Comune di Ferrara

Servizio Qualità edilizia
Piazza del Municipio, 21
44121 - Ferrara

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
RELATIVO ALL'AREA DI PONTETRAVAGLI - VIA PIOPPA
SCHEDA DI POC 7ANS-04

PUA
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

La Proprietà

MIMA MARCHETTI
Via Ercole Primo D'Este, 70
40400 FERRARA

La Proprietà

PAROFIN s.r.l.
Via Pietro Mascagni, 1
20122 MILANO

Protocollo Uff. Tecnico

MATE ENGINEERING
Via San Felice 21 40122 Bologna ITALY
tel. +39 051.2912911 fax +39 051.239714
mateng@legalmail.it

Direttore Tecnico Settore Edilizia:	Arch. Mario Zuccotti
Progettista Responsabile:	Arch. Stefano Silvagni
Progettista Architettonico:	Arch. Arturo Augelletta
Progettista OO. UU.:	Ing. Franco Di Biase
Rilievo:	Geom. Luca Paladino
Geologo Studio System:	Geol. Emanuele Stevanin
Progetto del verde:	Agr. Fabio Tunioli
Consulente per la progettazione paesaggistica:	Dott.ssa Caterina Zanella
Collaborazioni:	Arch. Duilia Madonia

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA: 31_07_2015

ELABORATO
RG

SCALA
-

LAVORO
PARO15032

N.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	RELAZIOE ILLUSTRATIVA	31-07-2015	ES	-	MZ
2					
3					
4					

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI FERRARA

PAROFIN s.r.l.

Via Pietro Mascagni civ. 1

Milano

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

RELATIVO ALL'AREA DI PONTE TRAVAGLI – VIA PIOPPA

SCHEDA DI POC 7ANS-04

- MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOTECNICO

Tecnico incaricato

Dr. Geol. Emanuele Stevanin

Collaboratrice

Dr. Geol. Emma Biondani

Località

Via Pioppa - Ferrara

Data

27 luglio 2015

Rif. int. 135/15-ES-Rev00

INDICE

PREMESSA **4**
1. INQUADRAMENTO GENERALE **7**
1.1. Ubicazione del sito **7**
1.2. Intervento previsto **7**
1.3. Normativa di riferimento **7**
2. MODELLO GEOLOGICO **13**
2.1. Unità geologiche, litologiche e strutturali **13**
2.2. Storia geologica del territorio **24**
2.3. Forme del terreno e caratteri geomorfologici **28**
2.4. Subsidenza **33**
2.5. Rischio geologico **33**
2.6. Caratteri idrogeologici e idrologici **34**
2.6.1. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE 37
2.7. Campagna di indagini **38**
2.7.1. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO SISMICO (SCPTU) 38
2.7.2. CAMPIONI TERRENO 39
2.8. Campagna geognostica - Risultati **42**
2.8.1. CARATTERI LITOLOGICI 42
2.8.1.1. Modalità di valutazione - SCPTU **42**
2.8.1.2. Definizione delle unità litotecniche - SCPTU **44**
2.8.1.3. Campioni di terreno – risultati analitici **47**
2.9. Analisi vincolistica **48**
2.9.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO 48
2.9.2. PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) 48
2.9.3. PIANO TERRITORIALE PER IL COORDINAMENTO PROVINCIALE (P.T.C.P.) 48
2.10. Pericolosità e Fattibilità del Piano Strutturale Comunale **51**
2.11. Aspetti geodinamici e sismicità **52**
2.12. Aspetti sismici di dettaglio **66**
2.12.1. CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO 66
2.12.1.1. Misura della velocità delle onde Vs **67**
2.12.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 69
2.12.3. PARAMETRI SISMICI DEFINITI IN BASE ALLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 (DM 14/01/2008)" 70
2.12.4. VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI SISMICHE SUI TERRENI INCOERENTI 71
2.12.4.1. Fattori scatenanti: Definizione della Magnitudo attesa del sisma **73**
2.12.4.2. Fattori scatenanti: Definizione dell'accelerazione sismica orizzontale **73**
2.12.4.3. Fattori predisponenti: Profondità della falda **77**
2.12.4.4. Fattori predisponenti: Resistenza mobilitabile dal terreno **77**
2.12.4.5. Fattori predisponenti: Composizione granulometrica **78**
2.12.5. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE PER IL CASO SPECIFICO 81
2.13. Note e prescrizioni **98**
3. MODELLO GEOTECNICO **101**
3.1. Problemi geotecnici e scelte tipologiche **101**
3.2. Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche **101**
3.3. Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni **101**
3.3.1. CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE INDIVIDUATE 101

3.4. Note conclusive **106**
4. DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE **109**
4.1. Descrizione risultati analisi di laboratorio geotecnico **109**
4.2. Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale **110**
4.3. Determinazione spessori principali – campioni C1 e C2 - IG = 8.0 **111**
4.4. Spessori progettuali minimi proposti **112**
4.5. Note conclusive **112**

PREMESSA

Su incarico di **PAROFIN s.r.l.**, con sede legale in Milano – Via Pietro Mascagni civ. 1 e su indicazioni del Tecnico Progettista Architettonico **Arch. Arturo AUGELLETTA**, è stato effettuato il presente studio, parte integrante di un Piano Urbanistico Attuativo relativo ad un'area in Ponte Travagli (Fe) – via Pioppa.
Scheda di POC 7ANS-04

A supporto dello studio sono state utilizzate le risultanze di indagini precedentemente effettuate dalla scrivente in corrispondenza del sito, ed eseguite ulteriori analisi su campioni di laboratorio.
Le indagini in sito sono state utilizzate al fine di integrare le conoscenze derivanti dai dati bibliografici a disposizione, allo scopo di ricavare indicazioni in merito alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici ed alla pericolosità geologica del sito in esame, nonché per ricostruire il modello geologico e il modello geotecnico relativo al sito.

In merito alle indagini effettuate si evidenzia che, a causa dell'attuale presenza in sito di colture agricole (seminativo – mais), non è stato possibile accedere al sito per prelevare campioni di terreno in corrispondenza dei futuri lotti destinati all'edificazione. Per tale motivo nella presente non vengono effettuate valutazioni in merito ai cedimenti post-sismici, di fatto posticipati ad una seconda fase integrativa, da eseguirsi non appena sarà possibile accedere.

La modalità d'indagine ed i risultati ottenuti sono descritti ed analizzati nel presente rapporto, costituito dalle seguenti parti principali:

- Parte Prima – Inquadramento generale
- Parte Seconda – Modello Geologico
- Parte Terza – Modello Geotecnico
- Parte Quarta – Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale

Lo scrivente è stato incaricato da Synthesis s.r.l. per la consulenza e la predisposizione del presente elaborato.

- Parte Prima -

INQUADRAMENTO GENERALE

1. INQUADRAMENTO GENERALE

1.1. Ubicazione del sito

Il sito in corrispondenza del quale è previsto l'intervento, è ubicato nei pressi di una zona residenziale, posta ad est/nord-est della città di Ferrara.

Più precisamente tale sito è ubicato immediatamente ad est di via Pioppa e a sud rispetto alla Provinciale Copparo-Ferrara, circa 3.45 km a nord-est rispetto a Piazza Trento Trieste, circa mt 745 in direzione nord rispetto all'abitato di Pontegradella e circa km 1.35 a sud/sud-est rispetto all'abitato di Malborghetto di Boara.

Per quanto riguarda l'inquadramento catastale, il terreno in esame è localizzato nel Foglio 139, Mappale 12 del Comune di Ferrara.

Coordinate WGS84: Latitudine 44.844757°; Longitudine 11.662769°.

1.2. Intervento previsto

Con il progetto al quale fa riferimento il presente studio, si prevede la realizzazione di un nuovo insediamento residenziale a Ponte Travagli. Nello specifico, oltre alla strada di penetrazione, ai parcheggi e al verde pubblico, è prevista la realizzazione di n. 5 lotti da destinarsi ad edifici monofamiliare e n. 2 lotti per edifici bifamiliari.

Sarà prevista la cessione di un'area pari a 1874 mq, di cui:

- 1005 mq destinati a verde pubblico;
- 323 mq destinati a parcheggio;
- 546 mq destinati a viabilità pubblica.

Per quanto riguarda le specifiche caratteristiche progettuali, si rimanda alle tavole di progetto.

1.3. Normativa di riferimento

A.G.I. "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini" (Giugno 1977)

D.P.R. 380/01 Testo Unico per l'Edilizia.

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)*" e successive modifiche.

Delibera Assemblea Legislativa Prog. N. 112 oggetto 2131 02/05/2007 "*Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*"

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "*Norme tecniche per le Costruzioni"*, D. M. 14/01/2008.

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

Delibera Regione Emilia Romagna 1 febbraio 2010: *"Atto di indirizzo recante individuazione degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici e delle varianti, riguardanti parti strutturali che non rivestono carattere sostanziale e definizione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico, necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per la denuncia di inizio attività, ai sensi degli artt. 9, comma 4 e 10, comma 3, della L.R. n. 19 del 2008"*.

Delibere e riferimenti normativi della Regione Emilia Romagna, successivi agli eventi sismici del maggio 2012.

Supporti cartografici e grafici:

- Immagine 1-1. Foto da satellite – Google Earth
- Figura 1-2. Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:10.000
- Figura 1-3. Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:5.000
- Figura 1-4. Stralcio Planimetria Catastale– scala 1:2.000

Immagine 1-1
Foto da satellite – Google Earth
● Ubicazione dell'area oggetto di studio

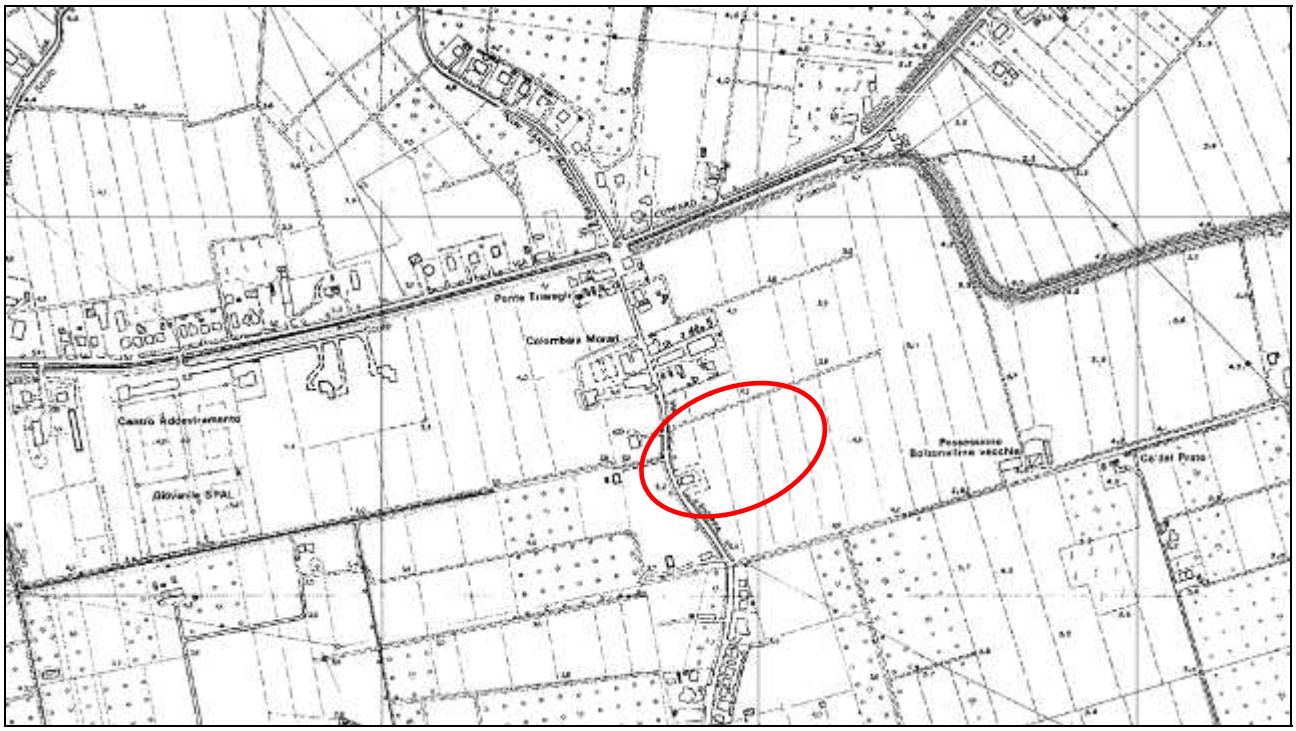


Figura 1-2
Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:10.000
Ubicazione dell'area oggetto di studio (cartografia non aggiornata)

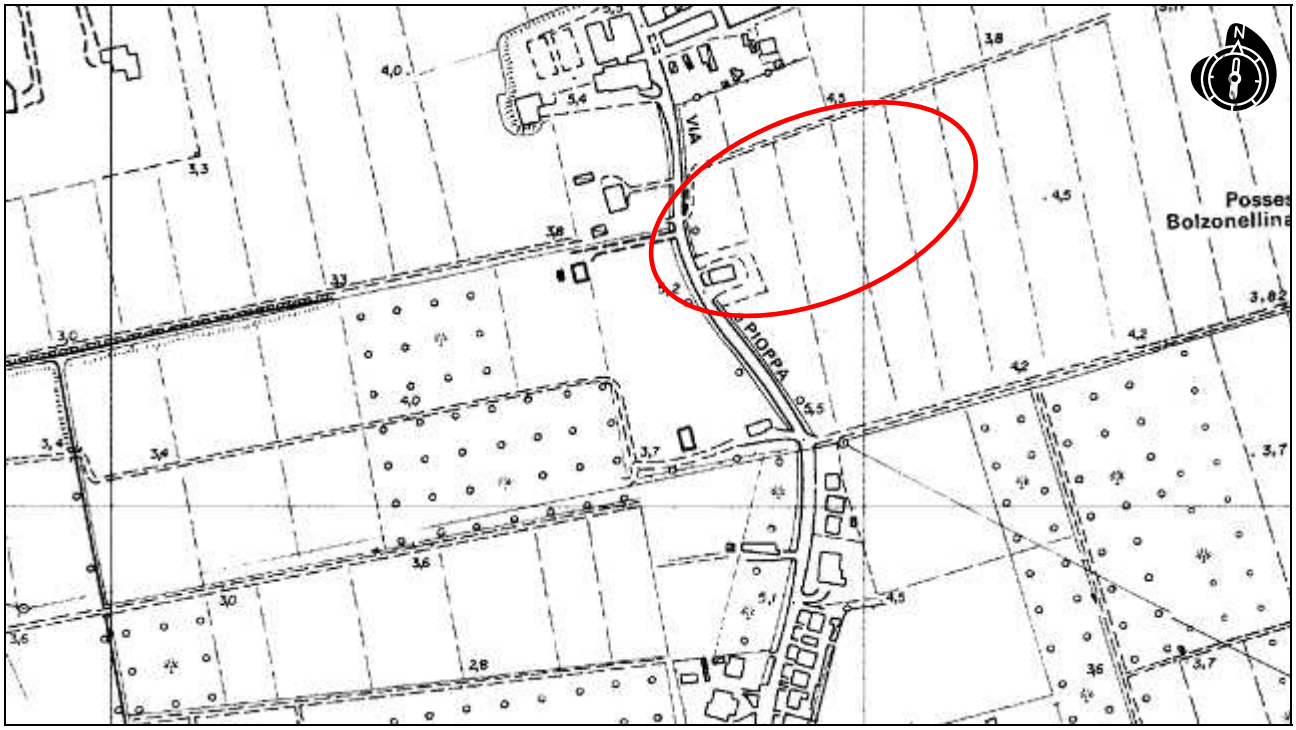


Figura 1-3
Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:5.000
Ubicazione dell'area in esame (cartografia non aggiornata)

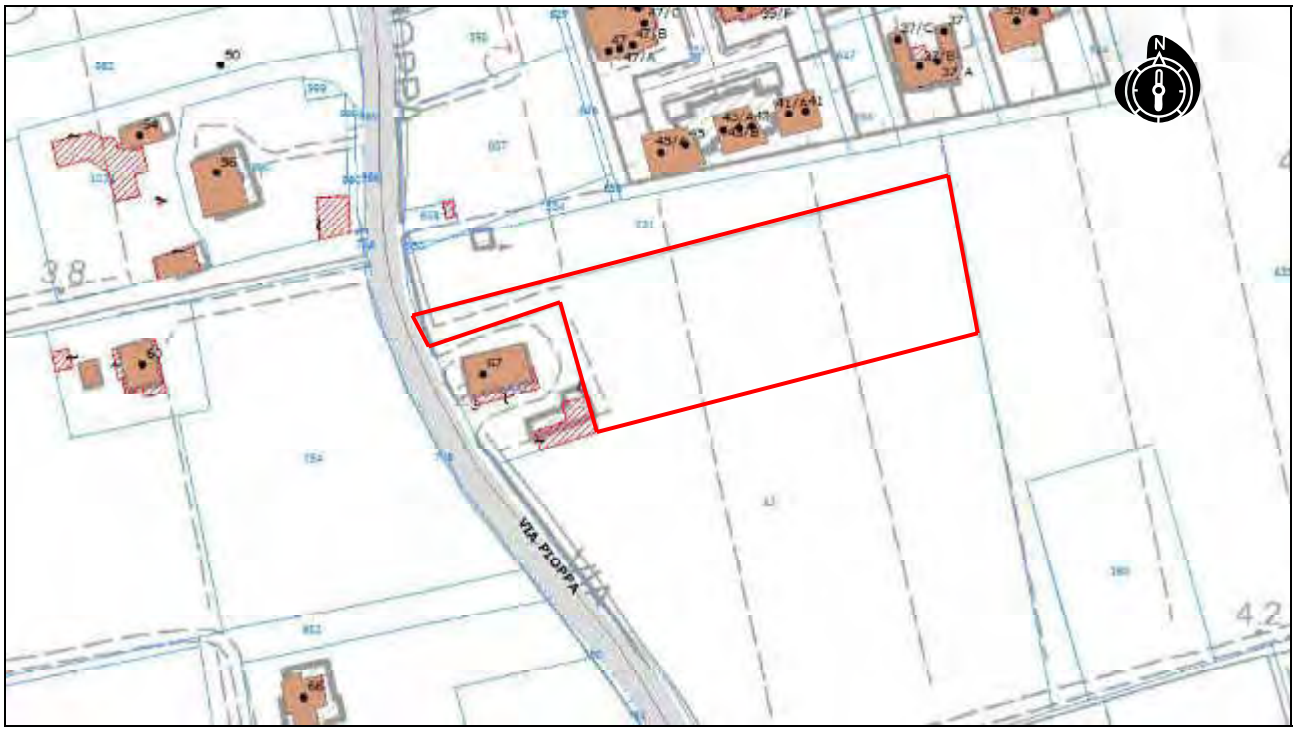


Figura 1-4
Planimetria catastale estratta dalla CGU della Provincia di Ferrara – scala 1:2.000
N.T.C. Comune di Ferrara - Foglio 139, Mappale 12 – (http://visore.cgu-ferrara.it/Geovistaweb/default.aspx?ID=)

- Parte Seconda -

MODELLO GEOLOGICO

2. MODELLO GEOLOGICO

L'analisi del contesto geologico in cui è inserita l'area in esame, è stata effettuata in primo luogo consultando gli studi e la cartografia esistente a disposizione e in secondo luogo con l'analisi e l'elaborazione delle prove effettuate in sito.

2.1. Unità geologiche, litologiche e strutturali

Il territorio dell'Emilia Romagna è costituito dal versante Padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Fiume Po; il limite regionale, infatti, coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord. Pur essendo due ambienti geomorfologici distinguibili, essi risultano strettamente correlati fra loro: il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico catena montuosa-pianura, ma è individuabile fra gli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981), sepolte dai sedimenti quaternari della Pianura Padana. Il fronte appenninico sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta, di conseguenza l'evoluzione del territorio dell'Emilia Romagna risulta strettamente legata ai cambiamenti del settore esterno della catena nord-appenninica.

La sismicità rappresenta uno strumento indispensabile per le analisi sismotettoniche e un utile supporto alla geologia strutturale, in quanto varie tipologie di dati sismici, ottenuti attraverso differenti metodologie, garantiscono l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture geologicamente attive. L'analisi della sismotettonica dell'Emilia-Romagna, evidenzia come questa sia costituita da strutture caratterizzate da attività da molto recenti ad attuali.

In particolare, come si evince dallo studio "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana" effettuato dall'Università di Siena, dalla Regione Toscana, dalla Regione Emilia-Romagna e dall'Università di Bologna, il Comune di Ferrara ricade tra due tracce di sezioni sismogeologiche, nello specifico la 6-6' e la 14-14' (figure 2.1-7. 2.1-8 e 2.1-9).

Di seguito si riportano stralci delle descrizioni: " *sezione 6-6'*… nel settore delle Pieghe Ferraresi… *il substrato costituito da depositi pelagici e di piattaforma carbonatica meso-cenozoici, risulta tettonicamente sollevato sin quasi alla superficie. Ovviamente ciò determina anche il sollevamento relativo dei livelli triassici e del sottostante basamento crostale, posto a meno di 10 km dalla superficie. Per converso, tra Bologna e la Dorsale Ferrarese si osserva il massimo spessore dei depositi plio-quaternari dell'avanfossa padana. Dal punto di vista strutturale, la sezione mostra che i principali sovrascorrimenti e faglie inverse interessano le torbiditi mioceniche, propagandosi sovente anche alle sottostanti unità pelagiche, al Triassico, e in alcuni casi, al basamento crostale. Meno evidente è il coinvolgimento nella fagliazione dei depositi di avanfossa, in particolare dei livelli quaternari.*

La sezione 14-14', descrive l'interpretazione di Picotti e Pazzaglia (2008). Rispetto alla sezione 6-6', si possono notare alcune differenze riguardanti la geometria dei sovrascorrimenti e delle pieghe… l'elemento strutturale più rilevante è comunque il grande sovrascorrimento profondo che, collocato ad oltre 20 km sotto la catena, a nord di Bologna si diffonde in un fascio di fratture che si propagano sino alla zona ferrarese".

Le faglie derivanti dai movimenti dei sovrascorrimenti appenninici quindi, danno origine alle manifestazioni sismiche che interessano la regione (Figure 2.1-2, 2.1-3, 2.1-5, 2.1-6 e 2.1-16).

Nel caso specifico, l'area in esame, vede la presenza di alcuni sovrascorrimenti profondi post-tortoniani dedotti, ubicati in direzione est, sud ed ovest e di una faglia profonda indeterminata dedotta, ubicata in direzione sud-ovest (Figura 2.1-17) (da https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia).

Il Comune di Ferrara, in base all'ultima zonazione sismogenetica pubblicata ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), nella quale vengono individuate per tutto il territorio Italiano n. 42 zone – sorgente identificate con un numero da 901 a 936 o con una lettera da A a F, ricade all'interno della zona sismogenetica 912.

La zona sismogenetica 912 viene caratterizzata dallo studio, come zona a regime tettonico debolmente compressivo con strutture compressive tipo thrust e con meccanismi di fagliazione prevalente inversa e corrisponde al settore di pianura compreso tra il fronte delle pieghe ferraresi e il margine appenninico padano. In tale zona i terremoti storici hanno raggiunto valori di Magnitudo pari a M = 5.9 e le zone ipocentrali si registrano generalmente a profondità comprese tra 5 e 8 Km, con profondità efficace di 7 Km. Nella zona sismogenetica 912 è prevista, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo Mmax = 6.14 (Figura 2.1-4).

L'area in esame risulta individuabile quindi sul sistema di pieghe ferraresi, in una zona in corrispondenza della sorgente sismogenetica composta (struttura desunta sulla base della superficie regionale e dati geologici di sottosuolo che vengono sfruttate ben oltre la semplice identificazione delle faglie attive o caratteristiche tettoniche giovanili) ITCS050 – Poggio Rusco-Migliarino (Figure 2.1-5, 2.1-10, 2.1-11 e 2.1-12) le cui caratteristiche vengono riportate in Figura 2.1-13.

La storia sismica del territorio si evince anche dalle immagini di seguito riportate, in particolare in fig. 2.1-15, e dalla lettura dei dati scaricati da ISIDe e relativi agli eventi sismici registrati in un raggio di 50 Km dall'abitato di Ferrara a partire dal gennaio 2005; in allegato 4 si riporta la tabella riassuntiva degli eventi verificatisi a partire da gennaio 2005.

Supporti grafici:

- Figura 2.1-1. Stralcio della carta strutturale della pianura padana e delle catene circostanti (da "Carta geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000)
- Figura 2.1-2. Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo
- Figura 2.1-3. Localizzazione degli epicentri dei principali terremoti che hanno interessato l'Emilia-Romagna e le aree limitrofe
- Figura 2.1-4. Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia
- Figura 2.1-5. Epicentri dei principali terremoti e principali aree sismogenetiche dell'Emilia-Romagna e aree limitrofe.
- Figura 2.1-6. Sezione geologica attraverso la pianura modenese settentrionale
- Figura 2.1-7. Traccia delle sezioni sismogeologiche
- Figura 2.1-8. Sezione sismogeologica 6-6'
- Figura 2.1-9. Sezione sismogeologica 14-14'
- Figura 2.1-10. Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione
- Figura 2.1-11. Sorgente sismogenetica composta
- Figura 2.1-12. Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione su Google Earth
- Figura 2.1-13. Sorgente Sismogenetica ITCS050
- Figura 2.1-14. Eventi registrati a partire dal 2005, in un raggio di 50 km rispetto al sito
- Figura 2.1-15. Grafico eventi della storia sismica di Ferrara al 01.2012
- Figura 2.1-16. Principali strutture attive presenti in Emilia Romagna
- Figura 2.1-17. Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna

Figura 2.1-1

Stralcio della carta strutturale della pianura padana e delle catene circostanti (da "Carta geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000)

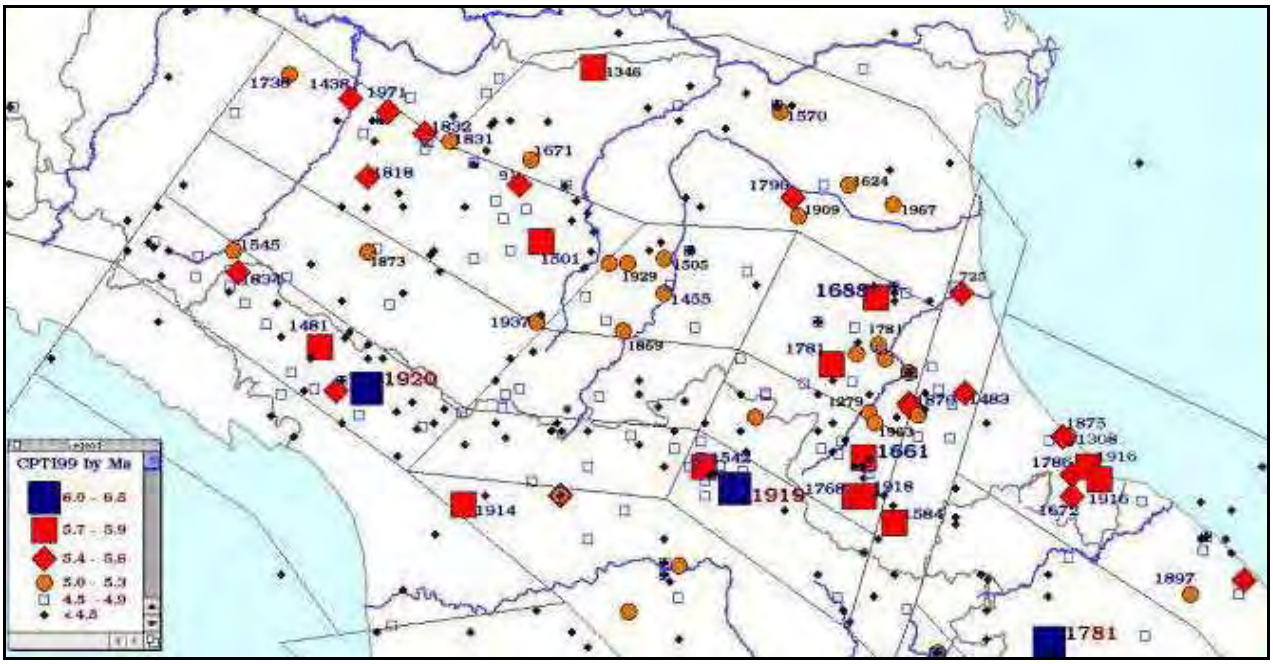


Figura 2.1-2

Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo (CPTI, 1999).

