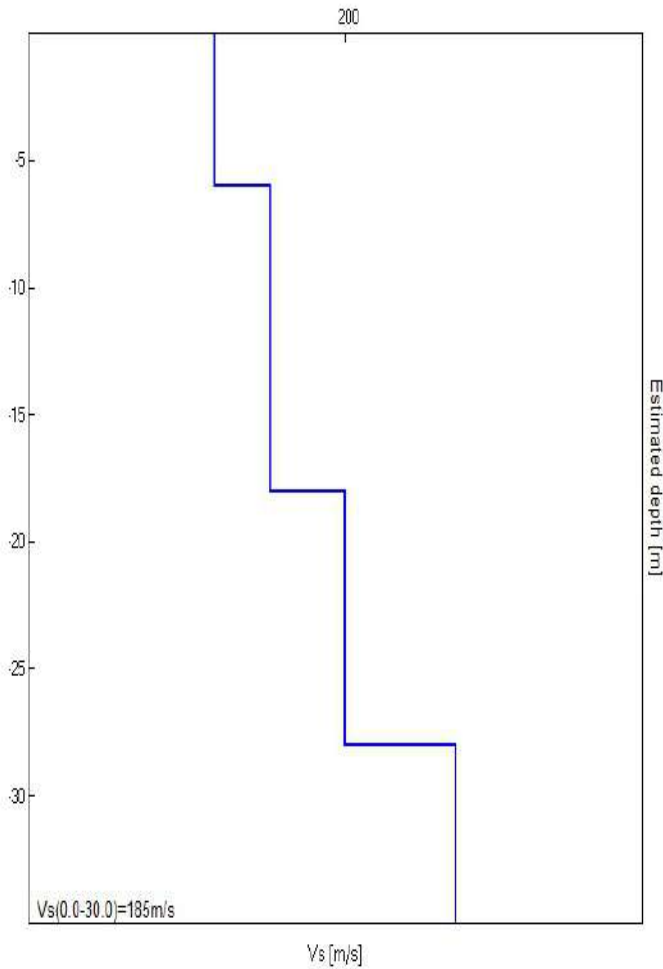
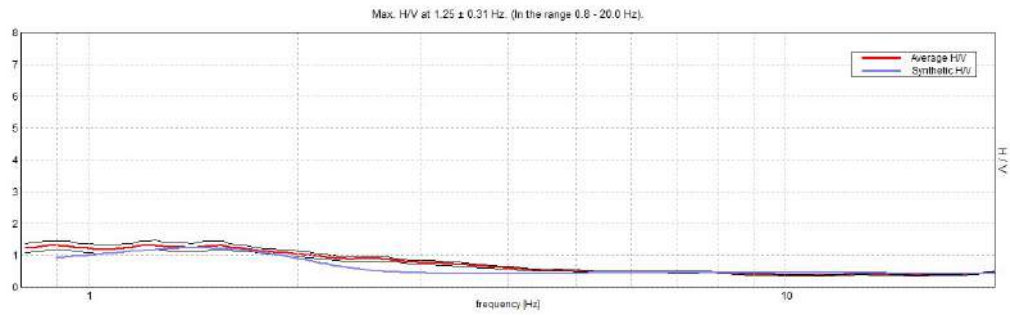
Lisciamento: 10%



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
6.00	6.00	165
18.00	12.00	180
28.00	10.00	200
inf.	inf.	230

Vs(0.0-30.0)=185m/s

**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.31$  Hz (nell'intervallo 0.8 - 20.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1500.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.082 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	3.719 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$1.33 > 2$		<b>NO</b>
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.04612  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.10764 < 0.125$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.1468 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**According to the Sesame, 2005 guidelines.**



Con la determinazione delle onde di taglio Vs i terreni indagati vengono inseriti in una delle seguenti categorie di sottosuolo (N.T.C. 2018\_Tabella 3.2.II):

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>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.</i>

Dall'analisi dell'indagine si può affermare che il sito è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ):

profondità di calcolo	$V_{s30}$ m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	185	C
1,00-31,00mt.	187	C
2,00-32,00mt.	190	C
3,00-33,00mt.	192	C
4,00-34,00mt.	194	C



## LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

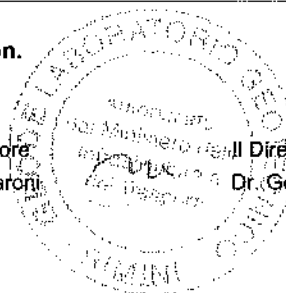
Data ricevimento campione	11.12.2020	Verbale accettazione	433/20
Data certificati	29.12.2020	Certificati	

### SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>31,66</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>25,50</b>	%
Peso di volume umido	$\gamma$	<b>2,01</b>	g/cmc	Limite di plasticità	LP	<b>21,4</b>	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,53</b>	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL	<b>2,5</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>4,1</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	<b>-1,50</b>	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	$\sigma_c$		KPa
Ghiaia	G		%	Deformazione a rottura	ev		%
Sabbia	S	<b>46,70</b>	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%				
Limo	L	<b>42,2</b>	%				
Argilla	A	<b>11,1</b>	%				
Coeff. di uniformità	U	<b>44,4</b>		Pocket penetrometer	PP	<b>10</b>	<b>30</b> KPa
Classificazione CNR-UNI 10006				Vane Test	VT		<b>10</b> KPa
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	$\phi'$	<b>33,0</b>	°	Coesione efficace	$c'$	<b>13,2</b> KPa
Test CDcv	Angolo di attrito	$\phi'_{cv}$		°	Coesione a vol. costante	Ccv	KPa
Test CR	Angolo di attrito	$\phi_r$		°	Coesione residua	cr	KPa
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	$\phi'$		°	Coesione efficace	$c'$	KPa
Test CU	Angolo di attrito	$\phi_{cu}$		°	Coesione non drenata	ccu	KPa
Test CR	Angolo di attrito	$\phi_{uu}$		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed	<b>1,8</b>	Mpa	Gradino di carico	$\sigma$	<b>98</b>	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv	<b>0,014</b>	cmq/sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv	<b>0,56</b>	mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K	<b>8E-09</b>	m/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note: **Rigonfiamento libero in cella edometrica: 9 micron.**

Lo Sperimentatore: Dr. Marino Mularoni  
Il Direttore del Laboratorio: Dr. Geol. Marino Mularoni





## LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

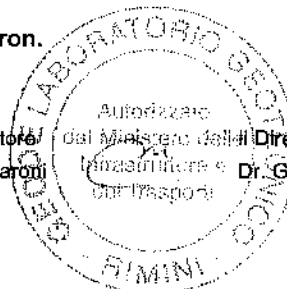
Data ricevimento campione	11.12.2020	Verbale accettazione	434/20
Data certificati	29.12.2020	Certificati	

### SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>27,76</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>48,50</b>	%
Peso di volume umido	$\gamma$	<b>1,90</b>	g/cmc	Limite di plasticità	LP	<b>25,5</b>	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,48</b>	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL	<b>0,1</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>23,0</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	<b>0,90</b>	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	oc		KPa
Ghiaia	G		%	Deformazione a rottura	ev		%
Sabbia	S	<b>8,90</b>	%				
Limo+argilla	L+A		%				
Limo	L	<b>52,6</b>	%				
Argilla	A	<b>38,5</b>	%				
Coeff. di uniformità	U						
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	$\phi'$	<b>20,4</b>	°	Coesione efficace	$c'$	<b>22,3</b> KPa
Test CDcv	Angolo di attrito	$\phi'_{cv}$		°	Coesione a vol. costante	Ccv	KPa
Test CR	Angolo di attrito	$\phi_r$		°	Coesione residua	cr	KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	$\phi'$		°	Coesione efficace	$c'$	KPa
Test CU	Angolo di attrito	$\phi_{cu}$		°	Coesione non drenata	ccu	KPa
Test CR	Angolo di attrito	$\phi_{uu}$		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed	<b>2,7</b>	Mpa		Grado di carico	$\sigma$	<b>196</b> KPa
Coeff. di consolidazione	Cv	<b>0,00019</b>	cmq/sec		Indice di rigonfiamento	Cs	
Coeff. di compress. edom.	Mv	<b>0,37</b>	mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K	<b>7E-11</b>	m/sec		Coeff. di cons. second.	Ca	%

Note: **Rigonfiamento libero in cella edometrica: 60 micron.**

Lo Sperimentatore del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Dr. Marino Mularoni





# LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	11.12.2020	Procedura operativa	IST 06/01

## APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore:	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	58 cm

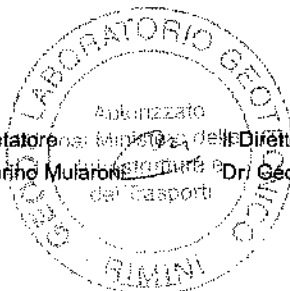
PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	0,2		0,1	Volumetria	10 cm	Alternanza di sabbia limosa e sabbia sciolta nocciola-verdastra.
				Granul. Cumulativa	20 cm	
	0,2		0,1	Limiti di Atterberg		
				Taglio Casagrande CD		
	0,3		0,1	Rigonfiamento	30 cm	
				Edometria	40 cm	
	0,1		0,0			
	0,2		0,1		50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Certificato n. **433/20.1**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore: **Dr. Geol. Marino Mularoni**  
Direttore del Laboratorio: **Dr. Geol. Marino Mularoni**



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015

Cert. SGS n. IT12/0538

A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	1
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	1
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	11.12.2020	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI***sulla base dei risultati di prova*

## DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>2,01</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>31,66</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	19	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

## ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

## PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,53</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>porosità</i>	<b>n</b>		%
<i>grado di saturazione</i>	<b>S<sub>r</sub></b>		%

Certificato n. **433/20.2**Data certificato **29.12.2020**Lo Sperimentatore **Dr. Geol. Marino Mularoni**      Il Direttore del Laboratorio **Dr. Geol. Marino Mularoni**

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni

Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015

Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	11.12.2020	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
62,19	125,78
62,19	126,03
62,19	124,03

**Peso di volume**                       $\rho$                       **2,01** Mg/m<sup>3</sup>

Certificato n.                      **433/20.2**

Data certificato                      29.12.2020

Lo Sperimentatore                      *[Firma]*                      Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni                      Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	1
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	1
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	11.12.2020	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
125,78	95,81
126,03	96,57
124,03	93,13

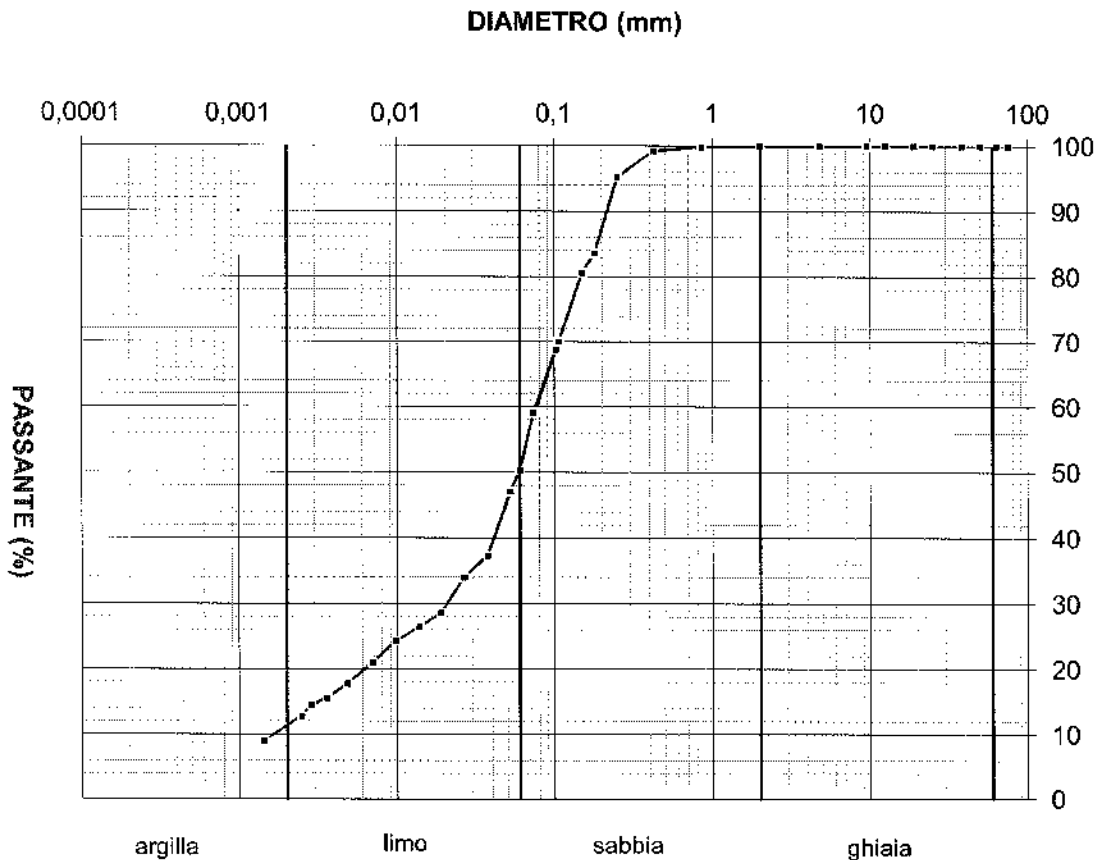
**Umidità allo stato naturale    W    31,66    %**Certificato n.                    **433/20.2**Data certificato                **29.12.2020**Lo Sperimentatore            **Dr. Geol. Marino Mularoni**  
Il Direttore del Laboratorio            **Dr. Geol. Marino Mularoni**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO n..	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CANMPIONE n.	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Verbale accettazione	433/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**

Descrizione AGI	<b>SABBIA CON LIMO ARGILLOSA</b>	d10 (mm)	0,00160	d15 (mm)	0,00310
		d60 (mm)	0,0710	d85 (mm)	0,1900

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità  
(d60/d10) **U = 44,4**Certificato n. **433/20.3**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniData certificato **29.12.2020**



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO n.	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE n.	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Verbale accettazione	433/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	17,0	peso specifico:	2,70

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,102	17,40	68,79
0,5	0,073	15,60	59,01
0,75	0,060	14,00	50,31
1	0,052	13,40	47,05
2	0,037	11,60	37,26
4	0,026	11,00	34,00
8	0,019	10,00	28,57
15	0,014	9,60	26,39
30	0,010	9,20	24,22
60	0,007	8,60	20,96
125	0,005	8,00	17,70
225	0,004	7,60	15,52
360	0,003	7,40	14,43
480	0,002	7,10	12,80
1440	0,001	6,40	9,00

\*correzioni applicate:

C<sub>m</sub> = 0,5C<sub>d</sub> = 5C<sub>t</sub> = -0,2

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,0</b>
% sabbia	<b>46,7</b>
% limo	<b>42,2</b>
% argilla	<b>11,1</b>

Certificato n. **433/20.3**Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO n.	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE n.	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**peso terreno setacciato (g): **500**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	500,00	100,00
63	0,00	500,00	100,00
50	0,00	500,00	100,00
38,1	0,00	500,00	100,00
25	0,00	500,00	100,00
19	0,00	500,00	100,00
12,5	0,00	500,00	100,00
9,5	0,00	500,00	100,00
4,75	0,00	500,00	100,00
2	0,00	500,00	100,00
0,85	1,00	499,00	99,80
0,425	4,00	496,00	99,20
0,25	24,00	476,00	95,20
0,18	82,00	418,00	83,60
0,15	97,00	403,00	80,60
0,106	150,00	350,00	70,00
0,075	204,00	296,00	59,20

Certificato n. **433/20.3**Data certificato **29.12.2020**Lo Sperimentatore **Dr. Geol. Marino Mularoni** Direttore del Laboratorio **Dr. Geol. Marino Mularoni**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.07

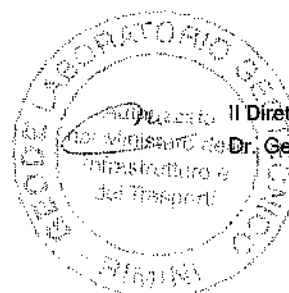
**LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)**

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
12	54,42	42,43	28,26	12,16	9,97	
19	70,18	55,42	26,63	9,33	7,69	
23	71,14	56,37	26,20	8,14	6,73	
28	71,08	44,22	24,65			

limite di ritiro			
volume umido (cm <sup>3</sup> )	peso umido (g)	volume secco (cm <sup>3</sup> )	peso secco (g)
19,600		8,00	
19,650		8,05	

(Umidità naturale	W	31,66 %)
-------------------	---	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	25,50 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	21,40 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	4,10
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	2,50
INDICE DI CONSISTENZA	lc	-1,50
INDICE DI RITIRO	lr	
GRADO DI ATTIVITA'	A	

Certificato n. **433/20.4**Data certificato **29.12.2020**Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



