

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I	
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 1di 33	
	N°DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00		



Sito Syndial di Ravenna – Area Ponticelle

Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria Sub Comparto B – Ca' Ponticelle

RELAZIONE GEOLOGICA – IDROGEOLOGICA - SISMICA

00	Emissione	Golder	Amendola/ Fagiani	Bini	10/06/2019
Indice di Rev.	Descrizione Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
<i>Questo documento è di proprietà Syndial S.p.A. che se ne riserva tutti i diritti.</i>					



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 2di 33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV. 00	
	.	TEBO		

Memorandum delle revisioni

Ind. Di Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 3di 33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

INDICE

1.	INTRODUZIONE	6
1.1	Descrizione degli interventi	6
1.2	Scopo del documento	8
1.3	Documentazione di riferimento	9
1.4	Normativa di riferimento	9
2.	INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO	11
2.1	Inquadramento geografico	11
2.2	Inquadramento geologico e geomorfologico generale	12
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE	15
3.1	Indagini geognostiche pregresse	15
3.2	Indagini geognostiche eseguite nel periodo giugno-agosto 2018	15
3.3	Assetto geomorfologico e litostratigrafico locale.....	15
3.4	Assetto idrogeologico locale	18
4.	ANALISI DELLA SISMICITÀ LOCALE.....	20
4.1	Caratterizzazione sismica del territorio.....	20
4.2	Microzonazione sismica	22
4.2.1	Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni.....	22
4.2.2	Carta delle aree suscettibili di effetti locali	24
4.2.3	Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)	25
4.2.4	Carta dei fattori di amplificazione.....	26

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 4di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
		TEBO	00	

4.2.5	Carta del potenziale liquefazione.....	27
4.3	Indagini sismiche.....	27
4.4	Analisi della risposta sismica locale	27
4.4.1	Categoria di suolo e fattori di amplificazione.....	30
4.4.2	Stima del potenziale di liquefazione.....	30

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

Figura 1 – Ubicazione degli interventi in progetto con indicazione delle aree di proprietà Syndial	6
Figura 2 – Vista d'insieme delle opere in progetto	7
Figura 3 Inquadramento del sito all'interno dello stabilimento multi societario di Ravenna (linea rossa)...	11
Figura 4 Stralcio tratto dal Foglio 223 "Ravenna" della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000; il cerchio rosso indica l'ubicazione del Sito.	12
Figura 5 Stralcio della Carta Geomorfologica di inquadramento generale (in Scala 1:25.000) allegata al Documento [2]	13
Figura 6 Carta strutturale della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1992)	14
Figura 7 schema tettonico dell'Appennino emiliano-romagnolo e della Pianura Padana centrale (Martelli, 2011) con zone sismogenetiche da ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), aree con limiti rossi, e localizzazione dei principali terremoti che hanno interessato l'Emilia-Romagna (dati INGV). Nel cerchio blu l'ubicazione dell'area Ponticelle.	21
Figura 8 Ubicazione della sorgente sismogenetica ITCS012	21
Figura 9 Stralcio della "Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni" con ubicazione dell'area di Ponticelle (12. Area industriale).....	23
Figura 10 Stralcio della "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" con indicazione dell'area Ponticelle (12. Area industriale).	24
Figura 11 Stralcio della "Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)" con indicazione dell'area di Ponticelle (12. Area industriale).	25
Figura 12 Stralcio della "Carta dei fattori di amplificazione" con indicazione dell'area di Ponticelle (12. Area industriale).....	26
Figura 13 Stralcio della "Carta del potenziale di liquefazione" con indicazione dell'area di Ponticelle (12. Area industriale).....	27

INDICE DELLE TABELLE NEL TESTO

Tabella 1 Sintesi delle indagini geognostiche pregresse	15
Tabella 2 Sintesi dei risultati della stima del potenziale di liquefazione e dei cedimento post sismici indotti dalla liquefazione.....	31

ANNESI

ANNESSO 1: Relazioni geologiche redatte a supporto del PUA

ANNESSO 2: Indagini geognostiche in area FORSU: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati, SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati, Prove penetrometriche CPTU (con prove dissipazione), Indagine georadar Prove sismiche in sito MASW e HVSR. Sito Eni Ravenna – area Ponticelle. Report attività svolte (Gaia, marzo-aprile 2018)

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 5di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

ANNESSE 3: Indagini geognostiche: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati, SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati, Prove penetrometriche CPTU (con prove dissipazione), Indagine georadar Prove sismiche in sito MASW e HVSr. Sito Eni Ravenna – area Ponticelle. Report attività svolte (Gaia, giugno-agosto 2018).....

ANNESSE 4: Sezioni geologiche interpretative

ANNESSE 5: Stima del potenziale di liquefazione: risultati delle elaborazioni eseguite con il software Liquiter (GeoStru).....

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle		Pag. 6di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

1. INTRODUZIONE

1.1 Descrizione degli interventi

Syndial S.p.a. ed Eni New Energy, entrambe società del Gruppo Eni, intendono proporre un progetto di riqualificazione produttiva del sito di Ponticelle che prevede la realizzazione di (v. Figura 2):

- a cura Eni New Energy: impianto fotovoltaico grid-connected di potenza pari a 5,6 MWp con annesso storage lab della potenza di 1 MWh;
- a cura Syndial: piattaforma polifunzionale per la gestione di rifiuti solidi e liquidi e un centro tecnologico per le bonifiche (di seguito CTB).

La piattaforma è localizzata tra il polo chimico di Ravenna e l'area artigianale Bassette, come indicato nell'immagine seguente (Figura 1), ove sono indicate anche le aree Syndial del polo di Ravenna. L'area risulta affacciata a Via Canale Magni nel tratto fra Rotonda degli Scaricatori e Rotonda degli Ormeggiatori.



Figura 1 – Ubicazione degli interventi in progetto con indicazione delle aree di proprietà Syndial

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 7 di 33
	N° DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	



Figura 2 – Vista d'insieme delle opere previste progetto di riqualifica ambientale del sito di Ponticelle

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 8di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	



Figura 3 – PUA sub comparto B – Ca' Ponticelle

1.2 Descrizione delle opere di urbanizzazione primaria (PUA)

Il Piano Urbanistico Attuativo subcomparto B – Ca' Ponticelle a cui fa riferimento il presente documento, prevede opere di urbanizzazione primaria quali:

- realizzazione di una strada di accesso al nuovo comparto posta a margine ovest del sito;
- nuova rotatoria di ingresso su Via Canale Magni;
- nuovi parcheggi pubblici ubicati in parte in adiacenza del lotto dedicato alla piattaforma per trattamento rifiuti ed in parte in fondo all'area di comparto; entrambi i parcheggi risultano accessibili da una rotatoria più contenuta.

Nel Piano Urbanistico Attuativo è prevista anche un'area verde di mitigazione paesaggistica nella zona settentrionale del sito, con funzione di filtro tra i futuri impianti industriali e le importanti aree naturalistiche poste a nord, oltre Via Canale Magni. All'interno della fascia verde è realizzata una vasca per la laminazione delle acque di seconda pioggia delle aree pubbliche del comparto.

1.3 Scopo del documento

Il presente documento costituisce la relazione geologica, idrogeologica e sismica del sito in cui ricade l'area delle opere di urbanizzazione primaria del sub comparto B.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 9di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

Scopo del presente documento è di fornire il quadro delle conoscenze ad oggi acquisite sul sedime oggetto delle attività in progetto, tenendo conto delle campagne geognostiche pregresse eseguite fino ad aprile 2018 e delle indagini in sito e di laboratorio condotte nel periodo a giugno-agosto 2018 a completamento delle precedenti.

Nel periodo recente giugno-agosto 2018 è stata condotta infatti una campagna di approfondimento geognostico con prove geotecniche in sito, prelievo campioni e prove di laboratorio geotecnico i cui risultati sonocompresi nel presente documento assieme alle informazioni già disponibili relativo agli aspetti geologici, idrologici ed idrogeologici del sito.

In particolare le principali opere di urbanizzazione primaria (PUA) per le quali si chiede autorizzazione direttamente connesse alla nuova viabilità sono:

- nuovi muri di sostegno della sede stradale, ubicati principalmente lungo lo sviluppo longitudinale della medesima;
- nuovi basamenti per torri faro in corrispondenza delle rotatorie;
- nuova vasca di laminazione.

1.4 Documentazione di riferimento

- [1] PUA ex Enichem Sub comparto B Ca' Ponticelle, Relazione geologica geotecnica (Studio Luoghi della Città, febbraio 2018);
- [2] PUA ex Enichem Sub comparto B Ca' Ponticelle, Relazione geologica geotecnica - integrazione (Studio Luoghi della Città, febbraio 2018);
- [3] Variante al "Progetto operativo di bonifica dei sedimenti e dei terreni della zona Ponticelle – Fase II – 2° stralcio" – Intervento di messa in sicurezza permanente, Revisione 2 (Montana, marzo 2018);
- [4] Indagini geognostiche in area FORSU: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati, SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati, Prove penetrometriche CPTU, Prove di dissipazione, Rilievo topografico. Sito Eni Ravenna – area Ponticelle. Report attività svolte (Gaia, aprile 2018);
- [5] Specifica tecnica per l'esecuzione di indagini geotecniche/geofisiche in sito nell'area Ponticelle (Montana, maggio 2018).

Le relazioni geologiche redatte a supporto del PUA (Documenti [1] e [2]) sono riportate nell'Annesso 1.

La relazione descrittiva delle indagini eseguite nell'area FORSU (Documento [4]) è riportata nell'Annesso 2.

1.5 Normativa di riferimento

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018, suppl. ord. n. 8;
- Circolare n. 7/2019 del C.S.LL.PP, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 35/2019 del 11 febbraio 2019: Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 10di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

- Circolare Applicativa n° 617 del 02/02/2009 alle NTC/2008. DeliberaAssemblea Legislativa n°112/2007 della Regione Emilia Romagna “Atto diIndirizzo e coordinamento tecnico” per gli studi di microzonizzazione sismica;
- Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015, Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per lapianificazione territoriale e urbanistica”, di cui alla deliberazione dell'assemblealegislativa 2 Maggio 2007, N. 112;
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977).
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) “Raccomandazioni sui pali di fondazione (dicembre 1984)
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) “Aspetti geotecnici nella progettazione in zona sismica (Edizione Provvisoria, marzo 2005)”.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle		Pag. 11di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

2. INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

2.1 Inquadramento geografico

Il sito in esame, all'interno del quale ricade l'area di proprietà Syndial nell'ambito del quale a sua volta ricadono le opere di urbanizzazione primaria del sub comparto B – Ca' Ponticelle, è ubicato all'interno dell'area industriale dello stabilimento multi societario di Ravenna, tra il Polo Chimico e l'area artigianale Bassette, nell'area definita da PRG del Comune di Ravenna come "Areadi ristrutturazione per attività industriali e produttive portuali" (Figura 43).

L'area di proprietà Syndial in esame occupa un'area sub pianeggiante di circa 26 ettari e attualmente si presenta coperta da una fitta vegetazione spontanea prevalentemente prativa e solo localmente arbustiva; sono inoltre presenti diversi esemplari di alberi ad alto fusto. Al perimetro del sito scorrono due canali artificiali, con direzione N-S, indicati come "Canale di Carico" (sul lato occidentale del Sito) e "Canale di Scarico" (lato orientale del Sito), quest'ultimo collegato al "Canale Magni", che scorre sul lato settentrionale del Sito, confluyente nel Canale Baiona nei pressi di PortoCorsini. In prossimità del Sito, poco ad ovest del Canale di Carico, scorre il Canale Bassette. A nord il perimetro del sito confina con via Canale Magni, collocata tra il sito di Ponticelle e Canale Magni.

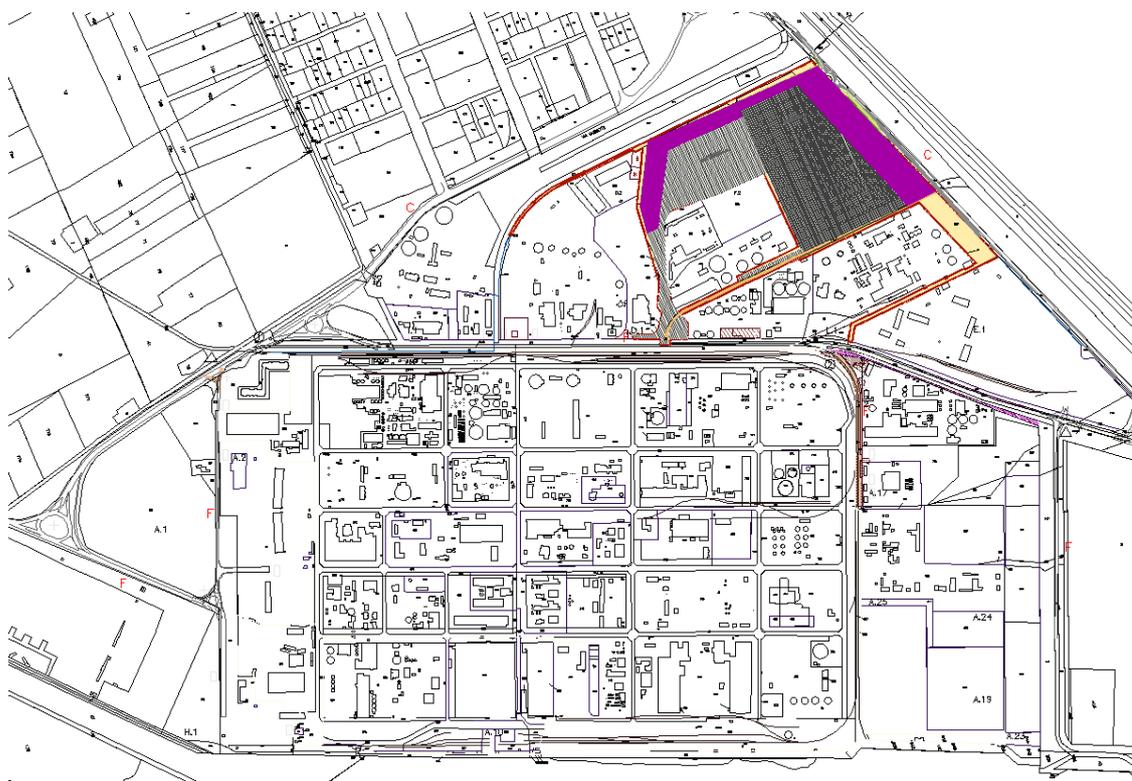


Figura 4- Inquadramento del sito all'interno dello stabilimento multi societario di Ravenna (linea rossa) e ubicazione opere PUA.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 12di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

2.2 Inquadramento geologico e geomorfologico generale

Il territorio del Comune di Ravenna è inserito nel settore romagnolo dell'ampio bacinosedimentario padano; nel sottosuolo sono presenti successioni di depositi marini,deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali di età pliocenico-aternaria che poggiano su unsubstrato caratterizzato da una complessa configurazione a pieghe e pieghe-faglie.

Dal punto di vista della cartografia geologica ufficiale il Sito ricade nel foglio n°223 "Ravenna" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (CARG) (stralcio riportato inFigura 54).

Riguardo la classificazione geologica ufficiale, l'area di indagine ricade all'interno dell'unità di depositi olocenici dell'Unità di Modena (AES8a). Nell'area in cui ricade il Sito questa unità è costituita in prevalenza da depositi sabbiosi di cordone litorale, deposti in un ambiente di piana costiera e fronte deltizia. Tali depositi passano lateralmente e verticalmente ad argille limose, argille, torbe e limi argillosi, alternati a sabbie (depositi di prodelta, depositi di palude e laguna).



Figura 5- Stralcio tratto dal Foglio 223 "Ravenna" della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000; il cerchio rosso indica l'ubicazione del Sito.

L'assetto geologico e geomorfologico generale dell'area è altresì illustrato dalla Carta Geomorfologica di inquadramento generale (in Scala 1:25.000)allegata al Documento [1], della quale si riporta uno stralcio in Figura 65.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle		Pag. 13di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
		TEBO	00	

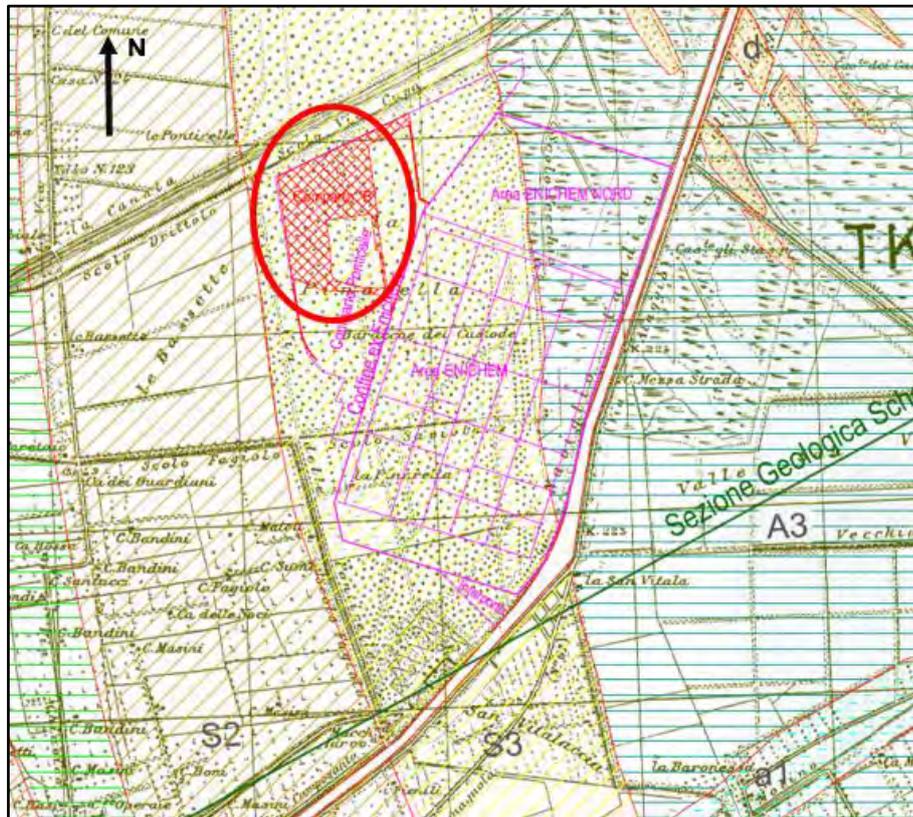


Figura 6- Stralcio della Carta Geomorfologica di inquadramento generale (in Scala 1:25.000) allegata al Documento [1]

L'area in esame ricade interamente sul cordone sabbioso della pineta di San Vitale (S3) e quindi in una zona caratterizzata da depositi sabbiosi affioranti. Superficialmente è presente circa un metro di terreno sabbioso di riporto.

L'area in esame è quindi caratterizzata dalla presenza, fino a 13-14 m di profondità, di un potente banco prevalentemente sabbioso (depositi costieri di spiaggia eduna e di mare basso), a cui possono essere intercalate lenti di limitato spessore di terreno argilloso-limoso molle. Al banco sabbioso segue, fino a circa 27 metri di profondità terreno argilloso-limoso, circa normalmente consolidato, con molte lenti di sabbia fine e sabbia limosa intercalate. Questo banco rappresenta i depositi di ambiente marino della fase di maggiore avanzata del mare durante l'ingressione olocenica, quando la linea di costa era molto più ad occidente dell'area in esame. Questo complesso di terreni olocenici poggia su un substrato di alluvioni del Pleistocene superiore. Tali alluvioni pleistoceniche sono costituite da depositi argilloso-limosi da mediamente consistenti a compatti (moderatamente sovraconsolidati) con intercalate lenti sabbioso-limose (Documento [1]).

Per quanto concerne l'assetto strutturale, l'evoluzione dell'area in cui ricade il Sito è correlata alle diverse fasi tettoniche che hanno interessato il comparto Sudalpino ed Appenninico. L'area è inserita nella parte più orientale dell'arco delle pieghe appenniniche che a settentrione si accavallano alla monoclinale pedalpina, testimonianza di un raccorciamento crostale. Le fasi tettoniche caratterizzanti talideformazioni,

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle		Pag. 14di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
		TEBO	00	

hanno generato sequenze alterne di ambienti deposizionali di tipomarina, costiero, deltizio e lagunare, strettamente collegati e controllati da processi di sollevamento e di subsidenza (Documento [2]).

Gli elementi tettonici profondi, rilevati principalmente tramite prospezioni geofisiche effettuate dall'AGIP per la ricerca di idrocarburi, fanno parte delle pieghe adriatiche conasse parallele ai principali lineamenti strutturali appenninici NO-SE e sono procedendo da nord verso sud:

- anticlinale di Argenta, Alfonsine;
- sinclinale di Miravalle, Conselice;
- anticlinale di Minerbio, Villa Serraglio;
- sinclinale di Budrio, Bubano.

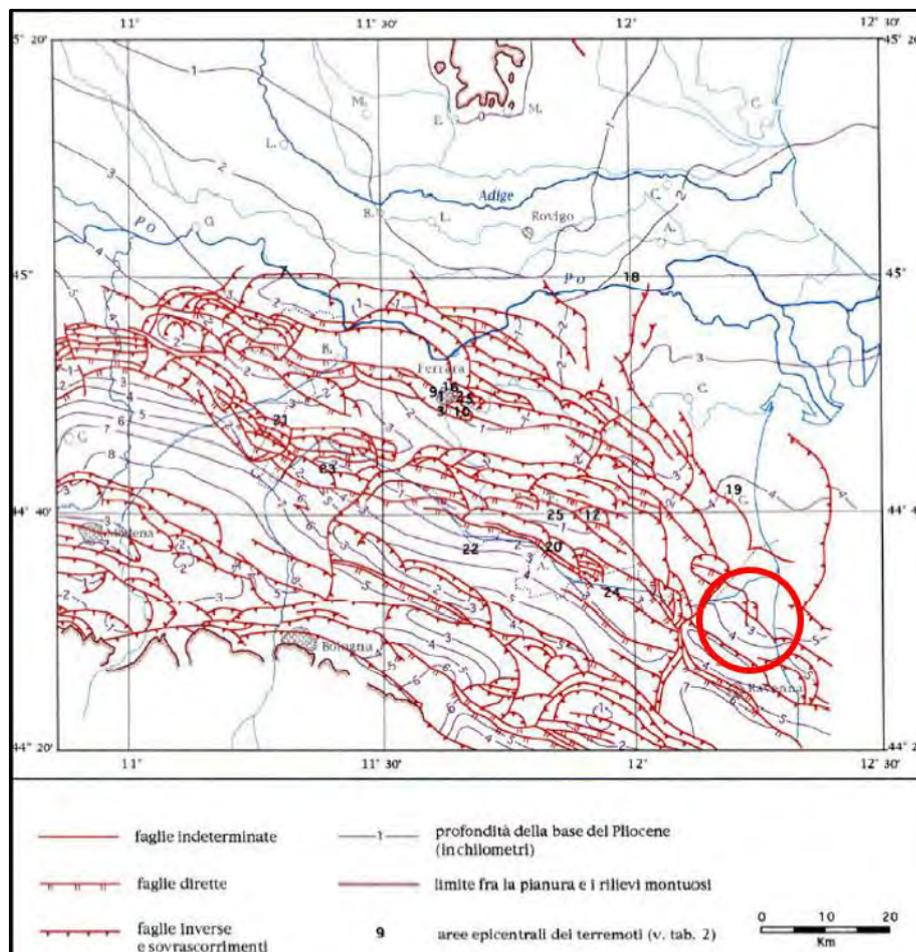


Figura 7- Carta strutturale della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1992) (da Documento [2]), il cerchio rosso indica la posizione indicativa del sito.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 15di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE

3.1 Indagini geognostiche pregresse

Il Sito oggetto del presente documento è stato oggetto di diverse campagne di indagine geognostica, riassunte nella seguente **Tabella 1**.

Tabella 1 Sintesi delle indagini geognostiche pregresse

Documento	Anno	Tipo di indagine
Documento [1]	(1978-2012)	6 prove penetrometriche statiche (CPT) (1/78, 1/79, 8/89, 9/89, CPT2 e CPT3) e 1 sondaggio a carotaggio (4/89) eseguiti in prossimità del Comparto B
	2012	3 prove penetrometriche statiche (CPT) (1/12B, 2/12B e 3/12B)
Documento [4]	2018	3 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (BH_01, BH_02, BH_03), 32 prove SPT a punta aperta in foro e prelievo di 6 campioni indisturbati (Indagini area FORSU)
	2018	7 prove CPTU (CPTU1 ÷ CPTU7) e 3 prove di dissipazione (Indagini area FORSU)
	2018	Rilievo topografico (Indagini area FORSU)

Per la ricostruzione stratigrafica superficiale dell'intera area di proprietà Syndial si è fatto ricorso anche ai n.100 sondaggi superficiali eseguiti per la caratterizzazione del sito secondo una maglia 40x40 m e spinti fino ad un massimo di 2 metri di profondità dal p.c. locale. La relazione descrittiva delle indagini eseguite in area FORSU (Documento [4]) è riportata nell'Annesso 2.

3.2 Indagini geognostiche eseguite nel periodo giugno-agosto 2018

Oltre alle indagini pregresse riportate in Tabella 1, nel periodo di giugno - agosto 2018 sono state eseguite in sito le seguenti indagini:

- n. 6 sondaggi geognostici (S01÷S06), ciascuno spinto fino a 35 m, integrati con l'esecuzione di prove SPT in foro per ciascun sondaggio, in avanzamento in fase di esecuzione del sondaggio con passo 3 m. Nel complesso sono state eseguite 59 prove SPT, a punta aperta, con prelievo campioni rimaneggiati da destinare a prove di laboratorio geotecnico;
- prelievo di n. 4 campioni indisturbati da ciascun sondaggio per analisi geotecniche, per un totale di n. 24 campioni indisturbati;
- n. 8 prove in sito CPTU (CPTU1÷CPTU8)spinte fino a 35 m di profondità integrate con l'esecuzione di n. 5 prove di dissipazione per ciascuna verticale CPTU;
- n. 2 prove sismiche attive tipo MASW e n.3 prove sismiche passive tipo HVSR;
- n. 1 indagine georadar.

La relazione descrittiva di tali indagini è riportata nell'Annesso 3. L'ubicazione delle indagini descritte nei paragrafi 3.13.2 è rappresentata nell'elaborato grafico *090001-ENG-E-ED-6326_Stato del sito 2018 - Ubicazione indagini effettuate*.

3.3 Assetto geomorfologico e litostratigrafico locale

Per quanto concerne l'assetto geomorfologico locale l'intera area Ponticelle ricade all'interno del Cordone Sabbioso delle Pinete di San Vitale, all'interno del quale la cartografia geologica ufficiale individua le tracce

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 16di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

di almeno tre cordoni litorali, con andamento circa N-S (Figura 54). Allo stato attuale l'area presenta un assetto con un andamento pianeggiante, con una quota media di +1 m s.l.m.

Sulla base dei risultati delle indagini descritte nei paragrafi 3.1 e 3.2, è possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico locale dell'area di proprietà Syndial, che può essere così descritto (dall'alto verso il basso stratigrafico):

- Terreno di riporto da sabbioso a ghiaioso, anche costituito da materiale inertizzato, con spessore variabile tra 0 e 1,5 m;
- Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla, di colore grigio, con spessore tra 12 e 13 m. Nella porzione superiore di questo livello sabbioso sono stati localmente osservati livelli di argilla o torba, di spessore pluridecimetrico (depositi di spiaggia, duna e ambiente marino costiero);
- Limo da sabbioso ad argilloso poco consistente contenente intercalazioni da pluridecimetriche a plurimetriche di sabbia limosa, con spessore complessivo variabile tra 13 e 14.5 m (depositi di ambiente marino e palustre);
- Argilla limosa e limo argilloso mediamente consistente con presenza di torba, di colore grigio-nerastro, con spessore variabile tra 0 e 1,5 m (depositi di ambiente palustre);
- Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa, sciolta, di colore grigio-nocciola, con spessore variabile tra 4 e 7 m (depositi alluvionali pleistocenici). In corrispondenza dei sondaggi S01, S05 e S06 tale orizzonte è stato intercettato fino alla massima profondità indagata, pari a 35 m da p.c.;
- Argilla, argilla limosa e limo argilloso, da mediamente consistente a consistente, con presenza di torba, di colore da grigio a grigio nerastro (depositi alluvionali pleistocenici). Tale orizzonte è stato intercettato nella parte terminale dei sondaggi S_02, S_03, S_04, BH_01, BH_02 e BH_03 fino alla massima profondità indagata, per un intervallo di lunghezza compreso tra 1 e 3 m.

I campioni di terreno indisturbati e rimaneggiati, prelevati durante l'esecuzione delle indagini, sono stati sottoposti ad analisi granulometrica. Si riportano nella seguente tabella i valori medi di abbondanza percentuale delle principali classi granulometriche nei campioni prelevati in corrispondenza degli orizzonti sopra descritti:

Classe granulometrica	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Limo+Argilla*
Taglia dei granuli (mm)	> 2	2 - 0.63	0.63 - 0.004	< 0.004	< 0.63
Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla	0.3 %	79.3 %	26.3 %	7.5 %	14.5 %
Limo da sabbioso ad argilloso con intercalazioni di sabbia limosa	0.2 %	24.8 %	58.5 %	16.4 %	75.5 %
Argilla, argilla limosa e limo argilloso con presenza di torba	1.4 %	18.1 %	56.3 %	23.1 %	87.0 %
Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa	0.0 %	79.1 %	20.5 %	3.2 %	17.0 %

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 17di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

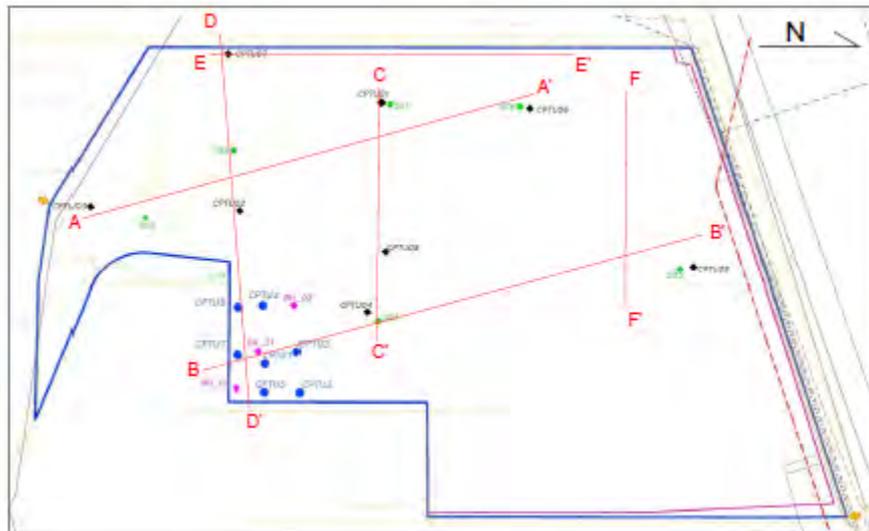
* La classe "limo+argilla" si riferisce a quei campioni in cui non è stata eseguita l'analisi granulometrica mediante aerometria per distinguere l'abbondanza percentuale di limo e argilla.

L'assetto geologico locale sopra descritto è stato rappresentato mediante sei sezioni geologiche interpretative, disegnate sulla base dei dati derivanti dalle indagini eseguite nel periodo giugno-agosto 2018 (cfr. par. 3.2) e da indagini eseguite nell'area FORSU (Documento [4]). Le sezioni geologiche, denominate A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' ed F-F' sono riportate nell'Annesso 4. Nella trattazione geologica, di cui al presente elaborato, non sono state introdotte le prove CPT realizzate alla fine degli anni '80, ma le risultanze di tali indagini sono state verificate e risultano congruenti con quanto riscontrato in campo nelle campagne di indagini sopra menzionate.

In particolare, le sezioni geologiche mettono in evidenza quanto segue:

- lo spessore dell'orizzonte più superficiale di sabbia da debolmente limosa a limosa e del sottostante orizzonte di limo da sabbioso ad argilloso (contenente intercalazioni di sabbia limosa) appare pressoché costante sull'intera area indagata. Nella porzione superiore di questo livello sabbioso sono stati localmente osservati livelli di argilla o torba, di spessore pluridecimetrico (CPTU06, BH_03, S_01, CPTU_01, CPTU_06);
- il livello di argilla limosa e limo argilloso (con presenza di torba), individuato a letto dell'orizzonte di limo da sabbioso ad argilloso, presenta uno spessore variabile e non appare continuo sull'intera area indagata; tale livello non è infatti stato osservato in corrispondenza dei sondaggi S03 e S04. In entrambi i casi però le prove CPTU eseguite in prossimità di tali sondaggi hanno individuato un livello di materiale fine (da limo a argilla) alla base dell'orizzonte a prevalenza limoso-sabbiosa. Tale discrepanza potrebbe essere attribuibile alla naturale variabilità granulometrica laterale dei sedimenti o a un mancato recupero del materiale fine nella carota dei sondaggi;
- l'orizzonte di sabbia medio-fine (con intercalazioni di sabbia limosa), presente alla base del livello di argilla limosa e limo argilloso sopra descritto, è stato osservato in tutti i punti di indagine. Il livello di argilla, argilla limosa e limo argilloso sottostante questo livello di sabbia è stato osservato solo nella parte sud-orientale dell'area indagata, in corrispondenza dei seguenti punti di indagine: CPTU_03, CPTU_08, CPTU_04, S_02, S_03 e S_04. La presenza di tale livello di natura argilloso-limosa è stata riscontrata anche in corrispondenza dei sondaggi BH_01, BH_02 e BH_03, eseguiti nell'area FORSU.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 18di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
		TEBO	00	



Ubicazione e sezioni geologiche

3.4 Assetto idrogeologico locale

Il Sito è ubicato ad una distanza di circa 5 km dall'attuale linea di costa e a 1,6 km dal Canale Candiano. Al perimetro del sito scorrono due canali artificiali, con direzione N-S, indicati come "Canale di Carico" (sul lato occidentale del Sito) e "Canale di Scarico" (lato orientale del Sito), quest'ultimo collegato al "Canale Magni" che scorre sul lato settentrionale del Sito confluendo nel Canale Baiona nei pressi del PortoCorsini. In prossimità del Sito, poco ad ovest del canale di carico, scorre il Canale Bassette.

L'orizzonte più superficiale di sabbia limosa (con spessore tra 12 e 13 m) ospita una falda idrica di tipo libero, caratterizzata in corrispondenza del Sito da una soggiacenza variabile tra 1 e 2 m da p.c. Per tale ragione, ai fini della caratterizzazione geotecnica e sismica del Sito, tutti i depositi indagati sono da considerare saturi. Il livello piezometrico della falda viene registrato a cura di Syndial con cadenza bimestrale attraverso la rete di monitoraggio e controllo, che utilizza coppie di piezometri sia superficiali (prof. \approx 15 m) che profondi (prof. \approx 30 m). Nell'area oggetto di intervento ricadono i seguenti piezometri della rete di monitoraggio e controllo:

- piezometri superficiali: EI/09, EI/13, EI/16, EI/20, EI/22, EI/24;
- piezometri profondi: EI/15, EI/19, EI/21, EI/23.

Dall'esame dei livelli piezometrici non si registrano scostamenti significativi di deflusso tra le misure eseguite nei piezometri superficiali e in quelli profondi, indice di una compartimentazione eventualmente solo relativa della falda principale. La falda idrica osservata in Sito mostra una direzione di flusso prevalente verso SSO (cfr. Documento [3]).

La conducibilità idraulica dei sedimenti costituenti la successione stratigrafica locale, descritti nel paragrafo precedente, è stata stimata sulla base di:

- formulazione di Piacentini e Righi (1988), basata sui risultati delle indagini CPTU;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 19di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

- prove di dissipazione condotte durante l'esecuzione delle indagini CPTU;
- prove edometriche eseguite sui campioni di terreno indisturbato.

Si riportano di seguito i valori medi di conducibilità idraulica K (in m/s) stimati sulla base dei risultati delle prove CPTU (Piacentini e Righi 1988):

- Terreno di riporto da sabbioso a ghiaioso: 2.59×10^{-6} m/s;
- Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla: 7.56×10^{-5} m/s;
- Limo da sabbioso ad argillosocon intercalazionidi sabbia limosa: 1.39×10^{-5} m/s;
- Argilla, argilla limosa e limo argilloso con presenza di torba: 6.8×10^{-8} m/s;
- Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa: 9.81×10^{-6} m/s.

Le prove di dissipazione eseguite all'interno degli orizzonti di depositi in prevalenza sabbiosi non hanno permesso di determinare la conducibilità idraulica orizzontale Kh. Le prove eseguite nei livelli più fini hanno fornito i seguenti valori medi di Kh:

- Limo da sabbioso ad argillosocon intercalazionidi sabbia limosa: 5.12×10^{-8} m/s
- Argilla, argilla limosa e limo argilloso con presenza di torba: 4.47×10^{-9} m/s.

Negli orizzonti interessati dalle prove il rapporto tra conducibilità idraulica orizzontale Kh e conducibilità idraulica verticale Kv (Kh/Kv) varia da 1 a 3. Si riportano di seguito i valori medi di conducibilità idraulica K (in m/s) determinati sulla base delle prove edometriche eseguite sui campioni indisturbati:

- Limo da sabbioso ad argillosocon intercalazionidi sabbia limosa: 4.68×10^{-10} m/s;
- Argilla, argilla limosa e limo argilloso con presenza di torba: 2.04×10^{-10} m/s.

Si noti che la conducibilità idraulica stimata sulla base delle prove edometriche appare di norma superiore di diversi ordini di grandezza rispetto a quella effettiva, misurata alla scala di campo. La prova edometrica è eseguita su un campione di terreno indisturbato e non può quindi tenere in considerazione l'anisotropia granulometrica e tessiturale del sedimento alla scala dell'acquifero. Una considerazione analoga può essere fatta per le prove di dissipazione; anche queste prove sono eseguite in modo puntuale in corrispondenza di orizzonti coesivi. La maggiore differenza tra i diversi valori di conducibilità idraulica stimati si osserva per l'orizzonte di limo da sabbioso ad argillosocon intercalazionidi sabbia limosa. Questa porzione della successione è caratterizzata da una forte eterogeneità tessiturale, data l'alternanza di sedimenti a prevalenza sabbiosa e sedimenti fini coesivi. Per tale motivo si ritiene che i valori medi di conducibilità idraulica K stimati sulla base delle indagini CPTU siano maggiormente rappresentativi delle reali caratteristiche dell'acquifero nel suo complesso. In contesti stratigrafici analoghi a quello del Sito, l'eterogeneità tessiturale tra i vari strati che compongono la successione influisce in modo rilevante sul flusso idrico a scala dell'acquifero, specialmente per quanto riguarda la conducibilità idraulica orizzontale.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 20di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

4. ANALISI DELLA SISMICITÀ LOCALE

4.1 Caratterizzazione sismica del territorio

Secondo la classificazione sismica del territorio nazionale definita dall'OPCM 3274/2003¹, il territorio del comune di Ravenna in zona sismica 3, con un'accelerazione orizzontale pari a 0,15 g. La Regione Emilia Romagna ha emanato L'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". In queste linee di indirizzo si forniscono i valori di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità $g(a_{refg})$, per ogni comune della regione. Per Ravenna si è data una accelerazione di 0,164 (cfr. Documento [2]) Annex 1.

Tutto il territorio comunale di Ravenna ricade all'interno della zona 912 della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), secondo la quale queste strutture sismogenetiche sono in grado di generare terremoti di magnitudo momento $M_W=6.14$ (Figura 87). Per quanto concerne le zone sismogenetiche individuate dal catalogo DISS 3.2.1² dell'INGV (aprile 2018), il Sito ricade all'interno della sorgente ITCS012 "Malalbergo-Ravenna" (Figura 98). A tale sorgente il catalogo DISS 3.2.1 attribuisce una magnitudo massima $M_W= 6.0$.

Nella regione Emilia Romagna i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6 della scala Richter e intensità del IXX grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5.5) si sono verificati nel settore sudorientale, in particolare nell'Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5.5), sono il margine appenninico padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico" (Note illustrative, Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, 2004). Gli eventi del maggio 2012 hanno avuto magnitudo massima 5.9 (Documento [2]).

¹ ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 20 marzo 2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (Ordinanza n. 3274).

² Database of Individual Seismogenic Sources Ver. 3.2.1 (Aprile 2018): <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.php/DISS321>

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle		Pag. 21di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
		TEBO	00	

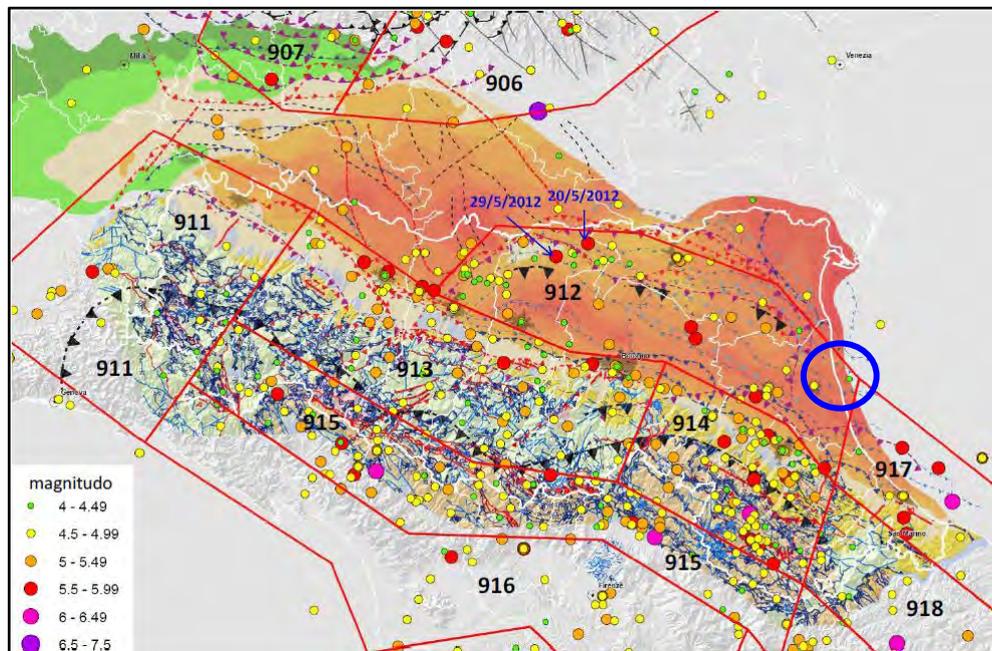


Figura 8 schema tettonico dell'Appennino emiliano-romagnolo e della Pianura Padana centrale (Martelli, 2011) con zone sismogenetiche da ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), aree con limiti rossi, e localizzazione dei principali terremoti che hanno interessato l'Emilia-Romagna (dati INGV). Nel cerchio blu l'ubicazione dell'area Ponticelle.

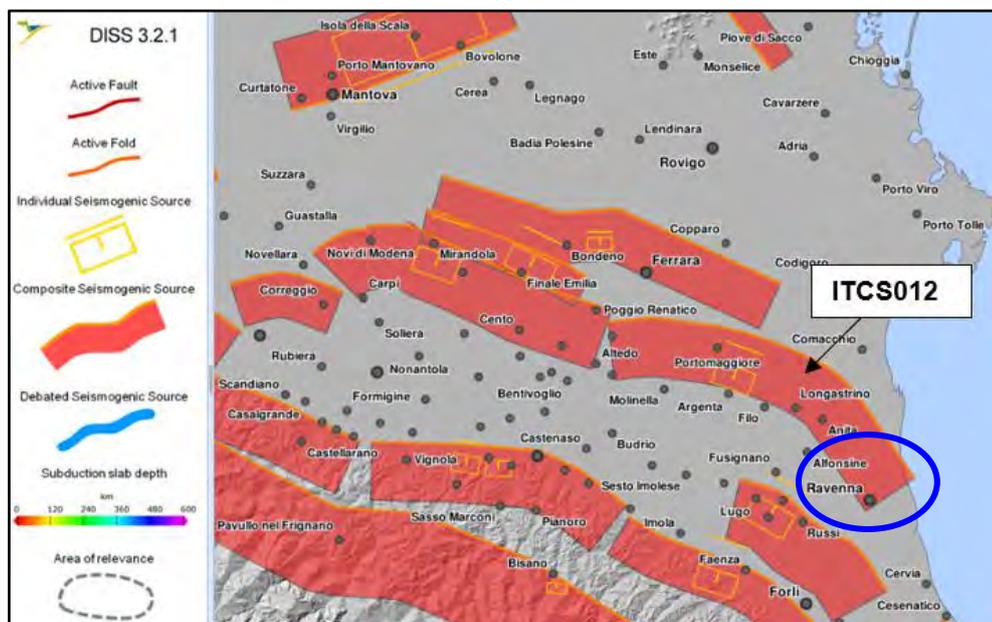


Figura 9 Ubicazione della sorgente sismogenetica ITCS012 (Catalogo DISS ver.3.2.1 Sito INGV)

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 22 di 33
	N°DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

4.2 Microzonazione sismica

In data 31/10/2017 il Comune di Ravenna ha adottato il documento “*POC.14 Microzonazione sismica di II e III livello*” che ha come obiettivo finale la valutazione della risposta sismica locale di alcuni fabbricati strategici e la verifica dell'eventuale liquefazione dei terreni di quelle aree perimetrate in fase di secondo livello di approfondimento.

Come previsto dal DGR 2193/15 “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in EmiliaRomagna per la pianificazione territoriale e urbanistica” sono state revisionate le seguenti cartografieredatte in fase di secondo livello (RUE) di approfondimento:

- Carta delle indagini;
- Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni;
- Carta delle aree suscettibili di effetti locali;
- Carta delle velocità delle onde di taglio S (VS);
- Carta dei fattori di amplificazione;
- Carta della potenziale liquefazione.

Si riportano di seguito alcune considerazioni riguardo l'ubicazione del Sito nel quadro dei suddetti documenti cartografici (con l'eccezione della Carta delle indagini) relativi all'area definita “12. Zona Industriale”.

4.2.1 Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni

Nella “Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni” il Sito ricade all'interno della litologia definita con la sigla “SM”, corrispondente a “Sabbie limose, miscela di sabbia e limo”. Nella cartografia tali materiali sono descritti come “Depositi suscettibili di amplificazione e cedimenti”.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 23di33
	N°DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

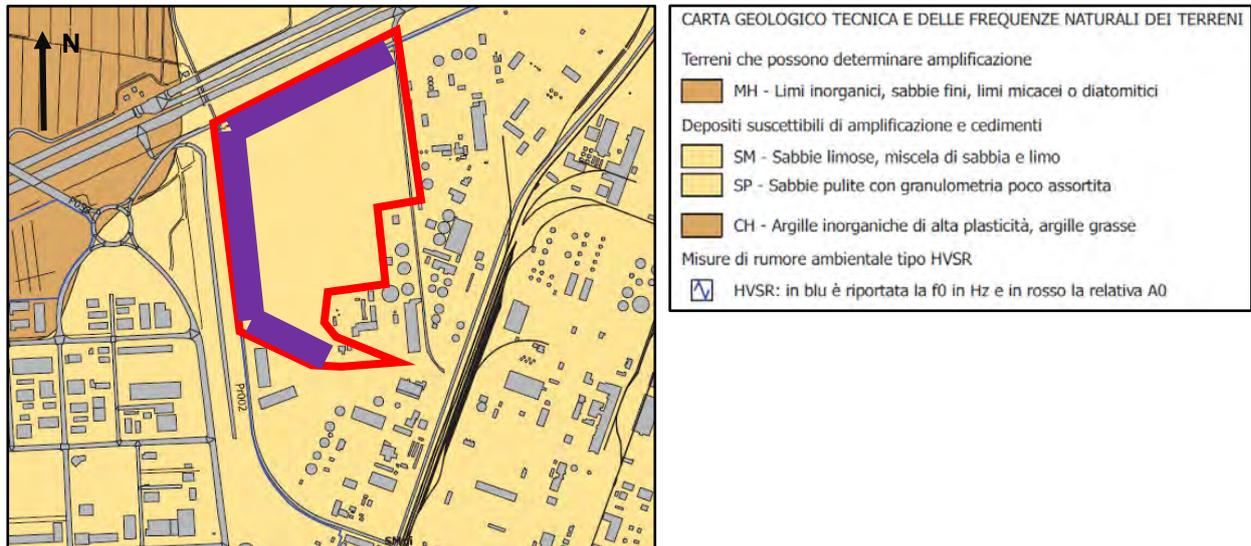
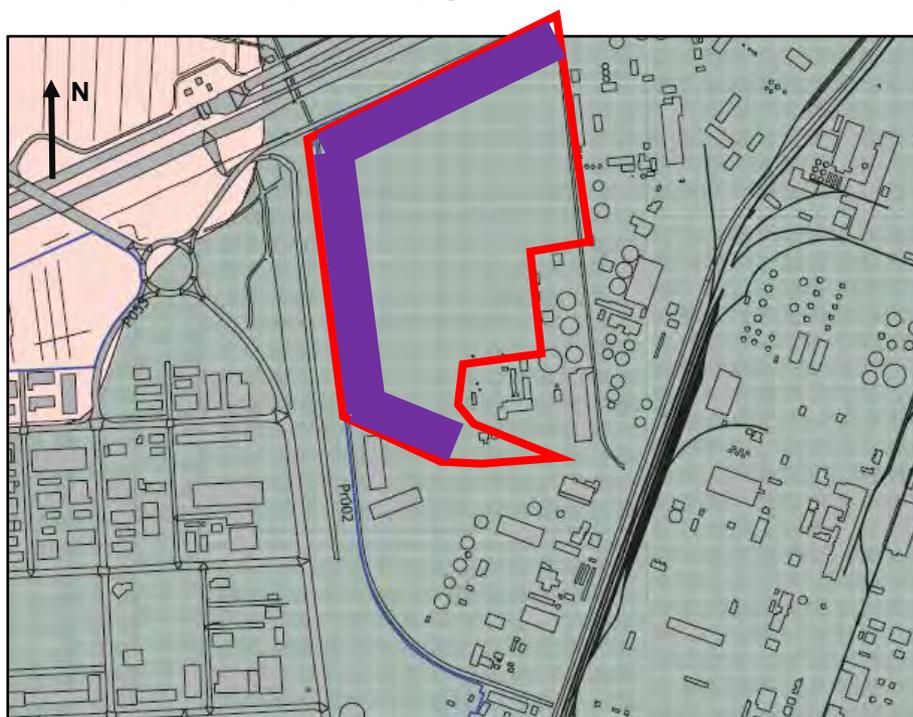


Figura 10 Stralcio della “Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni” con ubicazione dell’area di Ponticelle (12. Area industriale e delle opere PUA in progetto).

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 24di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

4.2.2 Carta delle aree suscettibili di effetti locali

Nella “Carta delle aree suscettibili di effetti locali” il Sito ricade all’interno di un’area suscettibile di amplificazione e di instabilità così definita “Liquefazioni in presenza di importanti spessori di terreni granulari saturi nei primi 20 m da piano campagna”.



CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI

Zone suscettibili di amplificazioni locali

 Amplificazione del moto sismico attesa come possibile effetto dell'assetto litostratigrafico locale

Zone suscettibili di amplificazione e di instabilità

 Liquefazioni in presenza di importanti spessori di terreni granulari saturi nei primi 20 m da piano campagna

 Cedimenti differenziali in aree che presentano terreni con significative variazioni laterali delle caratteristiche meccaniche

Figura 11 Stralcio della “Carta delle aree suscettibili di effetti locali” con indicazione dell’area Ponticelle (12. Area industriale) e delle opere PUA in progetto.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 25di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

4.2.3 Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)

Il Sito ricade all'interno di un'area caratterizzata da una velocità delle onde di taglio S compresa tra 260 e 280 m/s.

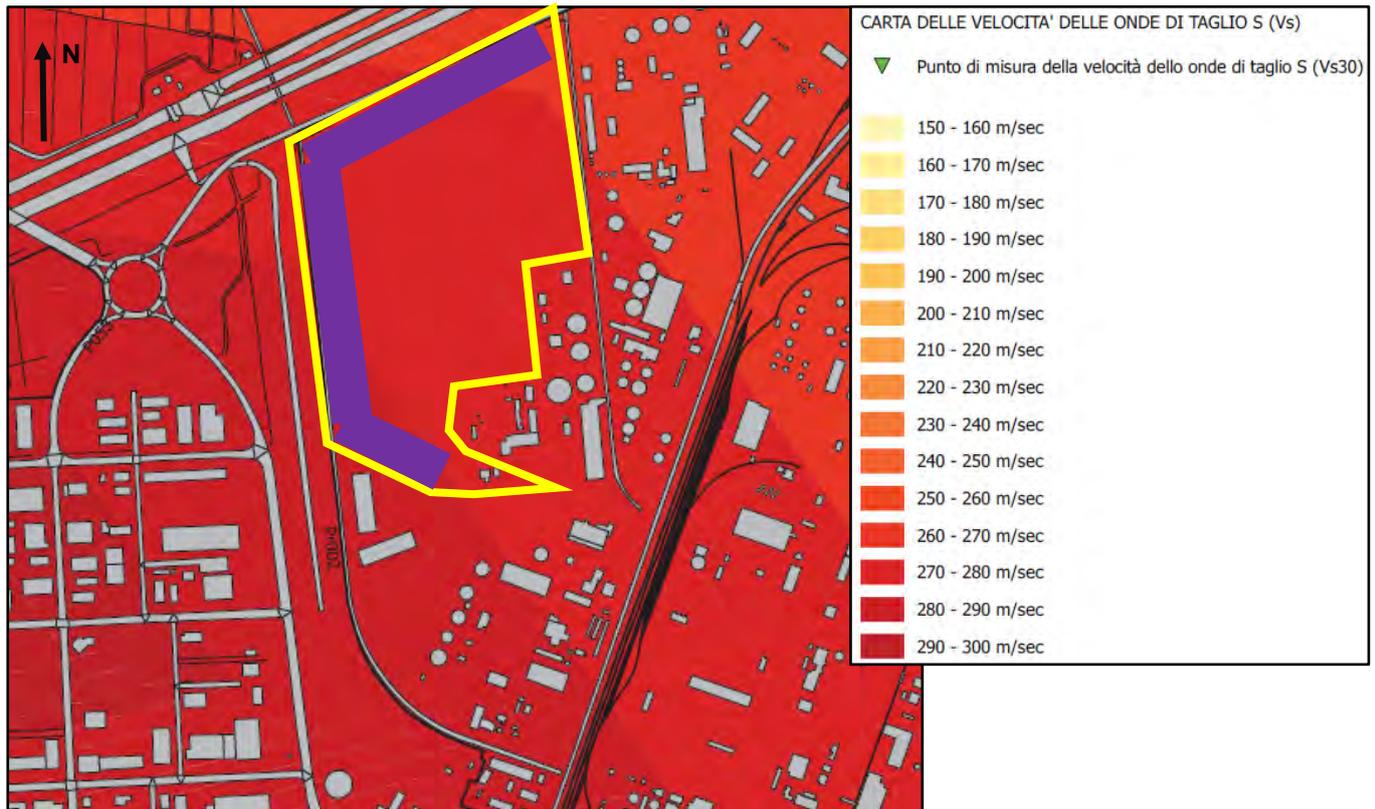


Figura 12 Stralcio della “Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)” con indicazione dell’area di Ponticelle (12. Area industriale) e delle opere PUA in progetto.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 26di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

4.2.4 Carta dei fattori di amplificazione

Nella “Carta dei fattori di amplificazione” il Sito ricade all’interno di un’area caratterizzata da un fattore di amplificazione SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$) pari a 2.5.

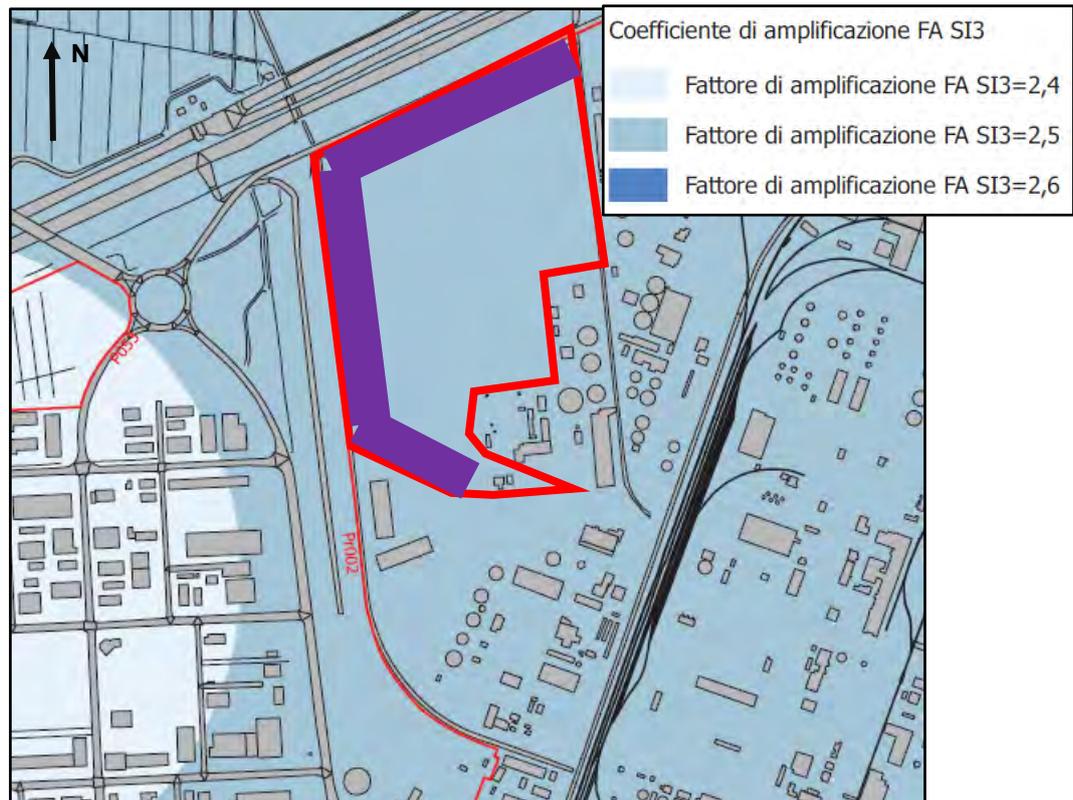


Figura 13 Stralcio della “Carta dei fattori di amplificazione” con indicazione dell’area di Ponticelle (12. Area industriale) e delle opere PUA in progetto.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle		Pag. 27di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
		TEBO	00	

4.2.5 Carta del potenziale liquefazione

Il Sito ricade a cavallo del limite tra aree con indice del potenziale di liquefazione “basso” e “moderato”.