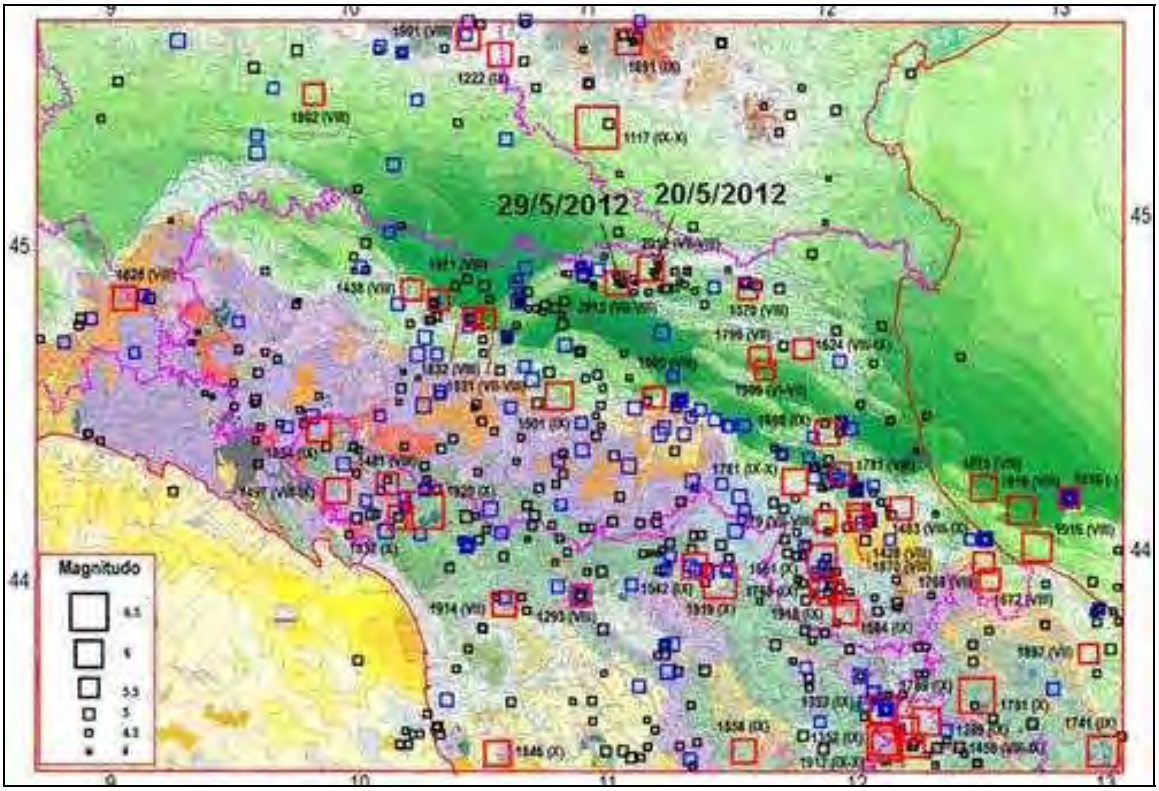


Figura 2.1-3

Localizzazione degli epicentri dei principali terremoti (magnitudo maggiore di 4) che hanno interessato l'Emilia-Romagna e le aree limitrofe. In azzurro i terremoti di magnitudo compresa tra 5 e 5,5, in rosso i terremoti di magnitudo maggiori di 5,5 (da Mantovani et al., 2013). Sono evidenziati anche i terremoti principali del 20 e 29 maggio 2012 e del 1570. Base cartografica: Structural Model of Italy (CNR, 1992).

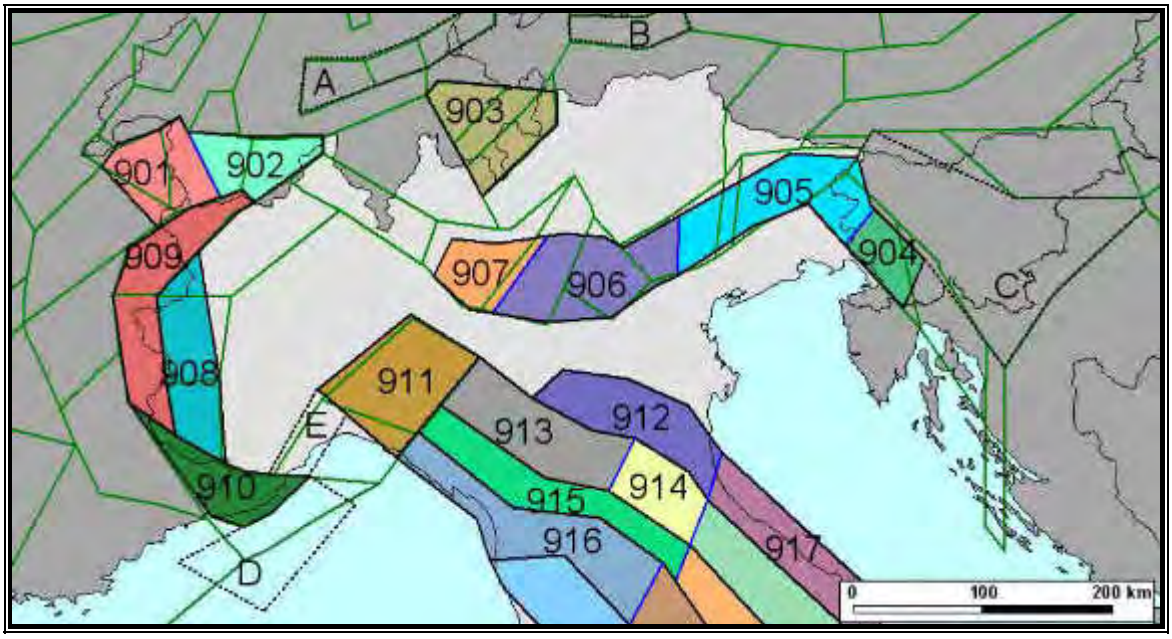


Figura 2.1–4

Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia

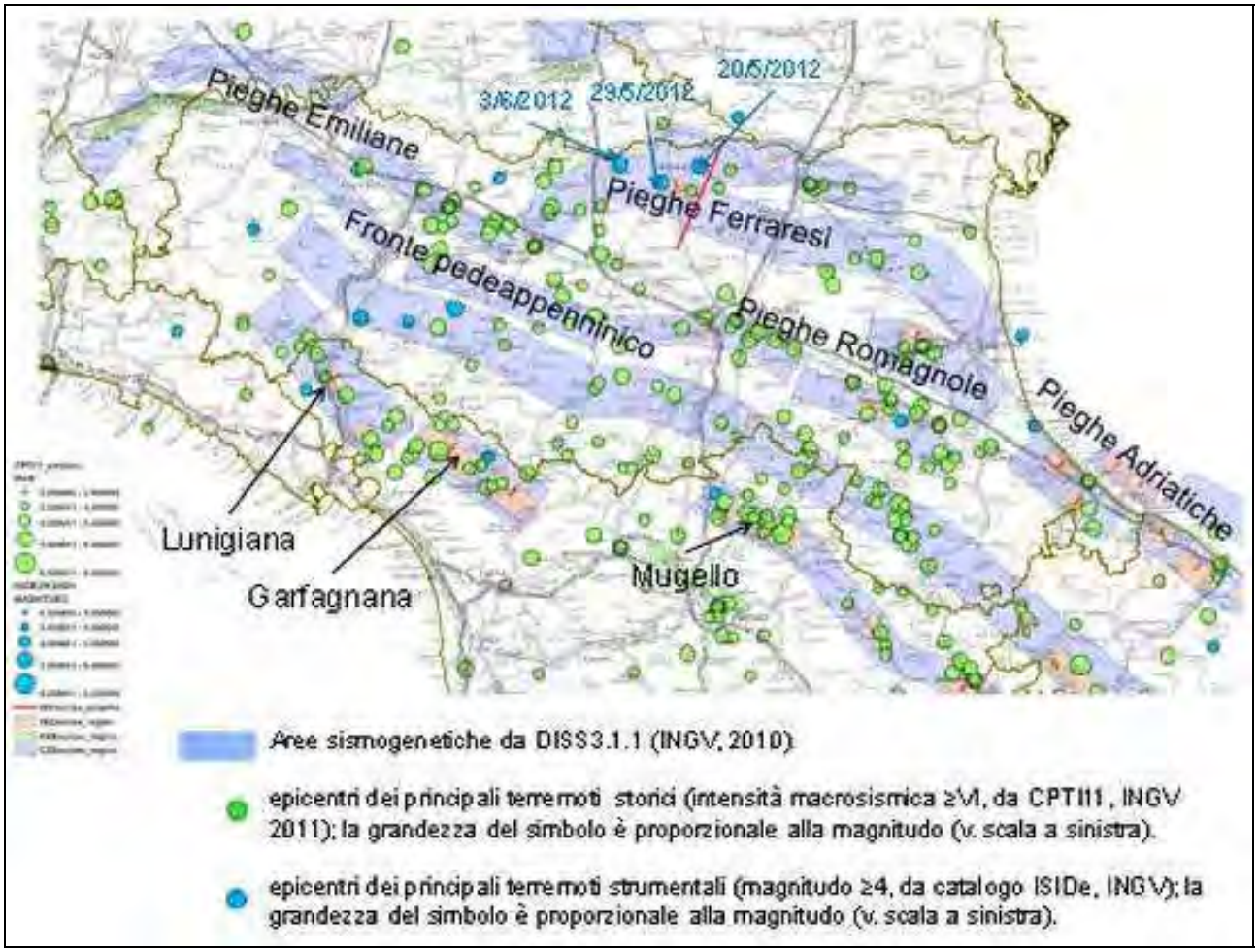


Figura 2.1-5

Epicentri dei principali terremoti e principali aree sismogenetiche dell'Emilia-Romagna e aree limitrofe. La linea rossa indica la traccia della sezione rappresentata sotto. *(http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primo-piano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche)*

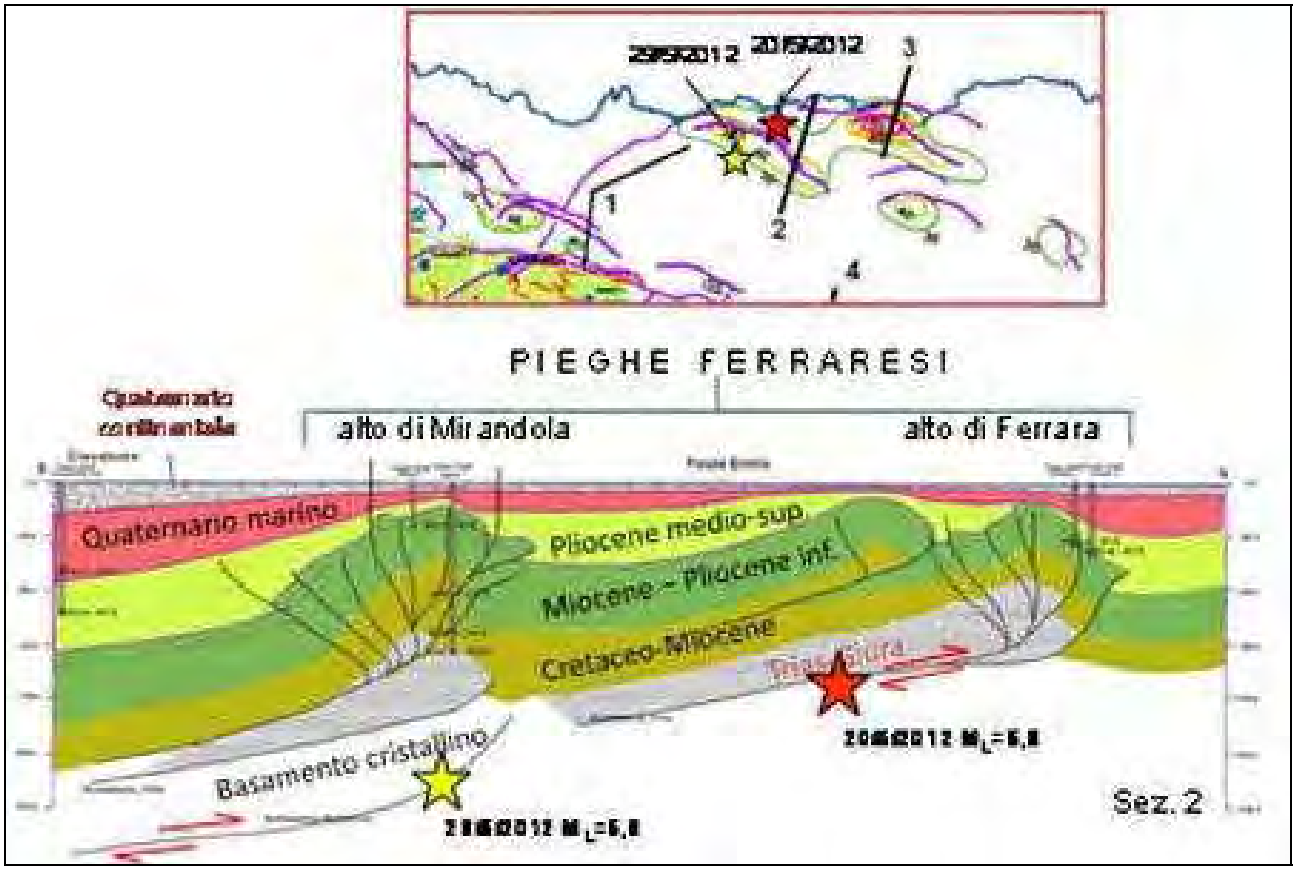


Figura 2.1-6

Sezione geologica attraverso la pianura modenese settentrionale, con proiezione degli ipocentri delle scosse principali del 20 e 29 maggio 2012 (da Martelli & Molinari, 2010). Profondità non in scala (sezione derivata da interpretazione diretta di un profilo sismico con scala verticale in tempi). *(http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primo-piano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche)*

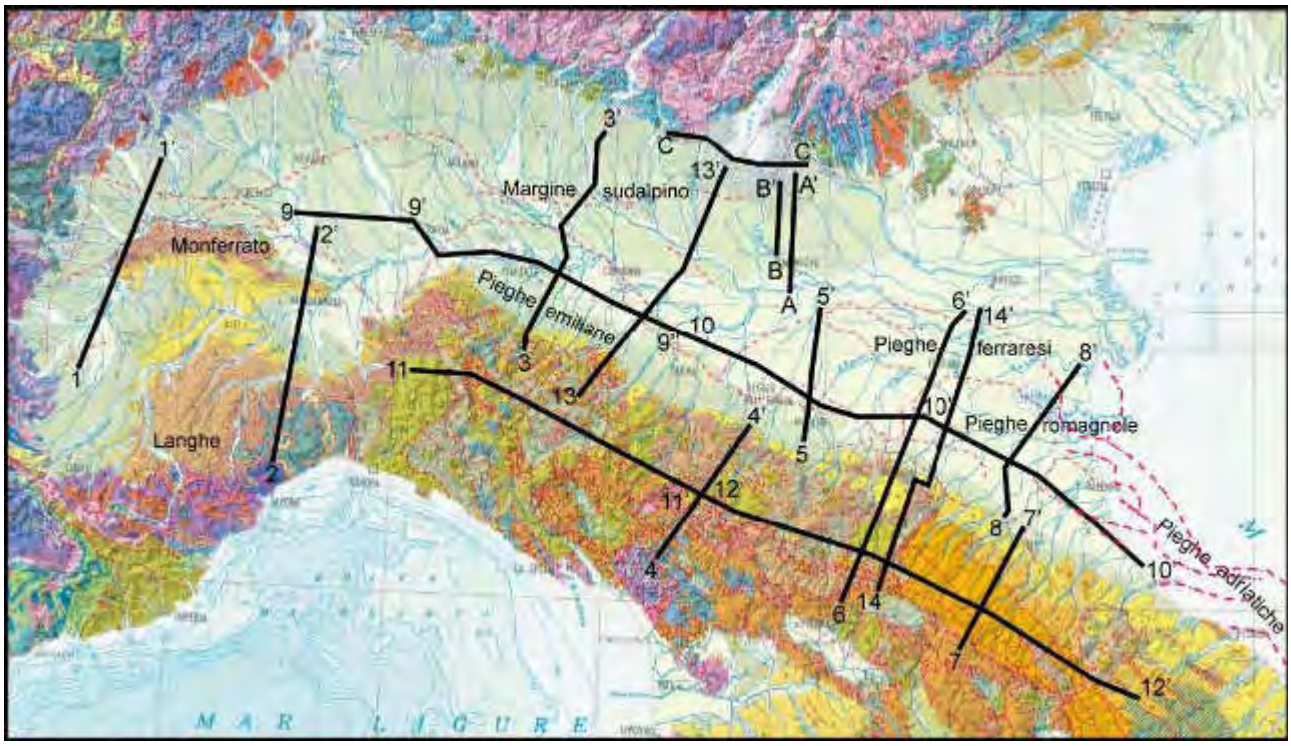


Figura 2.1-7

Traccia delle sezioni sismogeologiche, riportate sulla Carta geologica dell'Italia edita da Compagnoni e Galluzzo (2004). Le sezioni da 3-3' a 12-12' da Boccaletti et alii (2010). La sezione 14-14' è ripresa da Picotti e Pazzaglia (2008).

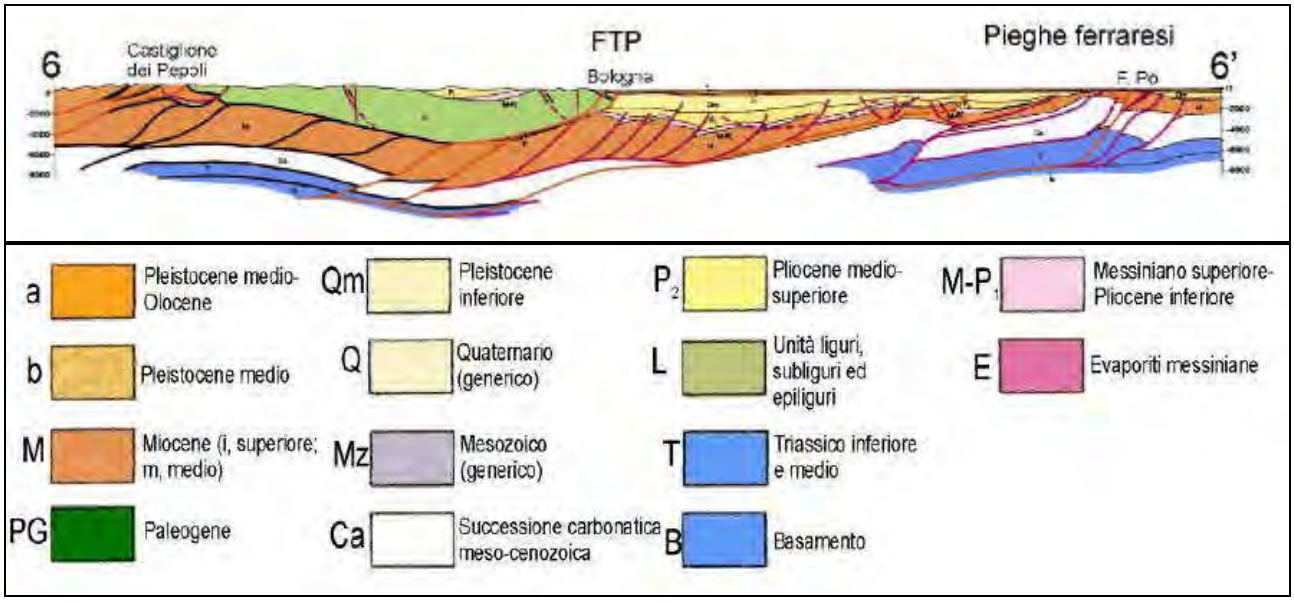


Figura 2.1-8

Sezione sismogeologica trasversale all'Appennino settentrionale (da Boccaletti et alii, 2010, modificate). La traccia della sezione è riportata in figura 2.1-7. FTP = Fronte del sovrascorrimento (thrust) pedeappenninico.

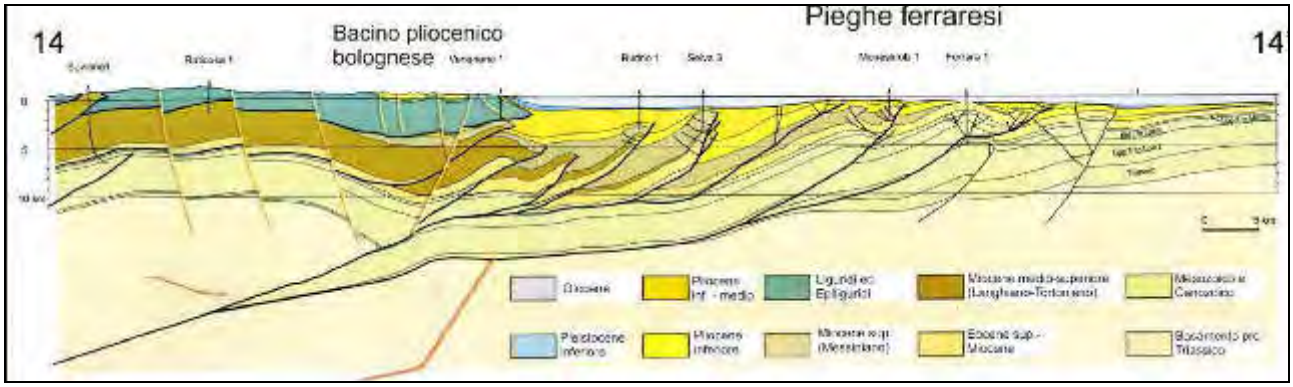


Figura 2.1-9

Sezione sismogeologica trasversale all'Appennino settentrionale (da Picotti et alii, 2009, modificata). La traccia della sezione è riportata in figura 2.1-7.

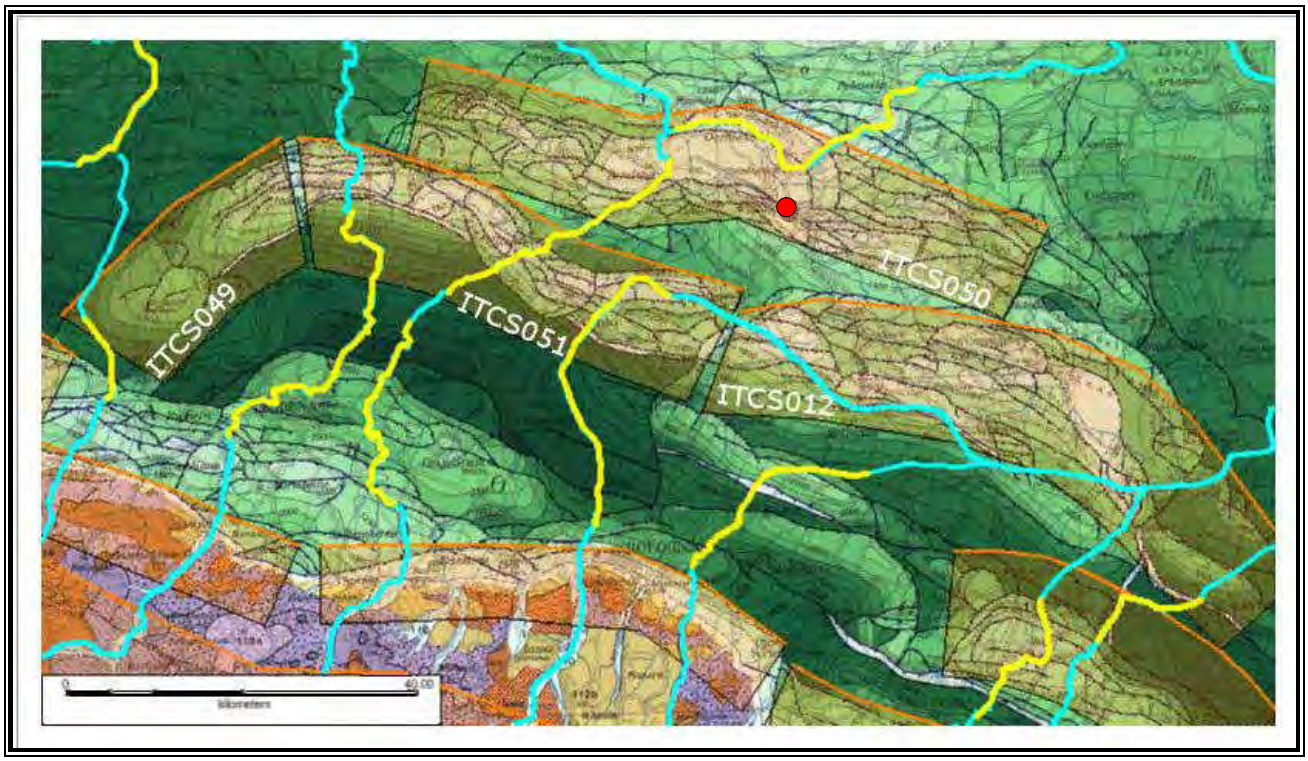


Figura 2.1–10

Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione

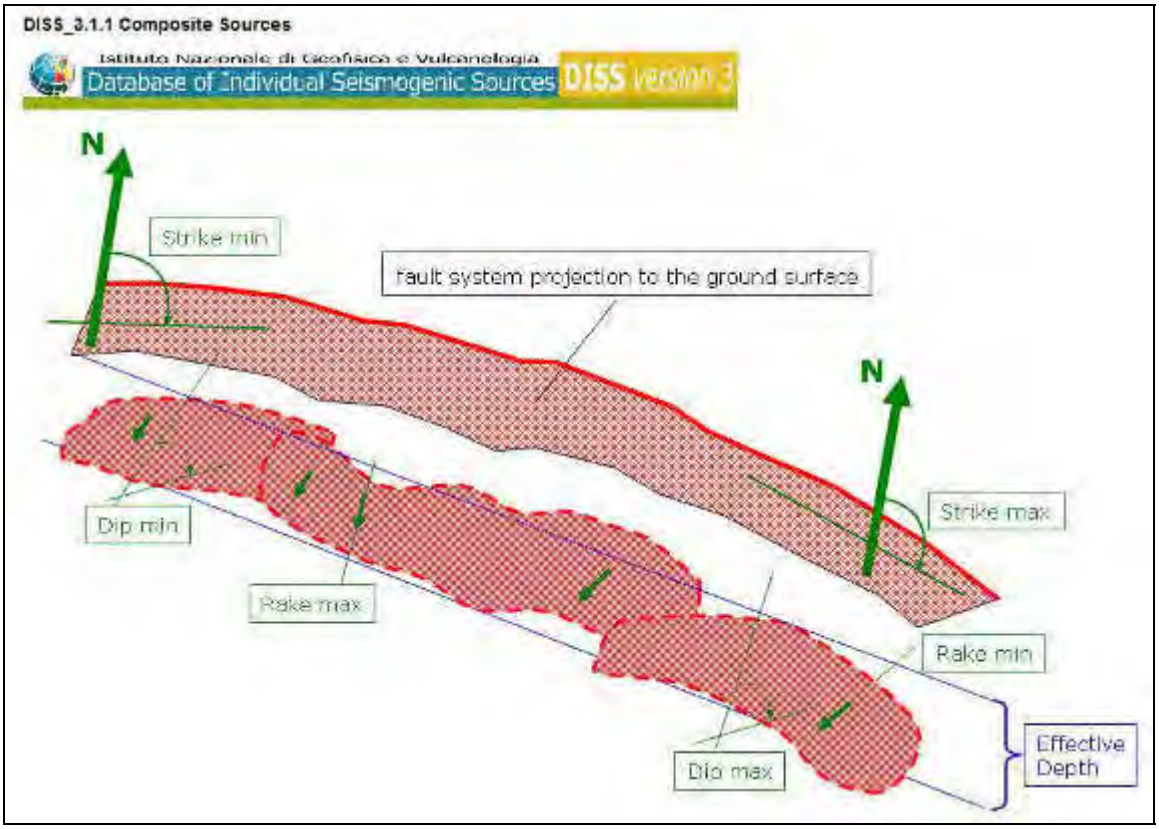


Figura 2.1–11
Sorgente sismogenetica composta

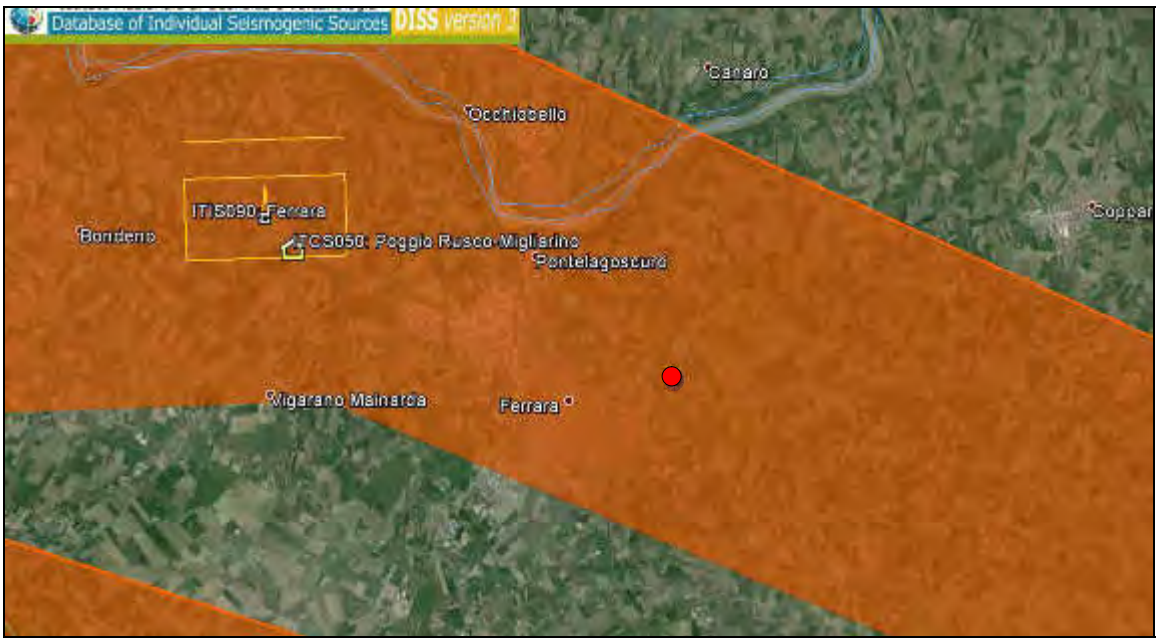


Figura 2.1–12
Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione su Google Earth

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS050 - Poggio Rusco-Migliarino