# LABORATORIO GEOTECNICO

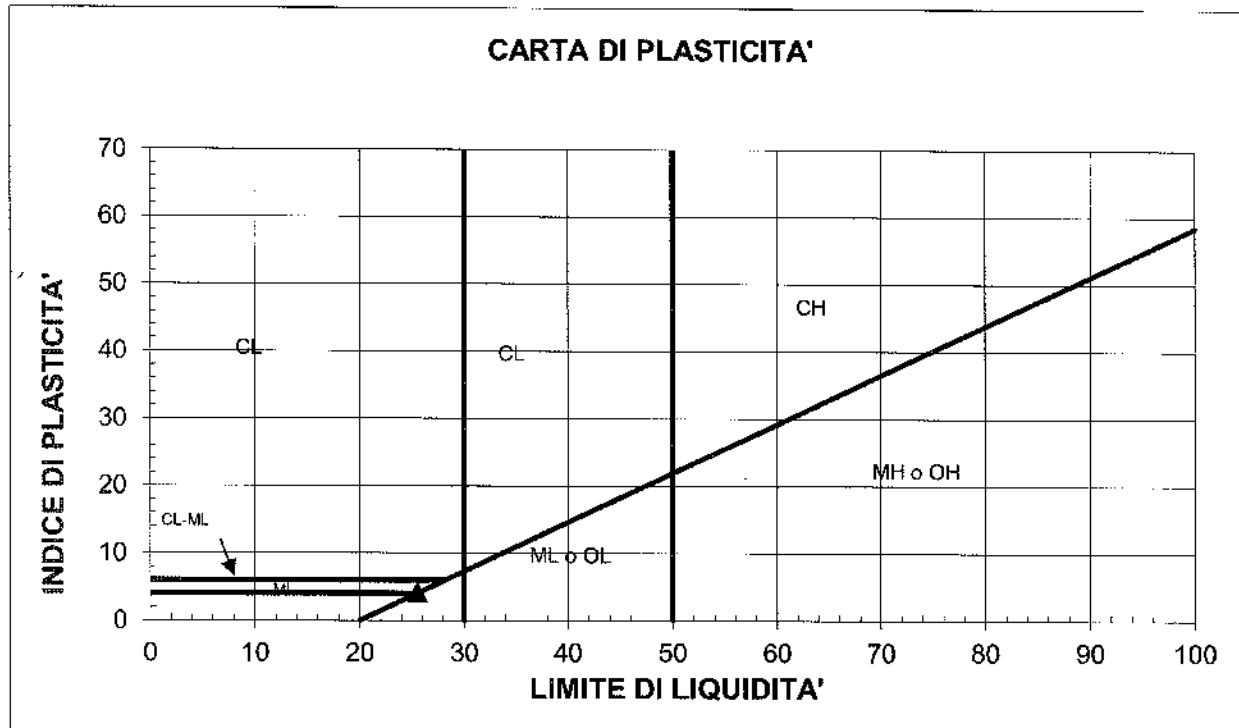
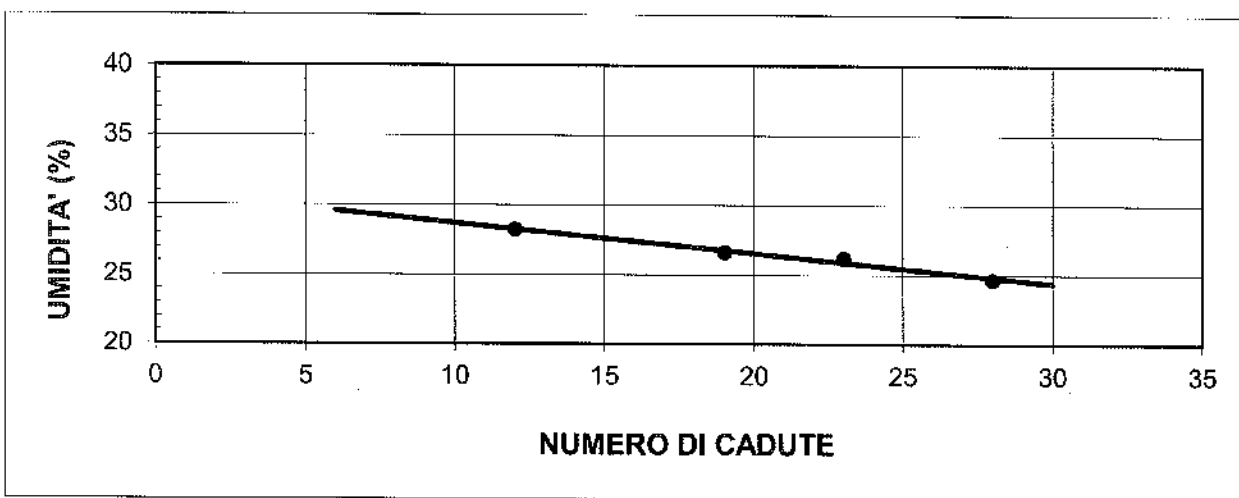
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	1
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	1
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici  
 C = argille inorganiche  
 O = limi e argille organiche

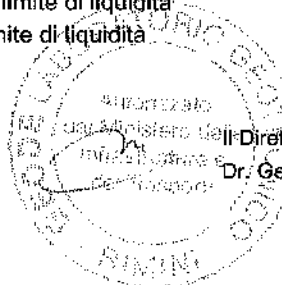
L = basso limite di liquidità  
 H = alto limite di liquidità

Certificato n. **433/20.4**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero di accettazione	4233/20
Data esecuzione Prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.11

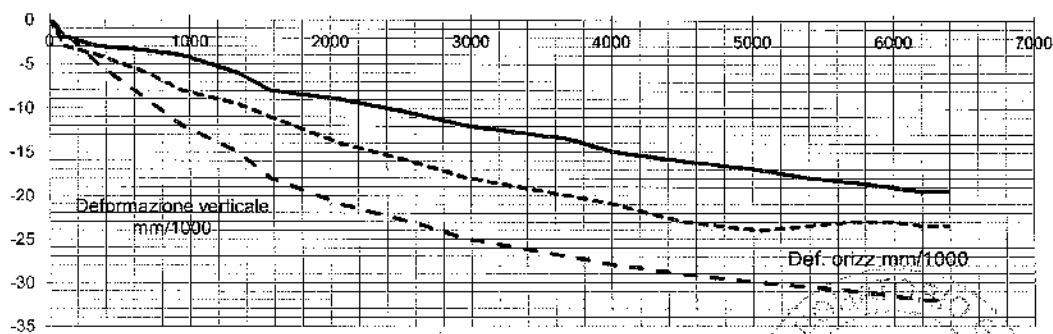
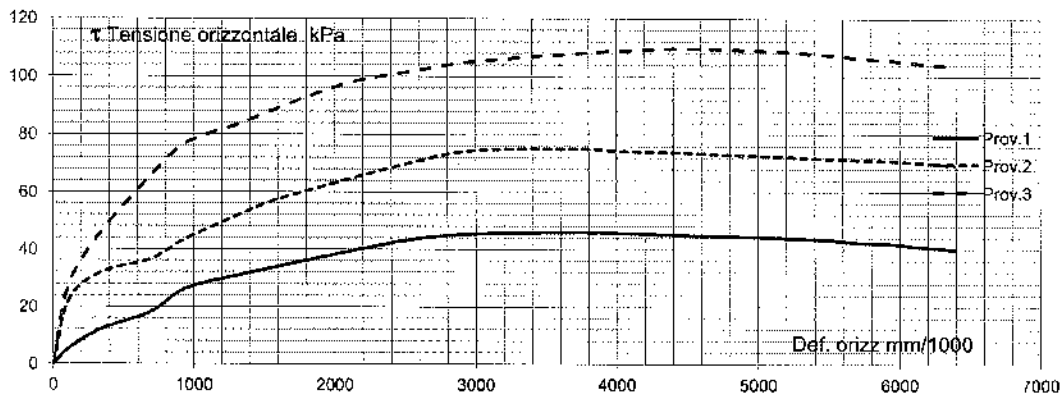
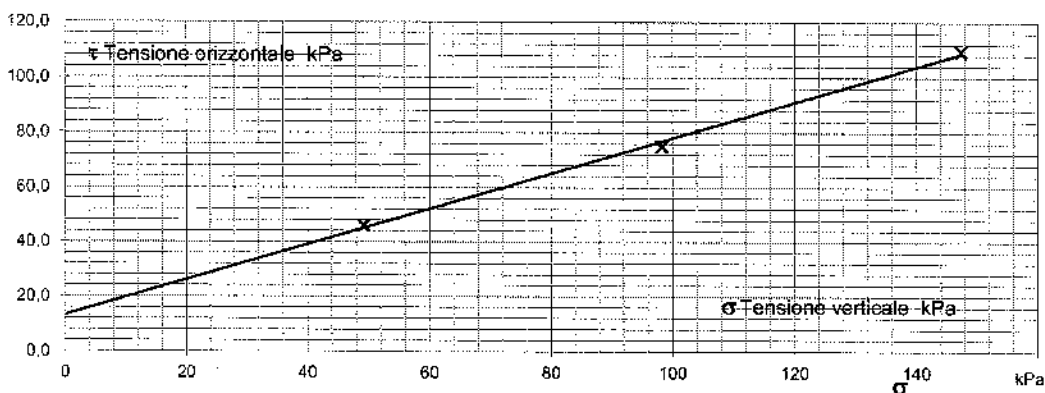
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione). La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO  $\tau-\sigma$   $C' = (\text{kPa})$  **13,2**  
 Regressione Lineare  $\phi' = (^\circ)$  **33,0**

Sceita valori manuale SI/NO: NO

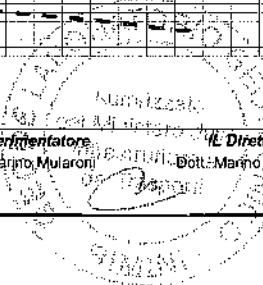
Sforzo a rottura	46	75	110
Deformazione a rottura	6,150	6,150	7,5



Certificato n. 433/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore *[Signature]* Il Direttore  
 Dott. Marino Mularoni Dott. Marino Mularoni





Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero di accettazione	4233/20
Data esecuzione Prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

PROVINI ( Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	<i>f</i>		Indisturbato	Indisturbato	ricostruito	
Diametro iniziale	mm	$\phi_0$	60	60	60	
Altezza iniziale	mm	$h_0$	22	22	22	
Sezione iniziale	mm <sup>2</sup>	$A_0$	2827	2827	2827	
Volume iniziale	mm <sup>3</sup>	$V_0$	62203	62203	62203	
Peso di volume iniziale	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0$	1,96	2,02	2,03	
Contenuto d'acqua iniziale	%	W <sub>i</sub>	35,4	34,1	30,5	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1,449	1,50	1,55	1,50
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710	2,710	2,710	2,71
<b>Determinato / assunto</b>						
Indice dei Vuoti	<i>f</i>	<i>e</i>	0,87	0,80	0,75	0,81
Porosità	%	<i>n</i>	46,52	44,48	42,73	44,6
Umidità di saturazione	%	W <sub>sat</sub>	32,10	29,56	27,53	29,7
Grado saturazione	%	S <sub>r</sub>	110,27	115,29	110,95	112,2
<b>CONSOLIDAZIONE - PROVA</b>						
Pressione di cella	KPa	$\sigma_v$	49	98	147	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,020	0,020	0,020	

**FASE DI ROTTURA**

Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)				<b>1</b>		
Deformazione a rottura	mm		3,69	3,69	4,50	
Deformazione a rottura	%		6,2	6,2	7,5	
Tempo rottura effettivo	min		190	190	245	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0194	0,0194	0,0184	
Tensione di rottura	KPa	$\tau$	46	75	110	

Note: Macchine Utilizzate:  
Taglio Casagrande Tecnocest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 433/20.5

Data certif. 29.12.2020

Il documento non può essere prodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio





Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE**  
LOCALITA' **RIMINI**  
RIF. **G20-175**

SONDAGGIO **1**  
CAMPIONE **1**  
PROF. Da m **3,00**  
a m. **3,70**

Data ricevimento Campione 11.12.2020 Numero di accettazione 4233/20  
Data esecuzione Prova 15.12.2020 Procedura operativa IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

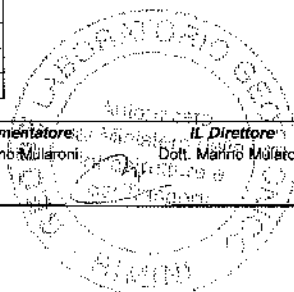
**PROVINO 1**

tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz. kPa
0,0	0	0	0	0	0,00
15,0	0,11	0	-0,002	15	5,31
30,0	0,34	0,57	-0,003	34	12,0
50,0	0,69	1,15	-0,0035	51	18,0
65	0,94	1,57	-0,004	74	26,2
85	1,34	2,23	-0,006	88	31,1
95	1,57	2,62	-0,008	95	33,6
115	2,07	3,45	-0,009	110	38,9
140	2,56	4,27	-0,0105	123	43,5
160	2,97	4,95	-0,012	128	45,3
190	3,69	6,15	-0,0135	130	46,0
210	4,02	6,70	-0,015	129	45,6
245	4,5	7,50	-0,016	127	44,9
270	5,04	8,40	-0,017	125	44,2
290	5,4	9,00	-0,018	123	43,5
310	5,71	9,52	-0,0185	120	42,4
330	5,98	9,97	-0,019	118	41,7
350	6,2	10,33	-0,0195	115	40,7
370	6,39	10,65	-0,0195	113	40,0

Certificato n. 433/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore: *[Firma]* IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni Dott. Marino Mularoni





Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>3,70</b>

Data ricevimento Campione 11.12.2020 Numero di accettazione 4233/20  
Data esecuzione Prova 15.12.2020 Procedura operativa IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

**PROVINO 2**

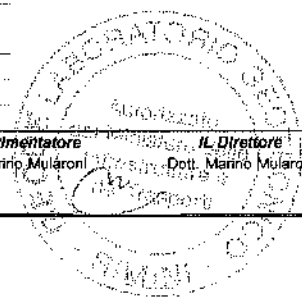
tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz. kPa
0,0	0	0	0	0	0,00
15,0	0,11	0	-0,003	63	22,28
30,0	0,34	0,57	-0,004	90	31,8
50,0	0,69	1,15	-0,006	103	36,4
65	0,94	1,57	-0,008	123	43,5
85	1,34	2,23	-0,0095	148	52,3
95	1,57	2,62	-0,011	161	56,9
115	2,07	3,45	-0,014	181	64,0
140	2,56	4,27	-0,016	199	70,4
160	2,97	4,95	-0,018	210	74,3
190	3,69	6,15	-0,02	212	75,0
210	4,02	6,70	-0,021	210	74,3
245	4,5	7,50	-0,023	208	73,6
270	5,04	8,40	-0,024	205	72,5
290	5,4	9,00	-0,0235	203	71,8
310	5,71	9,52	-0,023	201	71,1
330	5,98	9,97	-0,023	200	70,7
350	6,2	10,33	-0,0235	198	70,0
370	6,39	10,65	-0,0235	196	69,3

Certificato n. 433/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni







Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD**    SONDAGGIO **1**  
 CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE**    CAMPIONE **1**  
 LOCALITA' **RIMINI**    PROF. Da m **3,00**  
 RIF. **G20-175**    a m. **3,70**

Data ricevimento Campione                      11.12.2020                      Numero di accettazione                      4233/20

Data esecuzione Prova                              15.12.2020                      Procedura operativa                              IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

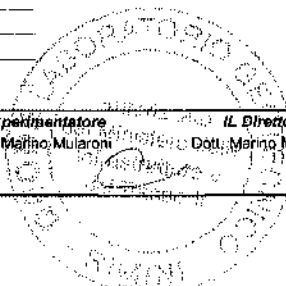
**PROVINO 3**

tempo min	Def. orizz. 1000	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz kPa
0,0	0	0,00	0	0	0,0
15,0	0,11	0,18	-0,0015	78	27,6
30,0	0,34	0,57	-0,005	130	46,0
50,0	0,69	1,15	-0,009	185	65,4
65	0,94	1,57	-0,012	217	76,7
85	1,34	2,23	-0,015	237	83,8
95	1,57	2,62	-0,018	250	88,4
115	2,07	3,45	-0,021	275	97,3
140	2,56	4,27	-0,023	288	101,9
160	2,97	4,95	-0,025	297	105,0
190	3,69	6,15	-0,027	305	107,9
210	4,02	6,70	-0,028	308	108,9
245	4,5	7,50	-0,029	310	109,6
270	5,04	8,40	-0,03	308	108,9
290	5,4	9,00	-0,0305	305	107,9
310	5,71	9,52	-0,031	301	106,5
330	5,98	9,97	-0,0315	298	105,4
350	6,2	10,33	-0,032	295	104,3
370	6,39	10,65	-0,032	293	103,6

Certificato n. 433/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore **IL Direttore**  
 Dott. M. Mularoni    Dott. M. Mularoni





**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT05/0538  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione prova	11.12.2020	Procedura operativa	IST 06.10

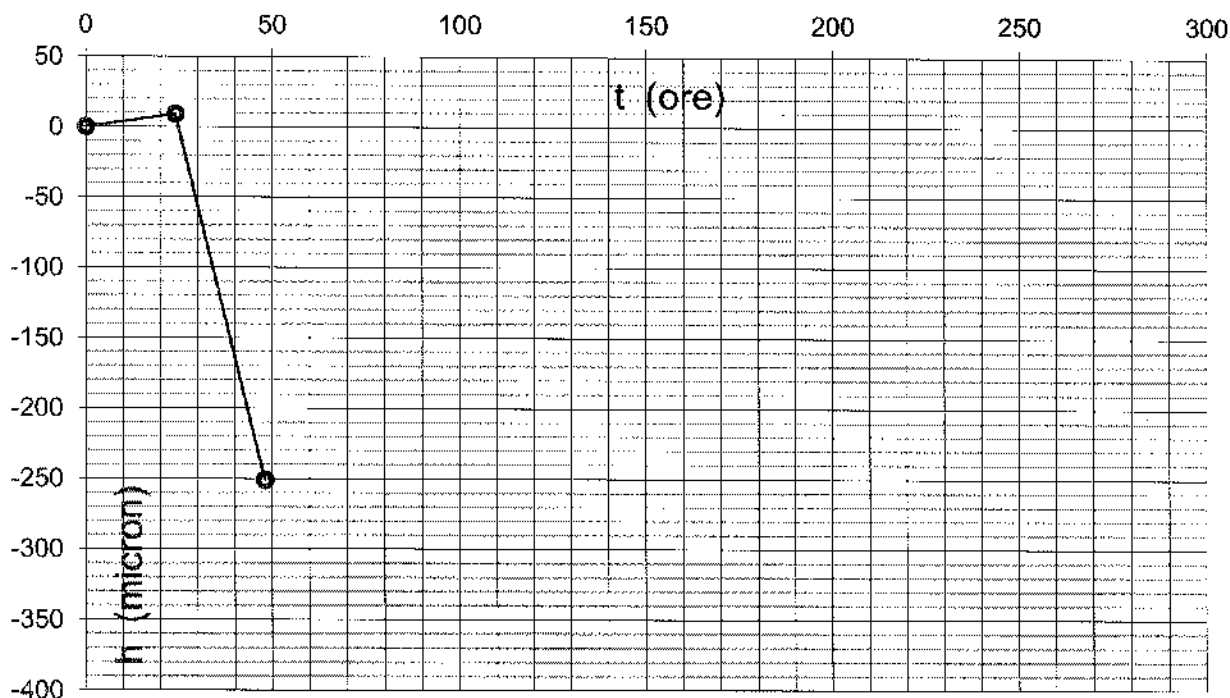
**PROVA DI RIGONFIAMENTO LIBERO IN CELLA EDOMETRICA (ASTM D4546)**

t (h)	h (micron)
0	0
24	9
48	-251

**LEGENDA:**

11.12.2020: Campione di altezza 20 mm. Viene inondata la cella.  
da 0 a 24 ore: carico 0,0 kg/cm<sup>2</sup>;  
da 24 a 48 ore: carico 0,125 kg/cm<sup>2</sup>

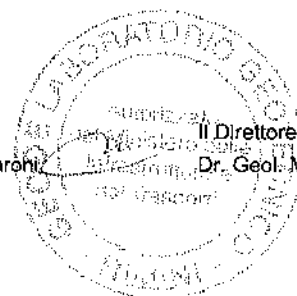
Con il carico di 0,125 kg/cm<sup>2</sup> il provino comincia a schiacciare.  
Segue prova edometrica.