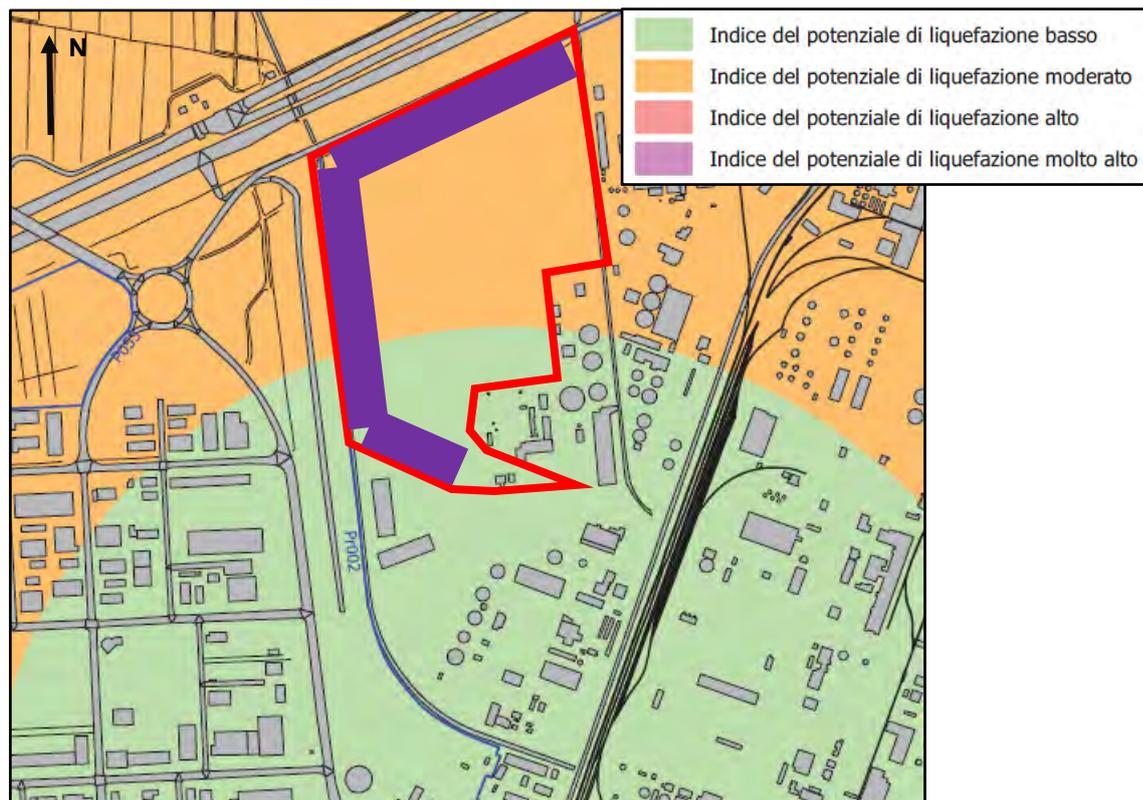


Figura 14 Stralcio della “Carta del potenziale di liquefazione” con indicazione dell’area di Ponticelle (12. Area industriale) e delle opere PUA in progetto.

4.3 Indagini sismiche

Per la classificazione sismica del terreno e la determinazione della risposta sismica locale sono state eseguite in Sito le seguenti indagini:

- 2012: n.2 indagini sismiche mediante tromografo digitale “Tromino” eseguite presso il Comparto B; descritte nei documenti [1] e [2]. Nel documento [1] furono allegati anche i risultati di un’indagine mediante tromografo digitale “Tromino” eseguita in prossimità del Sito, lungo Via Baiona;
- 2018: n.2 prove sismiche attive tipo MASW e n.3 prove sismiche passive tipo HVSR.

I risultati delle indagini eseguite nel 2018 sono riportati nell’Annesso 3.

4.4 Analisi della risposta sismica locale

L’analisi della risposta sismica locale è stata eseguita secondo quanto previsto dall’Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” del 2018 (“NTC2018”) e della DGR 2193 del 2015 “Indirizzi per gli studi

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 28di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

di microzonazione sismica in Emilia Romagna per lapianificazione territoriale e urbanistica" ("DGR 2193\2015").

Le NTC2018 prevedono che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si valuti l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nel § 3.2.2, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S .

Per quanto concerne le opere previste per la realizzazione dell'urbanizzazione primaria (rimodellamento morfologico), sulla base delle risultanze delle indagini di cui al par. 4.3, si ritiene l'analisi della risposta sismica locale possa essere eseguita mediante il suddetto approccio semplificato.

Per quanto riguarda le future opere in elevazione previste in Sito per la sua riqualifica, sarà cura dei progettisti delle strutture in fondazione ed in elevazione determinare la risposta sismica locale mediante analisi specifiche di interazione terreno-struttura in funzione della vulnerabilità delle strutture in progetto, sulla base delle prove sismiche locali appositamente eseguite e comprese nelle indagini condotte nel periodo giugno-agosto 2018 e allegate alla presente relazione in Annesso 3.

Secondo le NTC 2018 l'azione sismica di progetto è valutata in funzione della pericolosità sismica del sito, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Le forme spettrali previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento V_R associate a ciascuno degli stati limite considerati.

In particolare, la vita di riferimento è espressa come prodotto tra la vita nominale dell'opera (V_N) e il coefficiente d'uso (C_U), funzione della classe d'uso dell'opera secondo la seguente tabella:

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)			
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10			
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50			
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100			
CLASSE D'USO		I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U		0,7	1,0	1,5	2,0

Le classi d'uso sono così definite:

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 29di33
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.	
	.	TEBO	00	

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie 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. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

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:

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

in cui gli stati limite di riferimento sono così definiti:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione 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 e 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 rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I	
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 30di33	
	N°DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00		

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.

Come parametro caratterizzante la pericolosità sismica viene utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_{Re} P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

4.4.1 Categoria di suolo e fattori di amplificazione

La categoria di suolo di fondazione del Sito ai sensi della NTC2018 è stata definita sulla base dei risultati delle indagini geognostiche e sismiche illustrate nei paragrafi 3.1 e 3.2.

Come riportato nella relazione del dott. Drapelli (Documento [2]) annesso 1 a supporto del progetto definitivo del PUA, il sedime di fondazione può essere collocato nella categoria a cavallo delle categoria "C" e "D", in quanto i valori ottenuti dalle indagini hanno dato come valori di riferimento una velocità compresa tra 173 e 190 m/s.

Sulla base delle indagini sismiche di tipo MASW eseguite nel 2018, sono stati definiti nell'area di indagine valori di $V_{s,eq}^3$ compresi tra 188 m/s e 190 m/s, prossimi al limite inferiore dell'intervallo di velocità relativo alla categoria di suolo "C".

In merito alla verifica sismica delle strutture in elevazione, si rileva (come meglio esplicitato al paragrafo successivo) che sul sito sono presenti orizzonti di sabbie sature liquefacibili (cfr. par. 4.4.2), con rischio di liquefazione da alto a molto alto. In queste condizioni la normativa prescrive l'esecuzione di un'analisi di microzonazione sismica e di modellazione della risposta sismica locale per il calcolo degli spettrogrammi di progetto. In prima approssimazione è possibile far riferimento ai risultati della microzonazione di II e III livello (paragrafo 4.2) eseguita dal comune di Ravenna.

Le indagini HVSr hanno permesso di individuare due frequenze fondamentali del Sito, pari a 0,3 Hz e 0,88 Hz. In fase progettuale occorrerà valutare che le opere da realizzare abbiano elementi con frequenza fondamentale differente da questi valori, per non incorrere nel fenomeno della doppia risonanza.

4.4.2 Stima del potenziale di liquefazione

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). 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 $V_{S_{30}}$

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I	
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 31di33	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV. 00		
		TEBO			

Nella relazione del dott. Drapelli a supporto del progetto definitivo del PUA (Documento [2] annesso 1) il potenziale di liquefazione dello strato di sabbie sature che costituisce i primi 15 metri del sedime di fondazione è stato valutato da basso a moderato (a seconda delle formulazioni adottate), con cedimenti post-sismici di ordine centimetrico.

Sulla base dei risultati di ciascuna prova CPTU svolta nel 2018 (CPTU1+CPTU8) è stata eseguita la stima del potenziale di liquefazione mediante il software Liquiter (GeoStru, 2018. Ver. 2018.20.4.578), utilizzando il metodo di Idriss & Boulanger (2014), mentre il potenziale di liquefazione ("IPL") è stato definito secondo il metodo di Iwasaki (1982). La descrizione del metodo di calcolo e i report di dettaglio delle elaborazioni sopra descritte sono riportati nell'Annesso 5, mentre in Tabella 2 è illustrata una sintesi dei risultati.

La stima dei cedimenti post sismici è stata eseguita secondo il metodo di Zhang et al. (2002) e i risultati sono riportati in Tabella 2. Il Zhang et al. (2002) si basa sull'assunto che per un sito con morfologia piana, lontano da superfici libere, sia ragionevole assumere che in seguito a un sisma la dislocazione laterale delle particelle di terreno sia piccolo o nullo e quindi che la deformazione volumetrica sia uguale o prossima alla deformazione verticale. Se la deformazione verticale di ciascuno strato di terreno è integrata usando la formula seguente (1), il risultato dovrebbe rappresentare un indice del potenziale cedimento post sismico indotto dalla liquefazione.

$$S = \sum_{i=1}^j \varepsilon_{vi} \Delta z_i \quad (1)$$

Dove:

S = cedimento post sismico indotto dalla liquefazione;

ε_{vi} = deformazione volumetrica per ciascuno strato i di terreno (stimata in base agli abachi di Robertson, 2002);

Δz_i = spessore dello strato i di terreno;

j = numero degli strati di terreno.

Tabella 2 Sintesi dei risultati della stima del potenziale di liquefazione e dei cedimento post sismici indotti dalla liquefazione

Punto di indagine	CPTU01	CPTU02	CPTU03	CPTU04	CPTU05	CPTU06	CPTU07	CPTU08
IPL (Iwasaki, 1982)	12.38	12.46	12.28	11.09	14.04	16.1	11.09	13.68
Rischio liquefazione medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Molto Alto	Alto	Alto
Cedimento post-sismico (Zhang et al. 2002) (m)	0.13	0.14	0.17	0.14	0.2	0.24	0.11	0.15
Tetto del 1° orizzonte liquefacibile (m da p.c.)	3.4	3.6	3	3	4.4	3.8	3.6	3.2
Base del 1° orizzonte liquefacibile (m da p.c.)	12.8	13.6	7.4	13.2	7.2	8	13	13.4
Tetto del 2° orizzonte liquefacibile (m da p.c.)	17.1	17	8.2	16.6	8.2	8.8	17.2	16.6
Base del 2° orizzonte liquefacibile (m da p.c.)	17.2	18.6	12.6	19	12.8	12.8	19	17.8
Tetto del 3° orizzonte liquefacibile (m da p.c.)	18		16.4		17.6	16.6		18.9
Base del 3° orizzonte liquefacibile (m da p.c.)	19		18.4		18.8	19		19

I risultati illustrati in Tabella 2 evidenziano, in corrispondenza delle verticali indagate, la presenza di orizzonti liquefacibili, caratterizzati da un rischio di liquefazione medio variabile da alto a molto alto. L'entità del

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 32di33
	N°DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

cedimento post sismico potenziale, indotto dai fenomeni di liquefazione, stimata con il metodo di Zhang et al. (2002), varia tra 11 cm e 24 cm.

L'entità dei cedimenti post-sismici che si verificherebbero in corrispondenza dell'evento sismico di progetto non è tale da indurre rotazioni incompatibili con la sicurezza strutturale. Come indicato al paragrafo 3.3, il sito mostra un unico assetto stratigrafico, con spessori non eccessivamente disomogenei; i potenziali cedimenti post-sismici che si potrebbero generare vanno conseguentemente intesi come distribuiti indistintamente sull'intero sito. Si ritiene quindi che, vista l'entità delle fondazioni in progetto (piccoli basamenti di torri faro e solette di fondazioni di muri di sostegno), tali cedimenti non siano rilevanti ai fini della sicurezza strutturale.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0901-BSRA-3-I	
	TITOLO Progettazione definitiva opere di urbanizzazione primaria sub comparto B – Ca' Ponticelle			Pag. 33di33	
	N°DOC Appaltatore .	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00		

ANNESSO 1: Relazioni geologiche redatte a supporto del PUA

¶

ANNESSO 1: Relazioni geologiche redatte a supporto del PUA ¶

ANNESSO 2: Indagini geognostiche in area FORSU: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati, SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati, Prove penetrometriche CPTU (con prove dissipazione), Indagine georadar Prove sismiche in sito MASW e HVSr. Sito Eni Ravenna – area Ponticelle. Report attività svolte (Gaia, marzo-aprile 2018) ¶

ANNESSO 3: Indagini geognostiche: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati, SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati, Prove penetrometriche CPTU (con prove

¶

dissipazione), Indagine georadar Prove sismiche in sito MASW e HVSr. Sito Eni Ravenna – area Ponticelle. Report attività svolte (Gaia, giugno-agosto 2018) ¶

ANNESSO 4: Sezioni geologiche interpretative ¶

ANNESSO 5: Stima del potenziale di liquefazione: risultati delle elaborazioni eseguite con il software Liquiter (GeoStru) ¶

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0001-BSRA-3-I
	TITOLO Progettazione FEED PUA - Area Ponticelle			Pag. 30 di 34
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

ANNESSO 1: Relazioni geologiche redatte a supporto del PUA

PUA EX ENICHEM

SUB COMPARTO B CA' PONTICELLE



syndial



versalis



Ravenna
Servizi Industriali

P.zza Boldrini 1, San Donato Milanese (MI) - P.iva 09702540155

P.zza Boldrini 1, San Donato Milanese (MI) - P.iva 01768800748

Via Baiona 107, 48123 Ravenna (RA) - P.iva 02168860399

P R O G E T T O

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO SUB COMPARTO B - CA' PONTICELLE
AMBITO EX-ENICHEM

E L A B O R A T O

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

ag

PROGETTO

ARCH. PAOLO FOCACCIA

CON ING. SABRINA SPINELLI ARCH. LUCA GALASSI ARCH. ARTURO DAPPORTO ARCH. GIORGIO PEZZI

luoghidellacittà architettura urbanistica conservazione viale della lirica 49 48124 ravenna

tel fax + 39 0544 278118 pec paolo.focaccia@archiworldpec.it mail paolo.focaccia@luoghidellacitta.it

ANALISI DEL SITO E ACUSTICI VAS SERVIZI ECOLOGICI S.r.l. FAENZA STUDI PAESAGGISTICI STUDIO VERDE S.r.l. FORLÌ PROG. IDRAULICA ING. G. MINORI RAVENNA

RELAZIONE GEOLOGICA DOTT. A. ANGEI E DOTT. O. DRAPELLI RAVENNA STUDI TRAFFICO E SOSTA ING. S. LONGHI RAVENNA RILIEVI GEOM. M. SERRA RAVENNA



L U O G H I D E L L A C I T T A'

codice progetto	
numero intervento	
file	
ctb	base norme grafiche-inprogress.ctb

rev. n	data	oggetto	eseguito	verificato	approvato
prima em.	ottobre 2017				
1	febbraio 2018	Modifiche post Conferenza di servizi 20.11.2017			PF
2					
3					

A termine di legge tutti i diritti sono riservati. E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione.

Dott. ANGELO ANGELI – geologo -
Studio Geologia Tecnica – Impresa Geotecnica
Via Padre Genocchi n.222-angolo-Via Dossetti
47521 CESENA
Tel.0547-27682 – Fax. 21128
P.IVA: 00163540404 - C.F.: NGL NGL 34D13 F139U

Committente : Studio LUOGHI della CITTA'
RAVENNA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DEL
SUBCOMPARTO "B"
COMPRESO NEL COMPARTO PONTICELLE
RELAZIONE GEOLOGICA

Cesena, Settembre 2012

1. PREMESSA

Su richiesta dello Studio LUOGHI DELLA CITTA' di Ravenna si redige la presente Relazione Geologica riguardante il P.U.A. del subcomparto "B" nella zona Ponticelle.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL SITO

L'area in esame è nella zona compresa fra Via Baiona, Via Canale Magni e Canaletta ANIC ed è parte dell'area indicata come Comparto Ponticelle.

La situazione geologica generale della zona è illustrata dalla Carta Geologica in Scala 1/25.000 riportata in Tavola II e dalla sezione geologica schematica di Tavola III.

La zona di Ravenna è caratterizzata dalla presenza di cordoni sabbiosi che corrispondono a posizioni in cui vi è stata una più lunga permanenza della linea di costa durante la fase regressiva del ciclo sedimentario olocenico, corrispondente all'ingressione Flandriana, la quale, nella fase di massima avanzata del mare (circa 5000 anni fa), aveva portato la linea di costa lungo la direttrice Fosso Ghiaia-Madonna dell'Albero-Fornace Zarattini-Alfonsine. In posizione intermedia fra i vari cordoni sabbiosi sono presenti aree caratterizzate da una maggiore copertura superficiale di terreni argilloso-limosi, consistenti in alluvioni recenti e depositi delle bonifiche in superficie ed in depositi di laguna e palude in profondità.

Il cordone sabbioso più antico, con banco di sabbia coperto da un esiguo spessore di alluvioni recenti, corrisponde circa al tracciato della Via di Sant'Alberto e prosegue verso Sud nella zona di Via di Roma e della Stazione Ferroviaria.

Più ad Oriente vi è il cordone sabbioso delle Bassette, che, con andamento arcuato, si dirige a Nord verso la località di Casalborsetti. Al cordone sabbioso delle Bassette si giustappone sul lato Est, con quote mediamente un poco più elevate, il cordone sabbioso della Pineta di San Vitale, il quale, più a Nord, interseca quello delle Bassette, avendo un andamento più rettilineo. Il cordone sabbioso della Pineta di San Vitale corrisponde quindi ad una linea di costa che ha in parte eroso il cordone sabbioso delle Bassette. In corrispondenza dei cordoni sabbiosi delle Bassette e delle Pinete la base del banco di sabbia è in genere a 13-15 metri di profondità.

Fra il cordone sabbioso della Via di Sant'Alberto e quello delle Bassette è presente una fascia che si restringe progressivamente verso Sud e che è caratterizzata dalla presenza di un rilevante spessore di depositi di laguna e palude, coperti da uno strato di alluvioni recenti e depositi delle bonifiche di colmata.

Ad Oriente del cordone sabbioso delle pinete e fino al cordone sabbioso della costa attuale si estende un'ampia zona caratterizzata dalla presenza in superficie di alluvioni recenti e depositi vallivi e lagunari di spessore variabile e generalmente non elevato, ma che può aumentare notevolmente in corrispondenza di vecchi canali e paleovalvei. In genere lo spessore di depositi di palude e laguna che ricopre

il banco sabbioso è di modesto spessore fino in corrispondenza di una linea circa N-S che passa per Largo Trattaroli. Ad oriente di questa linea i depositi di laguna e palude diventano spesso rilevanti ed il banco di sabbia si riduce di spessore, essendo la sua base in genere a soli 9-10 metri di profondità. In questa zona sono ancora presenti zone paludose e lagunari (pialasse), solo in parte bonificate in tempi recenti per la realizzazione di insediamenti industriali e portuali. Sono anche presenti zone limitate con sabbia affiorante o subaffiorante, corrispondenti a dune dell'antico delta triangolare dei Fiumi Uniti, che fino a metà del '700 sfociavano a Punta Marina.

L'area in esame ricade interamente sul cordone sabbioso della pineta di San Vitale e quindi in zona col banco sabbioso affiorante. Superficialmente è presente circa un metro di terreno sabbioso di riporto.

L'area in esame è quindi caratterizzata dalla presenza, fino a 13-14 m di profondità, di un potente banco prevalentemente sabbioso (depositi costieri di spiaggia e duna e di mare basso), a cui possono essere intercalate lenti di limitato spessore di terreno argilloso-limoso molle.

Al banco sabbioso segue, fino a circa 27 metri di profondità terreno argilloso-limoso, circa normalconsolidato, con molte lenti di sabbia fine e sabbia limosa intercalate. Questo banco rappresenta i depositi di ambiente marino della fase di maggiore avanzata del mare durante l'ingressione olocenica, quando la linea di costa era molto più ad occidente dell'area in esame..

Questo complesso di terreni olocenici poggia su un substrato di alluvioni del Pleistocene superiore. Le alluvioni pleistoceniche consistono in terreno argilloso-limoso da mediamente consistente a compatto (moderatamente sovraconsolidato) con intercalate lenti sabbioso-limose.

Il livello della falda freatica è superficiale ed è generalmente a profondità compresa fra 1 e 2 metri dalla superficie.

3. INDAGINI IN SITO

Nell'ambito del Comparto B si sono eseguite n.3 prove penetrometriche statiche spinte a 30 metri di profondità e due indagini sismiche mediante tromografo digitale "Tromino".

Si allegano inoltre n.6 prove penetrometriche d'archivio eseguite in prossimità dell'area in esame ed un sondaggio a carotaggio. Si allegano anche i risultati di una indagine sismica (Tromino 1-bis) eseguita lungo Via Baiona.

I risultati delle indagini sismiche sono allegati in calce alla relazione.

In Tavola IV è riportata l'ubicazione di tutte le indagini in sito.

Le prove penetrometriche sono state fatte con attrezzo tipo "olandese" con punta meccanica tipo Begemann e si sono fatte, ogni 20 cm di avanzamento, misure di resistenza alla punta (R_p o q_c) e di resistenza laterale locale (R_f o f_s). Si è calcolato il rapporto R_p/R_f utile per l'interpretazione stratigrafica.

4. STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

La stratigrafia del terreno è illustrata dalle sezioni stratigrafiche riportate in Tavola V-1 e V-2. **Dalle sezioni risulta evidente come la stratigrafia del terreno sia sostanzialmente uniforme su tutta l'area in esame.**

Fino alla profondità di 13 metri circa è presente un banco di sabbia fine e sabbia limosa relativamente omogeneo, con solo una lente argilloso-limosa di piccolo spessore sui 9 metri di profondità.

Segue uno strato di circa 3 metri di spessore di argilla limosa molle passante verso il basso a limo argilloso con vene di limo.

Dalla profondità di m 16.50 a 27 metri circa è presente limo argilloso molle con molte intercalazioni di sabbia limosa che a tratti diventano predominanti.

Segue terreno argilloso-limoso di media consistenza con lenti di sabbia fine.

In Tavola VI si sono riportati cumulativamente i diagrammi penetrometrici delle tre prove eseguite entro il Comparto B, corredati di stratigrafia media e schematizzazione geotecnica. I parametri geotecnica indicati tengono conto delle situazioni meno favorevoli e possono essere assunti come valori caratteristici.

La situazione del terreno di fondazione è tale da consentire in generale l'adozione di fondazioni dirette.

5. ASPETTI SISMICI

Il Comune di Ravenna è classificato Zona Sismica 3,

Dai tabulati allegati alle NTC-2008 si ricavano, per manufatti di Classe II e Stato limite di salvaguardia della vita, i seguenti parametri sismici:

$T_r = 475$ anni

$a = 0.151$ g

$F_0 = 2.576$

$T_c^* = 0.280$

Una valutazione del V_{s30} fatta in base alle prove penetrometriche utilizzando sia le correlazioni di V_s con N_{spt} e c_u che si ricavano dalla normativa, sia le correlazioni di V_s con N_{spt} dovute ad Imai ed al. per le sabbie ed a Crespellani ed al. per le argille, ha fornito i seguenti risultati. L' N_{spt} e la c_u sono stati ricavati dalla q_c sulla base di note correlazioni.

Prova n.	Correlazioni normativa	Correlazioni Imai e Crespellani
1/12B	172 m/s	184 m/s
2/12B	181 m/s	194 m/s
3/12B	178 m/s	189 m/s
media	177 m/s	189 m/s

Le indagini con Tromino hanno fornito i seguenti valori del Vs30 da 0 a 30 m.

Indagine	Vs30 in m/s
n.1	173
n.2	190
n.1bis	185
media	183

L'area in esame è quindi al limite fra la Categoria "D" e la Categoria "C". In sede di progettazione dei singoli interventi per ogni area interessata si potrà fare una verifica puntuale del Vs30, eventualmente anche con più metodologie, al fine di stabilire la Categoria di riferimento.

Facendo riferimento alla Categoria "D", il Coefficiente di amplificazione stratigrafica risulta $S_s=1.80$, mentre il Coefficiente di amplificazione topografica è $St=1$, essendo il sito pianeggiante.

L'accelerazione massima risulta: $a_{max} = 0.151 \times 1.80 \times 1 = 0.272$ g.

Il potenziale di liquefazione degli strati sabbiosi è stato valutato sulla base delle tre prove penetrometriche utilizzando la correlazione fra CRR ed N_{spt} suggerita dalla Regione Emilia-Romagna e dovuta a Idriss e Boulanger (2004). L' N_{spt} è stato ricavato dalla qc sulla base di note correlazioni e si è fatta sia la correzione per strato sottile, sia la correzione per la frazione fine.

Nessuno degli strati analizzati è risultato liquefacibile per cui si può escludere il pericolo di liquefazione per l'area in esame.

In Tavola XII si è riportato lo Spettro di risposta elastico ricavato sulla base delle NTC-2008 per un manufatto di Classe II e Stato Limite di Salvaguardia della Vita, mentre in Tavola XIII si è riportato lo Spettro di risposta elastico che si ottiene sulla base delle indicazioni della Regione Emilia-Romagna.

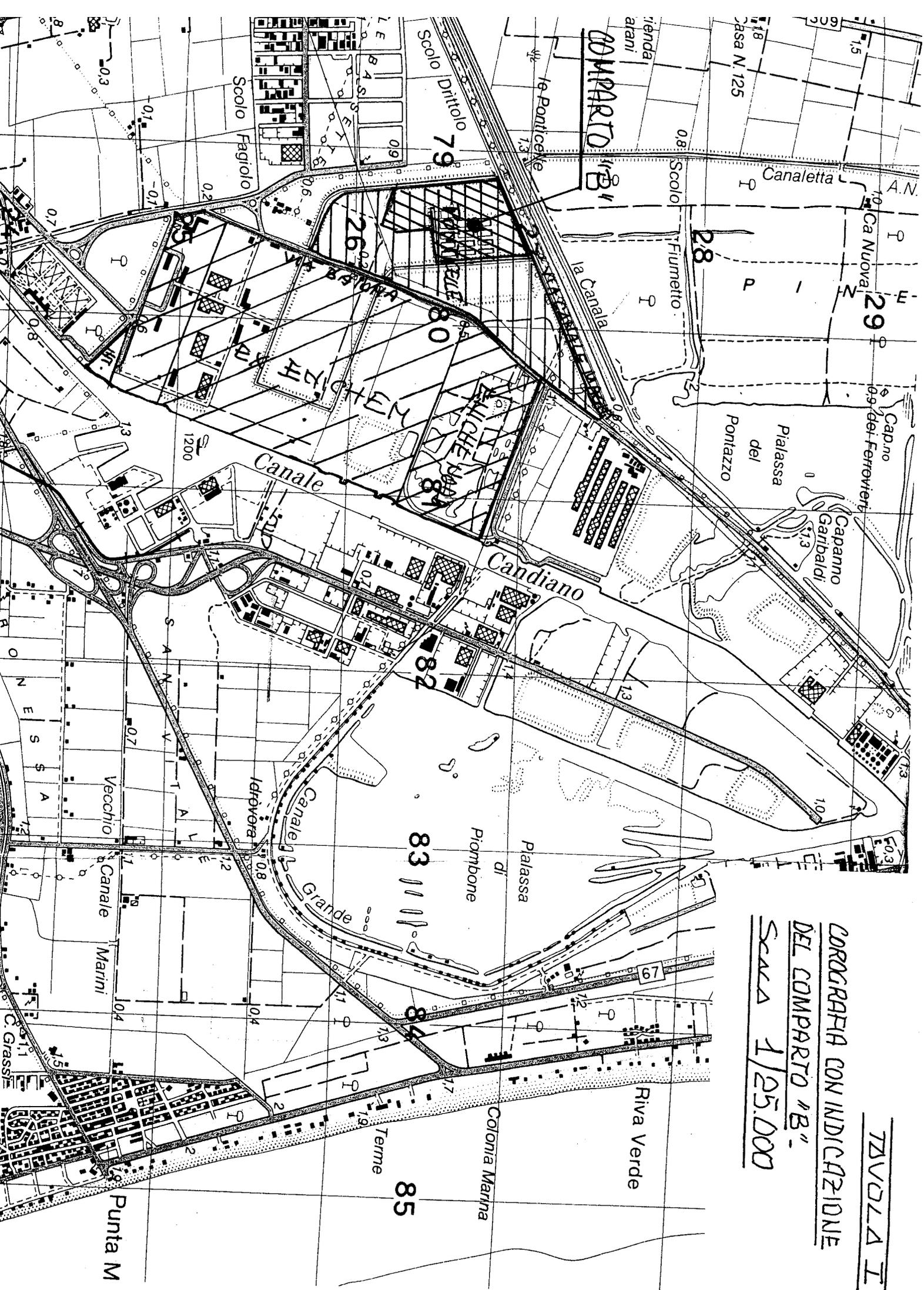


TAVOLA I

COROGRAFIA CON INDICAZIONE
DEL COMPARTO "B".

Scala 1/25.000

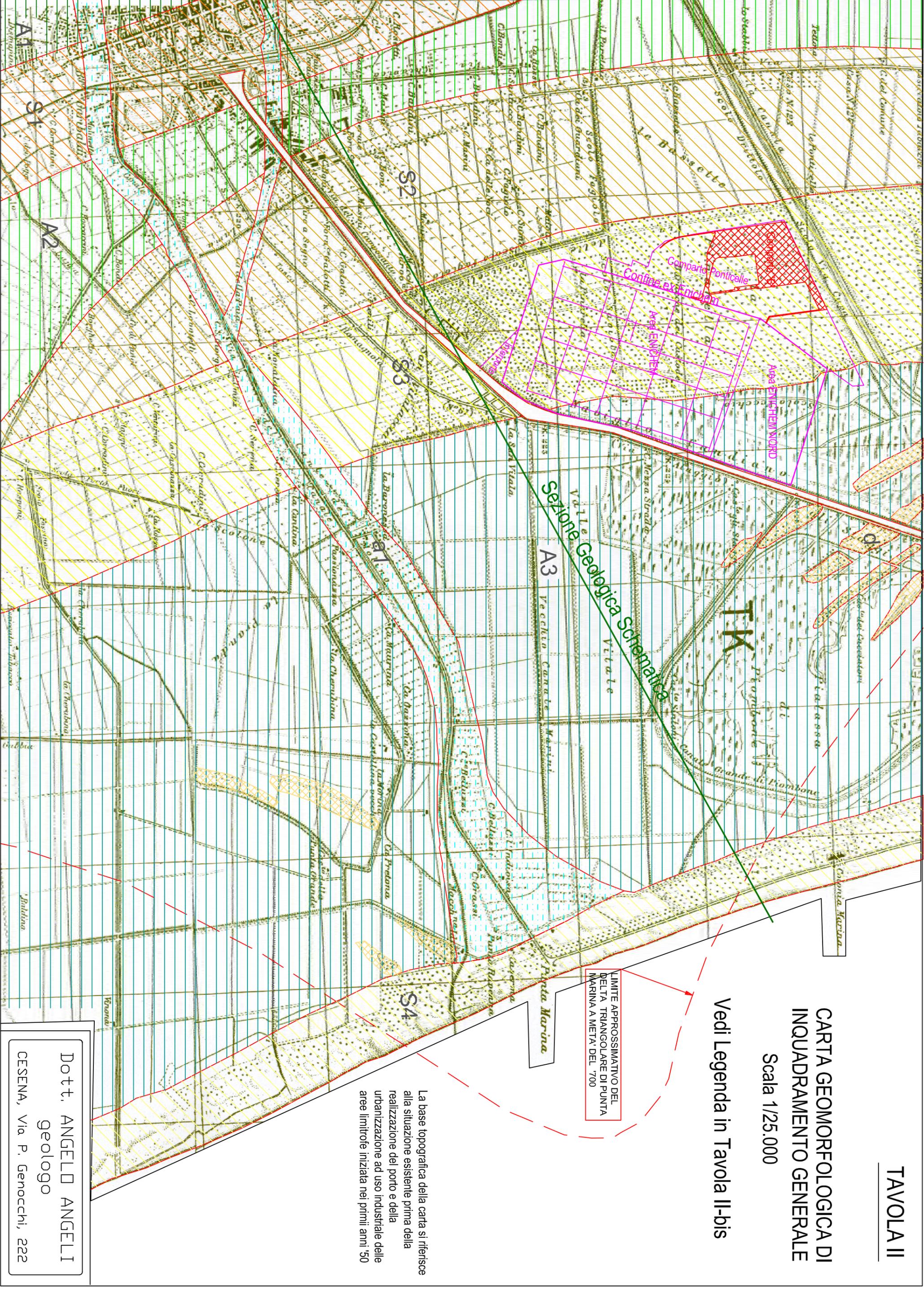
CARTA GEOMORFOLOGICA DI
INQUADRAMENTO GENERALE

Scala 1/25.000

Vedi Legenda in Tavola II-bis

LIMITE APPROSSIMATIVO DEL
DELTA TRIANGOLARE DI PUNTA
MARINA A META' DEL '700

La base topografica della carta si riferisce
alla situazione esistente prima della
realizzazione del porto e della
urbanizzazione ad uso industriale delle
aree limitrofe iniziata nei primi anni '50



Dot. ANGELLO ANGELI
geologo
CESENA, Via P. Genocchi, 222

LEGENDA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA



a1 Paleolvei dei Fiumi Ronco e Montone deviati più a sud a metà del '700 (Fiumi Uniti) con depositi fluviali prevalentemente sabbioso-limosi



d Dune (un tempo affioranti ed ora coperte da terreno di riporto) del delta di Punta Marina formatosi quando qui sfociavano i fiumi riuniti Ronco e Montone seguendo l'attuale tracciato del Canale del Molino



S4 Cordone sabbioso della costa attuale, di 7-10 m di spessore, costituito da sabbia fine con intercalate lenti argilloso-limose molto molli, le quali localmente possono risultare anche molto frequenti. Il banco di sabbia poggia su depositi argilloso-limosi normalconsolidati di ambiente marino.



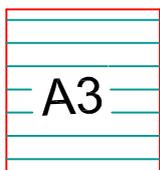
S3 Cordone Sabbioso delle Pinete di San Vitale e di Classe, di 10-15 m di spessore, il quale interseca e sormonta sul lato monte il più antico cordone sabbioso delle Bassette. Al banco di sabbia seguono in profondità i depositi argilloso-limosi normalconsolidati di ambiente marino con molte lenti di sabbia intercalate. Nella zona compresa fra il Candiano ed il Canale del Molino il cordone sabbioso è localmente interrotto da incisioni (canali di marea e paleolvei) colme di depositi fini recenti molli.



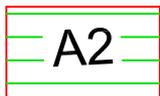
S2 Cordone sabbioso delle Bassette (spessore 10-12 m) a cui segue in profondità un'alternanza di strati argilloso-limosi normalconsolidati di ambiente marino e lenti di sabbia fine.



S1 Cordone sabbioso di Sant'Alberto, in genere coperto da qualche metro di alluvioni recenti e terreno di riporto con resti antropici. La base del banco di sabbia è oltre i 20 m di profondità. Nella parte bassa possono essere presenti intercalazioni argilloso-limose molli. La base del banco poggia sulle alluvioni argilloso-limose della fine del Pleistocene a 24-25 m di prof. .



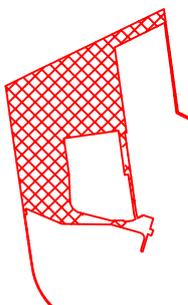
A3 Zona con terreno superficiale costituito da alluvioni argilloso-limose recenti, passanti in basso a depositi vallivi e lagunari di spessore variabile, generalmente non elevato nell'ambito della zona interessata dal delta triangolare di Punta Marina, salvo le fasce corrispondenti ad antichi canali. Segue un banco prevalentemente sabbioso fino sui 15 m di profondità e poi argille limose normalconsolidate di ambiente marino con lenti di sabbia.



A2 Zona con rilevanti spessori (anche oltre 10 m) di depositi vallivi e lagunari recenti (argilla molle ed argilla torbosa con lenti di torba e poche intercalazioni limoso-sabbiose) che ricoprono il banco sabbioso dei depositi di spiaggia e duna la cui base è oltre i 20 m di profondità.



A1 Zona a monte del cordone sabbioso di Sant'Alberto, dove il banco di sabbie oloceniche è coperto da diversi metri di depositi lagunari e vallivi e da terreno di riporto con resti antropici. La base del banco di sabbia è a 23-24 m di profondità e poggia sulle alluvioni argilloso-limose della fine del Pleistocene.



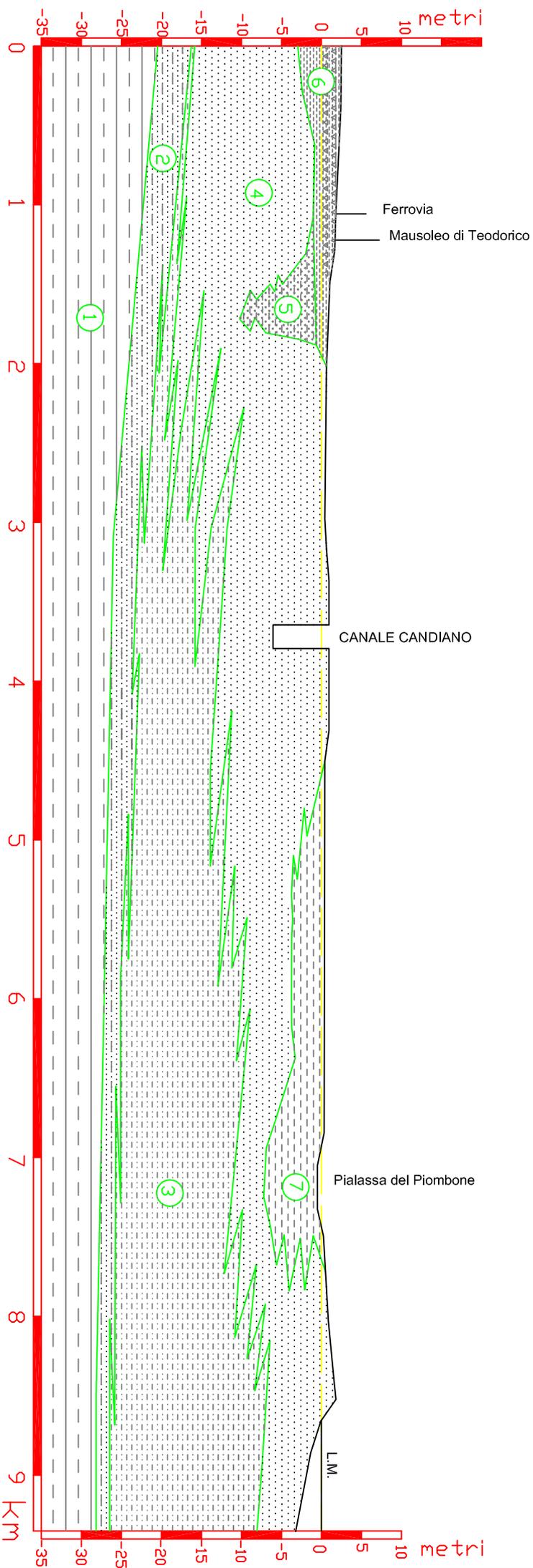
Comparto B

Dott. ANGELO ANGELI
geologo
CESENA, Via P. Genocchi, 222

Rapporto altezze/distanze: 1 a 50

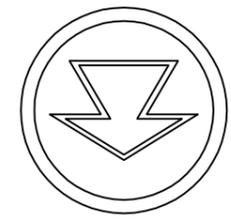
TAVOLA III

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA



- 1 Substrato di alluvioni argilloso-limose, con lenti di sabbia, della fine del Pleistocene. Il tetto rappresenta un paleosuolo ed è chiaramente sovraconsolidato e presenta segni di ossidazione per un paio di metri di spessore.
- 2 Strato costituito da lenti di sabbia, sabbia limosa e limo rappresentante i depositi della fase iniziale dell'ingressione olocenica (Flandriana). Localmente alla base può essere presente uno strato di argilla scura (deposito di ambiente palustre che precede l'arrivo del mare).
- 3 Argilla limosa e limo argilloso normalconsolidati con lenti di sabbia in aumento dal lato mare verso terra (depositi di ambiente marino).
- 4 Sabbia fine con lenti di sabbia limosa, limo ed argilla molle (depositi di spiaggia e duna e di ambiente marino costiero della fase di regressione del mare avvenuta negli ultimi 5000 anni circa, durante i quali la linea di costa si è ritirata dalla direttrice Fosso Ghiata-Madonna dell'Albero-Fornace Zarattini-Alfonshine fino alla posizione attuale).
- 5 Argilla e argilla torbosa molto molle con lenti di torba (depositi in prevalenza di laguna e palude).
- 6 Argille ed argille limose molli in profondità (depositi vallivi e lagunari) con copertura di alluvioni recenti e terreno di riporto con resti antropici.
- 7 Argilla limosa ed argilla torbosa molle (depositi vallivi e lagunari) con copertura di alluvioni recenti argilloso-limose sovraconsolidate.

Dot. ANGELLO ANGELLI
geologo
CESENA, Via. P. Genocchi, 222

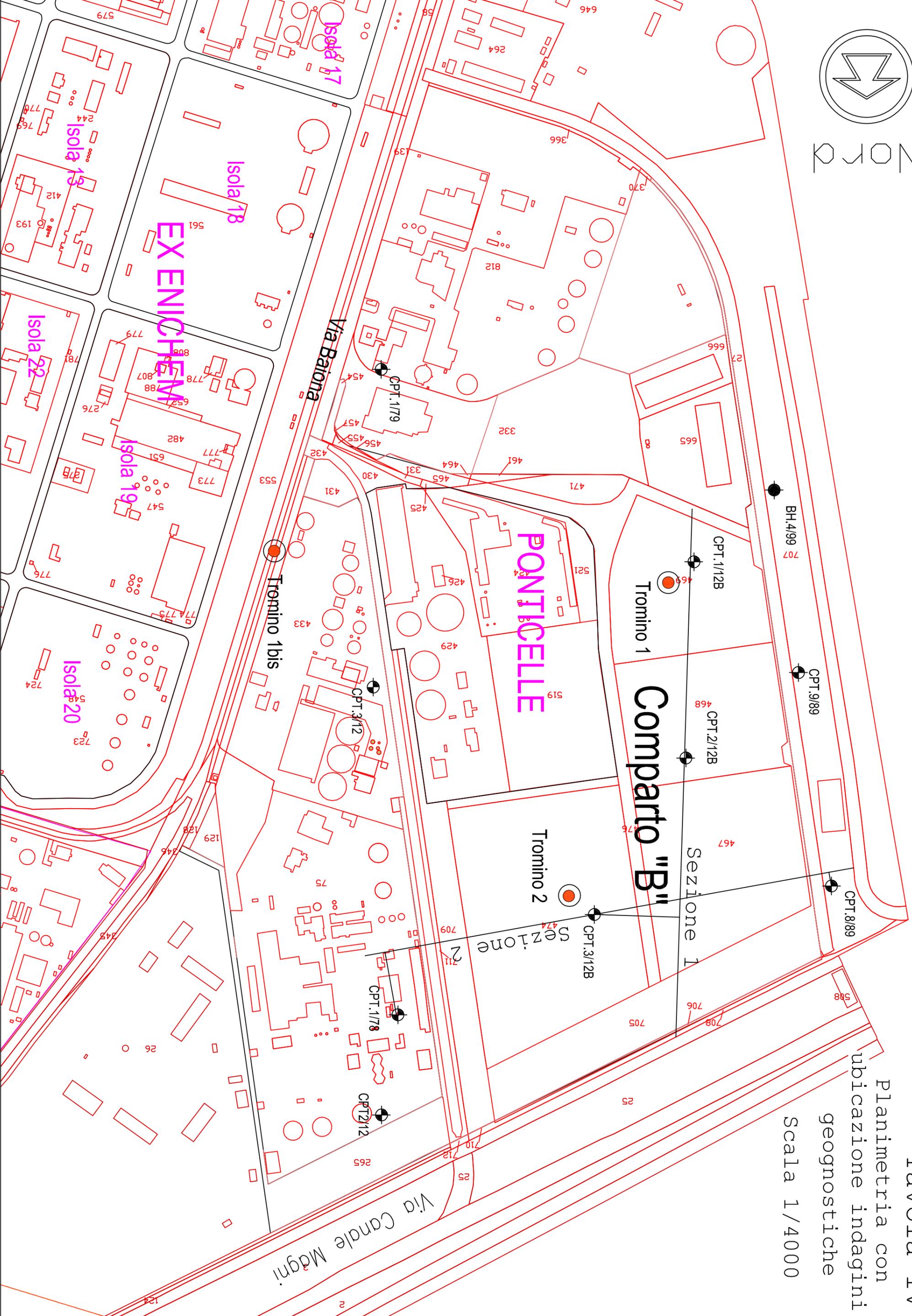


NORP

TAVOLA IV

Planimetria con
ubicazione indagini
geognostiche

Scala 1/4000



EX ENICHEM

PONTICELLE

Comparto "B"

Via Baiona

Via Canale Magni

Isola 17
Isola 18
Isola 19
Isola 20
Isola 22
Tromino 1
Tromino 1bis
Tromino 2
Sezione 1
Sezione 2
CPT.1/179
CPT.1/12B
CPT.2/12B
CPT.3/12B
CPT.1/178
CPT.2/112
BH.4/99
CPT.9/89
CPT.8/89

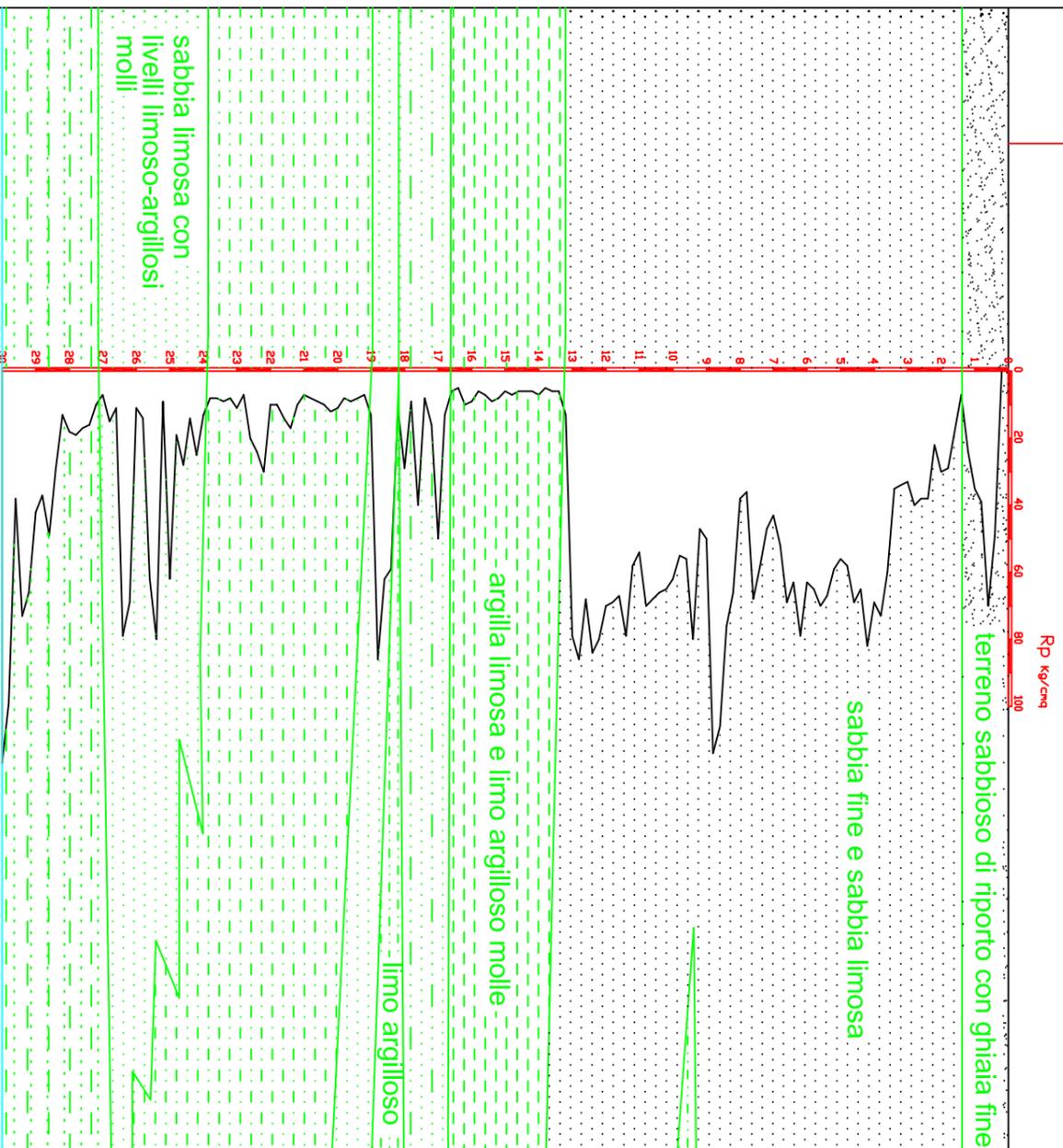
Sezione stratigrafica n.1

Scala distanze 1/1000

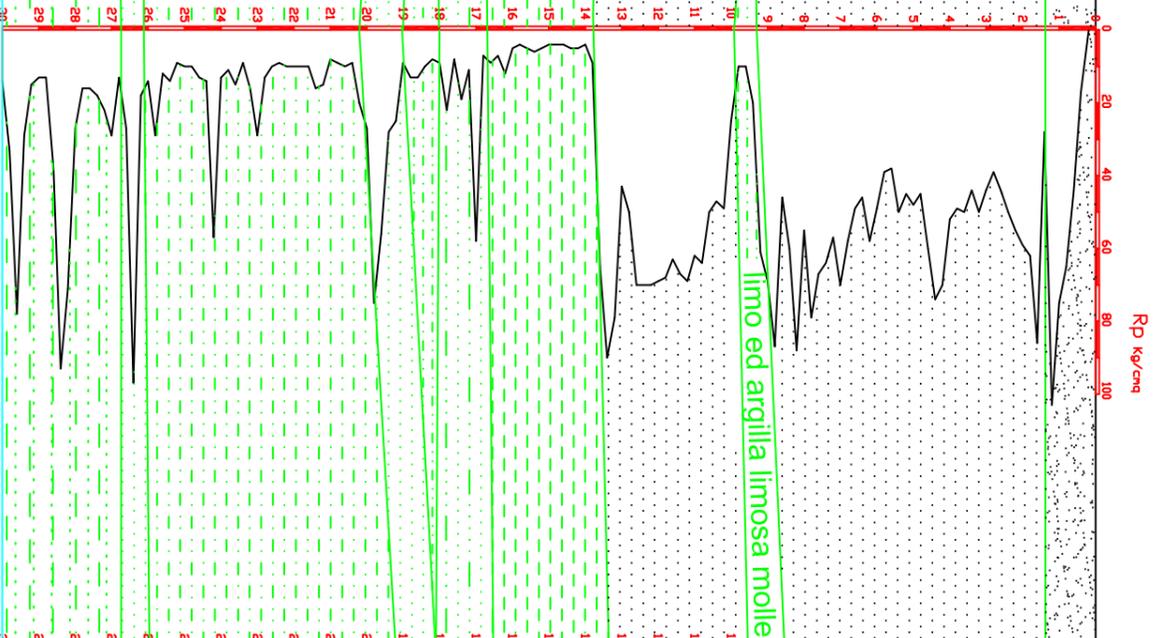
Scala altezze 1/200

Comparto B

CPT.1/12B



CPT.2/12B



CPT.3/12B

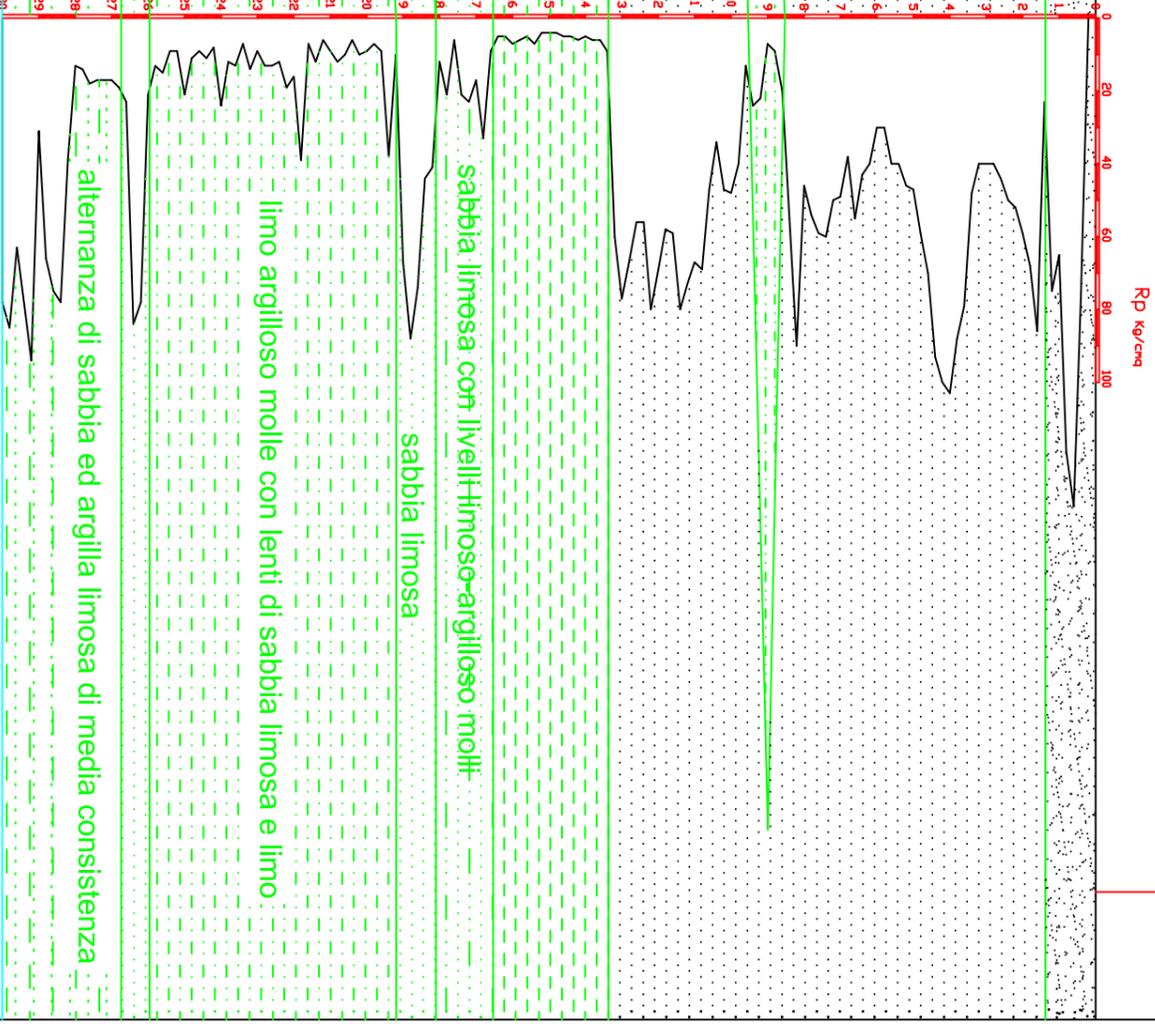


Tavola V-2

Sezione stratigrafica n.2

Scala distanze 1/1000

Scala altezze 1/200

Comparto B

CPT. 8/89

Rp Kg/cm²

terreno sabbioso di riporto

sabbia fine e sabbia limosa

limo ed argilla limosa

argilla limosa e limo argilloso molle

limo argilloso molle con lenti di sabbia limosa e limo

sabbia limosa con livelli limoso-argillosi molli

CPT. 3/12B

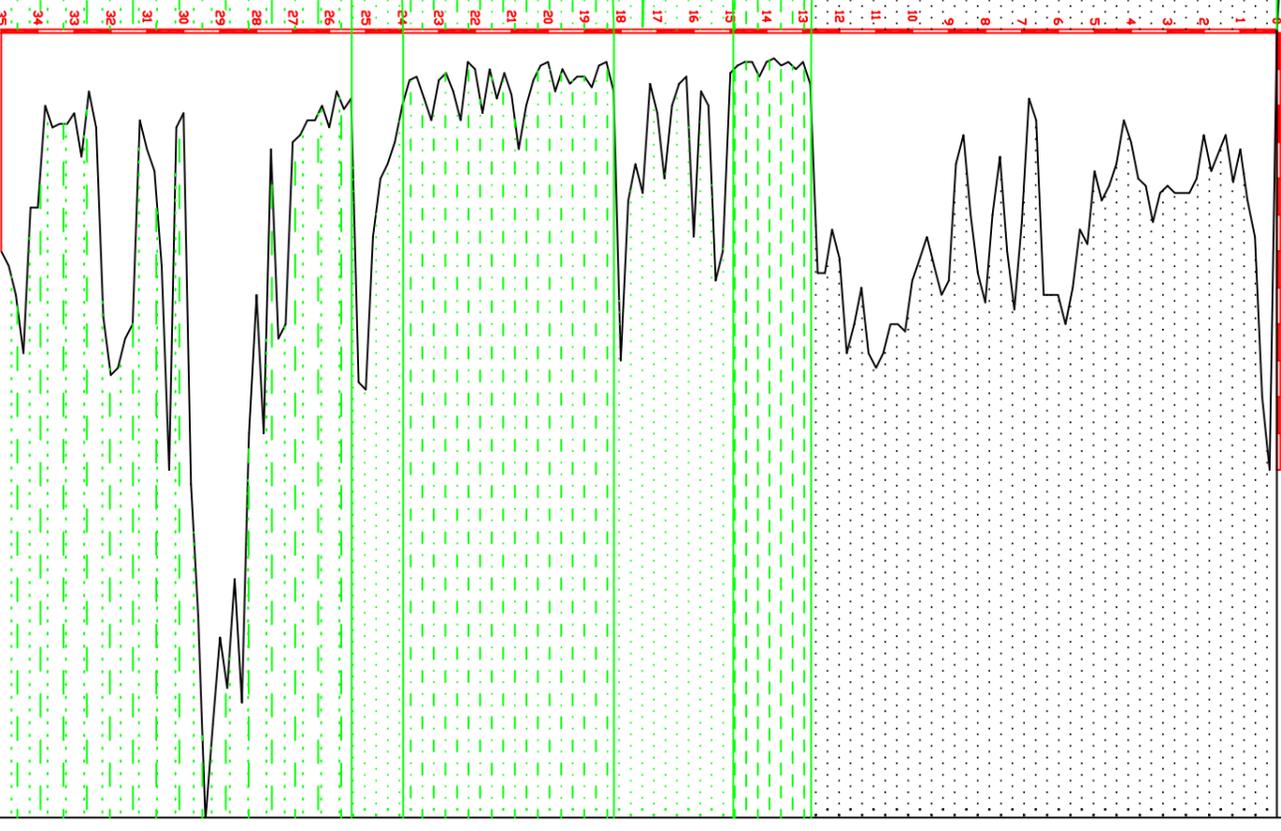
Rp Kg/cm²

sabbia limosa con livelli limoso-argilloso molli

alternanza di sabbia ed argilla limosa di media consistenza

CPT. 1/78

Rp Kg/cm²



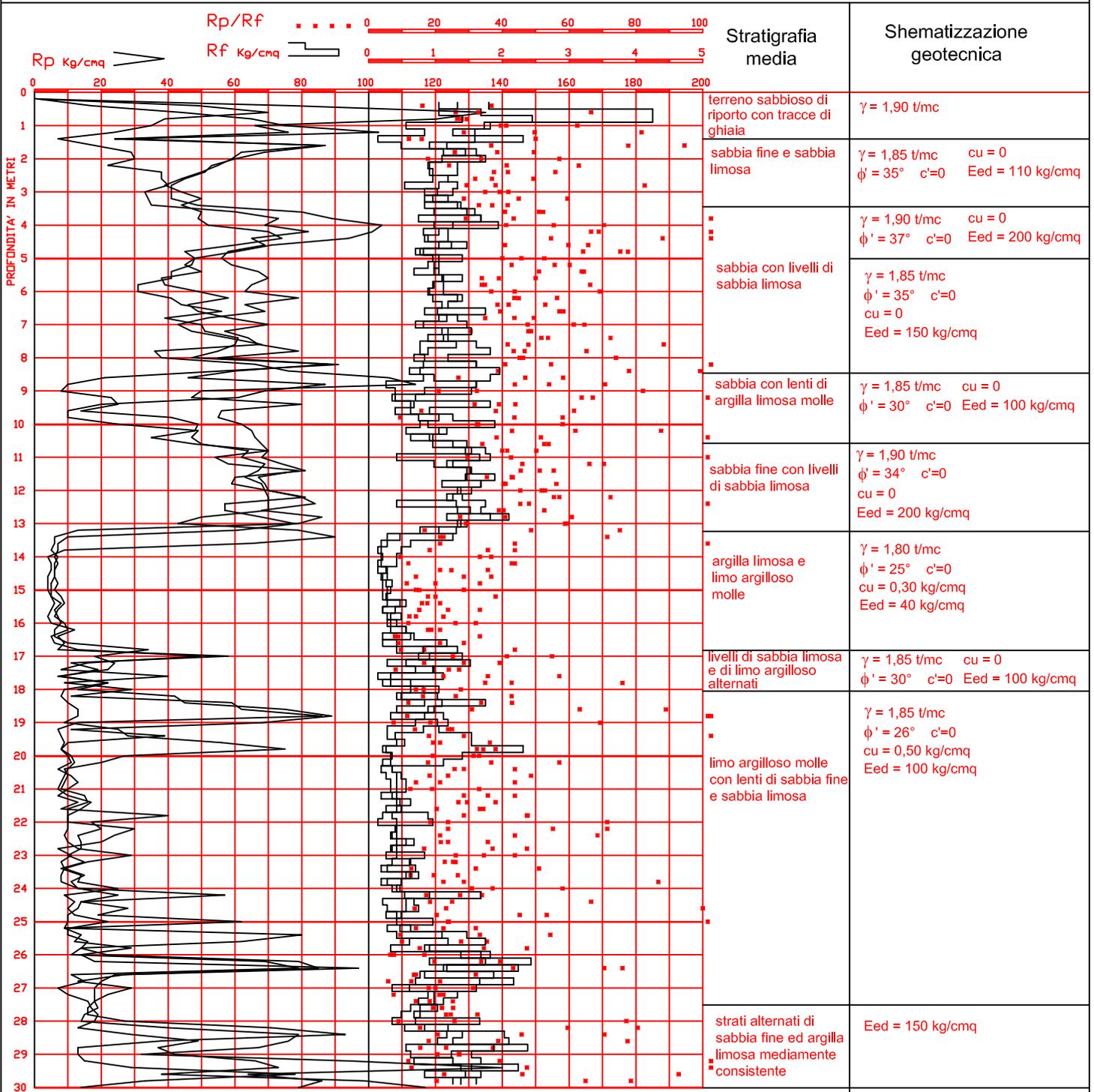
Committente Studio Luoghi della Città'
 Lavoro PONTICELLE - Comparto B
 Localita' Ravenna
 Attrezzo Pagani 20 t.