Source Info Summary | Commentary | References | Pictures

General information

Code	ITCS050
Name	Poggio Rusco-Migliarino
Compiled By	Burrato, P., and S. Mariano
Latest Update	07/09/2007

Parametric information

	Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	1	OD	Based on geological data from various authors.
Max Depth (km)	8	OD	Based on geological data from various authors.
Strike (deg)	85 - 115	OD	Based on geological data from various authors.
Dip (deg)	25 - 55	OD	Based on geological data from various authors.
Rake (deg)	80 - 100	OD	Based on geological data from various authors.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ	Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	5.5	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement		

Figura 2.1–13
Sorgente Sismogenetica ITCS050

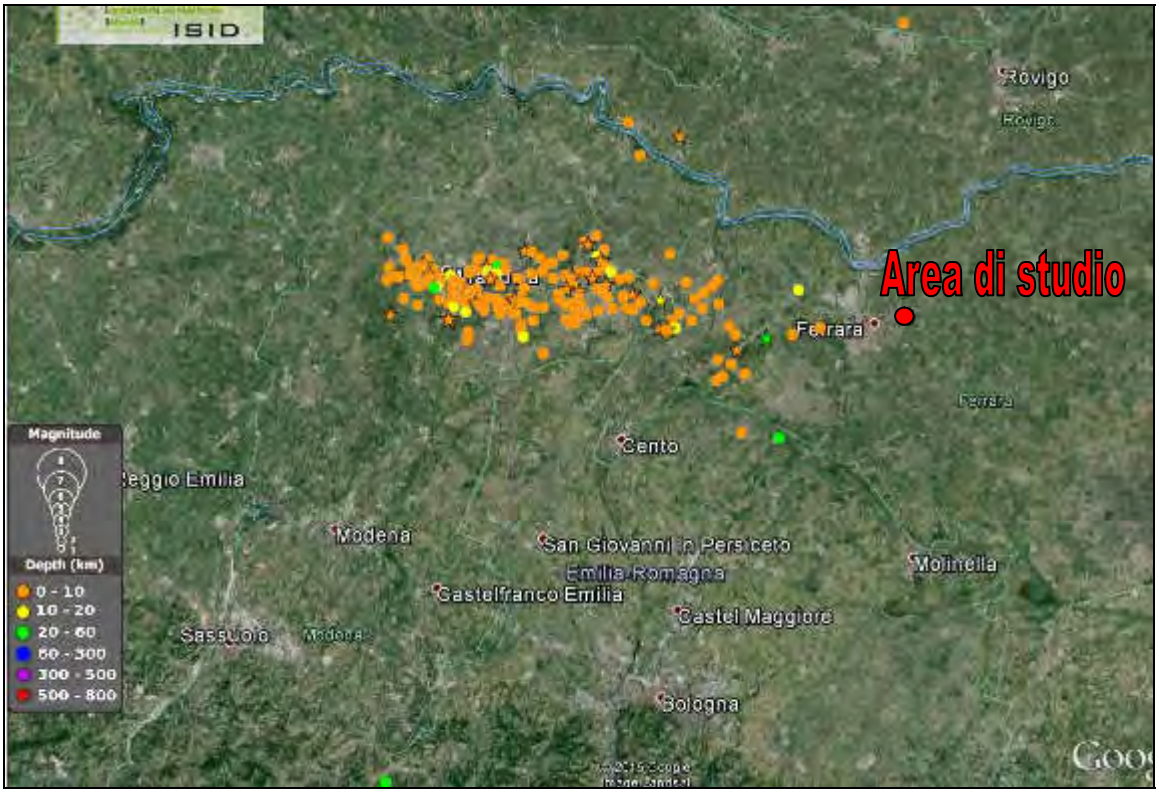


Figura 2.1-14
Eventi registrati a partire dal 2005, in un raggio di 50 km rispetto al sito - (Fonte ISIDe)

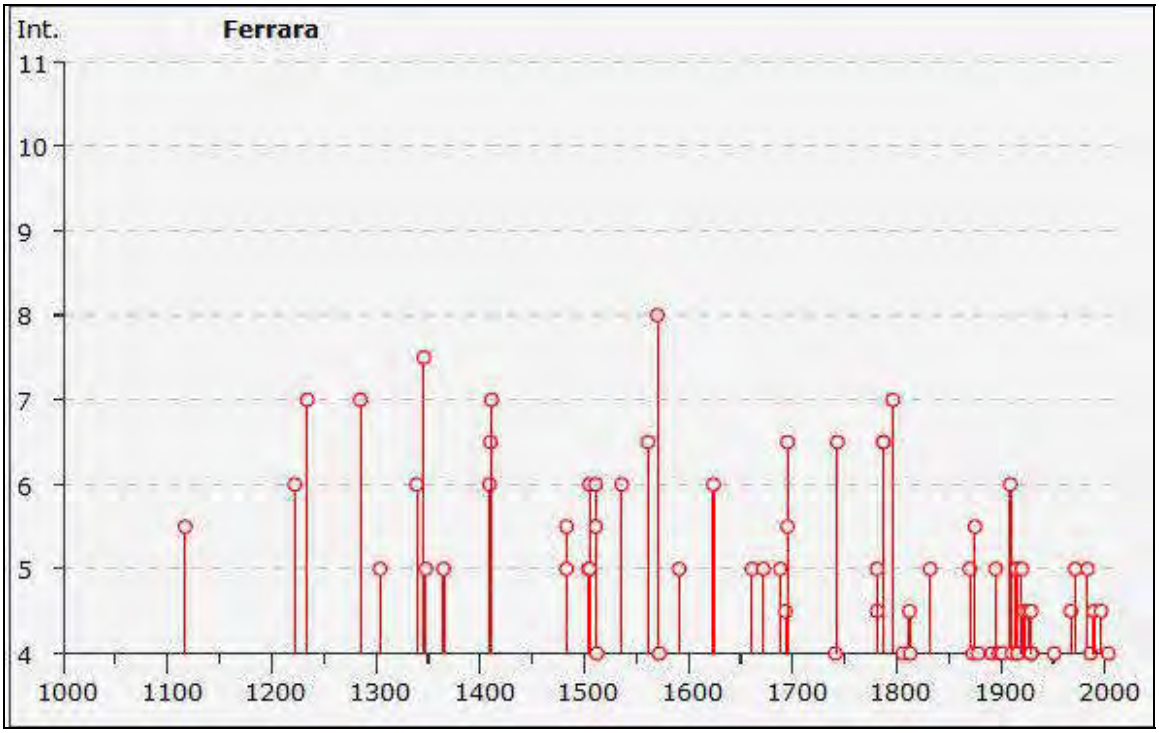


Figura 2.1-15
Grafico eventi della storia sismica di Ferrara
(da http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)

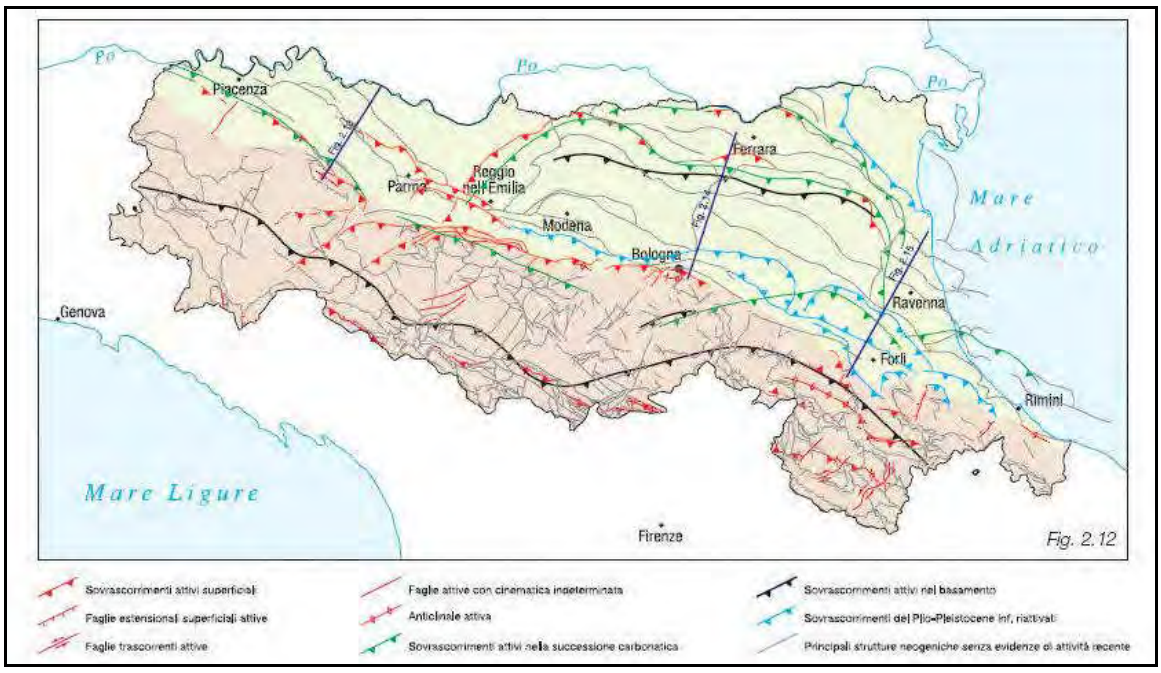


Figura 2.1-16
Principali strutture attive presenti in Emilia Romagna – scala grafica
(da Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Note illustrative)

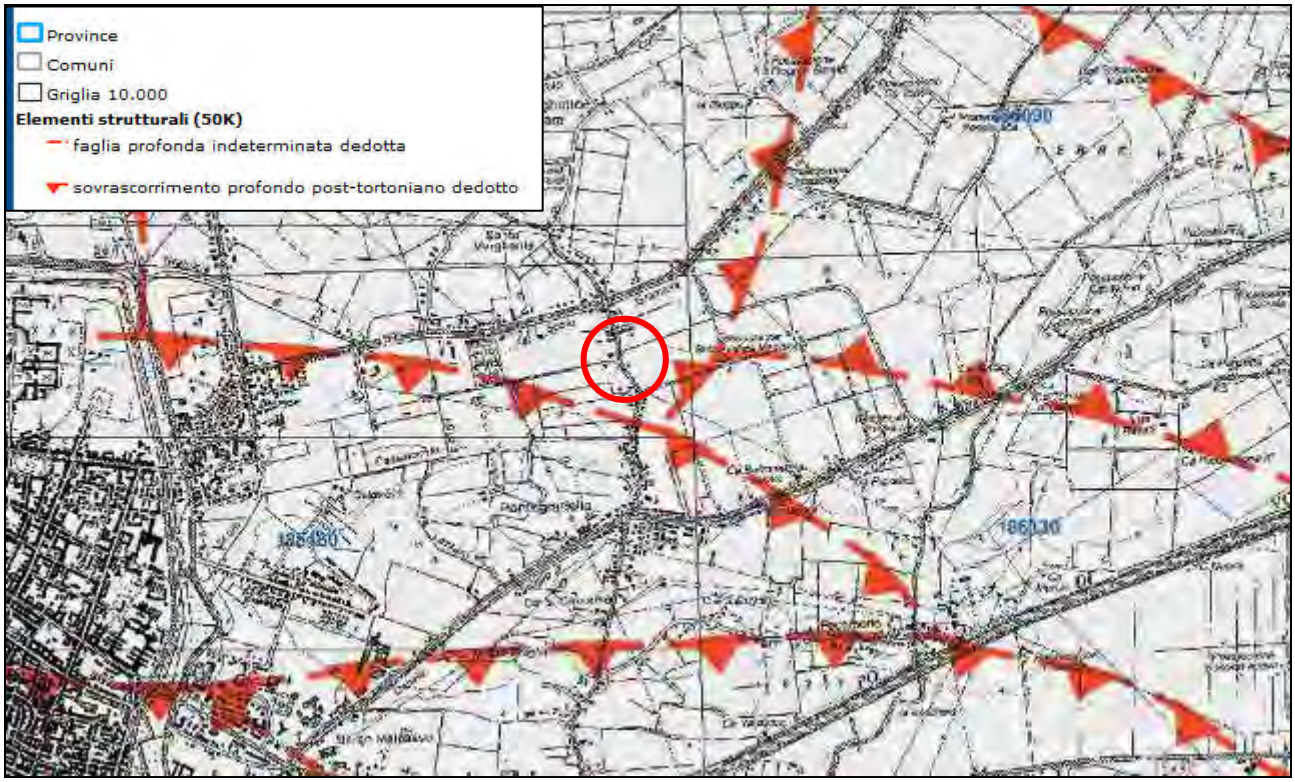


Figura 2.1-17
Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna – scala grafica
(da Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna – Servizio geologico sismico e dei suoli)

2.2. Storia geologica del territorio

Per quanto riguarda la situazione geologica locale i dati bibliografici, nello specifico la carta di pianura della Regione Emilia-Romagna, evidenziano come il sito sia ubicato in corrispondenza di una zona caratterizzata da depositi di canale distributore, argine e rotta.

Per quanto riguarda la litologia di superficie, l'area di studio risulta posta in corrispondenza di una miscela ternaria (argilla – limo – sabbia), al limite con una zona costituita da sabbia argillosa, come si evince dagli stralci della Tavola Q.C.0 del P.T.C.P. della Provincia di Ferrara e dalla Carta della Litologia di superficie del P.S.C. di Ferrara (2003) riportati nelle figure 2.2-3 e 2.2-4.

In base a quanto riportato nelle note relative alla cartografia geologica interattiva del sito della Regione Emilia Romagna, dal punto di vista geologico l'area in esame è posta a nord del Sintema emiliano - romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna – unità di Modena (AES8a), in un'area cartograficamente non coperta con gli stessi criteri.

Più in generale, si riporta di seguito la descrizione geologica dell'unità tettonico-stratigrafica "Pianura Padana" tratta dallo studio "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana" a cura della Regione Emilia-Romagna, della Regione Toscana e dell'Università di Siena: "*La Pianura Padana costituisce il riempimento sedimentario dell'avanfossa dell'attuale orogene appenninico, il cui substrato è costituito dalle falde tettoniche che formano la parte sepolta della catena. Le caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche delle successioni padane post-tortoniane sono descritte da un'ampia letteratura (e.g. Ghielmi et alii, 2010 e riferimenti), per lo più basata sull'interpretazione dei dati di sottosuolo (perforazioni profonde ed indagini sismiche). Si tratta di numerose formazioni, spesso di tipo*

torbiditico, riferibili ad un ambiente di avanfossa piuttosto profonda (e.g., Bagnolo, Fusignano, Canopo, Porto Corsini, Porto Garibaldi, Carola). E' solo dal Pleistocene medio che subentra una deposizione costiera e continentale (Formazione di Ravenna o Sabbie Gialle e Supersintema Emiliano-Romagnolo) che testimonia il rapido colmamento dell'avanfossa. In alcuni casi la sedimentazione è avvenuta in bacini satellite (piggy-back basins), formati sopra alle falde tettoniche in movimento verso NE (e.g., Cortemaggiore e Castell'Arquato). Un aspetto importante è l'enorme spessore della successione Plio-Quaternaria, che localmente eccede i 6 km (Fig. 2.2-5)*. Ghielmi et alii (2010) affermano che l'avanfossa padano-adriatica era principalmente alimentata dai materiali erosi dalla catena alpina, trasportati dai paleo-fiumi lombardi e veneti come l'Adda, il Mincio e l'Adige. Dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore l'Appennino settentrionale, invece, fu una sottile fascia di terra emersa, con rilievo poco accentuato (Bartolini, 1999, 2003). Nonostante ciò, il volume dei sedimenti accumulati nella Pianura Padana suggerisce che negli ultimi 5 milioni di anni sarebbero stati erosi in media quasi 1500 m di copertura dalla parte emersa dell'Appennino, di cui forse 1 km nel solo Quaternario (Bartolini et alii, 1996; Bartolini, 1999). Localmente, tale smantellamento può essere stato molto più accentuato. Nell'Appennino romagnolo, le paleo-temperature raggiunte dalle torbiditi mioceniche (Marnoso Arenacea), dedotte dalla riflettanza della vitrinite e dalle tracce di fissione dell'apatite, rivelano che tali unità, ora affioranti, avrebbero perso sino a 4500 metri di copertura dal Messiniano superiore (Zattin et alii, 2000; Cerrina Feroni et alii, 2001). Tale forte erosione contrasta con l'attuale accentuato rilievo appenninico, e con il fatto che i maggiori rilievi della catena (tra cui il M. Cimone, il M. Cusna ed il M. Falterona) sono impostati sulle litologie arenacee delle Unità toscane, assai poco resistenti all'erosione. L'apparente contraddizione può essere risolta invocando un cospicuo sollevamento recente della catena, particolarmente accentuato dal Pleistocene medio, in grado di compensare lo smantellamento del rilievo. Le conseguenze di tale fenomeno sono peraltro messe in evidenza da molteplici indicatori geomorfologici (e.g., Argnani et alii, 1997, 2003; Cerrina Feroni et alii, 1997, 2001; Bartolini, 1999, 2003; Balestrieri et alii, 2003)."*

Supporti grafici:

- Figura 2.2-1. Sezione geologica del sottosuolo tra il margine appenninico e la Pianura Padana
- Figura 2.2-2. Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna
- Figura 2.2-3. Stralcio della tavola Q.C.0. – Litologia di superficie – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara
- Figura 2.2-4. Stralcio Carta Litologia di Superficie – P.S.C. Comune di Ferrara (2003)
- Figura 2.2-5. Carta della profondità della base della successione Plio-Quaternaria nell'avanfossa Padano-Adriatica

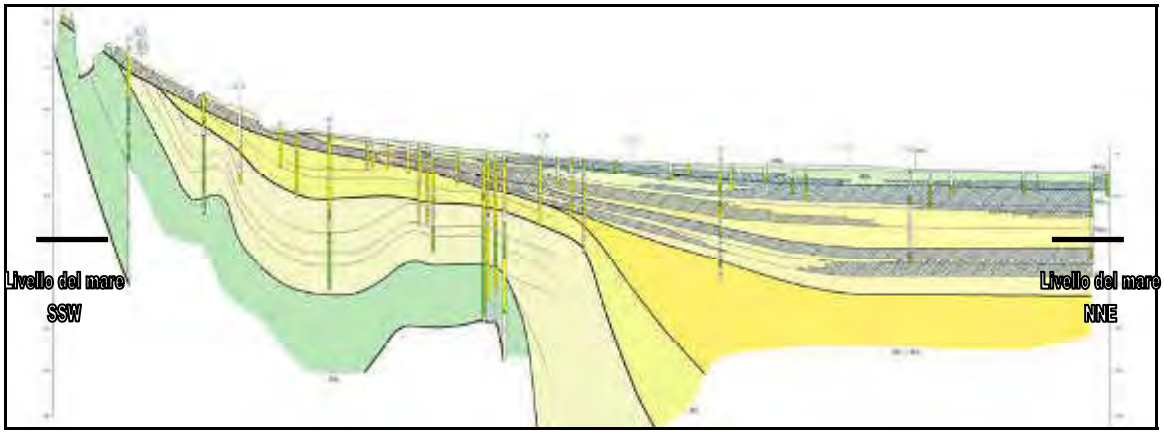


Figura 2.2-1
Sezione geologica del sottosuolo tra il margine appenninico e la Pianura Padana
(da Regione Emilia Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli)

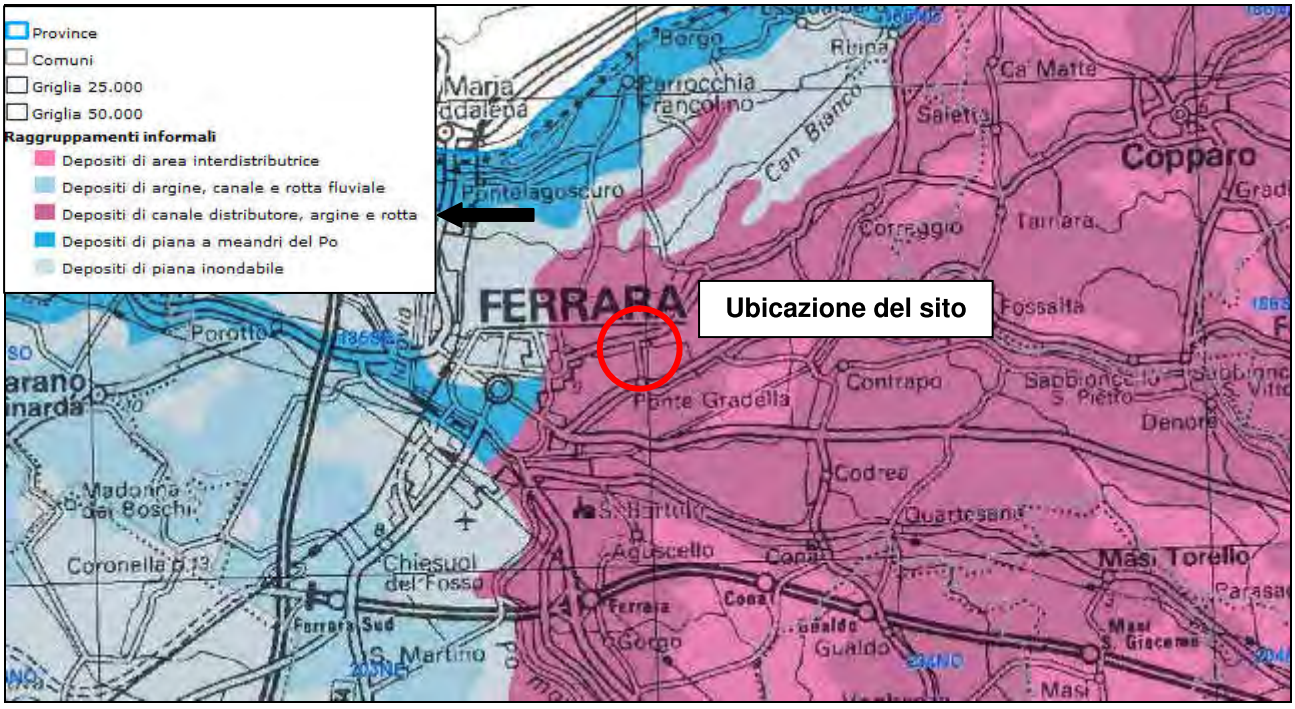


Figura 2.2-2
Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna – scala grafica
(da Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna – Servizio geologico sismico e dei suoli)

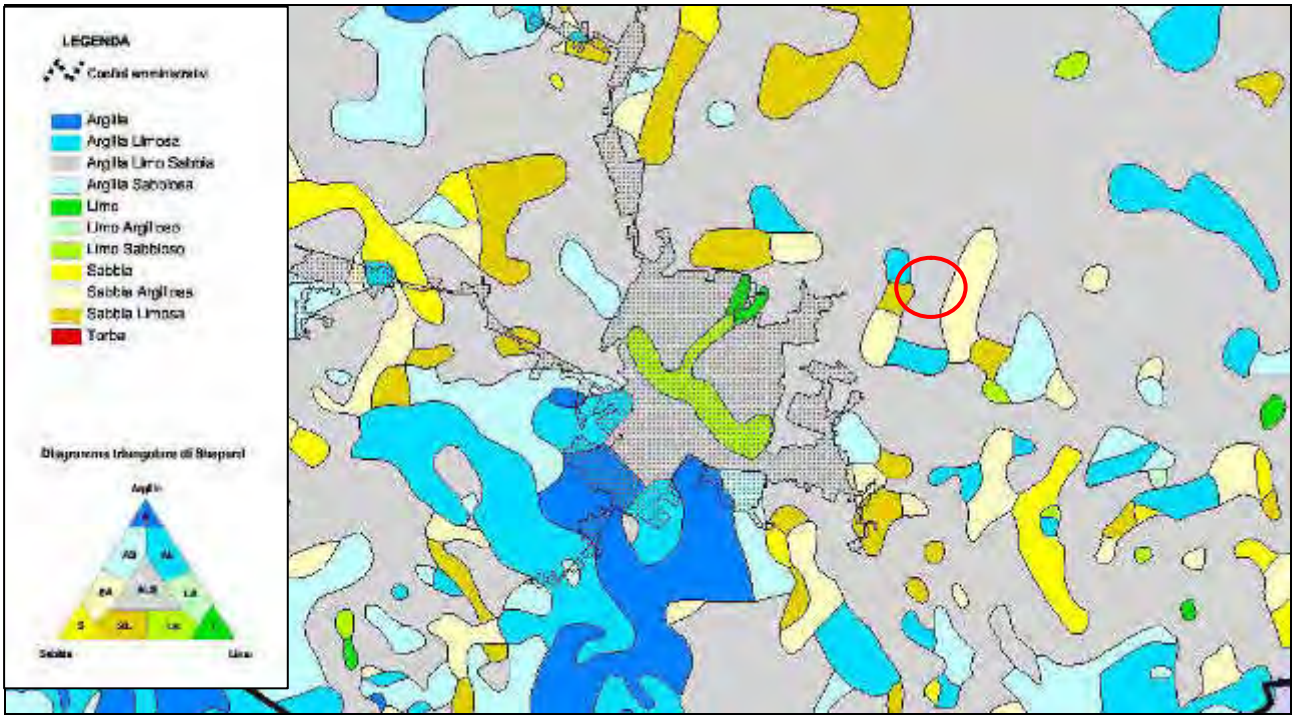


Figura 2.2-3
Stralcio della tavola Q.C.0. – Litologia di superficie – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara

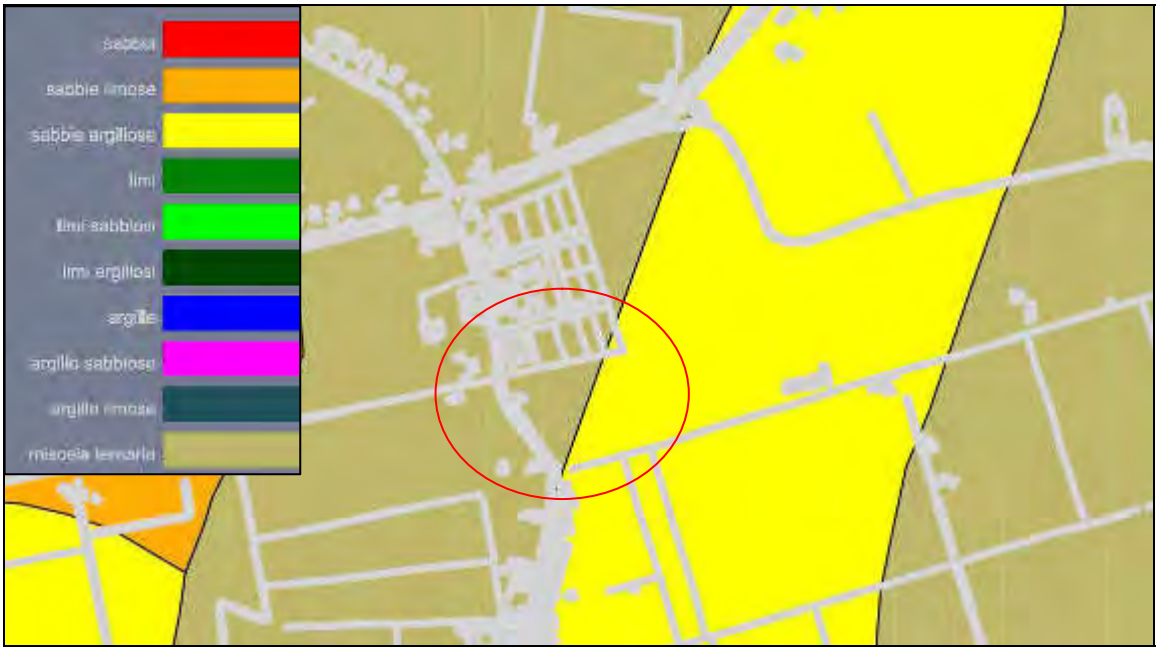


Figura 2.2-4
Stralcio della tavola 1/02.15 –Litologia di superficie – Quadro Conoscitivo – Analisi geologiche - P.S.C. Ferrara

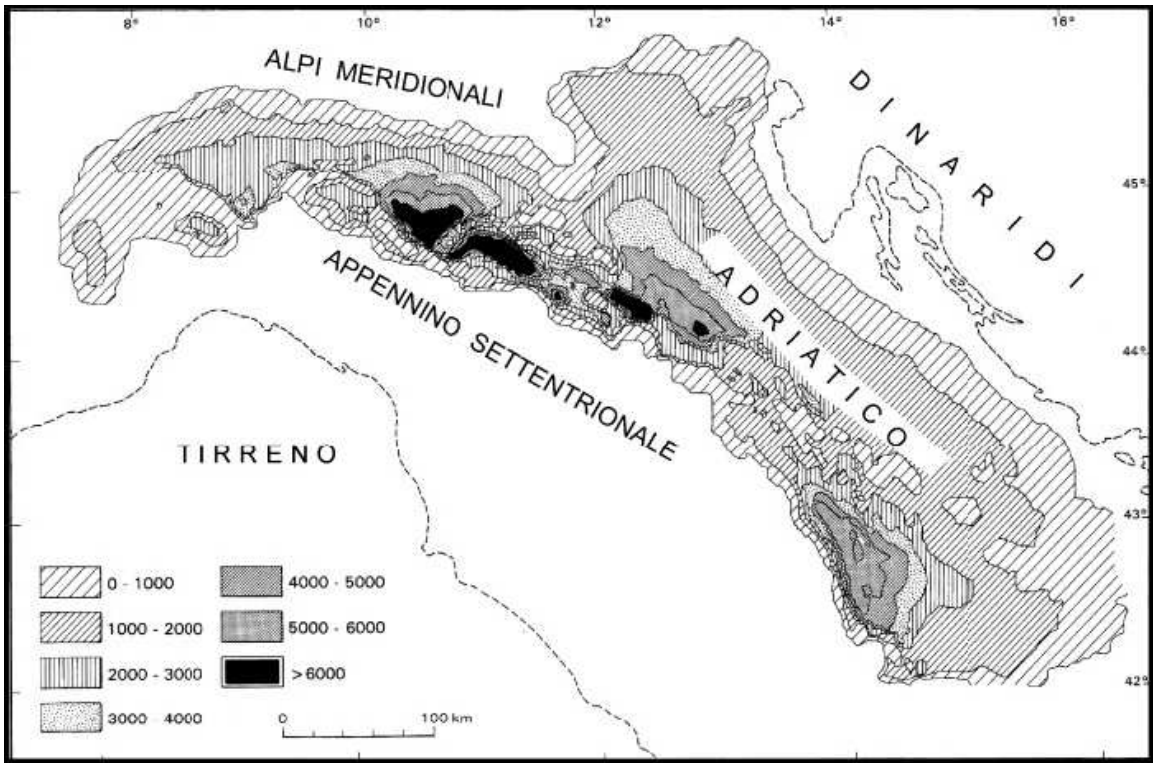


Figura 2.2-5

Carta della profondità della base della successione Plio-Quaternaria nell'avanfossa padano-adriatica. Gli intervalli tra le isobate, identificati dai simboli in legenda, sono espressi in metri (modificato da Bartolini et alii, 1996).