Certificato n. **433/20.7**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Il Direttore del Laboratorio**  
Dr. Geol. Marino Mularoni **Dr. Geol. Marino Mularoni**





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. G. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

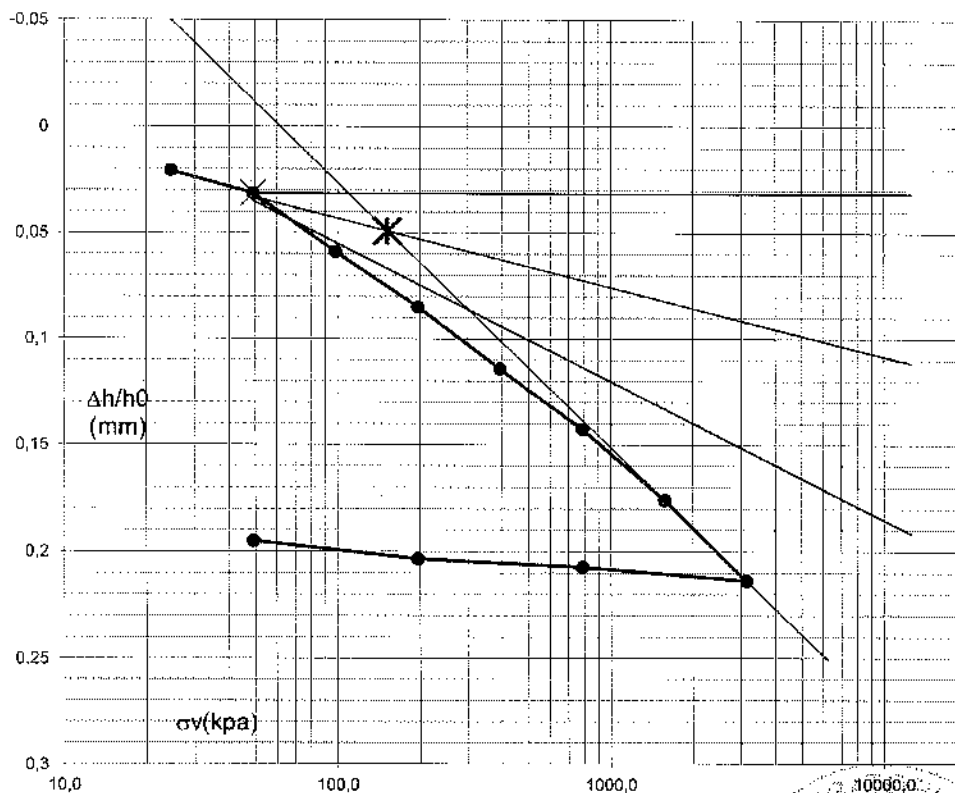
COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

**PARAMETRI COMPRESSIBILITA'**

Gradino di Carico	Cedim. Ass.	Cedim. Unit.	Indice Vuoti	Coeff. Consolidazione	Mod. Edam.	Coeff. Compressibilità	Coeff. Cons. Prim.	Coeff. Perm.	METODO
$\sigma_v'$ Kpa	$\Delta H$	$\Delta H/H_0$ (%)	e	$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)	$E_{ed}$ (Mpa)	$m_v$ (1/Mpa)	$C_\alpha$	K m/sec	TAYLOR
12,3	0,125						/		
24,5	0,250	0,417	2,1	0,741	1,1E-02		/	####	
49,0	0,500	0,827	3,1	0,722	1,2E-02	2,3	0,43	/	5E-09
98	1,0	1,178	5,9	0,673	1,4E-02	1,8	0,56	/	8E-09
196	2,0	1,7	8,5	0,627	#####	3,8	0,27	/	
392	4,0	2,284	11,4	0,575	1,1E-02	6,7	0,15	/	2E-09
785	8,0	2,855	14,3	0,524	#####	13,7	0,07	/	
1569	16,0	3,518	17,6	0,465	8,0E-03	23,7	0,04	/	3E-10
3138	32,0	4,271	21,4	0,398	1,0E-02	41,7	0,02	/	2E-10
6276	64,0								
12553	128,0								
785	8,0	4,145	20,7	0,410					
196	2,0	4,069	20,3	0,416					
49,0	0,5	3,900	19,5	0,431					
12,3	0,1								
0,0	0,0								

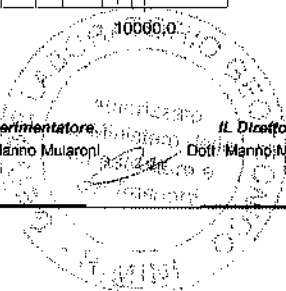
Pressione preconsolidazione (Kpa) **152,0**



Certificato n. **433/20.6**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Dott. Manno Mularoni**  
Il Direttore **Dott. Manno Mularoni**





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

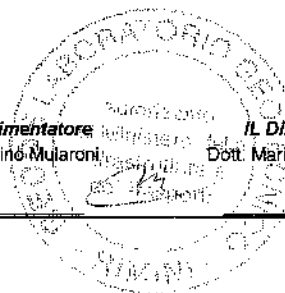
**AD INCREMENTI DI CARICO CONTROLLATI**

	UM	Simbolo	Iniziale	Finale	
	/				
Diametro	mm	$\phi_0$	50,470		
Altezza	mm	$h_{o\ hf}$	20,0	16,10	
Sezione	mm <sup>2</sup>	$A_0$	2001		
Volume	cm <sup>3</sup>	$V_0\ Vf$	40,01	32,21	
Peso di volume	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0 - \gamma_f$	2,039	2,265	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_{d0} - \gamma_{df}$	1,524	1,893	
Contenuto d'acqua	%	$W_0 - W_f$	33,80	19,66	
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710		
Peso di volume secco	gr	Md	1,524		
Volume dei Solidi	cm <sup>3</sup>	Hs	22,50		
Altezza equivalente dei Solidi	mm	Hs	11,25		0,00
Indice dei Vuoti	/	eo - ef	0,78	0,43	
Umidità di saturazione	%	Wsato	28,71	15,92	0,00
Grado saturazione	%	So - Sf	117,71	123,51	

Certificato n. **433/20.6**

Data certificato **29.12.2020**

**Lo Sperimentatore** Dott. Marino Mularoni  
**Il Direttore** Dott. Marino Mularoni





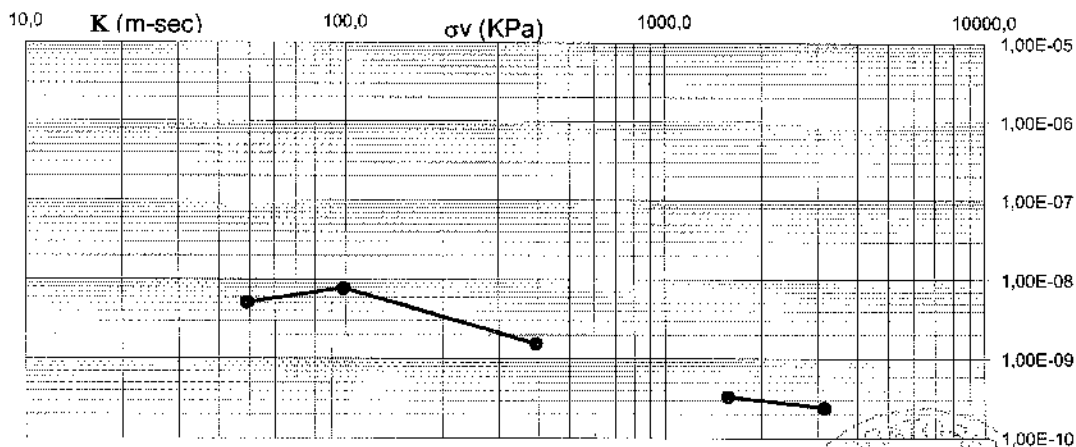
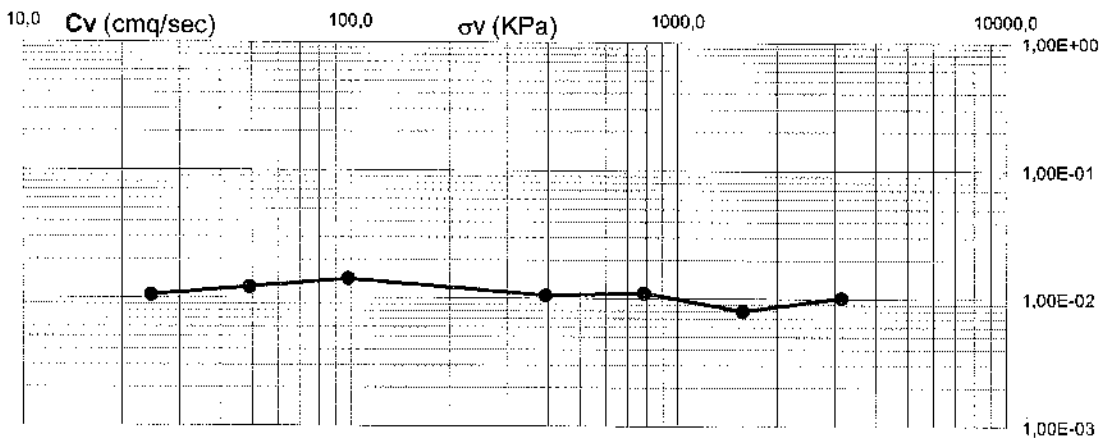
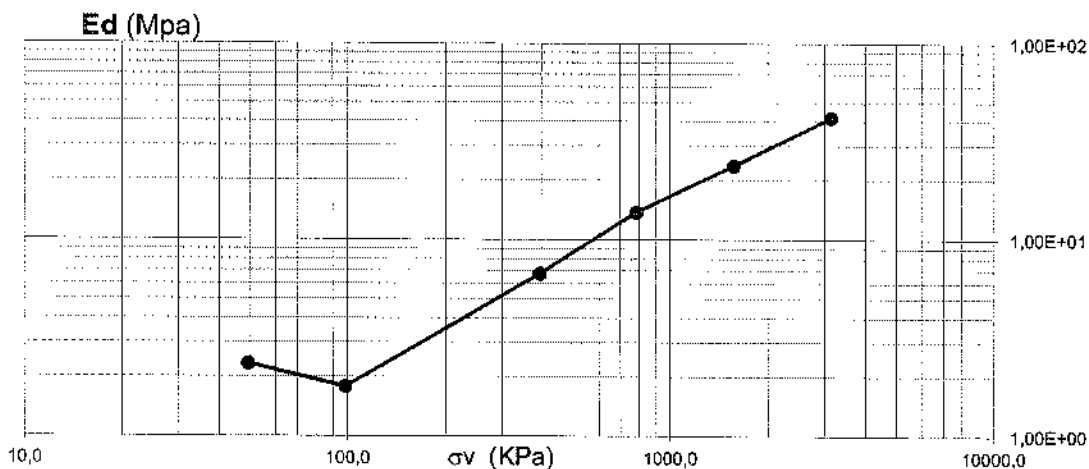
LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>GZ0-175</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

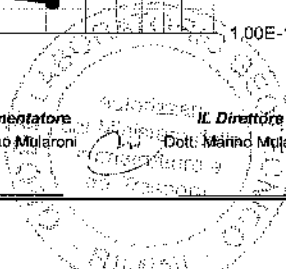


Certificato n. 433/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
Dott. Marino Mularoni

Il Direttore  
Dott. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

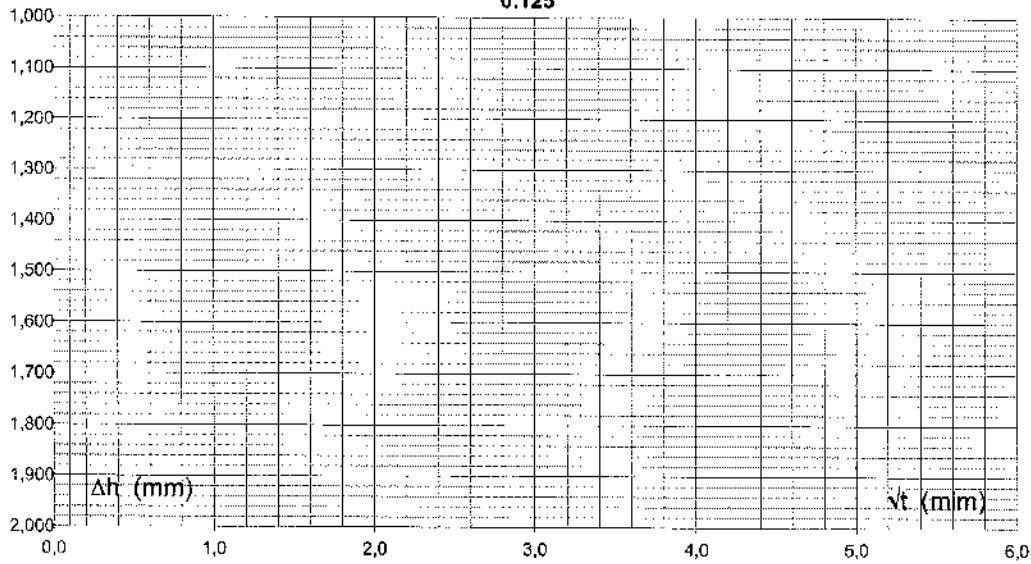
Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>		SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>		PROF. Da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>		a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20	
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09	

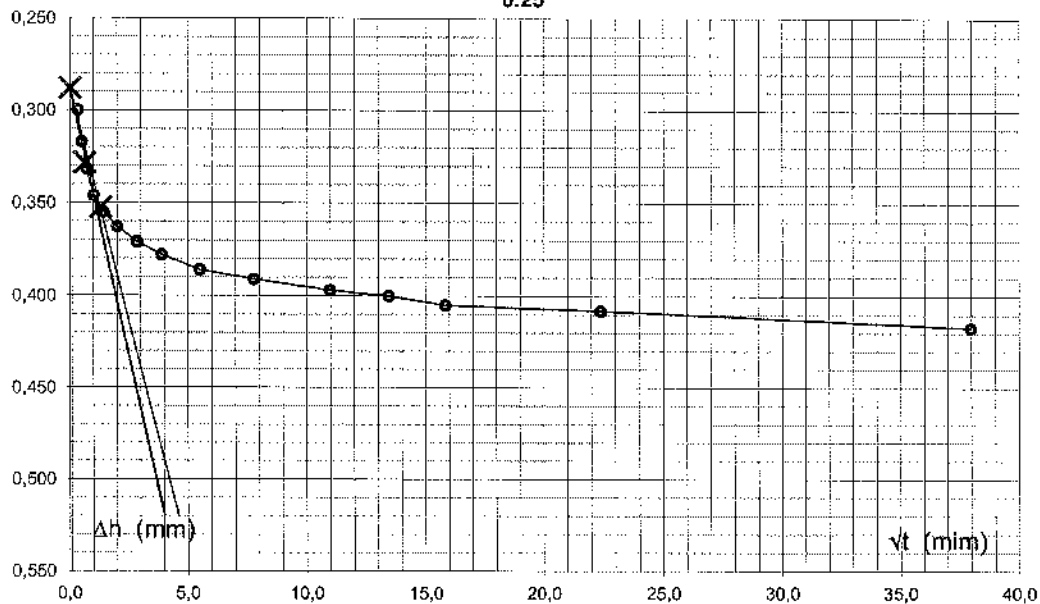
**PROVA EDOMETRICA**

**0.125**



ΔH100 #N/D    H100 #N/D    H90 #N/D    H0 #####    t90 #N/D

**0.25**

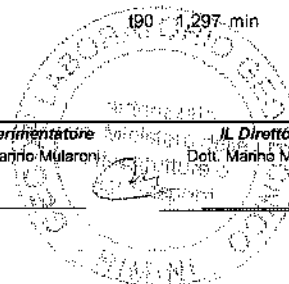


ΔH100 0,104    H100 0,392    H90 0,352    H0 0,288    t90 1,297 min

Certificato n. 433/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore    Il Direttore  
Dott. Mario Mularoni    Dott. Mario Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE**  
LOCALITA' **RIMINI**  
RIF. **G20-175**

SONDAGGIO **1**  
CAMPIONE **1**  
PROF. Da m **3,00**  
a m. **3,70**

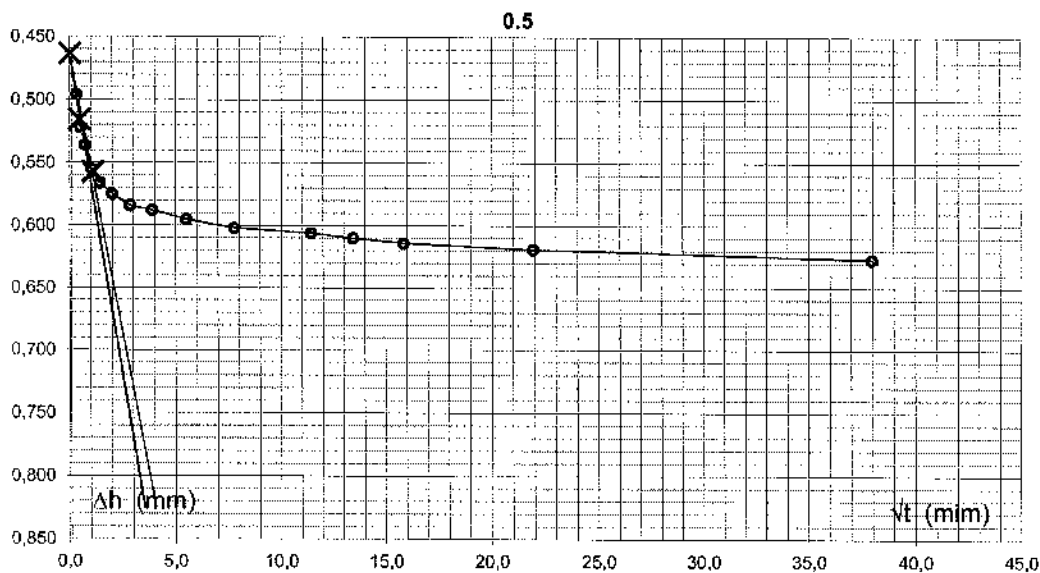
Data ricevimento Campione 11.12.2020

Numero accettazione 433/20

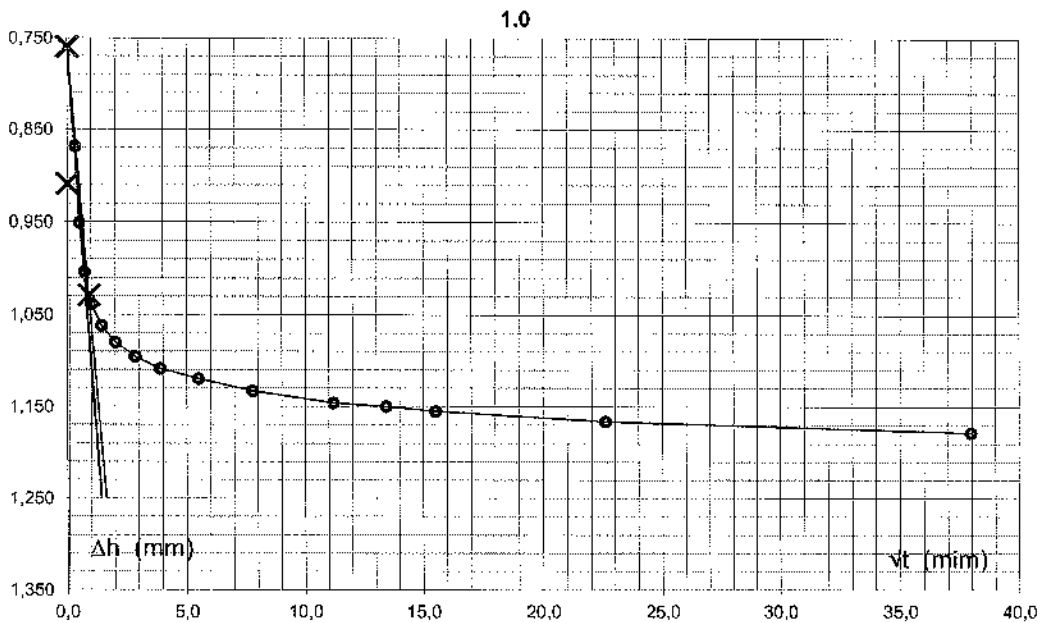
Data esecuzione Prova DIC. 2020

Procedura operativa IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA**



ΔH100 0,156    H100 0,619    H90 0,558    H0 0,464    t90 1,095



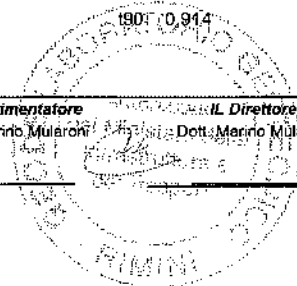
AH100 0,383    H100 1,143    H90 1,029    H0 0,780    t90 0,914