QUOTA : p.c.
 LIV. ACQUA : 1.00

Data 06/09/12

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

Diagramma cumulativo delle CPT.1/12B-2/12B-3(12B con stratigrafia media e schematizzazione geotecnica



γ = densità naturale

$c_u = s_u$ = coesione non drenata o resistenza iniziale al taglio

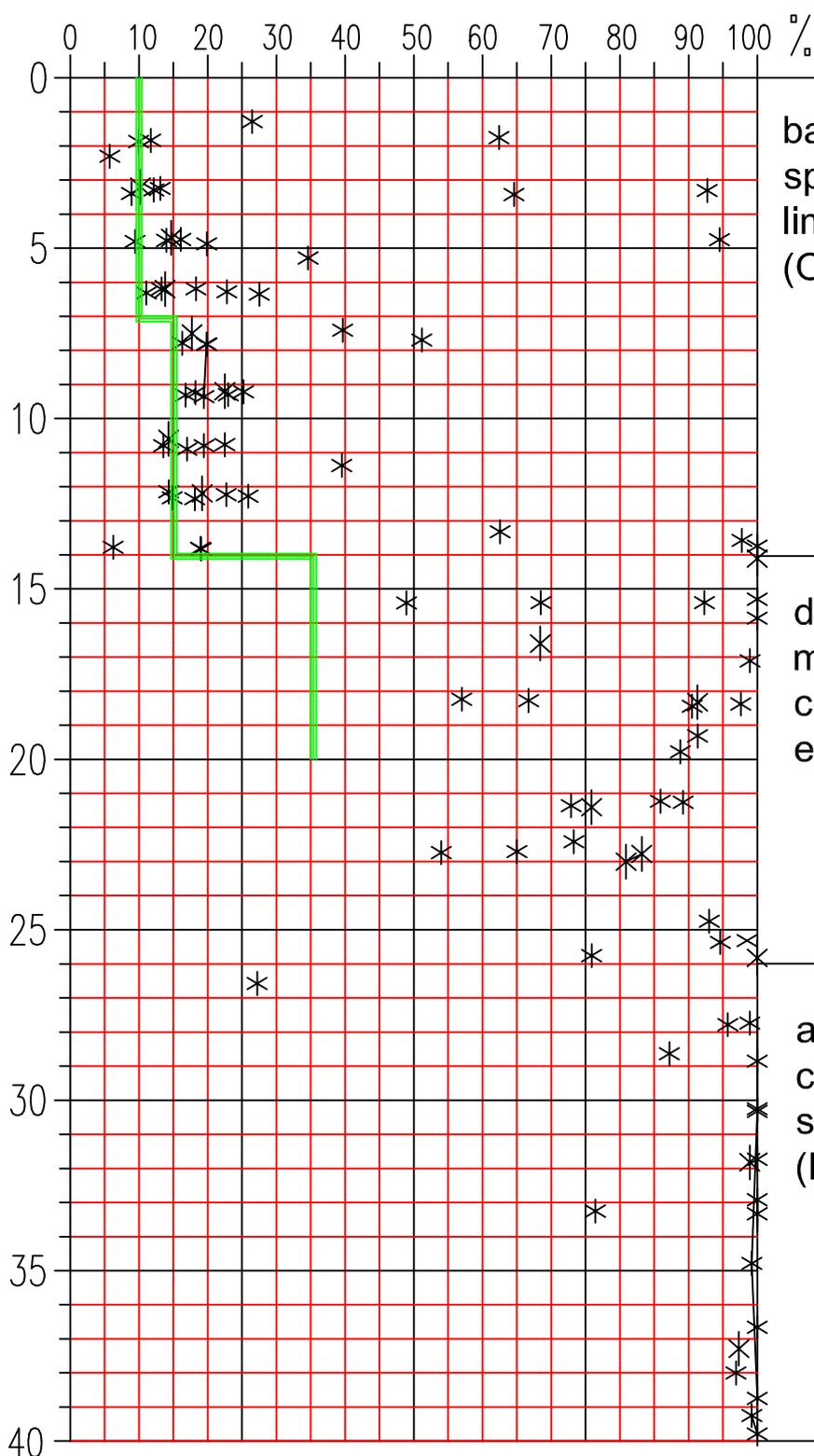
$\phi' = e$ $c' =$ angolo di attrito e coesione in condizioni drenate

E_{ed} = modulo edometrico

Ravenna - Area ex Enichem e Ponticelle

Diagramma cumulativo dei valori di passante al setaccio n.200 (FC) rilevati su campioni prelevati nei sondaggi disponibili

*** Passante al 200 (mm 0,075) - FC



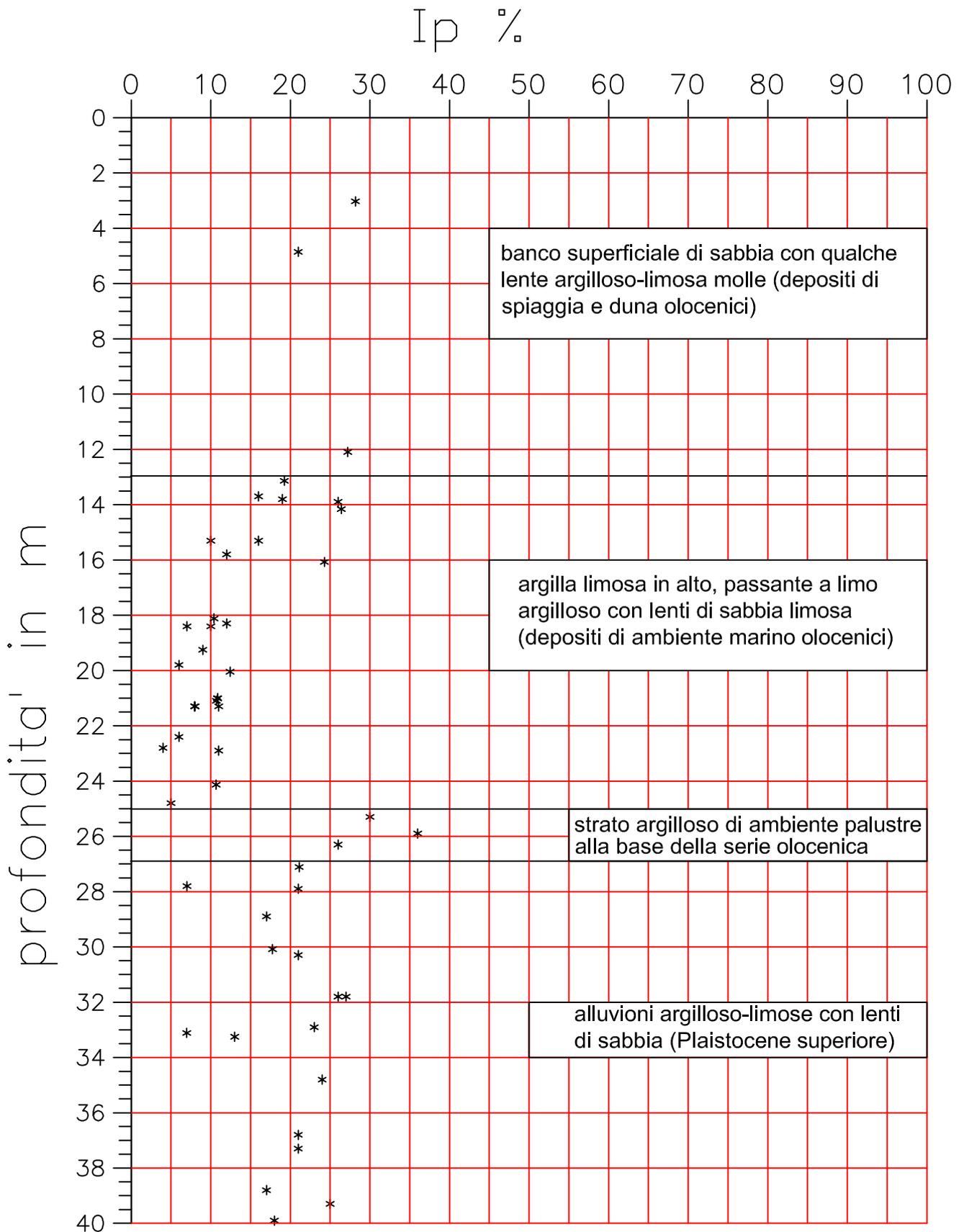
banco di sabbia di spiaggia e duna con lenti limoso-argillose (Olocene)

depositi di ambiente marino argilloso-limosi con lenti di sabbia limosa e limo (Olocene)

alluvioni argilloso-limose con lenti di sabbia fine e sabbia limosa (Pleistocene)

— schematizzazione di FC assunta per le verifiche del potenziale di liquefazione

Indice di Plasticità degli strati argilloso-limosi rilevato nei campioni dei sondaggi eseguiti nel 2010 nelle isole 13-15-26 e Banchina Petroli (analisi ISMGEO)



Lavoro: Ponticelle - Comparto B

Riferimento: CPT. 1/12B

CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt e cu

Sabbie: $Vs(m/sec) = 5,14 \times Nspt + 103$

Argille: $Vs(m/sec) = 100 \text{ cu}(kg/cmq) + 110$ con $cu > 0,7 kg/cmq$ altrimenti $Vs(m/sec) = 157 \text{ cu}(kg/cmq) + 70$

n.	Strato		Tipo C o I	Rp o qc kg/cmq	Nspt	cu kg/cmq	H m	Vs m/sec	H/Vs
	da m	a m							
1	0.00	1.40	I	70	18	---	1.40	193	
2	1.40	2.20	I	30	8	---	0.80	142	0.006
3	2.20	3.40	I	35	9	---	1.20	148	0.008
4	3.40	6.80	I	65	16	---	3.40	187	0.018
5	6.80	7.20	I	44	11	---	0.40	160	0.003
6	7.20	7.80	I	68	17	---	0.60	190	0.003
7	7.80	8.00	I	48	12	---	0.20	165	0.001
8	8.00	9.00	I	114	29	---	1.00	249	0.004
9	9.00	10.00	I	55	14	---	1.00	174	0.006
10	10.00	11.00	I	65	16	---	1.00	187	0.005
11	11.00	13.00	I	75	19	---	2.00	199	0.010
12	13.00	16.80	C	7	---	0.37	3.80	129	0.030
13	16.80	17.20	I	50	13	---	0.40	167	0.002
14	17.20	17.50	C	8	---	0.43	0.30	137	0.002
15	17.50	17.80	I	40	10	---	0.30	154	0.002
16	17.80	18.20	I	30	8	---	0.40	142	0.003
17	18.20	19.00	I	86	22	---	0.80	214	0.004
18	19.00	22.00	C	10	---	0.54	3.00	155	0.019
19	22.00	22.80	I	30	8	---	0.80	142	0.006
20	22.80	24.00	C	8	---	0.39	1.20	131	0.009
21	24.00	25.20	I	40	10	---	1.20	154	0.008
22	25.20	25.80	I	80	20	---	0.60	206	0.003
23	25.80	26.10	C	11	---	0.58	0.30	161	0.002
24	26.10	26.60	I	80	20	---	0.50	206	0.002
25	26.60	27.20	C	10	---	0.50	0.60	149	0.004
26	27.20	28.20	C	18	---	1.03	1.00	213	0.005
27	28.20	29.00	I	40	10	---	0.80	154	0.005
28	29.00	29.60	I	74	19	---	0.60	198	0.003
29	29.60	30.00	I	120	30	---	0.40	257	0.002
30									
31									
32									

Sommano **335** **3.85** **30.00** **0.174**

Si assume: $Nspt = Rp(kg/cmq)/4$ $cu = (Rp - P'vo)/15$

Vs30 = 172 m/sec **Vs30 = $\Sigma H / \Sigma (H/Vs)$** I=terreno incoerente

C=terreno coesivo

Il terreno è liquefacibile?(s/n): **n**

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n): **n**

Vi sono più di 8 m di terreno coesivo con $Vs < 100$ m/s o più di 3 m di torba o terreno altamente torboso? (s/n) **n**

Categoria terreno di fondazione: ----> D

Note:

$Vs > 800$:	A	Si assume : $Nspt = Rp (kg/cmq)/4$ e $cu = (Rp - P'vo)/15$ Note Non sono presenti argille di elevata sensibilità con possibilità di fenomeni di collasso.
$360 < Vs < 800$:	B	
$180 < Vs < 360$:	C	
$Vs < 180$:	D	
Liquefazione:	S2	
8 m con $cu < 0,2$ kg/cmq:	S1	
substrato fra 3 e 20 m:	E	

Lavoro: Ponticelle - Comparto B

Riferimento: CPT. 1/12B

CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt dedotto dalla qcSabbie: $Vs(m/sec) = 87,8 \times Nspt^{0,292}$ Imai et al. (1982)Argille: $Vs(m/sec) = 71,5 \times Nspt^{0,535}$ Crespellani et al. (1989)

n.	Strato		Tipo C o I	Rp o qc kg/cmq	Nspt	H m	Vs m/sec	H/Vs
	da m	a m						
1	0.00	1.40	I	70	18	1.40	203	
2	1.40	2.20	I	30	8	0.80	158	0.005
3	2.20	3.40	I	35	9	1.20	165	0.007
4	3.40	6.80	I	65	16	3.40	198	0.017
5	6.80	7.20	I	44	11	0.40	177	0.002
6	7.20	7.80	I	68	17	0.60	201	0.003
7	7.80	8.00	I	48	12	0.20	181	0.001
8	8.00	9.00	I	114	29	1.00	234	0.004
9	9.00	10.00	I	55	14	1.00	189	0.005
10	10.00	11.00	I	65	16	1.00	198	0.005
11	11.00	13.00	I	75	19	2.00	207	0.010
12	13.00	16.80	C	7	4	3.80	140	0.027
13	16.80	17.20	I	50	13	0.40	184	0.002
14	17.20	17.50	C	8	4	0.30	150	0.002
15	17.50	17.80	I	40	10	0.30	172	0.002
16	17.80	18.20	I	30	8	0.40	158	0.003
17	18.20	19.00	I	86	22	0.80	215	0.004
18	19.00	22.00	C	10	5	3.00	169	0.018
19	22.00	22.80	I	30	8	0.80	158	0.005
20	22.80	24.00	C	8	4	1.20	150	0.008
21	24.00	25.20	I	40	10	1.20	172	0.007
22	25.20	25.80	I	80	20	0.60	211	0.003
23	25.80	26.10	C	11	6	0.30	178	0.002
24	26.10	26.60	I	80	20	0.50	211	0.002
25	26.60	27.20	C	10	5	0.60	169	0.004
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								

27.20

0.148

Si assume: $Nspt = Rp(kg/cmq)/4$ nelle sabbie ed $Nspt = Rp(kg/cmq)/2$ nelle argille

Vs30 = 184 m/sec

Vs30 = $\Sigma H / \Sigma (H/Vs)$

I=terreno incoerente

C=terreno coesivo

Il terreno è liquefacibile?(s/n):

n

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n):

n

Vi sono più di 8 m di terreno argilloso $cu < 0,20$ kg/cmq ($Vs < 100$ m/s) o 3 m di torba? (s/n)

n

Categoria terreno di fondazione:

---->

C

Vs>800:

A

360<Vs<800:

B

180<Vs<360:

C

Vs<180:

D

Liquefazione:

S2

8 m di argilla con $cu < 0,2$ kg/cmq

S1

substrato fra 3 e 20 m:

E

Note

Si assume

 $Nspt = qc/4$ nelle sabbie; $Nspt = qc/2$ nelle argille

qc in kg/cmq

Lavoro: Ponticelle - Comparto B**Riferimento: CPT. 2/12B****CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt e cu**Sabbie: $Vs(m/sec) = 5,14 \times Nspt + 103$ Argille: $Vs(m/sec) = 100 \text{ cu}(kg/cm^2) + 110$ con $cu > 0,7 kg/cm^2$ altrimenti $Vs(m/sec) = 157 \text{ cu}(kg/cm^2) + 70$

n.	Strato		Tipo C o I	Rp o qc kg/cm ²	Nspt	cu kg/cm ²	H m	Vs m/sec	H/Vs
	da m	a m							
1	0.00	1.40	I	104	26	---	1.40	237	
2	1.40	1.80	I	86	22	---	0.40	214	0.002
3	1.80	4.00	I	50	13	---	2.20	167	0.013
4	4.00	4.80	I	73	18	---	0.80	197	0.004
5	4.80	6.60	I	45	11	---	1.80	161	0.011
6	6.60	9.40	I	75	19	---	2.80	199	0.014
7	9.40	9.90	C	10	---	0.60	0.50	165	0.003
8	9.90	10.60	I	48	12	---	0.70	165	0.004
9	10.60	12.80	I	65	16	---	2.20	187	0.012
10	12.80	13.10	I	43	11	---	0.30	158	0.002
11	13.10	13.80	I	90	23	---	0.70	219	0.003
12	13.80	16.00	C	6	---	0.31	2.20	118	0.019
13	16.00	16.80	C	8	---	0.43	0.80	138	0.006
14	16.80	17.20	I	58	15	---	0.40	178	0.002
15	17.20	19.00	C	12	---	0.69	1.80	178	0.010
16	19.00	20.20	I	75	19	---	1.20	199	0.006
17	20.20	24.00	C	11	---	0.60	3.80	164	0.023
18	24.00	24.40	I	58	15	---	0.40	178	0.002
19	24.40	26.20	C	12	---	0.65	1.80	172	0.010
20	26.20	26.80	I	98	25	---	0.60	229	0.003
21	26.80	28.00	C	16	---	0.90	1.20	200	0.006
22	28.00	28.80	I	92	23	---	0.80	221	0.004
23	28.80	29.20	C	13	---	0.69	0.40	179	0.002
24	29.20	30.00	I	78	20	---	0.80	203	0.004
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									

Sommano	285	4.87	30.00	0.166
----------------	------------	-------------	--------------	--------------

Si assume:	$Nspt = Rp(kg/cm^2)/4$	$cu = (Rp - P'vo)/15$
------------	------------------------	-----------------------

Vs30 = 181 m/sec

Vs30 = $\Sigma H / \Sigma (H/Vs)$

I=terreno incoerente

C=terreno coesivo

Il terreno è liquefacibile?(s/n):

n

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n):

n

Vi sono più di 8 m di terreno coesivo con $Vs < 100$ m/s o più di 3 m di torba o terreno altamente torboso? (s/n)

n

Categoria terreno di fondazione:	----> C
---	-------------------

Note:

$Vs > 800$:	A	Si assume : $Nspt = Rp (kg/cm^2)/4$ e $cu = (Rp - P'vo)/15$ Note Non sono presenti argille di elevata sensibilità con possibilità di fenomeni di collasso.
$360 < Vs < 800$:	B	
$180 < Vs < 360$:	C	
$Vs < 180$:	D	
Liquefazione:	S2	
8 m con $cu < 0,2$ kg/cm ² :	S1	
substrato fra 3 e 20 m:	E	

Lavoro: Ponticelle - Comparto B

Riferimento: CPT. 2/12B

CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt dedotto dalla qcSabbie: $Vs(m/sec) = 87,8 \times Nspt^{0,292}$ Imai et al. (1982)Argille: $Vs(m/sec) = 71,5 \times Nspt^{0,535}$ Crespellani et al. (1989)

n.	Strato		Tipo C o I	Rp o qc kg/cmq	Nspt	H m	Vs m/sec	H/Vs
	da m	a m						
1	0.00	1.40	I	104	26	1.40	227	
2	1.40	1.80	I	86	22	0.40	215	0.002
3	1.80	4.00	I	50	13	2.20	184	0.012
4	4.00	4.80	I	73	18	0.80	205	0.004
5	4.80	6.60	I	45	11	1.80	178	0.010
6	6.60	9.40	I	75	19	2.80	207	0.014
7	9.40	9.90	C	10	5	0.50	169	0.003
8	9.90	10.60	I	48	12	0.70	181	0.004
9	10.60	12.80	I	65	16	2.20	198	0.011
10	12.80	13.10	I	43	11	0.30	176	0.002
11	13.10	13.80	I	90	23	0.70	218	0.003
12	13.80	16.00	C	6	3	2.20	129	0.017
13	16.00	16.80	C	8	4	0.80	150	0.005
14	16.80	17.20	I	58	15	0.40	192	0.002
15	17.20	19.00	C	12	6	1.80	186	0.010
16	19.00	20.20	I	75	19	1.20	207	0.006
17	20.20	24.00	C	11	6	3.80	178	0.021
18	24.00	24.40	I	58	15	0.40	192	0.002
19	24.40	26.20	C	12	6	1.80	186	0.010
20	26.20	26.80	I	98	25	0.60	223	0.003
21	26.80	28.00	C	16	8	1.20	217	0.006
22	28.00	28.80	I	92	23	0.80	219	0.004
23	28.80	29.20	C	13	7	0.40	195	0.002
24	29.20	30.00	I	78	20	0.80	209	0.004
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								

30.00

0.155

Si assume: $Nspt = Rp(kg/cmq)/4$ nelle sabbie ed $Nspt = Rp(kg/cmq)/2$ nelle argille

Vs30 = 194 m/sec

Vs30 = $\Sigma H / \Sigma (H/Vs)$

I=terreno incoerente

C=terreno coesivo

Il terreno è liquefacibile?(s/n):

n

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n):

n

Vi sono più di 8 m di terreno argilloso $cu < 0,20$ kg/cmq ($Vs < 100$ m/s) o 3 m di torba? (s/n)

n

Categoria terreno di fondazione:

---->

C

Vs>800:

A

360<Vs<800:

B

180<Vs<360:

C

Vs<180:

D

Liquefazione:

S2

8 m di argilla con $cu < 0,2$ kg/cmq

S1

substrato fra 3 e 20 m:

E

Note

Si assume

 $Nspt = qc/4$ nelle sabbie; $Nspt = qc/2$ nelle argille

qc in kg/cmq

Lavoro: Ponticelle - Comparto B**Riferimento: CPT. 3/12B****CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt e cu**Sabbie: $Vs(m/sec) = 5,14 \times Nspt + 103$ Argille: $Vs(m/sec) = 100 \text{ cu}(kg/cm^2) + 110$ con $cu > 0,7 kg/cm^2$ altrimenti $Vs(m/sec) = 157 \text{ cu}(kg/cm^2) + 70$

n.	Strato		Tipo C o I	Rp o qc kg/cmq	Nspt	cu kg/cmq	H m	Vs m/sec	H/Vs
	da m	a m							
1	0.00	1.00	I	134	34	---	1.00	275	
2	1.00	1.40	I	76	19	---	0.40	201	0.002
3	1.40	2.00	I	87	22	---	0.60	215	0.003
4	2.00	2.80	I	50	13	---	0.80	167	0.005
5	2.80	3.20	I	40	10	---	0.40	154	0.003
6	3.20	5.00	I	102	26	---	1.80	234	0.008
7	5.00	5.60	I	40	10	---	0.60	154	0.004
8	5.60	6.00	C	30	---	1.96	0.40	306	0.001
9	6.00	6.80	I	55	14	---	0.80	174	0.005
10	6.80	8.00	I	60	15	---	1.20	180	0.007
11	8.00	8.60	I	90	23	---	0.60	219	0.003
12	8.60	9.10	C	8	---	0.48	0.50	145	0.003
13	9.10	9.60	I	24	6	---	0.50	134	0.004
14	9.60	10.40	I	48	12	---	0.80	165	0.005
15	10.40	13.40	I	80	20	---	3.00	206	0.015
16	13.40	16.60	C	6	---	0.31	3.20	118	0.027
17	16.60	18.00	I	22	6	---	1.40	131	0.011
18	18.00	19.20	I	88	22	---	1.20	216	0.006
19	19.20	19.60	I	38	10	---	0.40	152	0.003
20	19.60	21.60	C	10	---	0.54	2.00	155	0.013
21	21.60	22.00	I	39	10	---	0.40	153	0.003
22	22.00	26.00	C	12	---	0.66	4.00	173	0.023
23	26.00	26.60	I	84	21	---	0.60	211	0.003
24	26.60	28.00	C	18	---	1.04	1.40	214	0.007
25	28.00	29.00	I	78	20	---	1.00	203	0.005
26	29.00	29.60	I	139	35	---	0.60	282	0.002
27	29.60	30.00	I	85	21	---	0.40	212	0.002
28									
29									
30									
31									
32									

Sommano **365** **4.98** **30.00** **0.168**Si assume: $Nspt = Rp(kg/cm^2)/4$ $cu = (Rp - P'vo)/15$ **Vs30 = 178 m/sec****Vs30 = $\Sigma H / \Sigma (H/Vs)$**

I=terreno incoerente

C=terreno coesivo

Il terreno è liquefacibile?(s/n):

n

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n):

nVi sono più di 8 m di terreno coesivo con $Vs < 100$ m/s o più di 3 m di torba o terreno altamente torboso? (s/n)**n****Categoria terreno di fondazione: ----> D**

Note:

$Vs > 800$:	A	Si assume : $Nspt = Rp (kg/cm^2)/4$ e $cu = (Rp - P'vo)/15$
$360 < Vs < 800$:	B	Note
$180 < Vs < 360$:	C	Non sono presenti argille di elevata sensibilità con possibilità di fenomeni di collasso.
$Vs < 180$:	D	
Liquefazione:	S2	
8 m con $cu < 0,2$ kg/cmq:	S1	
substrato fra 3 e 20 m:	E	

Lavoro: Ponticelle - Comparto B

Riferimento: CPT. 3/12B

CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt dedotto dalla qcSabbie: $Vs(m/sec) = 87,8 \times Nspt^{0,292}$ Imai et al. (1982)Argille: $Vs(m/sec) = 71,5 \times Nspt^{0,535}$ Crespellani et al. (1989)

n.	Strato		Tipo C o l	Rp o qc kg/cmq	Nspt	H m	Vs m/sec	H/Vs
	da m	a m						
1	0.00	1.00	I	134	34	1.00	245	
2	1.00	1.40	I	76	19	0.40	207	0.002
3	1.40	2.00	I	87	22	0.60	216	0.003
4	2.00	2.80	I	50	13	0.80	184	0.004
5	2.80	3.20	I	40	10	0.40	172	0.002
6	3.20	5.00	I	102	26	1.80	226	0.008
7	5.00	5.60	I	40	10	0.60	172	0.003
8	5.60	6.00	C	30	15	0.40	304	0.001
9	6.00	6.80	I	55	14	0.80	189	0.004
10	6.80	8.00	I	60	15	1.20	194	0.006
11	8.00	8.60	I	90	23	0.60	218	0.003
12	8.60	9.10	C	8	4	0.50	150	0.003
13	9.10	9.60	I	24	6	0.50	148	0.003
14	9.60	10.40	I	48	12	0.80	181	0.004
15	10.40	13.40	I	80	20	3.00	211	0.014
16	13.40	16.60	C	6	3	3.20	129	0.025
17	16.60	18.00	I	22	6	1.40	144	0.010
18	18.00	19.20	I	88	22	1.20	217	0.006
19	19.20	19.60	I	38	10	0.40	169	0.002
20	19.60	21.60	C	10	5	2.00	169	0.012
21	21.60	22.00	I	39	10	0.40	171	0.002
22	22.00	26.00	C	12	6	4.00	186	0.021
23	26.00	26.60	I	84	21	0.60	214	0.003
24	26.60	28.00	C	18	9	1.40	232	0.006
25	28.00	29.00	I	78	20	1.00	209	0.005
26	29.00	29.60	I	139	35	0.60	247	0.002
27	29.60	30.00	I	85	21	0.40	214	0.002
28								
29								
30								
31								
32								
						30.00		0.159

Si assume: $Nspt = Rp(kg/cmq)/4$ nelle sabbie ed $Nspt = Rp(kg/cmq)/2$ nelle argille**Vs30 = 189 m/sec****Vs30 = $\Sigma H/\Sigma(H/Vs)$**

I=terreno incoerente

C=terreno coesivo

Il terreno è liquefacibile?(s/n):

n

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n):

nVi sono più di 8 m di terreno argilloso $cu < 0,20$ kg/cmq ($Vs < 100$ m/s) o 3 m di torba? (s/n)**n****Categoria terreno di fondazione:**

---->

C

Vs>800:

A

360<Vs<800:

B

180<Vs<360:

C

Vs<180:

D

Liquefazione:

S2

8 m di argilla con $cu < 0,2$ kg/cmq

S1

substrato fra 3 e 20 m:

E

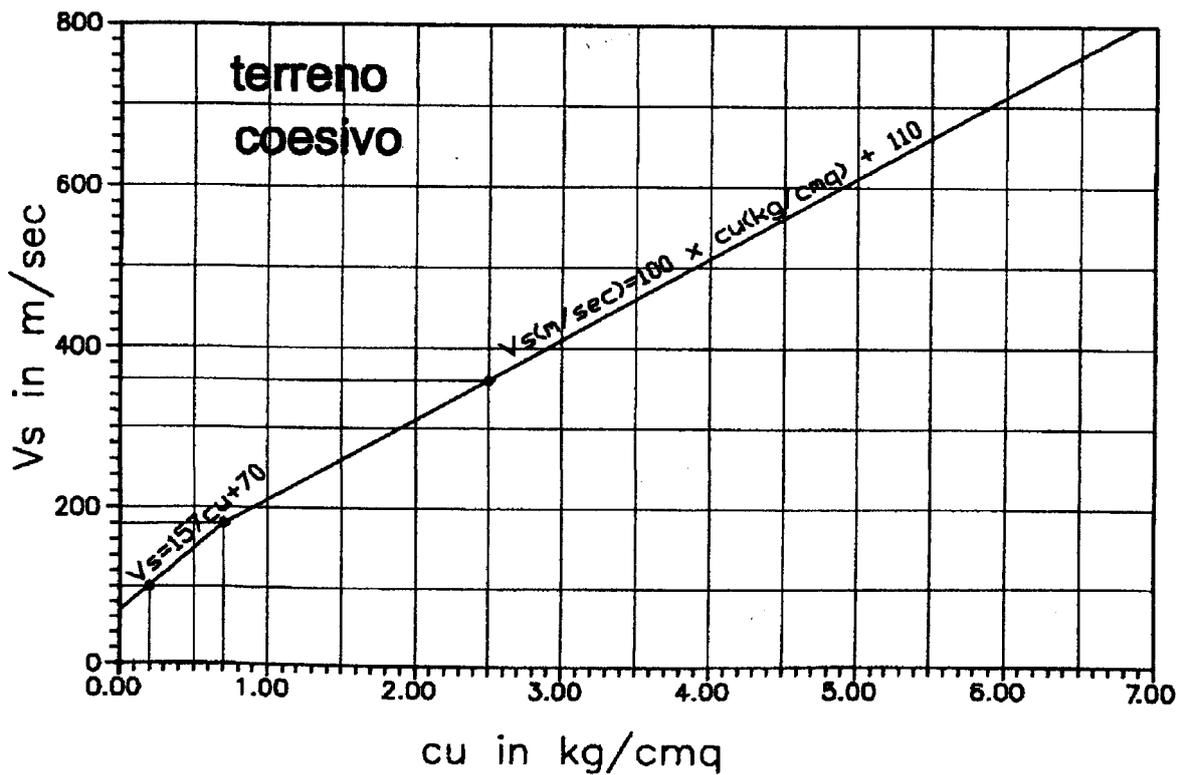
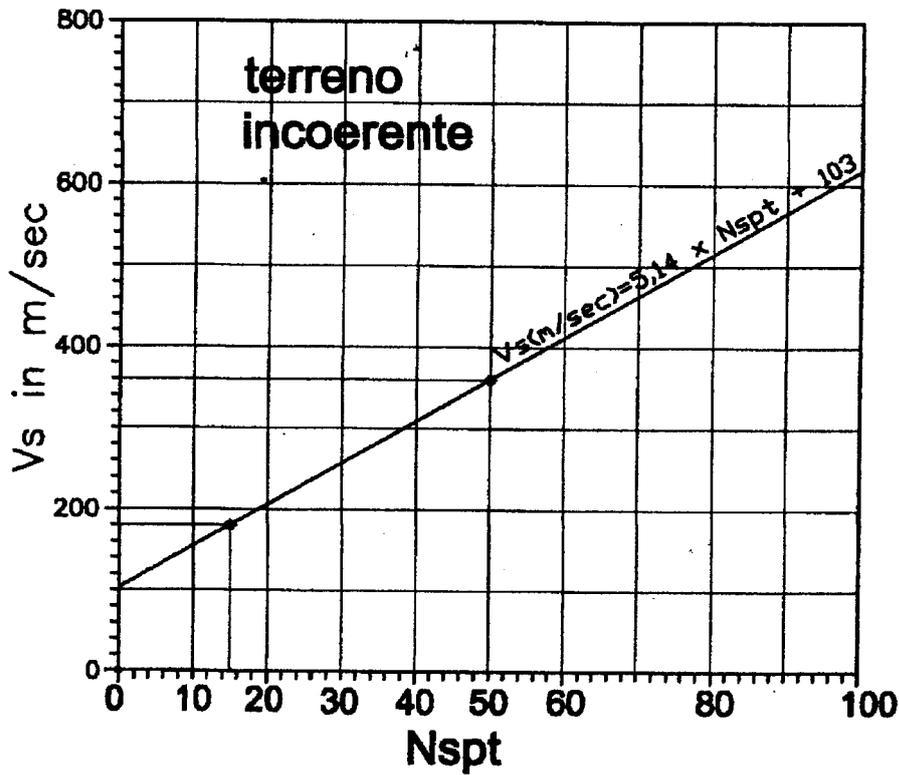
Note

Si assume

 $Nspt = qc/4$ nelle sabbie; $Nspt = qc/2$ nelle argille

qc in kg/cmq

Correlazione fra cu ed Nspt e Vs dedotta dalla nuova normativa



EdiLus-MS

Mappe Sismiche



EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

ad es. "Via M.Gianculli, 114 MONTELLA"

via Baiona, Ravenna

Cerca



44.45804496, 12.24906921

[Termini e Condizioni di utilizzo di EdiLus-MS](#)

Latitudine 44.45712601
Longitudine 12.22546577

Classe dell'edificio

II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti....

Vita Nominale Struttura 50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica 50

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*c [s]
Operatività	30	0.044	2.486	0.260
Danno	50	0.055	2.490	0.280
Salvaguardia Vita	475	0.151	2.576	0.280
Prevenzione Collasso	975	0.200	2.523	0.280

TAVOLA IX



ACCA software S.p.A.

il software per l'edilizia

Tel.: 0827/69.504 - Fax: 0827/60.12.35

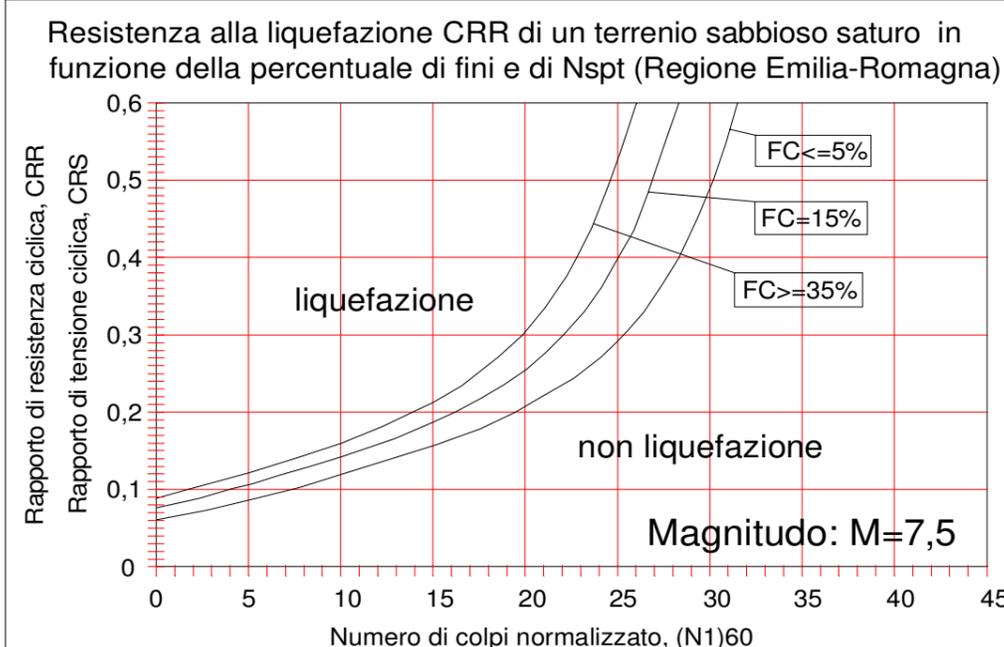
P.IVA 01883740647 - E-mail: info@acca.it

Studio Geologia Tecnica dr. Angelo Angeli - Cesena									
FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA									
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA									
Località: RAVENNA - Ponticelle - Comparto B									
Dati:	a/g =	0.151	Fo	2.576	Categoria	D			
Stato Limite		di Salvaguardia della Vita							
Categoria	Formule		Valori		Classe di Edificio				
sottosuolo	Ss =		Ss		II				
A	1.00		1.000						
B	1,00<=1,41-0,40Fo x a/g<=1,20		1.200						
C	1,00<=1,70-0,60Fo x a/g<=1,50		1.467						
D	0,90<=2,40-1,50Fo x a/g<=1,80		1.800		valore da usare				
E	1,00<=2,00-1,10Fo x a/g<=1,60		1.572						
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA									
Caratteristiche superficie topografica									
T1	pianeggiante con inclinazione media $i \leq 15^\circ$								
T2	Pendio con $i > 15^\circ$								
T3	Rilievo con larghezza in cresta < della base e con $15^\circ < i < 30^\circ$								
T4	Rilievo con larghezza in cresta molto < della base ed $i > 30^\circ$								
Categoria topogr.						St			
T1	---					1.00			
T2	Alla sommità del pendio					1.20			
T3	In corrispondenza della cresta del pendio					1.20			
T4	In corrispondenza della cresta del pendio					1.40			
Riferimenti: NTC-2008 D.M. 14/01/2008									
arif/g =	0.151	Ss =	1.800	St =	1.00	S=Ss x St =	1.800		
amax = arif x Ss x St =		0.272		g					
Kh = amax/g =		0.272		(fondazioni)					
Coefficienti riduttivi sismici: β_m (opere di sostegno)									
accelerazioni	Categorie Sottosuolo								
ag	A	B, C, D, E							
	β_m	β_m							
0,2g<ag<=0,4g	0.31	0.31	valore da usare =				0.24		
0,1g<ag<=0,2g	0.29	0.24							
ag<=0,1g	0.20	0.18							
Kh = $\beta_m \times St \times Ss \times a/g =$		0.065		g			Kv = 0,50 Kh =	0.033	g
Coefficienti riduttivi sismici: β_s (verifiche di stabilità delle scarpate)									
accelerazioni	Categorie Sottosuolo		pendenza versante (gradi):				0		
ag	A	B, C, D, E							
	β_s	β_s							
0,2g<ag<=0,4g	0.30	0.28	valore da usare =				0.24		
0,1g<ag<=0,2g	0.27	0.24							
ag<=0,1g	0.20	0.20							
Kh = $\beta_s \times St \times Ss \times a/g =$		0.065		g			Kv = 0,50 Kh =	0.033	g

Potenziale di liquefazione degli strati sabbiosi sulla base dell'Nspt dedotto dalla qc

Riferimenti:		L'Nspt può essere calcolato dalla Rp (o qc) con la seguente relazione: Nspt = Rp(kg/cmq)/n dove n assume i seguenti valori secondo la granulometria della sabbia: n=3 per sabbia tipo 3 (Sandy Silt) n=4 per sabbia tipo 2 (Silty Sand) n=5 per sabbia tipo 1 (Clean Sand)	
Regione Emilia-Romagna, "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", (2 maggio 2007).			
Seed et al., (2003), RECENT ADVANCES IN SOIL LIQUEFACTION ENGINEERING: A UNIFIED AND CONSISTENT FRAMEWORK, 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar.			
Robertson et al., (1997), "CYCLIC LIQUEFACTION AND ITS EVALUATION BASED ON SPT AND CPT", Final Contribution to the Proc. NCEER, Workshop on Liquefaction, Salt Lake City, USA.			
Lavoro: RAVENNA - Ponticelle - Comparto B			
Prova di riferimento: CPT.1/12B			
Formule e definizioni			
FI = (CRR/CSR)xMSF se FI<1 liquefazione possibile	sv = pressione litostatica totale	Fattore di correzione MSF Idriss 1997 -NCEER	
CRR = τ_{ult}/σ'_{vo} = resistenza normalizzata	s'v = pressione litostatica efficace	Fattore di correzione per la granulometria: $\Delta(N1)60$	
CSR = $t_{media}/s'_{vo} = 0,65 \times (a_{max}/g) \times (s_v/s'_v) \times r_d$ (tensione indotta dal sisma)	a _{max} = accelerazione max. al suolo	Magnitudo	MSF
MSF = fattore correttivo funzione della Magnitudo del terremoto	g = accelerazione di gravità	5.5	2.21
r _d = fattore riduttivo dell'azione sismica	Z = profondità dello strato	6	1.77
$r_d = \exp[-1.012 - 1.126 \text{sen}(Z/11.73 + 5.133)] + (0.106 + 0.118 \text{sen}(Z/11.28 + 5.142))M$	C _n = $(Pa/\sigma'_v)^{0,5}$	6.5	1.44
Nspt = Nspt misurato	(N1)60 = C _n x Nspt = resistenza normalizzata	7	1.19
Pa = pressione atmosferica	CRR(N/14.1+(N/126)^2-(N/23.6)^3+(N/25.4)^4-2.8) N=(N1)60cs		
Tipo di terreno	1. Clean Sand : 0,25 mm < D50 < 2,0 mm - FC <= 5%	FC = Frazione fine = passante al setaccio .200 ASTM (0,074 mm)	
	2. Silty Sand : 0,10 mm <= D50 <= 0,25 mm - 5 < FC < 35%	Leggere CRR sul grafico scegliendo la curva in base al tipo di sabbia	
	3. Sandy Silt : D50 < 0,10 mm - FC >= 35%	Negli strati di terreno coesivo o fuori falda, mettere: Tipo di terreno = 0	
Introduzione dei dati e calcolo di FI			
Magnitudo (M):	5.88	a _{max} /g =	0.272
		Z _w =	1.40 m
		MSF =	10^2,24/M^2,56 1.86
C _{thin} : correzione di qc per strato sottile (Seed et Al. - 2003) - $C_{thin} = 0,5(H-1,45)^2 + 1$ con H < 1,45 m e massimo 1,80			
Profondità da m	H a m	Coes. (C) Incoer.(I)	Tipo terreno
			γ t/mc
			γ' t/mc
			σ_v t/mq
			σ'_v t/mq
			r _d
			qc kg/cmq
			C _{thin}
			Nspt
			C _n
			(N1)60
			FC %
			$\Delta(N1)60$
			(N1)60cs
			CSR
			CRR
			FI
			Liq.le? (S/N)
0.00	1.40	1.40	C
1.40	2.20	0.80	I
2.20	3.40	1.20	I
3.40	6.80	3.40	I
6.80	7.20	0.40	I
7.20	7.80	0.60	I
7.80	8.00	0.20	I
8.00	9.00	1.00	I
9.00	9.30	0.30	I
9.30	10.00	0.70	I
10.00	11.00	1.00	I
11.00	11.20	0.20	I
11.20	13.20	2.00	I
13.20	16.80	3.60	C
16.80	17.40	0.60	I
17.40	17.80	0.40	I
17.80	18.20	0.40	I
18.20	19.00	0.80	I
19.00	20.00	1.00	C

Essendosi fatta la correzione per la frazione fine, il riferimento è alla curva di FC<=5%



Potenziale di liquefazione degli strati sabbiosi sulla base dell'Nspt dedotto dalla qc

Riferimenti:

Regione Emilia-Romagna, "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", (2 maggio 2007).

Seed et al., (2003), RECENT ADVANCES IN SOIL LIQUEFACTION ENGINEERING: A UNIFIED AND CONSISTENT FRAMEWORK, 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar.

Robertson et al., (1997), "CYCLIC LIQUEFACTION AND ITS EVALUATION BASED ON SPT AND CPT", Final Contribution to the Proc. NCEER, Workshop on Liquefaction, Salt Lake City, USA.

Lavoro: RAVENNA - Ponticelle - Comparto B

Prova di riferimento: CPT.3/12B

L'Nspt può essere calcolato dalla Rp (o qc) con la seguente relazione:

$$Nspt = Rp(kg/cmq)/n$$

dove n assume i seguenti valori secondo la granulometria della sabbia:

- n=3 per sabbia tipo 3 (Sandy Silt)
- n=4 per sabbia tipo 2 (Silty Sand)
- n=5 per sabbia tipo 1 (Clean Sand)

Formule e definizioni

FI = (CRR/CSR)xMSF se FI<1 liquefazione possibile

CRR = τ_{ult}/σ'_{vo} = resistenza normalizzata

CSR = $t_{media}/s'_{vo}=0,65x(a_{max}/g)x(s_v/s'_v)x rd$ (tensione indotta dal sisma)

MSF = fattore correttivo funzione della Magnitudo del terremoto

rd = fattore riduttivo dell'azione sismica

$rd = \exp[(-1.012 - 1.126 \text{sen}(Z/11.73 + 5.133)) + (0.106 + 0.118 \text{sen}(Z/11.28 + 5.142))M]$

Nspt = Nspt misurato (N1)60 = Cn x Nspt = resistenza normalizzata

Pa = pressione atmosferica

sv = pressione litostatica totale

s'v = pressione litostatica efficace

amax = accelerazione max. al suolo

g = accelerazione di gravità

Z = profondità dello strato

Cn = $(Pa/\sigma'_v)^{0,5}$

Zw = profondità della falda

CRR(N/14.1+(N/126)^2-(N/23.6)^3+(N/25.4)^4-2.8) N=(N1)60cs

Fattore di correzione MSF

Idriss 1997 -NCEER

Magnitudo

MSF

5.5 2.21

6 1.77

6.5 1.44

7 1.19

Fattore di correzione per la granulometria: $\Delta(N1)60$

FC<5%: D(N1)60=0

FC>=35%: D(N1)60=7.2

5%<FC<35%: D(N1)60=0.24(FC-5)

FC = pasante al setaccio n.200

Tipo di terreno

1. Clean Sand : 0,25 mm < D50 < 2,0 mm -FC <= 5%

2. Silty Sand : 0,10 mm<=D50<=0,25 mm - 5<FC<35%

3. Sandy Silt : D50<0,10 mm - FC>=35%

FC = Frazione fine = passante al setaccio.200 ASTM (0,074 mm)

Leggere CRR sul grafico scegliendo la curva in base al tipo di sabbia

Negli strati di terreno coesivo o fuori falda, mettere: Tipo di terreno = 0

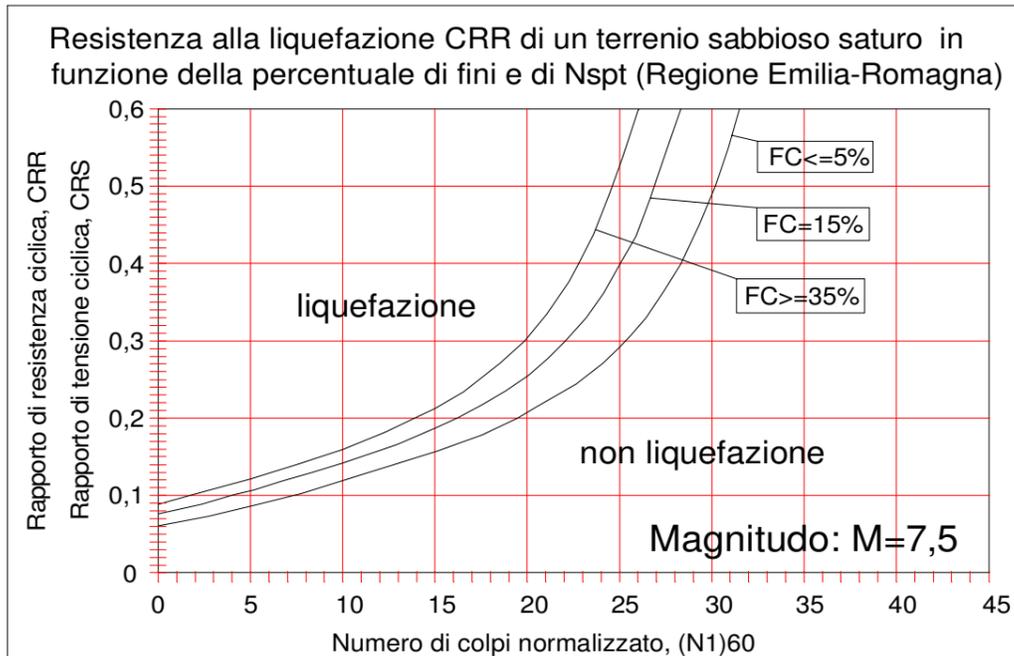
Introduzione dei dati e calcolo di FI

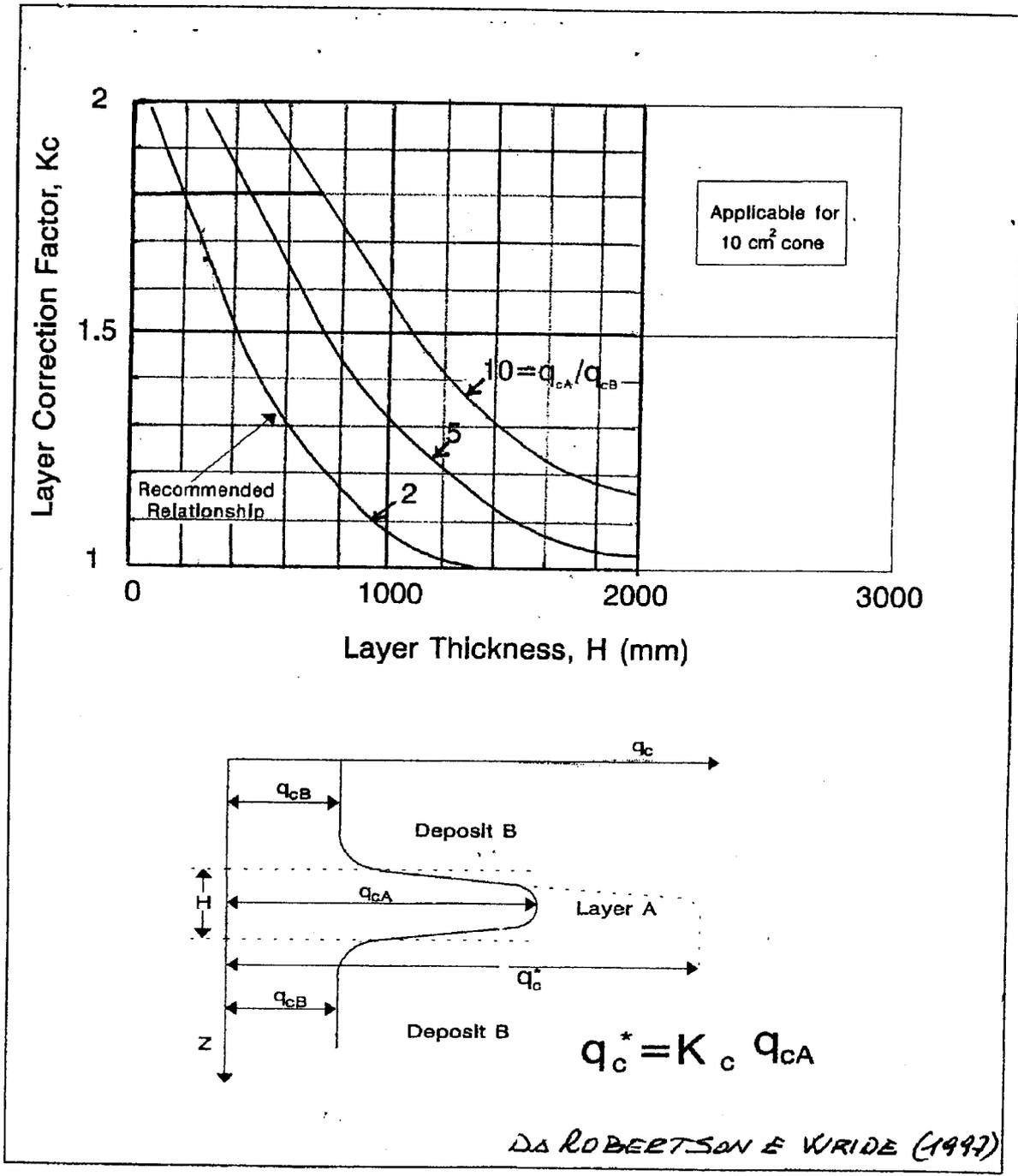
Magnitudo (M): **5.88** amax/g = **0.272** Zw = **1.40** m **MSF = 10^2,24/M^2,56** **1.86**

Cthin : correzione di qc per strato sottile (Seed et Al. - 2003) - $Cthin=0,5(H-1,45)^2+1$ con H<1,45 m e massimo 1,80

Profondità da m	H a m	H m	Coes. (C) Incoer.(I)	Tipo terreno	γ t/mc	γ' t/mc	σ_v t/mq	σ'_v t/mq	rd	qc kg/cmq	Cthin	Nspt	Cn	(N1)60	FC %	$\Delta(N1)60$	(N1)60cs	CSR	CRR	FI	Liq.le? (S/N)
0.00	1.40	1.40	C	0	1.85	1.85	1.30	1.30	1.00	na	na	na	1.70	--	na	---	---	--	---	--	--
1.40	2.00	0.60	I	1	1.85	0.85	3.15	2.85	0.98	134	1.00	27	1.70	46	5	0	46	0.192	41.76	405.62	NO
2.00	3.80	1.80	I	2	1.85	0.85	5.37	3.87	0.96	50	1.00	13	1.61	20	10	1	21	0.236	0.22	1.77	NO
3.80	4.20	0.40	I	2	1.85	0.85	7.40	4.80	0.94	40	1.00	10	1.44	14	10	1	16	0.255	0.16	1.18	NO
4.20	5.00	0.80	I	1	1.85	0.85	8.51	5.31	0.92	102	1.00	20	1.37	28	10	1	29	0.262	0.44	3.14	NO
5.00	5.80	0.80	I	2	1.85	0.85	9.99	5.99	0.91	40	1.00	10	1.29	13	10	1	14	0.267	0.15	1.04	NO
5.80	6.10	0.30	I	3	1.85	0.85	11.01	6.46	0.89	30	1.00	10	1.24	12	15	2	15	0.269	0.16	1.07	NO
6.10	6.80	0.70	I	2	1.85	0.85	11.93	6.88	0.88	56	1.00	14	1.21	17	10	1	18	0.270	0.18	1.28	NO
6.80	8.00	1.20	I	2	1.85	0.85	13.69	7.69	0.86	60	1.00	15	1.14	17	15	2	20	0.270	0.20	1.38	NO
8.00	8.60	0.60	I	2	1.85	0.85	15.36	8.46	0.84	90	1.00	23	1.09	24	10	1	26	0.268	0.31	2.14	NO
8.60	9.10	0.50	C	0	1.85	0.85	16.37	8.92	0.82	na	na	na	1.06	--	na	---	---	0.266	---	--	--
9.10	9.60	0.50	I	3	1.85	0.85	17.30	9.35	0.81	24	1.00	8	1.03	8	35	7	15	0.265	0.16	1.13	NO
9.60	10.40	0.80	I	2	1.85	0.85	18.50	9.90	0.79	48	1.00	12	1.01	12	15	2	14	0.262	0.15	1.08	NO
10.40	13.40	3.00	I	2	1.85	0.85	22.02	11.52	0.74	60	1.00	15	0.93	14	15	2	16	0.251	0.17	1.25	NO
13.40	16.60	3.20	C	0	1.85	0.85	27.75	14.15	0.67	na	na	na	0.84	--	na	---	---	0.232	---	--	--
16.60	17.60	1.00	I	3	1.85	0.85	31.64	15.94	0.62	22	1.10	8	0.79	6	35	7	14	0.218	0.14	1.24	NO
17.60	18.00	0.40	C	0	1.85	0.85	32.93	16.53	0.61	na	na	na	0.78	--	na	---	---	0.214	---	--	--
18.00	19.20	1.20	I	2	1.85	0.85	34.41	17.21	0.59	88	1.03	23	0.76	15	15	2	17	0.209	0.18	1.59	NO
19.20	19.60	0.40	I	2	1.85	0.85	35.89	17.89	0.58	38	1.00	10	0.75	15	35	7	22	0.204	0.24	2.16	NO

Essendosi fatta la correzione per la frazione fine, il riferimento è alla curva di FC<=5%