2.3. Forme del terreno e caratteri geomorfologici

L'area oggetto di studio è localizzata nella bassa Pianura Padana e, quindi, la lettura dei caratteri geomorfologici può essere effettuata utilizzando i supporti cartacei a disposizione, integrati dalla conoscenza della zona derivante dall'esecuzione delle indagini riportate e descritte nella presente e di altre effettuate nei pressi.

Dall'analisi delle cartografie disponibili risulta che il sito di studio è localizzato all'interno di un'area suborizzontale, con quote prossime a circa + 4.5 mt rispetto al l.m.m. Come si vedrà in seguito, le indagini geognostiche eseguite fino alla profondità di mt 30.32 dal piano campagna, evidenziano una prevalenza di sedimenti originatisi in seguito ad eventi a bassa o nulla energia idrodinamica (depositi alluvionali), caratterizzati da depositi coesivi, interrotti da sedimenti originatisi in seguito ad eventi a media energia idrodinamica di deposizione fluviale, caratterizzati da depositi coesivo-granulari e granulari.

In figura 2.3-5 si riportano i grafici con gli andamenti della resistenza alla punta delle due prove effettuate in corrispondenza dell'area di studio e più avanti descritte, utili per evidenziare i cambiamenti litologici in profondità.

Le caratteristiche sopra descritte, si possono leggere in parte anche sulla Carta Geomorfologica della Pianura Padana, nella quale si rilevano tratti di pianura alluvionale limosi ed argillosi, tracce di aree depresse in pianura alluvionale e la traccia di un dosso fluviale poco pronunciato o a forte pendenza longitudinale.

Dallo stralcio della Carta Geomorfologica di dettaglio della Provincia di Ferrara si osserva inoltre come, nello specifico, il sito in oggetto risulti localizzato al margine di un paleoalveo. Il tutto è confermato

anche dalla Tavola Geomorfologia del P.T.C.P. della Provincia di Ferrara e dalla Carta Geomorfologica del P.S.C. di Ferrara, delle quali si riportano stralci in figura 2.3-3 e 2.3-4 e dalle quali si evidenzia la presenza di un paleoalveo dossivo basso di ubicazione sicura che interessa, nella porzione occidentale, la zona di studio in minima parte.

Supporti cartografici

- Figura 2.3-1. Carta Geomorfologica della Pianura Padana – scala 1:250.000
- Figura 2.3-2. Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara - scala 1:10.000
- Figura 2.3-3. Stralcio della Tavola Q.C.0.1 - Geomorfologia – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara
- Figura 2.3-4. Stralcio della Tavola 1/02.16 – Carta Geomorfologica – Quadro Conoscitivo - P.S.C. Ferrara
- Figura 2.3-5. Grafici andamento resistenza alla punta delle prove effettuate SCPTU1, SCPTU2

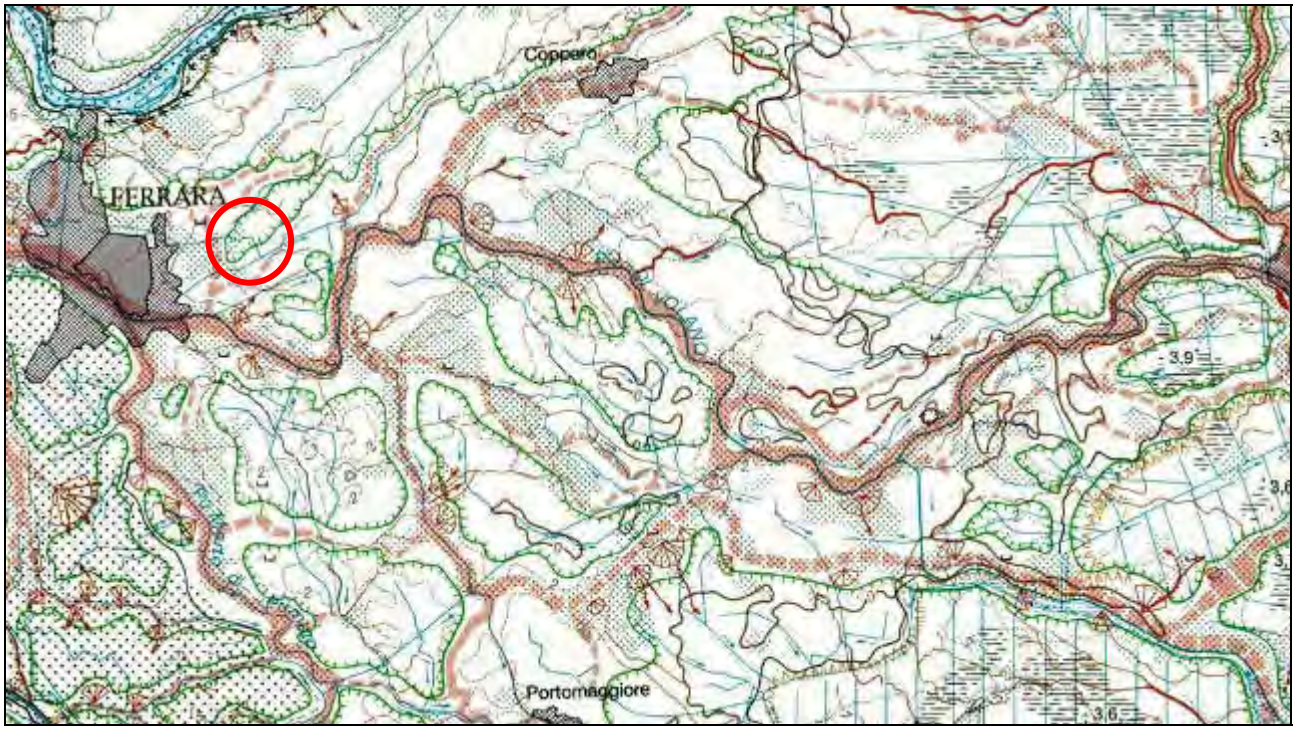


Figura 2.3-1
Stralcio della Carta Geomorfologica della Pianura Padana
Scala 1:250.000

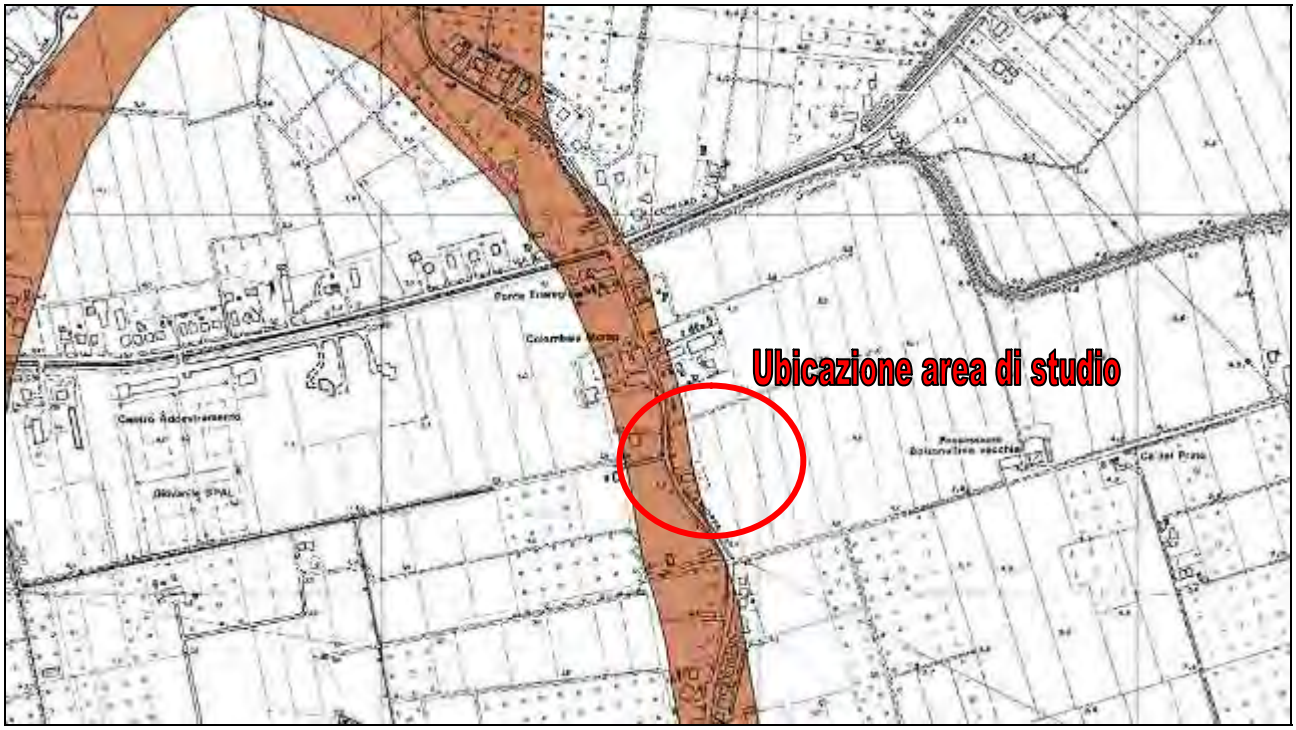


Figura 2.3-2
Stralcio della Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara
Scala 1:10.000

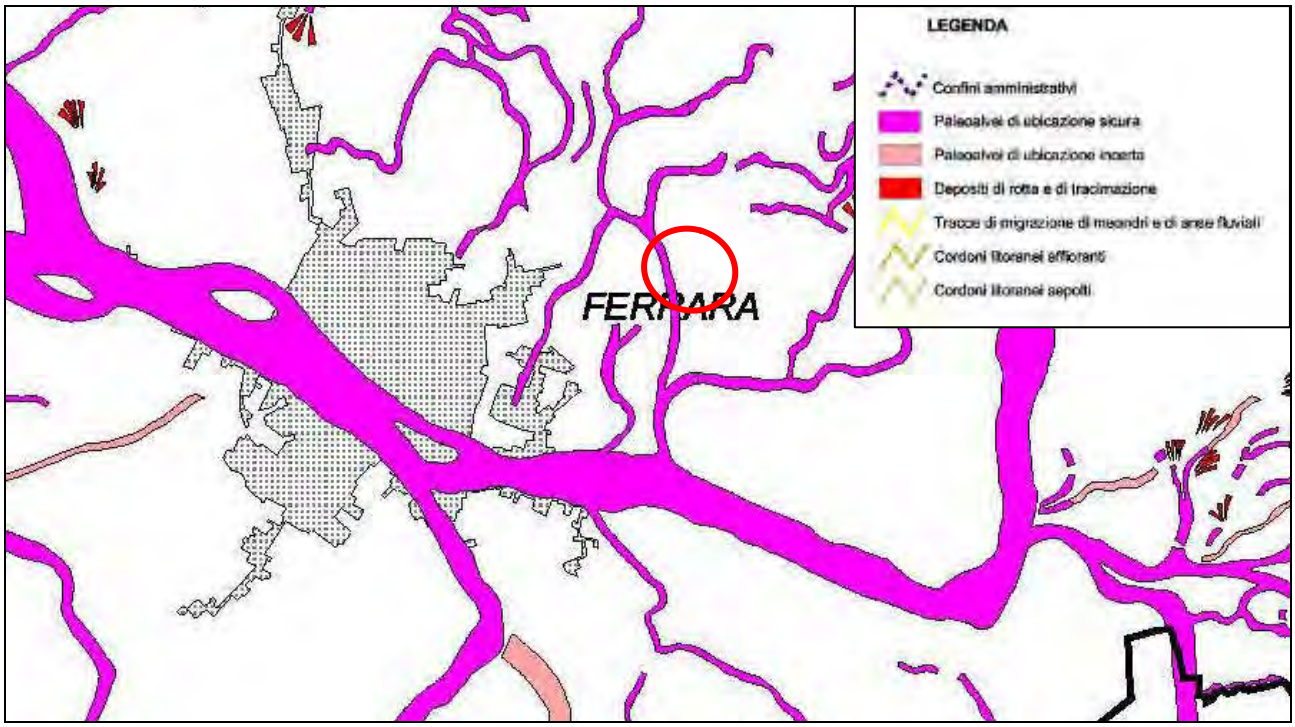


Figura 2.3-3
Stralcio della Tavola Q.C.0.1 - Geomorfologia – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara

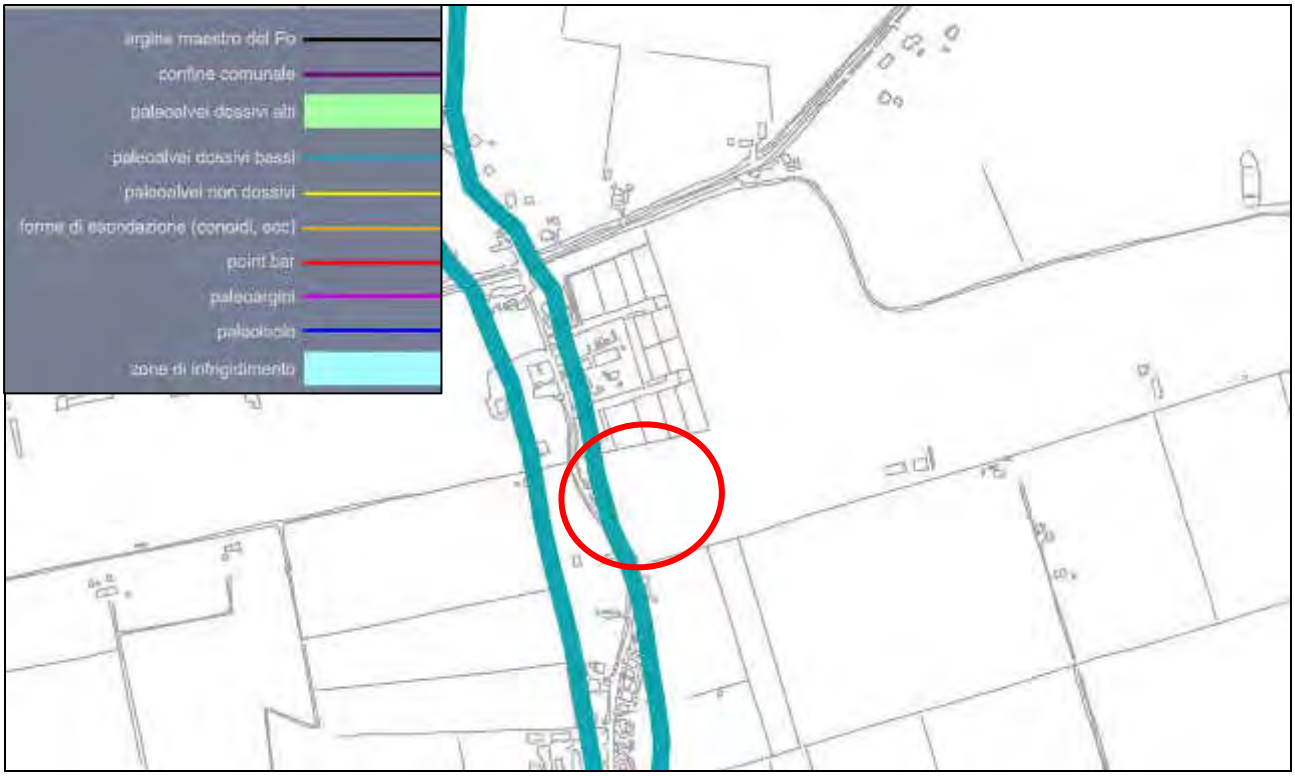


Figura 2.3-4
Stralcio della Tavola 1/02.16 - Carta Geomorfologica – Quadro Conoscitivo – Analisi geologiche - P.S.C. Ferrara

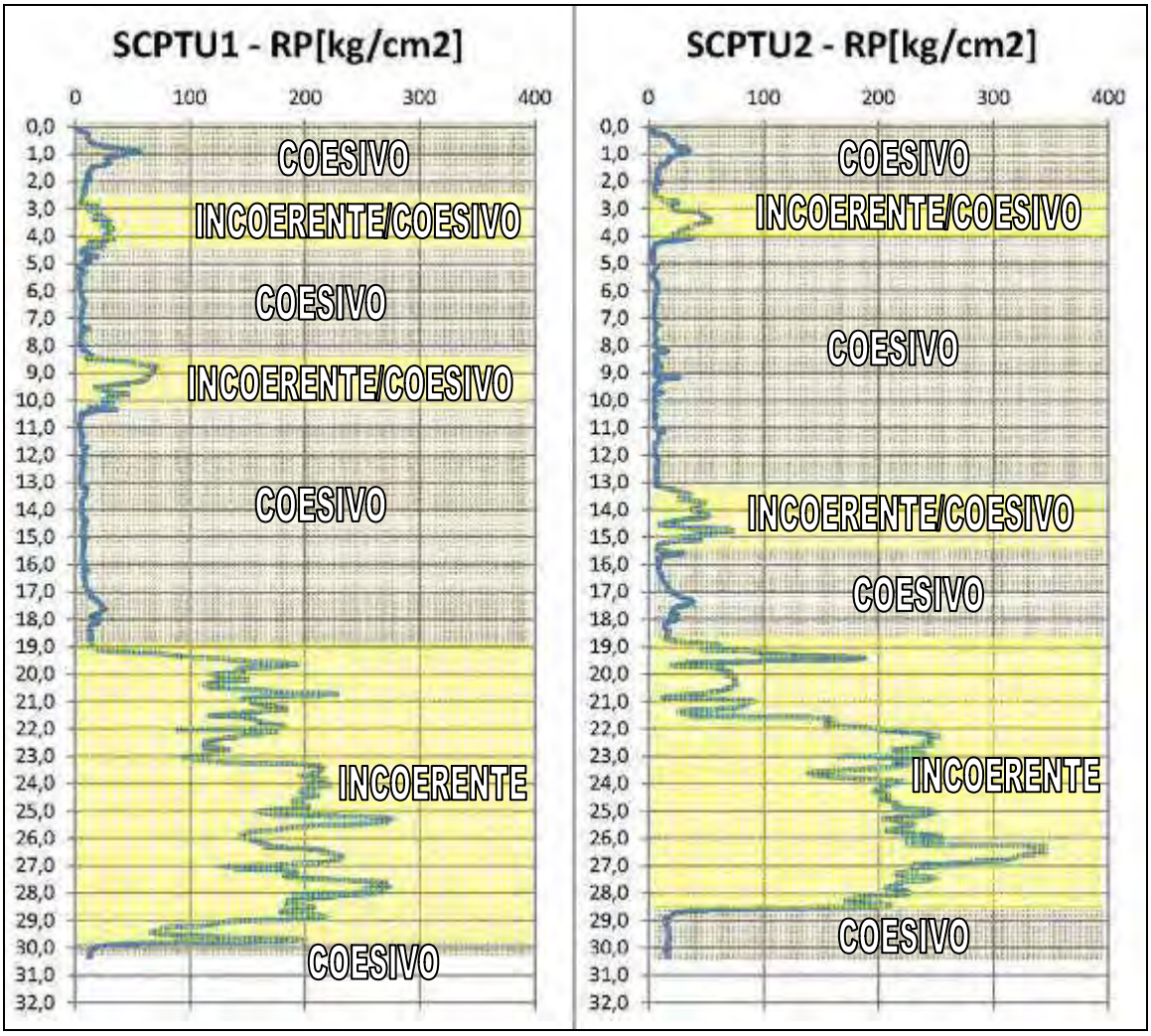


Figura 2.3-5
Grafici andamento resistenze alla punta delle prove effettuate SCPTU1, SCPTU2

2.4. Subsidenza

In base agli studi messi a disposizione da Arpa, è normalmente possibile verificare la subsidenza di qualsiasi zona di pianura dell'Emilia Romagna, per mezzo di un visore cartografico consultabile sul sito della stessa Arpa. Tale visore risulta però attualmente non accessibile e quindi, per fornire comunque un dato, si fa riferimento alla cartografia statica, sempre pubblicata da Arpa, dalla quale risulta che a est di Ferrara, a parte alcune zone di limitate dimensioni, la velocità a di movimento verticale del suolo varia da mm -2.5 a mm 0 all'anno, considerando le isocinetiche relative al periodo di tempo 2006/2011.

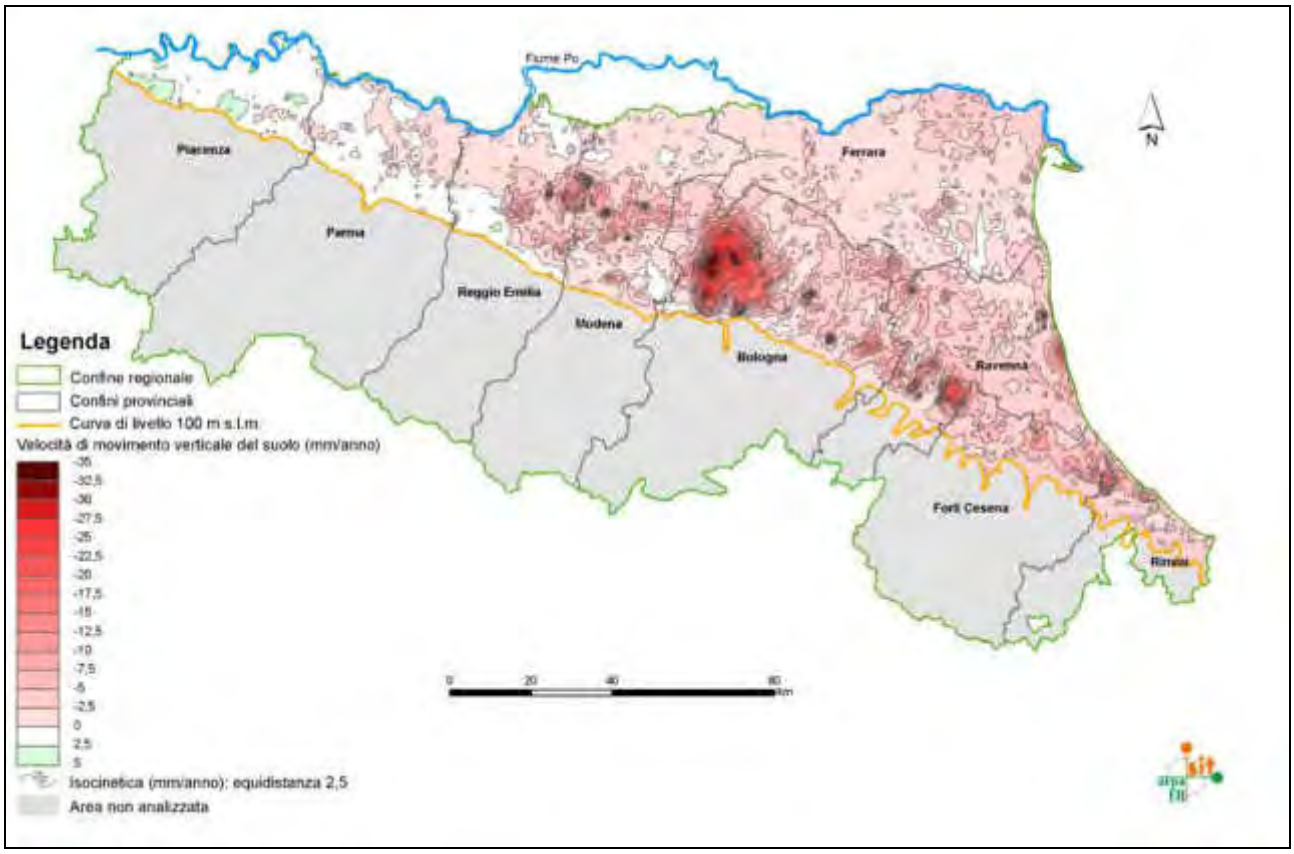


Figura 2.4-1

Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2011, realizzata sulla base di analisi interferometrica radar effettuata da T.R.E. - Tele-rilevamento Europa mediante la tecnica SqueeSAR™, algoritmo PSInSAR™ di seconda generazione

2.5. Rischio geologico

L'area oggetto di studio ricade all'interno di un vasto territorio di pianura, nel quale non sussistono quindi rischi legati a movimenti di versante, erosioni o sismicità connessa a fenomeni vulcanici. Per quanto riguarda i rischi legati a problematiche di tipo idrogeologico e sismico, si rimanda ai paragrafi specifici di seguito riportati.

2.6. Caratteri idrogeologici e idrologici

Ad interpretazione della situazione idrogeologica locale va innanzitutto segnalato come, dal punto di vista idrogeologico, si intenda acquifero "*una formazione idrogeologica permeabile che permette il deflusso significativo di una falda idrica sotterranea e la captazione di quantità apprezzabili d'acqua con mezzi economici*".

In base alla definizione sopra riportata, la falda deve quindi avere un deflusso, il quale dovrà essere caratterizzato da spostamenti a prevalente componente orizzontale. Tale definizione è assunta dalla Delibera del 4 Febbraio 1977 che definisce "falda superficiale" un serbatoio d'acqua sotterranea che ha contatti diretti con le acque di superficie, presumendone quindi un flusso.

Nei fori residuali delle indagini eseguite nel corso del precedente studio, alla data di esecuzione delle stesse (24 e 25 ottobre 2012), è stata misurata la quota della falda (o superficie di saturazione), a mt 1.80/1.70 dal piano campagna.

Vista la situazione al contorno, in base alle risultanze delle prove penetrometriche, l'acqua rilevata all'interno dei fori residuali delle indagini eseguite ed analizzate, corrisponde ad acqua di saturazione a movimento prevalentemente verticale, rilevata in litotipi coesivi (manca di fatto il movimento prevalente orizzontale). Tale acqua sarà in continuità con le acque confinate, contenute nei serbatoi intercettati per mezzo delle prove.

Per quanto riguarda le acque di superficie, va evidenziata la presenza del Canale Gramicia, ubicato in direzione nord ed est/sud-est ad una distanza minima di circa mt 280, dello Scolo Morari, ubicato in direzione nord-ovest ad una distanza di circa mt 985, dello Scolo San Lazzaro, ubicato in direzione ovest ad una distanza di circa mt 890 e del Canale Naviglio, ubicato in direzione sud ad una distanza di circa mt 700. Si segnala, inoltre, la presenza dell'impianto idrovoro Bolzanella. Tali corsi d'acqua sono evidenziati e visibili nello stralcio della Carta Idrografica del bacino Burana-Volano-Canal Bianco di Figura 2.6-3. Viste le loro distanze dal sito in esame e le caratteristiche litologiche, si ritiene che non possano concorrere direttamente nella regimazione della falda o acqua di saturazione nel breve e medio periodo, ma solamente in maniera secondaria per effetto dello scolo delle acque superficiali e, in genere, della regimazione delle acque meteoriche.

In base ad altre informazioni disponibili e alla situazione al contorno, si ritiene che i livelli misurati in data 24/25 ottobre 2012 fossero prossimi al livello medio annuo.

Dall'osservazione della Carta delle Aree storicamente allagate, ottenuta dall'elaborazione dei dati bibliografici a disposizione, si evince come l'area in esame sia stata soggetta ad allagamenti nel tempo, nello specifico in seguito alla rotta del Po nel 1815.