Certificato n. 433/20.6

Data certificato 29.12.2020

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio

Lo Sperimentatore **Dott. Merino Mularoni**  
Il Direttore **Dott. Merino Mularoni**





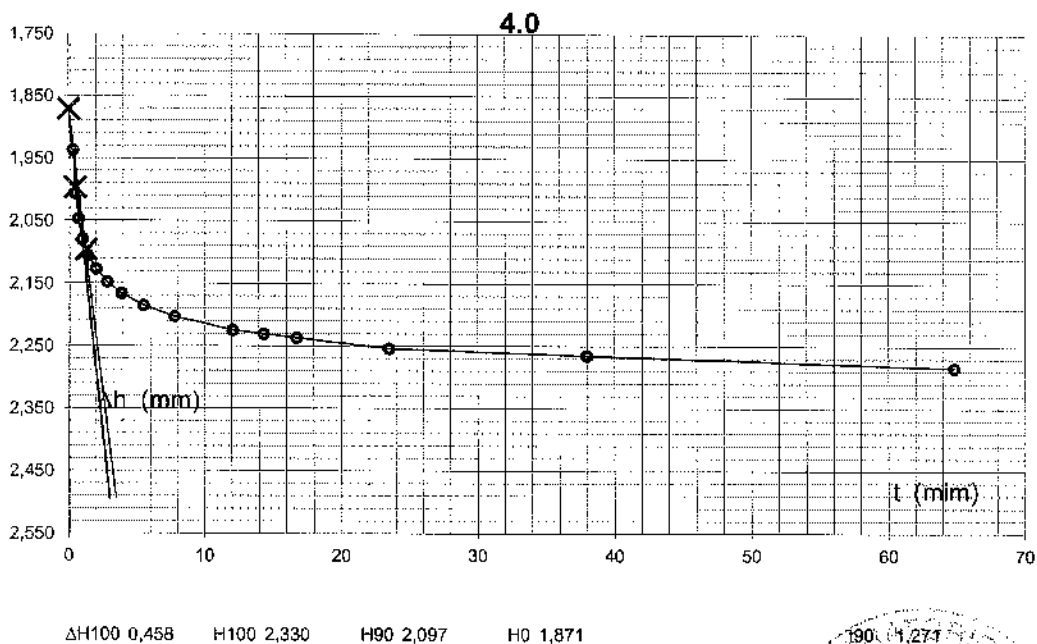
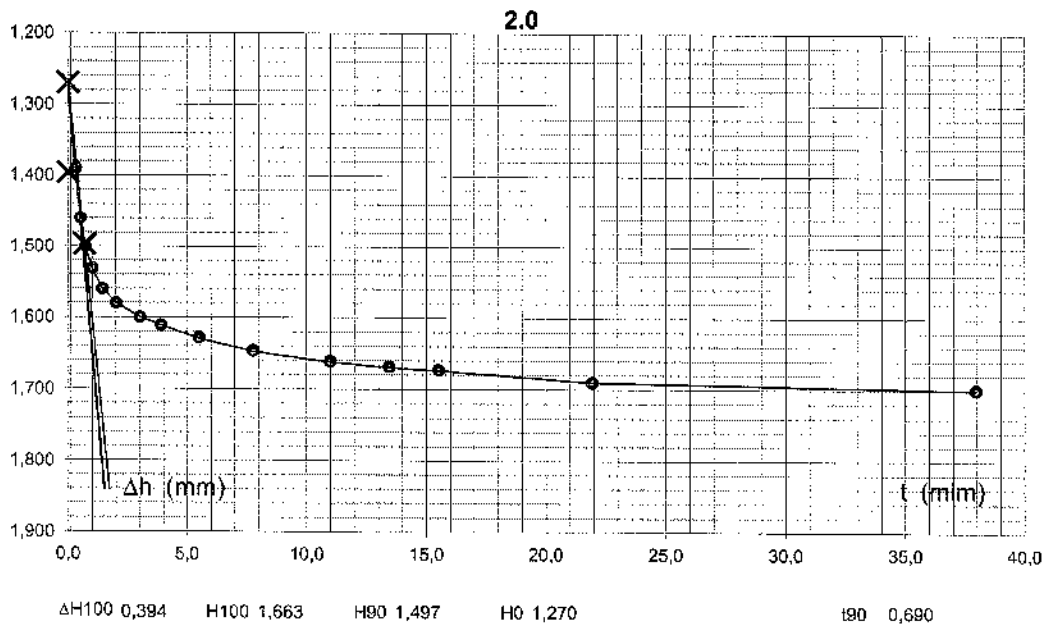
LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	COMMODI & PARTNERS LTD	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA CIRC. MERIDIONALE	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI	PROF. Da m	3,00
		a m.	3,70
RIF.	G20-175		
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

### PROVA EDOMETRICA



Certificato n. 433/20.6

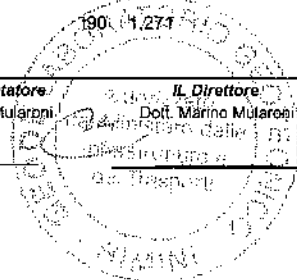
Data certificato 29.12.2020

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio

Lo Sperimentatore  
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore

Dott. Marino Mularoni







LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 V.a Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

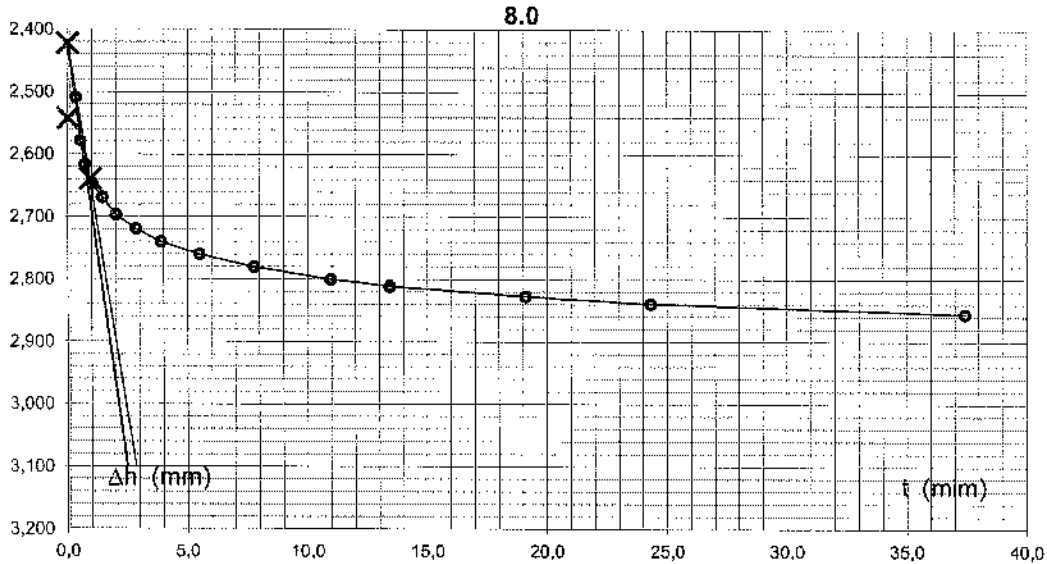
Azienda certificata ISO 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT12/10538  
 A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

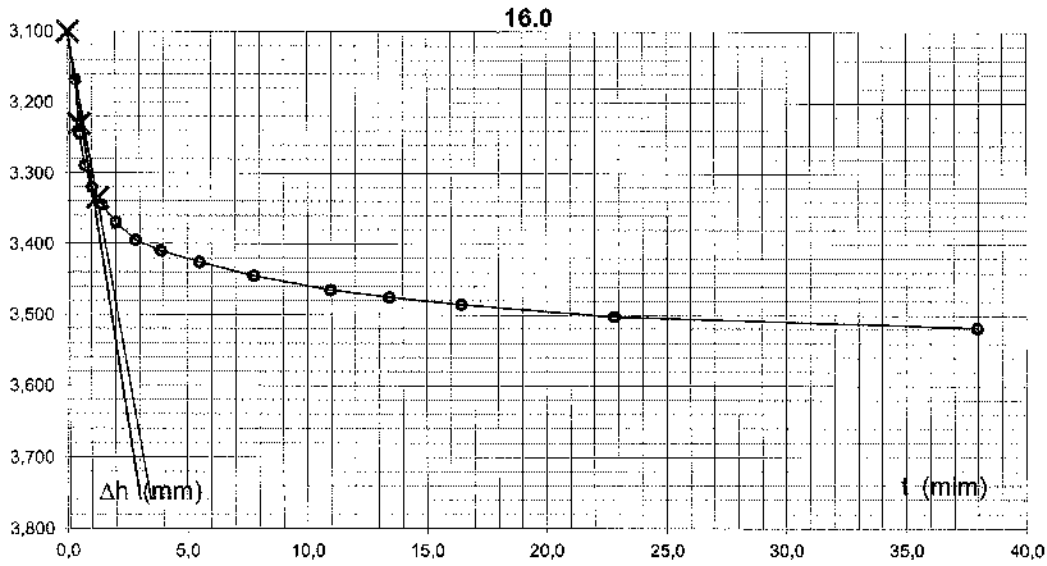
COMMITTENTE	<b>COMMUDI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRG. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>3,00</b>
		a m.	<b>3,70</b>

RIF.	<b>G20-175</b>		
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA**



ΔH100 0,510    H100 2,933    H90 2,639    H0 2,422    t90 0,927



ΔH100 0,605    H100 3,705    H90 3,335    H0 3,101

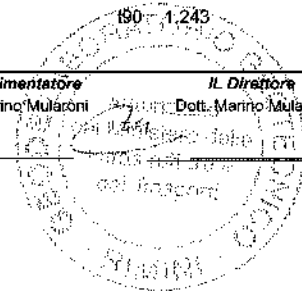
t90 1,243

Certificato n. 433/20.6

Data certificato 29.12.2020

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio

Lo Sperimentatore    IL Direttore  
 Dott. Marino Mularoni    Dott. Marino Mularoni





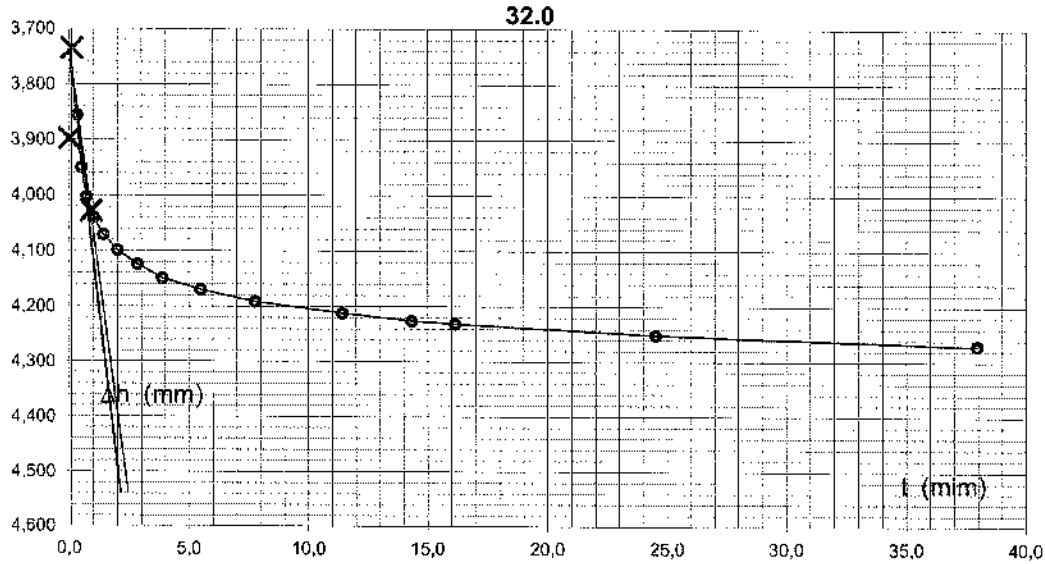
LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT12/0538  
 A.L.G.I. n° 56

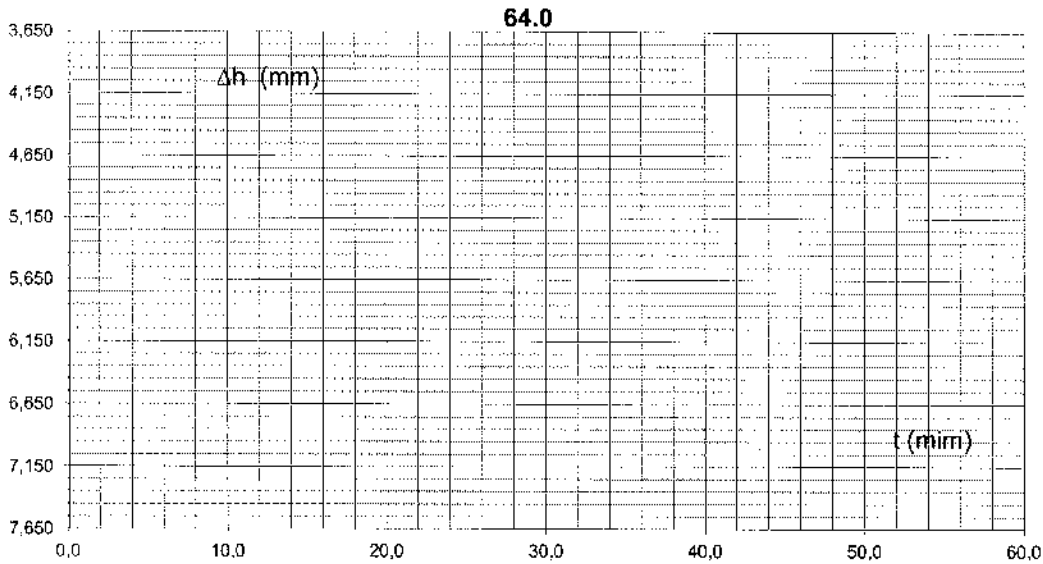
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	1
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	1
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>3,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	433/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA**



ΔH100 0,740    H100 4,475    H90 4,028    H0 3,735    t90 0,904



ΔH100 #N/D    H100 #N/D    H90 #N/D    H0 0,000    t90 #N/D

Certificato n. 433/20.6

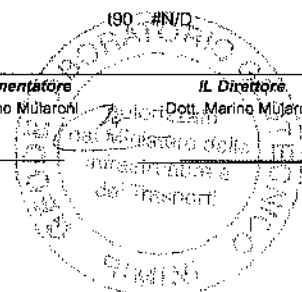
Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
 Dott. Marino Mularoni

IL Direttore

Dott. Marino Mularoni

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta dal laboratorio





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casafecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD** SONDAGGIO **1**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE** CAMPIONE **1**  
LOCALITA' **RIMINI** PROF. Da m **3,00**  
RIF. **G20-175** a m. **3,70**  
Data ricevimento Campione **11.12.2020** Numero accettazione **433/20**  
Data esecuzione Prova **DIC. 2020** Procedura operativa **IST 06/09**

**PROVA EDOMETRICA**

Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico
	12,258		24,517		49,033		98,067
6	0,300	6	0,496	6	0,869	6	1,738
15	0,317	15	0,522	15	0,951	15	1,902
30	0,332	30	0,536	30	1,004	30	2,008
1	0,346	1	0,555	1	1,039	1	2,078
2	0,355	2	0,566	2	1,062	2	2,124
4	0,363	4	0,575	4	1,080	4	2,160
8	0,371	8	0,584	8	1,096	8	2,192
15	0,378	15	0,588	15	1,109	15	2,218
30	0,386	30	0,595	30	1,120	30	2,240
60	0,391	60	0,602	60	1,133	60	2,266
120	0,397	120	0,606	120	1,146	120	2,292
180	0,400	180	0,610	180	1,150	180	2,300
240	0,405	250	0,614	240	1,155	240	2,310
480	0,408	500	0,619	510	1,166	510	2,332
1440	0,417	1440	0,627	1440	1,178	1440	2,356
1440	0,417	1440	0,627	1440	1,178	1440	2,356
0	#####	0	-0,002	0	-0,005	0	-0,011

kPa

Risultati

e  
Cv cm<sup>2</sup>/sec #VALORE! **1,1E-02** **1,2E-02** **1,4E-02**  
Ed Mpa **0,0E+00** **2,3E+00** **1,8E+00** ##### **5,8E-04**  
K m/sec **#VALORE!** **5,1E-09** **7,8E-09** **2,5E+01**

Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico
	196,13		392,27		784,53		1569,1
6	1,390	6	1,937	6	2,509	6	3,170
15	1,460	15	2,007	15	2,578	15	3,245
30	1,500	30	2,047	30	2,616	30	3,289
1	1,531	1	2,079	1	2,647	1	3,320
2	1,560	2	2,106	2	2,669	2	3,345
4	1,580	4	2,127	4	2,697	4	3,370
9	1,600	8	2,148	8	2,720	8	3,395
15	1,611	15	2,166	15	2,740	15	3,410
30	1,630	30	2,185	30	2,760	30	3,426
60	1,648	60	2,203	60	2,780	60	3,445
120	1,662	145	2,225	120	2,800	120	3,465
180	1,670	205	2,231	180	2,811	180	3,475
240	1,674	280	2,237	365	2,827	270	3,485
480	1,690	550	2,254	590	2,839	520	3,502
1440	1,700	1440	2,265	1400	2,855	1440	3,518
1440	1,700	1440	2,264	1400	2,855	1440	3,518
0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

VEDI PAG. 366  
RAVIQLO in m/sec  
con Cv in Cm<sup>2</sup>/sec  
yw in g/cm<sup>3</sup>

Risultati

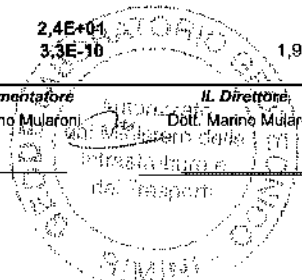
c %  
e  
Cv cm<sup>2</sup>/sec #VALORE! **1,1E-02** **#VALORE!** **8,0E-03**  
Ed Mpa **3,8E+00** **6,7E+00** **1,4E+01** **2,4E+01** **1,9E+02**  
K m/sec **1,5E-09** **3,3E-10**

Certificato n. 433/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore **Dott. Marino Mularoni** Il Direttore **Dott. Marino Mularoni**

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD** SONDAGGIO **1**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE** CAMPIONE **1**  
LOCALITA' **RIMINI** PROF. Da m **3,00**  
RIF. **G20-175** a m. **3,70**  
Data ricevimento Campione 11.12.2020 Numero accettazione 433/20  
Data esecuzione Prova DIC. 2020 Procedura operativa IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA**

Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Scarico	kPa
6	3138,1	6	#####	6	#####	6	0	
15	3,855	15		15		15	0	
30	3,950	30		30		30	0	
1	4,003	1		1		1	0	
2	4,040	2		2		2	0	
4	4,071	5		4		4	0	
8	4,089	8		8		8	0	
15	4,124	15		15		15	0	
30	4,149	30		30		30	0	
60	4,170	65		60		60	0	
130	4,191	125		120		120	0	
205	4,212	190		180		180	0	
260	4,226	270		240		240	0	
600	4,231	505		480		480	0	
1440	4,251	1440		1440		1440	0	
1440	4,271	1440		1440		1440	4,145	
0	0,000	0	-0,210	0	0,000	0	0	

Risultati

c % 2,932

e

Cv cm<sup>2</sup>/sec 1,0E-02 #VALORE! #VALORE!