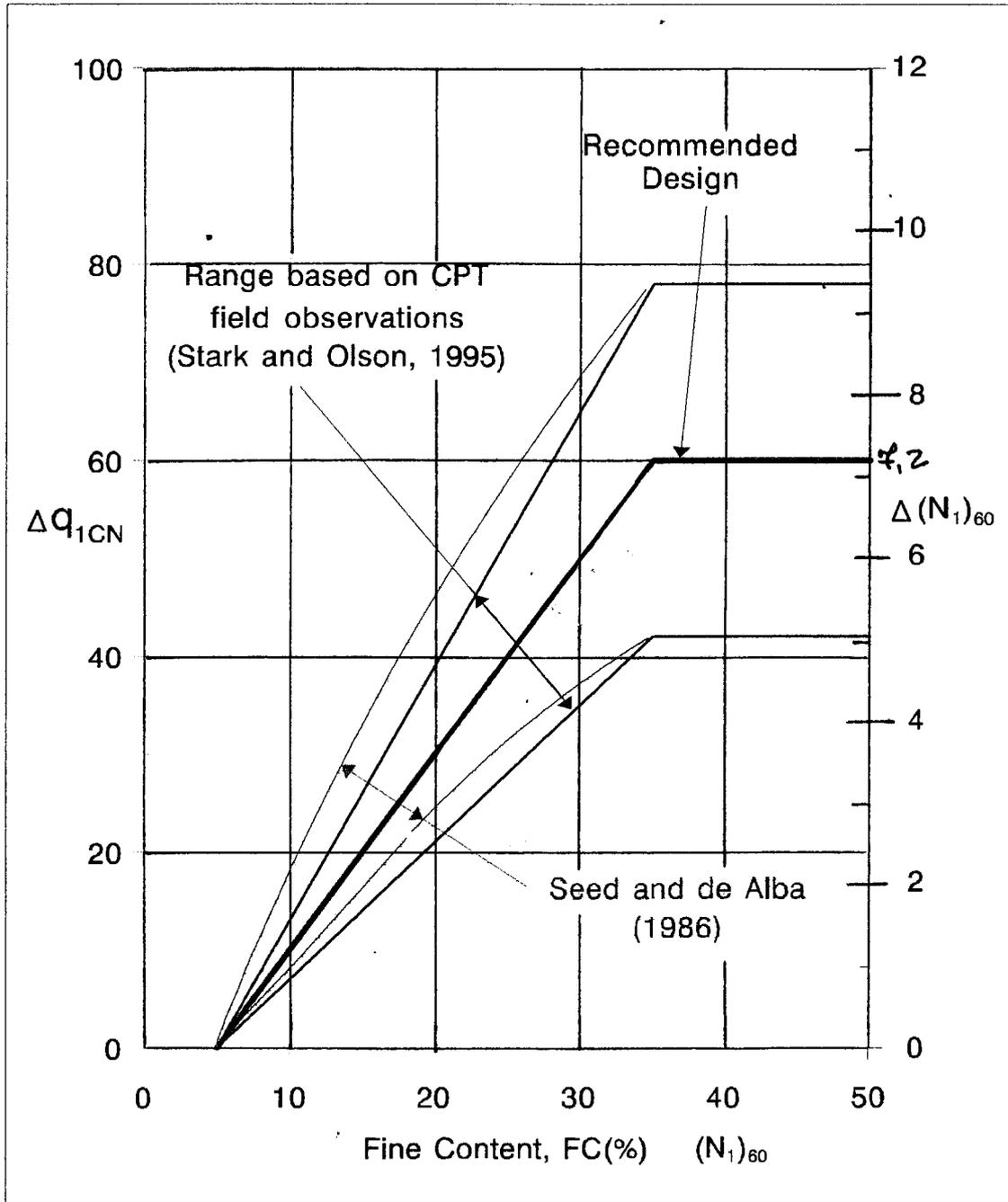


Correction (K_c) to CPT Penetration Resistance in Thin Sand Layers

$C_{THIN} = K_c = 0.5 (H - 1.45)^2 + 1 \quad H < 1.45m \quad (*)$

(*) CORRISPONDE CON I VALORI CONSIGLIATI DA NCEEER WORKING GROUP RECOMMENDATION (1997)

MIL-HDBK-1007/3 (NAVFAC)



Correction to SPT and CPT Values for Fine Contents

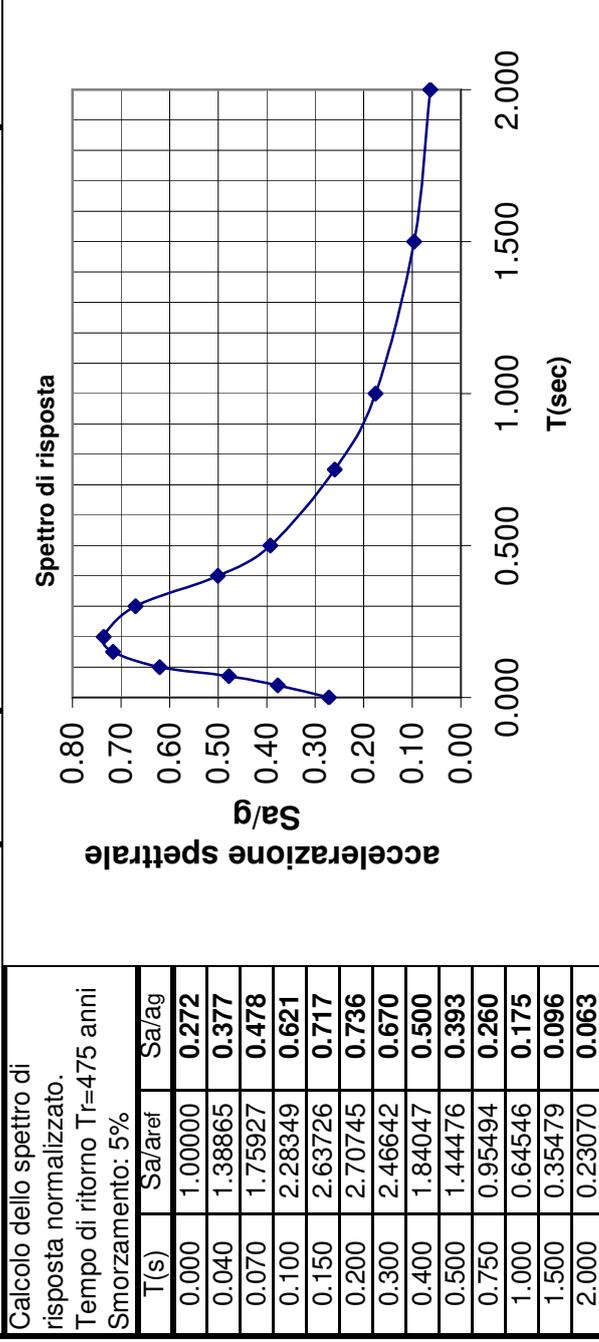
$$\begin{aligned}
 FC \leq 5\% & \quad \Delta q_{c1CN} = 0 & \quad \Delta(N_1)_{60} = 0 \\
 5\% < FC < 35\% & \quad \Delta q_{c1CN} = 2(FC-5) \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} & \quad \Delta(N_2)_{60} = 0.24(FC-5) \\
 FC \geq 35\% & \quad \Delta q_{c1CN} = 60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} & \quad \Delta(N_3)_{60} = 7.2
 \end{aligned}$$

Spettro di risposta elastico - (NTC 2008)					
Spettro di risposta elastico orizzontale					
$0 <= T < T_b$	$Se(T) = axSxnxFox(T/Tb + 1/(nxFo))x(1-T/Tb)$			$n = \text{SQR}(10/(5+s)) >= 0,55$	
$T_b <= T < T_c$	$Se(T) = axSxnxFo$			s = smorzamento	
$T_c <= T < T_d$	$Se(T) = axSxnx2,5x(Tc/T)$			$Tc = Tc^* x Cc$	
$T_d <= T$	$Se(T) = axSxnxFox(TcxTd/T^2)$			$Tb = Tc/3$	
Località:	Ponticella - Comparto B			$Td = 4 x (ag/g) + 1,6$	
Classe dell'edificio:	II	Stato limite:		Salvaguardia della Vita	
Categoria di suolo:	D	Fo =	2.576	$Tc^* = \text{sec}$	0.280
S=SsxSt=	1.800	agrif =	0.151	$ag = \text{agrif} \cdot xS =$	0.272
$T_b =$	0.220	sec	n =	1.00	
$T_c =$	0.661	sec	smorzamento %:		5
$T_d =$	2.687	sec	Tempo di ritorno: $T_r =$	475	anni
Possibilità di superamento del			0.10%	in anni	
				50	
T	Se(T)	<p style="text-align: center;">Spettro elastico orizzontale</p> <p style="text-align: center;">accelerazione orizzontale Se(T)</p> <p style="text-align: center;">T (sec)</p>			
sec					
0.000	0.272				
0.100	0.466				
0.220	0.699				
0.300	0.700				
0.400	0.700				
0.500	0.700				
0.661	0.700				
0.700	0.662				
0.800	0.579				
1.000	0.463				
1.200	0.386				
1.400	0.331				
1.600	0.289				
1.800	0.257				
2.000	0.232				
2.687	0.172				
3.000	0.138				
3.500	0.102				
4.000	0.078				
Spostamento massimo orizzontale del suolo: $dg = 0,025 \cdot SxTcxTdxag =$					
12.1 mm					
Velocità massima orizzontale del suolo: $vg = 0,16 \cdot SxTcxag =$					
0.029 m/sec					
Spettro di risposta elastico verticale					
$0 <= T < T_b$	$Se(T) = agxSxnxTv x(T/Tb) + 1/(nxFv)x(1-T/Tb)$			$n = \text{SQR}(10/(5+s)) >= 0,55$	
$T_b <= T < T_c$	$Se(T) = agxSxnxTv$			s = smorzamento	
$T_c <= T < T_d$	$Se(T) = agxSxnxTv x(Tc/T)$			$Fv = 1,35 \cdot Foxag^0,5$	
$T_d <= T$	$Se(T) = agxSxnxFv x(TcxTd/T^2)$			$Fv =$	
				1.35	
Località:	Ponticella - Comparto B				
Categoria di suolo:	D	S =	1		
S=SsxSt=	1.00	ag =	0.151	$ag \cdot xS = 0.151$	
$T_b =$	0.05	sec	n =	1.00	
$T_c =$	0.15	sec	smorzamento %:		5
$T_d =$	1.00	sec			
T	Sve(T)	<p style="text-align: center;">Spettro risposta elastico verticale</p> <p style="text-align: center;">Componente verticale (Sve(T))</p> <p style="text-align: center;">T(sec)</p>			
sec					
0.00	0.079				
0.05	0.204				
0.10	0.204				
0.15	0.204				
0.20	0.153				
0.30	0.102				
0.40	0.077				
0.50	0.061				
0.60	0.051				
0.70	0.044				
0.80	0.038				
1.00	0.031				
1.20	0.021				
1.40	0.016				
1.60	0.012				
1.80	0.009				
2.00	0.008				
2.50	0.005				
3.00	0.003				
4.00	0.002				

Studio Geologia Tecnica - dr. Angelo Angeli - Cesena, via Padre Genocchi n.222
 SPETTRO DI RISPOSTA SISMICA - REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Comune: **Ponticelle- Comparto B**

Spettro di risposta elastico - Componente orizzontale Acc.orizzontale di riferimento (g): **0.151**
 Fattore di amplificazione: P.G.A = **1.80** Acc. Orizzontale max. 0.272 g



Spettro di risposta normalizzato ($T_r = 475$ anni, smorzamento=5%)
 Possibilità di superamento del 10% in 50 anni.

Riferimento: Regione Emilia-Romagna, "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", Progr.112, 02/05/2007, pag. 45.

Committente Studio Luoghi della Citta'
 Lavoro PONTICELLE - Comparto B
 Localita' Ravenna
 Attrezzo Pagani 20 t.

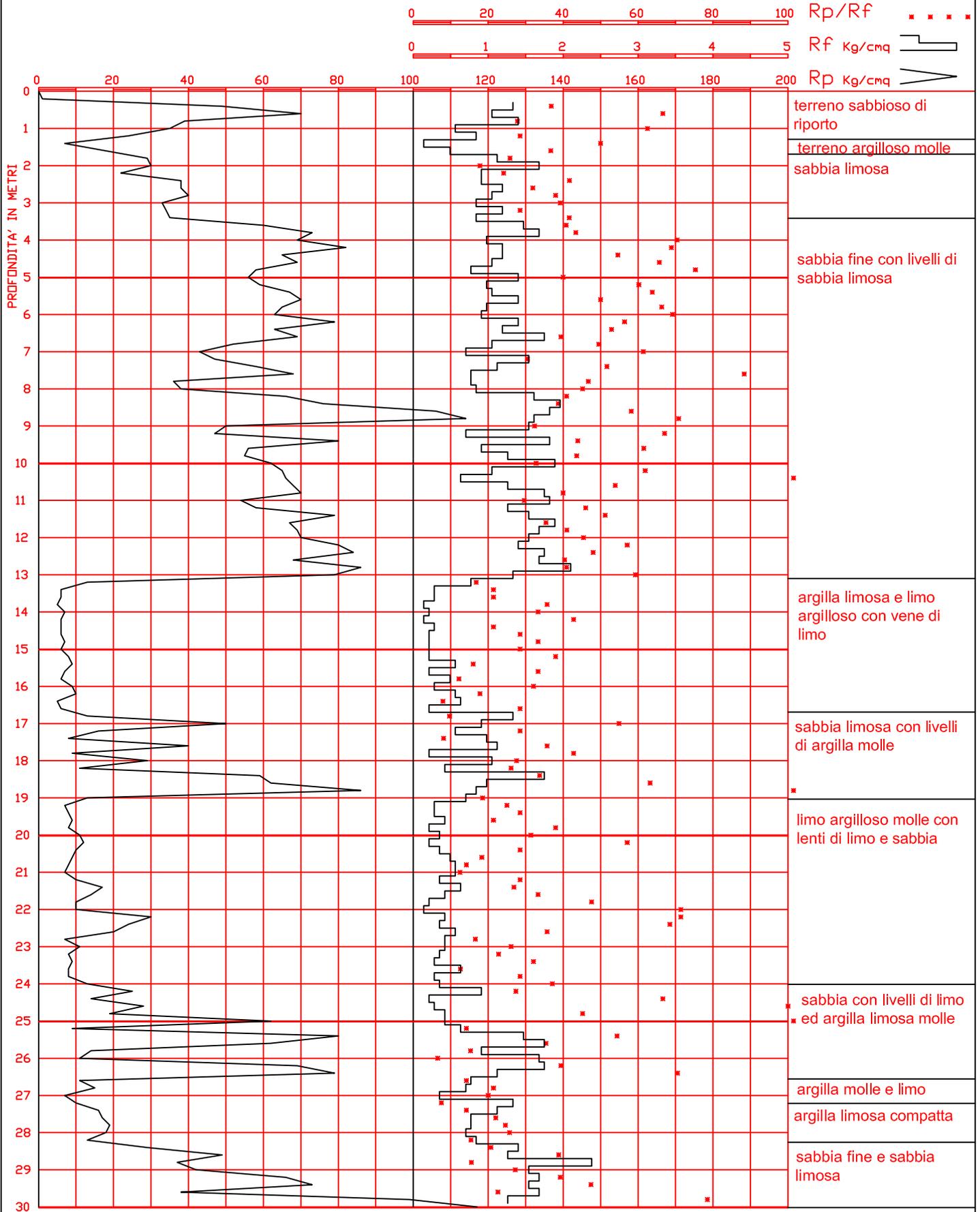
Data 06/09/12

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

PROVA STATICA N. 1/12B

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.00



Committente Studio Luoghi della Città'
 Lavoro PONTICELLE - Comparto B
 Località Ravenna
 Attrezzo Pagani 20 t.

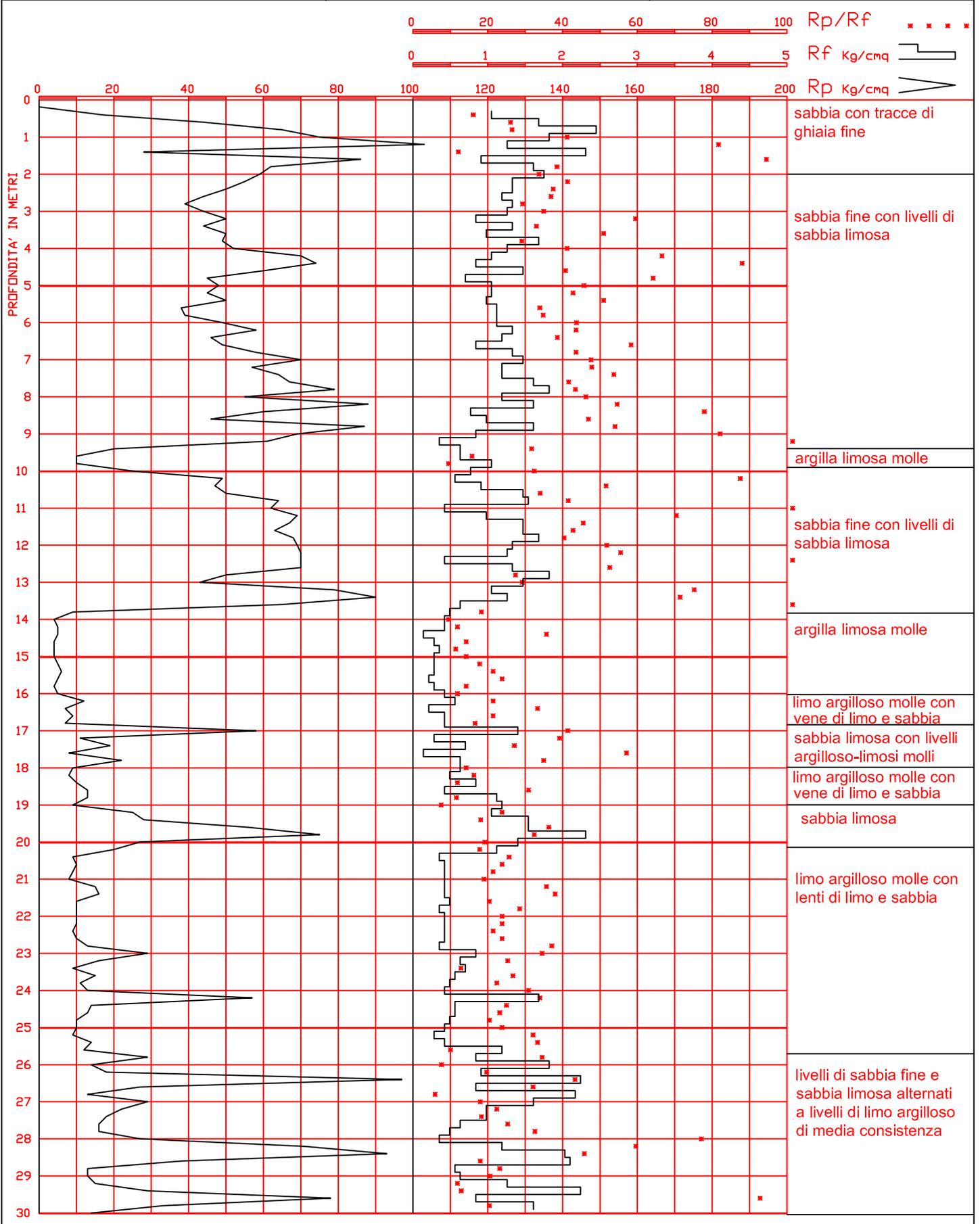
Data 06/09/12

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

PROVA STATICA N. 2/12B

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.00



Committente Studio Luoghi della Città'
 Lavoro PONTICELLE - Comparto B
 Localita' Ravenna
 Attrezzo Pagani 20 t.

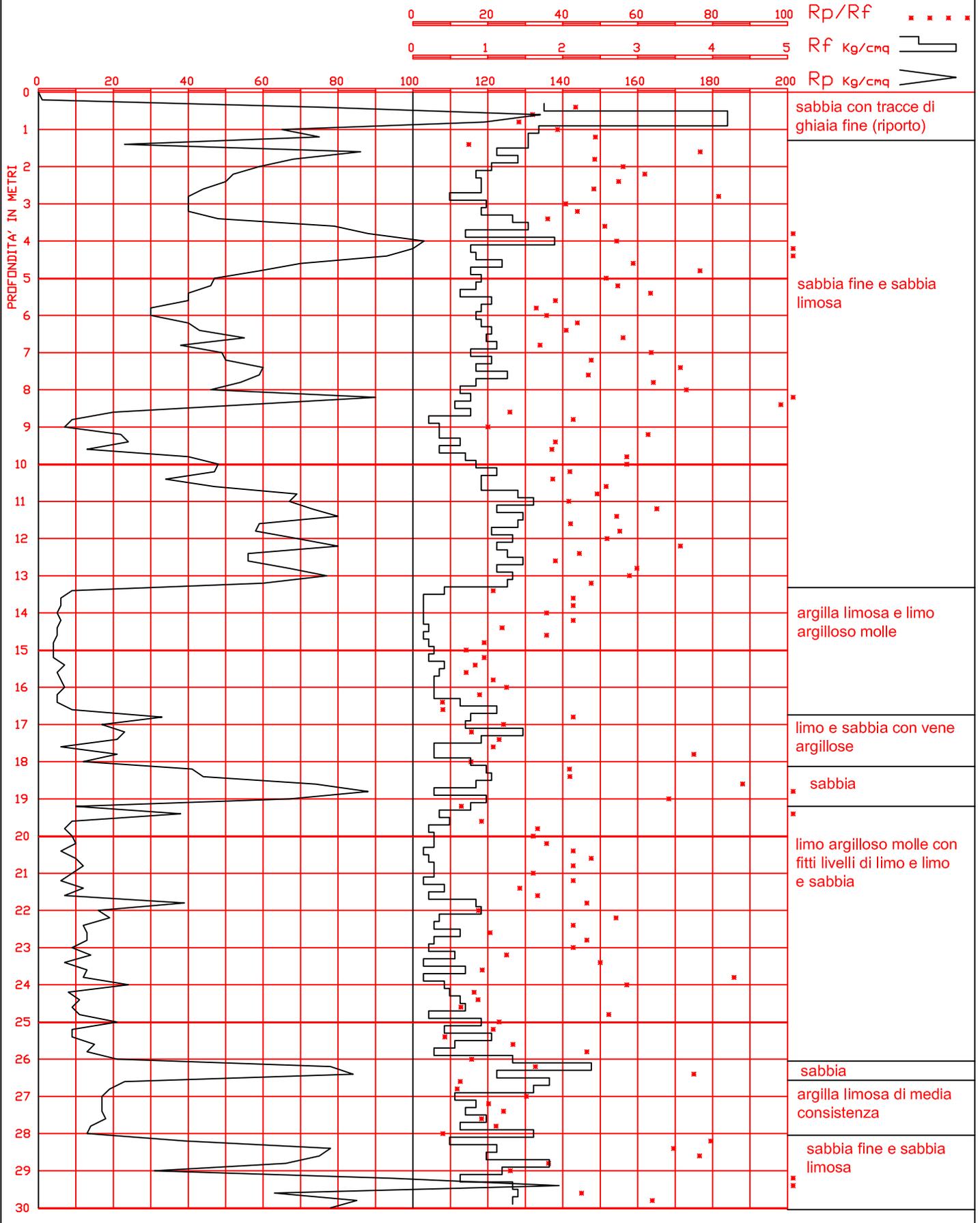
Data 06/09/12

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

PROVA STATICA N. 3-12B

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.00



Committente CABOT ITALIANA S.p.A.
 Lavoro Via Balona
 Localita' RAVENNA
 Attrezzo Gouda 10 t.

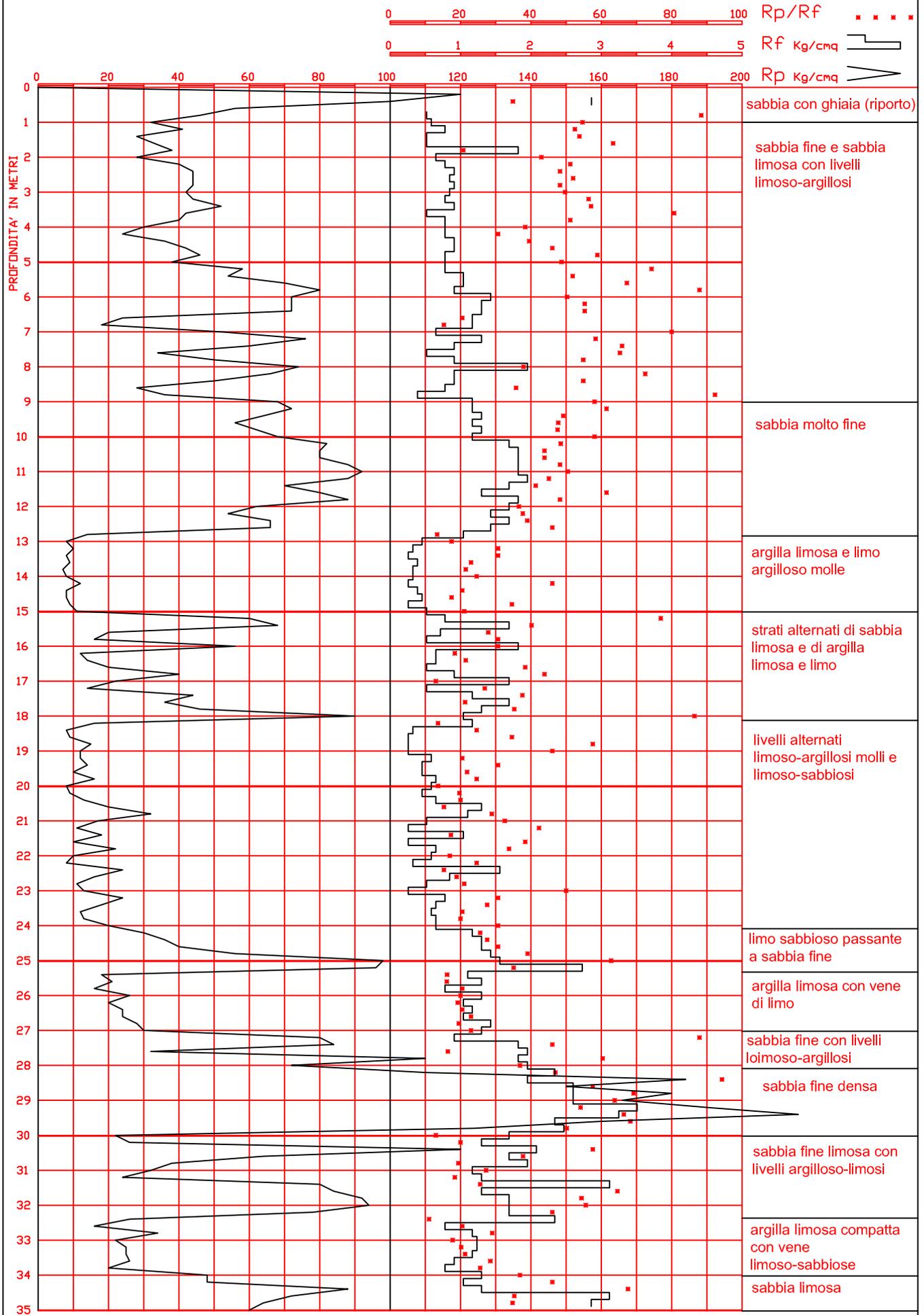
Data 09/03/78

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

PROVA STATICA N. 1/78

QUOTA : p.piazzale

LIV. ACQUA :



Committente PHILLIPS CARBON BLACK
 Lavoro Via Balona
 Localita' RAVENNA
 Attrezzo Gouda 10 t.

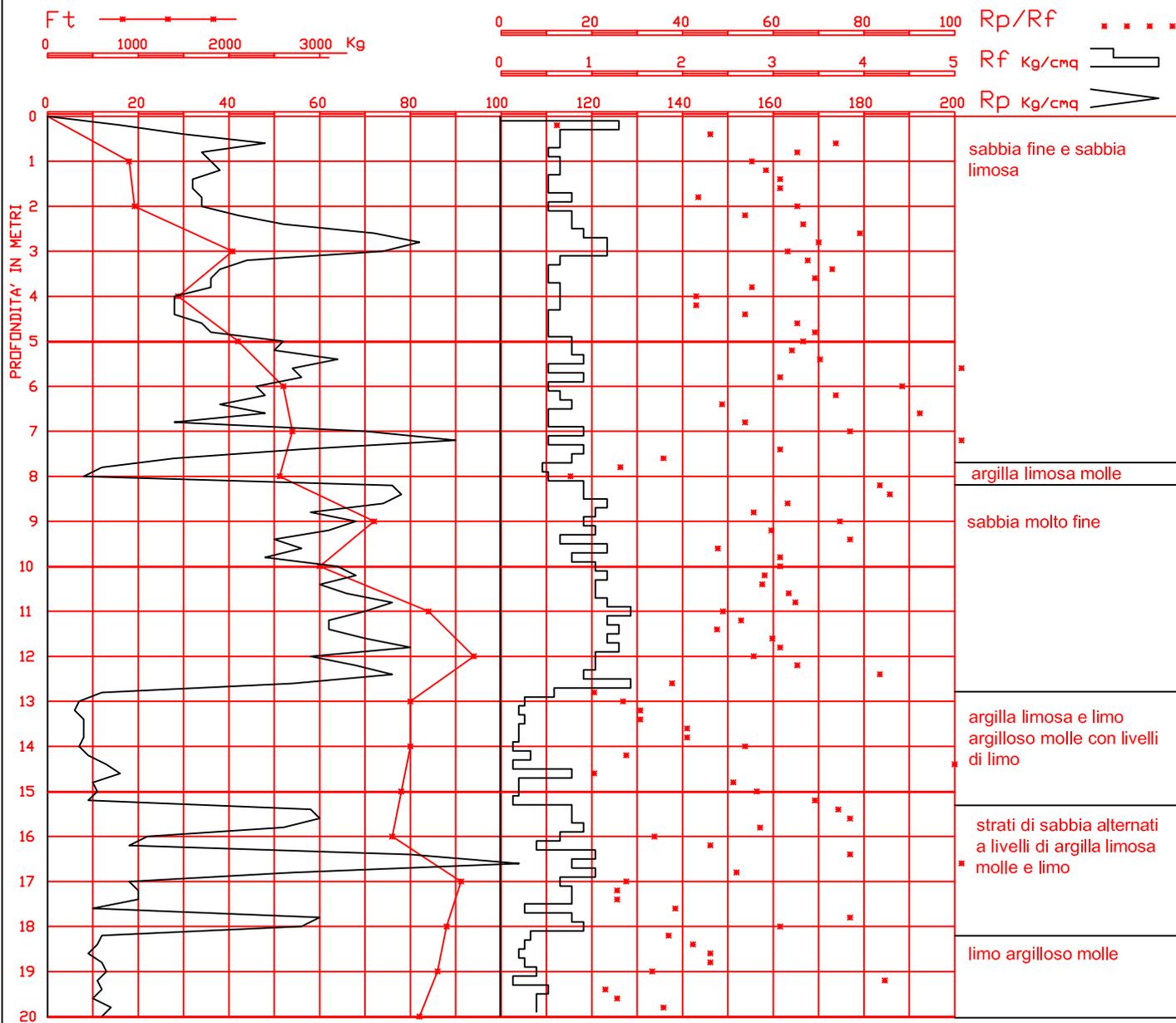
Data 13/06/79

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

PROVA STATICA N. 1/79

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA :



Committente CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA CENTRALE
Lavoro SISTEMAZIONE CANALI VALTORTO, CANALA E VIA CUPA
Localita' RAVENNA
Attrezzo Gouda 10 t.

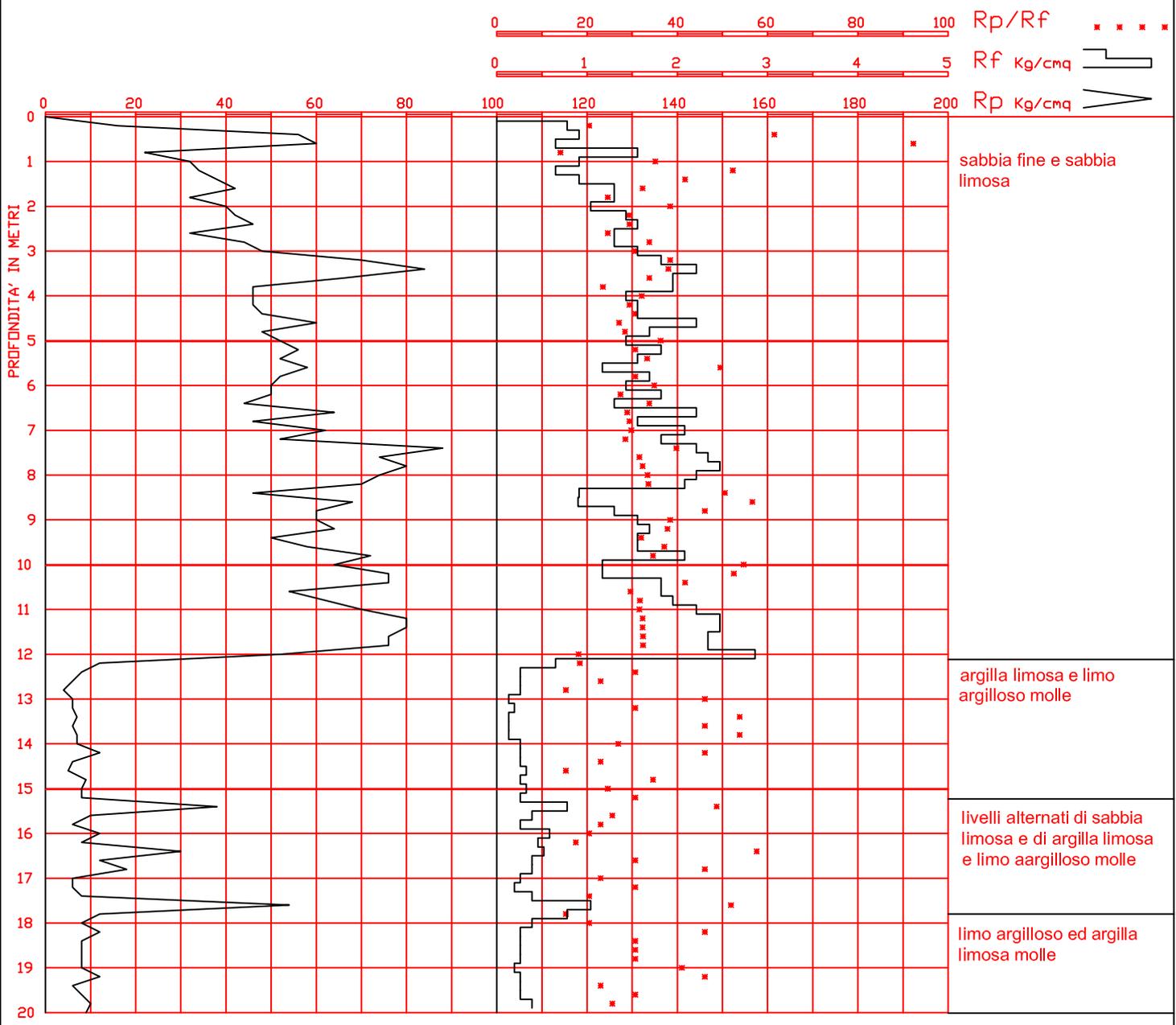
Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

Data 26/06/89

PROVA STATICA N. 8/89

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : -



Committente CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA CENTRALE
 Lavoro SISTEMAZIONE CANALI VALTORTO, CANALA E VIA CUPA
 Localita' RAVENNA
 Attrezzo Gouda 10 t.

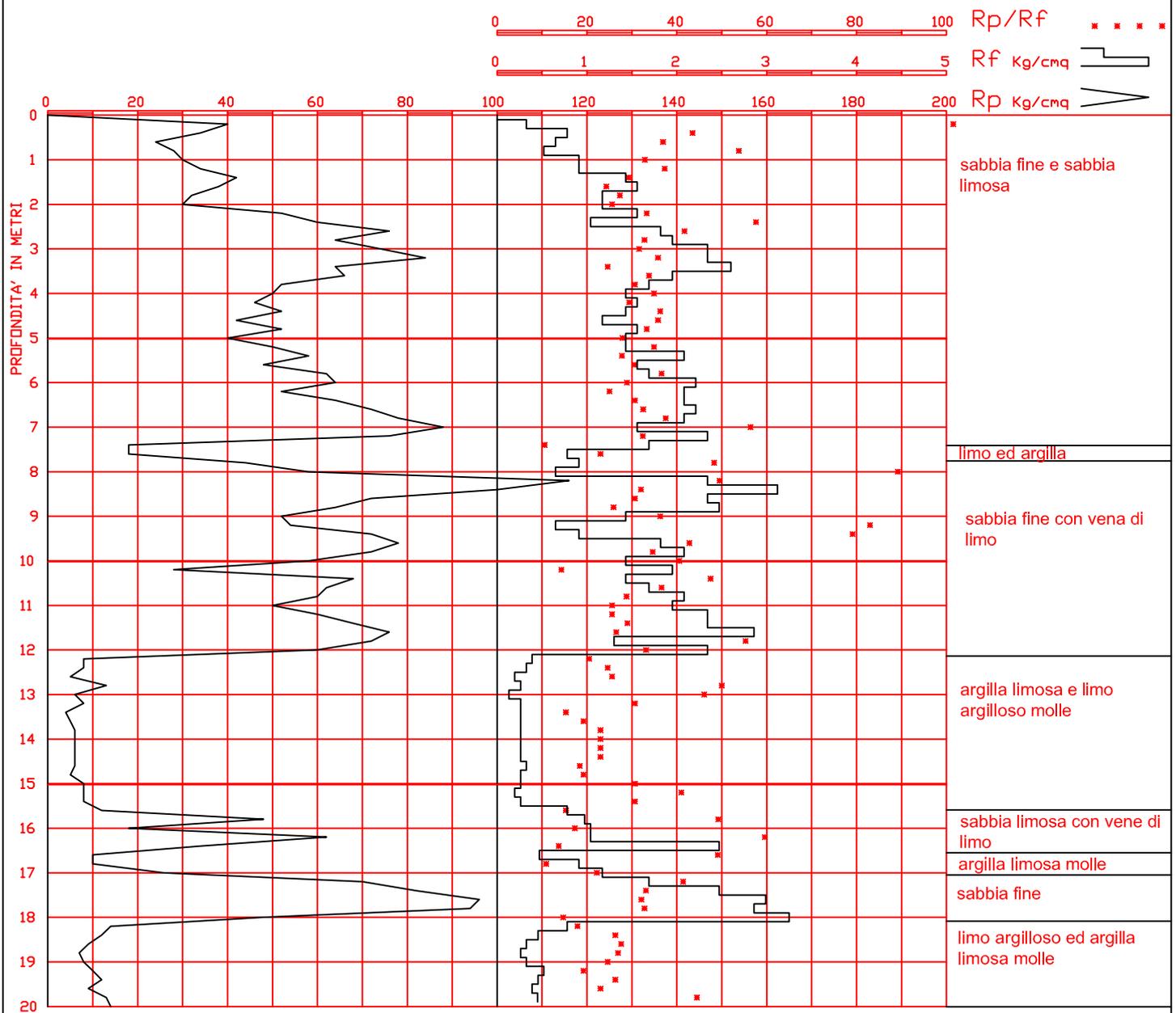
Data 26/06/89

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

PROVA STATICA N. 9/89

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 0.60



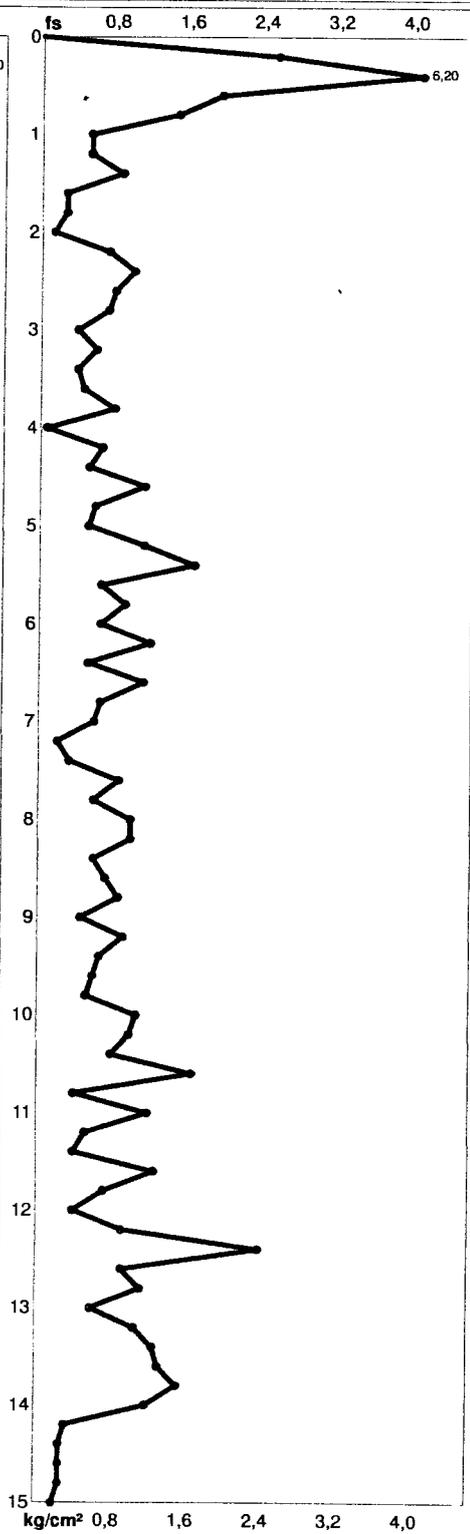
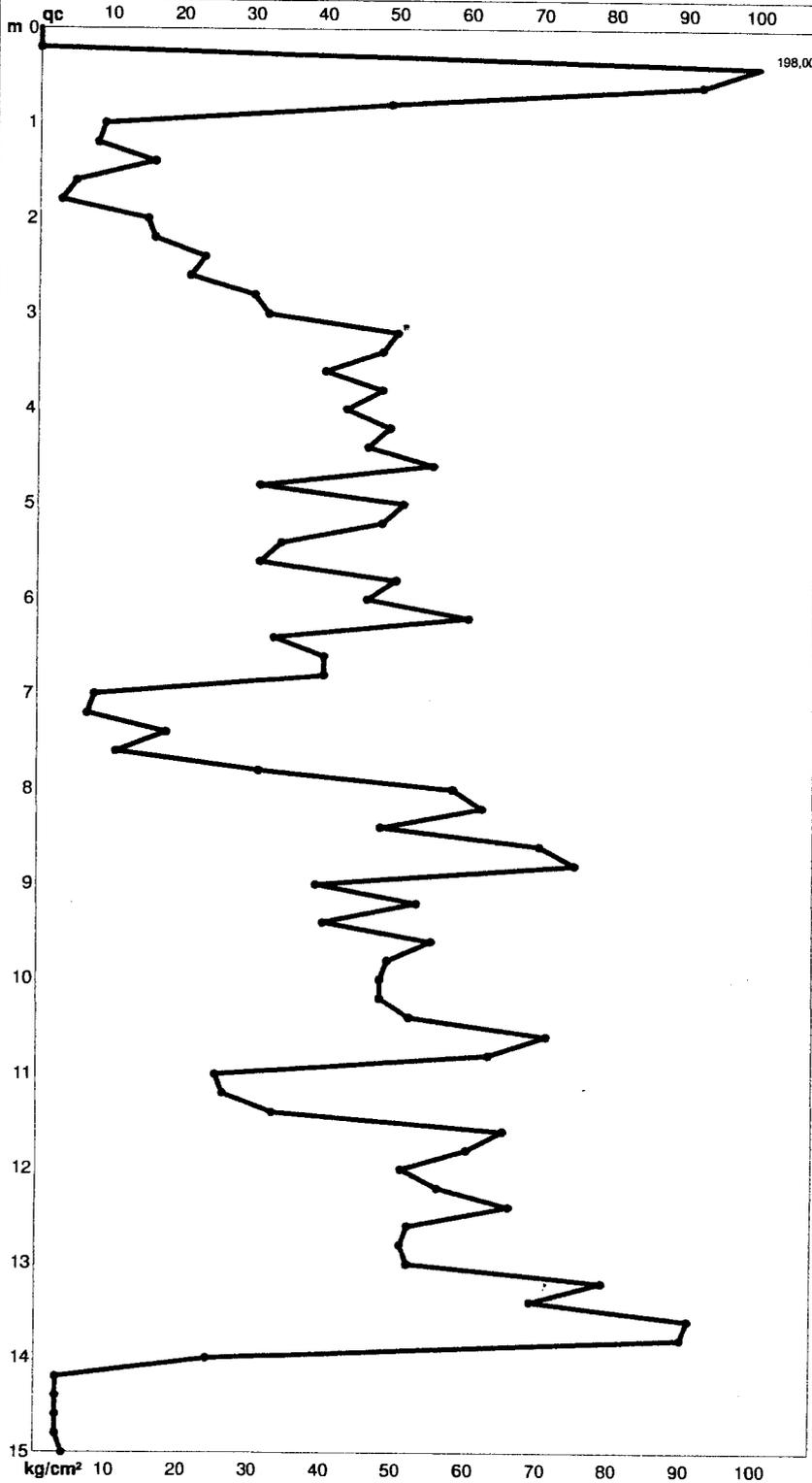
CPT-2-12

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	2
referimento	097-2012
certificato n°	97-22

Committente: **POLYNT S.P.A.**
 Cantiere: **ADEGUAMENTO SISMICO**
 Località: **RAVENNA VIA BAIONA, 192**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 27/06/2012
 Scala: 1:75 Data certificato: 09/07/2012
 Pagina: 1 Quota inizio: 0.750 l.m.m.
 Elaborato: Falda: 0.90 l.m.m.



Penetrometro: TG63-200
 Responsabile:
 Assistente:

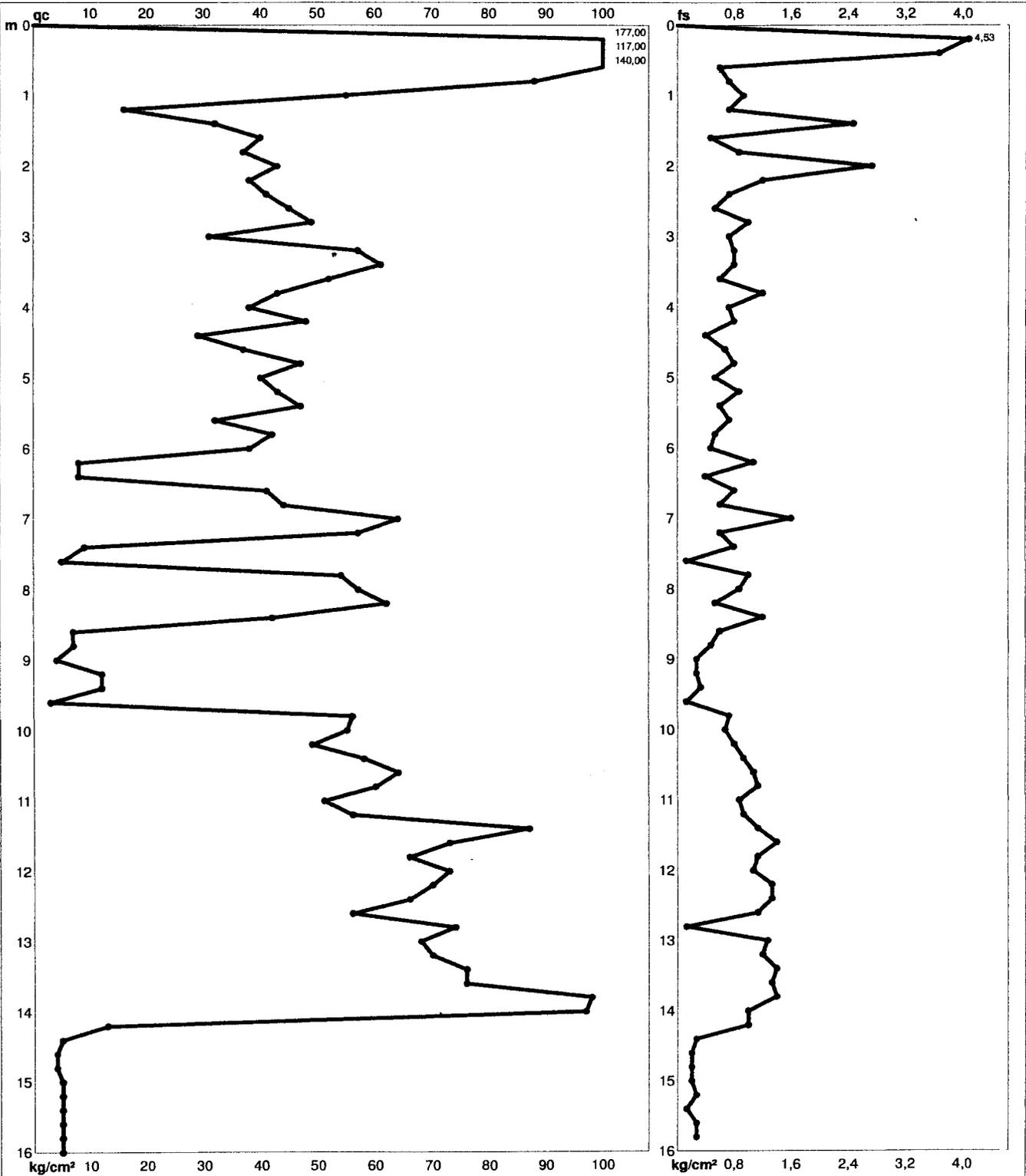
Preforo: m
 Corr.astine: kg/ml
 Cod. punta:

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	3
riferimento	097-2012
certificato n°	97-33

Committente: **POLYNT S.P.A.**
 Cantiere: **ADEGUAMENTO SISMICO**
 Località: **RAVENNA VIA BAIONA, 192**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 27/06/2012
 Scala: 1:80 Data certificato: 09/07/2012
 Pagina: 1 Quota inizio: 1.084 l.m.m.
 Elaborato: Falda: 1.58 l.m.m.



Penetrometro: TG63-200
 Responsabile:
 Assistente:

Preforo: m
 Corr.astine: kg/ml
 Cod. punta:

**Studio di Geologia Tecnica dr. ANGELO ANGELI
CESENA, Via Padre Genocchi n. 222 - Tel.0547-27682**

**INDAGINE SISMICA PASSIVA MEDIANTE
TROMOGRAFO DIGITALE "TROMINO"
(METODO NAKAMURA – HVSr o H/V)
STIMA DEL VS30 CON MISURA DIRETTA DELLE
FREQUENZE DI RISONANZA DA STAZIONE SINGOLA**

Località: RAVENNA – Ponticelle

Committente: Studio I LUOGHI della CITTA'

RELAZIONE GEOFISICA

Data: 16/09/2012

INDAGNE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA PREMESSA E GENERALITA'

MISURA DIRETTA DELLE FREQUENZE DI RISONANZA

La prova sismica passiva a stazione singola rileva le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica. La prova è comunemente nota come prova "HVSr" o semplicemente "H/V": rapporto tra le componenti spettrali orizzontali (H) e la componente spettrale verticale (V).

In un sistema costituito da uno strato tenero (copertura) sopra un semispazio rigido (bedrock) un'onda tenderà a rimanere intrappolata nello strato tenero per riflessioni multiple e darà luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti $\lambda = n \cdot 4H$. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge:

$$f = n \cdot V_s / (4H) \quad \text{con } n = 1, 3, 5, \dots \quad (1)$$

dove n indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale per $n=1$) e V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato di spessore H . Nella maggior parte dei casi, a causa delle attenuazioni nelle coperture, il solo modo visibile è quello fondamentale.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto, ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

L'equazione (1) permette di comprendere come la tecnica H/V possa fornire anche indicazioni di carattere stratigrafico: a partire da una misura di microtremore che fornisce f , nota la V_s delle coperture, si può infatti stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa.

Il rumore sismico ambientale viene generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento ecc.) e dall'attività antropica. Viene detto anche "microtremore" perché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. Al rumore di fondo, sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali antropiche e naturali. I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume P ed S, in parte da onde di superficiali che hanno velocità prossime a quelle delle onde S.

Il rumore sismico può essere misurato con il tromografo digitale Tromino ed analizzato con il software Grilla.

Dopo i primi studi di Kanai (1957), diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. La tecnica maggiormente consolidata, proposta da Nogoshi & Igarashi (1970), prende in esame i rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectra Ratio HVSr o H/V). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire la frequenza di risonanza fondamentale del sottosuolo.

L'ampiezza del picco del rapporto H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra gli strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice.

La curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non risulta interpretabile applicando semplicemente l'equazione (1). E' necessario applicare il processo di inversione che richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V e che fornisce un'importante normalizzazione del segnale.

I valori assoluti degli spettri orizzontali (H) e verticali (V) variano con il livello assoluto del rumore ambientale (alte frequenze, disturbi "antropici" tipo mezzi in movimento, lavorazioni, calpestio ecc.). Nella pratica si usa H/V perché è un buon normalizzatore e, come ampiamente riconosciuto nella letteratura scientifica internazionale, H/V misura direttamente le frequenze di risonanza dei terreni. Prima dell'interpretazione le curve H/V vanno ripulite dei disturbi. Inoltre le curve H/V vanno osservate congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui derivano. Questo permette di discernere i picchi di natura stratigrafica da quelli di natura antropica. In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza invece si genera un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma "a occhio" od "a ogiva": questa forma è indicativa di risonanze stratigrafiche. Se vi è inversione di velocità la componente verticale passa sopra a quelle orizzontali. In questo caso minimi locali nella curva della componente verticale sono indicativi di risonanza stratigrafica, se corrispondenti a picchi delle componenti orizzontali.

In una misura di tremore possono entrare anche vibrazioni monofrequenziali (artefatti) indotte da macchinari o simili. Queste producono picchi stretti ben definiti su tutte e tre le componenti spettrali e sono quindi facilmente distinguibili.

STIMA DI VS30 A PARTIRE DA MISURE A STAZIONE SINGOLA

L'analisi H/V permette di identificare i contrasti di impedenza tra gli strati. Una coltre di sedimenti sovrastanti un substrato roccioso (bedrock) darà un picco nella funzione H/V. Però anche una coltre di sedimenti fini sopra uno strato di ghiaia può generare una risonanza e quindi un massimo nella funzione H/V. In questo caso lo strato di ghiaia viene in genere indicato come bedrock-like (strato assimilabile al bedrock) anche se la sua velocità è inferiore agli 800 m/s previsti dalla normativa. Anche questi strati bedrock-like sono in grado di creare fenomeni di intrappolamento d'onde e quindi fenomeni di risonanza, se la discontinuità nelle Vs è netta.

A partire da una misura di frequenza di risonanza, tramite l'equazione (1), è possibile ottenere una stima delle Vs delle coperture, a patto che sia nota la profondità dello strato che la genera, o viceversa. L'equazione (1) vale però solo nei sistemi costituiti da monostrato+bedrock, mentre nei casi multistrato è necessario ricorrere a modelli più complessi, basati sulla propagazione delle onde di superficie. Oltre al software adatto, per trasformare una curva H/V in un profilo di Vs è

necessario un vincolo, che normalmente è la profondità di un contatto tra litologie diverse, noto da prove penetrometriche, sondaggi ecc.. In assenza di qualsiasi vincolo esistono infiniti modelli (cioè combinazioni Vs-H) che soddisfano la stessa curva H/V. La prova penetrometrica è quella che meglio si presta a vincolare l'H/V in quanto fornisce, oltre alla stratigrafia, indicazioni sulle diverse proprietà meccaniche degli strati di terreno, correlabili con la velocità delle onde trasversali. Nella scelta di primo tentativo delle Vs dei singoli strati si può fare riferimento alle correlazioni esistenti in letteratura fra i dati penetrometrici e la Vs. Valori orientativi di velocità delle onde S sono riportati nella Tabella 1. Ad essi si può fare riferimento nella scelta di primo tentativo della Vs del bedrock e degli strati di copertura.

Quindi risulta indispensabile avere a disposizione dei vincoli da prove dirette del sottosuolo (penetrometrie o sondaggi) per poter associare ai picchi rilevati dalle misure di microtremore dei contrasti di impedenza adeguati, cioè modellare il mezzo geologico affinché rappresenti in maniera attendibile il sottosuolo, cioè strati con spessori e velocità associabili alla curva misurata delle frequenze di risonanza con il rapporto spettrale H/V.

Nel caso semplice di strato omogeneo sopra un bedrock, se da misure dirette è nota la profondità H del bedrock (o bedrock-like), si può calcolare il Vs30 attraverso le misure di frequenza (f_r) direttamente dalla [1].

Nel caso di terreno multistrato il Vs30 viene calcolato, sulla base del profilo di velocità ricostruito, con la formula: $Vs30 = 30/\Sigma(h_i/V_{si})$ [m/s]

Nel 2005 il progetto SESAME stabilì una serie di criteri per la valutazione della significatività statistica dei picchi H/V. La prima parte di questi criteri, individuata la frequenza del picco di risonanza, verifica se la registrazione è stata effettuata per un periodo statisticamente significativo e se l'analisi è stata condotta secondo i principi della statistica. La seconda parte di questi criteri analizza la geometria del picco e dice semplicemente se il picco ha una forma ben definita. Questa parte del test SESAME va interpretata con cognizione di causa, perché solo un contatto netto tra litotipi diversi dal punto di vista meccanico genera picchi netti. Al contrario le transizioni graduali (per es., roccia fratturata su roccia sana, passaggi da limo-argilloso a sabbia-limoso e simili) generano più spesso amplificazione in una banda larga di frequenze. In questo caso eventuali non superamenti dei criteri SESAME non significano che non ci siano risonanze importanti, ma solo che non ci sono picchi singoli ben definiti.

Tabella 1. Valori caratteristici delle onde S nei vari tipi di suolo (Borcherdt,1994).