Supporti Grafici e Cartografici:
- Figura 2.6-1. Schema di identificazione del sistema acquifero
- Figura 2.6-2. Schema movimento dell'acqua nel sottosuolo
- Figura 2.6-3. Stralcio Carta Idrografica del bacino Burana-Volano-Canal Bianco
- Figura 2.6-4. Stralcio Carta Tecnica Regionale con canali in evidenza – scala 1:10.000
- Figura 2.6-5. Stralcio Carta aree storicamente allagate – scala 1:10.000

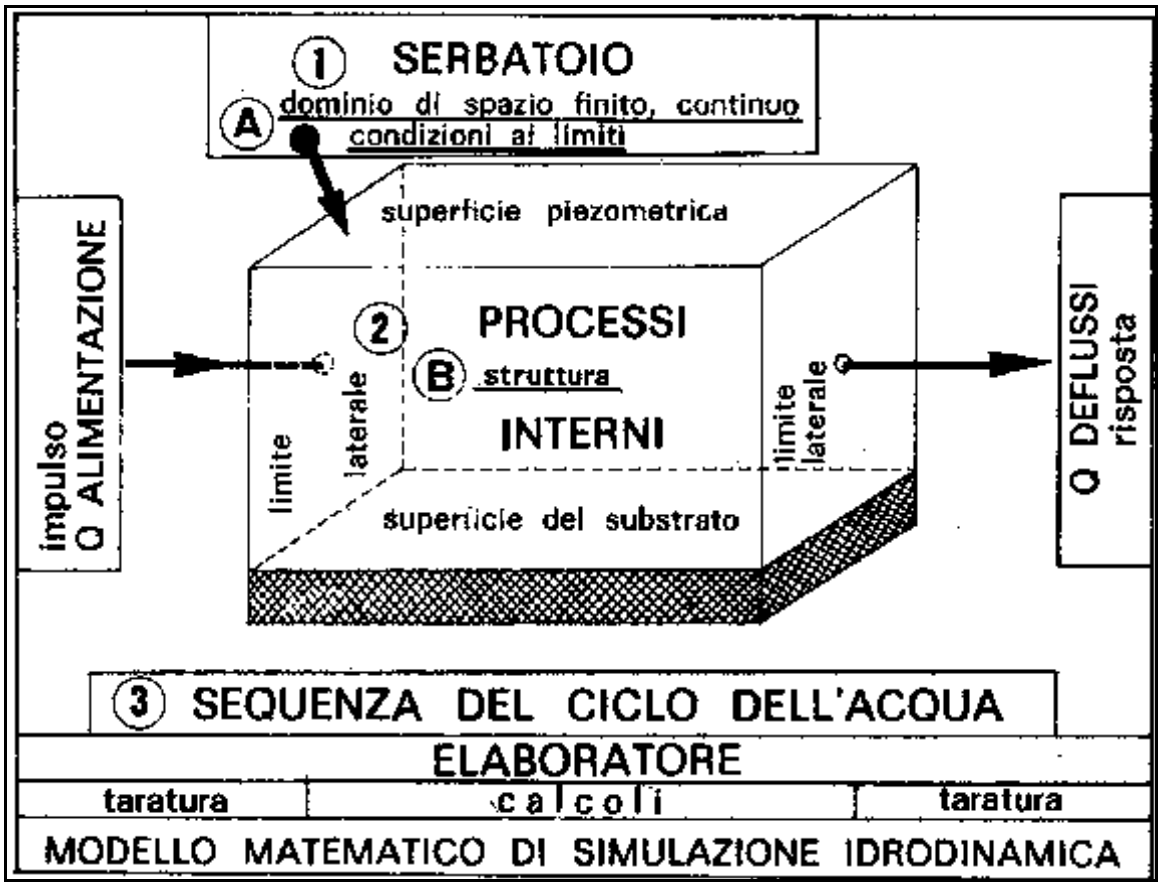


Figura 2.6-1
Schema di identificazione del sistema acquifero

direzione	verso	fenomenologia	zone di umidità interessate
prevalentemente verticale	discendente	percolazione verso la falda	zona di aerazione
	ascendente	ascensione capillare	
	alternato	oscillazioni del livello piezometrico	fascia di oscillazione
prevalentemente orizzontale	–	deflusso della falda	zona di saturazione

Figura 2.6-2
Movimento dell'acqua nel sottosuolo

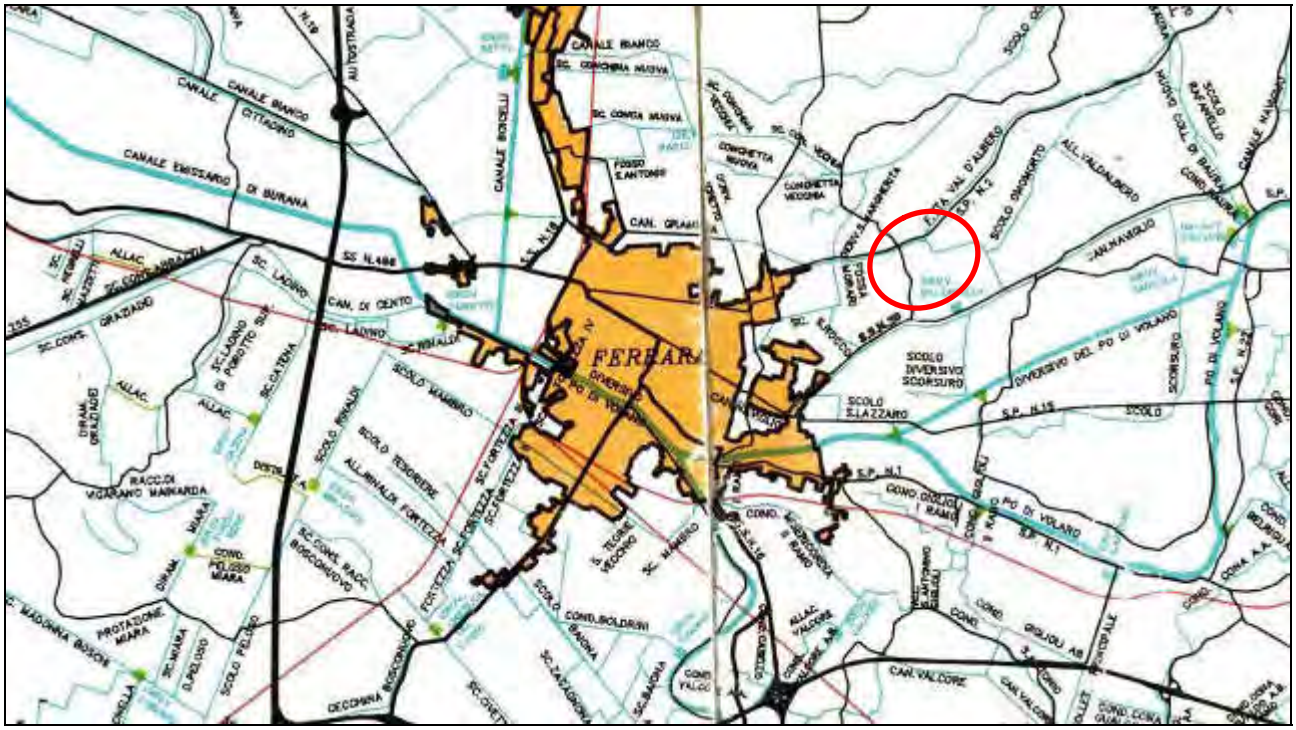


Figura 2.6-3
Stralcio Carta Idrografica del bacino Burana-Volano-Canal Bianco
Scala 1:100.000

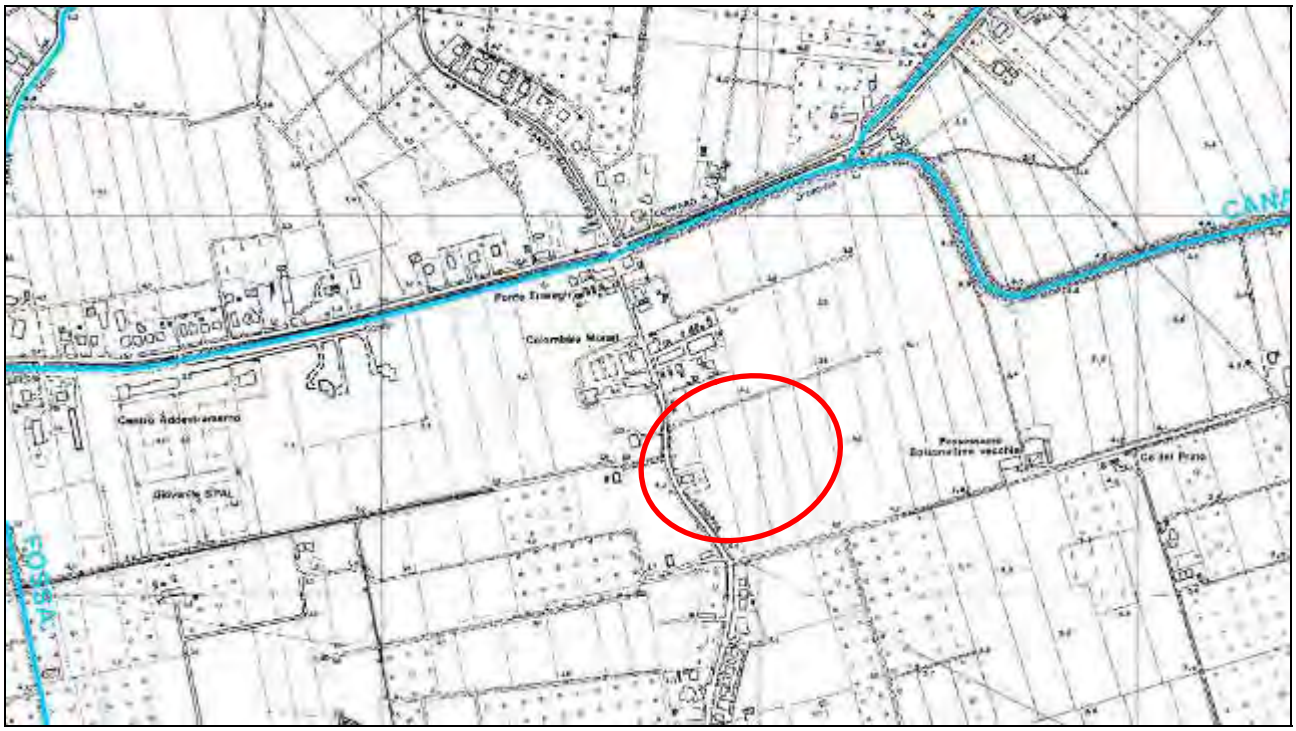


Figura 2.6-4
Stralcio Carta Tecnica Regionale con evidenziati i canali
Scala 1:10.000

Figura 2.6-5
Stralcio Carta Aree Storicamente allagate
Scala 1:10.000

2.6.1. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

L'area oggetto di studio risulta compresa in una zona a rischio di allagamento da fiume. In tale zona si applica l'art. 118 comma 4 delle NTA del RUE, il quale cita testualmente:

4. Aree a rischio di allagamento
La tav. 6 individua, anche con riferimento alla "fascia C" del Piano Stralcio per le aree fluviali adottato dalla Autorità di Bacino del Po, le aree soggette a grave rischio di allagamento (da fiumi e canali). All'interno di tali aree:
- qualsiasi intervento di modificazione plano-altimetrica del suolo, ivi comprese la realizzazione di infrastrutture stradali e di sottoservizio, dovrà essere accompagnato da adeguato studio che verifichi l'effetto dell'intervento in funzione dell'evento oggetto del rischio;
- non sono consentiti piani interrati o seminterrati;
- ai piani terra dei nuovi edifici non vanno preferibilmente collocati locali destinati al soggiorno stabile delle persone e comunque è fatto divieto di prevedere, nei nuovi edifici, camere da letto a quote inferiori a ml 3 dal piano di campagna esistente.

Per quanto di competenza dello scrivente, in relazione al primo punto in elenco, nella prevista successiva fase integrativa dovrà essere confrontato l'assetto morfologico attuale con quello di progetto, al fine di verificare l'effetto dell'intervento in funzione dell'evento oggetto di rischio.

In merito alla raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, sarà comunque opportuno contenere la copertura delle aree impermeabilizzate, in modo da favorire l'infiltrazione efficace e quindi ridurre l'alterazione dell'attuale regimazione della falda, in suolo agricolo.

Relativamente alle indicazioni dell'art. 85 – comma 2, del Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara, non si esclude la possibilità di realizzare trincee drenanti, previa verifica del livello della falda e delle caratteristiche di permeabilità dei terreni, da effettuarsi nella successiva fase integrativa. Più difficoltosa si ritiene invece possa essere la realizzazione di pozzi disperdenti, in quanto in questo caso per concretizzare una superficie utile disperdente di elevate dimensioni, sarebbe necessario realizzare un numero elevato di pozzi, con conseguenti oneri economici.

L'art. 85 – comma 2 del Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara cita testualmente:

2. Ovunque sia disponibile un ricettore della rete di scolo superficiale, dovrà essere evitata la confluenza delle acque meteoriche in fognatura mista. Sono raccomandati sistemi di recupero e riutilizzo delle acque piovane, come da scheda requisito di prestazione ambientale n° 16. In alter nativa, laddove le caratteristiche dei terreni e delle falde sotterranee lo consentano e le attività previste non comportino rischi di inquinamento delle falde medesime, potranno, previo parere del Servizio Geologico e Protezione civile del Comune, essere previsti adeguati dispositivi per l'infiltrazione delle acque meteoriche in falda, quali trincee drenanti o pozzi disperdenti.

2.7. Campagna di indagini

Tipologia indagini disponibili o eseguite in questa fase di studio: prove penetrometriche statiche con piezocono sismico ed analisi di laboratorio terre.

2.7.1. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO SISMICO (SCPTU)

Numero di indagini eseguite: 2.

In base alla circolare 2 Febbraio 2009, N. 617 – C.S.LL.PP., C6.2.2, le indagini geognostiche devono garantire una adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo del terreno, definita come "*la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa*". A tal proposito, in funzione delle caratteristiche del progetto, delle zonizzazioni del P.S.C., delle informazioni disponibili e del regolamento tecnico relativo ai P.O.C., sono stati definiti il numero e la tipologia di indagine.

Profondità d'indagine: SCPTU1, mt 30.32 da piano campagna; SCPTU2, mt 30.30 da piano campagna.

In base alla conoscenza della zona da parte dello scrivente e in relazione all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, allegato 4, cap. 2.3, le profondità delle prove sono state programmate anche al fine di verificare l'eventuale presenza di strati spessi di sabbia potenzialmente liquefacibile. Nello specifico, per manufatti con fondazioni superficiali, se fosse presente terreno sabbioso saturo a profondità superiori a mt 15.00/20.00 dal piano campagna, si potrebbe omettere la verifica della suscettibilità a liquefazione, in quanto il carico litostatico costituisce un fattore contrastante rispetto all'innesco di tale fenomeno. *La liquefazione è un fenomeno che si verifica in formazioni sabbiose sature d'acqua, con superfici di falda entro pochissimi metri dalla superficie. Molto difficilmente essa arriva ad interessare strati che si trovino a profondità maggiori di mt 15-20 ("La liquefazione del terreno in condizioni sismiche", da Crespellani, Nardi, Simoncini, 1988). Questa profondità corrisponde, in campo libero, a una pressione litostatica totale intorno a 0.3 – 0.4 Mpa. È molto difficile che un evento sismico riesca a produrre*

variazioni di pressione interstiziale Δu superiori a questo valore ("La liquefazione dei terreni" – Teoria, normativa e procedura di calcolo, Di Bernardo, 2011).

Le profondità raggiunte e le modalità di indagine, sono state inoltre sufficienti ad indagare il volume significativo dal punto di vista geotecnico, come descritto nel capitolo dedicato, e a fornire informazioni in merito alla categoria di suolo.

Ditta incaricata: Pergeo s.r.l., via dell'Artigianato civ. 2 – Ro (Fe)

2.7.2. CAMPIONI TERRENO

Numero campioni prelevati: 2.
Modalità di prelievo: campionatore ad infissione.
Profondità di campionamento C1: da mt 0.50 a mt 1.00
Profondità di campionamento C2: da mt 0.50 a mt 1.00
Analisi effettuate: classificazione (limiti di Atterberg e granulometrie a tre setacci)

In data 16 luglio 2015, per mezzo di un campionatore ad infissione, sono stati prelevati n. 2 campioni di terreno nei pressi del confine del lotto. Come già accennato nella parte introduttiva, a causa della presenza di mais non è stato possibile accedere al fondo e quindi ci si è limitati ad un primo prelievo di n. 2 campioni, finalizzati ad un dimensionamento preliminare del pacchetto stradale. Successivamente alla raccolta del mais, quando saranno prelevati i campioni per effettuare le analisi finalizzate a valutare i cedimenti post-sismici, dovranno essere prelevati ed analizzati ulteriori campioni, destinati a confutare o rivedere il dimensionamento del pacchetto stradale proposto nella presente.

Laboratorio incaricato: Geotea s.r.l. via della Tecnica civ. 57/A4 – San Lazzaro di Savena (Bo)

Supporti cartografici e grafici:

- Figura 2.7-1. Stralcio immagine da satellite - ubicazioni SCPTU e punti di campionamento
- Figura 2.7-2. Stralcio Planimetria di progetto- ubicazioni indagini effettuate
- Figura 2.7-3. Planimetria di progetto con individuazione delle aree da cedere
- Immagine 2.7-4. Fase di prelievo campione C1
- Immagine 2.7-5. Fase di prelievo campione C2

Figura 2.7-1
Stralcio Immagine da satellite
Ubicazione indagini effettuate

Figura 2.7-2
Stralcio Planimetria di progetto
Ubicazione indagini effettuate

Figura 2.7-3
Planimetria di progetto con individuazione delle aree da cedere

Immagine 2.7-4
Fase di prelievo campione C1

Immagine 2.7-5
Fase di prelievo campione C2

2.8. Campagna geognostica - Risultati

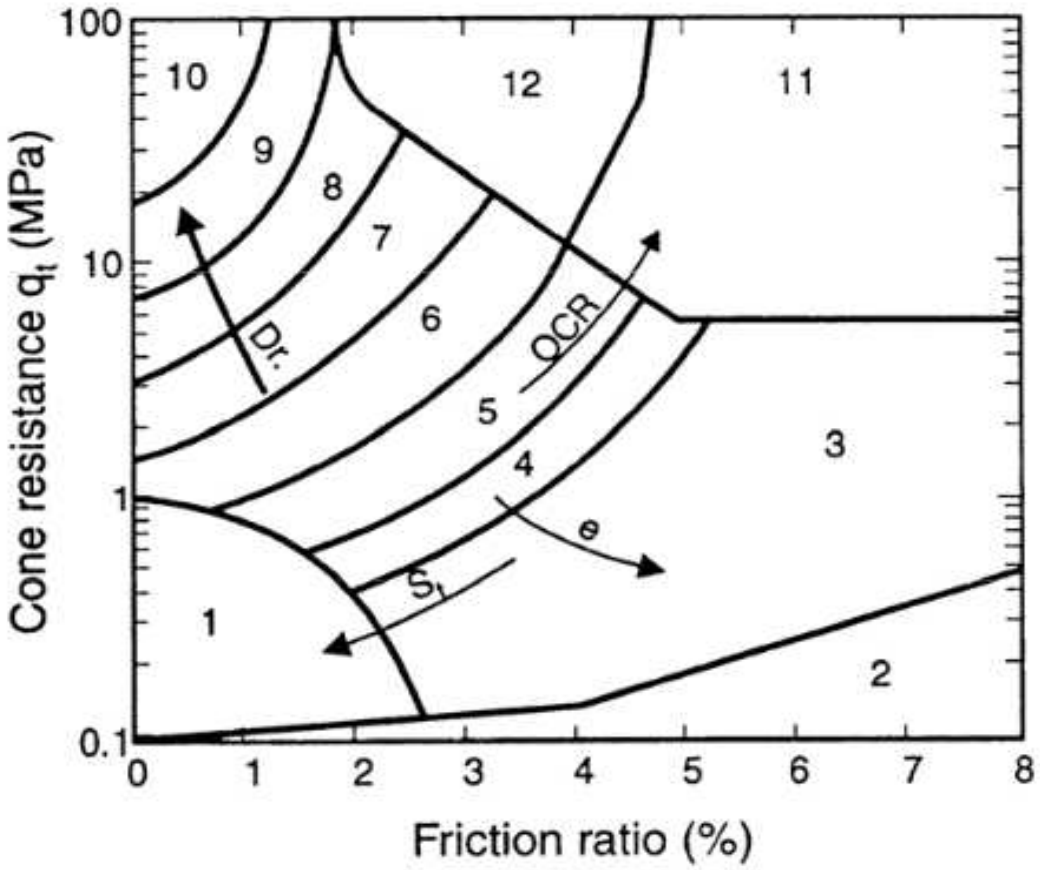
Come accennato, al fine di acquisire dati specifici del sito, sono state effettuate due prove penetrometriche statiche con piezocono sismico spinte a mt 30.32 dal piano campagna e prelevati ed analizzati dei campioni di terreno.

2.8.1. CARATTERI LITOLOGICI

2.8.1.1. Modalità di valutazione - SCPTU

Per il riconoscimento delle successioni litostratigrafiche, è stato utilizzato il metodo di Robertson 1986, tramite applicazione di un pacchetto software Geostru. Tale metodo è uno dei consigliati per le elaborazioni delle CPTE nelle zone in cui ci si è trovati ad operare.

Si riporta di seguito il grafico del tipo di comportamento di terreno (SBT) utilizzato dal metodo di Robertson 1986. Esso utilizza 12 classi di tipo di suolo, a differenza del metodo Robertson 1990 che ne utilizza 9. Inoltre il metodo è basato sulla resistenza alla punta qc ed il rapporto di attrito Rf, mentre i grafici più recenti sono sviluppati sulla base di parametri normalizzati.



Zone	Soil Behavior Type
1	Sensitive fine grained
2	Organic material
3	Clay
4	Silty Clay to clay
5	Clayey silt to silty clay
6	Sandy silt to clayey silt
7	Silty sand to sandy silt
8	Sand to silty sand
9	Sand
10	Gravelly sand to sand
11	Very stiff fine grained*
12	Sand to clayey sand*

* Overconsolidated or cemented

Figura 2.8.1.1-1

Grafico SBT di Robertson et al (1986) in base alla resistenza del cono CPT, qt, e il rapporto di attrito, Rf (dove Rf = (fs / qt) il 100%)

2.8.1.2. Definizione delle unità litotecniche - SCPTU

Come accennato, la zona in esame è situata all'interno della piana alluvionale originatasi in seguito alla deposizione dei materiali in sospensione nelle acque dei fiumi che attraversavano l'attuale Pianura Padana. I depositi fluviali che ne sono derivati, sono invariabilmente costituiti dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine, con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana. Per mezzo delle elaborazioni delle prove, è stato possibile definire le litologie e gli strati elencati nelle seguenti tabelle, descritti con riferimento alla prevalenza dei terreni in essi contenuti.

TABELLA 2.8.1.2-1
SCPTU1 – DESCRIZIONI LITOLOGICHE

N. strati	Profondità		Descrizione	Spessore
	tetto (mt)	letto (mt)		(mt)
1	0.00	2.80	Argille limose - argille	2.80
2	2.80	4.82	Limi sabbiosi e limi argillosi	2.02
3	4.82	8.50	Argille	3.68
4	8.50	10.42	Sabbie limose – limi argillosi	1.92
5	10.42	16.92	Argille	6.50
6	16.92	19.16	Argille limose - argille	2.24
7	19.16	29.84	Sabbie	10.68
8	29.84	30.32	Argille	0.48

TABELLA 2.8.1.2-2
SCPTU2 – DESCRIZIONI LITOLOGICHE

N. strati	Profondità		Descrizione	Spessore
	tetto (mt)	letto (mt)		(mt)
1	0.00	2.70	Argille limose - argille	2.70
2	2.70	4.18	Sabbie limose – limi argillosi	1.48
3	4.18	8.14	Argille	3.96
4	8.14	10.60	Argille limose - argille	2.46
5	10.60	13.20	Argille	2.60
6	13.20	15.66	Sabbie limose – limi argillosi	2.46
7	15.66	18.80	Argille limose - argille	3.14
8	18.80	21.58	Sabbie – sabbie limose	2.78
9	21.58	28.60	Sabbie	7.02
10	28.60	30.30	Argille limose - argille	1.70

Le caratterizzazioni specifiche delle singole unità sono riportate nelle schede di elaborazione al paragrafo 3.4.1 della presente relazione.

Di seguito si riportano i grafici delle prove elaborate per mezzo del software Static Probing.

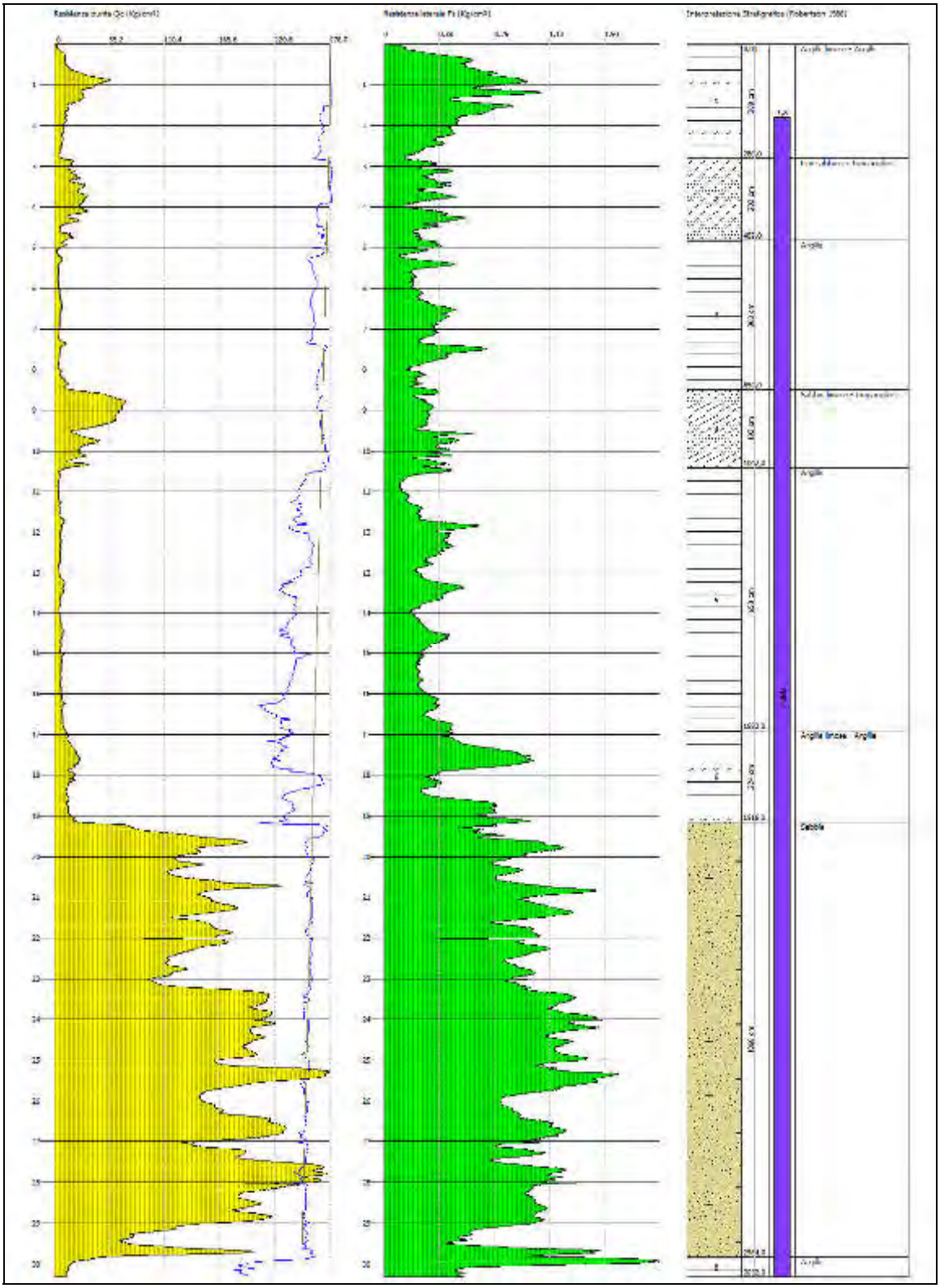


Figura 2.8.1.2-1
Grafico prova SCPTU1

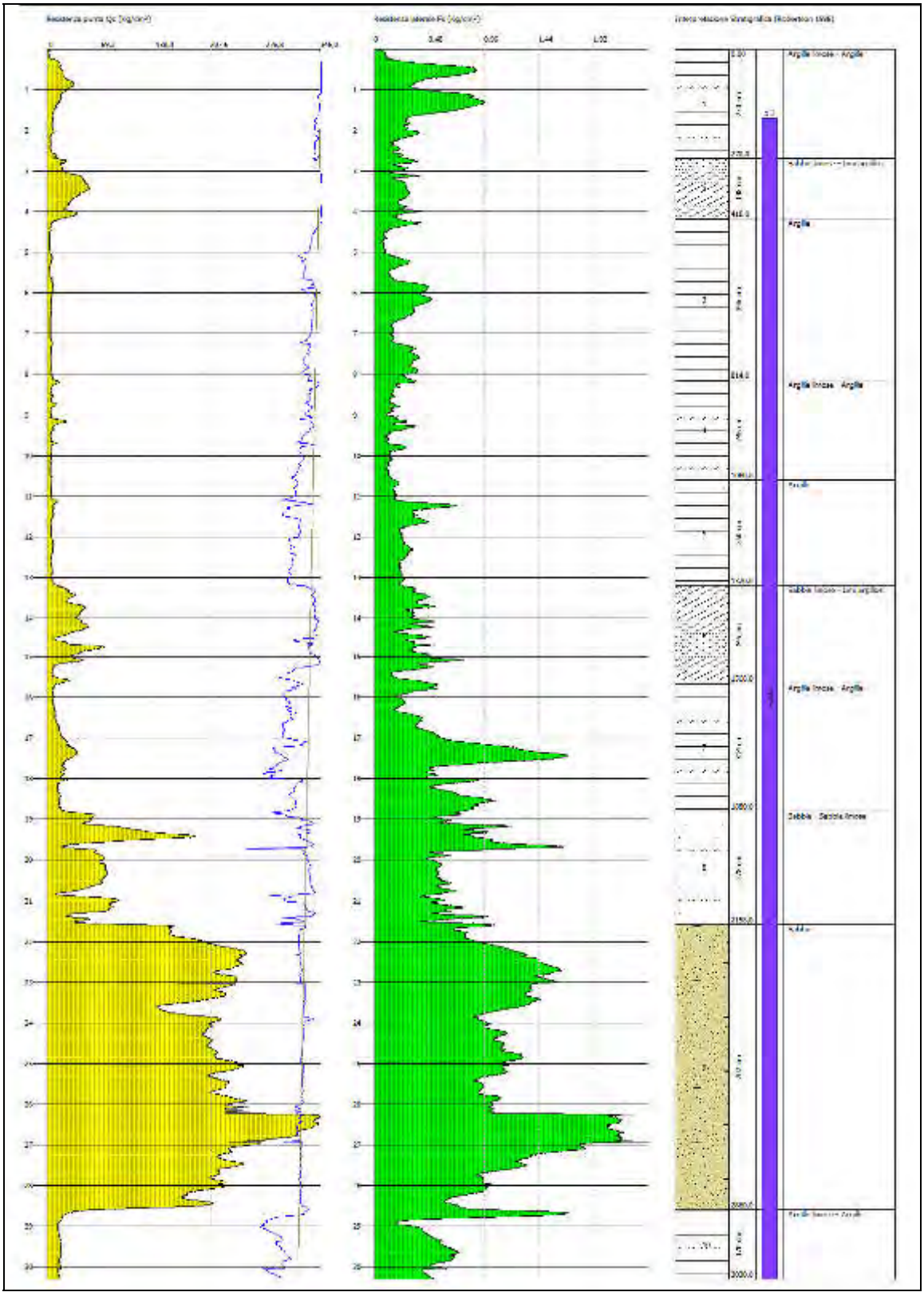


Figura 2.8.1.2-2
Grafico prova SCPTU2

Supporti Grafici:

- Allegato 1. Certificati prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono

2.8.1.3. Campioni di terreno – risultati analitici

Per mezzo delle analisi di laboratorio è stato possibile definire come, entrambi i terreni campionati siano classificabili A4 (classificazione CNR-UNI) – CL-OL (classificazione USCS).