M

Mpa 4,2E+01

K

m/sec 2,4E-10

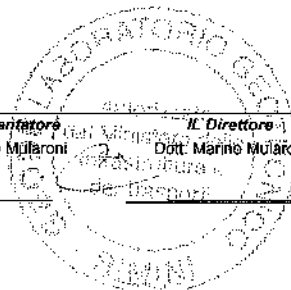
Tempo cedimento mm	Scarico	Tempo cedimento mm	Scarico	Tempo cedimento mm	Scarico	Tempo cedimento mm	Scarico
6	196,1	6	49,0	6	12,3	6	0,0
0		15		15		15	
0		30		30		30	
0		1		1		1	
0		2		2		2	
0		4		4		4	
0		8		8		8	
0		15		15		15	
0		30		30		30	
0		60		60		60	
0		120		120		120	
0		180		180		180	
0		240		240		240	
0		480		480		480	
1440	4,069	1440	3,900	1440		1440	
0		0		0		0	
0		0		0		0	

Certificato n. 433/20.6

Data certificato 29.12.2020

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio

Lo Sperimentatore **Dott. Marino Mularoni** Il Direttore **Dott. Marino Mularoni**



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	12.12.2020	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore:	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	32 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	0,9		0,4	Volumetria	10 cm	Limo argilloso verde-azzurro con passate nocciola.
1,2	1,5	0,5	0,6	Aerometria	20 cm	
				Limiti di Atterberg		
1,4	1,6	0,6	0,7	Taglio Casagrande CD	30 cm	
				Rigonfiamento	40 cm	
				Edometria	50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Certificato n. **434/20.1**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Geol. Marino Mularoni





**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>
Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	12.12.2020	Procedura operativa	

### PARAMETRI CALCOLATI

sulla base dei risultati di prova

#### DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>1,90</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>27,76</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	19	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

#### ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

#### PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,48</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>porosità</i>	<b>n</b>		%
<i>grado di saturazione</i>	<b>S<sub>r</sub></b>		%

Certificato n. **434/20.2**

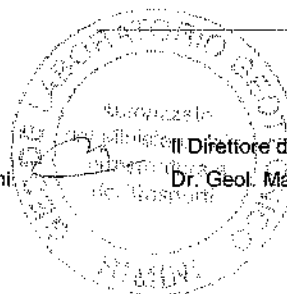
Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni

Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015

Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	12.12.2020	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
62,19	118,77
62,19	117,11
62,19	117,82

Peso di volume                       $\rho$                       **1,90** Mg/m<sup>3</sup>

Certificato n.                      **434/20.2**

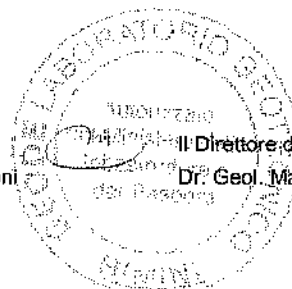
Data certificato                      29.12.2020

Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>
Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	12.12.2020	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
118,77	92,47
117,11	92,67
117,82	91,72

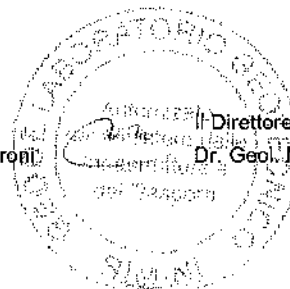
Umidità allo stato naturale **W 27,76 %**Certificato n. **434/20.2**Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Geol. Marino Mularoni







# LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

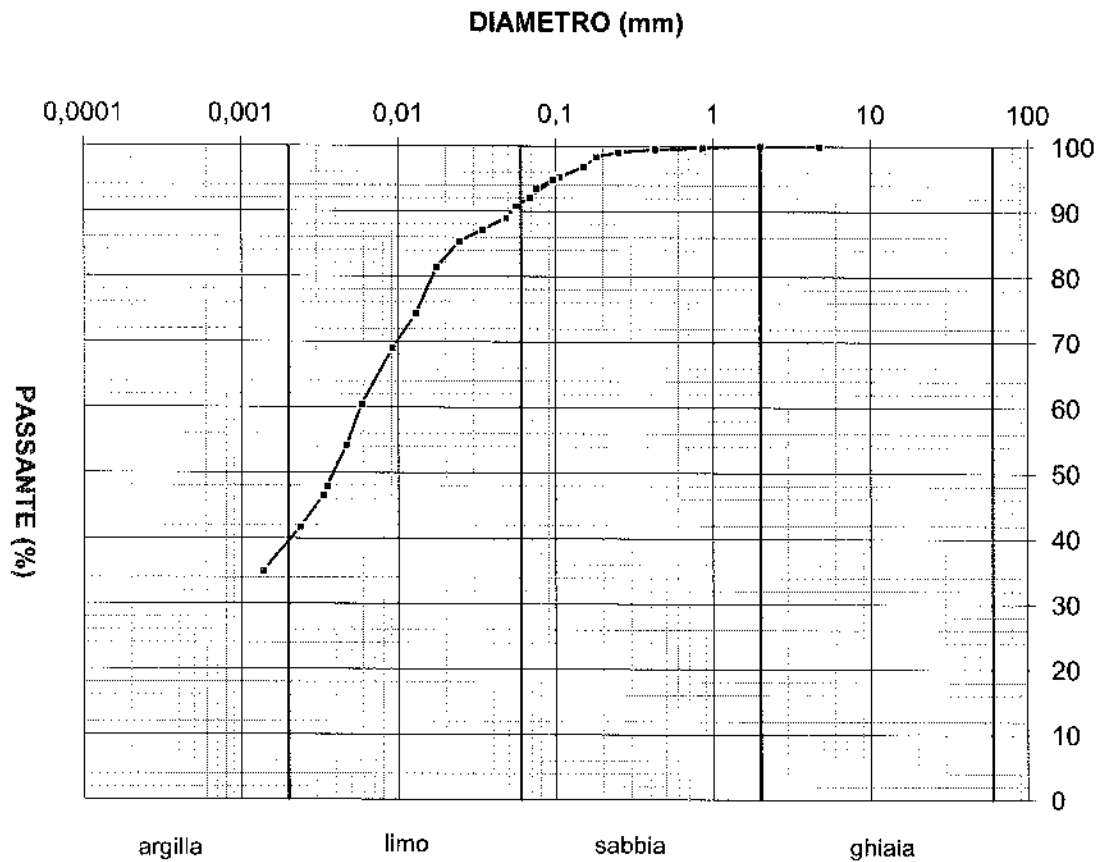
Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.06

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)



Descrizione AGI	<b>LIMO</b>	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0000
	<b>CON ARGILLA</b>				
	<b>DEB. SABBIOSO</b>	d60 (mm)	0,0058	d85 (mm)	0,0220

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità  
(d60/d10) **U =**

Certificato n. **434/20.3**

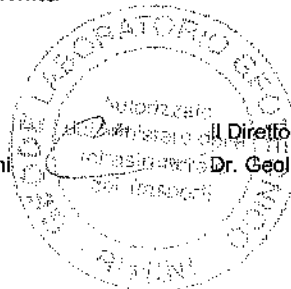
Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato **29.12.2020**



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	17,0	peso specifico:	2,71

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,096	26,00	94,76
0,5	0,068	25,40	92,08
0,75	0,056	25,10	90,75
1	0,048	24,70	88,96
2	0,034	24,30	87,18
4	0,024	23,90	85,40
8	0,017	23,00	81,38
15	0,013	21,40	74,25
30	0,009	20,20	68,90
75	0,006	18,30	60,43
120	0,005	16,90	54,19
215	0,004	15,50	47,95
240	0,003	15,20	46,61
480	0,002	14,10	41,71
1440	0,001	12,60	35,02
1440	0,001	12,60	35,02

\*correzioni applicate:

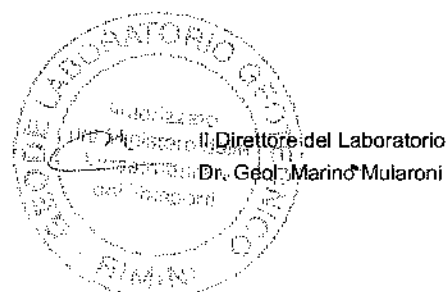
C<sub>m</sub> = 0,5C<sub>d</sub> = 5C<sub>t</sub> = -0,2

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,0</b>
% sabbia	<b>8,9</b>
% limo	<b>52,6</b>
% argilla	<b>38,5</b>

Certificato n. **434/20.3**Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore

Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)**

## SETACCIATURA

peso terreno setacciato (g): 40

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,10	39,90	99,75
0,425	0,20	39,80	99,50
0,25	0,40	39,60	99,00
0,18	0,70	39,30	98,25
0,15	1,30	38,70	96,75
0,106	1,90	38,10	95,25
0,075	2,60	37,40	93,50

Certificato n. **434/20.3**Data certificato **29.12.2020**Lo Sperimentatore **Dr. Geol. Marino Mularoni**  
Il Direttore del Laboratorio **Dr. Geol. Marino Mularoni**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	1
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	2
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	6,00
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	6,70

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.07

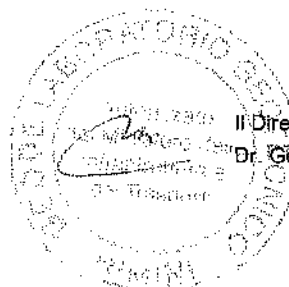
**LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)**

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
22	40,75	27,18	49,93	10,97	8,74	
16	64,63	42,50	52,07	10,26	8,19	
28	68,12	45,94	48,28	9,82	7,81	
35	67,28	44,22	43,08			

limite di ritiro			
volume umido (cm <sup>3</sup> )	peso umido (g)	volume secco (cm <sup>3</sup> )	peso secco (g)
19,600		8,00	
19,650		8,05	

(Umidità naturale)	W	27,76 %
--------------------	---	---------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	48,50 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25,50 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	23,00
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	0,10
INDICE DI CONSISTENZA	lc	0,90
INDICE DI RITIRO	lr	
GRADO DI ATTIVITA'	A	

Certificato n. **434/20.4**Data certificato **29.12.2020**Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



# LABORATORIO GEOTECNICO

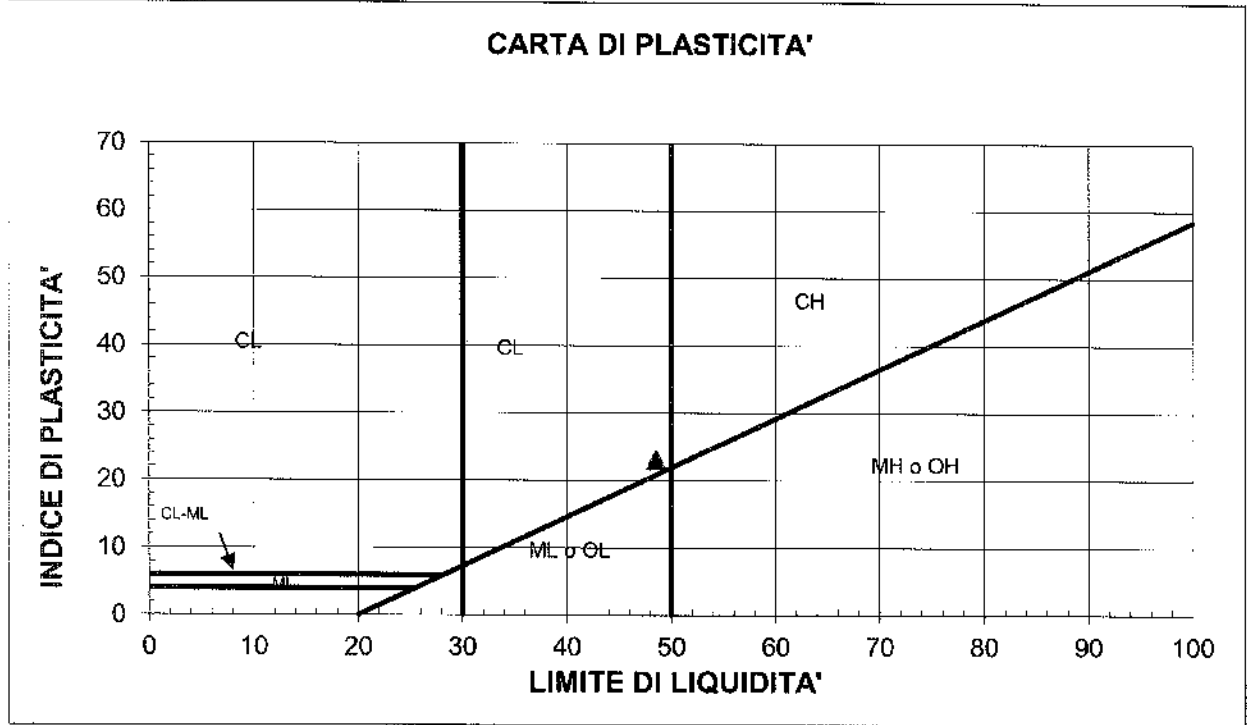
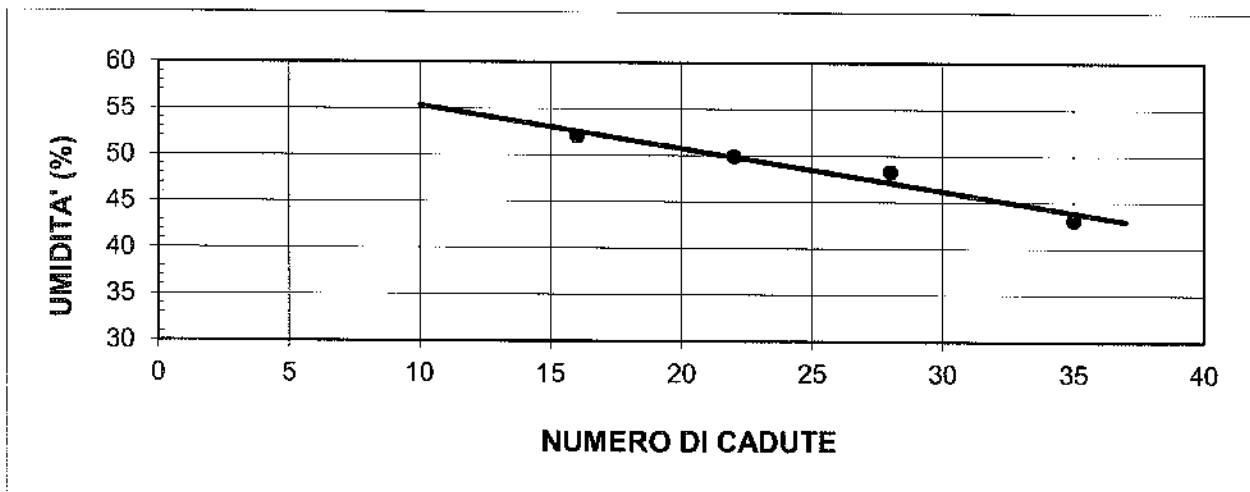
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	15.12.2020	Procedura operativa	IST 06.07

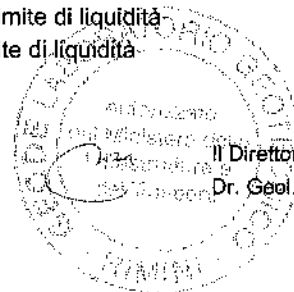


M = limi inorganici  
 C = argille inorganiche  
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità  
 H = alto limite di liquidità

Certificato n. **434/20.4**  
 Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Marino Mularoni



Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

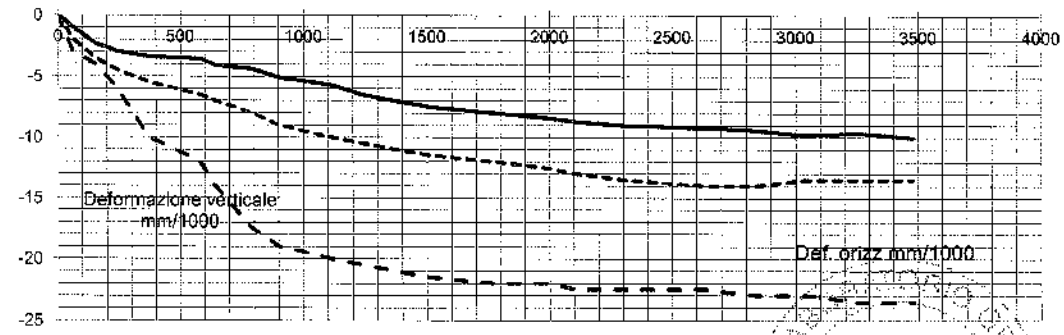
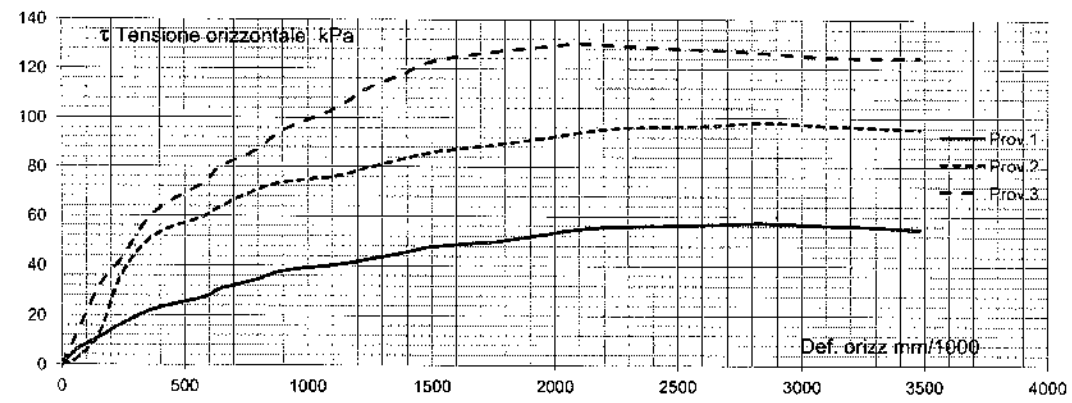
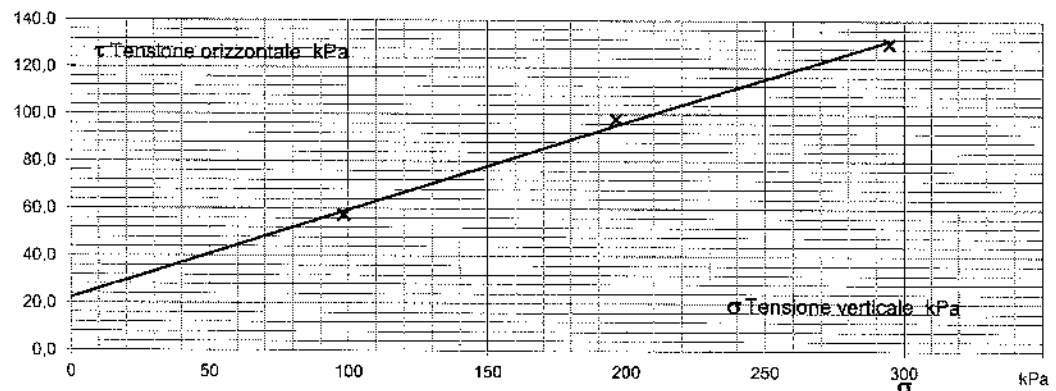
COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero di accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	16.12.2020	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO  $\tau-\sigma$   $C' = (\text{kPa})$  **22,3**  
Regressione Lineare  $\phi' = (^\circ)$  **20,4**

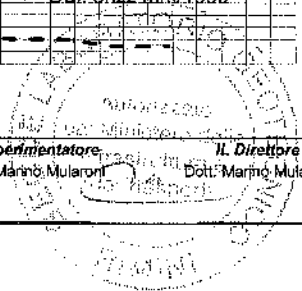
Scelta valori manuale SI/NO: NO	Sforzo a rottura	57	98	130
	Deformazione a rottura	4,733	4,733	3,5



Certificato n. 434/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore: Dott. Marino Mularoni  
Il Direttore: Dott. Marino Mularoni





Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero di accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	16.12.2020	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

PROVINI ( Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Media
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostruito	
Diametro iniziale	mm	$\phi_0$	60	60	60	
Altezza iniziale	mm	$h_0$	22	22	22	
Sezione iniziale	mm <sup>2</sup>	$A_0$	2827	2827	2827	
Volume iniziale	mm <sup>3</sup>	$V_0$	62203	62203	62203	
Peso di volume iniziale	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0$	1,89	1,88	1,98	
Contenuto d'acqua iniziale	%	Wi	29,3	32,6	30,2	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1,460	1,42	1,52	1,47
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,86	0,91	0,78	0,85
Porosità	%	n	46,11	47,64	43,93	45,9
Umidità di saturazione	%	Wsat	31,58	33,57	28,92	31,4
Grado saturazione	%	Sr	92,88	97,13	104,58	98,2
<b>CONSOLIDAZIONE - PROVA</b>						
Pressione di cella	KPa	$\sigma_v$	98	196	295	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,006	0,006	0,006	

**FASE DI ROTTURA**

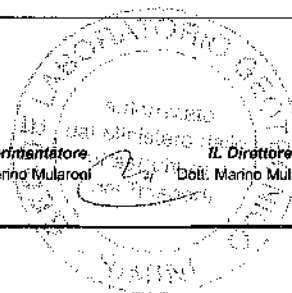
Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)				<b>1</b>		
Deformazione a rottura	mm		2,84	2,84	2,11	
Deformazione a rottura	%		4,7	4,7	3,5	
Tempo rottura effettivo	min		570	570	400	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0050	0,0050	0,0053	
Tensione di rottura	KPa	$\tau$	57	98	130	

Note: Macchine Utilizzate:  
Taglio Casagrande Technocest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 434/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore *[firma]* Il Direttore *[firma]*  
Dott. Marino Mularoni Dott. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
dal Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero dell'Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero di accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	16.12.2020	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

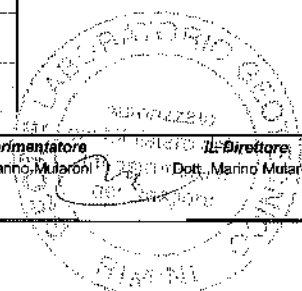
**PROVINO 1**

tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz. kPa
0,0	0	0	0	0	0,00
25,0	0,06	0	-0,001	17	6,01
50,0	0,15	0,25	-0,0023	31	11,0
65,0	0,24	0,40	-0,003	46	16,3
100	0,37	0,62	-0,0034	63	22,3
130	0,58	0,97	-0,0036	77	27,2
150	0,64	1,07	-0,0041	86	30,4
185	0,79	1,32	-0,0044	97	34,3
205	0,9	1,50	-0,0051	107	37,8
225	1,11	1,85	-0,0057	114	40,3
260	1,24	2,07	-0,0065	120	42,4
290	1,37	2,28	-0,007	127	44,9
320	1,51	2,52	-0,0075	135	47,7
360	1,77	2,95	-0,008	141	49,9
380	1,98	3,30	-0,0084	150	53,1
400	2,11	3,52	-0,0087	155	54,8
435	2,3	3,83	-0,009	158	55,9
560	2,63	4,38	-0,0092	160	56,6
570	2,84	4,73	-0,0094	162	57,3
600	3,04	5,07	-0,0098	160	56,6
630	3,25	5,42	-0,0096	158	55,9
660	3,48	5,80	-0,01	155	54,8

Certificato n. 434/20.5

Data certif. 29.12.2020

Lo Sperimentatore: Dott. Marino Mularoni  
Il Direttore: Dott. Marino Mularoni







LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT120538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD** SONDAGGIO **1**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE** CAMPIONE **2**  
LOCALITA' **RIMINI** PROF. Da m **6,00**  
RIF. **G20-175** a m. **6,70**

Data ricevimento Campione **11.12.2020** Numero di accettazione **434/20**  
Data esecuzione Prova **16.12.2020** Procedura operativa **IST 06.11**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

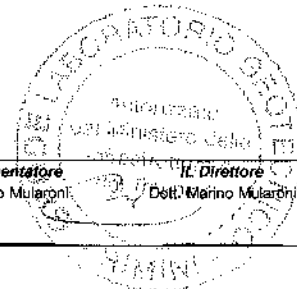
**PROVINO 2**

tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz kPa
0,0	0	0	0	0	0,00
25,0	0,06	0	-0,002	7	2,48
50,0	0,15	0,25	-0,0035	35	12,4
65,0	0,24	0,40	-0,0045	101	35,7
100	0,37	0,62	-0,0055	146	51,6
130	0,58	0,97	-0,0065	169	59,8
150	0,64	1,07	-0,007	179	63,3
185	0,79	1,32	-0,008	199	70,4
205	0,9	1,50	-0,009	208	73,6
225	1,11	1,85	-0,01	215	76,0
260	1,24	2,07	-0,0105	225	79,6
290	1,37	2,28	-0,011	234	82,8
320	1,51	2,52	-0,0115	243	85,9
350	1,77	2,95	-0,012	252	89,1
380	1,98	3,30	-0,0125	260	92,0
400	2,11	3,52	-0,013	266	94,1
435	2,3	3,83	-0,0135	271	95,8
560	2,63	4,38	-0,014	274	96,9
570	2,84	4,73	-0,014	277	98,0
600	3,04	5,07	-0,0135	275	97,3
630	3,25	5,42	-0,0135	272	96,2
660	3,48	5,80	-0,0135	270	95,5

Certificato n. **434/20.5**

Data certif. **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Dott. Marino Mularoni**  
Il Direttore **Dott. Marino Mularoni**







**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT05/0538  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m	<b>6,70</b>

Data ricevimento campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione prova	12.12.2020	Procedura operativa	IST 06.10

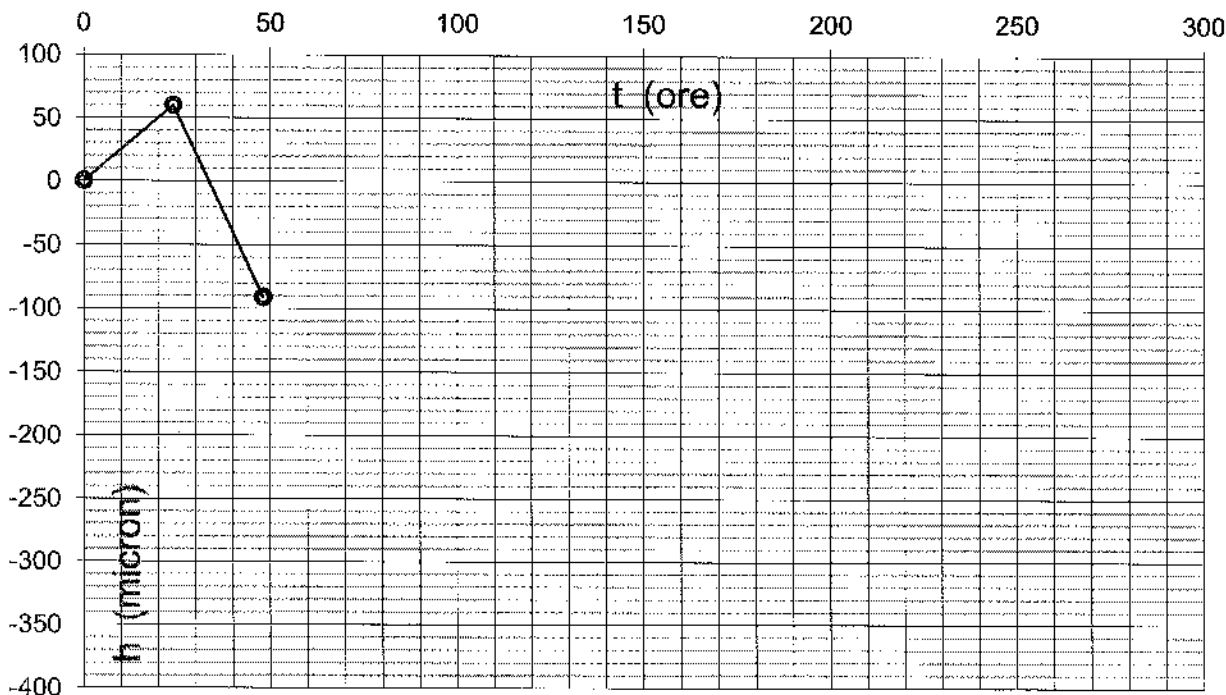
**PROVA DI RIGONFIAMENTO LIBERO IN CELLA EDOMETRICA (ASTM D4546)**

t (h)	h (micron)
0	0
24	60
48	-91

**LEGENDA:**

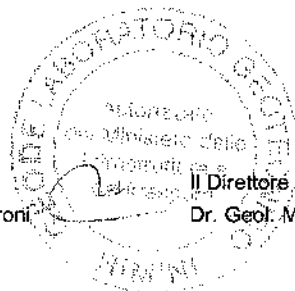
12.12.2020: Campione di altezza 20 mm. Viene inondata la cella.  
da 0 a 24 ore: carico 0,0 kg/cm<sup>2</sup>;  
da 24 a 48 ore: carico 0,125 kg/cm<sup>2</sup>

Con il carico di 0,125 kg/cm<sup>2</sup> il provino comincia a schiacciare.  
Segue prova edometrica.



Certificato n. **434/20.7**  
Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Il Direttore del Laboratorio**  
Dr. Geol. Marino Mularoni **Dr. Geol. Marino Mularoni**





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

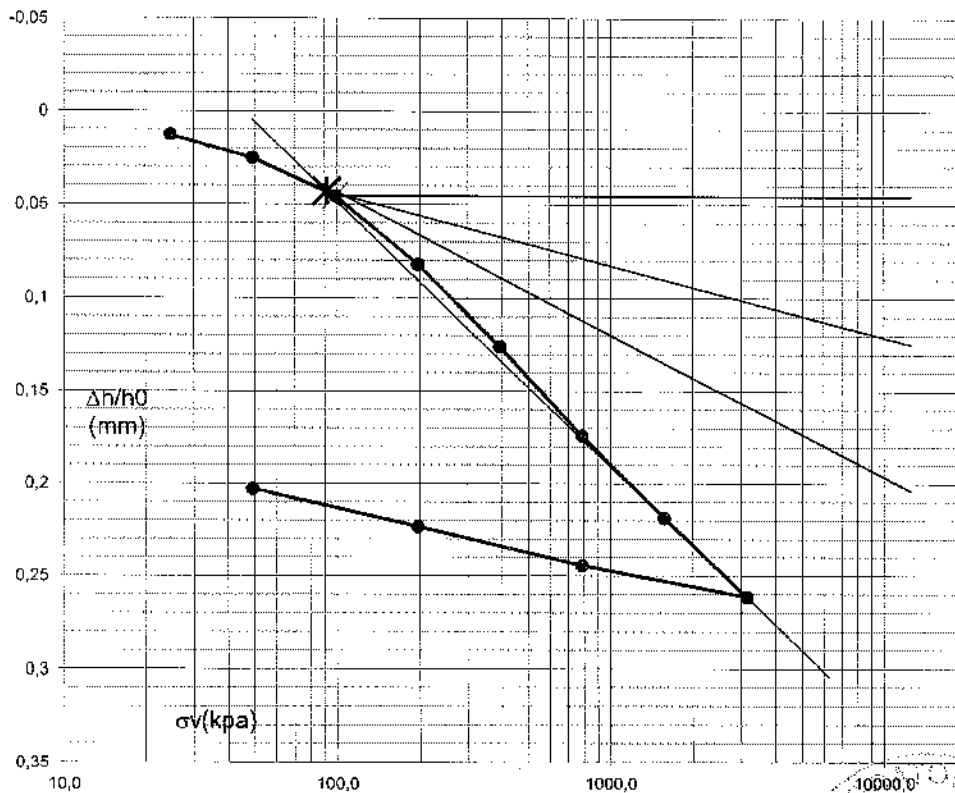
COMMITTENTE	<b>COMMODO &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

**PARAMETRI COMPRESSIBILITA'**

Gradino di Carico	$\sigma_v$ Kpa	$\sigma_v$ kg/cm <sup>2</sup>	Cedim. Ass. $\Delta H$	Cedim. Unit. ev $\Delta H/H_0$ (%)	Indice Vuoti e	Coeff. Consolidazione Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	Mod. Edom. Eed (Mpa)	Coeff. Compressibilità mv (1/Mpa)	Coeff. Cons. Prim. C $\alpha$	Coeff. Perm. K m/sec	METODO CASAGRANDE
12,3	0,125										
24,5	0,250	0,259	1,3	0,820	9,4E-04			0,002	####		
49,0	0,500	0,507	2,5	0,797	1,1E-03	2,0	0,51	0,003	5E-10		
98	1,0	0,911	4,6	0,760	9,9E-04	2,4	0,41	0,003	4E-10		
196	2,0	1,639	8,2	0,693	1,9E-04	2,7	0,37	0,004	7E-11		
392	4,0	2,518	12,6	0,612	8,0E-05	4,5	0,22	0,005	2E-11		
785	8,0	3,481	17,4	0,523	3,3E-05	8,1	0,12	0,005	4E-12		
1569	16,0	4,373	21,9	0,441	3,6E-05	17,6	0,06	0,006	2E-12		
3136	32,0	5,229	26,1	0,362	1,1E-04	36,7	0,03	0,007	3E-12		
6276	64,0										
12553	128,0										
785	8,0	4,890	24,5	0,393							
196	2,0	4,469	22,3	0,432							
49,0	0,5	4,058	20,3	0,470							
12,3	0,1										
0,0	0,0										

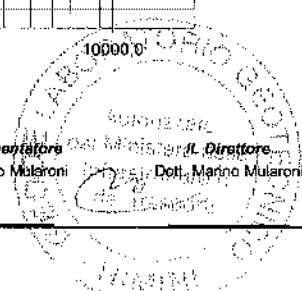
Pressione preconsolidazione (Kpa) **91,4**



Certificato n. **434/20.6**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Il Direttore**  
Dott. Marino Mularoni Dott. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