Tipi di suolo	Vs min. (m/s)	Vs media (m/s)	Vs max. (m/s)
Rocce molto dure (rocce metamorfiche poco fratturate)	1400	1620	...
Rocce dure (graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie ed argilliti da poco a mediamente fratturati)	700	1050	1400
Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure (rocce sedimentarie tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con + del 20% di ghiaia)	375	540	700
argille compatte e suoli sabbiosi (sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose o limose, argille da medie a compatte)	200	290	375
Terreni teneri (terreno di riporto sotto falda, argille da tenere a molto tenere)	100	150	200

MODI DI VIBRARE

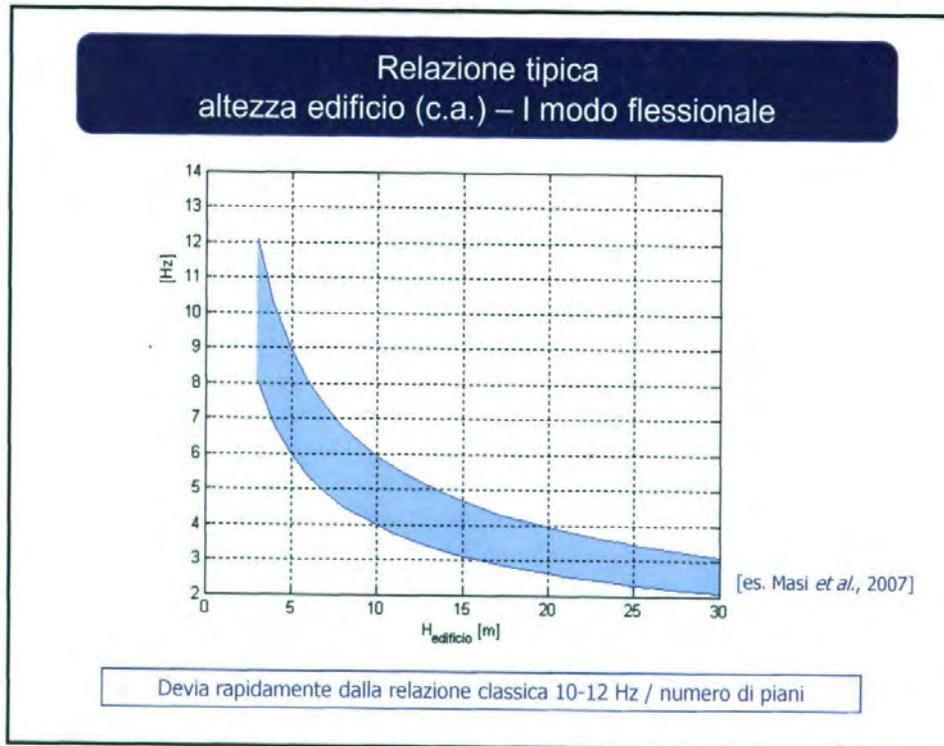
Come il sottosuolo, eccitato dalle onde che lo attraversano, presenta più modi di vibrare anche le strutture e gli edifici in c.a. presentano a loro volta delle frequenze di risonanza proprie dell'edificio. E' opportuno evitare i fenomeni di doppia risonanza cioè quei casi in cui la frequenza propria del terreno ha picchi con frequenze di risonanza simili a quelle dell'edificio.

Se le risonanze suolo-struttura coincidono la situazione è sfavorevole dal punto di vista della vulnerabilità sismica, così come se la risonanza della struttura è a frequenze di poco superiore a quelle del sottosuolo la situazione è ugualmente sfavorevole perché :

- a) gli edifici con il proprio danneggiamento diminuiscono la loro frequenza di risonanza;
- b) il sottosuolo può manifestare modi di vibrare di ampiezza maggiore e a frequenza maggiore rispetto a quella visibile con i microtremori.

Quindi è opportuno che la frequenza di risonanza della struttura risulti sempre lontana dal picco di risonanza del terreno, soprattutto se questo è molto pronunciato.

Si allega di seguito il grafico semplificato che mette in relazione la frequenza di risonanza teorica per edifici in relazione alla loro altezza in metri, in modo da poter confrontare in maniera speditiva se sono possibili fenomeni di doppia risonanza (da "Tecniche di sismica passiva e attiva", Silvia Castellaro, 2010).



PONTICELLE, COMPARTO B n.1

Instrument: TRZ-0117/01-11

Start recording: 06/09/12 10:15:37 End recording: 06/09/12 10:35:37

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

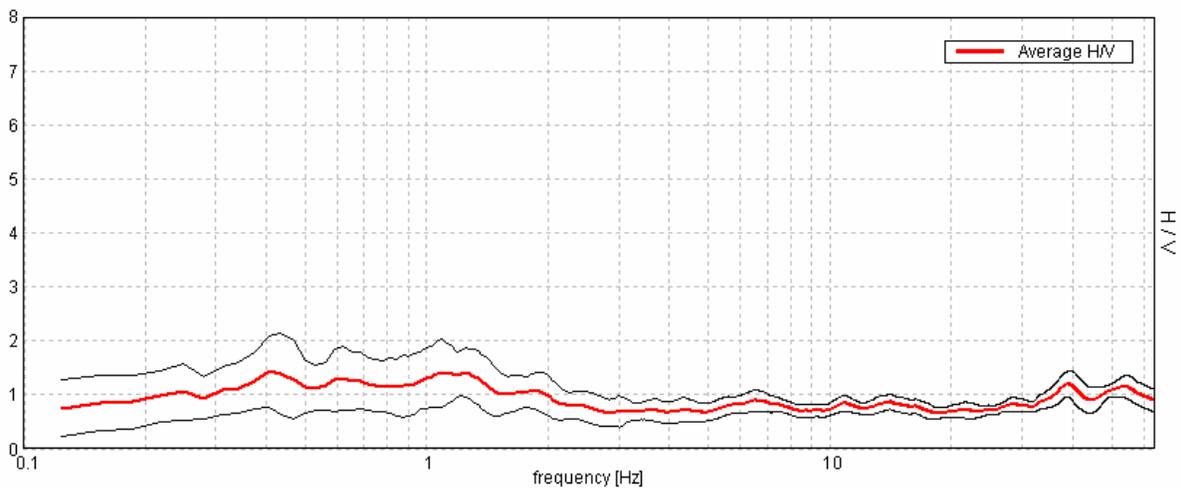
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

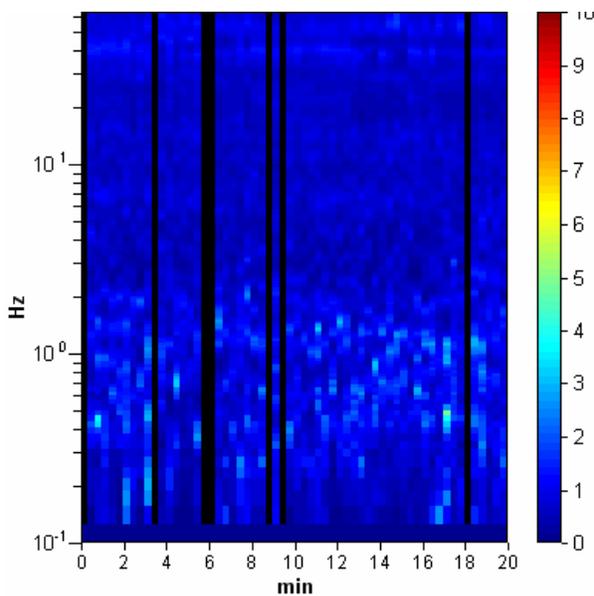
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

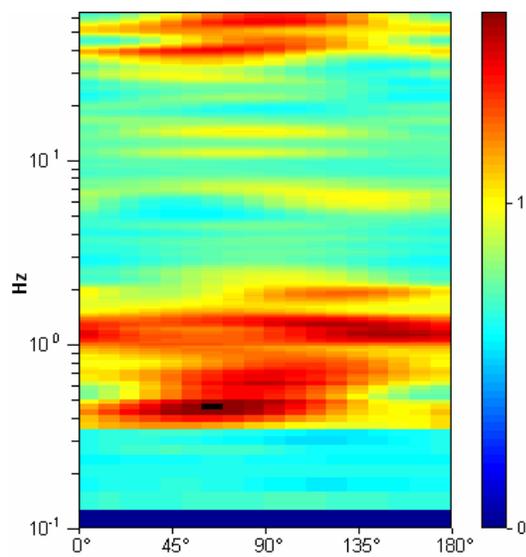
Max. H/V at 0.41 ± 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



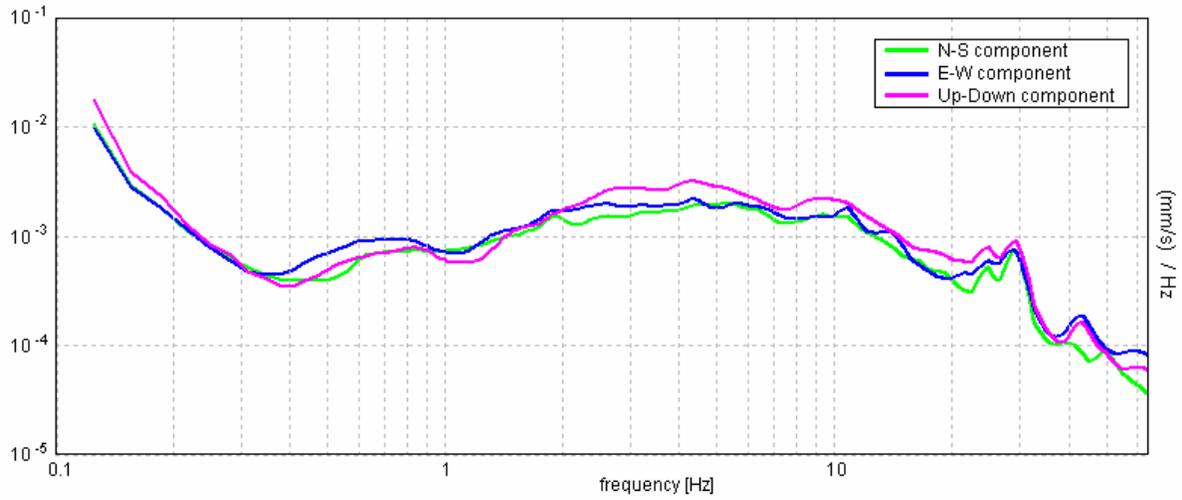
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

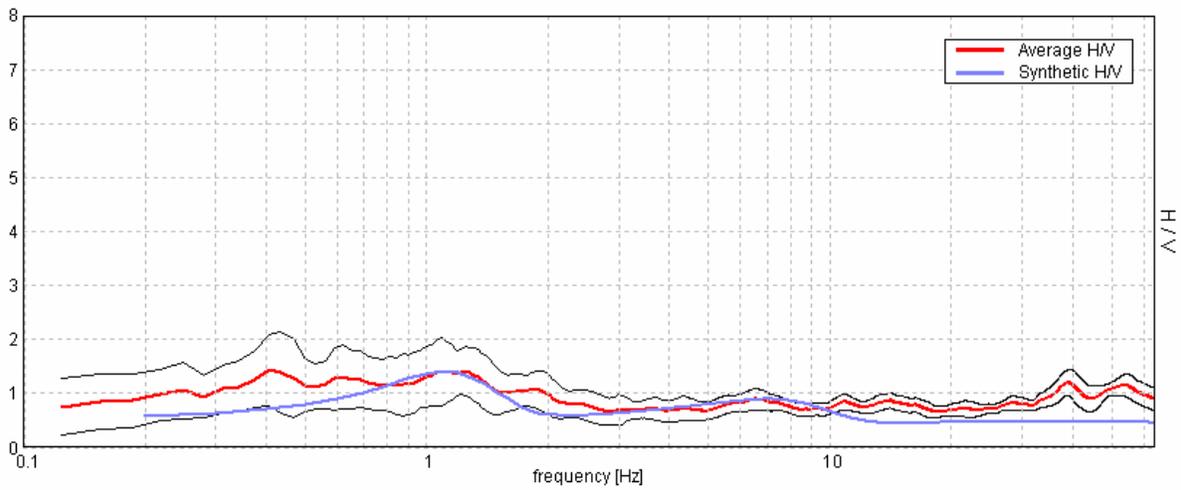


SINGLE COMPONENT SPECTRA



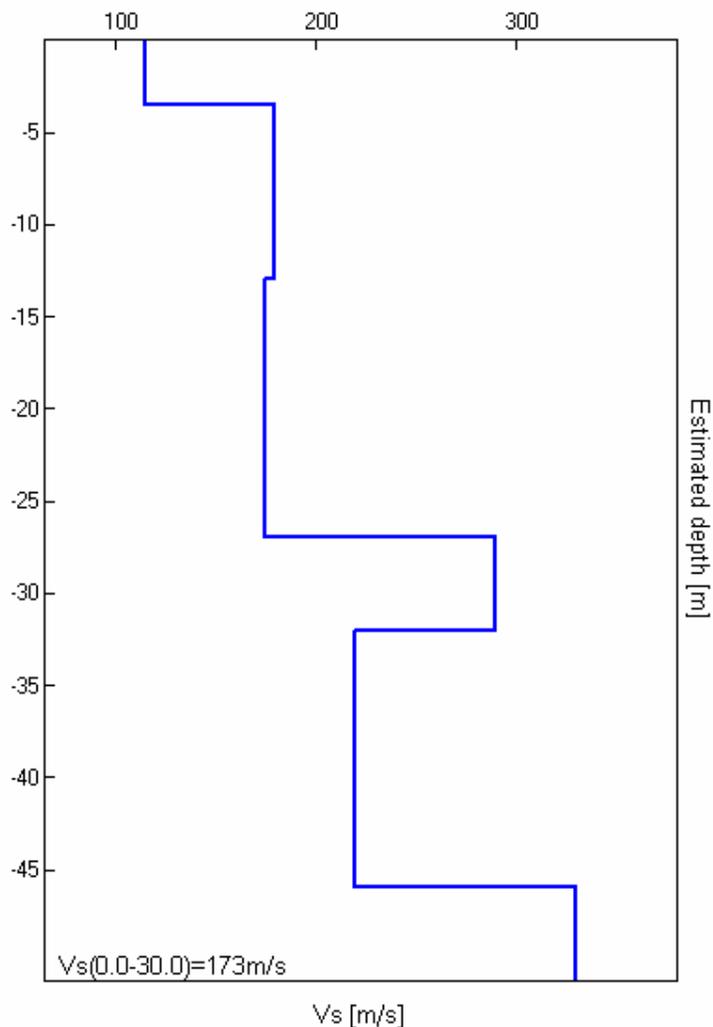
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.41 ± 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.50	3.50	115	0.35
13.00	9.50	180	0.35
27.00	14.00	175	0.35
32.00	5.00	290	0.35
46.00	14.00	220	0.35
inf.	inf.	330	0.35

Vs(0.0-30.0)=173m/s



Max. H/V at 0.41 ± 0.11 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.51 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$430.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 20 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.43 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.013089 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05317 < 0.08125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3238 < 2.5$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

PONTICELLE, COMPARTO B n.2

Instrument: TRZ-0117/01-11

Start recording: 06/09/12 14:28:42 End recording: 06/09/12 14:48:42

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

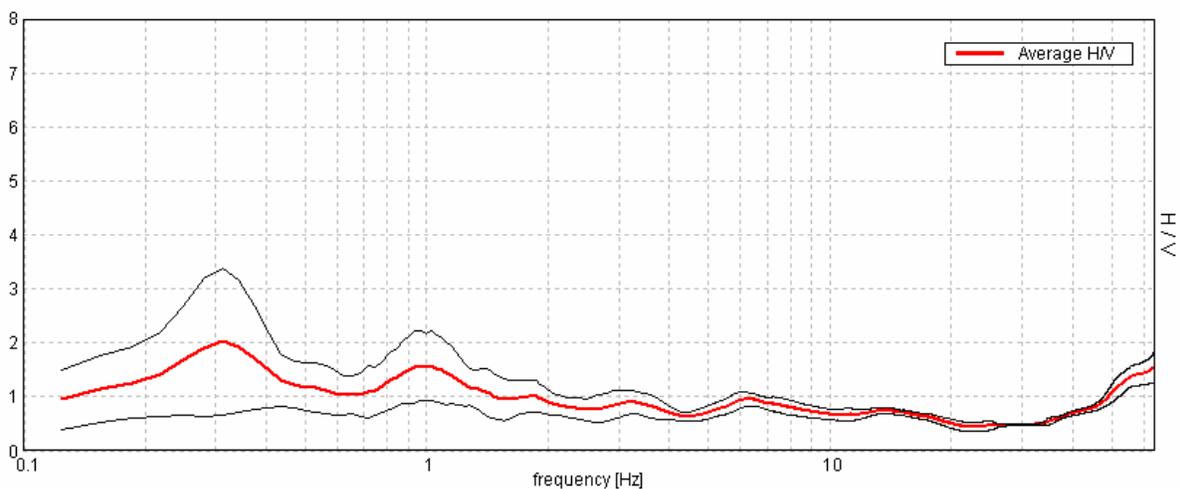
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

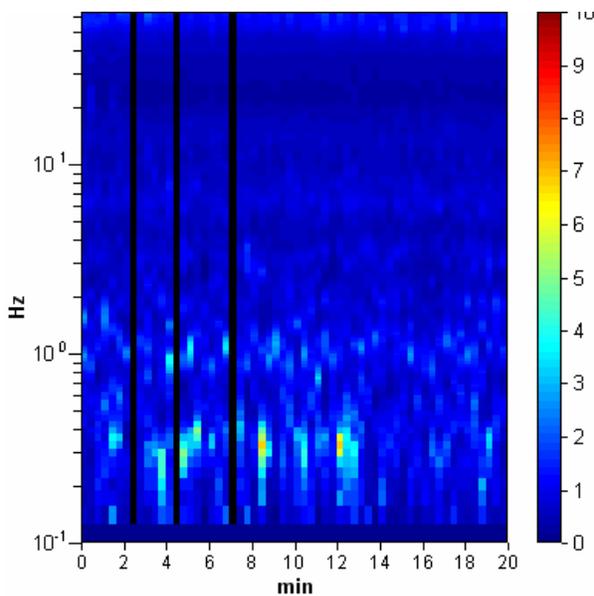
Smoothing: 15%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

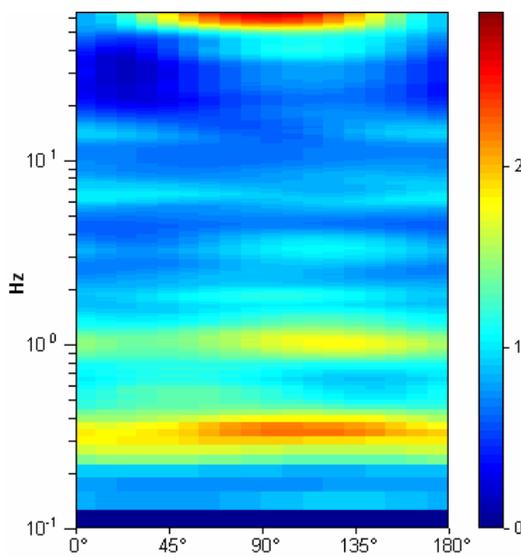
Max. H/V at 0.31 ± 4.51 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



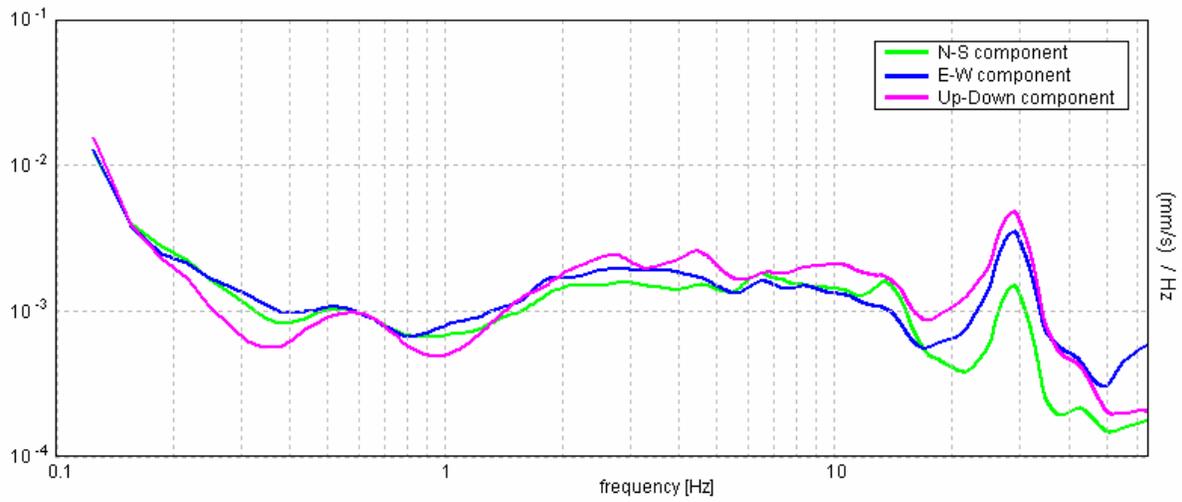
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

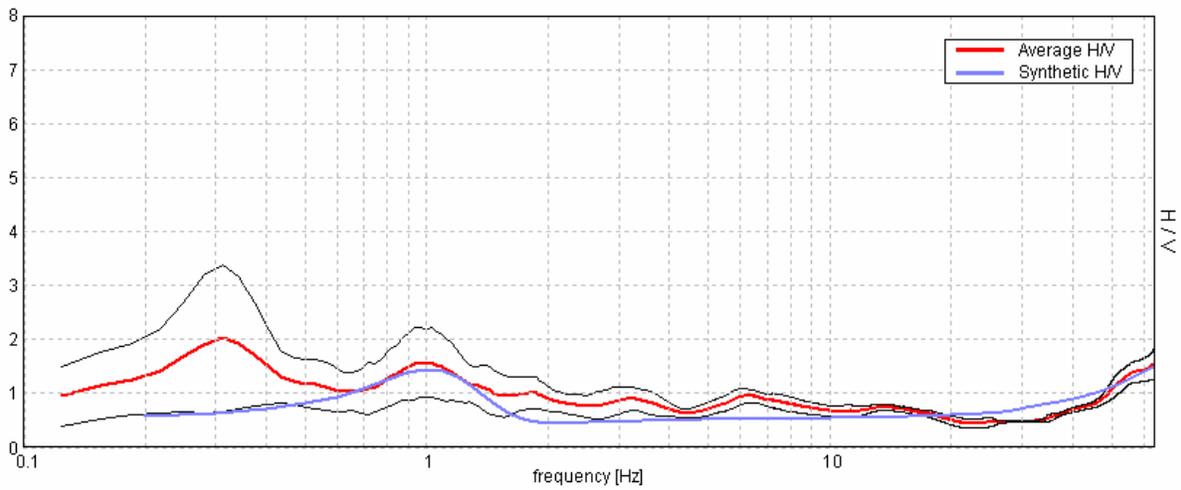


SINGLE COMPONENT SPECTRA



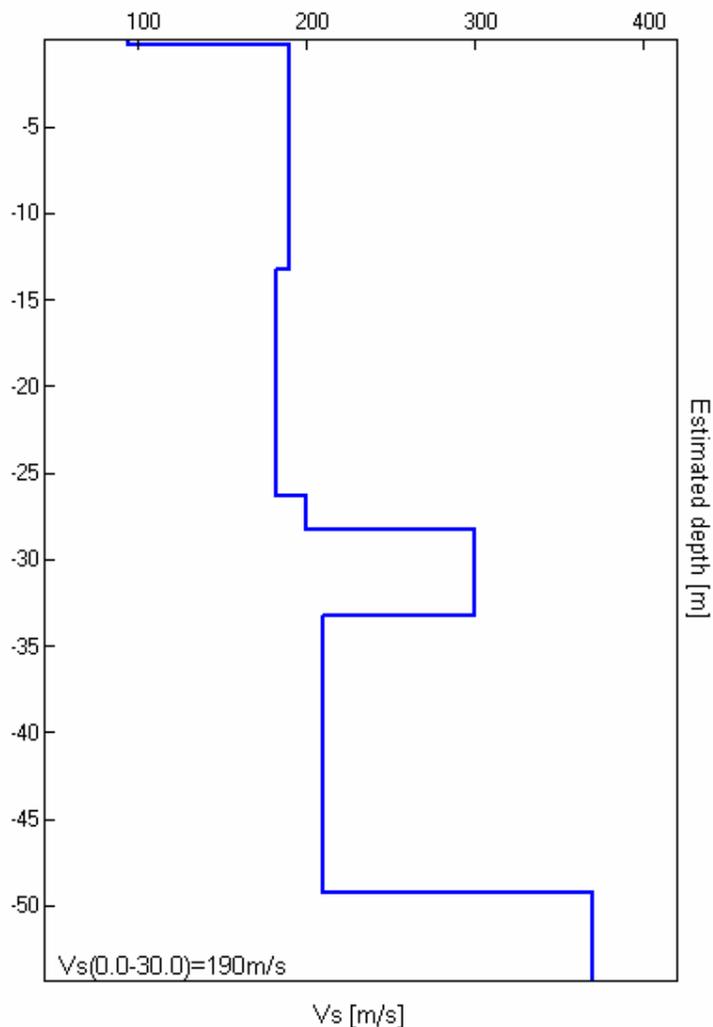
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.31 ± 4.51 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.30	0.30	95	0.35
13.30	13.00	190	0.35
26.30	13.00	183	0.35
28.30	2.00	200	0.35
33.30	5.00	300	0.35
49.30	16.00	210	0.35
inf.	inf.	370	0.35

Vs(0.0-30.0)=190m/s



Max. H/V at 0.31 ± 4.51 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.51 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	356.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 16 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.125 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		OK	
$A_0 > 2$	2.02 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04503 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.23282 < 0.0625		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6765 < 2.5	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ENICHEM, VIA BAIONA – Comparto B n.1-bis

Instrument: TRZ-0117/01-11

Start recording: 03/07/12 10:43:44 End recording: 03/07/12 11:03:45

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

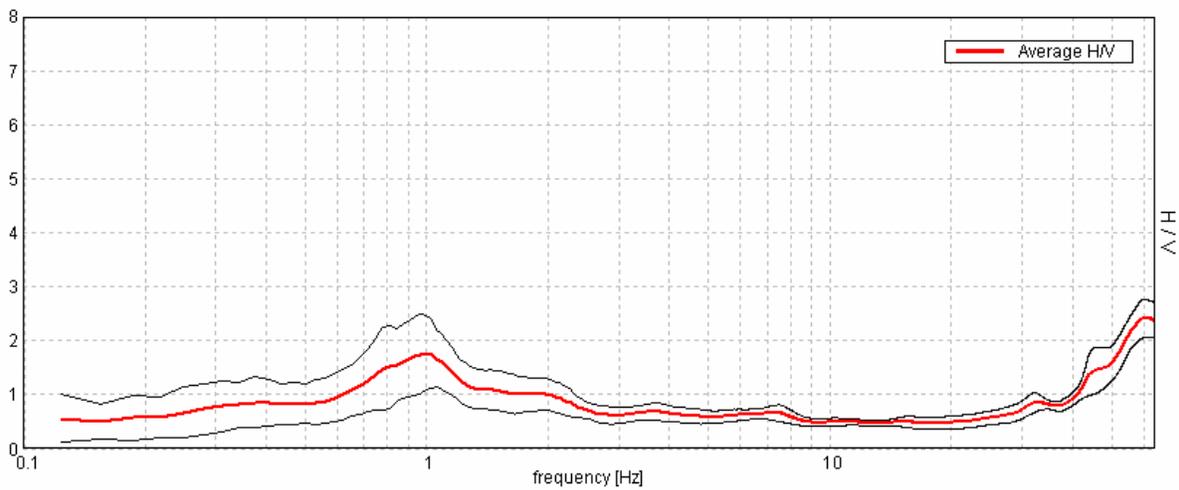
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

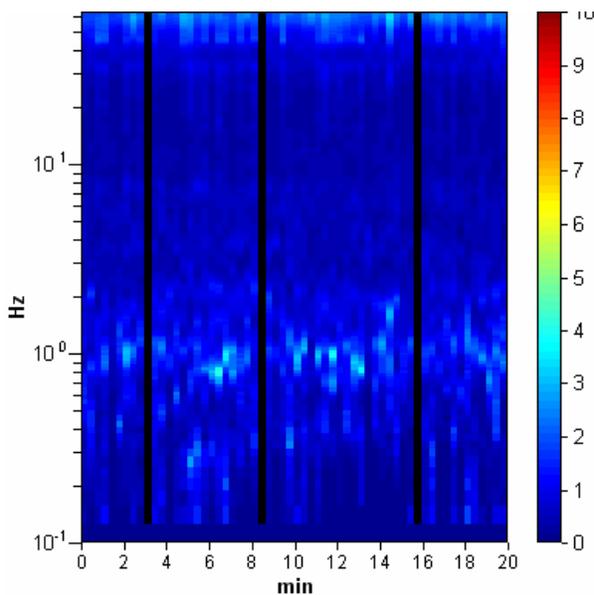
Smoothing: 15%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

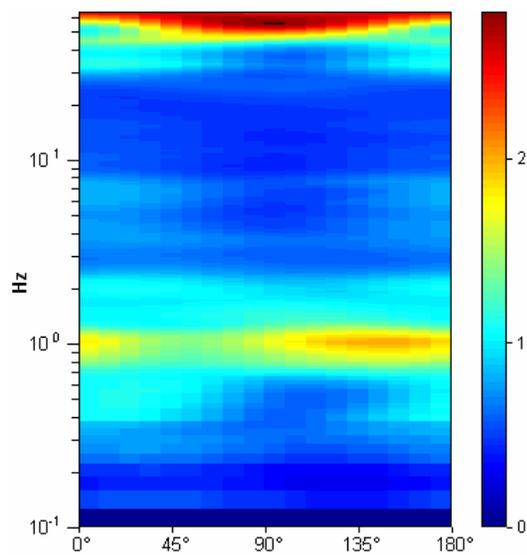
Max. H/V at 60.91 ± 0.37 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



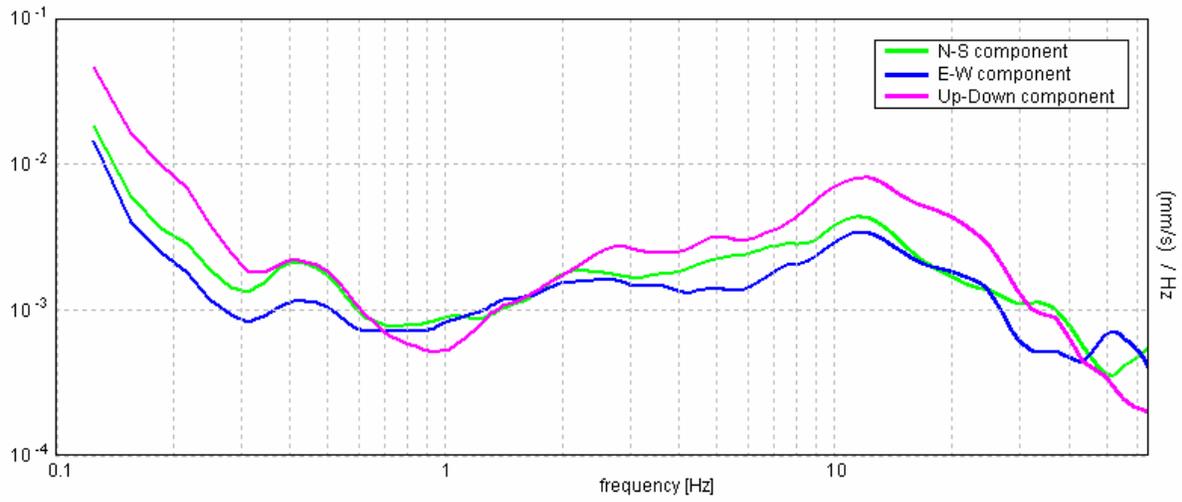
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

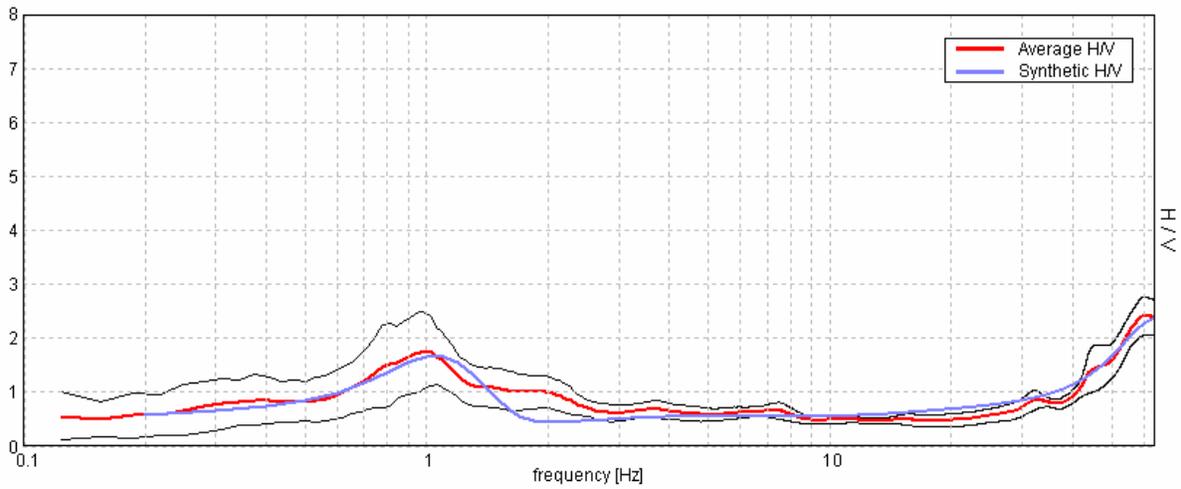


SINGLE COMPONENT SPECTRA



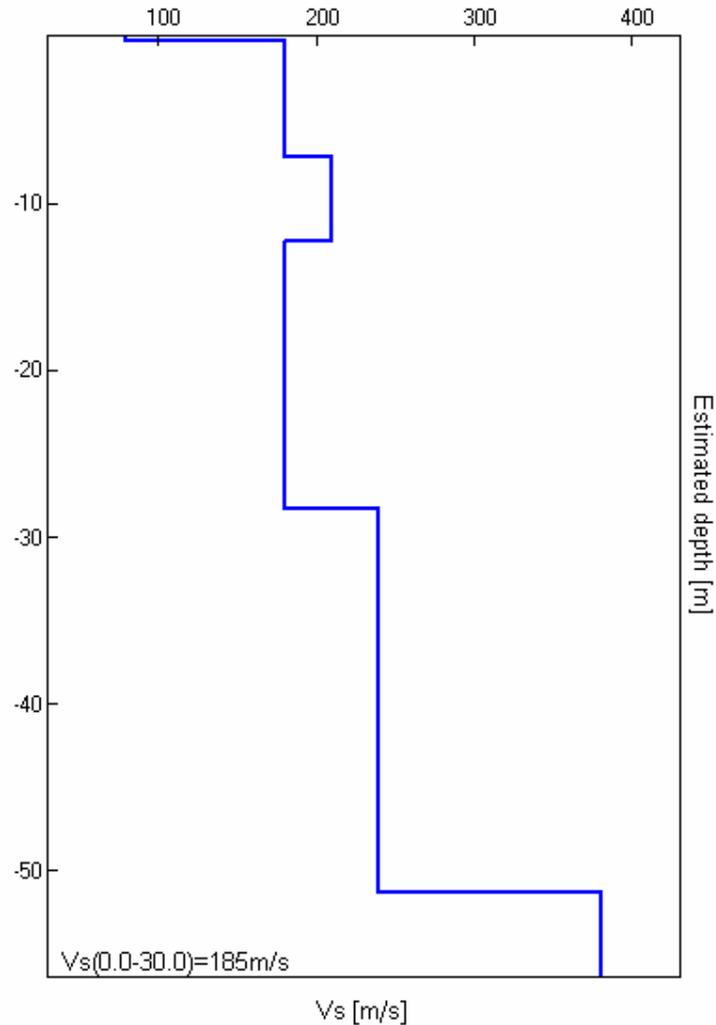
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 60.91 ± 0.37 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.30	0.30	80	0.35
7.30	7.00	180	0.35
12.30	5.00	210	0.35
28.30	16.00	180	0.35
51.30	23.00	240	0.35
inf.	inf.	380	0.35

Vs(0.0-30.0)=185m/s



Max. H/V at 60.91 ± 0.37 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	60.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	69433.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1074 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	42.844 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.41 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00301 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18337 < 3.04531$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1708 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

PUA EX ENICHEM

SUB COMPARTO B CA' PONTICELLE



syndial



versalis



Ravenna
Servizi Industriali

P.zza Boldrini 1, San Donato Milanese (MI) - P.iva 09702540155

P.zza Boldrini 1, San Donato Milanese (MI) - P.iva 01768800748

Via Baiona 107, 48123 Ravenna (RA) - P.iva 02168860399

P R O G E T T O

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO SUB COMPARTO B - CA' PONTICELLE AMBITO EX-ENICHEM

E L A B O R A T O

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA INTEGRAZIONE

ah

PROGETTO

ARCH. PAOLO FOCACCIA

CON ING. SABRINA SPINELLI ARCH. LUCA GALASSI ARCH. ARTURO DAPPORTO ARCH. GIORGIO PEZZI

luoghidellacittà architettura urbanistica conservazione viale della lirica 49 48124 ravenna

tel fax + 39 0544 278118 pec paolo.focaccia@archiworldpec.it mail paolo.focaccia@luoghidellacitta.it

ANALISI DEL SITO E ACUSTICI VAS SERVIZI ECOLOGICI S.r.l. FAENZA STUDI PAESAGGISTICI STUDIO VERDE S.r.l. FORLÌ PROG. IDRAULICA ING. G. MINORI RAVENNA

RELAZIONE GEOLOGICA DOTT. A. ANGELI E DOTT. O. DRAPELLI RAVENNA STUDI TRAFFICO E SOSTA ING. S. LONGHI RAVENNA RILIEVI GEOM. M. SERRA RAVENNA



L U O G H I D E L L A C I T T A'

codice progetto	
numero intervento	
file	
ctb	base norme grafiche-inprogress.ctb

rev. n	data	oggetto	eseguito	verificato	approvato
prima em.	ottobre 2017				
1	febbraio 2018	Modifiche post Conferenza di servizi 20.11.2017			PF
2					
3					

A termine di legge tutti i diritti sono riservati. E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione.

PROVINCIA DI RAVENNA

COMUNE DI RAVENNA

"PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DEL SUBCOMPARTO "B"

PONTICELLE LUNGO LA VIA BAIONA VIA CANALE MAGNI"

RELAZIONE GEOLOGICA-RELAZIONE SISMICA

-INTEGRAZIONI -AGGIORNAMENTO AL DECRETO DELLA GIUNTA DELLA

REGIONE EMILIA ROMAGNA N. 2193/2015

CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE GEOTECNICHE

COMMITTENTE:

I LUOGHI DELLA CITTA'

REDATTO:

Dott. Geol. Oberdan Drapelli

N°938 ORDINE DEI GEOLOGI DELL'EMILIA ROMAGNA

REV.	0	EMISSIONE FEBBRAIO 2018		
	1			

**DRAPPELLI DR. OBERDAN –GEOLOGO-
STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE**

48100 RAVENNA, VIA CERCHIO, 57

tel e fax 0544/202700 CELL. 338 8439633

E-MAIL oberdandrapelli@gmail.com

C.F. DRP BDN 68T22 H199Z P.IVA 01442260392

INDICE:

1. PREMESSA.....	2
1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	3
2 MODELLO GEOLOGICO.....	4
3 SISMICITA' DELL'AREA.....	9
3.1 MISURE DIGITALI DEL RUMORE SISMICO ESEGUITE CON IL "TROMINO" – SASW- MASW	11
3.2 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE	13
3.3 STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	18
3.4 CEDIMENTI POST SISMICI	20
4 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE GEOTECNICHE	24
5 COMPATIBILITÀ GEOTECNICA CON LA FUTURA RIQUALIFICAZIONE	25

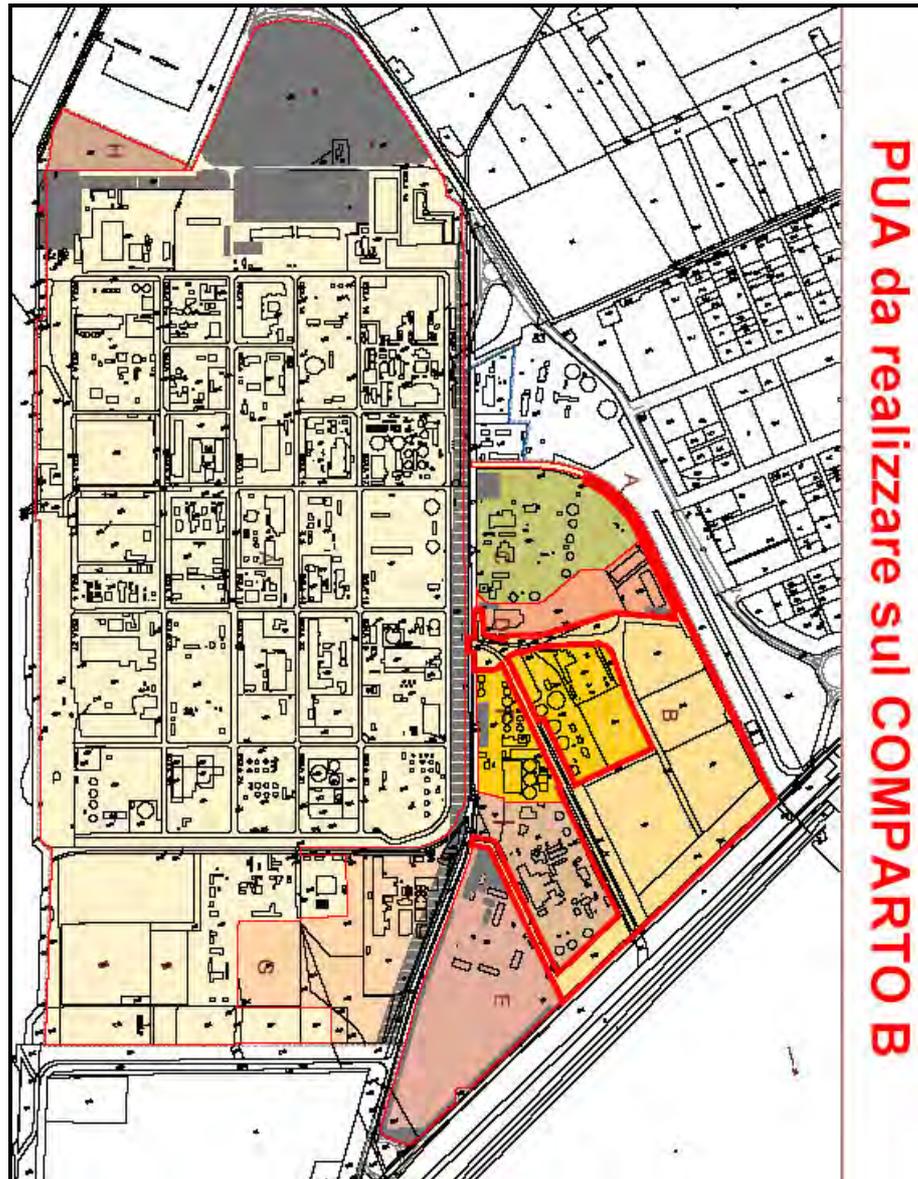
1. PREMESSA

Su incarico della committenza, si è redatta la presente relazione a corredo degli adempimenti amministrativi per il progetto di sub comparto "B" all'interno del comparto Ponticelle; l'area in esame è compresa fra la via Baiona, via Canale Magni e canaletta Anic, nella parte meridionale del comparto Ponticelle. Il presente studio inteso a verificare l'idoneità dell'area da un punto di vista geologico agli usi proposti, è basato sull'analisi estesa ad un adeguato intorno degli aspetti geomorfologici, litologici, e idrologici in modo da caratterizzare l'area nel suo insieme in quanto rivestono particolare importanza ai fini della futura edificazione. Una volta definiti gli obiettivi dell'indagine, si è proceduto alla raccolta dei dati esistenti in bibliografia ed ai sopralluoghi di campagna. Questa relazione va a completare quella già eseguita nel settembre 2012, redatta dal dott. geol. Angeli Angelo di Cesena e tutta la relazione si basa sulle sue indagini effettuate a suo tempo per la redazione del Pua. Per meglio caratterizzare la natura dei terreni furono realizzate nel 2012 3 prove penetrometriche cpt statiche eseguite con punta meccanica (cpt) spinte fino alla profondità di 30 metri dal p.c in modo da acquisire i parametri litologici e geotecnici necessari a verificare l'edificabilità, ed alcuni campioni di terreno per la determinazione delle caratteristiche geomeccaniche principali del terreno. Per la determinazione del parametro Vs30 furono eseguite due indagini geofisiche mediante Tromino (misura di H/V) integrate. Si sono inoltre consultate 6 prove di archivio effettuate nella zona ed un sondaggio a carotaggio continuo, ed un tromino effettuato nell'area di via Baiona.

La presente ad integrazione delle precedenti viene realizzata in quanto prima della presentazione del progetto è entrata in vigore il Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015, che cambiava sostanzialmente alcune indicazioni in materia di normativa sismica regionale. Pertanto la presente risulta essere semplicemente un adeguamento della relazione già presentata e revisionata come integrazioni alla allora legge vigente nel 2012, e non sono state effettuate indagini in sito aggiuntive.

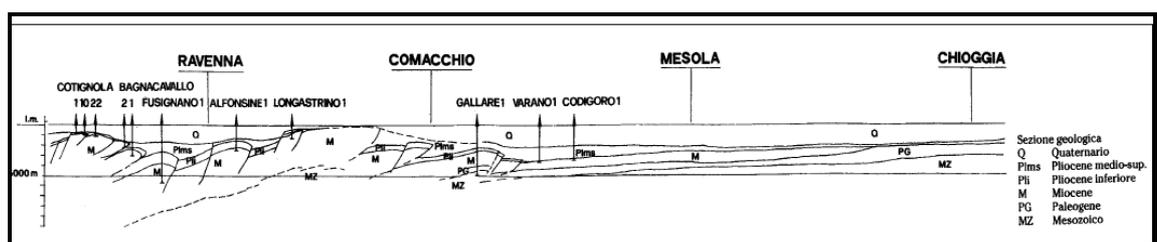
1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, suppl. ord. n. 30, che entrano in vigore il 6 marzo 2008.
- •Circolare Applicativa n° 617 del 02/02/2009 alle NTC/2008. •Delibera Assemblea Legislativa n°112/2007 della Regione Emilia Romagna “Atto di Indirizzo e coordinamento tecnico” per gli studi di microzonizzazione sismica.
- •Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015 "Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'assemblea legislativa 2 Maggio 2007, N. 112.
- •A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977). •A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) “Raccomandazioni sui pali di fondazione (dicembre 1984)”. •A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) “Aspetti geotecnici nella progettazione in zona sismica (Edizione Provvisoria, marzo 2005)”.
- •C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione.
- •Eurocode EC7: Geotechnics, design – dicembre 1987.
- •Eurocode EC8: Design provisions for earthquake resistance of structures – ottobre 1994.



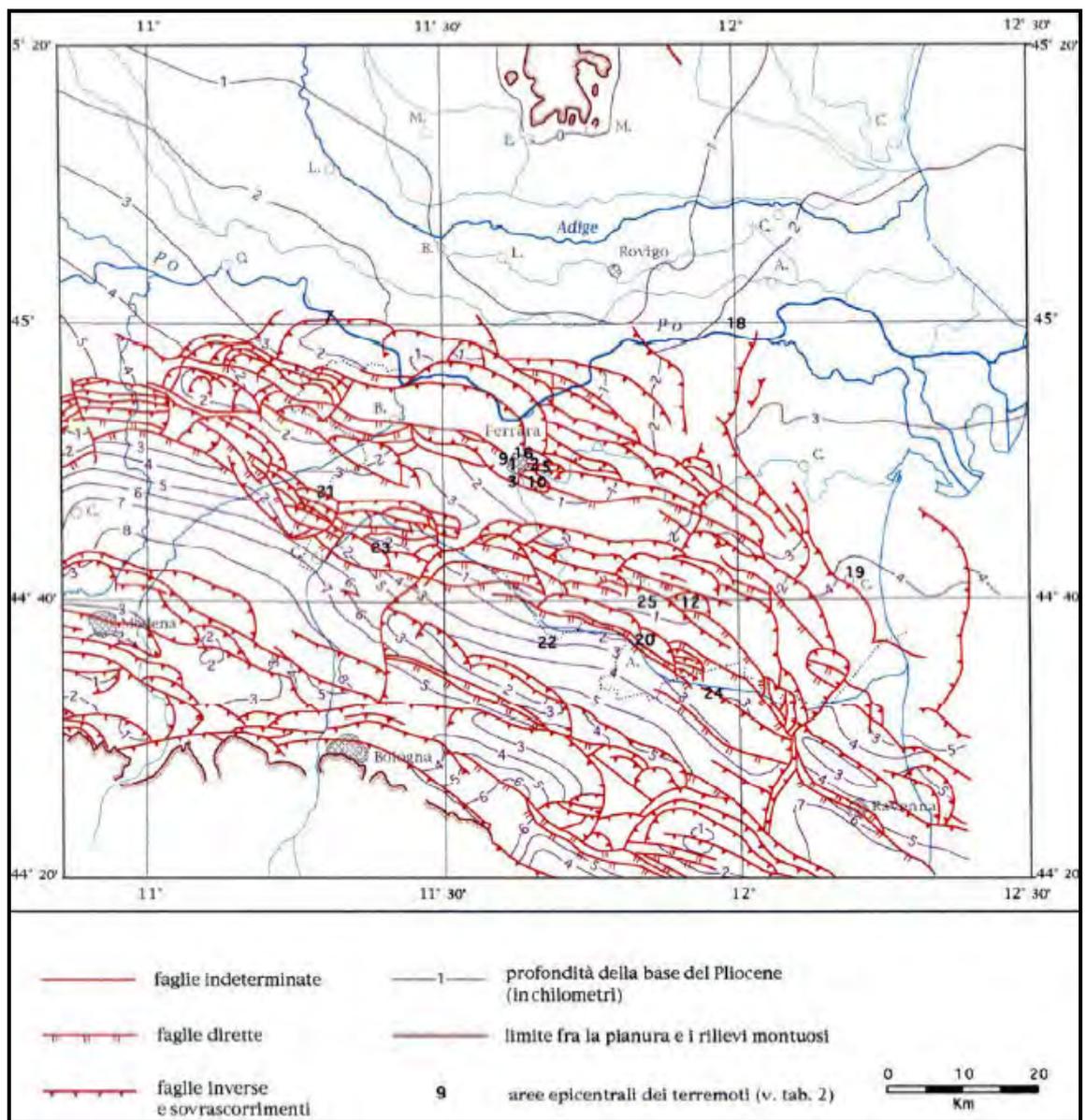
2 MODELLO GEOLOGICO

Nella FIGURA 3 si riporta la sezione geologica passante per Cotignola, Bagnacavallo, Ravenna, Comacchio, Codigoro, Mesola, Chioggia in cui si possono apprezzare gli spessori dei sedimenti del Quaternario sopra i pliocenici, che coincide con il passaggio dai sedimenti sciolti a quelli litificati o pseudolitificati.



sezione geologica della bassa pianura padana

Nella FIGURA 3 si riporta uno stralcio della Carta Strutturale della Pianura Padana, con le Pieghe Ferraresi dell'Appennino sepolto (Pieri & Groppi, 1981, CNR, 1992) con visibili le varie strutture sepolte e le faglie e sistemi trascorrenti attivi e non attivi, che sono all'origine della nuova attribuzione alla Zona sismica 3, in cui Ravenna è stato inserito nella OPCM 3274/2003.



Carta strutturale della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1992)

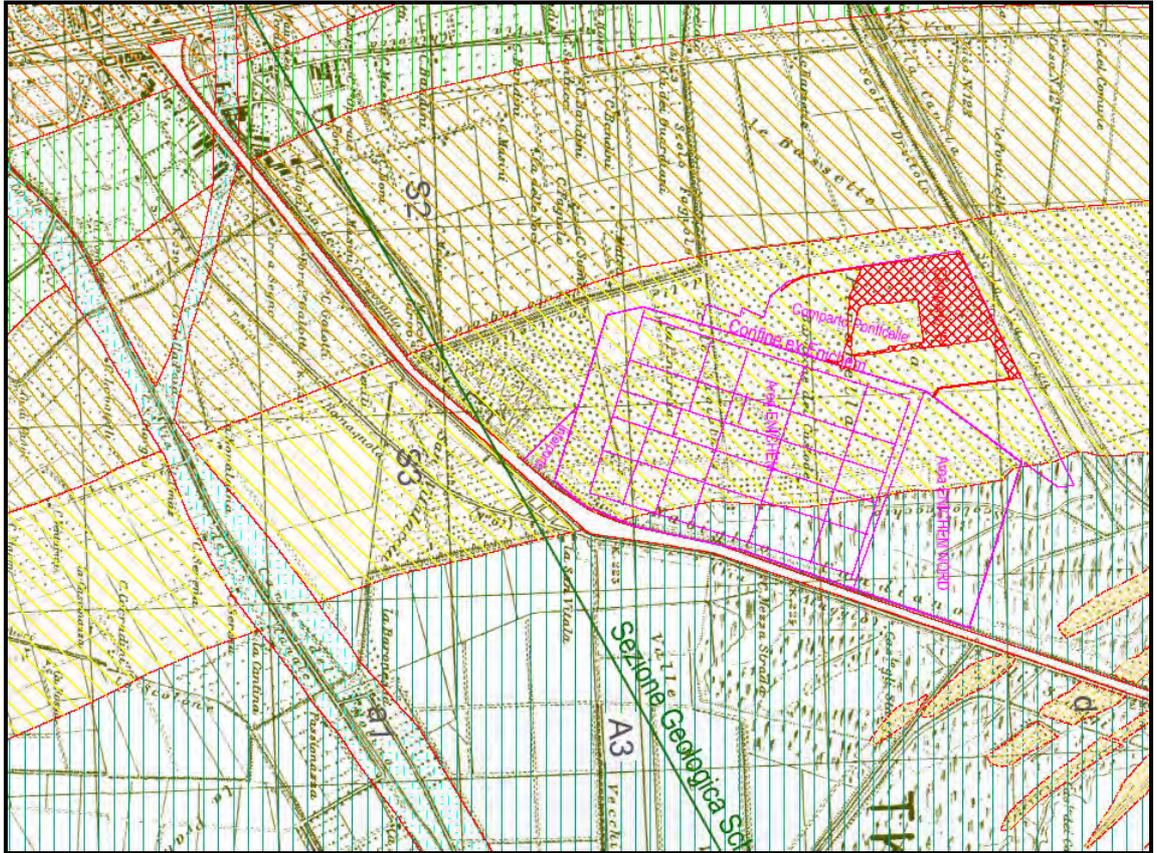
Il territorio del Comune di Ravenna, è inserito nel settore romagnolo dell'ampio bacino sedimentario padano; nel sottosuolo sono presenti successioni di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali di età pliocenico-quadernaria che poggiano su un substrato caratterizzato da una complessa configurazione a pieghe e pieghe-faglie. Gli elementi tettonici profondi, rilevati principalmente tramite prospezioni geofisiche effettuate dall'AGIP per la ricerca di idrocarburi, fanno parte delle pieghe adriatiche con asse parallelo ai principali lineamenti strutturali appenninici NO - SE e sono procedendo da nord verso sud:

- anticlinale di Argenta, Alfonsine
- sinclinale di Miravalle, Conselice
- anticlinale di Minerbio, Villa Serraglio
- sinclinale di Budrio, Bubano

Su questo substrato, caratterizzato da pieghe e faglie, si sono deposte le prime formazioni marine del Pliocene superiore e del Quaternario marino caratterizzati da frequenti variazioni litologiche con corpi sabbiosi isolati intercalati da livelli argillosi sabbiosi e limo argillosi. In seguito col Quaternario continentale si sono avuti depositi clastici di varia natura e dimensioni, messi in posto dalle alluvioni dei fiumi appenninici.

La zona oggetto del presente studio rientra nel settore orientale dell'ampio bacino padano, in prossimità della zona costiera; l'evoluzione strutturale dell'area è intimamente legata alle diverse fasi tettoniche che hanno interessato il comparto Sudalpino ed Appenninico. L'area è inserita nella parte più orientale dell'arco delle pieghe appenniniche che a settentrione si accavallano alla monoclinale pedevalpina, testimonianza di un raccorciamento crostale. Le fasi tettoniche caratterizzanti tali deformazioni, hanno generato sequenze alterne di ambienti deposizionali di tipo marino, costiero, deltizio e lagunare, strettamente collegati e controllati da processi di sollevamento e di subsidenza. Il territorio ha subito importanti fenomeni di subsidenza dal Pliocene all'inizio del Quaternario; alla fine di tale periodo si instaura un importante fenomeno di sedimentazione che, in connessione con le regressioni marine provocate dalle glaciazioni, generano sedimenti continentali sovrapposti a sedimenti di origine

marina. Si assiste quindi ad una trasgressione marina con arretramento della linea di costa di svariati chilometri rispetto all'attuale a cui segue una regressione multifase che sposta verso oriente la linea di costa sino alla posizione attuale. Il complesso plio-quadernario del basso ferrarese riflette la pluralità di ambienti succedutisi in varie fasi: esso risulta infatti costituito da un alternanza di sedimenti sabbiosi, limosi ed argillosi miscelati tra loro in varie misure. L'assetto attuale del territorio, formato da fenomeni di deposizione sedimentaria legati a morfodinamiche di tipo fluviale/deltizio e costiero ha avuto un'evoluzione geologica molto recente ed appare legato anche all'attività antropica. Fino al III secolo d. C., l'area era sommersa ad eccezione della parte meridionale costituita dall'apparato deltizio Padòa-Eridano; dall'Alto Medio Evo, si assiste alla progradazione dell'apparato deltizio del Volano con la bocca principale che genera l'emersione della zona a formare l'ala meridionale del nuovo apparato costituitosi. Numerosi sono i bacini lagunari e le aree paludose che hanno occupato la zona sin dall'Età del Bronzo, età a cui sono riferibili i primi cordoni litoranei ancora oggi in parte visibili. L'assetto attuale del territorio è dovuto anche all'azione antropica, che mediante svariate opere (bonifica, costruzione di argini circondariali, ecc) ha fortemente modificato l'ambiente. La litologia prevalente di tutta l'area è costituita da sabbia, di genesi litoranea dunale e di spiaggia, rinvenibile sino a profondità medie di -15.00 metri; si passa poi a sabbie limose e limi sabbiosi. Seguono in profondità le argille marine, fino a -30.00 e -50.00 m a cui seguono nuovamente sabbie continentali e di transizione. L'assetto altimetrico dell'area è legato alla sua evoluzione geomorfologica di ambiente costiero, caratterizzato da un rilevato e vasto sistema di dune costiere. La zona in oggetto è infatti ubicata su di una fascia di dune costiere contemporanee, in parte spianate e/o sepolte e risulta caratterizzata da quote di +1.00-2.00 metri sul livello medio marino.