A4 = limi poco compressibili

CL = argilla inorganica a bassa-media plasticità, argilla ghiaiosa, argilla sabbiosa, argilla limosa, argilla "magra"

OL = limo organico e argilla limosa organica a bassa plasticità

Tali classificazioni sono in linea di massima confrontabili con quanto desunto per mezzo delle SCPTU, relativamente allo strato più superficiale.

2.9. Analisi vincolistica

2.9.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il Comune di Ferrara non ricade in una zona soggetta a vincolo idrogeologico, come risulta dall'allegato 1 della Delibera di Giunta della Regione Emilia Romagna n. 1117/2000.

2.9.2. PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Come si desume dall'estratto cartografico proposto in figura 2.9.2-1, la zona oggetto di studio ricade all'interno di un'area classificata a rischio moderato R1, per la quale sono possibili danni sociali ed economici marginali, in seguito a dissesti di natura idraulica e idrogeologica.

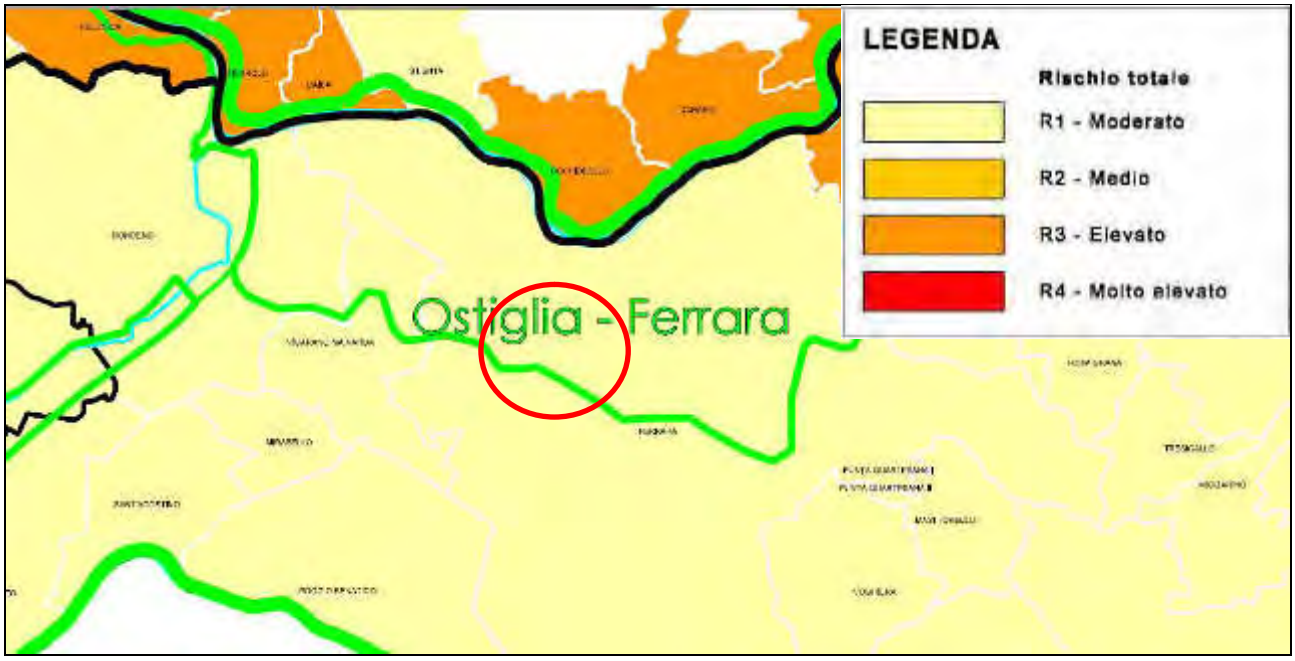


Figura 2.9.2-1
Estratto cartografia P.A.I. – scala grafica
(da Autorità di Bacino del Fiume Po – Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico P.A.I., - tav. 6 III, Rischio idraulico ed idrogeologico)

2.9.3. PIANO TERRITORIALE PER IL COORDINAMENTO PROVINCIALE (P.T.C.P.)

La zona oggetto di studio ricade in'area priva di vincoli come si evince dagli estratti cartografici nelle figure di seguito riportate.

Figura 2.9.3-1
Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica
(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.2 – Il sistema ambientale)

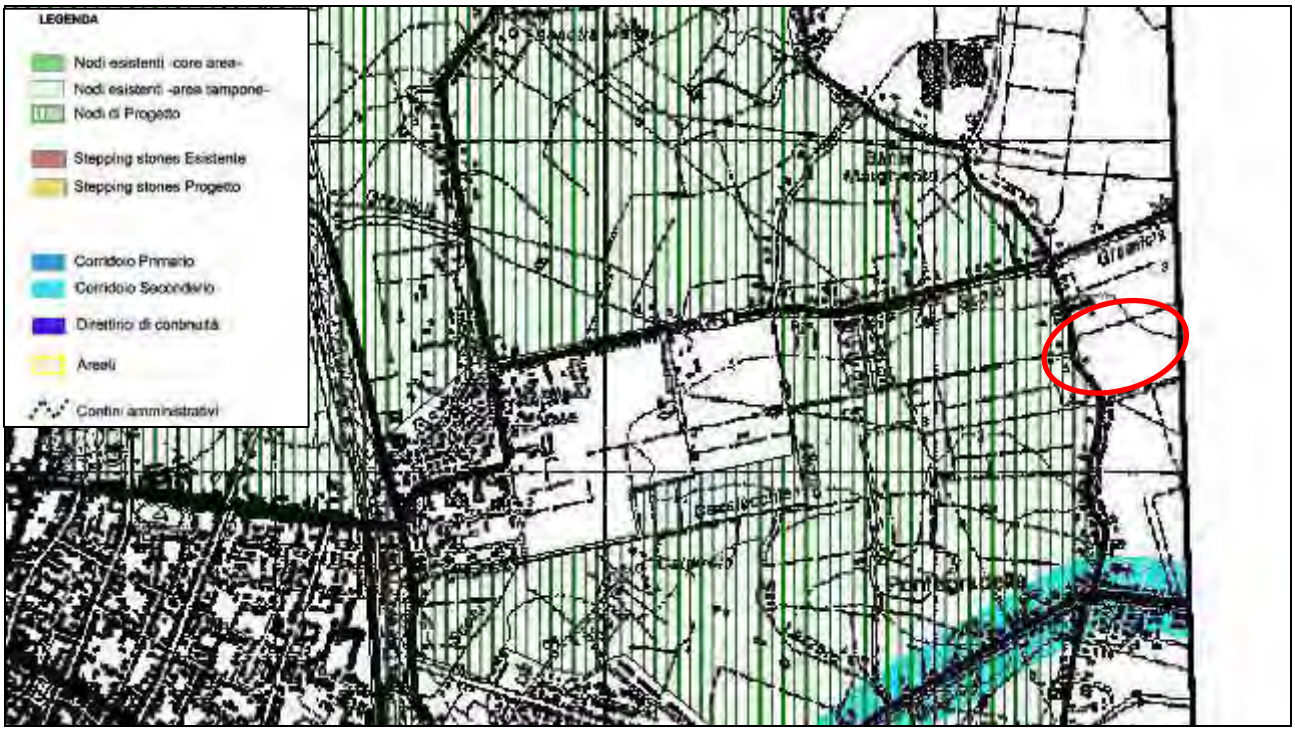


Figura 2.9.3-2
Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica
(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.1.2 – Il sistema ambientale)

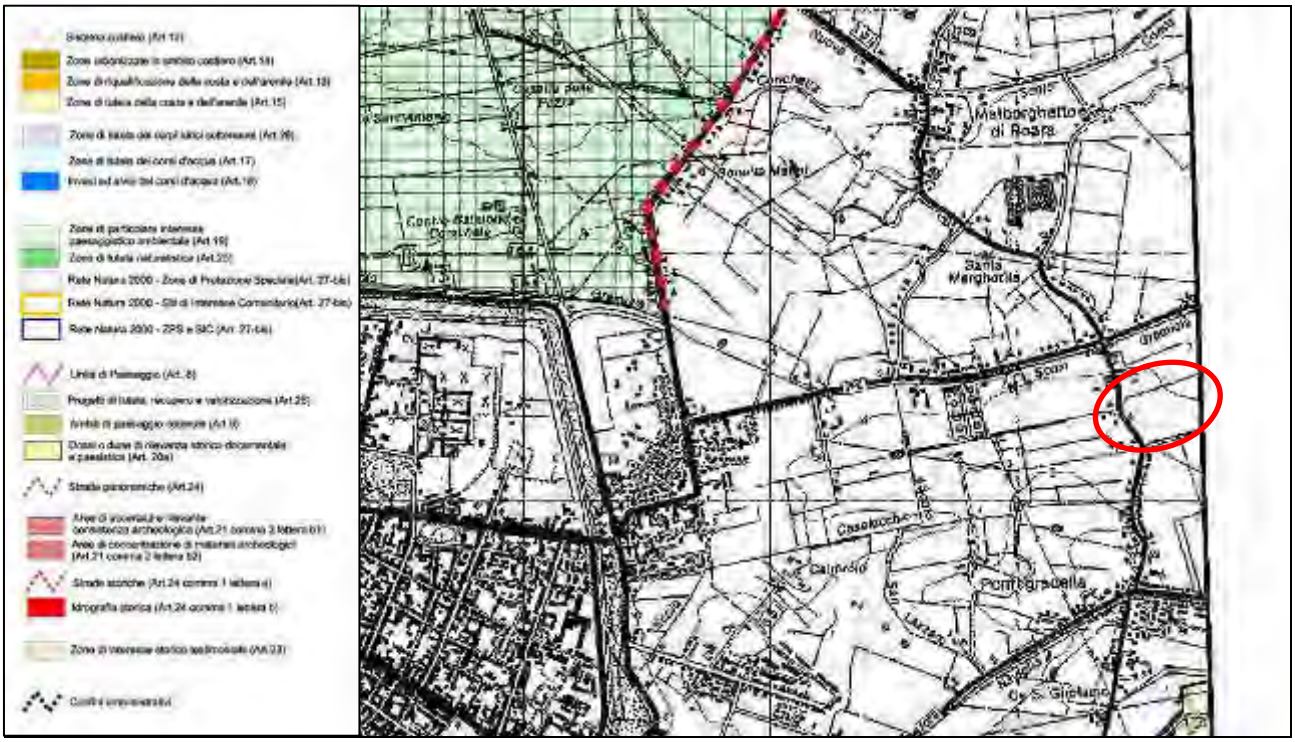


Figura 2.9.3-3
Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica
(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.2.2 – Altri ambiti di tutela)

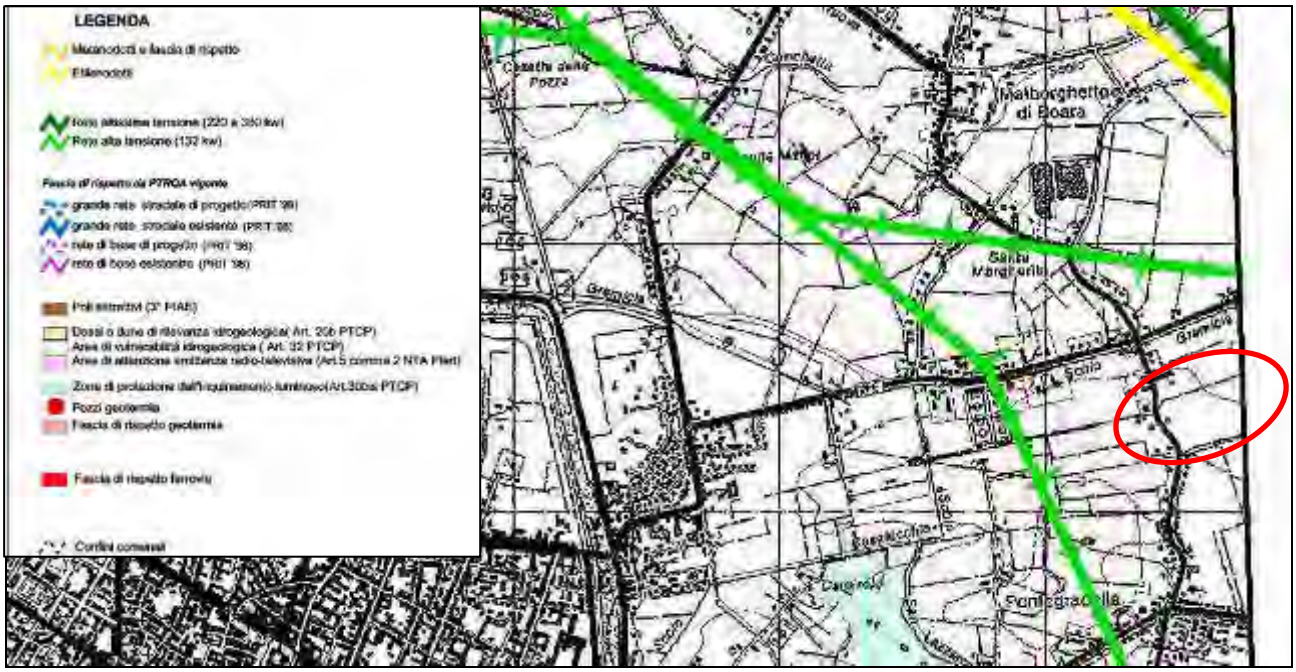


Figura 2.9.3-4
Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica
(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.3.2 – Ambiti con limitazioni d'uso)

2.10. Pericolosità e Fattibilità del Piano Strutturale Comunale

Per quanto riguarda la pianificazione comunale, il sito oggetto di studio ricade in corrispondenza delle seguenti zonizzazioni:

- all'interno di una zona con diritti perequativi, nello specifico 4.A Prima Corona mq/ha 1050;
- densità edilizia: nuovi insediamenti prima corona mq/ha 1800;
- PSC – sistema insediativo dell'abitare art. 12 subsistema insediamenti prima corona art. 12.4;
- PRG – Ambiti: sottozona E4
- in P.S.C. – strutture insediative;
- nell'unità di paesaggio delle Masserie;
- in P.S.C. – nuovi tessuti residenziali;
- UTO D.P.R. 477/95 – Classe III progetto;
- in un'area a rischio allagamento: *Rappresentano anche con riferimento alla "fascia C" del Piano Stralcio per le aree fluviali adottato dalla Autorità di Bacino del Po, le aree individuate come soggette a grave rischio di allagamento (da fiumi e canali). Direttive: All'interno di tali aree, i progetti di trasformazione urbanistica ed edilizia dovranno considerare che:*

- qualsiasi intervento di modificazione plano-altimetrica del suolo, ivi comprese la realizzazione di infrastrutture stradali e di sottoservizio, dovrà essere accompagnato da adeguato studio che verifichi l'effetto dell'intervento in funzione dell'evento oggetto del rischio;

- non sono consentiti piani interrati;

- ai piani terra dei nuovi edifici non vanno preferibilmente collocati locali destinati al soggiorno stabile delle persone e comunque è fatto divieto di prevedere camere da letto ai piani terra dei nuovi edifici) ;

- nella Classe 4.A Aree ex agricole - aree di riqualificazione o nuova urbanizzazione residenziale o terzaria e per realizzazione servizi;
- nel territorio urbanizzabile;
- nella prima corona;
- nell'ambito 7 ANS – Ambito per nuovi insediamenti di Malborghetto di Boara, Pontegradella, Focomorto, Boara.

Figura 2.10-1
Estratto cartografia P.S.C. vigente dal giugno 2009
*(http://ctwferrara.corenet.it/ferrara/clientweb/loginservlet?service_name=ApriViewer&org=01&ente=1&ente_str=01&denom_ente=Comune%20di%20ferrara&utente=psc_pubblico&pwd=********)*

2.11. Aspetti geodinamici e sismicità

In seguito all'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274/03, il Comune di Ferrara è stato inserito, in base alla classificazione sismica, nella zona 3, alla quale corrisponde una sismicità bassa con PGA compreso fra 0.05 e 0.15 g e nella quale però, in particolari contesti geologici, possono venire amplificati gli effetti. La classificazione è stata eseguita in base all'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

La pericolosità di un sito, oltre alla severità della sorgente sismica, dipende dalle caratteristiche geologiche, morfologiche e geotecniche.

In particolare i possibili effetti di sito, intesi come associazione di caratteristiche geologiche e morfologiche che rende un luogo più o meno soggetto a danni conseguenti ad una scossa sismica, sono i seguenti:

- fattori di amplificazione del moto sismico;
- liquefazione o addensamento dei terreni;
- instabilità dei pendii.

Con riferimento alle linee guida dell'A.G.I. pubblicate nell'anno 2005, i fattori di amplificazione delle onde sismiche, sono di seguito elencati:

- effetti stratigrafici: depositi costituiti da terreni stratificati di caratteristiche meccaniche diverse da quelle della roccia sottostante;

- effetti di bordo: depositi di valle con bordi e morfologia del substrato irregolari, dove le onde sismiche possono subire fenomeni di rifrazione e riflessione, con generazione all'interfaccia di onde superficiali e concentrazioni di energia;
- effetti topografici: la sommità di rilievi collinari, creste, promontori costituiti da formazioni rocciose, profili di versante, pendii, bordi di terrazzi.

Nel territorio comunale di Ferrara, possono essere attesi effetti stratigrafici dovuti in particolare a forti variazioni delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche. Non sono attesi effetti di bordo; vengono esclusi anche gli effetti topografici, salvo nelle aree ubicate nei pressi o in corrispondenza di rilevati.

Per quanto riguarda la liquefazione o addensamento, nel territorio in cui ricade il sito oggetto di studio, tali fenomeni possono essere attesi in corrispondenza di strati granulari saturi (liquefazione) o insaturi (addensamento), spessi e continui, eventualmente presenti a profondità non superiori a 15/20 metri dal piano campagna.

Relativamente all'instabilità dei pendii, si ribadisce come il territorio del Comune di Ferrara ricada all'interno di una zona di pianura, nella quale tali fenomeni non possono essere attesi, se non in corrispondenza di rilevati artificiali, o delle sponde dei corsi d'acqua.

In base alla pianificazione vigente, della quale si riportano stralci di cartografie inerenti, si evince che l'area di studio ricade:

- in corrispondenza di una zona con depositi di natura prevalentemente fine molto compressibili con effetti attesi di amplificazione con conseguenti potenziali cedimenti per riconsolidazione indotti dal sisma ed un livello di approfondimento richiesto di analisi semplificata (II livello di approfondimento) art. 36 – art. 37 comma 1 punto 2 (P.T.C.P);
- in un'area con F.A. = 1.5 (P.T.C.P.);
- in un'area con rischio di cedimenti presente (P.T.C.P.);
- nelle vicinanze di verticali di indagine con un indice di liquefazione compreso tra 0 e 2, indicanti un rischio di liquefazione basso (nello specifico IL = 0.99) e con un indice di liquefazione compreso tra 2 e 5, indicanti un rischio di liquefazione moderato (nello specifico IL = 3.20) (P.T.C.P.);
- all'interno di un'area con rischio di amplificazione stratigrafica elevato e nelle vicinanze di un'indagine individuante un potenziale di liquefazione basso ed un rischio di cedimenti presente(P.S.C.);
- all'interno di un'area dove è richiesto il III livello di approfondimento (P.S.C.);
- all'interno di una zona suscettibile di instabilità, nello specifico liquefazione ed in corrispondenza di due prove penetrometriche con cono sismico e di una prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT) (Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica);
- in corrispondenza di un'area con F.A. PGA = 1.5 – 1.6, F.A. Intensità spettrale 0.1s < To < 0.5s = 1.8 e F.A. Intensità spettrale 0.5s < To < 1.0s = 2.5 (Carta di microzonazione sismica – Livello 2);
- in corrispondenza di un'area con rischio di liquefazione basso (IL < 2) ed in corrispondenza di due indagini verticali che rilevano un rischio di liquefazione moderato (2 < IL < 5) (Carta di microzonazione sismica – Livello 3).

Supporti grafici:

- Figura 2.11-1. Zonizzazione sismica Emilia Romagna
- Figura 2.11-2. Stralcio P.T.C.P. - Rischio Sismico - tav. 3.2 – Carta di zonazione sismica di primo livello
- Figura 2.11-3. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.5. – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali

- Figura 2.11-4. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.6. – Carta provinciale del fattore di amplificazione
- Figura 2.11-5. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.7. – Carta provinciale del rischio cedimenti
- Figura 2.11-6. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.8. – Carta provinciale delle indagini e dell'indice del potenziale di liquefazione
- Figura 2.11-7. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.9. – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione
- Figura 2.11-8. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.9.3. – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione
- Figura 2.11-9. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 1.03b – 06 - Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito -03/12/2008
- Figura 2.11-10. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 6.4a - Carta di sintesi prima fase analisi di pericolosità sismica -03/12/2008
- Figura 2.11-11. Stralcio Microzonazione Sismica – Comune di Ferrara – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- Figura 2.11-12. Stralcio Microzonazione Sismica – Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 2
- Figura 2.11-13. Stralcio Microzonazione Sismica – Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 3

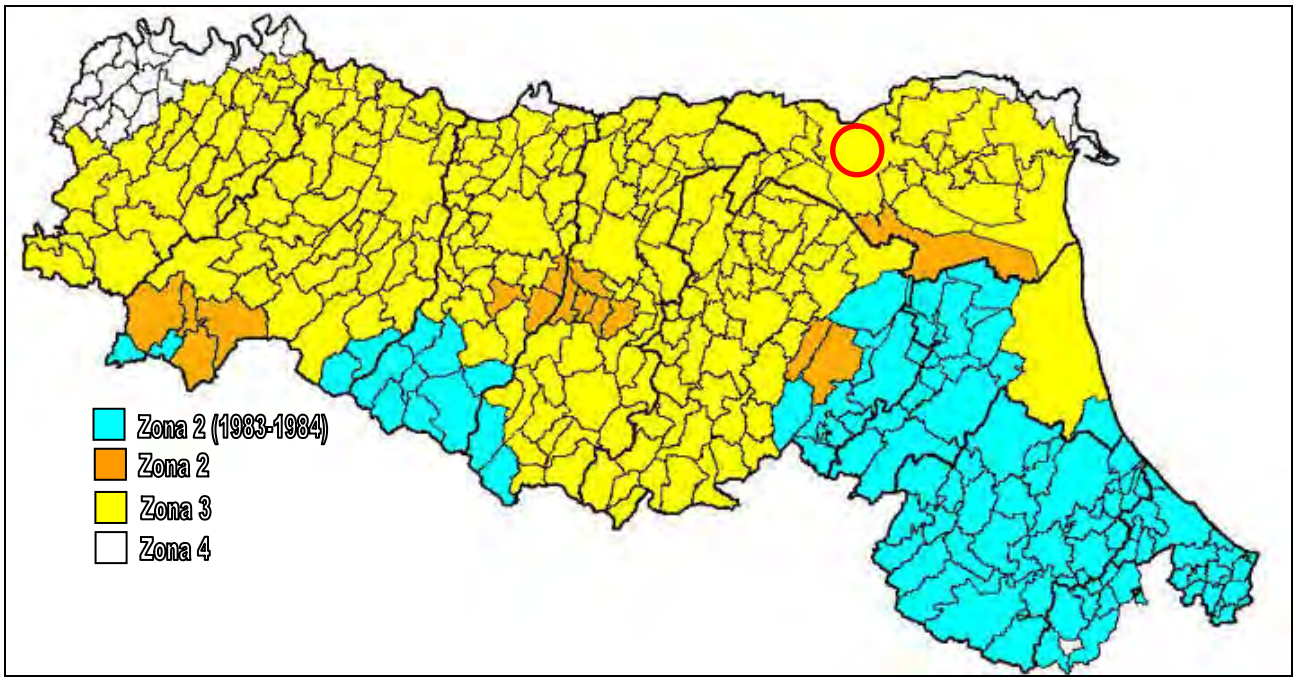
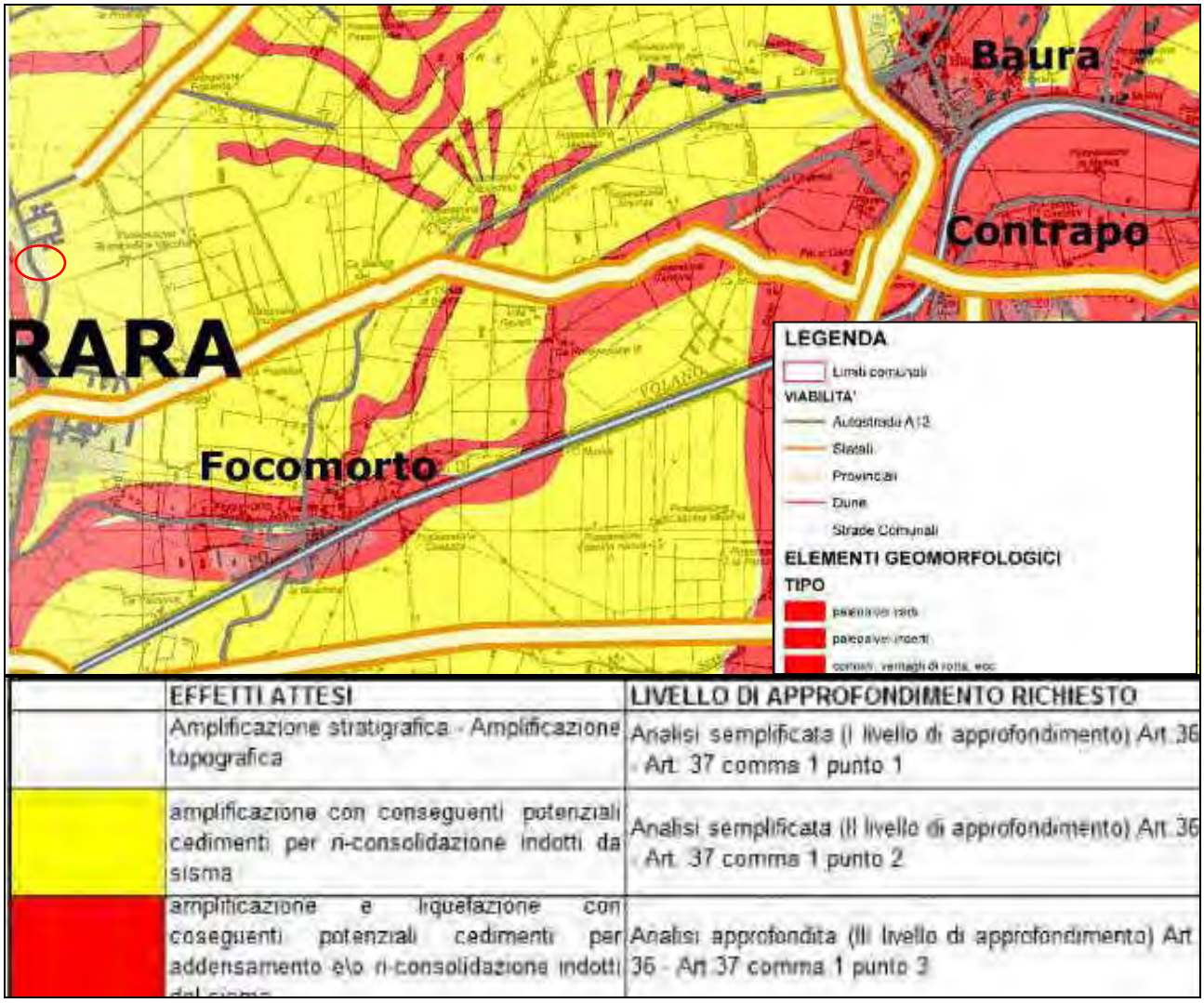