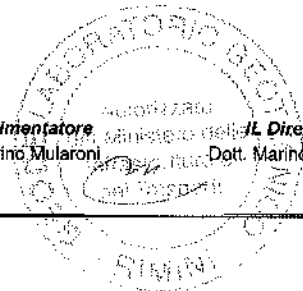
**AD INCREMENTI DI CARICO CONTROLLATI**

	UM	Simbolo	Iniziale	Finale	
	/				
Diametro	mm	$\phi_0$	50,470		
Altezza	mm	$h_{0\ hf}$	20,0	15,94	
Sezione	mm <sup>2</sup>	$A_0$	2001		
Volume	cm <sup>3</sup>	$V_0\ Vf$	40,01	31,89	
Peso di volume	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0 - \gamma_f$	1,902	2,237	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_{d0} - \gamma_{df}$	1,470	1,844	
Contenuto d'acqua	%	$W_0 - W_f$	29,40	21,29	
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710		
Peso di volume secco	gr	Md	1,470		
Volume dei Solidi	cm <sup>3</sup>	Hs	21,70		
Altezza equivalente dei Solidi	mm	Hs	10,85		0,00
Indice dei Vuoti	/	$e_0 - e_f$	0,84	0,47	
Umidità di saturazione	%	Wsato	31,14	17,33	0,00
Grado saturazione	%	$S_0 - S_f$	94,43	122,84	

Certificato n. **434/20.6**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Dott. Marino Mularoni** Il Direttore **Dott. Marino Mularoni**





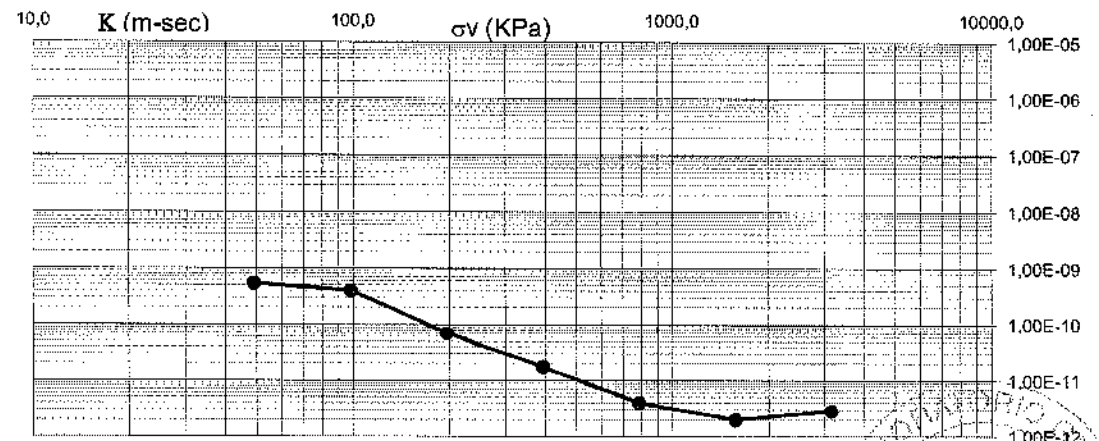
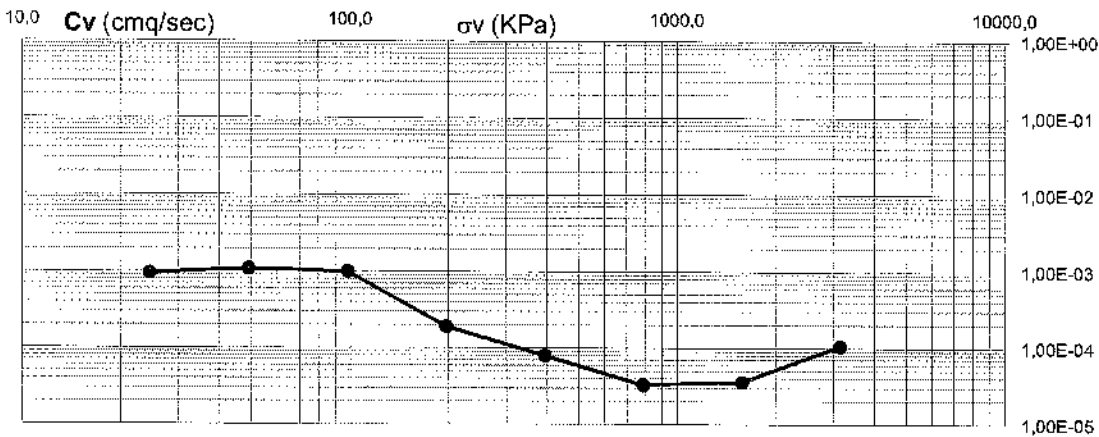
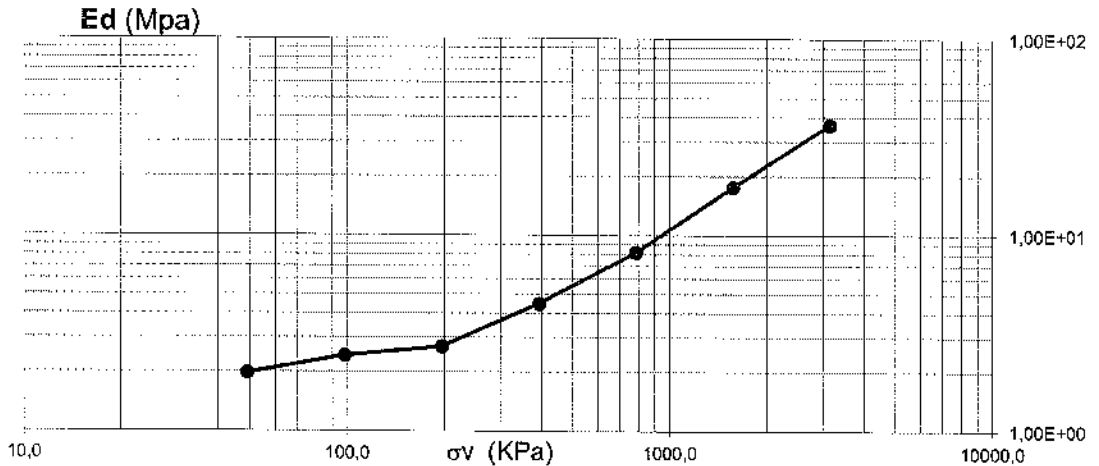
LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT12/0538  
 A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

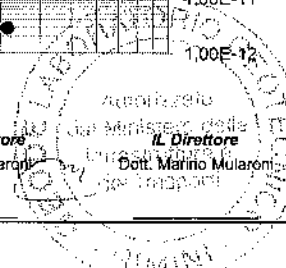


Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
 Dott. Marino Mularoni

Azienda certificata  
 dal Ministero delle  
 Infrastrutture e dei  
 Trasporti  
 Il Direttore  
 Dott. Marino Mularoni





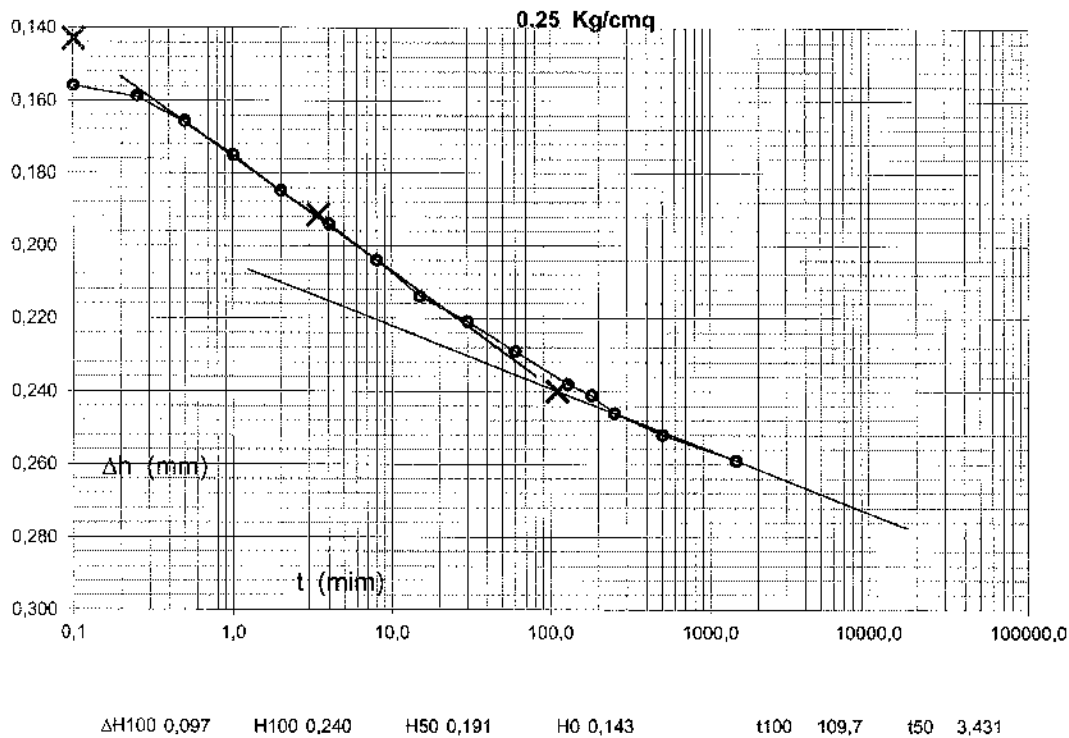
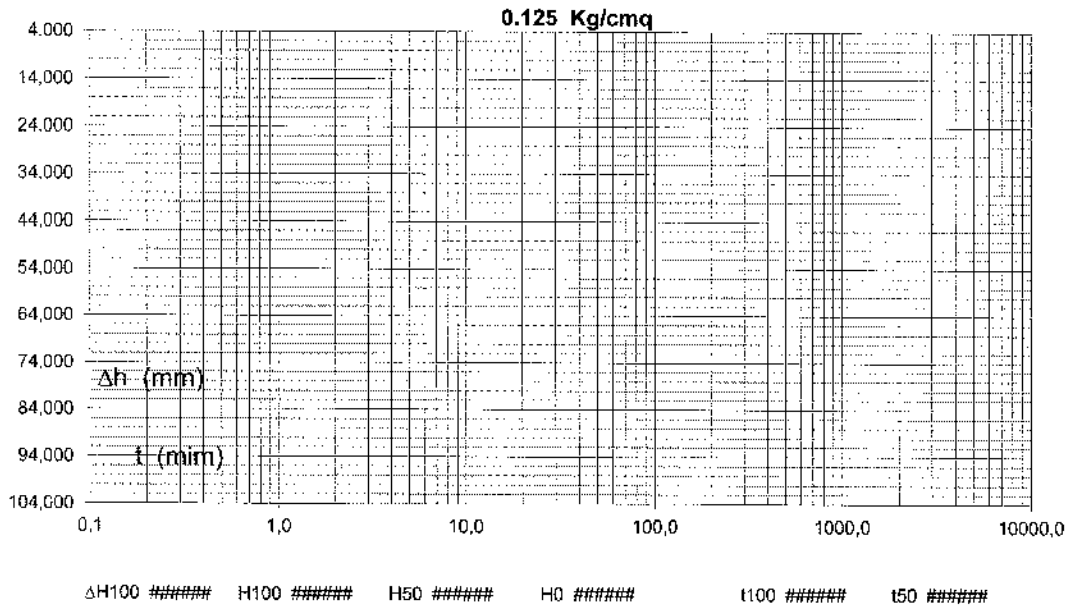
LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47824 Rimini

Azienda certificata 112 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT05/0538  
 A.L.G.I. n° 58

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

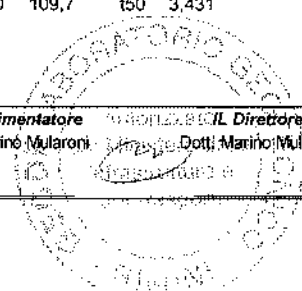
**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**



Certificato n. **434/20.6**

Data certificato **29.12.2020**

Lo Sperimentatore **Dott. Marino Mularoni**  
 IL Direttore **Dott. Marino Mularoni**





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalechio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 58

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

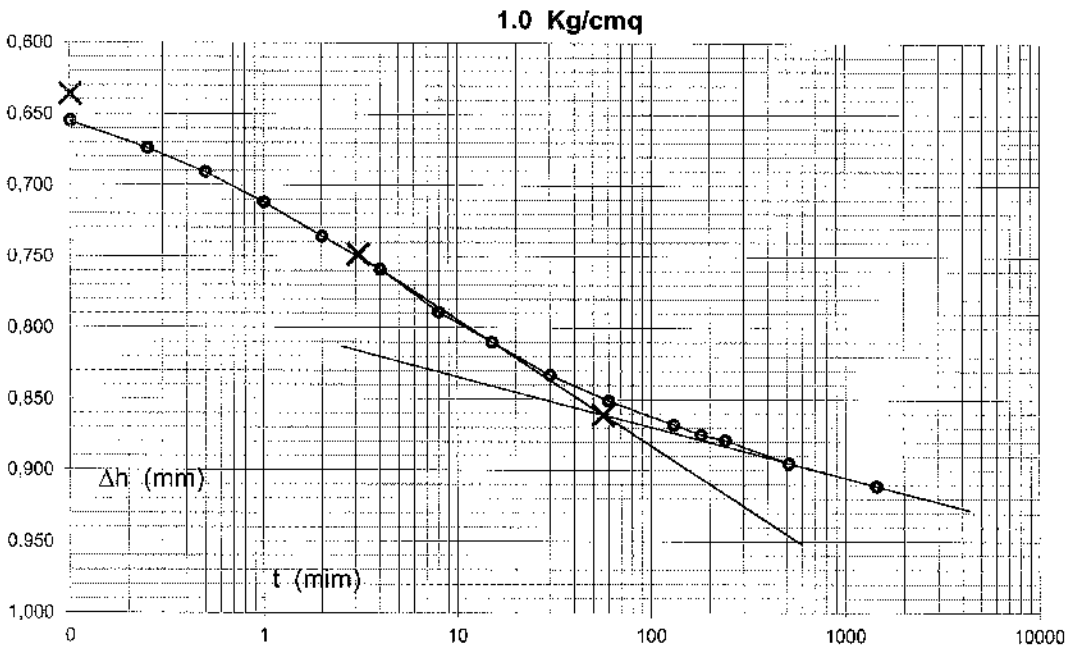
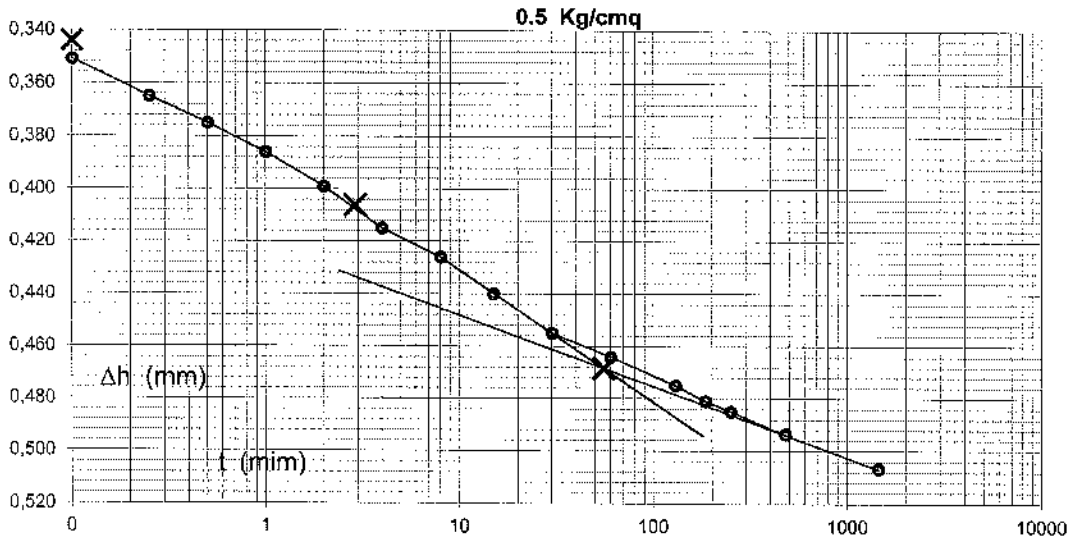
COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE**  
LOCALITA' **RIMINI**  
RIF. **G20-175**

SONDAGGIO **1**  
CAMPIONE **2**  
PROF. Da m **6,00**  
a m. **6,70**

Data ricevimento Campione 00/01/1900 Numero accettazione 434/20

Data esecuzione Prova DIC. 2020 Procedura operativa IST 06/09

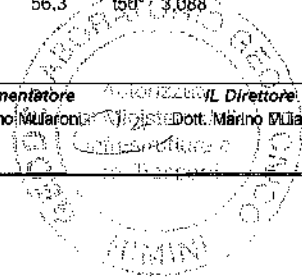
**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**



Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore **Ing. Dott. Marino Mularoni**  
Il Direttore **Ing. Dott. Marino Mularoni**







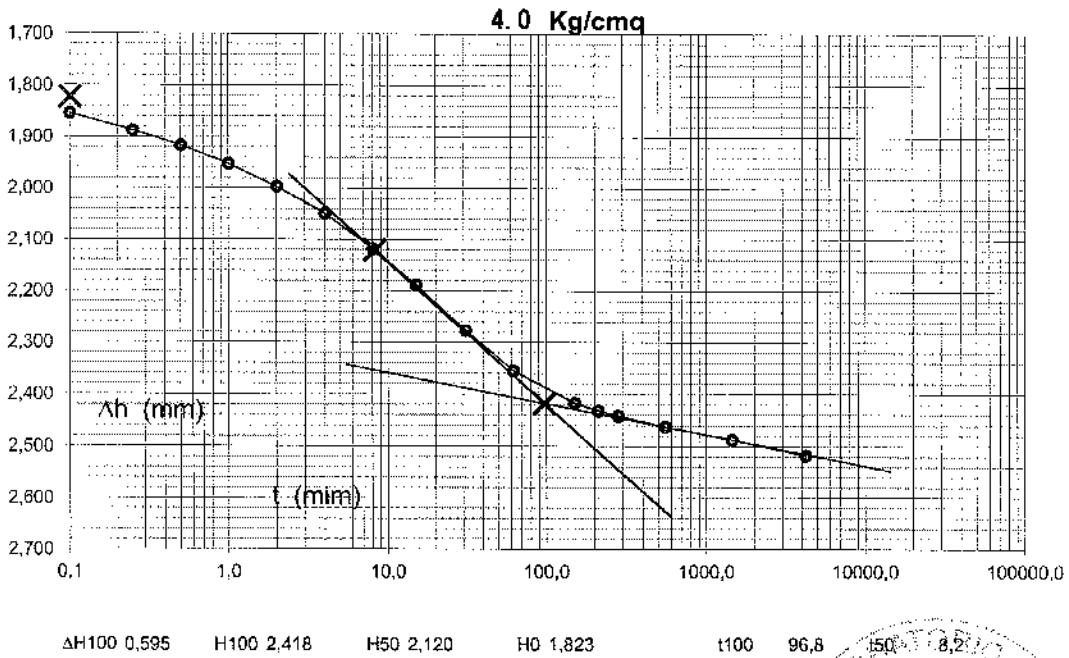
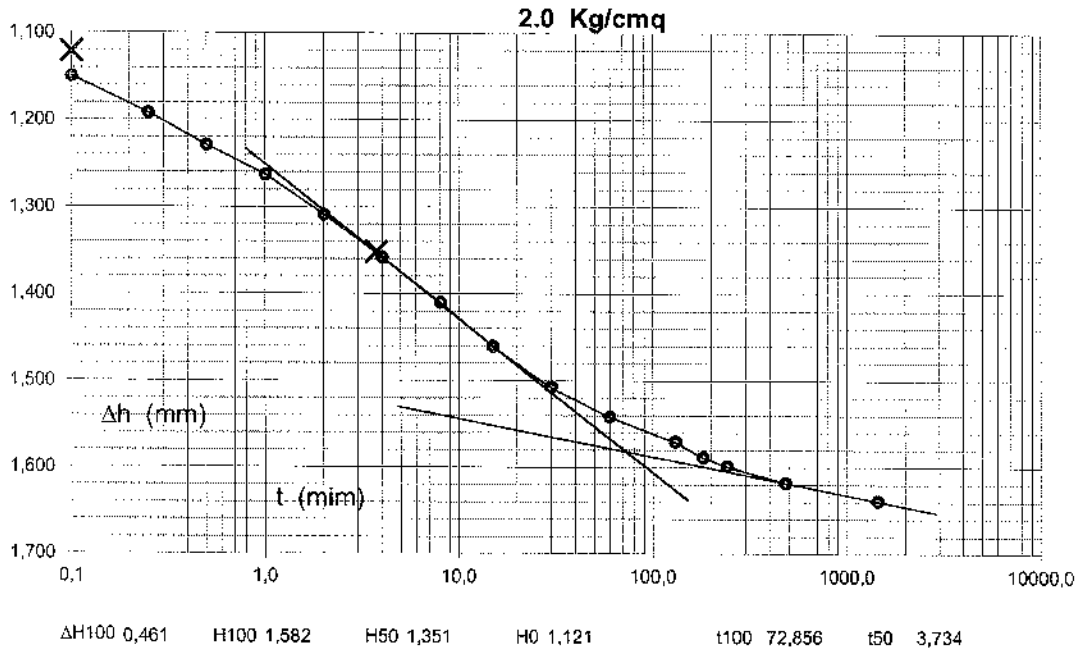
LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT12/0538  
 A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