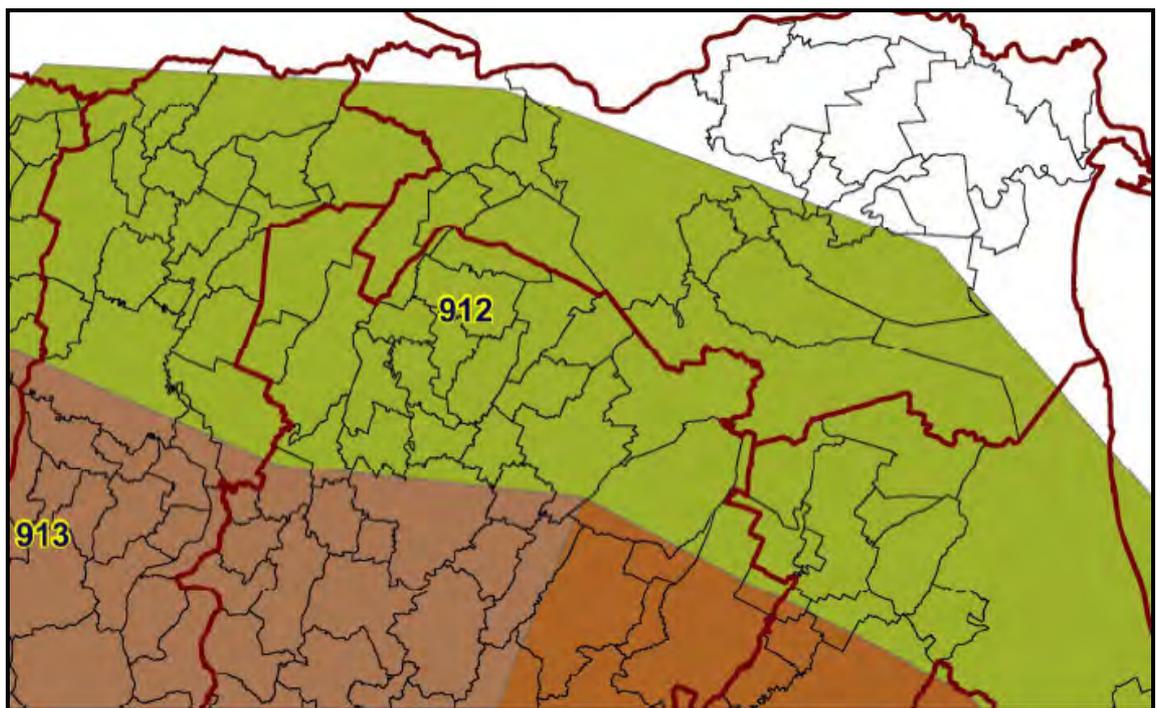


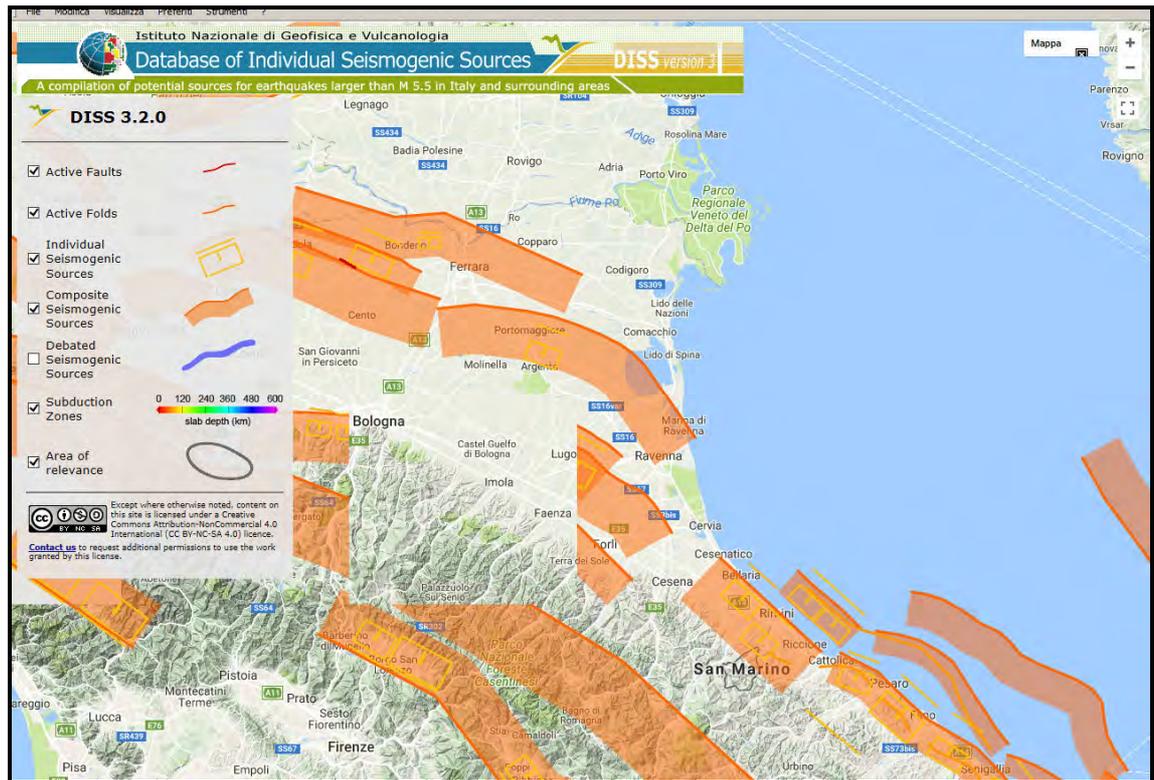
LEGENDA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA

- 
a1 Paleovalle del Fiume Ronco e Montone deviate più a sud a metà del '700 (Fiumi Uniti) con depositi fluviali prevalentemente sabbioso-limosi
- 
d Dune (un tempo affioranti ed ora coperte da terreno di riporto) del delta di Punta Marina formatosi quando qui sfocavano i fiumi uniti Ronco e Montone seguendo l'attuale tracciato del Canale del Molino
- 
S4 Cordone sabbioso della costa attuale, di 7-10 m di spessore, costituito da sabbia fine con intercalate lenti argillose molto molli, le quali localmente possono risultare anche molto frequenti. Il banco di sabbia poggia su depositi argiloso-limosi normalconsolidati di ambiente marino.
- 
S3 Cordone Sabbioso delle Pinete di San Vitale e di Classe, di 10-15 m di spessore, il quale interseca e sommonta sul lato monte il più antico cordone sabbioso delle Bassette. Al banco di sabbia seguono in profondità i depositi argiloso-limosi normalconsolidati di ambiente marino con molte lenti di sabbia intercalate. Nella zona compresa fra il Candiano ed il Canale del Molino il cordone sabbioso è localmente interrotto da incisioni (canali di marea e paleovalle) colme di depositi fini recenti molli.
- 
S2 Cordone sabbioso delle Bassette (spessore 10-12 m) a cui segue in profondità un'alternanza di strati argiloso-limosi normalconsolidati di ambiente marino e lenti di sabbia fine.
- 
S1 Cordone sabbioso di Sant'Alberto, in genere coperto da qualche metro di alluvioni recenti e terreno di riporto con resti antropici. La base del banco di sabbia è oltre i 20 m di profondità. Nella parte bassa possono essere presenti intercalazioni argiloso-limose molli. La base del banco poggia sulle alluvioni argiloso-limose della fine del Pleistocene a 24-25 m di prof.
- 
A3 Zona con terreno superficiale costituito da alluvioni argiloso-limose recenti, passanti in basso a depositi vallivi e lagunari di spessore variabile, generalmente non elevato nell'ambito della zona interessata dal delta triangolare di Punta Marina, salvo le fasce corrispondenti ad antichi canali. Segue un banco prevalentemente sabbioso fino a 15 m di profondità e poi argiloso-limoso normalconsolidato di ambiente marino con lenti di sabbia.
- 
A2 Zona con rilevanti spessori (anche oltre 10 m) di depositi vallivi e lagunari recenti (argilla molle ed argilla torbosa con lenti di torba e poche intercalazioni limoso-sabbiose) che ricoprono il banco sabbioso dei depositi di spiaggia e duna la cui base è oltre i 20 m di profondità.
- 
A1 Zona a monte del cordone sabbioso di Sant'Alberto, dove il banco di sabbia olocenica è coperto da diversi metri di depositi lagunari e vallivi e da terreno di riporto con resti antropici. La base del banco di sabbia è a 23-24 m di profondità e poggia sulle alluvioni argiloso-limose della fine del Pleistocene.

3 SISMICITA' DELL'AREA

L'attribuzione alla Zona sismica 3, in cui Ravenna è stato inserito nella OPCM 3274/2003, in cui l'area comunale è entrata a far parte delle aree definite a "rischio sismico" ed inserita in zona 3; la nuova classificazione sismica mette il territorio del comune di Ravenna in zona sismica 3 con accelerazione pari a **0.15 g secondo la normativa nazionale**. La Regione Emilia Romagna ha emanato "L'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". In queste linee di indirizzo si danno i valori di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), per ogni comune della regione. **Per Ravenna si è data una accelerazione di 0.164**. Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale di Ravenna ricade all'interno della zona sismogenetica 912 MACROAREA 012 MALALBERGO RAVENNA.





ZONA SISMOGENETICA RAVENNA (INGV) MACRO AREA ITCS012 MALALBERGO RAVENNA

La Regione Emilia Romagna non è esente da attività sismotettonica. La sua sismicità può però essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, poiché i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IXX grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sudorientale, in particolare nell'Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5) sono il margine appenninico padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico" (Note illustrative, Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, 2004). Gli eventi del maggio 2012 hanno avuto magnitudo massima 5,9.

LA MASSIMA MAGNITUDO ATTESA IN QUESTO SITO RISULTA ESSERE 6.14.

3.1 MISURE DIGITALI DEL RUMORE SISMICO ESEGUITE CON IL “TROMINO” – SASW-MASW

Dall'integrazione delle misure sismiche passive (Tromino) e attive (Masw) è possibile giungere alla valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della Vs30, Il Tromino è uno strumento in grado di misurare i microtremori. Il tremore sismico, comunemente definito “rumore sismico”, esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è prodotto essenzialmente dal vento o dalle onde marine. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione della velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo da rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoschi e Igaraschi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo. Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando lo schema della figura sottostante in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizioni di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a:

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4 \times H}$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi dello spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando la sopra riportata equazione. L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore. Questo risulta molto importante a livello ingegneristico perché se un edificio ha frequenze proprie di vibrazione uguali a quelle del substrato su cui è fondato, durante un sisma, si assiste al fenomeno dell'accoppiamento delle vibrazioni. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici. La misurazione attiva delle SASW/MASW, permettono la misurazione della velocità delle onde di Rayleigh, comparabili con la velocità delle onde Vs, attraverso l'esecuzione di sismica attiva. Si utilizza il Tromino come acquisitore e a distanza prefissata lungo uno stendimento lineare si posiziona un Trigger e si energizza il punto. Nel caso specifico è stato realizzato stendimento secondo uno schema X-X con campionature ogni 3 m. Stendimento X (m)= 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51. La calibrazione delle misure dei microtremori e delle misure Masw è stata eseguita in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine. La prova eseguita impiegando la suddetta metodologia dei microtremori ha evidenziato, combinata con la MASW, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), correlata ed integrata con le misure attive MASW, una $V_{s30} = 211$ m/s. Nel caso specifico è possibile individuare, in prima analisi, la sottostante frequenza fondamentale per il deposito esaminato, anche se non ben evidenziata dalla curva H/V.

La progettazione e le verifiche del modello sismico delle opere in progetto potranno essere utilmente confrontate con la frequenza fondamentale del sito indagato.

Anche se lo spettro nei ns terreni risulta alquanto complesso da identificare in quanto non è presente un picco ben definibile, dalla esperienza si è potuto notare che la frequenza caratteristica del deposito risulta essere (almeno nelle ns pianure) attorno a circa 0.9/1.0 hz.

Frequenza fondamentale di vibrazione del deposito	
Frequenza f (hz)	Periodo T(sec)
0.90	1.11

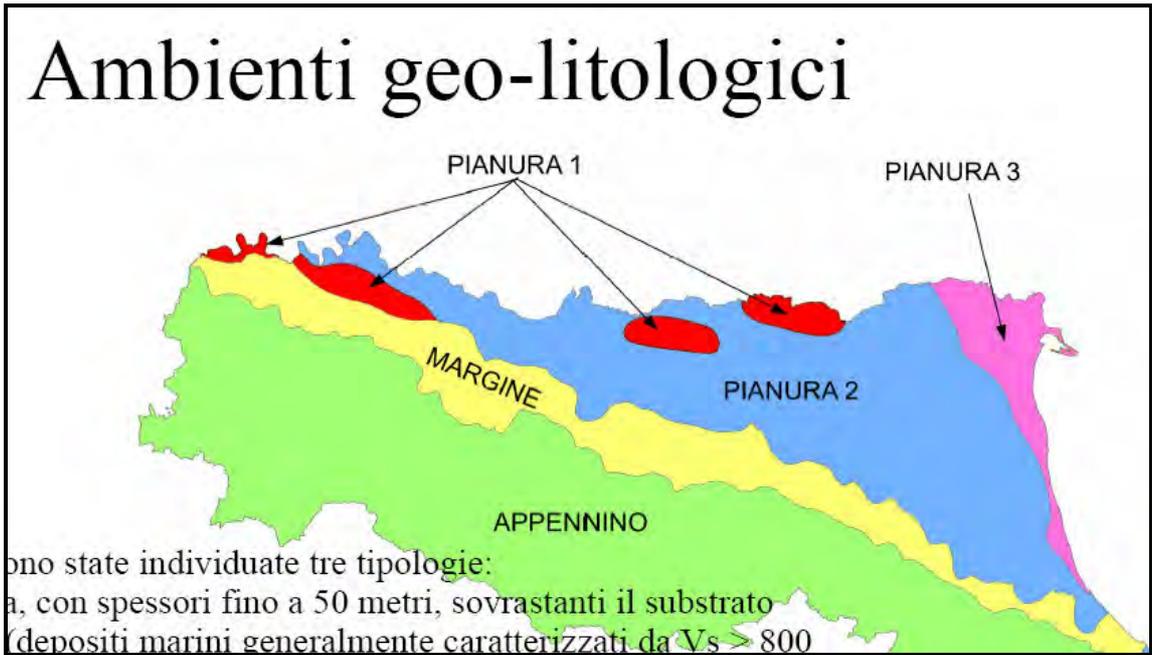
Per quanto riguarda la categoria del suolo di fondazione, secondo la nuova normativa di legge, si inserisce tale suolo nella categoria a cavallo della categoria C e D, in quanto i valori ottenuti dalla indagine con tromografo digitale hanno dato come valori di riferimento una velocità compresa tra 173 e 190 m/s

In mancanza di indagini suppletive si ritiene opportuno effettuare i calcoli considerando un suolo di categoria "D" aventi una $V_{s30} < 180$ m/s che corrisponde ad un valore di $N_{spt} < 15$ $c_u < 70$ kPa

3.2 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

Per calcolare i Fattori di Amplificazione (F.A.) richiesti nell'analisi semplificata devono essere realizzate indagini geotecniche che permettano la definizione dello spessore del deposito di copertura e della profondità del *bedrock* (H) e della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (V_{sH} e V_{s30}) del deposito di copertura. Per il calcolo del fattore di amplificazione, secondo Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015.

Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015 La Giunta Regionale ha approvato l'aggiornamento degli indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica, atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007). In FIGURA viene mostrata la suddivisione delle zone sismogenetiche, i colori indicano i settori in cui è stato suddiviso il territorio.



PIANURA 3: settore di pianura caratterizzato da elevati spessori di sedimenti prevalentemente fini e poco consolidati, alternanze di limi, argille e sabbie di ambiente alluvionale e transizionale, con substrato rigido a profondità non inferiori a 300 m dal p.c. Pur avendo ottenuto una V_s 30 compresa tra 173 e 190 m/sec, (come indicato dalla relazione geofisica allegata), si considera, in termini cautelativi, una V_s pari a 200 m/sec al fine di ottenere i fattori di amplificazione.

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.3	1.3	1.3			
F.A. SI1	1.5	1.5	1.5			
F.A. SI2	2.3	2.3	2.2			
F.A. SI3	2.6	2.6	2.4			

Pianura 3. Tabella dei Fattori di Amplificazione **PGA, SI1, SI2 e SI3.**

- SI1** : $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$
- SI2** : $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$
- SI3** : $0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$

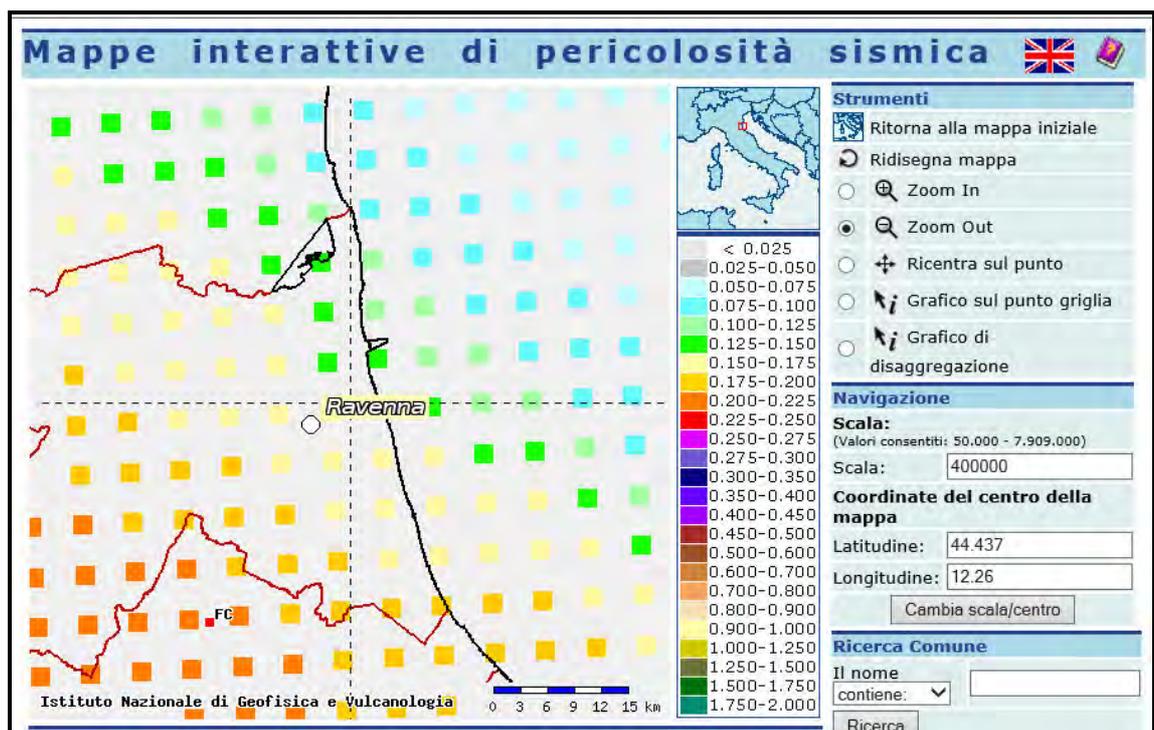
F.A. P.G.A.= 1.3

F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.5$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.0s = 2.3$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.5s = 2.6$

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 14/01/2008, prevede per il comune di Ravenna una accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T=0$ e su suolo rigido ($V_{s30} > 800\text{m/sec}$), appartenente all'intervallo $0,175g - 0,200g$, con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale. In FIGURA si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.



Sito in esame.

latitudine: 44,4642362750762

longitudine: 12,2379387744762

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16965 Lat: 44,4782 Lon: 12,2294 Distanza: 1693,641

Sito 2 ID: 16966 Lat: 44,4789 Lon: 12,2994 Distanza: 5139,556

Sito 3 ID: 17188 Lat: 44,4289 Lon: 12,3004 Distanza: 6323,874

Sito 4 ID: 17187 Lat: 44,4282 Lon: 12,2304 Distanza: 4053,576

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,043 g

Fo: 2,488

Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,054 g

Fo: 2,490

Tc*: 0,276 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,149 g

Fo: 2,575

Tc*:	0,278 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):	
Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	975 [anni]
ag:	0,199 g
Fo:	2,524
Tc*:	0,283 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,800
Cc:	2,440
St:	1,000
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,763
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,800
Cc:	2,380
St:	1,000
Kh:	0,020
Kv:	0,010
Amax:	0,960
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,800
Cc:	2,370
St:	1,000
Kh:	0,065
Kv:	0,032
Amax:	2,636
Beta:	0,240

SLC:

Ss: 1,650

Cc: 2,350

St: 1,000

Kh: 0,079

Kv: 0,039

Amax: 3,216

Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 44.463304

longitudine: 12.236967

3.3 STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua. Durante un terremoto il terreno può essere visto come sottoposto da una serie di cicli di carico variabili in intensità e numero in funzione della magnitudo del sisma stesso. In terremoti di elevata magnitudo è sufficiente un numero ridotto di cicli di carico per produrre la liquefazione del deposito, poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di maggiore intensità. In terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene con un numero superiore di cicli di carico. In definitiva, un'elevata magnitudo del sisma e una lunga durata dello stesso rendono più probabile l'iniziarsi della liquefazione in un deposito a prevalenza sabbiosa. Dall'analisi dei fattori che predispongono un terreno alla liquefazione, tra i quali la granulometria, la profondità del livello potenzialmente liquefacibile, il grado di addensamento dei depositi, in linea generale si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti costituiti da sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile dallo 0 al 25%, si trovano sotto falda, sono da poco a mediamente addensati e si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori a 15 metri). Per la presenza di depositi granulari/incoerenti con spessori > 1,00 m e saturi d'acqua, si

ritiene necessario eseguire la verifica a liquefazione. Come indicato nella DAL n. 112/2007, tra i metodi semplificati sono raccomandati quelli basati su prove CPT e tra questi in particolare il metodo di Idriss & Boulanger, 2004-2008. Per il presente studio sono state quindi realizzate le verifiche della propensione alla liquefazione e dei cedimenti potenziali indotti da sisma sulle verticali delle prove penetrometriche statiche eseguite. Per i calcoli è stato utilizzato il programma "Cliq 2.1" della Geologismiki Geotechnical Software, sviluppato in collaborazione con il Prof. Peter Robertson. L'algoritmo di calcolo utilizzato si basa sul metodo di Idriss & Boulanger, 2004-2007. Le analisi eseguite seguono le procedure di riferimento dettate dall'NCEER. Lo stesso software esegue il calcolo dei cedimenti attesi secondo il metodo proposto da Zhang ed al. (2002), calcolando per tutti i livelli che hanno un fattore di sicurezza inferiore a 2. Il potenziale di liquefazione si ottiene eseguendo il calcolo del fattore di sicurezza FSL, definito dal rapporto CRR su CSR. La metodologia utilizzata permette di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso il confronto tra le caratteristiche granulometriche e di addensamento del deposito, espresse dai valori della resistenza penetrometrica q_c normalizzati con lo sforzo tagliante indotto dal sisma (CRR e CSR). Il fattore di sicurezza alla liquefazione FSL è definito dal rapporto: $FSL = CRR \cdot MSF/CSR$ (dove MSF è il coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma. La liquefazione è in relazione al fattore di sicurezza nel seguente modo

- $FS_L > 1,0$ **liquefazione assente**
- $1,0 < FS_L < 1,25$ **liquefazione possibile**
- $FS_L < 1,00$ **liquefazione molto probabile**

Secondo la normativa i livelli di sabbia presenti alla varie profondità potrebbero avere problematica secondo questa problematica ma tale livello risulta essere troppo sottile per poter essere preso in considerazione per tale pericolo. E' necessario considerare che, secondo alcuni autori (Sherif-Ishibashi, 1978), occorre che i depositi siano costituiti da sabbie o sabbie limose con frazione fine inferiore al 25% che si trovino sotto il livello statico di falda e che siano sovrastati da livelli non liquefacibili con spessore inferiore a 3 metri. I valori dei fattori di sicurezza ottenuti dalle verifiche, comunque superiori all'unità, uniti alla presenza di depositi coesivi dello spessore di almeno 10 metri al di sopra degli strati sabbiosi potenzialmente liquefacibili portano a concludere che i rischi in tal senso nell'area interessata dall'intervento edilizio si possono considerare

estremamente ridotti. Si segnala comunque che, nel caso specifico, alcuni livelli degli strati considerati presentano fattori di sicurezza inferiore a 1; pertanto, per maggiore dettaglio, si è proceduto alla Valutazione dell'indice del potenziale di liquefazione I_L secondo quanto riportato nell'Allegato A3 della Delibera dell'Assemblea legislativa n. 112 – Oggetto n. 2131 del 2 Maggio 2007, modificato dalla DGR 2193-2015 allegato A3, il rischio di liquefazione in base ai valori di tale indice risulta essere:

$I_L =$	→	NON LIQUEFACIBILE ($FI > 1.2$)
$0 < I_L \leq 2$	→	RISCHIO DI LIQUEFAZIONE "BASSO"
$2 < I_L \leq 5$	→	RISCHIO DI LIQUEFAZIONE "MODERATO"
$5 < I_L \leq 15$	→	RISCHIO DI LIQUEFAZIONE "ALTO"
$I_L > 15$	→	RISCHIO DI LIQUEFAZIONE "MOLTO ALTO"

L'indice del potenziale di liquefazione, I_L è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

in cui z è la profondità dal piano campagna in metri e $w(z) = 10 - 0.5z$; ad una data quota z il fattore $F(z) = F$ vale:

$$F = 1 - FL \text{ se } FL \leq 1.0$$

$$F = 0 \text{ se } FL > 1.0$$

dove FL è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

A seconda dei diversi autori si sono ottenuti i seguenti risultati.

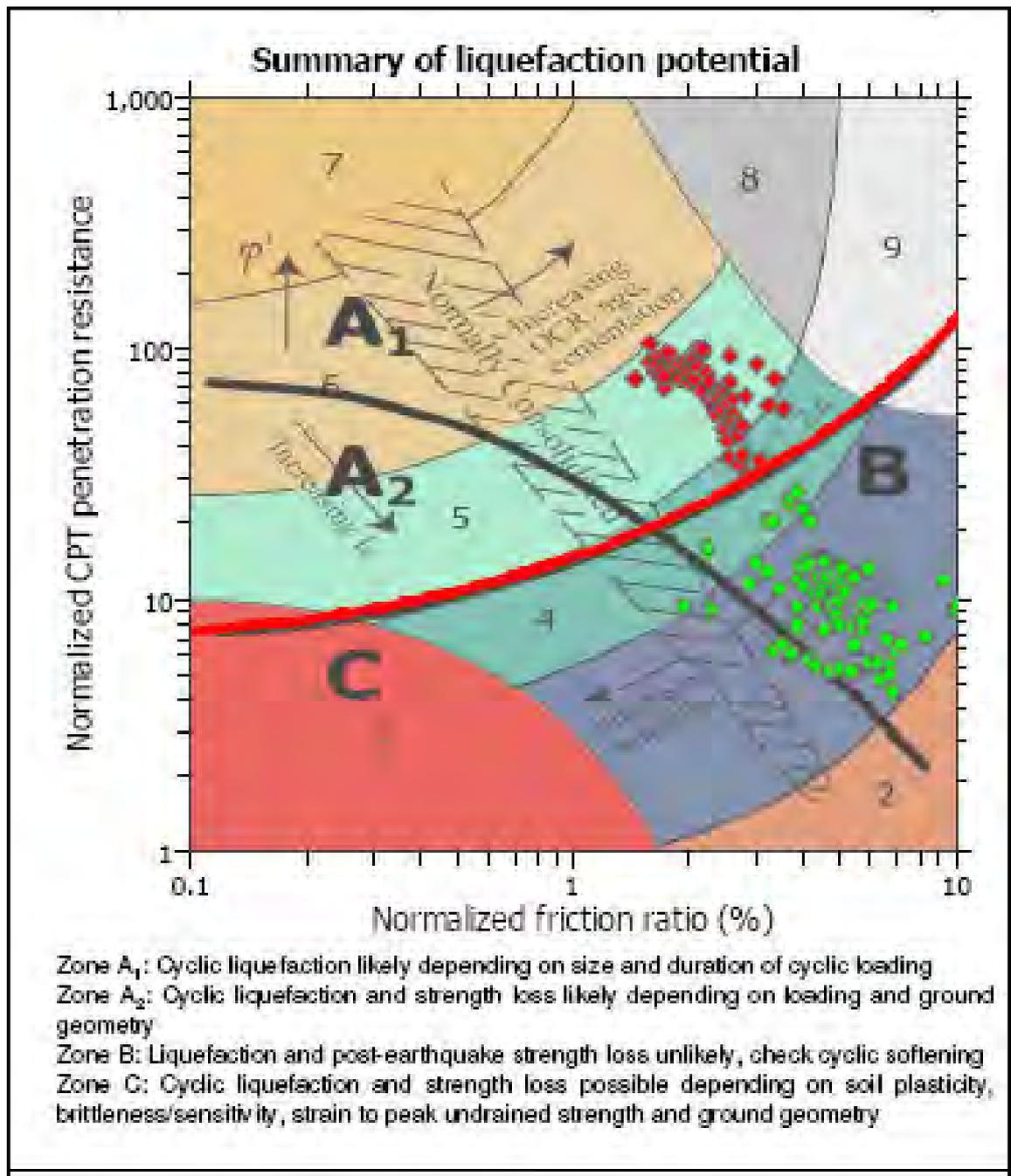
Idriss & Boulanger, 2004-2007: dallo sviluppo dei calcoli attraverso il software CLIQ, si ottiene un valore di $I_L = 1.28$ consente, nel caso specifico, di attribuire al sito in questione un **rischio di liquefazione basso**.

Idriss & Boulanger, 2004-2007: dallo sviluppo dei calcoli attraverso il software CLIQ, si ottiene un valore di $I_L = 3.13$ consente, nel caso specifico, di attribuire al sito in questione un **rischio di liquefazione moderato**.

3.4 CEDIMENTI POST SISMICI

In condizioni di sisma vi possono essere effetti di "riordino" dei sedimenti, con possibilità di cedimenti significativi e che possono coinvolgere sia i depositi granulari poco addensati e recenti (olocenici), sia i sedimenti fini poco coesivi. Nell'ultimo decennio sono state elaborate procedure di stima delle potenziali deformazioni post-sisma anche nei sedimenti fini (limi e argille a comportamento "non drenato"),

provocate da perdite di resistenza. Quest'ultimo fenomeno è noto con il termine “cyclic softening” (Idriss & Boulanger, 2004-2007). Per la stima dei cedimenti post sisma, si è proceduto alla verifica basata sulla classificazione di comportamento di tutti i terreni proposta da Robertson (1990; 2009). La figura propone il diagramma (Q_{tn}-F) di classificazione nel quale si distinguono le zone di potenziale liquefazione e/o di “cyclic softening”. Le zone A1 e A2 corrispondono ai sedimenti di bassa coesione attribuibili a comportamento granulare e suscettibili di liquefazione ciclica, in particolare i sedimenti che ricadono nella zona A2 risultano più suscettibili a perdite anche significative di resistenza in caso di sisma; le Zone B e C ($I_c > 2,6$) corrispondono invece ai terreni coesivi a comportamento argilloso ed entrambi sensibili a “cyclic softening”, in particolare i sedimenti che ricadono nella zona C risultano più suscettibili a perdite di resistenza post-sisma. Limi non plastici saturi spesso cadono nella zona C, tuttavia, il loro CRR è fortemente controllato dalla coesione non drenata c_u .



Nella medesima figura è riportato, inoltre, il plottaggio dei risultati dell'indagine CPT: si evince che i sedimenti a comportamento granulare ($I_c > 2,60$), si distribuiscono quasi totalmente nel campo A1 (sabbie – da sabbie pulite a sabbie limose). I depositi fini ricadono prevalentemente nella zona B. La verifica ha tenuto conto di un livello piezometrico in caso di sisma pari a -1 m e considerando che nei primi 20 metri sono preponderanti i depositi sabbioso limosi, l'analisi dei cedimenti è stata impostata esclusivamente sulle tessiture granulari in condizioni sature. Cedimenti post-sismici in terreni granulari saturi. Nei sedimenti saturi a comportamento granulare, in particolare,

si è proceduto alla stima automatica dei cedimenti utilizzando la recente procedura di Robertson (2009). L'approccio si basa sulla valutazione delle deformazioni volumetriche post-cicliche e calcola i cedimenti sulla base dell'entità del fattore di sicurezza alla liquefazione FL calcolato (se $<1,25$) e sulla base degli esiti di densità relativa D_r desunti dalle resistenze di punta $(q_{c1N})_{cs}$, in accordo con le correlazioni per le stime dei cedimenti di post-liquefazione nelle sabbie sature da prove CPT proposte da Zhang et Al. (2007). I risultati cumulativi dei cedimenti indotti da sisma sono anch'essi stati calcolati attraverso il software Cliq v. 2.2 della Geologismiki Geotechnical Software e riportati graficamente in allegato: in sintesi, si sono ottenuti valori di cedimento pari a **3.69 cm**.

4 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE GEOTECNICHE

L'area in esame è compresa fra la via Baiona, via Canale Magni e canaletta Anic, nella parte meridionale del comparto Ponticelle. Il presente studio, inteso a **verificare l'idoneità dell'area da un punto di vista geologico agli usi proposti**, e' basato sull'analisi estesa ad un adeguato intorno degli aspetti geomorfologici, litologici, e idrologici in modo da caratterizzare l'area nel suo insieme in quanto rivestono particolare importanza ai fini della futura edificazione.

Una volta definiti gli obbiettivi dell'indagine, si e' proceduto alla raccolta dei dati esistenti in bibliografia ed ai sopralluoghi di campagna. **Questa relazione va a completare quella già eseguita nel settembre 2012**, redatta dal dott. geol. Angeli Angelo di Cesena e **tutta la relazione si basa sulle sue indagini effettuate a suo tempo per la redazione del PUA**. In particolare, nel 2012 furono realizzate 3 prove penetrometriche statiche eseguite con punta meccanica (CPT) spinte fino alla profondità di 30 metri dal p.c., in modo da acquisire i parametri litologici e geotecnici necessari a verificare l'edificabilità, e 2 indagini geofisiche per la determinazione del parametro $v_{s,30}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità) mediante tromografo digitale "Tromino". In aggiunta a queste prove, sono state consultate alcune indagini presenti in archivio:

- 6 prove penetrometriche ed un sondaggio a carotaggio continuo eseguite in prossimità dell'area in esame;
- un'indagine geofisica "Tromino" eseguita nell'area di via Baiona.

Per maggiori dettagli sull'ubicazione delle indagini e sui risultati delle stesse, si rimanda alla relazione geologica del settembre 2012, di cui vengono di seguito sintetizzate le conclusioni:

- a. stratigrafia del terreno: **"Dalle sezioni risulta evidente come la stratigrafia del terreno sia sostanzialmente uniforme su tutta l'area in esame"**;
- b. caratteristiche geotecniche del terreno: **"La situazione del terreno di fondazione è tale da consentire in generale l'adozione di fondazioni dirette"**;
- c. aspetti sismici: **"Nessuno degli strati analizzati è risultato liquefacibile per cui si può escludere il pericolo di liquefazione per l'area in esame (secondo quanto**

riportato dal dott. Angeli Angelo); secondo l'autore Idriss&Boulanger 2014 l'area ha un potenziale di liquefazione definito moderato.

In sintesi, non avendo ad oggi effettuato indagini geognostiche ulteriori nell'area in esame e viste le prescrizioni della Conferenza dei Servizi del 20.11.2017, **gli obiettivi del presente documento** vengono di seguito elencati:

1. integrare la relazione geologica del settembre 2012 secondo opportune indicazioni in materia di normativa sismica regionale, riportate nel Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n.2913/2015;
2. rispondere alle prescrizioni della Conferenza dei Servizi del 20.11.2017 in merito alla compatibilità, dal punto di vista geotecnico, dei futuri interventi di riqualificazione industriale con l'intervento di messa in sicurezza previsto dal Progetto Operativo di Bonifica.

5 COMPATIBILITÀ GEOTECNICA CON LA FUTURA RIQUALIFICAZIONE

L'intervento di Messa In Sicurezza Permanente (MISP), adeguatamente dettagliato nel Progetto Operativo di Bonifica (POB), prevede un capping di copertura che risponda ai seguenti requisiti:

- isolamento dei materiali interrati dall'ambiente esterno;
- minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua;
- riduzione al minimo degli interventi di manutenzione;
- resistenza agli assestamenti ed alle sollecitazioni (anche transiti soprastanti il pacchetto).

Il sistema di copertura sarà costituito da un pacchetto multistrato, formato dai seguenti elementi (dall'alto verso il basso):

1. strato di protezione/copertura con spessore minimo di 50 cm (di tipologia differente in base alle previsioni di sviluppo futuro delle aree);
2. geocomposito drenante a protezione del telo sottostante ed in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra i manti geosintetici di impermeabilizzazione;
3. geomembrana impermeabile in HDPE da 1,5 mm di spessore (funzione di impermeabilizzazione);
4. geocomposito bentonico (con funzione barriera naturale a bassa permeabilità).

5. strato di regolarizzazione con spessore variabile.

Al termine della posa del sistema di copertura, l'intervento di MISP sarà soggetto a due fasi distinte di carico, ovvero:

1. fase transitoria, in cui lo strato di protezione/copertura verrà opportunamente aumentato in termini di spessore in base alle installazioni previste dalla futura riqualifica industriale;
2. fase a lungo termine, in cui l'intero pacchetto multistrato sarà soggetto ad ulteriori carichi a seconda della tipologia di riqualificazione:
 - aree destinate ad infrastrutture stradali e parcheggi;
 - aree verdi di mitigazione standard;
 - aree destinate all'impianto fotovoltaico
 - aree destinate ad attività produttive con edifici e impianti.

Sulla base di quanto sopra esposto ed analizzando strutturalmente il pacchetto impermeabile del capping (geomembrana impermeabile in HDPE e geocomposito bentonitico), **la condizione di carico più gravosa risulta essere quella sviluppata nelle aree destinate ad attività produttive con edifici e impianti.**

Secondo quanto riportato nel POB, è stato valutato in via preliminare di installare strutture con opere fondazionali di tipo superficiale, al fine di evitare l'insorgere di forze localizzate e di permettere una distribuzione omogenea degli sforzi, con carico strutturale agente sul piano di appoggio variabile indicativamente da 0,5 kg/cm² a 5 kg/cm². Lo spettro di carico è legato alla possibilità di installare diverse soluzioni di fondazioni superficiali (plinti, travi rovesce, platee), le quali distribuiscono differentemente il carico delle strutture fuori terra.

Il pacchetto impermeabile del capping, costituito dalla geomembrana impermeabile in HDPE e dal geocomposito bentonitico, risulta essere:

- altamente deformabile e quindi adattabile rispetto ai terreni di copertura e di riprofilatura in cui è inserito;
- di spessore trascurabile rispetto agli strati di terreno confinanti;
- solidale, sia fisicamente che in termini di risposta strutturale, ai terreni di copertura e di riprofilatura.

Tale configurazione implica che il pacchetto impermeabile non risulti essere sostanzialmente soggetto ai carichi fondazionali.

Un approfondimento in merito alla resistenza strutturale della geomembrana e del geocomposito può essere condotto attraverso **l'analisi dei cedimenti legati ai carichi insistenti**.

A titolo esemplificativo, ipotizzando la realizzazione di un edificio a due piani fuori terra con le seguenti caratteristiche:

- fondazione diretta su platea impostata a **0.40/0.50 m** con ingombri in sagoma di area pari a 400 mq (in pianta 20 * 20 m);
- pressione massima scaricata sul terreno di fondazione in riferimento allo SLE (Stato Limite di Esercizio) pari a circa 0.60-0.80 kg/cm²;

è possibile calcolare i cedimenti attesi sulla base dei risultati delle indagini geognostiche e definendo i seguenti parametri: ΔS_n = incremento di carico dello strato n; $m_{a,n}$ = indice di compressibilità volumetrica dello strato n, dedotto da correlazioni empiriche con R_p (resistenza alla punta misurata con il penetrometro), dedotte da tabella; H_n = spessore dello strato n; ΔS_n = cedimento dello strato n; S_{TOT} = cedimento totale.

Si applica quindi la formula $\Delta S_n = \Delta P_{an} \times m_v \times H_n$. Sotto questi carichi il cedimento previsto risulta essere di circa 5/8 cm.

Pertanto, considerando ulteriormente di analizzare i cedimenti anche nelle condizioni di carico in riferimento allo SLU (Stato Limite Ultimo), **l'ordine di grandezza dei cedimenti risultanti è comunque non paragonabile con le caratteristiche prestazionali del pacchetto impermeabile**, il quale garantisce:

- elevate resistenze alla trazione, al punzonamento ed alla lacerazione;
- estrema deformabilità (la membrana in HDPE garantisce valori di allungamento a snervamento superiore al 10% ed allungamenti a rottura dell'ordine dell'800%).

Per quanto sopra, l'analisi dettagliata dei cedimenti (assoluti e differenziali) in fase di progettazione esecutiva verrà sviluppata per soddisfare *in primis* la verifica dell'integrità strutturale, sia in termini di SLE che SLU, degli edifici/impianti fuori terra a seconda della tipologia di opera fondazionale (garanzia della compatibilità strutturale). I cedimenti calcolati per soddisfare gli stati limite non vanno ad influire sulle caratteristiche prestazionali dell'intervento di MISP.

In sintesi, si può confermare che:

- l'intervento di MISP è compatibile a livello geotecnico, sia in termini di resistenza al carico che alle deformazioni, con le future opere di riqualificazione industriale.

Assieme alla compatibilità geotecnica, dovrà essere garantito il mantenimento dell'efficacia del sistema di isolamento delle matrici ambientali offerte dal capping di progetto previsto nel POB. In particolare, nel corso della progettazione delle opere, dovranno essere tenuti in considerazione i seguenti elementi di attenzione:

- si dovrà tener conto della presenza del capping di messa in sicurezza del sito, costituito, oltre che dallo strato di regolarizzazione sottostante, da un pacchetto di materiali geosintetici (geocomposito bentonico + geomembrana in HDPE + georete drenante) e dal sovrastante terreno di copertura/protezione di spessore ≥ 50 cm;
- si dovrà comunque garantire che la deformazione attesa, legata allo sviluppo di cedimenti differenziali dei terreni, sia tale da:
 - non sottoporre la geomembrana in HDPE a deformazioni superiori al suo carico di snervamento, quantificabile in un allungamento max. del telo del 10% rispetto alla configurazione indeformata, pur rimarcando che anche in seguito a snervamento, sono garantiti allungamenti del telo dell'ordine dell'800%, prima dell'insorgenza di fenomeni di rottura;
 - non permettere l'eventuale formazione di contropendenze tali da alterare il sistema di regimazione delle acque nei bacini di laminazione permanenti;
- si dovrà garantire il mantenimento di un franco di sicurezza di circa 50 cm dai teli geosintetici nel caso di realizzazione di pavimentazioni carrabili e fondazioni superficiali di strutture pesanti;
- si dovrà garantire il mantenimento di un franco di sicurezza di circa 20 cm dai teli geosintetici nel caso di realizzazione di sottoservizi (scatolari, cavidotti, tubazioni, ecc.).

In fase di progettazione esecutiva sarà condotta una campagna di caratterizzazione geotecnica finalizzata a definire nel dettaglio la risposta geomeccanica sia del terreno in posto che di quello facente parte del capping. Tali risultati fungeranno da base per la riformulazione dei carichi strutturali e dei cedimenti derivanti. In particolare, la

progettazione delle strutture fuori terra sarà sviluppata in funzione dei cedimenti assoluti e differenziali, sia nel breve che nel lungo termine (possibili fenomeni di consolidazione nel caso di presenza di lenti argillose).

Infine, si precisa che **le quote dei riporti di terreno, di caratteristiche certificate, che saranno previste nell'ambito degli interventi di urbanizzazione primaria e di riqualifica industriale, consentiranno spessori adeguati per la compresenza nelle varie aree delle opere previste.** Inoltre, si rappresenta che sarà valutata la necessità di adottare opportune soluzioni tecniche per l'ottimizzazione della capacità portante in funzione delle future opere previste da PUA/riqualifica industriale (a riguardo, nel POB è previsto il consolidamento dei terreni con calce nelle aree destinate ad infrastrutture stradali e parcheggi).

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090001-ENG-R-RV-6295	PVI: 090001	N° COMMESSA RE-0001-BSRA-1-I
	TITOLO Progettazione FEED PUA - Area Ponticelle			Pag. 32 di 35
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE TEBO	INDICE DI REV. 00	

ANNESSO 2: Indagini geognostiche in area FORSU: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati, SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati, Prove penetrometriche CPTU (con prove dissipazione), Indagine georadar Prove sismiche in sito MASW e HVSR. Sito Eni Ravenna – area Ponticelle. Report attività svolte (Gaia, marzo-aprile 2018)



gaia di Elena Ghetti & C. s.n.c.
Sede legale e operativa:
via Pironi, 68, 44012 Bondeno (Ferrara)
Tel/Fax: 0532-898245
e-mail: consulenze@gaia-ambiente.eu

RTI
HERAMBIENTE SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA/TIM
OIL/EUREKA/VEOLIA

INDAGINI GEOGNOSTICHE

**Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo,
prelievo campioni indisturbati,
SPT in foro e prelievo campioni rimaneggiati,
Prove penetrometriche CPTU,
Prove di dissipazione,
Rilievo topografico**

sito ENI

Ravenna – area Ponticelle

REPORT ATTIVITA' SVOLTE

Periodo attività: 08 Marzo - 06 Aprile 2018



ATTIVITA' IN SITO

Nel periodo compreso tra l'8 marzo e il 6 aprile 2018 sono state eseguite attività di caratterizzazione geognostica sul sito Eni Ravenna - Ponticelle. Le attività hanno riguardato, in particolare:

- ☑ Realizzazione di n°3 sondaggi stratigrafici a caro taglio continuo, denominati BH_01, BH_02 e BH_03;
- ☑ Prelievo campioni indisturbati, n°2 per ciascun ca rotaggio, destinati a prove di laboratorio geotecnico (trattate nel capitolo successivo);
- ☑ Realizzazione di n°32 (complessive) prove SPT, a punta aperta, in foro di sondaggio, con prelievo campioni rimaneggiati da destinare a prove di laboratorio geotecnico (trattate nel capitolo successivo).
- ☑ Realizzazione di n°7 prove penetrometriche statiche e di tipo CPTU, denominate CPTU 1, CPTU 2, CPTU 3, CPTU 4, CPTU 5, CPTU 6 e CPTU 7;
- ☑ Realizzazione di n°3 (complessive) prove di dissipazione durante l'esecuzione delle prove penetrometriche
- ☑ Rilievo topografico di tutti i punti indagine (carotaggi e penetrometrie)

In **Allegato 1** si riportano le stratigrafie relative a BH_01, BH_02 e BH_03; in **Allegato 2** si riporta log stratigrafico delle CPTU, con sintesi parametri geotecnici; in **Allegato 3** si riporta certificato delle prove di dissipazione eseguite; in **Allegato 4** si riporta planimetria con ubicazione punti indagine (da rilievo topografico), unitamente alle quote; in **Allegato 5** si riporta copia dei certificati di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni indisturbati e in **Allegato 6** si riporta copia dei certificati di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni rimaneggiati

Di seguito si riporta documentazione fotografica relativa all'esecuzione delle attività svolte.

SONDAGGI STRATIGRAFICI CON PROVE SPT IN FORO

SONDAGGIO BH-01

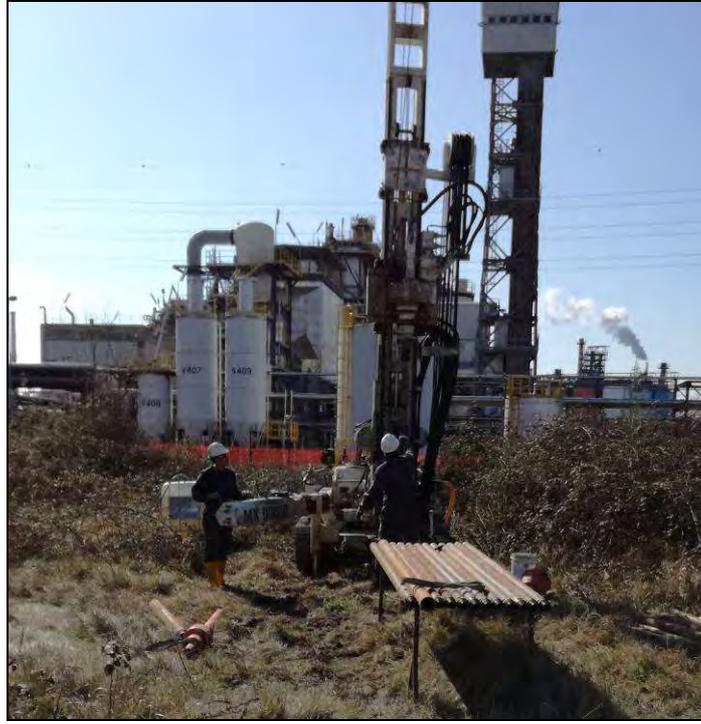


Fig. 1. Posizionamento ed esecuzione del sondaggio BH-01 con sonda Gaia.



Fig. 2. Carote del tratto tra 0,0m e 5,0m da p.c. del sondaggio BH-01.



Fig. 3. Carote del tratto tra 5,0m e 10,0m da p.c. del sondaggio BH-01.



Fig. 4. Carote del tratto tra 10,0m e 15,0m da p.c. del sondaggio BH-01.



Fig. 5. Carote del tratto tra 15,0m e 20,0m da p.c. del sondaggio BH-01. Campione indisturbato di tipo Shelby (BH-01 Sh1) prelevato tra 15,0m e 15,5m da p.c.



Fig. 6. Carote del tratto compreso tra 20,0m e 25,0m da p.c. del sondaggio BH-01. Campione indisturbato di tipo Shelby (BH-01 Sh2) prelevato tra 21,0m e 21,5m da p.c.



Fig. 7. Carote del tratto compreso tra 25,0m e 30,0m da p.c. del sondaggio BH-01.



Fig. 8. Carote del tratto compreso tra 30,0m e 35,0m da p.c. del sondaggio BH-01.



Fig. 9. Esecuzione prove SPT durante il sondaggio BH-01

SONDAGGIO BH-02



Fig.10. Posizionamento ed esecuzione del sondaggio BH-02 con sonda Gaia.



Fig. 11. Carote del tratto compreso tra 0,0m e 0,5m da p.c. del sondaggio BH-02



Fig. 12. Carote del tratto compreso tra 5,0m e 10,0m da p.c. del sondaggio BH-02.



Fig. 13. Carote del tratto compreso tra 10,0m e 15,0m da p.c. del sondaggio BH-02.



Fig. 14. Carote del tratto compreso tra 15,0m e 20,0m da p.c. del sondaggio BH-02. Vuoto tra 15,0m - 15,5m e 19,5m-20,0m per prelievo campioni indisturbati.



Fig. 15. Carote del tratto compreso tra 20,0m e 25,0m da p.c. del sondaggio BH-02.



Fig. 16. Carote del tratto compreso tra 25,0m e 30,0m da p.c. del sondaggio BH-02.



Fig. 17. Carote del tratto compreso tra 30,0m e 35,0m da p.c. del sondaggio BH-02.



Fig. 18. Campioni indisturbati di tipo Shelby (Sh-01, Sh-02) prelevati durante il sondaggio BH-02.



Fig. 19. Esecuzione delle prove SPT all'interno del sondaggio BH-02.

SONDAGGIO BH-03



Fig.20. Posizionamento ed esecuzione del sondaggio BH-03 con sonda Gaia.



Fig. 21. Carote del tratto compreso tra 0,0m e 5,0m da p.c. del sondaggio BH-03



Fig. 22. Carote del tratto compreso tra 5,0m e 10,0m da p.c. del sondaggio BH-03



Fig. 23. Carote del tratto compreso tra 10,0m e 15,0m da p.c. del sondaggio BH-03.



Fig. 24. Carote del tratto compreso tra 15,0m e 20,0m da p.c. del sondaggio BH-03. Campione indisturbato di tipo Shelby (BH-03 Sh1) prelevato tra 18,0m e 18,5m da p.c.



Fig. 25. Carote del tratto compreso tra 20,0m e 25,0m da p.c. del sondaggio BH-03. Vuoto tra 21,0m - 21,5m per prelievo campione indisturbat BH_03 Sh 2.



Fig. 26. Carote del tratto compreso tra 25,0m e 30,0m da p.c. del sondaggio BH-03



Fig. 27. Carote del tratto compreso tra 30,0m e 35,0m da p.c. del sondaggio BH-03.



Fig. 28. Esecuzione delle prove SPT all'interno del sondaggio BH-03.



Fig. 29. Apertura del campionatore utilizzato per le SPT effettuate all'interno dei sondaggi.

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU



Fig. 30. Esecuzione della prova CPTU-01, piazzamento della sonda (Geoprobe Gaia), segnaletica di sicurezza e delimitazione dell'area con nastro B/R.



Fig. 31. Esecuzione della prova CPTU-02, piazzamento della sonda (Geoprobe Gaia), segnaletica di sicurezza e delimitazione dell'area con nastro B/R.



Fig. 32. Esecuzione della prova CPTU-03, piazzamento della sonda (Geoprobe Gaia) segnaletica di sicurezza e delimitazione dell'area con nastro B/R.



Fig. 33. Esecuzione della prova CPTU-05, piazzamento della sonda (Geoprobe Gaia).



Fig. 34. Esecuzione della prova CPTU-06, piazzamento della sonda (Geoprobe Gaia) e delimitazione dell'area con nastro B/R.



Fig. 35. Esecuzione della prova CPTU-07, piazzamento della sonda (Geoprobe Gaia) e delimitazione dell'area con nastro B/R.

RILIEVO TOPOGRAFICO



Fig. 36.. Esecuzione rilievo topografico

ATTIVITA' DI LABORATORIO GEOTECNICO

Come anticipato si è proceduto al prelievo di n° 6 campioni indisturbati (due campioni per ciascun carotaggio) destinati all'esecuzione di prove di laboratorio geotecnico, unitamente al prelievo dei campioni rimaneggiati da SPT in foro, per la valutazione della tessitura. Di seguito la sintesi delle caratteristiche dei campioni prelevati, indisturbati e rimaneggiati.