Figura 2.11-1
Zonizzazione sismica Emilia Romagna

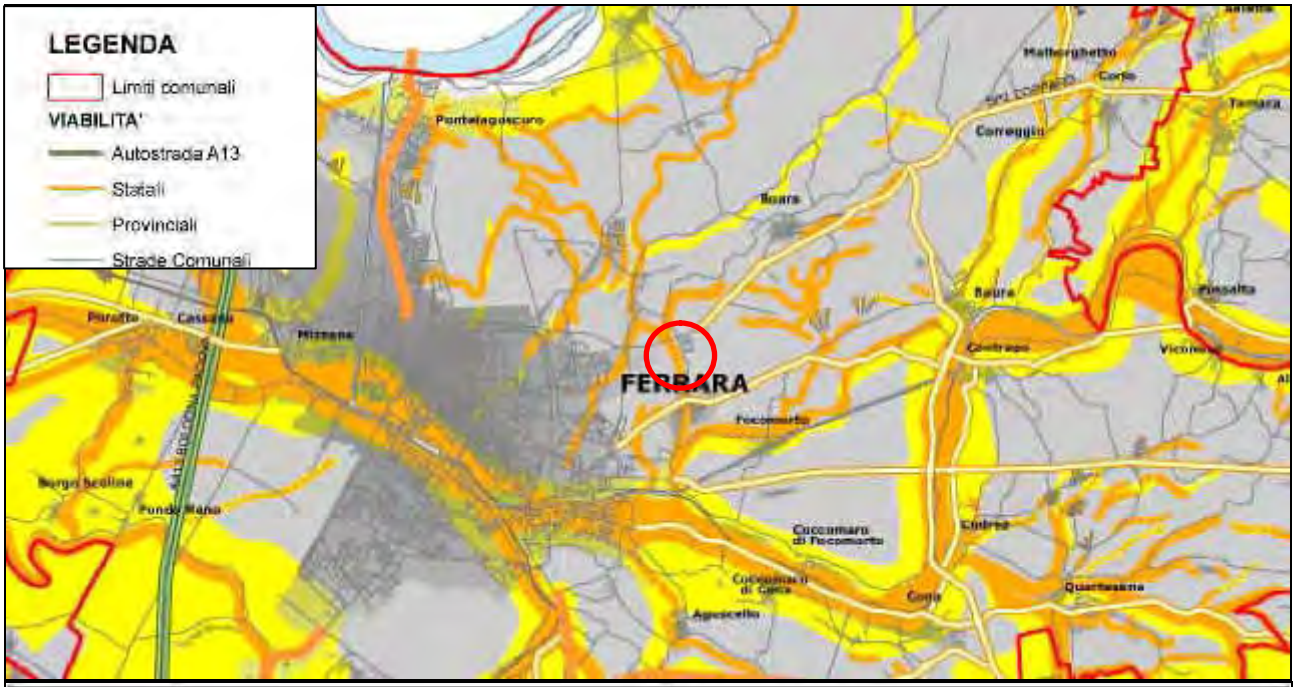


	EFFETTI ATTESI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO RICHIESTO
	Amplificazione stratigrafica - Amplificazione topografica	Analisi semplificata (I livello di approfondimento) Art.36 - Art. 37 comma 1 punto 1
	amplificazione con conseguenti potenziali cedimenti per *n*-consolidazione indotti da sisma	Analisi semplificata (II livello di approfondimento) Art.36 - Art. 37 comma 1 punto 2
	amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o ri-consolidazione indotti dal sisma	Analisi approfondita (III livello di approfondimento) Art. 36 - Art.37 comma 1 punto 3

Figura 2.11-2

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara –Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. 3.2 – Carta di zonazione sismica di primo livello)



	ELEMENTI LITOLOGICI	EFFETTI ATTESI
	Corpi sabbiosi sepolti o affioranti sottofalda depositi di cordone litorale e di duna	amplificazione e liquefazione con coseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o n-consolidazione indotti dal sisma
	Depositi sabbiosi intercalati a livelli limosi sabbiosi ed argillosi	amplificazione e liquefazione con coseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o n-consolidazione indotti dal sisma
	Depositi di natura prevalentemente fine molto compressibili	amplificazione con conseguenti potenziali cedimenti per n-consolidazione indotti da sisma

Figura 2.11-3

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.05 – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali)

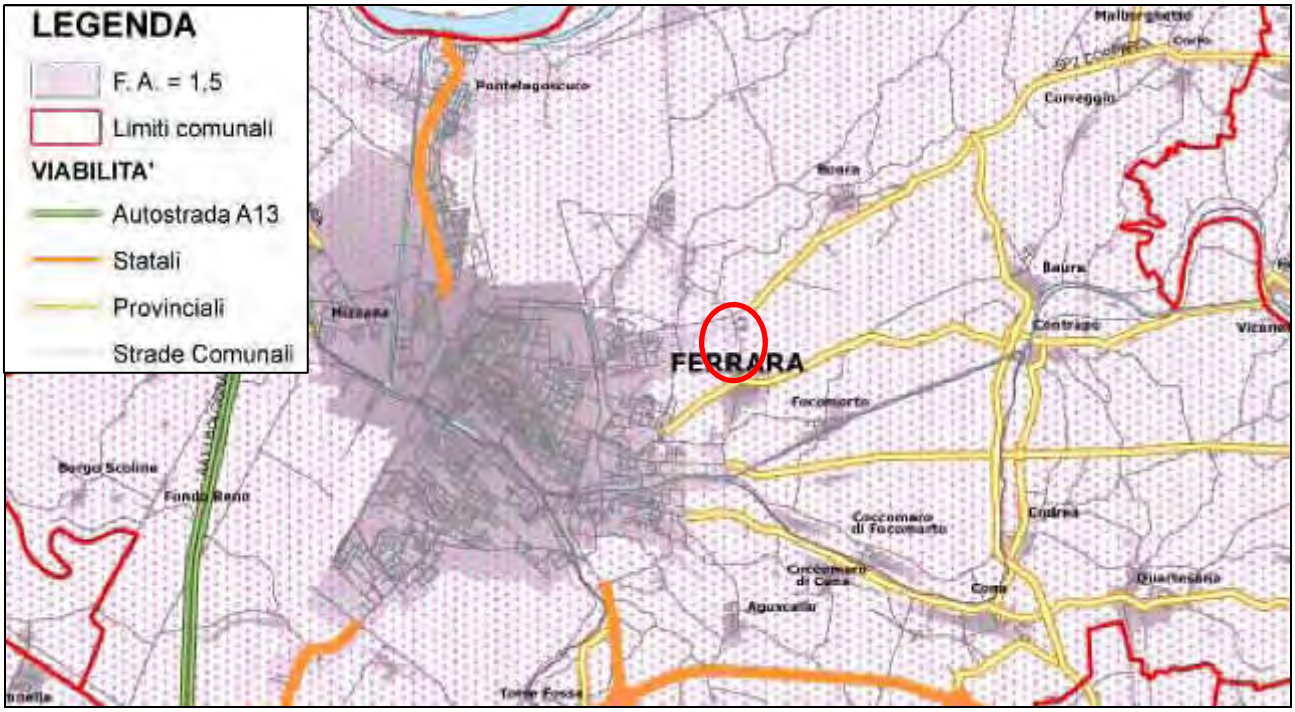


Figura 2.11-4

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.06 – Carta provinciale del fattore di amplificazione)

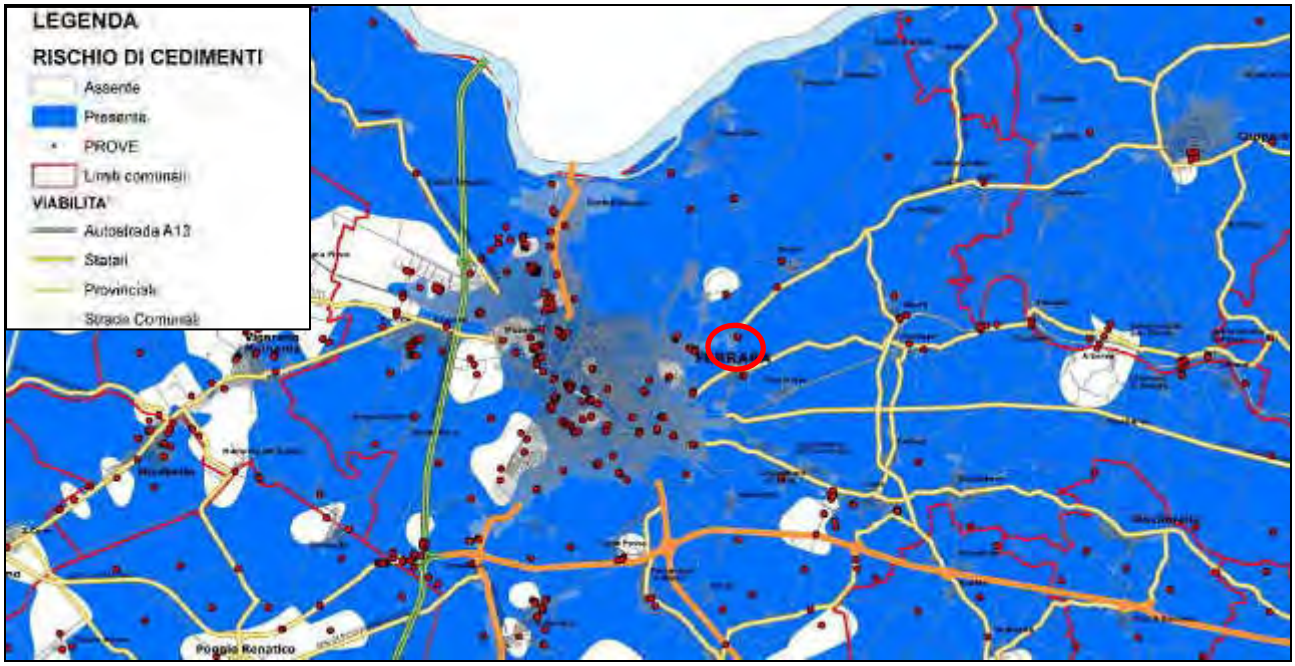


Figura 2.11-5

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.07 – Carta provinciale del rischio cedimenti)

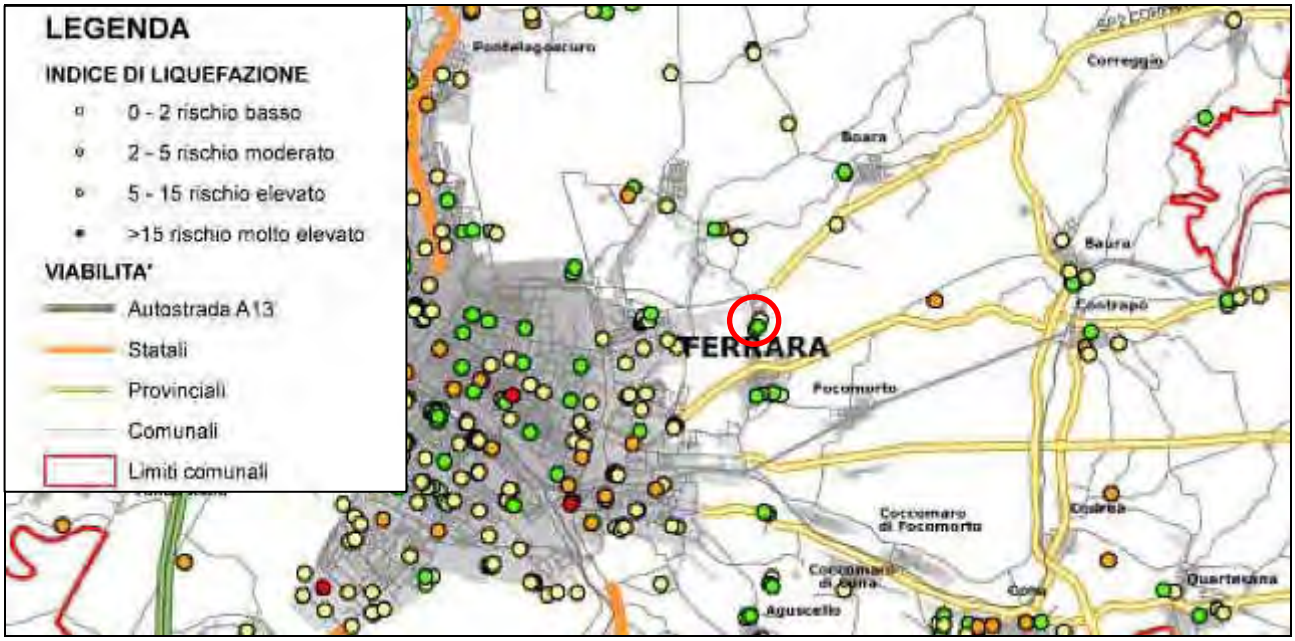
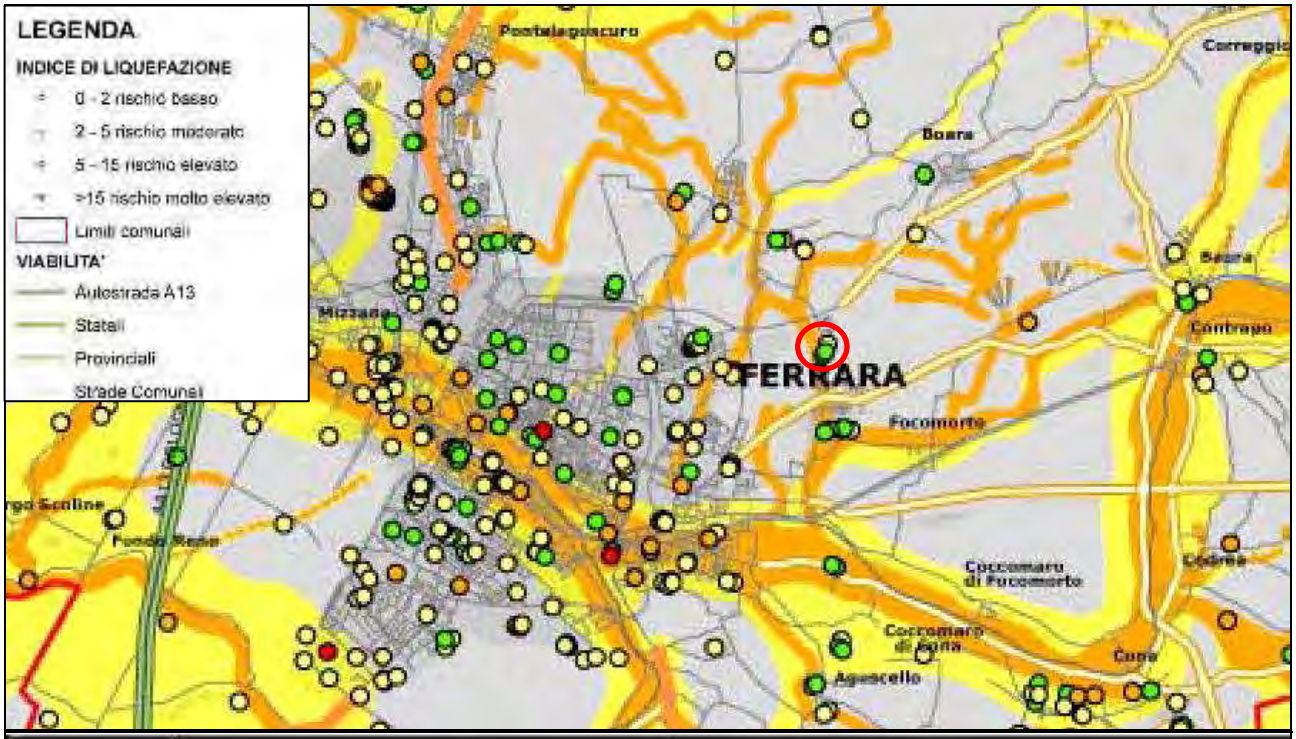


Figura 2.11-6

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.08 – Carta provinciale delle indagini e dell'indice del potenziale di liquefazione)

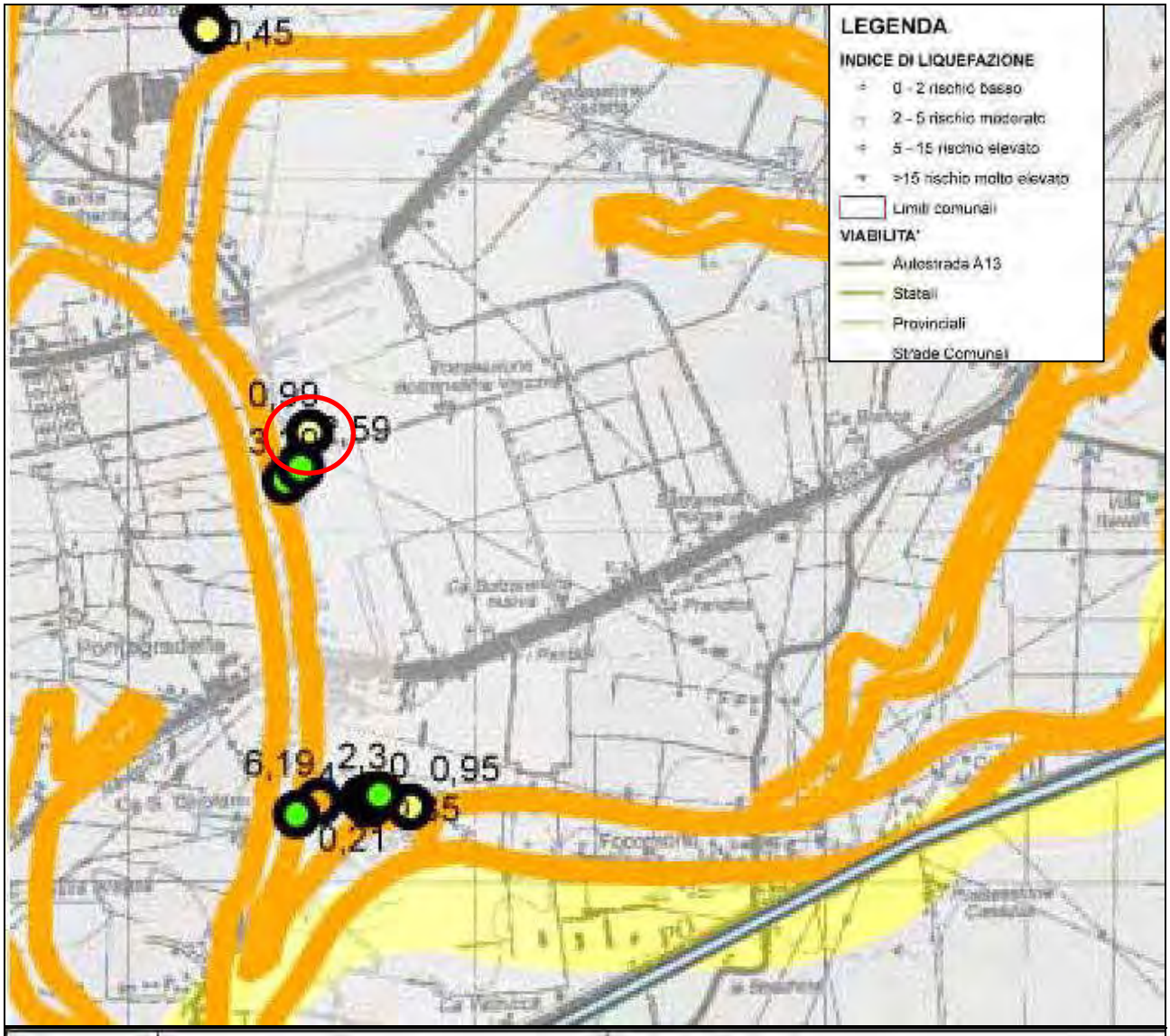


	ELEMENTI LITOLOGICI	EFFETTI ATTESI
	Corpi sabbiosi sepolti o affioranti sottofalda depositi di cordone litorale e di duna	amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o n-consolidazione indotti dal sisma
	Depositi sabbiosi intercalati a livelli limosi sabbiosi ed argillosi	amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o n-consolidazione indotti dal sisma
	Depositi di natura prevalentemente fine molto compressibili	amplificazione con conseguenti potenziali cedimenti per n-consolidazione indotti da sisma

Figura 2.11-7

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.09 – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione)



	ELEMENTI LITOLOGICI	EFFETTI ATTESI
	Corpi sabbiosi sepolti o affioranti sottofalda depositi di cordone litorale e di duna	amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o ri-consolidazione indotti dal sisma
	Depositi sabbiosi intercalati a livelli limosi sabbiosi ed argillosi	amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e\o ri-consolidazione indotti dal sisma
	Depositi di natura prevalentemente fine molto compressibili	amplificazione con conseguenti potenziali cedimenti per ri-consolidazione indotti da sisma

Figura 2.11-8

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.09.3 – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione)

Figura 2.11-9

Estratto cartografia P.S.C. – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 1.03b – 06 - Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)

Figura 2.11-10

Estratto cartografia P.S.C. – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 6.4a - Carta di sintesi prima fase analisi di pericolosità sismica - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)

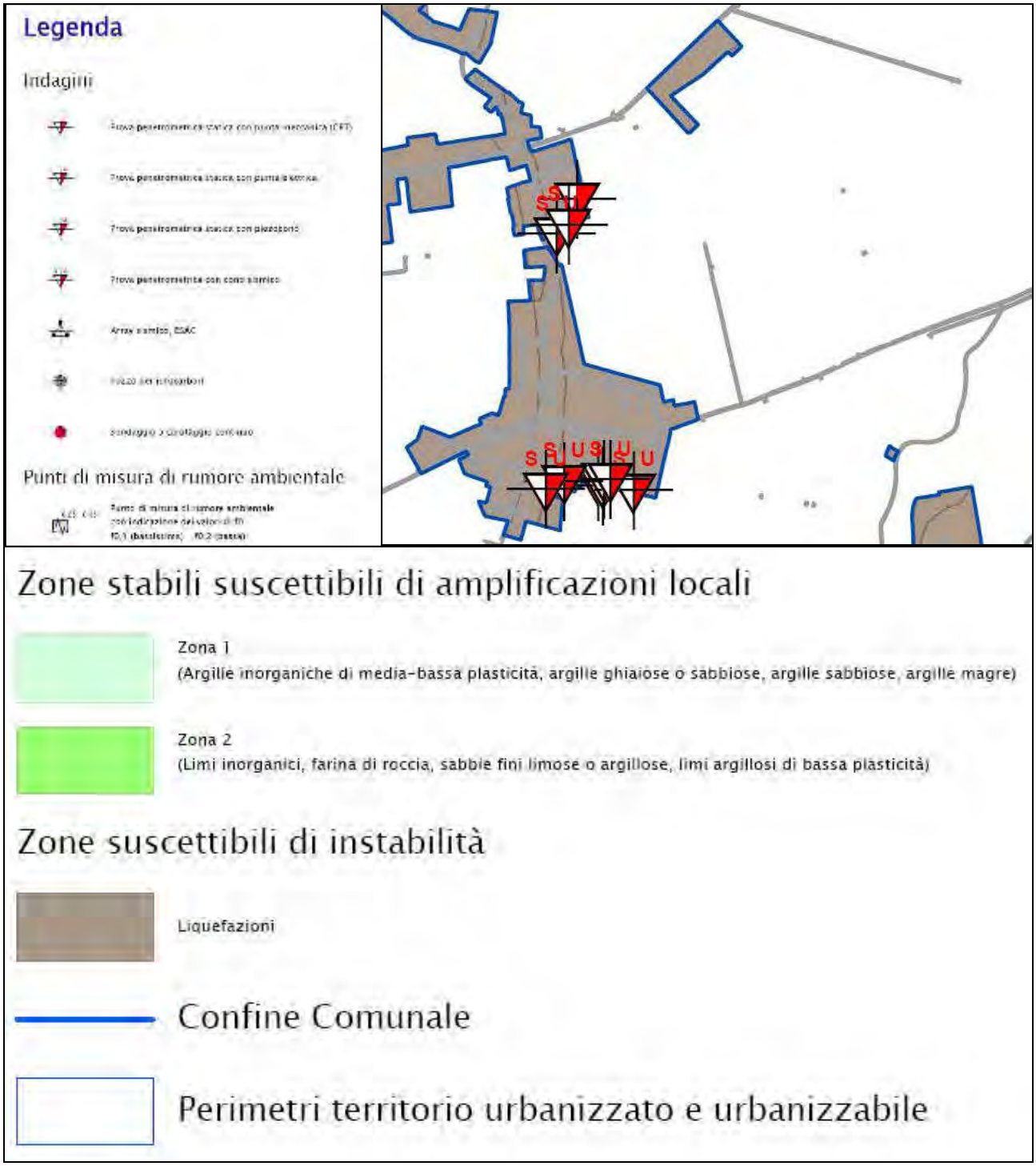


Figura 2.11-11
Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica
(da Comune di Ferrara – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica)

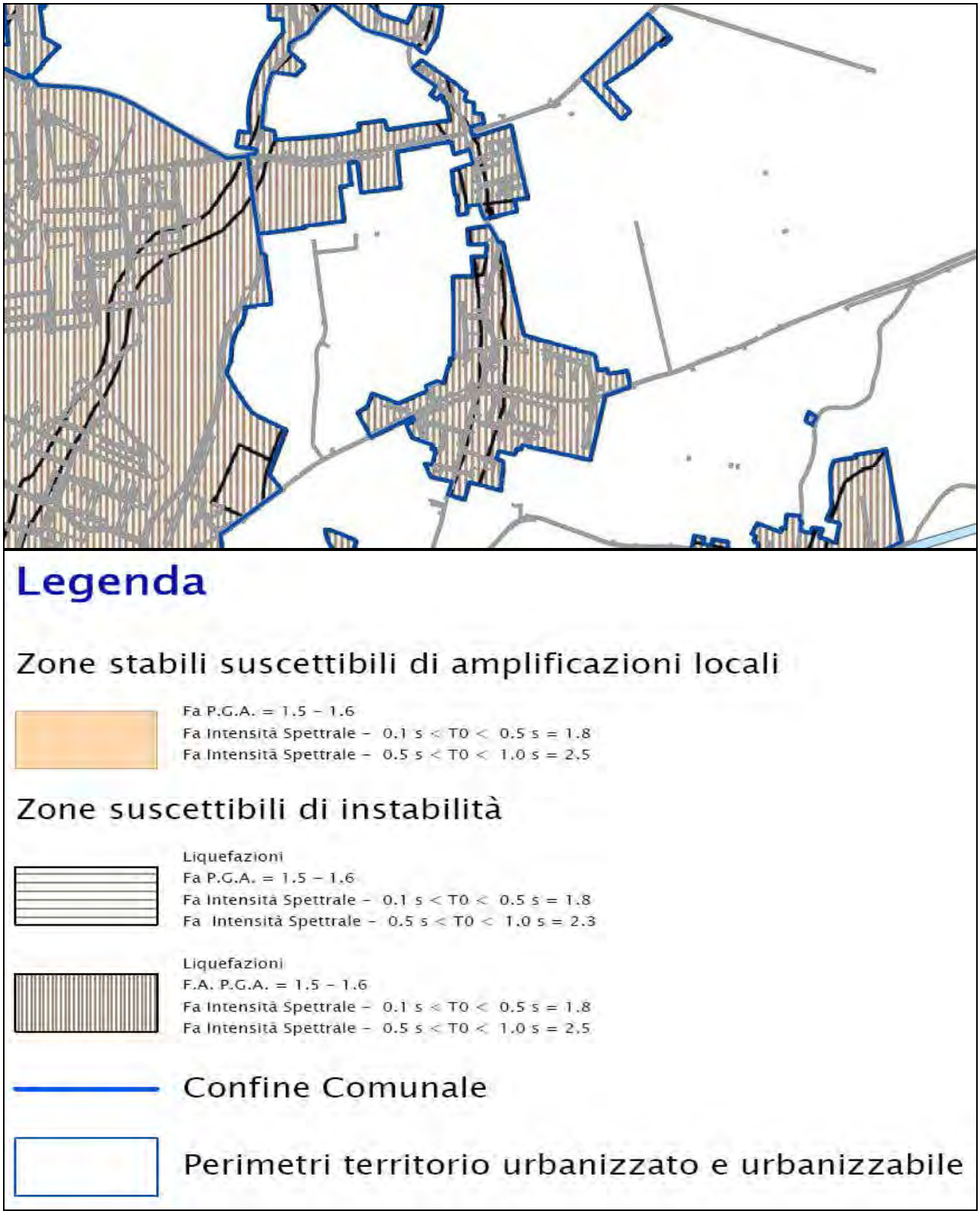


Figura 2.11-12
Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica
(da Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 2)

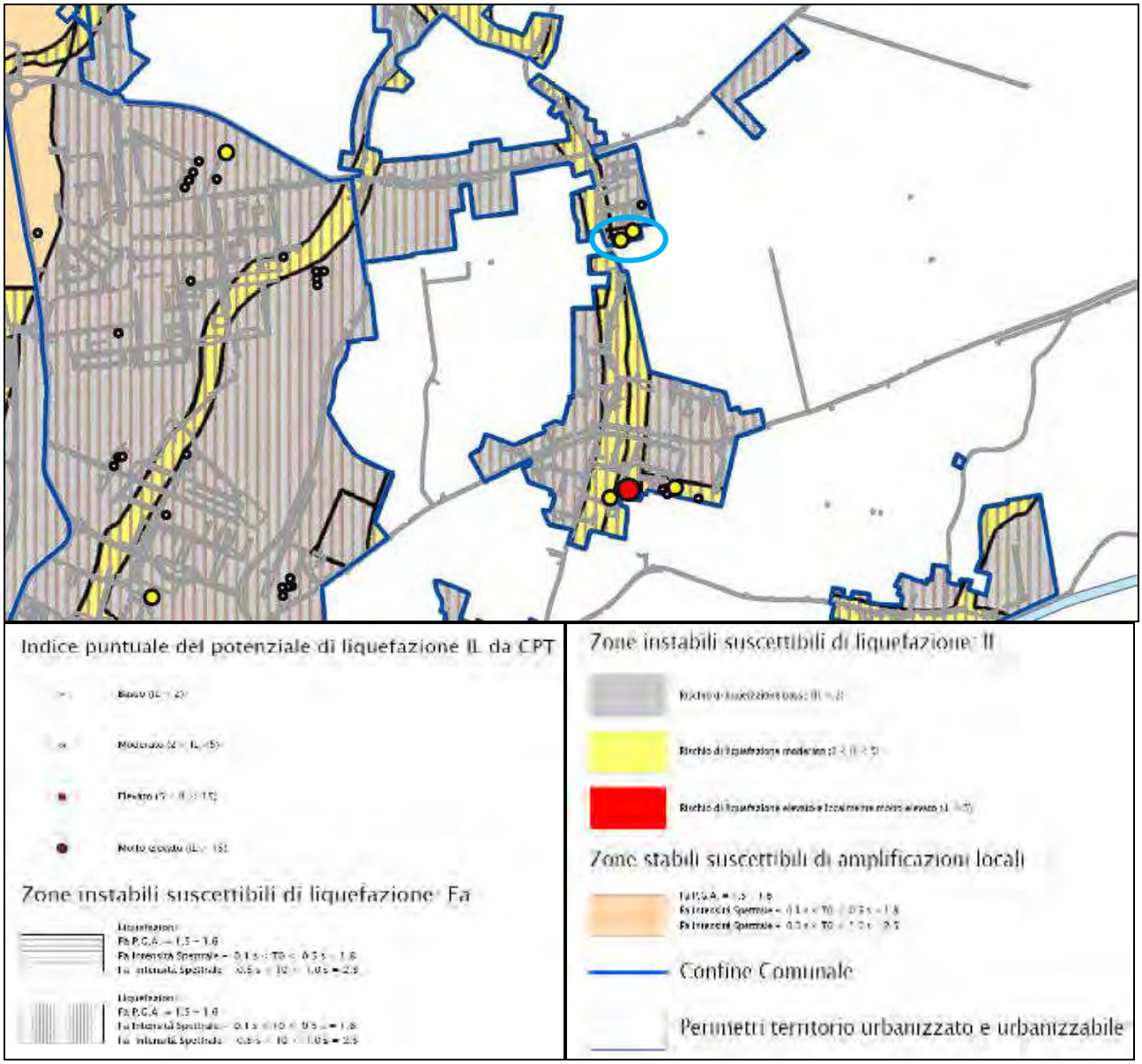


Figura 2.11-13
Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica
(da Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 3)

2.12. Aspetti sismici di dettaglio

2.12.1. CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, così come definito nel testo della normativa NTC08, rif. 7.11.3. In assenza di tali dati, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, così come di seguito indicato (Tabella 2.12.1-1).