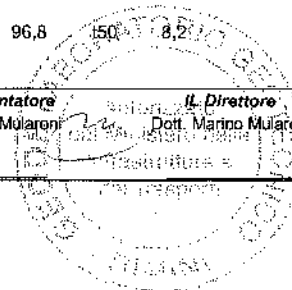


Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
 Dott. Marino Mularoni

Il Direttore  
 Dott. Marino Mularoni





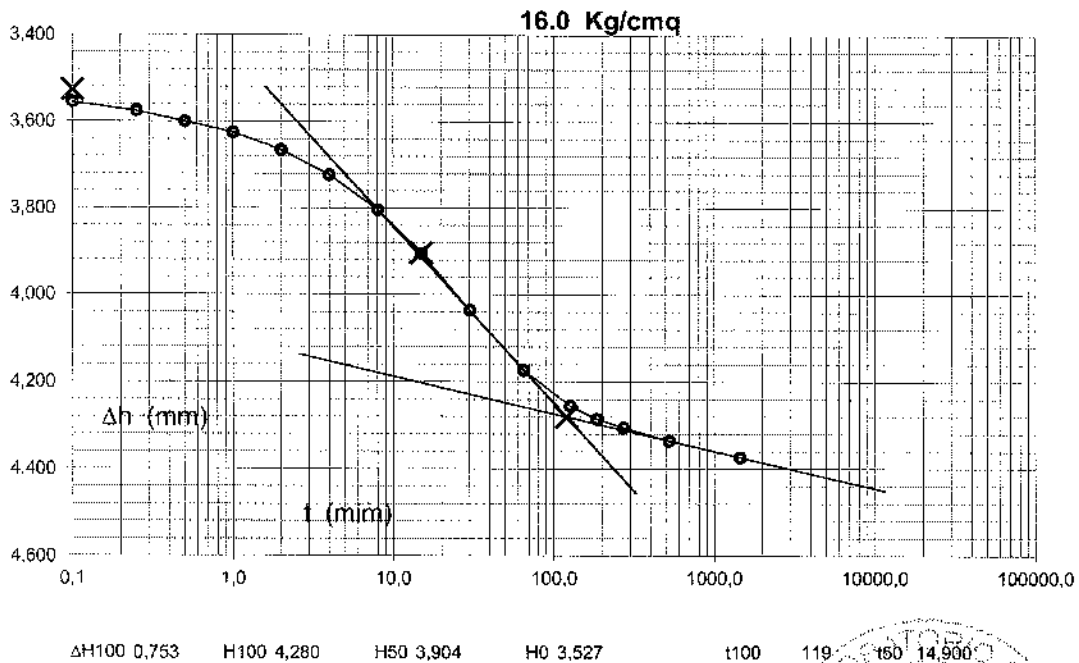
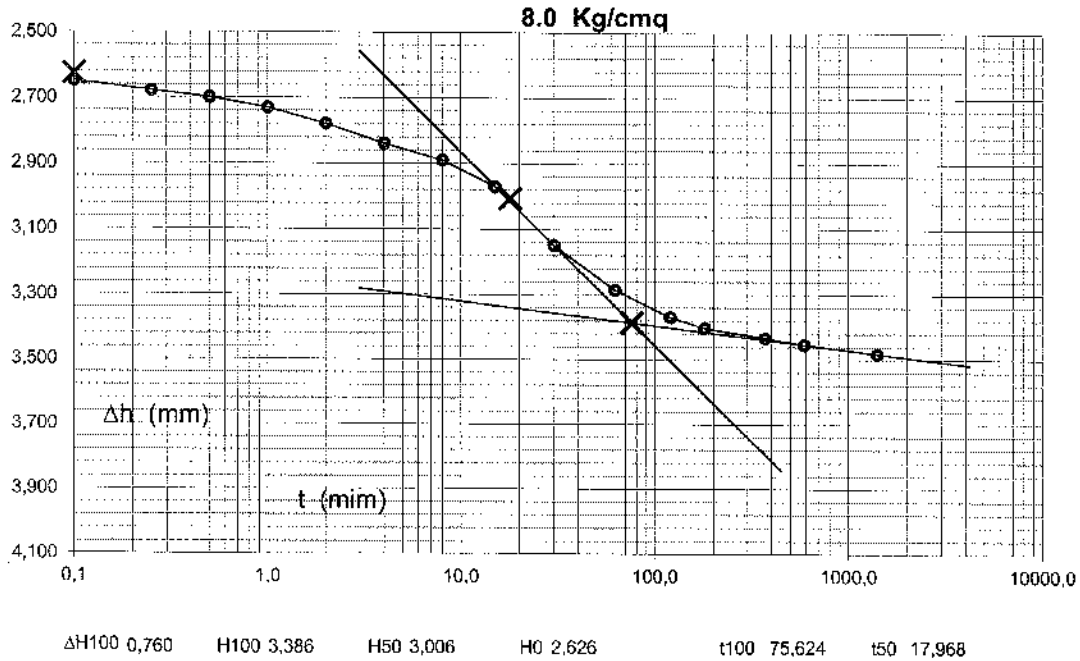
LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT12/0538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

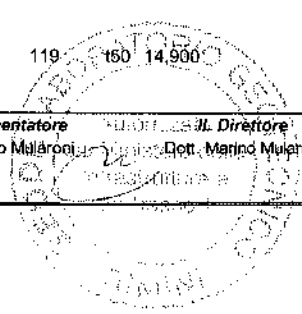
**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTM D 2435-90)**



Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

La Sperimentatore      Il Direttore  
Dott. Marino Mularoni      Dott. Marino Mularoni





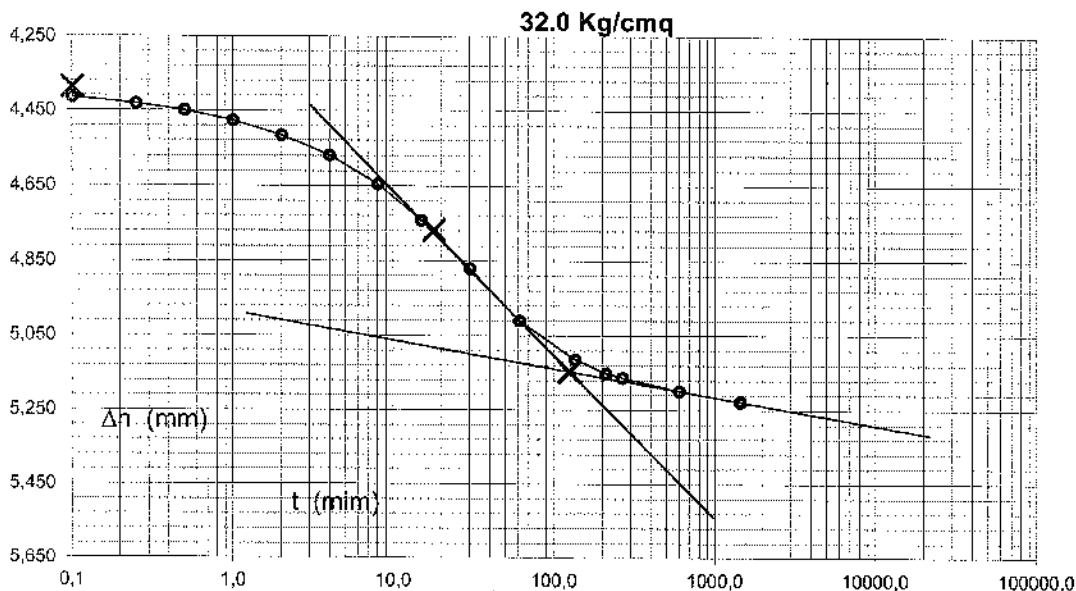
LABORATORIO GEOTECNICO  
 del Dott. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
 Cert. SGS n. IT12/0538  
 A.L.G.I. n° 56

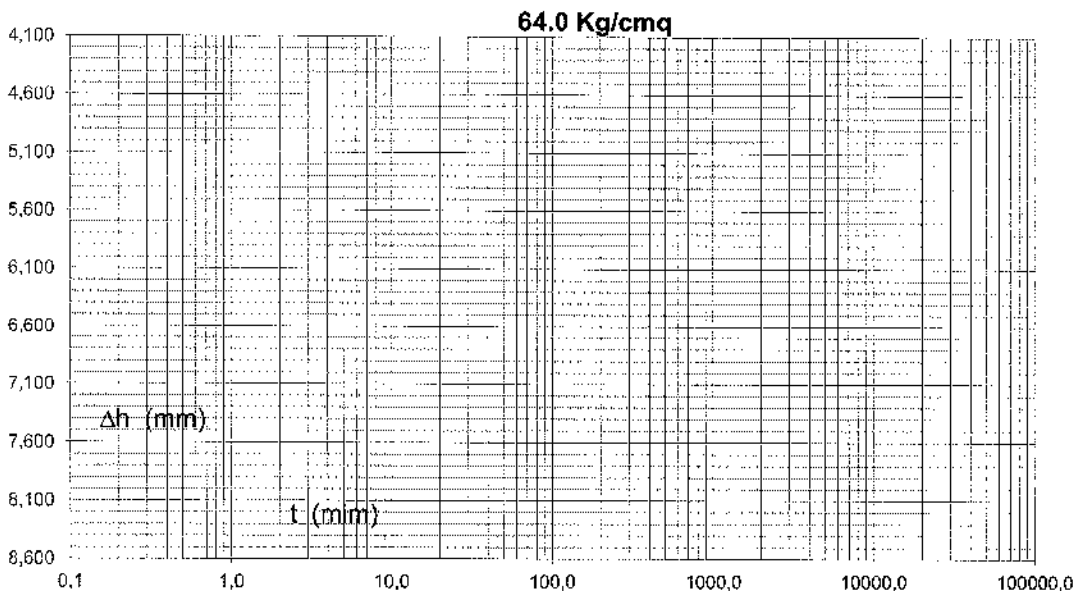
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>COMMODI &amp; PARTNERS LTD</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>VIA CIRC. MERIDIONALE</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>RIMINI</b>	PROF. Da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G20-175</b>	a m.	<b>6,70</b>
Data ricevimento Campione	11.12.2020	Numero accettazione	434/20
Data esecuzione Prova	DIC. 2020	Procedura operativa	IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTM D 2435-90)**



ΔH100 0,760    H100 5,147    H50 4,767    H0 4,387    t100 125    150 17,932

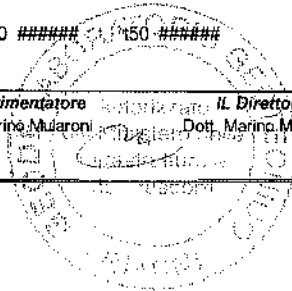


ΔH100 #####    H100 #####    H50 #####    H0 #####    t100 #####    150 #####

Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore *IL Direttore*  
 Dott. Marino Mularoni    Dott. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT120538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD** SONDAGGIO **1**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE** CAMPIONE **2**  
LOCALITA' **RIMINI** PROF. Da m **6,00**  
RIF. **G20-175** a m. **6,70**  
Data ricevimento Campione 11.12.2020 Numero accettazione 434/20  
Data esecuzione Prova DIC. 2020 Procedura operativa IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico
6	12,3	6	24,5	6	49,0	6	98,1
15		15	0,156	15	0,361	15	0,655
30		30	0,159	30	0,365	30	0,674
1		1	0,166	1	0,375	1	0,691
2		2	0,175	2	0,386	2	0,712
4		4	0,185	4	0,399	4	0,736
8		8	0,194	8	0,415	8	0,759
15		15	0,204	15	0,426	15	0,789
30		30	0,214	30	0,440	30	0,810
60		60	0,221	60	0,455	60	0,833
120		120	0,229	120	0,464	120	0,851
180		180	0,238	130	0,475	130	0,868
240		180	0,241	185	0,481	180	0,875
480		250	0,246	250	0,485	240	0,879
1440		500	0,252	480	0,494	510	0,895
1440		1440	0,259	1440	0,507	1440	0,911
1440		1440	0,259	1440	0,507	1440	0,911
0	90,999	0	-0,002	0	-0,005	0	-0,011

Risultati

e **0,82** **0,80** **0,76**  
Cv cm<sup>2</sup>/sec **9,4E-04** **1,1E-03** **9,9E-04**  
Cα % **1,6E-03** **2,5E-03** **3,3E-03**  
Ed Mpa **0,0E+00** **2,0E+00** **2,4E+00**  
K m/sec **#VALORE!** **5,4E-10** **4,0E-10**

Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico
6	196,1	6	392,3	6	784,5	6	1569,1
15	1,150	15	1,855	15	2,649	15	3,556
30	1,192	30	1,888	30	2,678	30	3,576
1	1,229	1	1,917	1	2,699	1	3,600
2	1,263	2	1,953	2	2,730	2	3,625
4	1,309	4	1,997	4	2,779	4	3,665
8	1,358	8	2,049	8	2,839	8	3,723
15	1,410	15	2,118	15	2,890	15	3,804
30	1,460	30	2,188	30	2,971	30	3,905
60	1,508	60	2,277	60	3,149	60	4,035
130	1,542	120	2,355	120	3,286	126	4,173
180	1,571	150	2,417	150	3,369	185	4,255
240	1,589	210	2,432	210	3,402	270	4,286
480	1,599	280	2,442	370	3,433	270	4,305
1440	1,618	550	2,463	590	3,453	520	4,335
1440	1,639	1440	2,488	1400	3,481	1440	4,373
1440	1,639	4200	2,518	1400	3,481	1440	4,373

Risultati

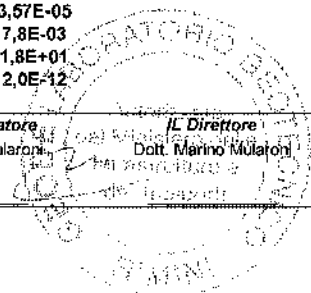
e **0,69** **0,61** **0,52** **0,44**  
Cv cm<sup>2</sup>/sec **1,91E-04** **7,96E-05** **3,30E-05** **3,57E-05**  
Cα % **4,1E-03** **5,0E-03** **5,4E-03** **7,8E-03**  
Ed Mpa **2,7E+00** **4,5E+00** **8,1E+00** **1,8E+01**  
K m/sec **7,0E-11** **1,7E-11** **4,0E-12** **2,0E-12**

Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
Dott. Marino Mularoni

Il Direttore  
Dott. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47921 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015  
Cert. SGS n. IT120538  
A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **COMMODI & PARTNERS LTD**  
CANTIERE **VIA CIRC. MERIDIONALE**  
LOCALITA' **RIMINI**  
RIF. **G20-175**

SONDAGGIO **1**  
CAMPIONE **2**  
PROF. Da m **6,00**  
a m. **6,70**

Data ricevimento Campione 11.12.2020 Numero accettazione 434/20  
Data esecuzione Prova DIC. 2020 Procedura operativa IST 06/09

**PROVA EDOMETRICA I.C. (ASTMD 2435-90)**

Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Carico	Tempo cedimento mm	Scarico	kPa
	3138,1		6276,3		12553		784,5	
6	4,415	6		6		6		
15	4,432	15		15		15		
30	4,450	30		30		30		
1	4,477	1		1		0		
2	4,516	2		2		0		
4	4,569	5		4		0		
8	4,645	8		8		0		
15	4,742	15		15		0		
30	4,870	30		30		0		
61	5,010	65		60		0		
135	5,114	125		120		0		
210	5,151	190		180		0		
265	5,163	270		240		0		
600	5,199	505		480		0		
1440	5,228	1440		1440		0		
1440	5,229	1440		1440		1440	4,890	
			-0,210					

Risultati

e 0,36 0,39  
Cv cm<sup>2</sup>/sec 1,1E-04  
Ca % 7,0E-03  
Ed Mpa 3,7E+01  
K m/sec 2,8E-12

Tempo cedimento mm	Scarico	Tempo cedimento mm	Scarico	Tempo cedimento mm	Scarico	Tempo cedimento mm	Scarico
	196,1		49,0		12,3		0,0
6		6		6		6	
0		15		15		15	
0		30		30		30	
0		1		1		1	
0		2		2		2	
0		4		4		4	
0		8		8		8	
0		15		15		15	
0		30		30		30	
0		60		60		60	
0		120		120		120	
0		180		180		180	
0		240		240		240	
0		480		480		480	
1440	4,469	1440	4,058	1440		1440	
0		0		0		0	
0		0		0		0	

Risultati

e 0,43 0,47

Certificato n. 434/20.6

Data certificato 29.12.2020

Lo Sperimentatore  
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore  
Dott. Mario Mularoni