CAMPIONI INDISTURBATI PRELEVATI		
CAMPIONE	PROFONDITA' (m-m da p.c.)	PROVE ESEGUITE
BH_01 Sh1	15,0-15,5	Granulometria per sedimentazione Umidità naturale Peso di volume Limiti di Atterberg Peso specifico dei grani Prova edometrica Prova di taglio diretto
BH_01 Sh2	21,0-21,5	Granulometria per sedimentazione Umidità naturale Peso di volume Limiti di Atterberg Peso specifico dei grani Prova edometrica
BH_02 Sh1	15,0-15,5	Granulometria per sedimentazione Umidità naturale Peso di volume Limiti di Atterberg Peso specifico dei grani Prova edometrica Prove chimiche
BH_02 Sh2	19,5-20,0	Granulometria per sedimentazione Umidità naturale Peso di volume Limiti di Atterberg Peso specifico dei grani Prova edometrica Prova di taglio diretto
BH_03 Sh1	18,0-18,5	Granulometria per sedimentazione Umidità naturale Peso di volume Limiti di Atterberg Peso specifico dei grani Prova edometrica Prova di taglio diretto
BH_03 Sh2	21,0-21,5	Granulometria per sedimentazione Umidità naturale Peso di volume Limiti di Atterberg Peso specifico dei grani Prova edometrica

CAMPIONI RIOMANEGGIATI PRELEVATI					
CAMPIONE	PROF. (m-m da p.c.)	PROVE ESEGUITE	CAMPIONE	PROF. (m-m da p.c.)	PROVE ESEGUITE
BH_01 SPT01	3,00-3,45	Granulometria	BH_02 SPT06	10,50-10,95	Granulometria
BH_01 SPT02	4,50-4,95	Granulometria	BH_02 SPT07	12,00-12,45	Granulometria
BH_01 SPT03	6,00-6,45	Granulometria	BH_02 SPT08	13,50-13,95	Granulometria
BH_01 SPT04	7,50-7,95	Granulometria	BH_02 SPT09	30,00-30,45	Granulometria
BH_01 SPT05	9,00-9,45	Granulometria	BH_02 SPT10	31,50,-31,95	Granulometria

Sito:
Stabilimento ENI
Ravenna, loc. Ponticelle



gaia di Elena Ghetti & C. s.n.c.
Sede legale e operativa:
via Pironi, 68, 44012 Bondeno (Ferrara)
Tel/Fax: 0532-898245
e-mail: indagini@gaia-ambiente.eu

BH_01 SPT06	10,50-10,95	Granulometria	BH_02 SPT11	33,00-33,45	Granulometria
BH_01 SPT07	12,00-12,45	Granulometria	BH_03 SPT01	3,00-3,45	Granulometria
BH_01 SPT08	13,50-13,95	Granulometria	BH_03 SPT02	4,50-4,95	Granulometria
BH_01 SPT09	28,50-28,95	Granulometria	BH_03 SPT03	6,00-6,45	Granulometria
BH_01 SPT10	30,00-30,45	Granulometria	BH_03 SPT04	7,50-7,95	Granulometria
BH_01 SPT11	31,50,-31,95	Granulometria	BH_03 SPT05	9,00-9,45	Granulometria
BH_02 SPT01	3,00-3,45	Granulometria	BH_03 SPT06	10,50-10,95	Granulometria
BH_02 SPT02	4,50-4,95	Granulometria	BH_03 SPT07	12,00-12,45	Granulometria
BH_02 SPT03	6,00-6,45	Granulometria	BH_03 SPT08	30,00-30,45	Granulometria
BH_02 SPT04	7,50-7,95	Granulometria	BH_03 SPT09	31,50,-31,95	Granulometria
BH_02 SPT05	9,00-9,45	Granulometria	BH_03 SPT10	33,00-33,45	Granulometria

In **Allegato 5** e in **Allegato 6** si riporta, rispettivamente, copia dei certificati di prova sui campioni indisturbati e rimaneggiati emessi dal laboratorio geotecnico incaricato (Elletipi srl, di Ferrara).



gaia di Elena Ghetti & C. s.n.c.
Sede legale e operativa:
via Pironi, 68, 44012 Bondeno (Ferrara)
Tel/Fax: 0532-898245
e-mail: consulenze@gaia-ambiente.eu

RTI
HERAMBIENTE SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA/TIM
OIL/EUREKA/VEOLIA

Sito ENI Ravenna - Ponticelle

ALLEGATO 1 - STRATIGRAFIE SONDAGGI



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>14-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>15-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Tamburini Silvia</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 01</u>	Profondità falda:	<u>0,9 m da p.c.</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	S.P.T. prof. (m)	S.P.T. n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
0,5		2,1	2,1	Limo sabbioso e sabbia limosa con isolati clasti centimetrici, color nocciola				
1,5								
2,5		2,7	0,6	Sabbia limosa media, colore da grigio scuro a grigio chiaro, sciolta				
3,5								
4,5		6,0	3,1	Sabbia debolmente limosa medio fine sciolta, color nocciola - livello torboso a 5,8m				
5,5								
6,5		8,6	8,6	Sabbia debolmente limosa medio fine, colore grigio, sciolta				
7,5								
8,5		8,6	8,6	Sabbia debolmente limosa medio fine, colore grigio, sciolta				
9,5								
10,5		8,6	8,6	Sabbia debolmente limosa medio fine, colore grigio, sciolta				
11,5								



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>14-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>15-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Tamburini Silvia</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 01</u>	Profondità falda:	<u>0,9 m da p.c.</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	S.P.T. prof. (m)	S.P.T. n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
11,5								
12,5				Sabbia debolmente limosa medio fine, colore grigio	BH 01 SPT 07 12,0-12,45	SPT 07 12,0m	N1=4 N2=9 N3=14	
13,5								
14,5		14,6						
		15,0	0,4	Limo debolmente sabbioso color grigio				
		15,5	0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO	BH 01 Sh 01 15,0-15,5			
16,5		16,5	1,0	Argilla limosa plastica poco consistente, colore grigio				15,7 m pp 0,25 16,2 m pp 0,4 16,5 m pp 0,25 16,8 m pp 0,3 17,3 m pp 0,4 tv 0,2 17,5 m pp 0,45 tv 0,2
17,5		17,7	1,2	Limo argilloso poco consistente, colore grigio				17,7 m pp 0,4 tv 0,2
		18,0	0,3	Limo sabbioso di colore grigio				18,2 m pp 0,6 tv 0,25 18,7 m pp 0,5 tv 0,2
18,5								19,3 m pp 0,35 tv 0,15
19,5			3,0	Alternanze centimetriche di limi, limi argillosi e limi sabbiosi, colore grigio, poco consistenti				19,6 m pp 0,55 tv 0,2
20,5		21,0						20,2 m pp 0,65 tv 0,25
		21,5	0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO	BH 01 Sh. 02 21,0-21,5			20,5 m pp 0,5 tv 0,15
21,5								20,8 m pp 0,7 tv 0,2
22,5				Limo argilloso poco consistente di colore grigio, locali gasteropodi, frazione sabbiosa fine tra 24,8 e 25m				22,4 m pp 0,65 tv 0,25 22,8 m pp 0,6 tv 0,25



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>14-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>15-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Tamburini Silvia</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 01</u>	Profondità falda:	<u>0,9 m da p.c.</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	S.P.T. prof. (m)	S.P.T. n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
23,5								23,4 m pp 0,45 tv 0,15
24,5			5,4	Limo argilloso poco consistente di colore grigio, locali gasteropodi, frazione sabbiosa fine tra 24,8 e 25m				23,8 m pp 0,35 tv 0,2 24,2 m pp 0,55 tv 0,2 24,7 m pp 0,45 tv 0,15 25,2 m pp 0,25 25,5 m pp 0,45 25,8 m pp 0,25 26,2 m pp 0,35 26,5 m pp 0,3 26,8 m pp 0,25
26,5		26,9						
27,5		27,3	0,4	Torba				
		27,7	0,4	Argilla compatta color grigio scuro				27,5 m pp 0,9
			0,6	Limo sabbioso debolmente argilloso, colore grigio				
28,5		28,3						
29,5			3,6	Sabbia medio-fine, colore grigio, mediamente addensata	BH 01 SPT 09 28,5-28,95	SPT 09 28,5m	N1=8 N2=13 N3=17	
30,5								
31,5								
		31,9						
		32,3	0,4	Argilla torbosa				
32,5			0,6	Argilla compatta color grigio chiaro con frazione limosa tra 32,5 e 32,6				32,5 m pp 0,85 32,7 m pp 1,05
		32,9						
		33,2	0,3	Limo sabbioso molle color grigio chiaro				
33,5								33,5 m pp 0,85 33,7 m pp 0,9
			1,8	Argilla a tratti debolmente limosa, molto plastica e consistente, color grigio chiaro				34,2 m pp 1,35 34,5 m pp 1,55 34,7 m pp 1,4
34,5								
		35,0						

NOTE: tutti gli intervalli sabbiosi contengono frammenti di bivalvi



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>08-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>09-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Ganzerla Davide</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 02</u>	Profondità falda da p.c.:	<u>1,0 m</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	SPT prof. (m)	SPT n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
0,5		0,3	0,3	Ghiaia di riporto color grigio, sciolta				
1,5			2,7	Sabbia fine debolmente limosa color marrone, sciolta				
2,5		3,0						
3,5					BH 02 SPT 01 3,0-3,45	SPT 01 3,0m	N1=4 N2=6 N3=8	
4,5					BH 02 SPT 02 4,5-4,95	SPT 02 4,5m	N1=4 N2=6 N3=9	
5,5								
6,5				Sabbia media con frammenti di gusci di bivalvi, color grigio scuro, sciolta	BH 02 SPT 03 6,0-6,45	SPT 03 6,0m	N1=4 N2=6 N3=9	
7,5					BH 02 SPT 04 7,5-7,95	SPT 04 7,5m	N1=4 N2=6 N3=10	
8,5								
9,5					BH 02 SPT 05 9,0-9,45	SPT 05 9,0m	N1=5 N2=8 N3=11	
10,5					BH 02 SPT 06 10,5-10,95	SPT 06 10,5m	N1=5 N2=8 N3=11	
11,5								



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>08-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>09-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Ganzerla Davide</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 02</u>	Profondità falda da p.c:	<u>1,0 m</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	SPT prof. (m)	SPT n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
11,5	[Litologia: Sabbia media con frammenti di gusci di bivalvi]	13,9	10,9	Sabbia media con frammenti di gusci di bivalvi, color grigio scuro, sciolta	BH 02 SPT 07 12,0-12,45	SPT 07 12,0m	N1=5 N2=9 N3=13	
12,5			13,9					
13,5	[Litologia: Limo argilloso debolmente sabbioso con frammenti di gusci di bivalvi]	15,0	1,1	Limo argilloso debolmente sabbioso con frammenti di gusci di bivalvi, color grigio scuro, poco compatto				14,2 m pp 0,35
14,5			0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO	BH02 Sh.01 15,0-15,5	SPT 08 13,5m	N1=5 N2=8 N3=12	14,5 m pp 0,30
15,5	[Litologia: Limo debolmente argilloso, con livelli centimetrici limo-sabbiosi]	18,1	2,6	Limo debolmente argilloso, con livelli centimetrici limo-sabbiosi, color grigio scuro, poco consistente				14,8 m pp 0,25
16,5			0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO				15,8 m pp 0,35
17,5	[Litologia: Limo sabbioso color grigio scuro, sciolto]	19,5	1,4	Limo sabbioso color grigio scuro, sciolto				16,3 m pp 0,5
18,5			0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO	BH02 Sh.02 19,5-20,0			16,6 m pp 0,4
19,5	[Litologia: Limo argilloso debolmente sabbioso color grigio scuro, poco compatto]	22,0	2,0	Limo argilloso debolmente sabbioso color grigio scuro, poco compatto (inconsistente fino a 20,7 m)				17,2 m pp 0,45
20,5			0,8	Limo sabbioso color grigio scuro, poco addensato				17,5 m pp 0,5
21,5	[Litologia: Limo sabbioso color grigio scuro, poco addensato]	22,8	0,8	Limo sabbioso color grigio scuro, poco addensato				17,8 m pp 0,45
22,5								



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>08-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>09-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Ganzerla Davide</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 02</u>	Profondità falda da p.c.:	<u>1,0 m</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	SPT prof. (m)	SPT n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)													
23,5		27,8	5,0	Limo argilloso debolmente sabbioso color grigio scuro, mediamente compatto				23,2 m pp 0,6 23,5 m pp 0,55 23,8 m pp 0,7 vt 0,25 24,2 m pp 0,65 24,5 m pp 0,5 24,8 m pp 0,6 25,2 m pp 0,5 25,5 m pp 0,45 25,8 m pp 0,5 26,2 m pp 0,5 26,5 m pp 0,55 26,8 m pp 0,7 27,5 m pp 0,8 vt. 0,35													
24,5								28,2	0,4	Argilla organica con resti vegetali color marrone-rossastro, molto compatta				28 m pp 1,2 vt 0,5							
25,5								28,5	0,3	Sabbia fine limosa color grigio chiaro, poco addensata											
26,5								30,0	1,5	Sabbia fine-media debolmente limosa color grigio chiaro, poco addensata											
27,5															30,5	3,8	Sabbia media color grigio chiaro, sciolta				BH 02 SPT 09 30,0-30,45 SPT 09 30,0m N1=9 N2=15 N3=20
28,5																					
29,5								33,8	1,2	Argilla color grigio chiaro, compatta					BH 02 SPT 11 33,0-33,45 SPT 11 33,0m N1=10 N2=16 N3=21						
30,5																34,2 m pp 1,6 vt 0,6 34,5 m pp 1,7 34,8 m pp 1,45					
31,5								35,0													



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>FNI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>15-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Víctor</u>
Data di fine:	<u>16-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Tamburini Silvia</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 03</u>	Profondità falda:	<u>0,8 m da p.c.</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	S.P.T. prof. (m)	S.P.T. n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
0,5		1,7	1,7	Sabbia limosa fine color nocciola, sciolta				
1,5		1,7						
2,3		2,3	0,6	Torba				
2,5								
3,5		2,6	2,6	Sabbia fine limosa color nocciola, sciolta	BH 03 SPT 01 3,0-3,45	SPT 01 3,0m	N1=5 N2=8 N3=9	
4,5		4,9			BH 03 SPT 02 4,5-4,95	SPT 02 4,5m	N1=4 N2=6 N3=8	
5,5								
6,5		4,1	4,1	Sabbia media con numerosi gusci di bivalvi, color grigio nocciola, sciolta	BH 03 SPT 03 6,0-6,45	SPT 03 6,0m	N1=4 N2=7 N3=8	
7,5					BH 03 SPT 04 7,5-7,95	SPT 04 7,5m	N1=5 N2=5 N3=9	
8,5		9,0						
9,5					BH 03 SPT 05 9,0-9,45	SPT 05 9,0m	N1=2 N2=4 N3=4	
10,5				Sabbia medio-fine con frequenti gusci di bivalvi e gasteropodi, color grigio, sciolta	BH 03 SPT 06 10,5-10,95	SPT 06 10,5m	N1=6 N2=7 N3=12	
11,5								



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>15-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>16-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Tamburini Silvia</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 03</u>	Profondità falda:	<u>0,8 m da p.c.</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	S.P.T. prof. (m)	S.P.T. n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)
11,5								
12,5			4,5	Sabbia medio fine con frequenti bivalvi e gasteropodi, colore grigio	BH 03 SPT 07 12,0-12,45	SPT 07 12,0m	NI=5 N2=9 N3=13	
13,5		13,5						13,8 m pp 0,25
14,5								14,2 m pp 0,3
15,5			4,1	Argilla limosa plastica di consistenza medio-bassa, con livelli limoso-sabbiosi isolati, colore grigio				14,5 m pp 0,5
16,5								14,8 m pp 0,45
17,5		17,6						15,3 m pp 0,6
18,0		18,0	0,4	Limo di colore grigio, di media consistenza				15,5 m pp 0,55
18,5		18,5	0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO	BH 03 Sh. 01 18,0-18,5			16,2 m pp 0,5
19,5			1,5	Alternanze centimetriche di limi argillosi, limi e limi sabbiosi color grigio chiaro				16,5 m pp 0,6
20,0		20,0						16,8 m pp 0,45
20,5			1,0	Limo argilloso con sabbia color grigio scuro, poco compatto				17,2 m pp 0,4
21,0		21,0						17,5 m pp 0,45
21,5		21,5	0,5	VUOTO PER PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO	BH 03 Sh. 02 21,0-21,5			17,8 m pp 0,5
22,5								18,7 m pp 0,55
								19,2 m pp 0,4
								19,5 m pp 0,5
								19,8 m pp 0,35
								20,2 m pp 0,3
								20,5 m pp 0,35
								20,8 m pp 0,45
								21,7 m pp 0,35
								22,2 m pp 0,25
								22,5 m pp 0,3
								22,8 m pp 0,3



MODULO STRATIGRAFIA TERRENI

Herambiente SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA
TIM OIL/EUREKA/VEOLIA

Committente:	<u>ENI SpA R&M and Chemicals</u>	Ditta perforatrice:	<u>GAIA Snc</u>
Sito:	<u>Ravenna - area Ponticelle</u>	Diametro perforazione:	<u>101 mm</u>
Progetto:	<u>Indagine ambientale</u>	Diametro rivestimento:	<u>127 mm</u>
Data di inizio:	<u>15-03-2018</u>	Operatore:	<u>Rusu Victor</u>
Data di fine:	<u>16-03-2018</u>	Responsabile:	<u>Tamburini Silvia</u>
Macchina perforatrice:	<u>CMV MK900D</u>	Metodo di perforazione:	<u>Carotaggio a rotazione</u>
SONDAGGIO:	<u>BH 03</u>	Profondità falda:	<u>0,8 m da p.c.</u>

Scala grafica	Litologia	Profondità (m. da p.c.)	Spessore strato (m)	Descrizione stratigrafica (AGI'77)	Campione prelevato (m)	S.P.T. prof. (m)	S.P.T. n. colpi	P.P., V.T. (kg/cm2)		
23,5		26,8	5,3	Limo sabbioso debolmente argilloso color grigio nerastro, poco compatto				26,2 m pp 0,2 26,6 m pp 0,3		
24,5				0,7	Sabbia fine limosa color grigio nerastro, poco addensata					
25,5				0,3	Argilla debolmente limosa organica color nero-marrone, compatta				27,8 m pp 0,75	
26,5				0,7	Argilla debolmente limosa color grigio scuro, compatta				28,2 m pp 1,5 tv 0,55	
27,5				5,5	34,0	5,5	Sabbia media di colore grigio, sciolta	BH 03 SPT 08 30,0-30,45	SPT 08 30,0m	N1=7 N2=14 N3=18
28,5										
29,5							BH 03 SPT 09 31,5-31,95	SPT 09 31,5m	N1=9 N2=12 N3=19	
30,5							BH 03 SPT 10 33,0-33,45	SPT 10 33,0m	N1=7 N2=11 N3=16	
31,5		35,0	1,0	Argilla debolmente limosa color grigio chiaro, mediamente compatta				34,2 m pp 1,2 tv 0,5 34,5 m pp 1,5 34,7 m pp 1,35		



gaia di Elena Ghetti & C. s.n.c.
Sede legale e operativa:
via Pironi, 68, 44012 Bondeno (Ferrara)
Tel/Fax: 0532-898245
e-mail: consulenze@gaia-ambiente.eu

RTI
HERAMBIENTE SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA/TIM
OIL/EUREKA/VEOLIA

Sito ENI Ravenna - Ponticelle

ALLEGATO 2 - PROVE PENETROMETRICHE CPTU

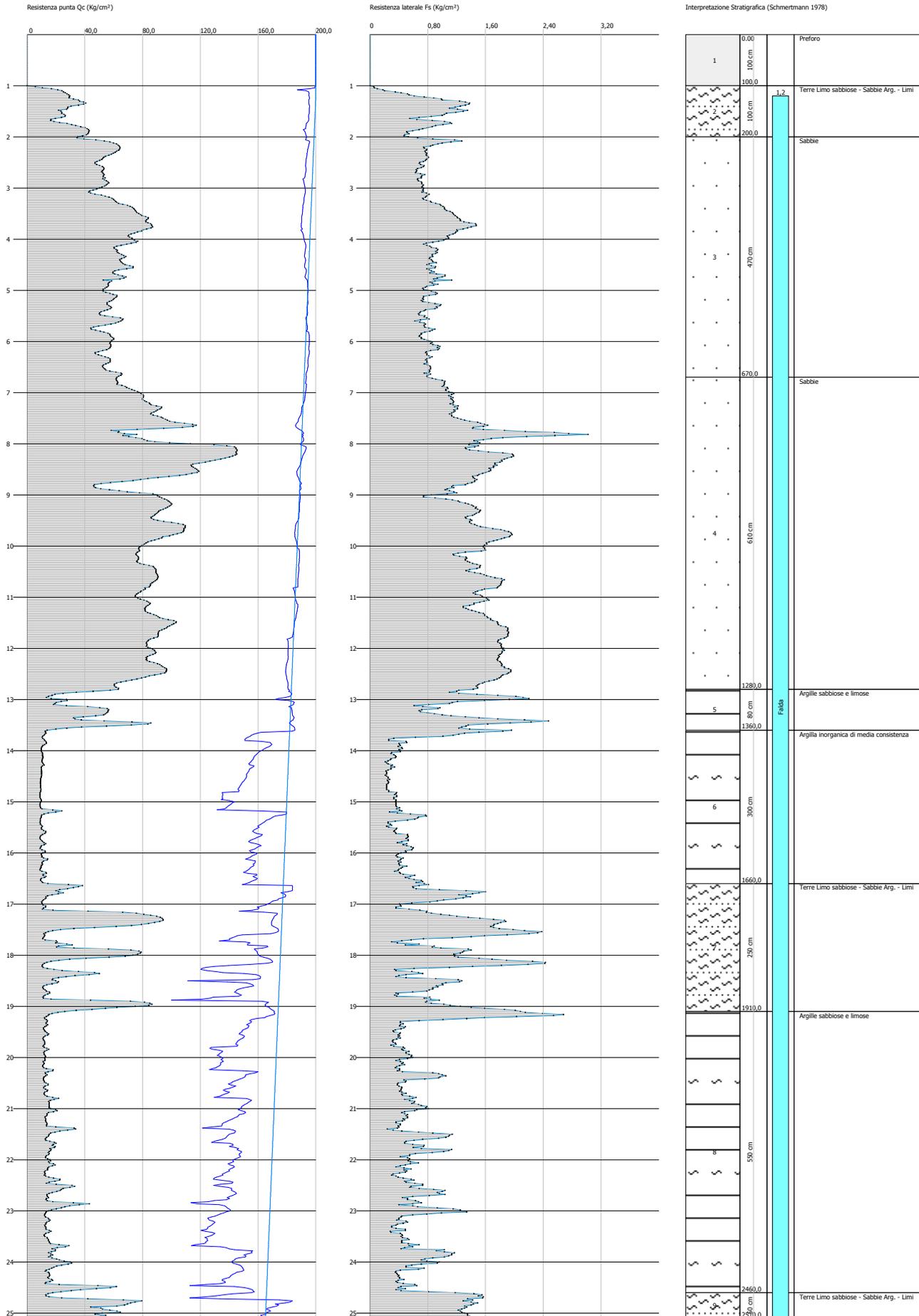
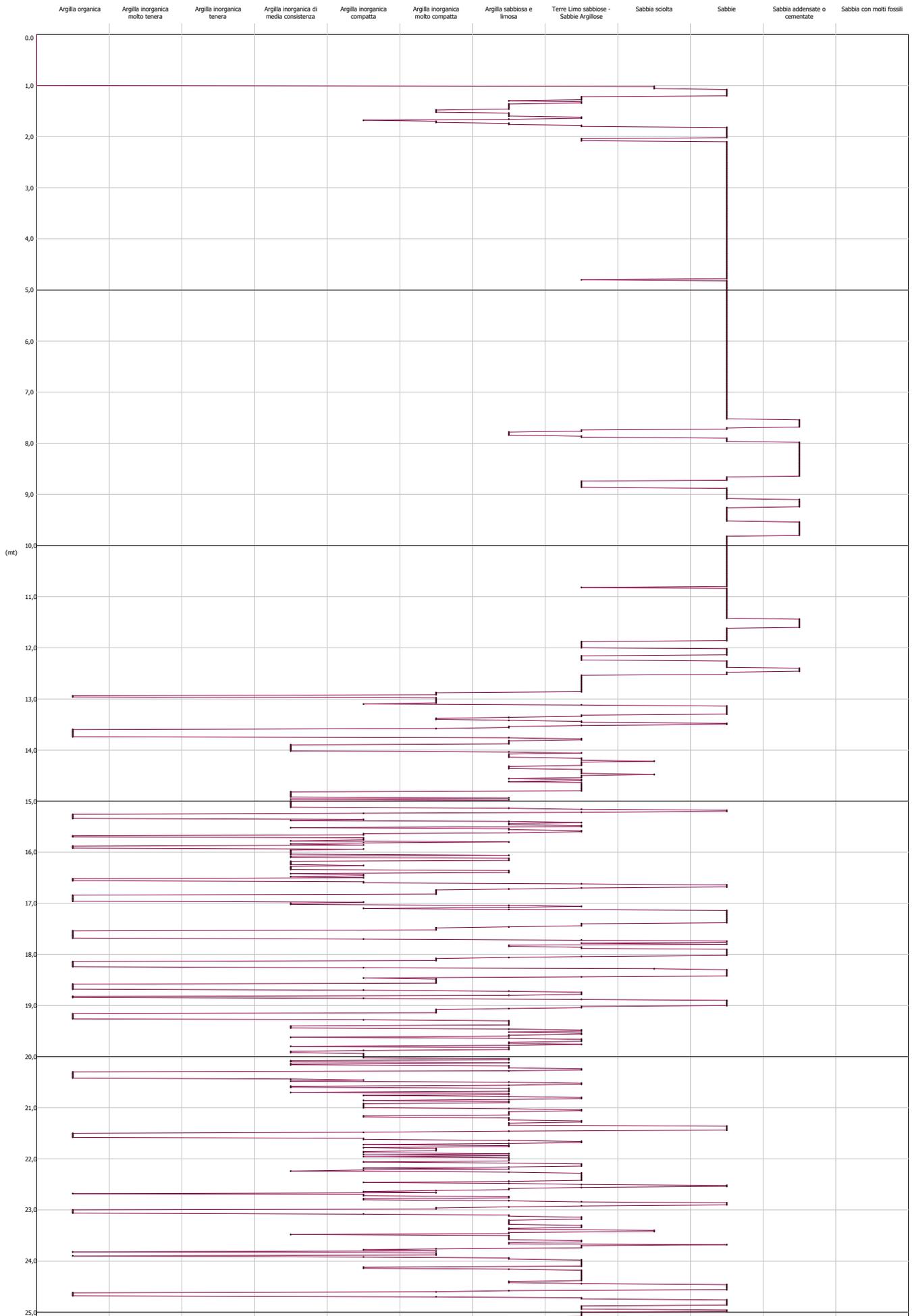


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (Schmertmann 1978)
PROVA: CPTU 1



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 1

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Terzaghi	1,47
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Terzaghi	2,0
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Terzaghi	0,53
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Terzaghi	1,75
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Terzaghi	0,83
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Terzaghi	2,47

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Metodo generale del modulo Edometrico	58,94
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Metodo generale del modulo Edometrico	79,84
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Metodo generale del modulo Edometrico	44,79
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Metodo generale del modulo Edometrico	69,96
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Metodo generale del modulo Edometrico	47,61
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Metodo generale del modulo Edometrico	98,64

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Cancelli 1980	1102,56
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Cancelli 1980	1453,29
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Cancelli 1980	349,01
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Cancelli 1980	1252,62
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Cancelli	548,12

Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Cancelli 1980	1766,29
----------	-------	-------	------	------	------	------------------	---------

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Imai & Tomauchi	221,28
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Imai & Tomauchi	266,37
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Imai & Tomauchi	118,75
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Imai & Tomauchi	245,72
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Imai & Tomauchi	155,6
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Imai & Tomauchi	303,11

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Schmertman n 1978	OCR > 6
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Schmertman n 1978	OCR = 3
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Schmertman n 1978	OCR = 3
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Schmertman n 1978	OCR = 3

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Meyerhof	2,04
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Meyerhof	2,08
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Meyerhof	1,84
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Meyerhof	2,06
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Meyerhof	1,92
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Meyerhof	2,12

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	0,11213	0,01458
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	0,1119	0,01455

Static probing xxx

Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	0,192	0,02496
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	0,11617	0,0151
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	0,14731	0,01915
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	0,10603	0,01378

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Meyerhof	2,12
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Meyerhof	2,16
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Meyerhof	1,92
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Meyerhof	2,14
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Meyerhof	2,0
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Meyerhof	2,2

Velocità onde di taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	172,50
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	286,39
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	230,32
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	293,44
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	264,98
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	329,75

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	69,26
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	67,4
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	65,28
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	37,61

Static probing xxx

Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	29,56
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,34
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	34,47

Angolo di resistenza al taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	De Beer	34,8
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	De Beer	30,7
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	De Beer	28,2
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	De Beer	22,7
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	De Beer	20,7
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	De Beer	16,1
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	De Beer	20,7

Modulo di Young

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Robertson & Campanella 1983	58,94
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	Robertson & Campanella 1983	120,9
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	Robertson & Campanella 1983	178,62
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Robertson & Campanella 1983	79,84
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Robertson & Campanella 1983	69,96
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Robertson & Campanella 1983	33,12
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Robertson & Campanella 1983	98,64

Modulo Edometrico

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Robertson & Campanella da Schmertmann	79,22
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	Robertson &	70,65

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	68,93
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	40,92
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	35,34
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	27,18
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	45,96

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	221,28
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	343,23
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	435,67
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	266,37
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	245,72
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	155,6
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	303,11

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	>9
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	4,28
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	2,49
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	0,8
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	0,52
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	<0,5
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	0,52

Modulo di reazione Ko

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	0,00
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	0,90
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	0,63
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	0,30
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	0,23
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	0,00
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	0,23

Fattori di compressibilità C Crm

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,11213	0,01458
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,10143	0,01319
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,09546	0,01241
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	0,1119
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	0,11617
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	0,14731
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	0,10603

Peso unità di volume

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	1,8
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	1,9
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	1,8
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	1,8
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	1,8
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	1,8
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	1,8

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	2,1
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	2,2

Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	Meyerhof	2,1
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Meyerhof	2,1
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Meyerhof	2,1
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Meyerhof	2,1
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

Prof. Strato	qc	fs	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Vs	
(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		(m/s)	
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	204,93
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	298,32
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	369,42
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	314,72
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	316,13
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	268,94
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	359,57

Permeabilità

Prof. Strato	qc	fs	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	K	
(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		(cm/s)	
Strato 1	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	Piacentini-Righi 1988	*
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Piacentini-Righi 1988	2,01E-05
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	Piacentini-Righi 1988	3,90E-03
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	Piacentini-Righi 1988	1,14E-03
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Piacentini-Righi 1988	7,23E-07
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Piacentini-Righi 1988	1,28E-07
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Piacentini-Righi 1988	2,14E-06
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Piacentini-Righi 1988	4,66E-07
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Piacentini-Righi 1988	1,13E-05

Coefficiente di consolidazione

Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Coefficiente
--------------	----	----	----------	----------	--------------	--------------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	litostatica totale (Kg/cm ²)	litostatica efficace (Kg/cm ²)	di consolidazione (cm ² /s)	
Strato 1	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2,00	29,47	0,81	0,1	0,07	Piacentini-Righi 1988	1,774444
Strato 3	6,70	60,45	0,87	0,64	0,33	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	12,80	89,31	1,54	1,69	0,83	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	13,60	39,92	1,37	2,37	1,17	Piacentini-Righi 1988	8,659138E-02
Strato 6	16,60	10,64	0,43	2,72	1,33	Piacentini-Righi 1988	4,073198E-03
Strato 7	19,10	34,98	1,13	3,24	1,58	Piacentini-Righi 1988	0,2247185
Strato 8	24,60	16,56	0,61	4,01	1,94	Piacentini-Righi 1988	2,312666E-02
Strato 9	25,10	49,32	1,39	4,58	2,22	Piacentini-Righi 1988	1,672399

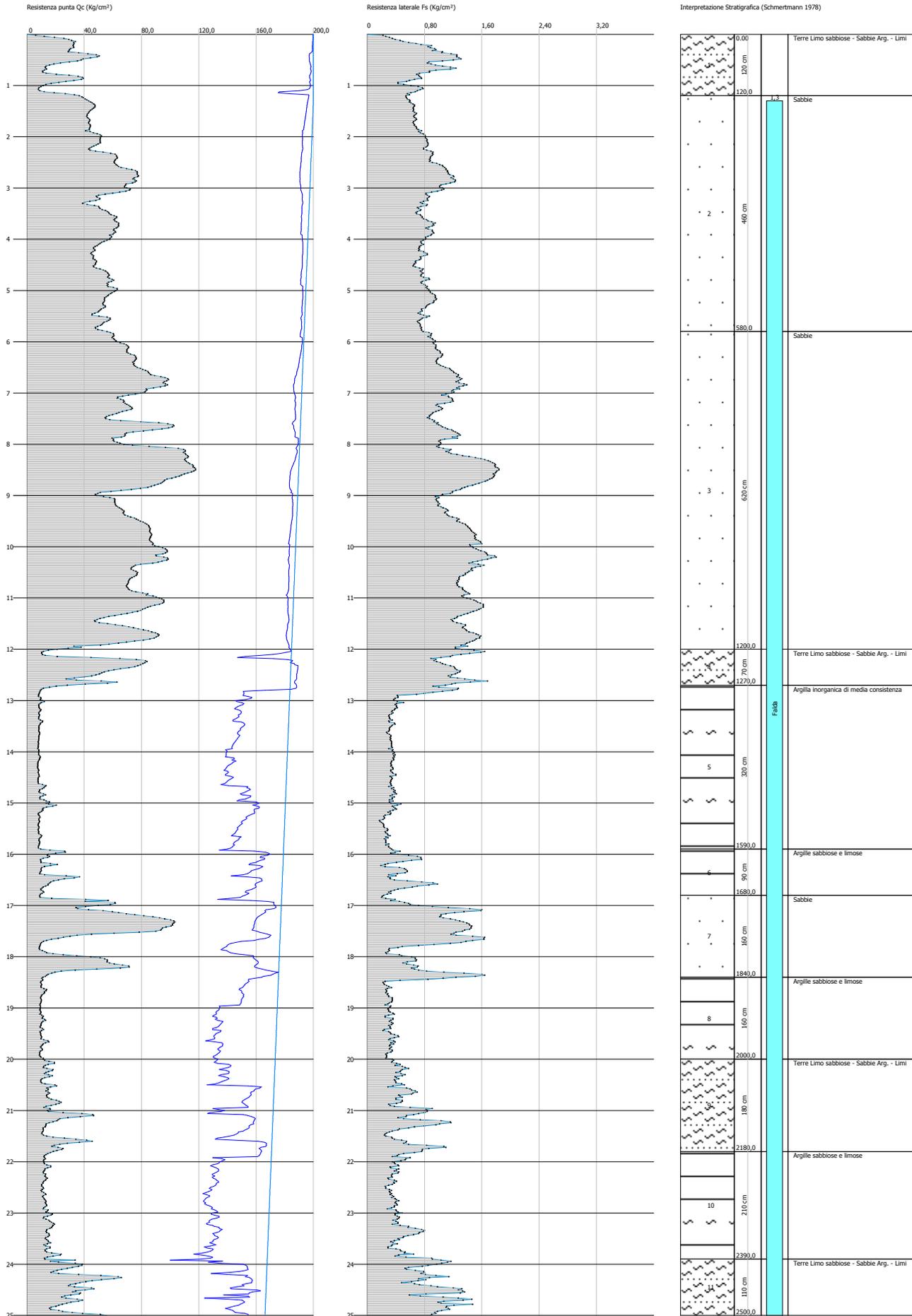
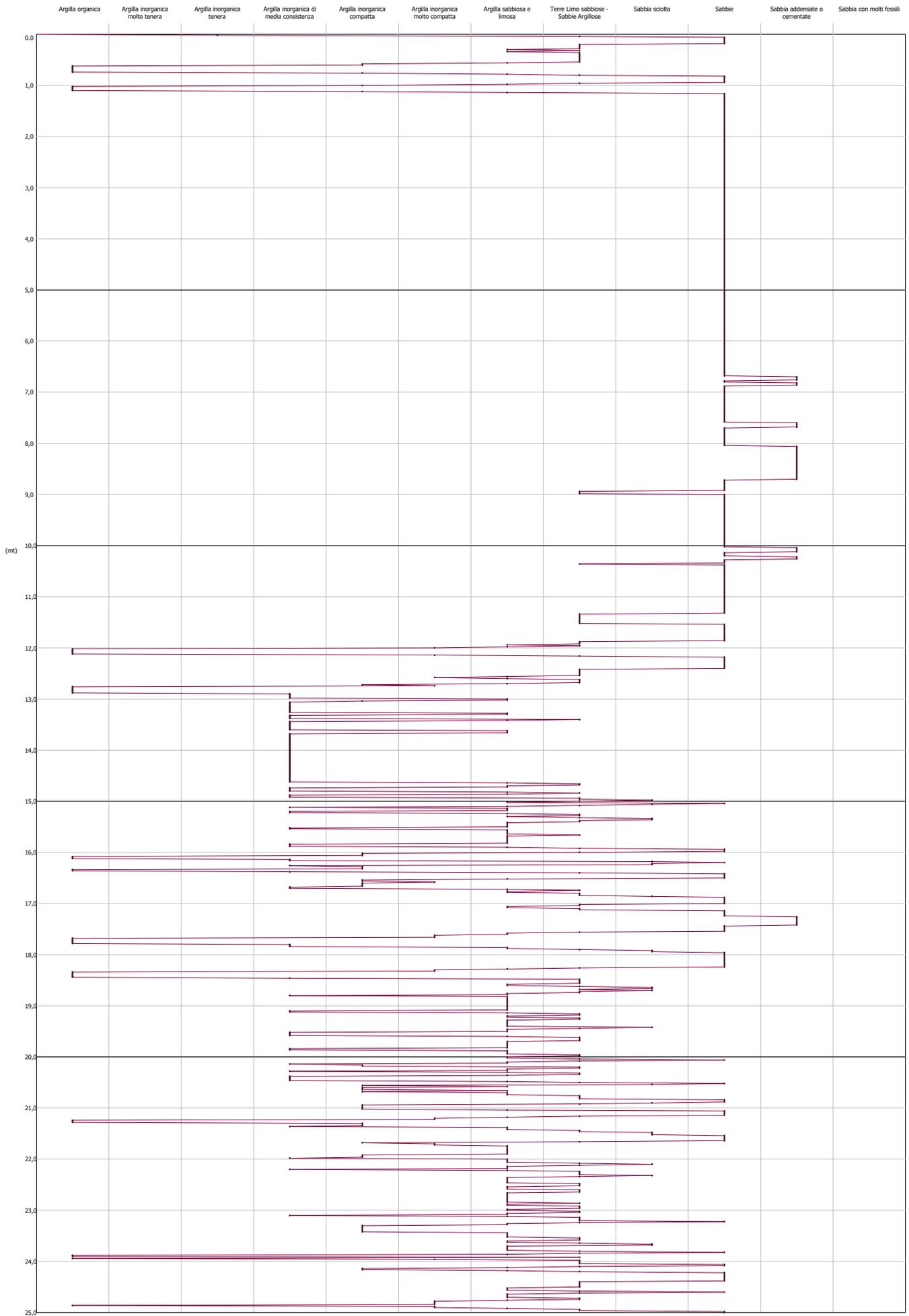


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (Schmertmann 1978)
PROVA: CPTU 2



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 2

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Terzaghi	1,28
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Terzaghi	2,46
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Terzaghi	0,46
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Terzaghi	0,75
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Terzaghi	0,52
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Terzaghi	0,92
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Terzaghi	0,69
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Terzaghi	1,68

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Metodo generale del modulo Edometrico	51,32
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Metodo generale del modulo Edometrico	98,24
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Metodo generale del modulo Edometrico	41,92
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Metodo generale del modulo Edometrico	48,39
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Metodo generale del modulo Edometrico	44,37
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Metodo generale del modulo Edometrico	45,29
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Metodo generale del modulo Edometrico	48,25
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Metodo generale del modulo Edometrico	67,34

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Terzaghi	1,28
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Terzaghi	2,46
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Terzaghi	0,46
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Terzaghi	0,75
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Terzaghi	0,52
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Terzaghi	0,92
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Terzaghi	0,69
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Terzaghi	1,68

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Cancelli 1980	957,86
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Cancelli 1980	1794,4
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Cancelli 1980	294,12
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Cancelli 1980	504,8
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Cancelli 1980	320,45
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Cancelli 1980	613,74
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Cancelli 1980	433,95
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Cancelli 1980	1175,03

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Imai & Tomauchi	203,34
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Imai & Tomauchi	302,35
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Imai & Tomauchi	109,23
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Imai & Tomauchi	146,89
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Imai & Tomauchi	117,17
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Imai & Tomauchi	165,83
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Imai & Tomauchi	138,95
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Imai & Tomauchi	240,05

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Schmertman n 1978	OCR > 6
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Schmertman n 1978	OCR = 6
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Schmertman n 1978	OCR=1

Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Schmertman OCR = 1-1.5 n 1978
-----------	-------	-------	------	------	------	-------------------------------------

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Meyerhof	2,01
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Meyerhof	2,12
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Meyerhof	1,82
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Meyerhof	1,91
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Meyerhof	1,83
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Meyerhof	1,94
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Meyerhof	1,88
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Meyerhof	2,05

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	0,11883	0,01545
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	0,10613	0,0138
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	0,21032	0,02734
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	0,15525	0,02018
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	0,19476	0,02532
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	0,13936	0,01812
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	0,16366	0,02128
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	0,11749	0,01527

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Meyerhof	2,09
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Meyerhof	2,2
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Meyerhof	1,9
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Meyerhof	1,99
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Meyerhof	1,91
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Meyerhof	2,02
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Meyerhof	1,96
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Meyerhof	2,13

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	183,23
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	301,42
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	227,38

Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	252,76
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	242,02
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	271,56
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	261,13
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	310,27

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	57,72
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	59,91
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	60,12
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	42,3
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,35
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	37,42
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,0
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	7,8
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,0
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	22,89

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	De Beer	31,6

Static probing xxx

Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	De Beer	28,7
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	De Beer	27,0
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	De Beer	23,3
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	De Beer	16,6
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	De Beer	21,8
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	De Beer	14,1
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	De Beer	16,4
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	De Beer	14,7
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	De Beer	18,6

Modulo di Young

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	Robertson & Campanella 1983	51,32
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	Robertson & Campanella 1983	108,84
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	Robertson & Campanella 1983	158,8
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	Robertson & Campanella 1983	98,24
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	Robertson & Campanella 1983	30,14
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	Robertson & Campanella 1983	96,38
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	Robertson & Campanella 1983	20,82
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	Robertson & Campanella 1983	36,76
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	Robertson & Campanella 1983	27,52
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	Robertson & Campanella 1983	67,34

Modulo Edometrico

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	Robertson & Campanella da Schmertmann	64,3
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	Robertson & Campanella da Schmertmann	62,13
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	Robertson & Campanella da Schmertmann	63,85

Static probing xxx

Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Schmertmann Robertson & Campanella da Schmertmann	46,6
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Robertson & Campanella da Schmertmann	23,22
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	Robertson & Campanella da Schmertmann	44,83
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Robertson & Campanella da Schmertmann	26,08
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Robertson & Campanella da Schmertmann	28,06
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Robertson & Campanella da Schmertmann	29,96
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Robertson & Campanella da Schmertmann	34,73

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	Imai & Tomauchi	203,34
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	Imai & Tomauchi	321,89
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	Imai & Tomauchi	405,46
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	Imai & Tomauchi	302,35
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	Imai & Tomauchi	146,89
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	Imai & Tomauchi	298,84
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	Imai & Tomauchi	117,17
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	Imai & Tomauchi	165,83
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	Imai & Tomauchi	138,95
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	Imai & Tomauchi	240,05

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	Stress-History	5,1
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	Stress-History	2,81
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	Stress-	1,95

Static probing xxx

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	History Stress-History	0,9
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Stress-History	<0,5
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	Stress-History	0,65
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Stress-History	<0,5
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Stress-History	<0,5
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Stress-History	<0,5
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Stress-History	<0,5

Modulo di reazione Ko

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Kulhawy & Mayne (1990)	1,01
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	Kulhawy & Mayne (1990)	0,69
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	Kulhawy & Mayne (1990)	0,54
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Kulhawy & Mayne (1990)	0,33
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	Kulhawy & Mayne (1990)	0,26
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00

Fattori di compressibilità C Crm

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	0,11883	0,01545
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	0,10368	0,01348

Static probing xxx

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	0,09685	0,01259
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	0,10613	0,0138
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	0,15525	0,02018
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	0,10662	0,01386
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	0,19476	0,02532
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	0,13936	0,01812
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	0,16366	0,02128
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	0,11749	0,01527

Peso unità di volume

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Meyerhof	1,8
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	Meyerhof	1,9
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	Meyerhof	1,9
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Meyerhof	1,8
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Meyerhof	1,8
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	Meyerhof	1,8
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Meyerhof	1,8
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Meyerhof	1,8
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Meyerhof	1,8
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Meyerhof	2,1
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	Meyerhof	2,2
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	Meyerhof	2,2
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Meyerhof	2,1
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Meyerhof	2,1
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	Meyerhof	2,1
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	Meyerhof	2,1
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	Meyerhof	2,1
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	Meyerhof	2,1
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	211,57
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	302,25
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	364,43
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	335,07
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	Baldi et. al.	256,54

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	346,38
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	238,13
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	277,29
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	260,54
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	328,82

Permeabilità

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	5,13E-06
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	3,00E-03
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	1,78E-03
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	4,71E-05
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	1,71E-07
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	4,03E-06
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	4,24E-04
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	4,73E-06
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	8,44E-06
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	3,94E-06
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	1,22E-05

Coefficiente di consolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,20	25,66	0,79	0,12	0,12	0,3946999
Strato 2	5,80	54,42	0,82	0,67	0,45	0
Strato 3	12,00	79,4	1,29	1,71	0,95	0
Strato 4	12,70	49,12	1,23	2,37	1,27	6,940464

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 5	15,90	9,28	0,37	2,74	1,44	4,765322E-03
Strato 6	16,80	15,07	0,48	3,11	1,61	0,1822665
Strato 7	18,40	48,19	0,96	3,35	1,72	0
Strato 8	20,00	10,41	0,33	3,65	1,86	0,1477592
Strato 9	21,80	18,38	0,55	3,97	2,01	0,4652913
Strato 10	23,90	13,76	0,44	4,34	2,19	0,1625
Strato 11	25,00	33,67	0,96	4,65	2,34	1,227539

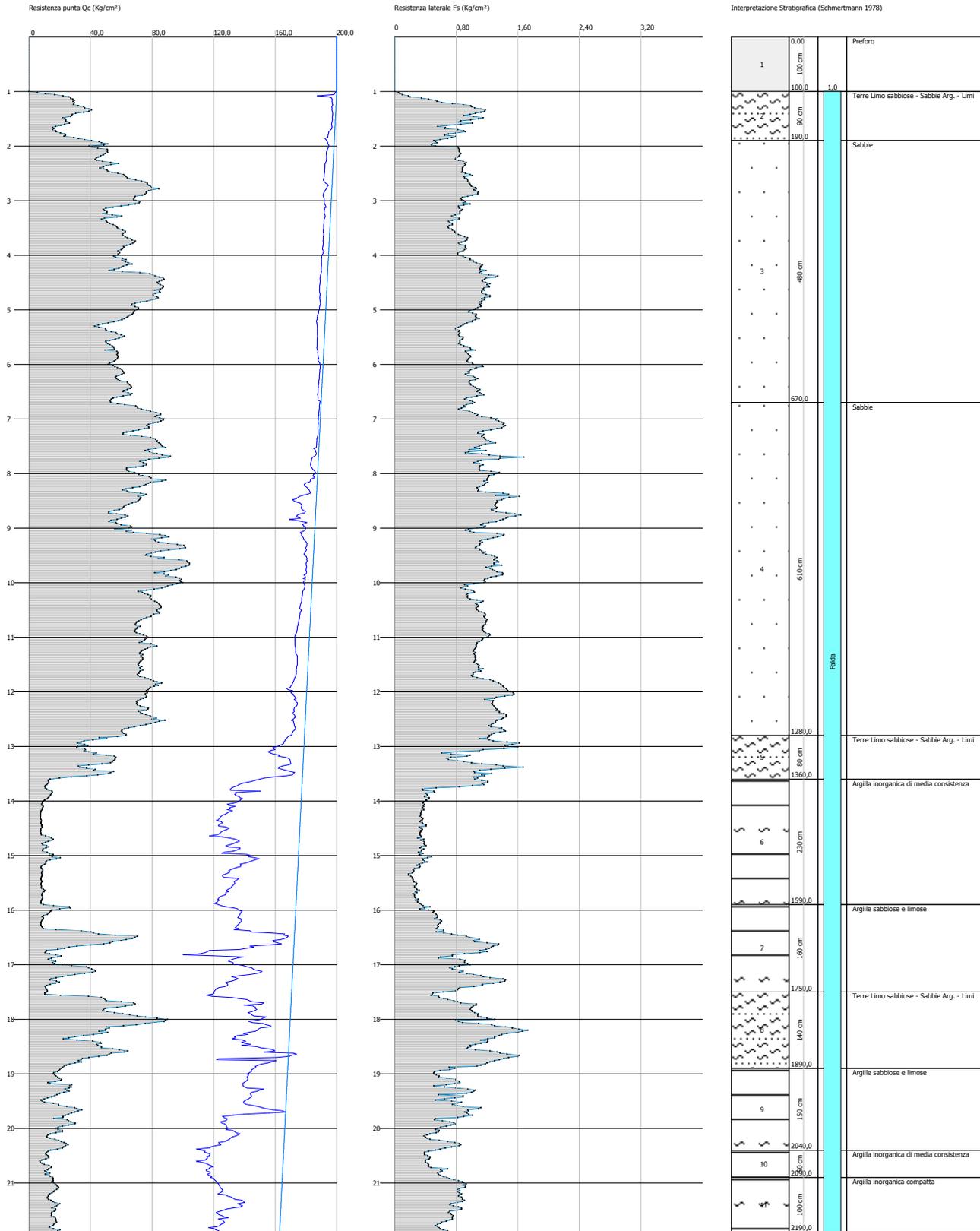
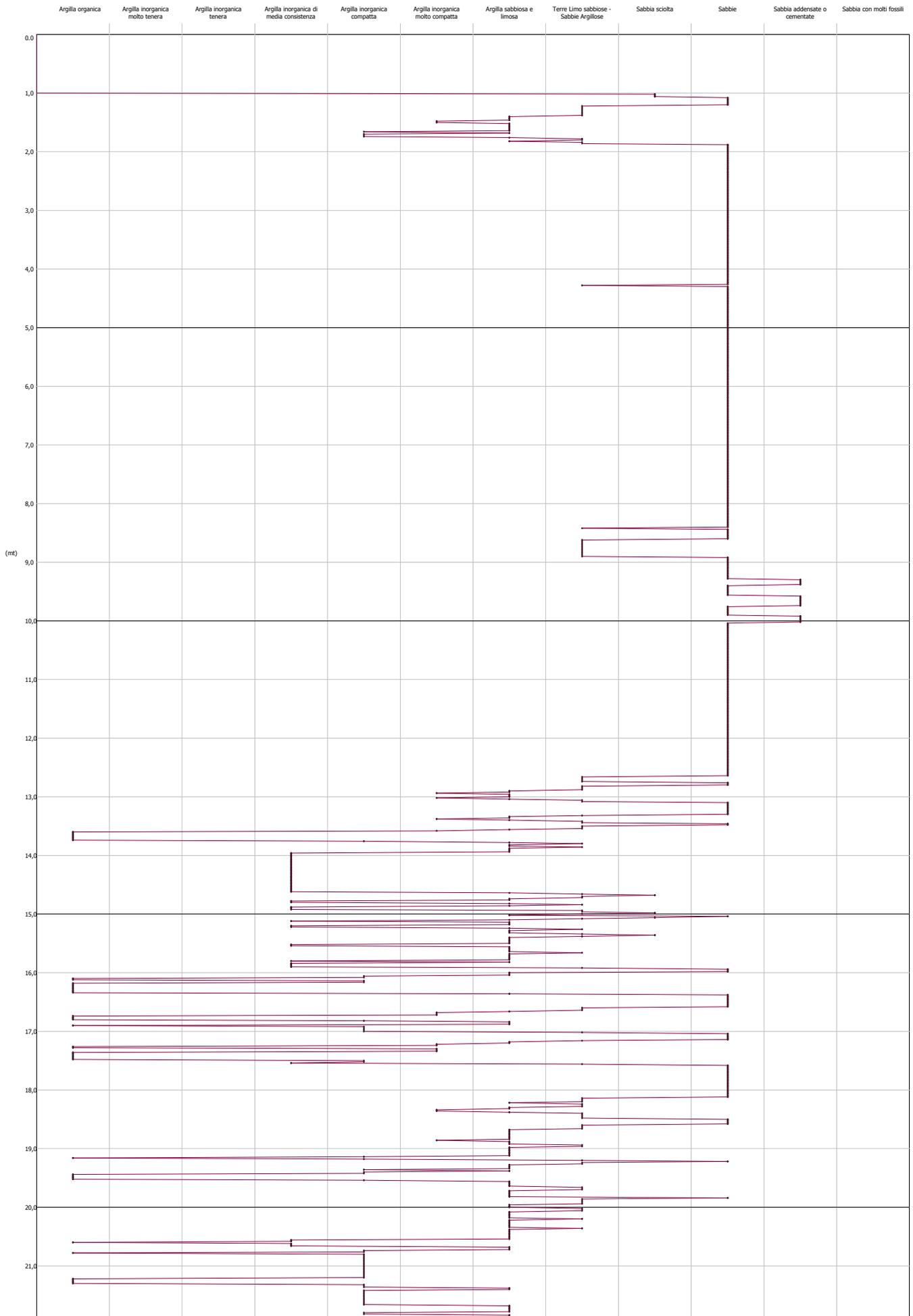


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (Schmertmann 1978)
PROVA: CPTU 3



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 3

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Terzaghi	1,3
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Terzaghi	2,1
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Terzaghi	0,5
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Terzaghi	1,2
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Terzaghi	2,45
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Terzaghi	1,02
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Terzaghi	0,58
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Terzaghi	0,81

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Metodo generale del modulo Edometrico	51,96
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Metodo generale del modulo Edometrico	83,96
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Metodo generale del modulo Edometrico	43,52
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Metodo generale del modulo Edometrico	48,0
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Metodo generale del modulo Edometrico	98,04
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Metodo generale del modulo Edometrico	41,0
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Metodo generale del modulo Edometrico	46,39
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Metodo generale del modulo Edometrico	47,91

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Terzaghi	1,3
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Terzaghi	2,1
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Terzaghi	0,5
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Terzaghi	1,2
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Terzaghi	2,45
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Terzaghi	1,02
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Terzaghi	0,58
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Terzaghi	0,81

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Cancelli 1980	972,6
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Cancelli 1980	1532,17
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Cancelli 1980	327,39
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Cancelli 1980	846,41
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Cancelli 1980	1779,33
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Cancelli 1980	704,53
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Cancelli 1980	369,15
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Cancelli 1980	535,73

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Imai & Tomauchi	204,88
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Imai & Tomauchi	274,69
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Imai & Tomauchi	114,26
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Imai & Tomauchi	195,19
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Imai & Tomauchi	301,98
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Imai & Tomauchi	177,27
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Imai & Tomauchi	125,51
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Imai & Tomauchi	153,29

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Schmertman n 1978	OCR > 6
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Schmertman n 1978	OCR = 3
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Schmertman n 1978	OCR = 1-1.5
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Schmertman n 1978	OCR = 3
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Schmertman n 1978	OCR = 1-1.5
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Schmertman n 1978	OCR=1

Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Schmertman n 1978	OCR=1
-----------	-------	-------	------	------	------	----------------------	-------

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Meyerhof	2,02
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Meyerhof	2,09
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Meyerhof	1,83
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Meyerhof	1,99
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Meyerhof	2,12
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Meyerhof	1,96
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Meyerhof	1,85
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Meyerhof	1,92

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	0,11819	0,01537
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	0,1104	0,01435
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	0,20013	0,02602
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	0,12242	0,01591
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	0,10618	0,0138
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	0,13188	0,01714
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	0,18116	0,02355
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	0,1493	0,01941

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Meyerhof	2,1
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Meyerhof	2,17
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Meyerhof	1,91
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Meyerhof	2,07
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Meyerhof	2,2
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Meyerhof	2,04
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Meyerhof	1,93
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Meyerhof	2,0

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	157,17
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	287,27
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	225,65

Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	269,82
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	311,74
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	269,91
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	245,74
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	262,28

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	71,94
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	69,11
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	61,54
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	39,58
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	20,26
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	39,21
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	13,2

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	De Beer	36,3
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	De Beer	31,2
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	De Beer	27,6
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	De Beer	23,1
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	De Beer	19,3
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	De Beer	22,3
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	De Beer	17,7

Modulo di Young

	Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Modulo di
--	--------------	----	----	----------	----------	--------------	-----------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	litostatica totale (Kg/cm ²)	litostatica efficace (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella 1983	Young (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Robertson & Campanella 1983	51,96
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Robertson & Campanella 1983	123,52
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Robertson & Campanella 1983	153,56
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Robertson & Campanella 1983	83,96
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Robertson & Campanella 1983	48,0
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Robertson & Campanella 1983	98,04
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Robertson & Campanella 1983	41,0

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Robertson & Campanella da Schmertmann	80,3
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Robertson & Campanella da Schmertmann	72,66
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Robertson & Campanella da Schmertmann	64,64
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Robertson & Campanella da Schmertmann	42,73
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Robertson & Campanella da Schmertmann	24,48
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Robertson & Campanella da Schmertmann	45,53
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Robertson & Campanella da Schmertmann	24,6

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Imai & Tomauchi	204,88
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Imai & Tomauchi	347,76

Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Tomauchi Imai & Tomauchi	397,23
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Imai & Tomauchi	274,69
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Imai & Tomauchi	195,19
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Imai & Tomauchi	301,98
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Imai & Tomauchi	177,27

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Stress- History	>9
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Stress- History	4,72
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Stress- History	2,23
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Stress- History	0,87
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Stress- History	<0,5
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Stress- History	0,73
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Stress- History	<0,5

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Kulhawy & Mayne (1990)	0,96
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Kulhawy & Mayne (1990)	0,59
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Kulhawy & Mayne (1990)	0,32
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Kulhawy & Mayne (1990)	0,29
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	0,11819	0,01537
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	0,10101	0,01313
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	0,09732	0,01265
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	0,1104	0,01435
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	0,12242	0,01591
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	0,10618	0,0138
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	0,13188	0,01714

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Meyerhof	1,8
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Meyerhof	1,9
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Meyerhof	1,9
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Meyerhof	1,8
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Meyerhof	1,8
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Meyerhof	1,8
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Meyerhof	2,1
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Meyerhof	2,2
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Meyerhof	2,2
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Meyerhof	2,1
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Meyerhof	2,1
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Meyerhof	2,1
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	187,95
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	297,07
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	353,94
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	317,22
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	284,10
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	343,92

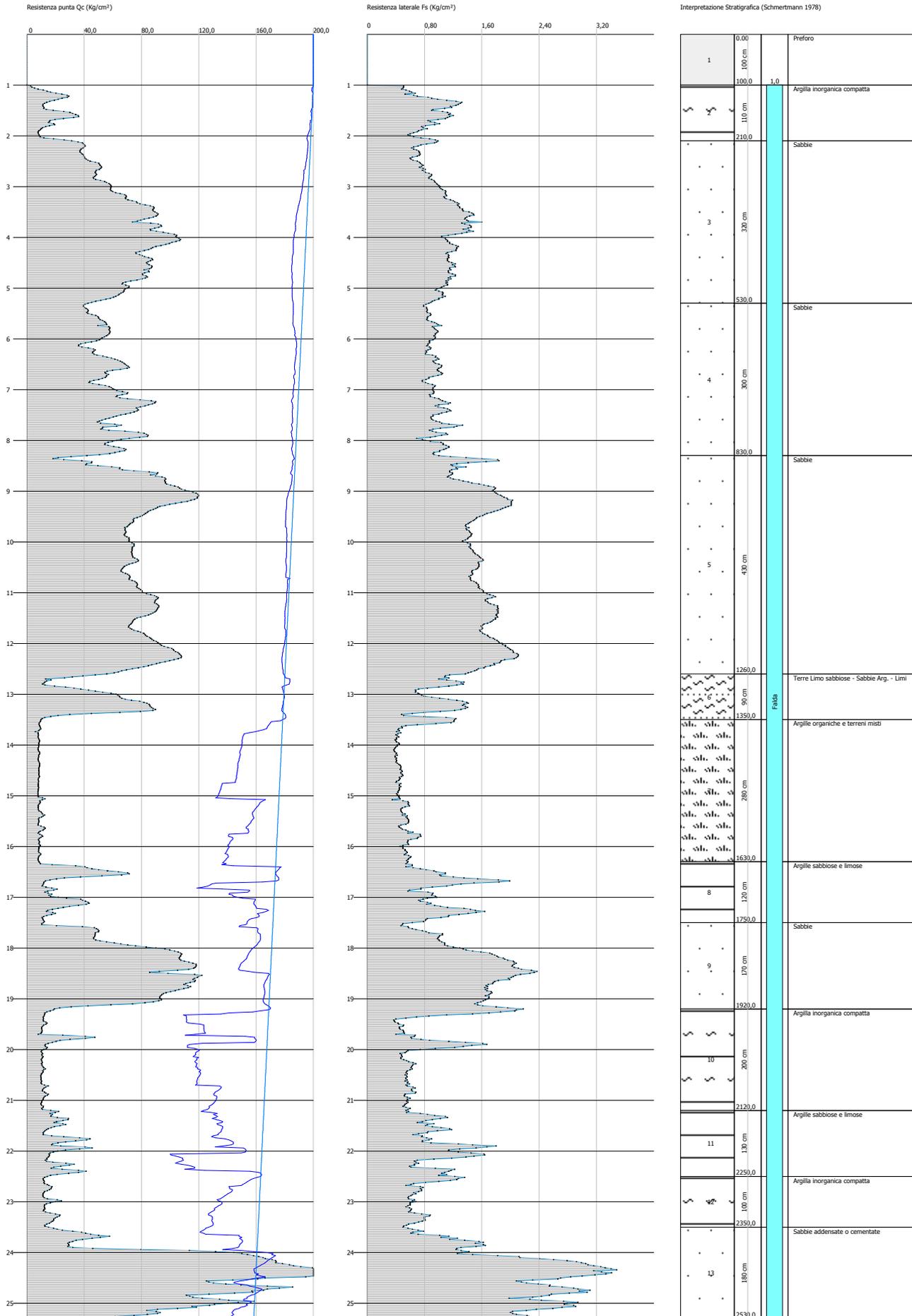
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	279,30
----------	-------	------	------	------	------	--	--------

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	Piacentini- Righi 1988	*
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Piacentini- Righi 1988	1,17E-05
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Piacentini- Righi 1988	2,45E-03
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Piacentini- Righi 1988	2,30E-03
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Piacentini- Righi 1988	1,78E-05
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Piacentini- Righi 1988	3,57E-07
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Piacentini- Righi 1988	6,84E-07
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Piacentini- Righi 1988	1,23E-04
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Piacentini- Righi 1988	8,68E-07
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Piacentini- Righi 1988	5,97E-08
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Piacentini- Righi 1988	3,37E-09

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazio ne (cm ² /s)
Strato 1	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	1,90	25,98	0,75	0,09	0,04	Piacentini- Righi 1988	0,9090002
Strato 3	6,70	61,76	0,96	0,63	0,3	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 4	12,80	76,78	1,2	1,68	0,8	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 5	13,60	41,98	1,15	2,34	1,12	Piacentini- Righi 1988	2,247074
Strato 6	15,90	9,99	0,38	2,63	1,26	Piacentini- Righi 1988	1,068654E- 02
Strato 7	17,50	24,0	0,85	3,0	1,43	Piacentini- Righi 1988	0,0492655
Strato 8	18,90	49,02	1,12	3,29	1,57	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 9	20,40	20,5	0,72	3,58	1,71	Piacentini- Righi 1988	5,338704E- 02
Strato 10	20,90	11,65	0,49	3,77	1,81	Piacentini- Righi 1988	2,084933E- 03
Strato 11	21,90	16,16	0,77	3,91	1,87	Piacentini- Righi 1988	1,633012E- 04



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 4

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Terzaghi	0,86
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Terzaghi	2,4
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Terzaghi	0,43
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Terzaghi	1,3
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Terzaghi	0,65
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Terzaghi	1,13
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Terzaghi	0,75

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Metodo generale del modulo Edometrico	46,91
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Metodo generale del modulo Edometrico	96,12
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Metodo generale del modulo Edometrico	40,35
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Metodo generale del modulo Edometrico	52,04
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Metodo generale del modulo Edometrico	47,85
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Metodo generale del modulo Edometrico	45,12
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Metodo generale del modulo Edometrico	48,41

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Cancelli 1980	644,98
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Cancelli 1980	1760,1

Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Cancelli 1980	277,12
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Cancelli 1980	921,37
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Cancelli 1980	423,42
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Cancelli 1980	774,44
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Cancelli 1980	484,64

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Imai & Tomauchi	159,53
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Imai & Tomauchi	298,35
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Imai & Tomauchi	104,78
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Imai & Tomauchi	205,07
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Imai & Tomauchi	134,52
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Imai & Tomauchi	187,95
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Imai & Tomauchi	146,11

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Schmertman n 1978	OCR > 6
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Schmertman n 1978	OCR = 6
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Schmertman n 1978	OCR = 1-1.5
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Schmertman n 1978	OCR=1

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Meyerhof	1,95
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Meyerhof	2,12
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Meyerhof	1,81

Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Meyerhof	2,01
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Meyerhof	1,88
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Meyerhof	1,98
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Meyerhof	1,9

Fattori di compressibilità C Crm

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	0,01873
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	0,10668
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	0,2204
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	0,11811
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	0,16892
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	0,12595
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	0,15602

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Meyerhof	2,03
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Meyerhof	2,2
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Meyerhof	1,89
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Meyerhof	2,09
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Meyerhof	1,96
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Meyerhof	2,06
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Meyerhof	1,98

Velocità onde di taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)	
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	149,18
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	294,46
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	220,51
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	274,44
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	249,79
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	279,42
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	261,62

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	75,82
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	59,79
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	62,05
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	43,41
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	22,34
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	54,76
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	14,39
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	60,46

Angolo di resistenza al taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	De Beer	32,8
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	De Beer	28,3
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	De Beer	27,5
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	De Beer	23,8
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	De Beer	19,6
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	De Beer	24,9
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	De Beer	17,7
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	De Beer	25,1

Modulo di Young

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	Robertson & Campanella 1983	140,9
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	Robertson & Campanella 1983	117,36
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	Robertson & Campanella 1983	163,34
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	Robertson &	96,12

Static probing xxx

Strato	Prof. (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Robertson & Campanella 1983	52,04
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Robertson & Campanella 1983	170,42
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Robertson & Campanella 1983	45,12
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Robertson & Campanella 1983	242,52

Modulo Edometrico

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Robertson & Campanella da Schmertmann	80,5
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Robertson & Campanella da Schmertmann	61,96
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Robertson & Campanella da Schmertmann	65,57
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Robertson & Campanella da Schmertmann	46,82
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Robertson & Campanella da Schmertmann	26,82
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Robertson & Campanella da Schmertmann	62,57
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Robertson & Campanella da Schmertmann	26,95
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Robertson & Campanella da Schmertmann	74,0

Modulo di deformazione a taglio

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Imai &	376,89

Static probing xxx

Strato	Prof. (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Tomauchi Imai & Tomauchi	337,06
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Tomauchi Imai & Tomauchi	412,5
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Tomauchi Imai & Tomauchi	298,35
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Tomauchi Imai & Tomauchi	205,07
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Tomauchi Imai & Tomauchi	423,34
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Tomauchi Imai & Tomauchi	187,95
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Tomauchi Imai & Tomauchi	525,18

Grado di sovraconsolidazione

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Stress-History	6,64
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Stress-History	2,58
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Stress-History	2,17
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Stress-History	0,99
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Stress-History	<0,5
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Stress-History	1,25
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Stress-History	<0,5
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Stress-History	1,31

Modulo di reazione Ko

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Kulhawy & Mayne (1990)	1,20
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Kulhawy & Mayne (1990)	0,65
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Kulhawy & Mayne (1990)	0,58
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Kulhawy & Mayne (1990)	0,35
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Kulhawy &	0,40

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	CrM
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	0,09864	0,00
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	0,09388	0,42

Fattori di compressibilità C Crm

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	CrM
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	0,09864	0,01282
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	0,10204	0,01327
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	0,09649	0,01254
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	0,10668	0,01387
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	0,11811	0,01535
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	0,09597	0,01248
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	0,12595	0,01637
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	0,09388	0,0122

Peso unità di volume

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Meyerhof	1,9
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Meyerhof	1,9
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Meyerhof	1,8
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Meyerhof	1,8
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Meyerhof	1,8
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Meyerhof	1,8
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Meyerhof	1,8
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Meyerhof	2,2
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Meyerhof	2,2
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Meyerhof	2,1
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Meyerhof	2,1
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Meyerhof	2,1
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Meyerhof	2,1
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Meyerhof	2,1
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	299,16

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	314,19
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	363,40
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	328,23
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	290,45
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	395,66
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	289,98
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	449,03

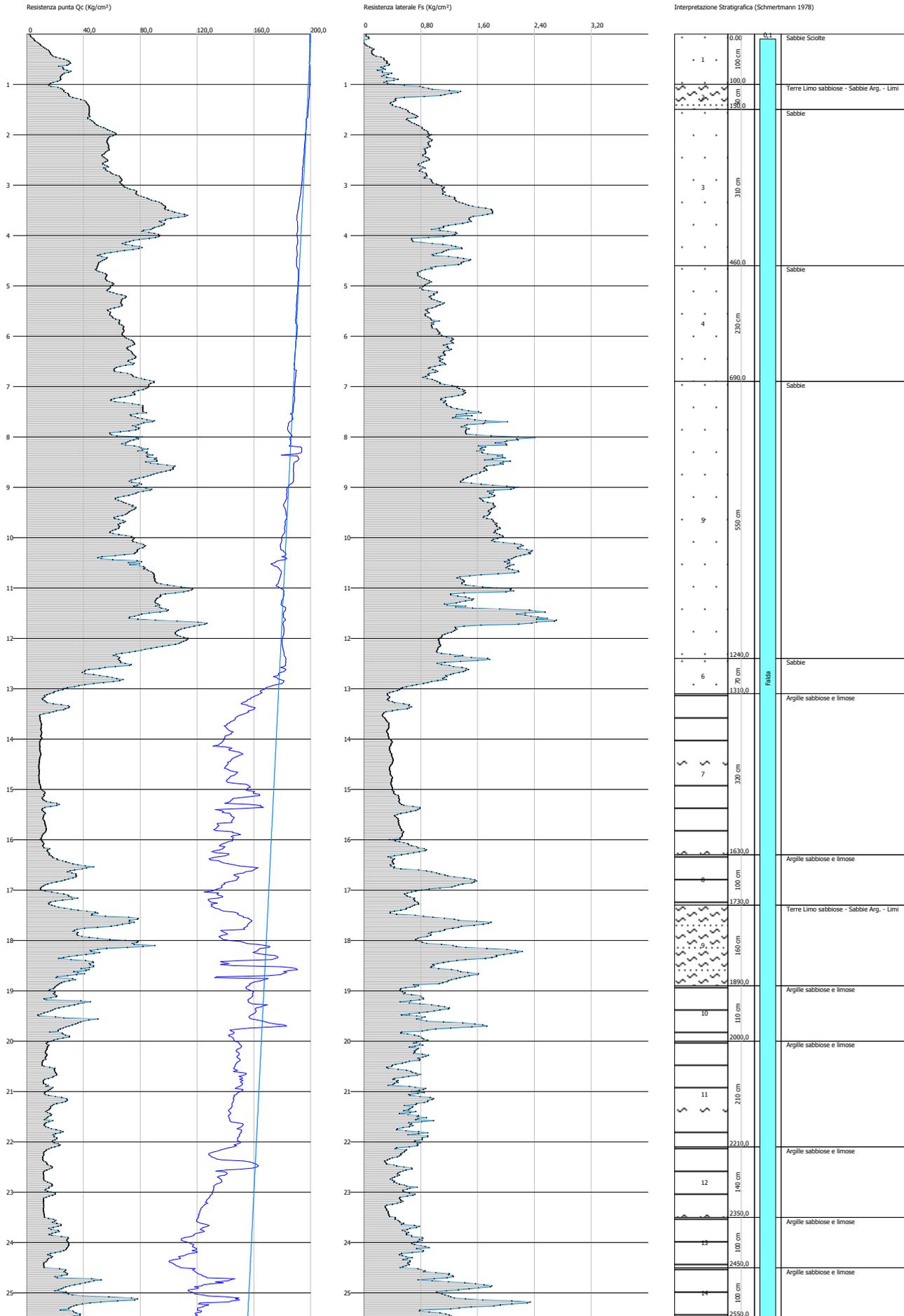
Permeabilità

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	Piacentini-Righi 1988	*
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Piacentini-Righi 1988	5,69E-10
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Piacentini-Righi 1988	2,63E-03
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Piacentini-Righi 1988	1,90E-03
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Piacentini-Righi 1988	3,83E-04
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Piacentini-Righi 1988	1,89E-04
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Piacentini-Righi 1988	4,07E-11
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Piacentini-Righi 1988	1,08E-07
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Piacentini-Righi 1988	7,35E-04
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Piacentini-Righi 1988	3,68E-10
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Piacentini-Righi 1988	1,06E-08
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Piacentini-Righi 1988	2,89E-09
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Piacentini-Righi 1988	6,83E-04

Coefficiente di consolidazione

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	299,16

							(cm ² /s)
Strato 1	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	2,10	17,25	0,88	0,11	0,05	Piacentini- Righi 1988	2,943662E- 05
Strato 3	5,30	70,45	1,08	0,52	0,25	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 4	8,30	58,68	0,95	1,11	0,53	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 5	12,60	81,67	1,62	1,82	0,87	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 6	13,50	48,06	1,05	2,33	1,12	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 7	16,30	8,67	0,51	2,67	1,28	Piacentini- Righi 1988	1,057917E- 06
Strato 8	17,50	26,02	1,02	3,04	1,45	Piacentini- Righi 1988	8,468174E- 03
Strato 9	19,20	85,21	1,56	3,32	1,59	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 10	21,20	13,05	0,69	3,68	1,76	Piacentini- Righi 1988	1,441814E- 05
Strato 11	22,50	22,56	1,0	3,99	1,91	Piacentini- Righi 1988	7,157495E- 04
Strato 12	23,50	14,94	0,72	4,22	2,02	Piacentini- Righi 1988	1,29509E-04
Strato 13	25,30	121,26	2,21	4,5	2,16	Piacentini- Righi 1988	0



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 5

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Terzaghi	1,67
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Terzaghi	0,6
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Terzaghi	1,26
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Terzaghi	2,3
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Terzaghi	1,22
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Terzaghi	0,84
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Terzaghi	0,68
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Terzaghi	1,04
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Terzaghi	1,79

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Metodo generale del modulo Edometrico	66,98
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Metodo generale del modulo Edometrico	46,84
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Metodo generale del modulo Edometrico	50,44
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Metodo generale del modulo Edometrico	91,98
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Metodo generale del modulo Edometrico	48,92
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Metodo generale del modulo Edometrico	47,39
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Metodo generale del modulo Edometrico	48,19
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Metodo generale del modulo Edometrico	41,46
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Metodo generale del modulo Edometrico	71,62

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Cancelli 1980	1251,42
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Cancelli 1980	396,69
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Cancelli 1980	885,45
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Cancelli 1980	1659,51
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Cancelli 1980	847,07
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Cancelli 1980	554,16
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Cancelli 1980	429,29
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Cancelli 1980	691,4
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Cancelli 1980	1253,17

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Imai & Tomauchi	239,27
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Imai & Tomauchi	127,8
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Imai & Tomauchi	201,2
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Imai & Tomauchi	290,43
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Imai & Tomauchi	197,47
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Imai & Tomauchi	156,97
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Imai & Tomauchi	138,14
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Imai & Tomauchi	178,48
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Imai & Tomauchi	249,26

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Schmertman n 1978	OCR > 6
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Schmertman	OCR = 1-1.5

						n 1978 Schmertman	OCR = 3
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	n 1978 Schmertman	OCR = 1-1.5
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	n 1978 Schmertman	OCR=1
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	n 1978 Schmertman	OCR=1
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	n 1978 Schmertman	OCR=1
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	n 1978 Schmertman	OCR = 1-1.5
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	n 1978 Schmertman	

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Meyerhof	2,06
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Meyerhof	1,87
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Meyerhof	2,0
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Meyerhof	2,11
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Meyerhof	1,99
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Meyerhof	1,92
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Meyerhof	1,88
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Meyerhof	1,96
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Meyerhof	2,06

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	0,11768	0,0153
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	0,17783	0,02312
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	0,11974	0,01557
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	0,10784	0,01402
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	0,12137	0,01578
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	0,14617	0,019
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	0,16458	0,0214
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	0,13116	0,01705
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	0,11538	0,015

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Meyerhof	2,14
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Meyerhof	1,95
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Meyerhof	2,08
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Meyerhof	2,19
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Meyerhof	2,07
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Meyerhof	2,0
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Meyerhof	1,96
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Meyerhof	2,04
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Meyerhof	2,14

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	192,73
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	237,81
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	277,43
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	313,12
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	282,66
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	267,36
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	260,58
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	283,34
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	314,94

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	60,1
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	65,08
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	73,1
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	62,97
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	61,54
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	42,14
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Baldi 1978 - Schmertman	5,0

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	19,99
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	35,97
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	16,96
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	5,18
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	5,0
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	9,37
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	24,31

Angolo di resistenza al taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	33,9
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	32,8
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	32,0
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	28,8
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	27,3
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	23,3
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	16,1
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	19,0
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	21,5
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	18,1
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	16,0
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	14,6
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	16,4
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	18,8

Modulo di Young

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	37,38
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	66,98
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	138,0
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	131,92

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	165,2
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	96,9
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	24,0
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	50,44
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	91,98
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	48,92
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	33,6
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	27,26
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	41,46
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	71,62

Modulo Edometrico

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	71,2
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	71,94
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	77,14
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	65,41
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	65,3
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	46,28
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	20,94
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	25,54

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	43,4
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	26,58
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	28,12
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	29,89
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	31,4
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	36,73

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	167,54
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	239,27
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	372,13
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	362,03
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	415,37
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	299,83
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	127,8
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	201,2
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	290,43
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	197,47
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	156,97
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	138,14
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	178,48
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	249,26

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Ocr
------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------	-----

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	8,28
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	6,56
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	5,6
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	2,87
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	2,07
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	0,9
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	<0,5
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	<0,5
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	0,62
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	<0,5
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	<0,5
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	<0,5
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	<0,5
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	<0,5

Modulo di reazione Ko

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	1,38
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	1,19
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	1,07
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	0,69
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	0,56
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	0,33
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	0,00
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	0,00

Static probing xxx

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	CrM
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Kulhawy & Mayne (1990)	0,26
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00

Fattori di compressibilità C Crm

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	CrM
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	0,13816	0,01796
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	0,11768	0,0153
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	0,09898	0,01287
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	0,09977	0,01297
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	0,09634	0,01252
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	0,10648	0,01384
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	0,17783	0,02312
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	0,11974	0,01557
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	0,10784	0,01402
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	0,12137	0,01578
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	0,14617	0,019
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	0,16458	0,0214
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	0,13116	0,01705
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	0,11538	0,015

Peso unità di volume

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	Meyerhof	1,9
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Meyerhof	1,8
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	Meyerhof	1,9
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	Meyerhof	1,9
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	Meyerhof	1,8
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	Meyerhof	1,8
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Meyerhof	1,8
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Meyerhof	1,8
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Meyerhof	1,8
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Meyerhof	1,8
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Meyerhof	1,8
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Meyerhof	1,8
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Meyerhof	1,8
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Meyerhof	1,8

Static probing xxx

Peso unità di volume saturo

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	Meyerhof	2,2
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Meyerhof	2,1
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	Meyerhof	2,2
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	Meyerhof	2,2
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	Meyerhof	2,1
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	Meyerhof	2,1
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Meyerhof	2,1
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Meyerhof	2,1
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Meyerhof	2,1
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Meyerhof	2,1
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Meyerhof	2,1
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Meyerhof	2,1
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Meyerhof	2,1
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

Strato	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	176,84
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	226,61
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	303,20
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	323,96
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	367,09
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	333,25
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	238,58
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	291,92
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	342,70
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	295,21
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	271,25
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Baldi et al. 1989 Andrus et al. 2001	259,83

Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	1989 Andrus et. al. 2001 Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	290,45
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	334,93

Permeabilità

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)	
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	Piacentini- Righi 1988	1,00E-03
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Piacentini- Righi 1988	2,10E-04
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	Piacentini- Righi 1988	2,60E-03
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	Piacentini- Righi 1988	3,02E-03
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	Piacentini- Righi 1988	3,23E-04
Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	Piacentini- Righi 1988	2,42E-04
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Piacentini- Righi 1988	4,13E-07
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Piacentini- Righi 1988	2,04E-06
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Piacentini- Righi 1988	3,04E-05
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Piacentini- Righi 1988	7,58E-07
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Piacentini- Righi 1988	7,01E-08
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Piacentini- Righi 1988	1,39E-06
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Piacentini- Righi 1988	4,42E-06
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Piacentini- Righi 1988	2,68E-07

Coefficiente di consolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazio ne (cm ² /s)	
Strato 1	1,00	18,69	0,21	0,09	0,05	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	1,50	33,49	0,73	0,23	0,12	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 3	4,60	69,0	1,06	0,58	0,29	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 4	6,90	65,96	0,99	1,1	0,53	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 5	12,40	82,6	1,67	1,88	0,93	Piacentini- Righi 1988	0

Strato 6	13,10	48,45	1,03	2,51	1,25	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 7	16,30	12,0	0,45	2,88	1,42	Piacentini- Righi 1988	1,488446E- 02
Strato 8	17,30	25,22	0,83	3,28	1,61	Piacentini- Righi 1988	0,15407
Strato 9	18,90	45,99	1,2	3,54	1,74	Piacentini- Righi 1988	4,200962
Strato 10	20,00	24,46	0,86	3,81	1,87	Piacentini- Righi 1988	5,563119E- 02
Strato 11	22,10	16,8	0,69	4,12	2,02	Piacentini- Righi 1988	3,533705E- 03
Strato 12	23,50	13,63	0,47	4,45	2,18	Piacentini- Righi 1988	5,700567E- 02
Strato 13	24,50	20,73	0,65	4,68	2,29	Piacentini- Righi 1988	0,2747899
Strato 14	25,50	35,81	1,31	4,88	2,39	Piacentini- Righi 1988	2,874858E- 02

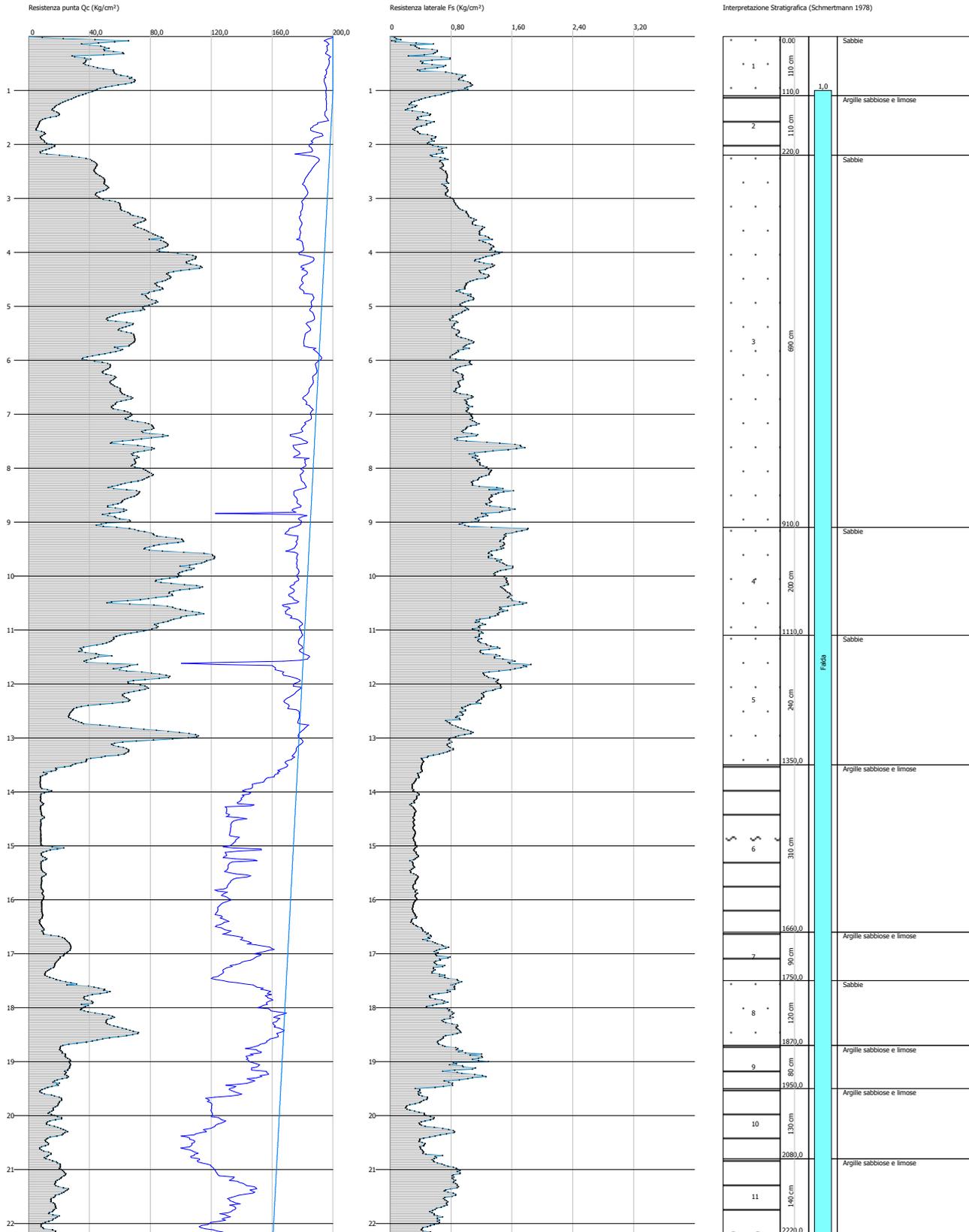
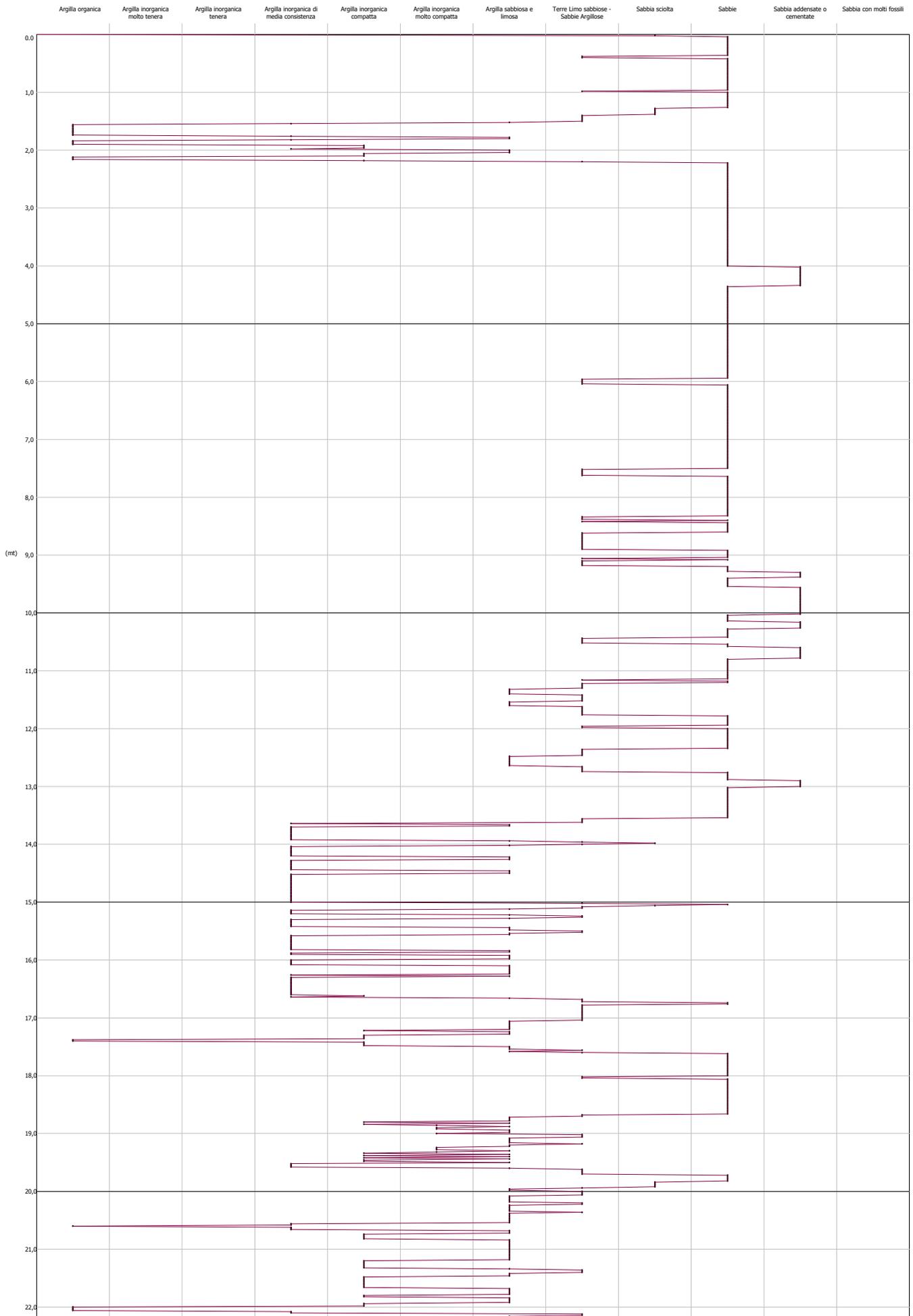


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (Schmertmann 1978)
PROVA: CPTU 6



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 6

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Terzaghi	0,69
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Terzaghi	0,47
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Terzaghi	0,98
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Terzaghi	1,14
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Terzaghi	0,77
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Terzaghi	0,89

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Metodo generale del modulo Edometrico	48,25
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Metodo generale del modulo Edometrico	42,32
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Metodo generale del modulo Edometrico	42,88
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Metodo generale del modulo Edometrico	45,52
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Metodo generale del modulo Edometrico	48,31
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Metodo generale del modulo Edometrico	46,21

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Cancelli 1980	507,1
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Cancelli 1980	298,25
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Cancelli 1980	672,82
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Cancelli 1980	783,72
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Cancelli	503,32

Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Cancelli 1980	589,05
-----------	-------	-------	------	------	------	------------------	--------

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Imai & Tomauchi	139,01
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Imai & Tomauchi	110,45
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Imai & Tomauchi	172,53
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Imai & Tomauchi	188,97
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Imai & Tomauchi	148,73
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Imai & Tomauchi	162,56

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Schmertman n 1978	OCR = 6
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Schmertman n 1978	OCR = 1-1.5
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Schmertman n 1978	OCR = 1-1.5
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Schmertman n 1978	OCR=1

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Meyerhof	1,91
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Meyerhof	1,82
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Meyerhof	1,95
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Meyerhof	1,98
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Meyerhof	1,91
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Meyerhof	1,93

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	0,16359	0,02127
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	0,20774	0,02701

Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	0,13482	0,01753
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	0,12544	0,01631
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	0,15348	0,01995
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	0,14176	0,01843

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Meyerhof	1,99
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Meyerhof	1,9
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Meyerhof	2,03
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Meyerhof	2,06
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Meyerhof	1,99
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Meyerhof	2,01

Velocità onde di taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)	
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	184,47
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	229,62
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	266,63
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	278,74
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	261,77
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	271,40

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)	
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	77,32
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	29,39
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	61,54
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	63,35

Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	46,92
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,0
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	12,32
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	35,88
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	15,0
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,0
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	6,4

Angolo di resistenza al taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)	
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	De Beer	35,1
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	De Beer	25,0
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	De Beer	28,3
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	De Beer	27,3
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	De Beer	24,1
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	De Beer	14,7
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	De Beer	17,6
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	De Beer	21,4
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	De Beer	17,8
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	De Beer	15,7
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	De Beer	16,1

Modulo di Young

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)	
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Robertson & Campanella 1983	96,92
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Robertson & Campanella 1983	27,54
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Robertson & Campanella 1983	134,62
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Robertson & Campanella 1983	185,92
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Robertson & Campanella 1983	114,68

Static probing xxx

Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Robertson & Campanella 1983	18,9
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Robertson & Campanella 1983	39,22
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Robertson & Campanella 1983	92,46
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Robertson & Campanella 1983	45,52
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Robertson & Campanella 1983	30,76
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Robertson & Campanella 1983	35,58

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Robertson & Campanella da Schmertmann	81,68
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Robertson & Campanella da Schmertmann	31,56
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Robertson & Campanella da Schmertmann	63,98
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Robertson & Campanella da Schmertmann	67,96
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Robertson & Campanella da Schmertmann	51,42
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Robertson & Campanella da Schmertmann	21,74
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Robertson & Campanella da Schmertmann	24,05
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Robertson & Campanella da Schmertmann	43,54
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Robertson & Campanella da Schmertmann	26,4
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Robertson & Campanella da Schmertmann	27,32
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Robertson & Campanella da Schmertmann	28,84

Modulo di deformazione a taglio

Static probing xxx

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Imai & Tomauchi	299,87
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Imai & Tomauchi	139,01
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Imai & Tomauchi	366,53
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Imai & Tomauchi	446,46
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Imai & Tomauchi	332,33
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Imai & Tomauchi	110,45
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Imai & Tomauchi	172,53
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Imai & Tomauchi	291,36
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Imai & Tomauchi	188,97
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Imai & Tomauchi	148,73
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Imai & Tomauchi	162,56

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Stress-History	>9
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Stress-History	1,29
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Stress-History	2,54
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Stress-History	2,09
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Stress-History	1,07
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Stress-History	<0.5
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Stress-History	<0.5
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Stress-History	0,61
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Stress-History	<0.5
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Stress-History	<0.5
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Stress-History	<0.5

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Ko
--	------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------	----

				(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Kulhawy & Mayne (1990)	0,41
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Kulhawy & Mayne (1990)	0,64
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Kulhawy & Mayne (1990)	0,57
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Kulhawy & Mayne (1990)	0,37
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Kulhawy & Mayne (1990)	0,25
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	0,10647	0,01384
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	0,16359	0,02127
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	0,09941	0,01292
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	0,09507	0,01236
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	0,10253	0,01333
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	0,20774	0,02701
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	0,13482	0,01753
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	0,1077	0,014
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	0,12544	0,01631
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	0,15348	0,01995
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	0,14176	0,01843

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Meyerhof	1,9
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Meyerhof	1,8
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Meyerhof	1,9

Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Meyerhof	1,9
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Meyerhof	1,8
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Meyerhof	1,8
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Meyerhof	1,8
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Meyerhof	1,9
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Meyerhof	1,8
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Meyerhof	1,8
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Meyerhof	2,2
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Meyerhof	2,1
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Meyerhof	2,2
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Meyerhof	2,2
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Meyerhof	2,1
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Meyerhof	2,1
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Meyerhof	2,1
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Meyerhof	2,2
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Meyerhof	2,1
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Meyerhof	2,1
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	244,87
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	198,65
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	331,40
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	383,32
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	347,65
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	226,14
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	275,31
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	343,86
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	289,71
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	264,24

Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	276,17
-----------	-------	-------	------	------	------	---	--------

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Piacentini-Righi 1988	6,85E-03
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Piacentini-Righi 1988	2,18E-06
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Piacentini-Righi 1988	2,37E-03
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Piacentini-Righi 1988	2,37E-03
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Piacentini-Righi 1988	5,98E-04
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Piacentini-Righi 1988	1,31E-06
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Piacentini-Righi 1988	3,26E-06
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Piacentini-Righi 1988	2,09E-03
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Piacentini-Righi 1988	4,61E-08
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Piacentini-Righi 1988	8,94E-06
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Piacentini-Righi 1988	1,13E-07

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,10	48,46	0,63	0,11	0,11	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2,20	13,77	0,46	0,31	0,25	Piacentini-Righi 1988	8,994008E-02
Strato 3	9,10	67,31	1,05	1,08	0,62	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	11,10	92,96	1,44	1,94	1,03	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	13,50	57,34	1,09	2,38	1,25	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	16,60	9,45	0,33	2,9	1,5	Piacentini-Righi 1988	3,718156E-02
Strato 7	17,50	19,61	0,63	3,27	1,67	Piacentini-Righi 1988	0,1915395
Strato 8	18,70	46,23	0,74	3,48	1,77	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 9	19,50	22,76	0,94	3,67	1,86	Piacentini-Righi 1988	3,15027E-03
Strato 10	20,80	15,38	0,46	3,87	1,96	Piacentini-Righi 1988	0,4123202
Strato 11	22,20	17,79	0,71	4,13	2,08	Piacentini-Righi 1988	6,034723E-03

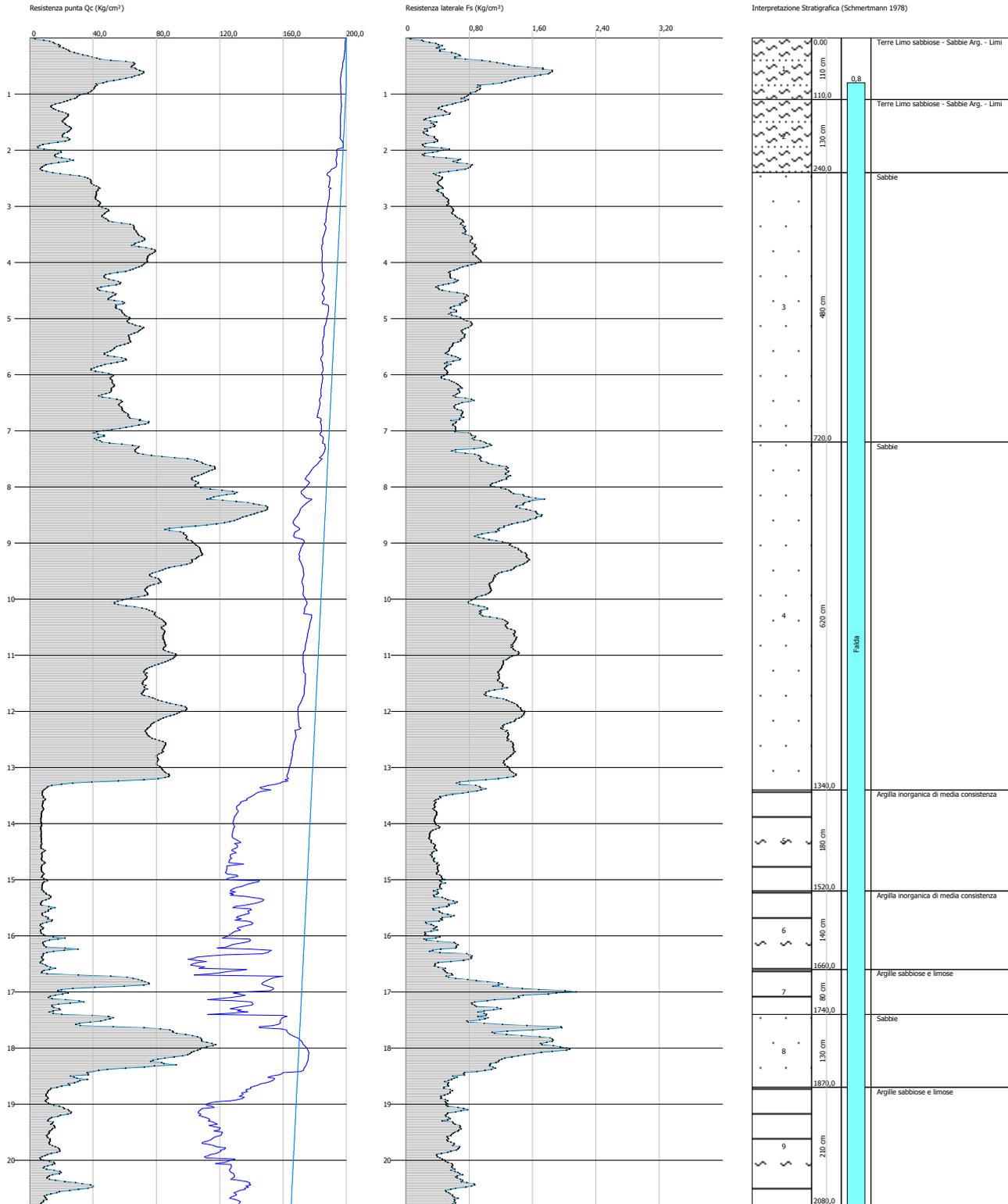
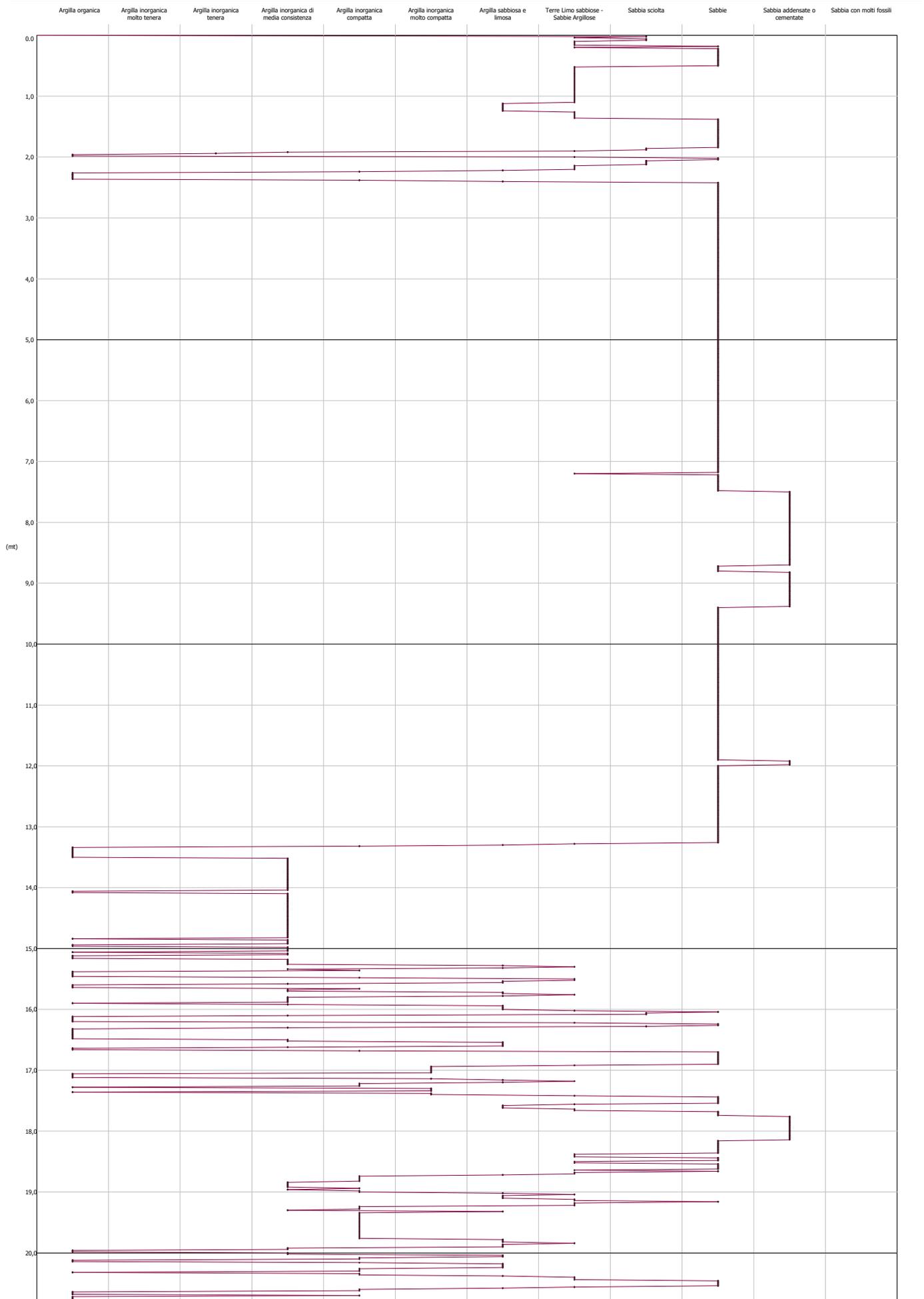


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (Schmertmann 1978)
PROVA: CPTU 7



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPTU 7

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Terzaghi	2,11
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Terzaghi	0,91
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Terzaghi	0,4
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Terzaghi	0,54
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Terzaghi	1,55
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Terzaghi	0,76

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Metodo generale del modulo Edometrico	84,5
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Metodo generale del modulo Edometrico	45,64
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Metodo generale del modulo Edometrico	38,14
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Metodo generale del modulo Edometrico	45,03
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Metodo generale del modulo Edometrico	62,04
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Metodo generale del modulo Edometrico	48,35

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Cancelli 1980	1580,21
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Cancelli 1980	672,0
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Cancelli 1980	244,15
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Cancelli 1980	346,83
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Cancelli	1102,61

Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Cancelli 1980	501,57
----------	-------	-------	------	------	------	------------------	--------

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Imai & Tomauchi	275,76
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Imai & Tomauchi	164,67
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Imai & Tomauchi	98,99
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Imai & Tomauchi	119,63
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Imai & Tomauchi	228,32
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Imai & Tomauchi	147,96

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Schmertman n 1978	OCR > 6
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Schmertman n 1978	OCR = 6
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Schmertman n 1978	OCR=1
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Schmertman n 1978	OCR = 1-1.5
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Schmertman n 1978	OCR=1

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Meyerhof	2,1
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Meyerhof	1,95
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Meyerhof	1,78
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Meyerhof	1,84
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Meyerhof	2,04
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Meyerhof	1,91

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	0,11021	0,01433
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	0,1402	0,01823

Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	0,23535	0,0306
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	0,19049	0,02476
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	0,12047	0,01566
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	0,15421	0,02005

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Meyerhof	2,18
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Meyerhof	2,03
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	Meyerhof	1,86
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	Meyerhof	1,92
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	Meyerhof	2,12
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	Meyerhof	1,99

Velocità onde di taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	198,88
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	194,30
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	219,68
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	235,73
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	288,28
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	259,57

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	72,63
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	37,12
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	58,35
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	61,98

Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	25,79
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	48,06
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	5,0

Angolo di resistenza al taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	De Beer	34,2
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	De Beer	26,3
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	De Beer	28,1
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	De Beer	27,1
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	De Beer	20,0
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	De Beer	23,6
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	De Beer	15,9

Modulo di Young

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Robertson & Campanella 1983	84,5
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Robertson & Campanella 1983	36,34
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	Robertson & Campanella 1983	111,04
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	Robertson & Campanella 1983	176,7
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	Robertson & Campanella 1983	62,04
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	Robertson & Campanella 1983	139,94
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	Robertson & Campanella 1983	30,5

Modulo Edometrico

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Robertson & Campanella da Schmertman	80,24
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Robertson &	39,51

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Campanella da Schmertmann & Robertson	60,41
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Campanella da Schmertmann & Robertson	66,4
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Campanella da Schmertmann & Robertson	31,68
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Campanella da Schmertmann & Robertson	56,26
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Campanella da Schmertmann & Robertson	26,34

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Imai & Tomauchi	275,76
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Imai & Tomauchi	164,67
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Imai & Tomauchi	325,85
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Imai & Tomauchi	432,8
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Imai & Tomauchi	228,32
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Imai & Tomauchi	375,32
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Imai & Tomauchi	147,96

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Stress-History	8,84
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Stress-History	1,69
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Stress-History	2,46
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Stress-History	2,0
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Stress-History	<0,5
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Stress-History	0,95
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Stress-History	<0,5

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Kulhawy & Mayne (1990)	1,44
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Kulhawy & Mayne (1990)	0,49
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Kulhawy & Mayne (1990)	0,63
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Kulhawy & Mayne (1990)	0,34
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	0,11021	0,01433
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	0,1402	0,01823
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	0,10323	0,01342
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	0,09557	0,01242
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	0,12047	0,01566
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	0,09875	0,01284
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	0,15421	0,02005

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Meyerhof	1,8
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Meyerhof	1,8
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Meyerhof	1,9
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Meyerhof	1,9
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Meyerhof	1,8
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Meyerhof	1,8
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Meyerhof	2,1
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Meyerhof	2,1

Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Meyerhof	2,2
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Meyerhof	2,2
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Meyerhof	2,1
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Meyerhof	2,1
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Meyerhof	2,1

Velocità onde di taglio.

Prof. Strato	qc	fs	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Vs
(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		(m/s)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	238,24
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	213,25
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	309,49
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	378,22
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	307,70
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	380,24
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	262,26

Permeabilità

Prof. Strato	qc	fs	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	K
(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		(cm/s)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	Piacentini-Righi 1988	1,50E-04
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	Piacentini-Righi 1988	8,71E-05
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	Piacentini-Righi 1988	1,00E-03
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	Piacentini-Righi 1988	4,34E-03
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	Piacentini-Righi 1988	1,89E-09
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	Piacentini-Righi 1988	3,16E-08
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	Piacentini-Righi 1988	6,29E-07
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	Piacentini-Righi 1988	1,04E-03
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	Piacentini-Righi 1988	2,18E-07

Coefficiente di consolidazione

Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Coefficiente
--------------	----	----	----------	----------	--------------	--------------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	litostatica totale (Kg/cm ²)	litostatica efficace (Kg/cm ²)	di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,10	42,25	0,95	0,11	0,11	Piacentini-Righi 1988
Strato 2	2,40	18,17	0,44	0,35	0,25	Piacentini-Righi 1988
Strato 3	7,20	55,52	0,65	0,92	0,52	Piacentini-Righi 1988
Strato 4	13,40	88,35	1,24	1,98	1,03	Piacentini-Righi 1988
Strato 5	15,20	7,9	0,4	2,74	1,39	Piacentini-Righi 1988
Strato 6	16,60	10,77	0,47	3,03	1,52	Piacentini-Righi 1988
Strato 7	17,40	31,02	1,09	3,24	1,62	Piacentini-Righi 1988
Strato 8	18,70	69,97	1,23	3,44	1,72	Piacentini-Righi 1988
Strato 9	20,80	15,25	0,59	3,77	1,87	Piacentini-Righi 1988



gaia di Elena Ghetti & C. s.n.c.
Sede legale e operativa:
via Pironi, 68, 44012 Bondeno (Ferrara)
Tel/Fax: 0532-898245
e-mail: consulenze@gaia-ambiente.eu

RTI
HERAMBIENTE SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA/TIM
OIL/EUREKA/VEOLIA

Sito ENI Ravenna - Ponticelle

ALLEGATO 3 - CERTIFICATI PROVE DI DISSIPAZIONE

PROVA DI DISSIPAZIONE

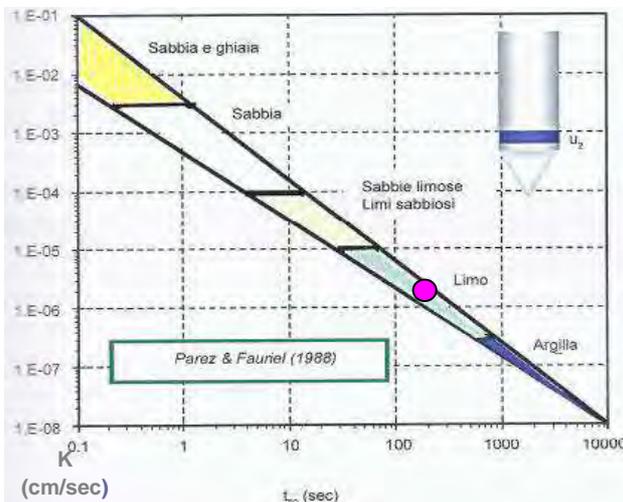
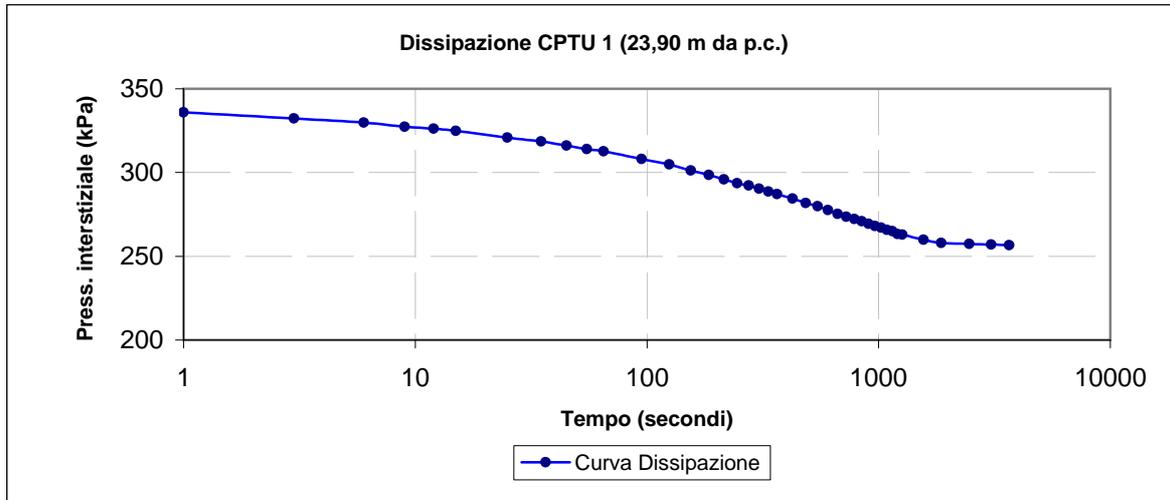
Strumentazione utilizzata: Punta TP CPL2IN (TecnoPenta Srl)

Committente: Eni spa
Cantiere: Ravenna - Ponticelle
Data prova: 26/02/18

Operatore: Capatti
Prova n°: CPTU 1
Prof.: 23,90 m da p.c.

T (sec)	DeltaU (kPa)						
1	335,909	125	304,909	665	275,364	1865	258
3	332,273	155	301,273	725	273,545	2465	257,364
6	329,818	185	298,545	785	272,182	3065	257
9	327,364	215	295,818	845	270,818	3665	256,545
12	326,128	245	293,545	905	269,455		
15	324,818	275	292,182	965	268,091		
25	320,818	305	290,364	1025	267,182		
35	318,545	335	288,545	1085	265,818		
45	316,128	365	287,182	1145	264,909		
55	314	425	284,455	1205	263,364		
65	312,636	485	281,727	1265	262,818		
95	308,091	545	279,909	1565	259,818		

Falda:
1 m da p.c.
Pressione idrostatica teorica
225 kPa



Formula di Parez e Fauriel (1988)

$$Kh = (251 * t_{50})^{-1,25}$$

t ₅₀	197 sec
-----------------	---------

Kh	1,4 * 10 ⁻⁶ cm/sec
Kh	1,4 * 10 ⁻⁸ m/sec

Il tecnico
Dott. Stefano Vincenzi



PROVA DI DISSIPAZIONE

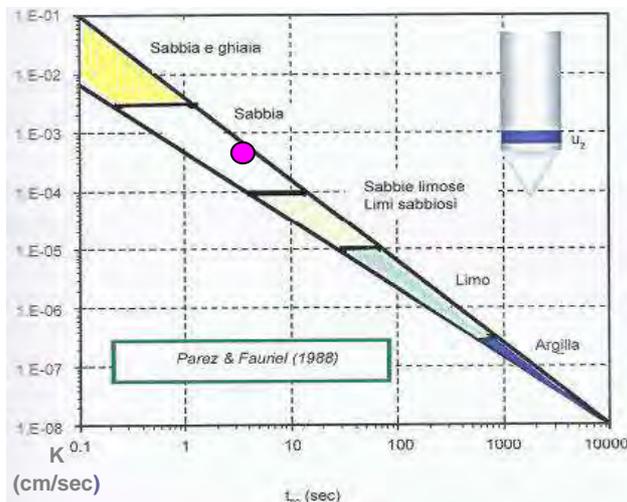
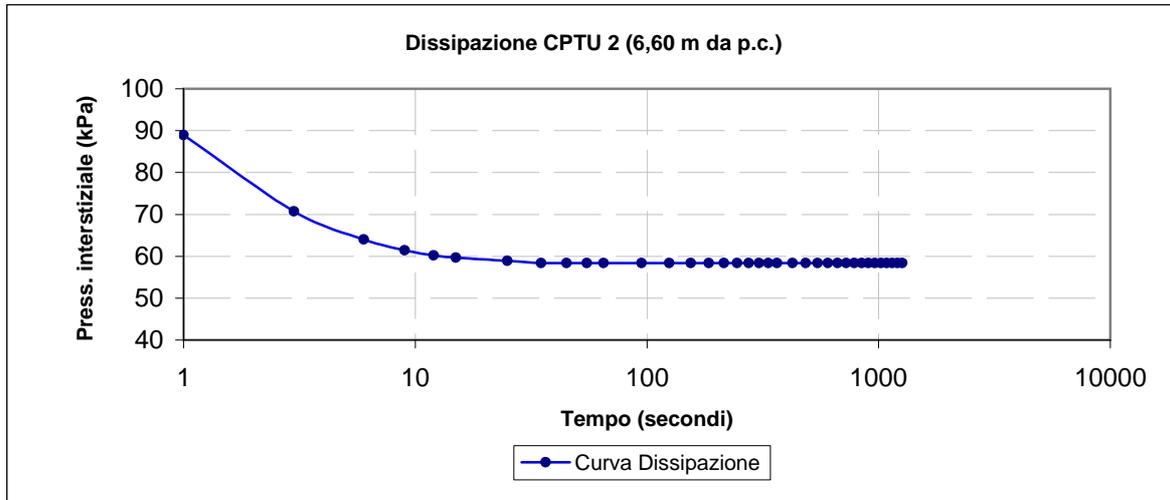
Strumentazione utilizzata: Punta TP CPL2IN (TecnoPenta Srl)

Committente: Eni spa
Cantiere: Ravenna - Ponticelle
Data prova: 21/02/18

Operatore: Capatti
Prova n°: CPTU 2
Prof.: 6,60 m da p.c.

T (sec)	DeltaU (kPa)						
1	88,909	125	58,364	665	58,364		
3	70,727	155	58,364	725	58,364		
6	64	185	58,364	785	58,364		
9	61,455	215	58,364	845	58,364		
12	60,182	245	58,364	905	58,364		
15	59,636	275	58,364	965	58,364		
25	58,909	305	58,364	1025	58,364		
35	58,364	335	58,364	1085	58,364		
45	58,364	365	58,364	1145	58,364		
55	58,364	425	58,364	1205	58,364		
65	58,364	485	58,364	1265	58,364		
95	58,364	545	58,364				

Falda:
1 m da p.c.
Pressione idrostatica teorica
55 kPa



Formula di Parez e Fauriel (1988)

$$K_h \text{ (cm/s)} = (251 * t_{50})^{-1,25}$$

t_{50}	2 sec
----------	-------

K_h	$4,2 * 10^{-4}$ cm/sec
K_h	$4,2 * 10^{-6}$ m/sec

Il tecnico
 Dott. Stefano Vincenzi



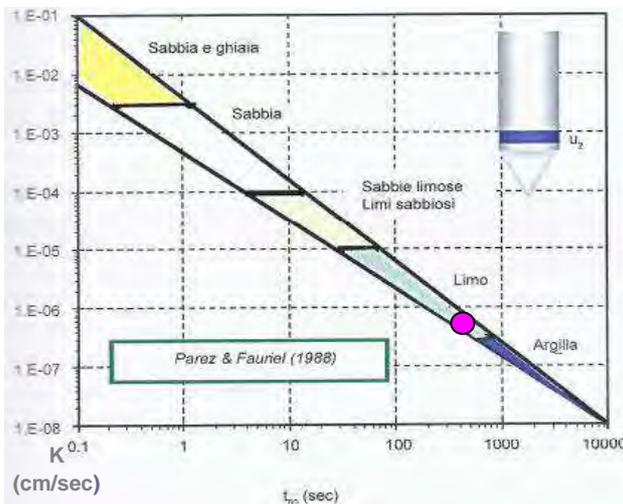
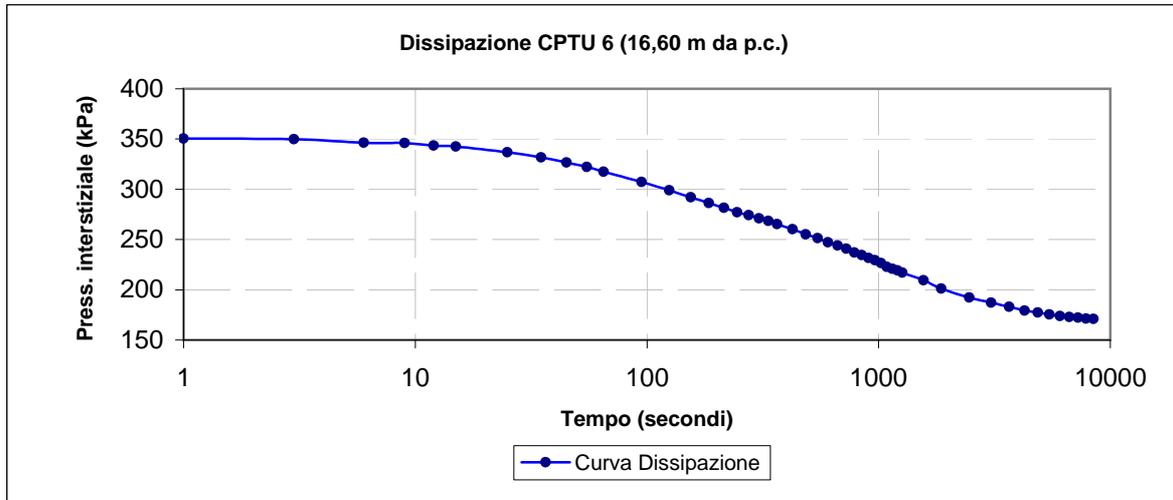
PROVA DI DISSIPAZIONE

Strumentazione utilizzata: Punta TP CPL2IN (TecnoPenta Srl)

Committente: Eni spa
Cantiere: Ravenna - Ponticelle
Data prova: 21/02/18

Operatore: Capatti
Prova n°: CPTU 6
Prof.: 16,60 m da p.c.

T (sec)	DeltaU (kPa)							
1	350,545	125	298,909	665	243,909	1865	201,182	
3	349,818	155	292,091	725	240,727	2465	192,363	
6	346,364	185	286,182	785	237,091	3065	187,091	
9	345,909	215	281,636	845	234,364	3665	183	
12	343,545	245	277,091	905	231,636	4265	179,091	
15	342,545	275	274,364	965	229,364	4865	177,182	
25	336,636	305	271,182	1025	226,636	5465	175,364	Falda:
35	331,636	335	268,455	1085	222,727	6065	173,818	1 m da p.c.
45	326,636	365	265,273	1145	220,727	6665	173	Pressione
55	322,091	425	260,273	1205	219,364	7265	172,091	idrostatica
65	317,545	485	255,273	1265	217,091	7865	171,364	teorica
95	307,091	545	251,182	1565	209,364	8465	171	153 kPa



Formula di Parez e Fauriel (1988)

$$Kh = (251 * t_{50})^{-1,25}$$

t_{50}	445 sec
----------	---------

Kh	$5,2 * 10^{-7}$ cm/sec
Kh	$5,2 * 10^{-9}$ m/sec

Il tecnico
Dott. Stefano Vincenzi





gaia di Elena Ghetti & C. s.n.c.
Sede legale e operativa:
via Pironi, 68, 44012 Bondeno (Ferrara)
Tel/Fax: 0532-898245
e-mail: consulenze@gaia-ambiente.eu

RTI
HERAMBIENTE SpA
NCE/CGX/GAIA/ASTRA/TIM
OIL/EUREKA/VEOLIA

Sito ENI Ravenna - Ponticelle

ALLEGATO 4 - RILIEVO TOPOGRAFICO

Sezione 2



Elenco punti sito Eni Ravenna - Ponticelle			COORDINATE UTM - WGS84 32N*	
Progr	PUNTO	QUOTA S.L.M.M.	N E	
			1	BH_01
2	BH_02	0,925	279432,737	4926479,156
3	BH_03	0,684	279522,624	4926427,863
4	CPTU 1	0,891	279477,883	4926455,425
5	CPTU 2	0,267	279471,527	4926483,772
6	CPTU 3	0,368	279516,301	4926487,884
7	CPTU 4	0,933	279434,952	4926449,144
8	CPTU 5	0,282	279518,037	4926458,679
9	CPTU 6	1,064	279436,598	4926426,516
10	CPTU 7	1,115	279480,391	4926428,245
11	spigolo recinzione	1,244	279418,146	4926414,323
12	recinzione 1	0,946	279450,882	4926417,930
13	recinzione 2	0,974	279463,716	4926418,767
14	recinzione 3	0,864	279482,021	4926420,847