TABELLA 2.12.1-1
DESCRIZIONE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO A-E

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 mt/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 mt
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 mt/sec e 800 mt/sec (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine)
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180mt/sec e 360 mt/sec (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e 70 kPa $< c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 mt/sec (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 mt*, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ mt/sec)

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2, di seguito descritte, è necessario definire anche la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o argille ad elevata sensitività al collasso (Tabella 2.12.1-2).

TABELLA 2.12.1-2
DESCRIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO S1-S2

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 mt/sec (ovvero 10 kPa $< c_{u,30} <$ 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 mt di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 mt di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo, è raccomandata la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. In particolare, fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo del terreno interagente con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs_{30}, definita mediante l'equazione delle NTC:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \text{ [m/s].}$$

La velocità equivalente è ottenuta fissando l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio che si propagano sia in un terreno omogeneo equivalente di spessore pari a 30 m, sia in un terreno stratificato come quello in esame, di spessore complessivo di 30 m. La definizione del valore della V_{s30} assume, in questo caso, valori diversi da quelli ottenuti dalla media delle velocità dei singoli strati pesata sui relativi spessori; è dunque necessario enfatizzare anche il contributo degli strati più deformabili.

In alternativa a misure di Vs, l'identificazione della categoria del sottosuolo può essere effettuata sulla base di altre grandezze geotecniche, come il numero dei colpi della prova penetrometrica dinamica ($N_{SPT,30}$) per depositi di terreni prevalentemente a grana grossa nei primi 30 m di profondità e la resistenza non drenata ($c_{u,30}$), per depositi prevalentemente a granulometria fine nei primi 30 m di profondità. Nel caso in oggetto sono state determinate le velocità delle onde di taglio per mezzo della prova eseguita.

2.12.1.1. Misura della velocità delle onde Vs

Nel caso specifico, come descritto nel capitolo dedicato alla descrizione delle indagini eseguite, sono state effettuate in sito due indagini sismiche. In particolare sono state effettuate:

- n. 2 prove SCPTU.

In allegato si riportano i dettagli dei risultati di tali misurazioni, dalle quali si evince che nell'area in esame, è stato misurato un valore di Vs30 pari a **177/176 m/s**.

Dall'analisi dei profili di seguito riportati si rilevano alcune diminuzioni di velocità con l'aumento della profondità. A tale proposito si evidenzia che si definisce *inversione di velocità del profilo delle Vs in profondità*, una situazione litostratigrafica dove siano verificate contemporaneamente le seguenti 4 condizioni:

- un terreno rigido che in profondità sovrasta un terreno soffice con un rapporto $Vs_{rig}/Vs_{sof} > 1.5$;
- differenza fra le Vs dei due terreni > 200 m/s;
- spessore dello strato a minore velocità > 5 mt;
- Vs dello strato più rigido ≥ 500 m/s.

Se queste condizioni sono tutte verificate, allora si definisce la categoria di sottosuolo S2. Per il caso specifico tali condizioni non si verificano contemporaneamente.

Il profilo delle onde di taglio S può essere quindi definito come in graduale aumento con la profondità.

In relazione al criterio dell'analisi del parametro Vs30, in base all'approccio semplificato la categoria di suolo viene definita come **D**, ovvero: "*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 mt/sec (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)".

Tale categoria dovrà essere verificata per mezzo dell'analisi sulla liquefazione per confermare, ai sensi dell'NTC08, la possibilità dell'utilizzo dell'approccio semplificato.

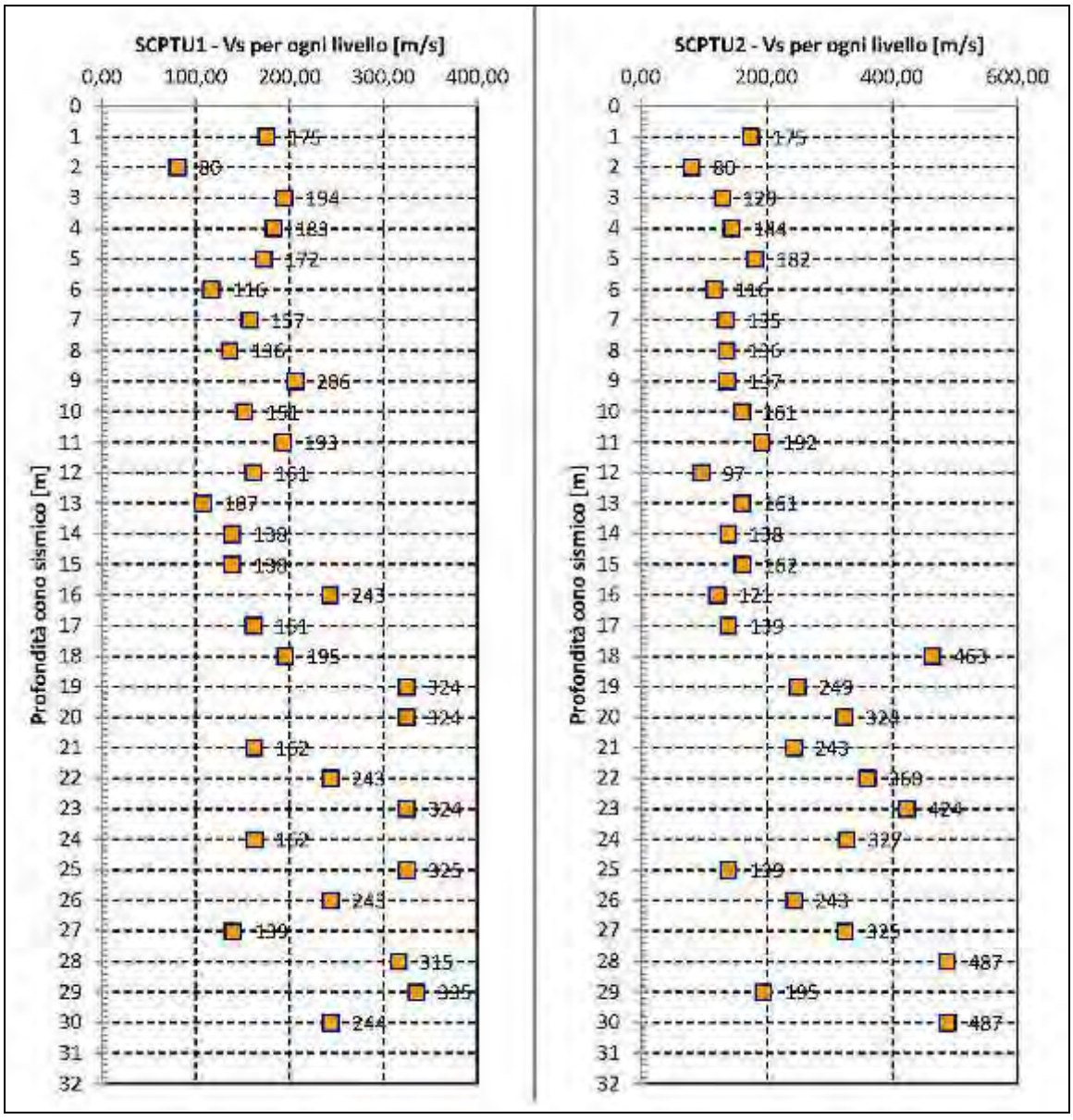


Figura 2.12.1-1
Grafici andamento delle velocità delle onde S

Tale valutazione è chiaramente in linea con quanto emerge nella carta delle Vs30 allegata agli studi di microzonazione sismica di 3° livello (Figura 2.12.1-2) dove in prossimità dell'area in esame le Vs30 sono pari

a 177 m/s. Tale cartografia è infatti stata ricostruita anche per mezzo delle prove SCPTU utilizzate per il presente studio.

Figura 2.12.1-1
Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica
(da Comune di Ferrara – Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs))

Supporti Grafici:
- Allegato 1. Certificati prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono sismico

2.12.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per configurazioni superficiali semplici si considera la seguente classificazione riportata in Tabella 2.12.2-1.

TABELLA 2.12.2-1
CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Nell'area di studio si è in presenza di categoria topografica **T1**.

2.12.3. PARAMETRI SISMICI DEFINITI IN BASE ALLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 (DM 14/01/2008)"

In base alla normativa tecnica per le costruzioni, si devono definire i parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito e della classe d'uso della costruzione. Inoltre, le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, realizzate, collaudate e soggette a manutenzione, in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

Ai fini della normativa di cui sopra le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento, nel periodo di riferimento P_{VR}, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g: accelerazione orizzontale massima al sito;
F_0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
T^*_C: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'oggetto del presente studio prevede la realizzazione di un nuovo insediamento residenziale; questo tipo di intervento rientra in Classe d'uso II, in quanto trattasi di *costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali* […].

Le azioni sismiche, per ogni costruzione, sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale V_N viene definita pari a 50 anni.

Il valore del coefficiente d'uso Cu, varia al variare della classe d'uso, così come riportato in tabella 2.12.3-1.

TABELLA 2.12.3-1
CLASSI D'USO E COEFFICIENTI D'USO C_U

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

L'area sulla quale insisterà l'intervento, rientra nella categoria di sottosuolo D; i coefficienti Ss (amplificazione stratigrafica) e Cc possono essere calcolati, in funzione dei valori F_0 e T*c, mediante le espressioni riportate in tabella 2.12.3-2, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

TABELLA 2.12.3-2
COEFFICIENTI S_S E C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80 \cdot$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Le condizioni topografiche vengono valutate in funzione dei valori S_T (amplificazione topografica) riportati in Tabella 2.12.3-3.

TABELLA 2.12.3-3
VALUTAZIONE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE SECONDO IL PARAMETRO S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Ai fini del calcolo è stata scelta una vita nominale Vn di 50 anni, ed una classe d'uso II, con coefficiente d'uso cu di 1.0. Da questa elaborazione, si ottengono i valori dei parametri sismici a_g, F_0 e T_c^*, determinati in funzione del periodo di ritorno T_R ed associati ad uno stato limite SLV, categoria del sottosuolo D e categoria topografica T1.

2.12.4. VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI SISMICHE SUI TERRENI INCOERENTI

E' importante in questa fase distinguere fra terreni di fondazione incoerenti e terreni coesivi, i quali rispondono alle sollecitazioni di taglio in modo diverso.

Per prevedere il comportamento del terreno sottoposto ad azione sismica nei terreni incoerenti, è fondamentale conoscere il parametro densità relativa (Dr); un terreno molto addensato (Dr ≥ 70%) infatti, sottoposto a sollecitazioni di taglio, tende ad aumentare di volume (***fenomeno della dilatanza***) fino a raggiungere l'indice dei vuoti critico, oltre al quale cessa l'aumento di volume stesso. La densità relativa (Dr)

in corrispondenza di un aumento di volume diminuisce, come diminuisce l'angolo di resistenza al taglio (ϕ) legato direttamente ad essa.

Nei terreni di fondazione coesivi, nei quali la resistenza al taglio è espressa in condizioni drenate da un angolo di resistenza al taglio e da una coesione drenata e in condizioni non drenate, da una coesione non drenata, è dimostrato (Carrol, 1963) che l'azione sismica non produce variazioni negative nelle caratteristiche meccaniche.

Nel caso in esame, in corrispondenza delle verticali d'indagine sono stati rilevati sedimenti coesivo-granulari e granulari saturi. Per tali terreni sono stati determinati valori di densità relativa media inferiori al 70%. Pertanto, in virtù delle caratteristiche dei terreni e delle densità individuate, in caso di sollecitazione sismica non è previsto il fenomeno della dilatanza. A tale proposito si sottolinea come, in generale, tale fenomeno sia funzione anche della profondità alla quale si trova lo strato indagato: maggiore è la profondità dello strato, minore sarà la possibilità dell'innesco del fenomeno.

Per quanto riguarda il fenomeno della ***liquefazione***, definito come la diminuzione della resistenza al taglio e/o di rigidezza, causata dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo granulare durante una sollecitazione sismica, la probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla, se si riscontra almeno una delle condizioni riportate di seguito. È sufficiente che solo uno di questi criteri sia soddisfatto per poter omettere ogni ulteriore tipo di verifica (Regione Emilia Romagna - atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica").

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field (cioè in assenza si carichi superficiali, edifici o altro) minore di 0.1g;
3. accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
   - frazione di fine FC, superiore al 20%, con indice di plasticità IP > 10 %;
   - FC ≥ 35% e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
   - FC ≤ 5% e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$$

in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v}\right)^{0.5}$$

essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.12.4.5-1 (a), nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 2.12.4.5-1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$;
5. profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna, in presenza di topografia orizzontale e di strutture con fondazioni superficiali. Qualora si fosse in presenza di fondazioni profonde e/o su pendio inclinato, questo criterio non sarebbe più applicabile e la verifica alla liquefazione

dovrebbe essere eseguita anche per profondità della falda superiori a mt 15.00 da p.c. Tuttavia è da tener presente che oltre i mt 20 di profondità, la probabilità che un livello sciolto possa subire liquefazione, diventa estremamente bassa.

Da evidenziare come, per il punto 4, sia chiaramente necessario prelevare un campione di sabbia da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Quando nessuna delle condizioni prima descritte risulta soddisfatta, è necessario procedere alla valutazione di un coefficiente di sicurezza alla liquefazione, alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

I punti sopra elencati vengono esplicati nei paragrafi successivi; in termini di fattori scatenanti il sisma quali magnitudo, accelerazione, a_g e fattori predisponenti quali profondità della falda, granulometria, ecc., ecc.

2.12.4.1. Fattori scatenanti: Definizione della Magnitudo attesa del sisma

La definizione della magnitudo attesa, utilizzata di seguito per le valutazioni sulla liquefazione, farà riferimento, alla massima magnitudo attesa relativa alla zona sismogenetica di riferimento (912) che risulta pari a M = 6.14. Tale assunzione viene anche suggerita dalla determinazione della Regione Emilia Romagna n. 1105 del 03/02/2014.

2.12.4.2. Fattori scatenanti: Definizione dell'accelerazione sismica orizzontale

(da "La liquefazione dei terreni" di Aldo di Bernardo)

Il parametro dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie (a_{gmax}) è riferito alla condizione *free-field,* cioè in assenza di carichi superficiali, edifici o altro. Il valore di soglia, indicato dalla normativa, è di 0.10 g. Questo significa che se l'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie indotta dal sisma si colloca sotto questo limite è possibile omettere la verifica alla liquefazione.

Il parametro a_{gmax} si ricava direttamente dalla caratterizzazione sismica del sito, secondo le indicazioni del DM 14/01/2008, attraverso la relazione:

$$a_{gmax} = a_g S_s S_t$$

La grandezza a_g è l'accelerazione sismica orizzontale riferita al sito rigido, ricavabile dall'appendice B del DM 14/01/2008 in funzione delle coordinate geografiche del sito, e S_s e S_t sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.

Il valore di soglia introdotto nel DM 14/01/2008 non coincide con quello suggerito nell'Eurocodice 8, dove il limite viene posto a 0.15 g. Questa differenza nasce da un adattamento dell'Eurocodice 8 al contesto italiano. Anche se a livello mondiale sono noti casi di liquefazione avvenuti in corrispondenza di valori di a_{gmax} minori di 0.10, si ritiene che in Italia ciò sia molto improbabile. Per poter produrre fenomeni di liquefazione, eventi sismici che generano in superficie valori di accelerazione così bassi, devono essere caratterizzati da una durata insolitamente lunga. Cioè devono essere in grado di produrre un numero sufficientemente alto di cicli di carico per consentire, ai relativamente ridotti valori di Δu, di poter uguagliare, sommandosi, la pressione litostatica efficace agente.

Se si valuta l'accelerazione massima orizzontale in base agli abachi dell'Atto di Indirizzo 112/2007 della Regione Emilia Romagna, considerando il valore di accelerazione massima previsto per il Comune di Ferrara amplificato con il fattore di amplificazione PGA previsto per la PIANURA 2 con vs< 200 m/s. risulta: $\mathbf{a_{gmax}} = a_{refg} \times$ F.A. P.G.A. = 0,132 x 1,5 = **0,198 g**.

Una seconda valutazione che si rende necessaria, è la determinazione dell'accelerazione massima orizzontale riferita al sito rigido e dei parametri sismici, in base alle indicazioni fornite dalle NTC08. In questo caso, per il calcolo dei parametri sismici, è stato utilizzato il programma di calcolo, Spettri-NTC, ver.1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

In figura 2.12.4.2-1 è rappresentata l'individuazione del sito di riferimento, in basso a sinistra la visualizzazione dei quattro nodi del reticolo che circoscrivono il sito stesso. La modalità di interpolazione scelta dei dati forniti per ciascuno di tali nodi, è la superficie rigata.

Figura 2.12.4.2-1
Finestra di lavoro relativa alla FASE 1.

In allegato 9 si riportano i grafici degli spettri di risposta ottenuti in corrispondenza di ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1 (zona sismica di Categoria S1 – OPCM2003); in allegato 6 i grafici che rappresentano la variabilità dei parametri ag, Fo e Tc* in funzione del periodo di ritorno Tr, ed in

allegato 5 è inserita una tabella riassuntiva dei valori degli stessi parametri ag, Fo e Tc* per ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1.

In figura 2.12.4.2-2 si descrive la considerazione dei dati specifici relativi alle costruzioni in oggetto.

In questo caso, come sopra riportato, si ipotizza di dover realizzare un nuovo insediamento residenziale, con costruzione di edifici con vita nominale Vn pari a 50 anni ed appartenente alla classe d'uso II, a cui corrisponde un coefficiente Cu = 1.0. In base a tali valori viene determinato il periodo di riferimento per le costruzioni Vr, che risulta in questo caso pari a 50 anni. Sono quindi calcolati i valori dei periodi di ritorno corrispondenti alle probabilità di superamento per i quattro stati limite previsti dalle NTC08. I dati in uscita in questa fase rappresentano una selezione effettuata sui dati ottenuti nella fase precedente in corrispondenza dei valori previsti per il periodo di ritorno dei quattro stati limite considerati (Allegati 10, 7 e 8).

Figura 2.12.4.2-2
Finestra di lavoro relativa alla FASE 2

In figura 2.12.4.2-3 è raffigurata la determinazione dell'azione di progetto corrispondente a ciascuno Stato Limite.

Nello specifico si deve determinare l'azione di progetto per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e di avere: un sottosuolo di categoria D, una zona topografica di categoria T1 e infine una quota del sito della costruzione pari all'altezza del rilievo topografico (e pertanto h/H = 0).

Inseriti questi dati vengono forniti i valori dei coefficienti SS, CC e ST necessari per la determinazione dello spettro.

In questo caso, trattandosi dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), si seleziona l'opzione relativa allo spettro di progetto inelastico. Non avendo ricevuto informazioni dal tecnico strutturista si ipotizzano i parametri di q e q_0 e cautelativamente si assegna la non regolarità della struttura in altezza.

Si riportano infine negli allegati 11, 12 e 13, il grafico relativo agli spettri per lo stato limite considerato e le tabelle con i parametri corrispondenti.

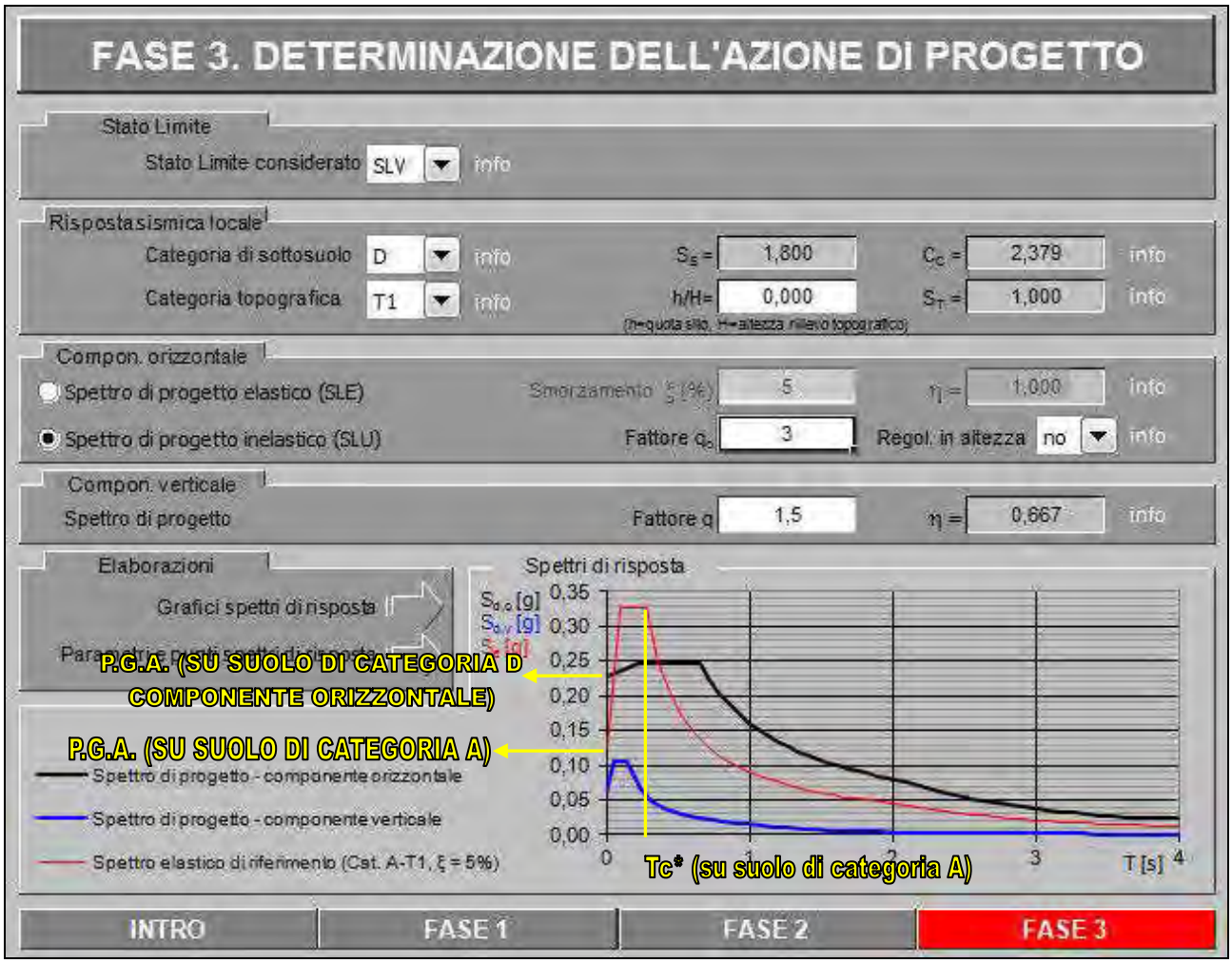


Figura 2.12.4.2-3
Spettri-NTC

In base a quanto sopra riportato e in base all'accelerazione massima attesa in superficie (a_{gmax}), nonché al calcolo dei fattori di amplificazione Ss e St, nel caso specifico Ss = 1.80, per lo stato limite SLU-SLV (a_g = 0.126g) e St = 1, si definisce l'accelerazione massima orizzontale attesa al sito ($\mathbf{a_{gmax}}$) per SLU-SLV pari a **0.226g**.

In questo caso Ss risulta pari a 1.91, ma dall'espressione relativa alla categoria di suolo D ($0.90 \leq 2.40 - 1.50\ f_0\ a_g/g \leq 1.80$), utilizzando l'approccio semplificato, si evidenzia come in realtà il valore non possa essere superiore a 1.80.

Applicando questo criterio si conclude che l'accelerazione massima attesa è superiore rispetto a quanto determinabile con l'Atto di Indirizzo nr. 112 del 2007. La verifica non è comunque soddisfatta, in quanto in entrambi i casi i valori sono superiori a 0.10 g, quindi è necessario procedere ad ulteriori verifiche ed elaborazioni relativamente al rischio di liquefazione.

Per le valutazioni di seguito riportate, si considera cautelativamente il valore dell'accelerazione massima attesa più elevato.

A commento di quanto precedentemente determinato per mezzo del software distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, va segnalato come lo spettro di risposta che risulta sia uno spettro di ampiezza corrispondente allo spettro teorico del terremoto a cui riferirsi. È la forma standardizzata dello spettro dei terremoti. La forma di questo spettro dipende dallo smorzamento ξ (5%), ma così creato è la convoluzione di tutte le incertezze e quindi come tale si riferisce ad un sisma teorico.

Supporti Grafici:
- Allegati 5-8. Valori dei parametri a_g, F_o, T^*_c
- Allegati 9-13. Spettri di risposta e parametri SLV

2.12.4.3. Fattori predisponenti: Profondità della falda

(da "La liquefazione dei terreni" di Aldo di Bernardo)

Quando le sopraccitate condizioni non risultano soddisfatte, diventa necessario eseguire una prima valutazione geotecnica di tipo qualitativo e semi quantitativo sui terreni presenti nel sito indagato.

Il primo parametro da individuare è la posizione della falda rispetto al piano campagna. Se la profondità media stagionale del livello di falda è superiore a mt 15, in presenza di topografia orizzontale e di strutture con fondazioni superficiali, la verifica alla liquefazione può essere omessa. Questo limite coincide con quello indicato nell'Eurocodice 8. Si ammette quindi l'improbabilità che strutture con fondazioni superficiali in presenza di topografia suborizzontale, possano risentire degli effetti della liquefazione in livelli posti oltre i mt 15 di profondità.

Il DM 14/01/2008 parla di misura riferita al valore medio stagionale. Nell'Eurocodice 8 invece si fa riferimento alle condizioni prevalenti durante il periodo di vita dell'opera. Nel primo caso si tratta di eseguire una valutazione sulla base di dati storici, nel secondo di fare una previsione a lungo termine, con i problemi che ciò comporta. Qualora non fossero disponibili misure precise del livello di falda, è possibile effettuare una valutazione approssimativa attraverso una stima di massima dell'oscillazione del livello.

Nel caso specifico la falda risulta comunque a profondità inferiori a mt 15.00 da p.c., nettamente più prossima al piano campagna, come definito nel capitolo dedicato.

2.12.4.4. Fattori predisponenti: Resistenza mobilitabile dal terreno

(da "La liquefazione dei terreni" di Aldo di Bernardo)

Vengono prese come riferimento le prove penetrometriche dinamiche e statiche. Nel caso di terreni costituiti da sabbie pulite, cioè con frazione fine trascurabile, la verifica alla liquefazione si può omettere quando la resistenza penetrometrica normalizzata è superiore a uno dei seguenti limiti:

- $(N_1)_{60} > 30$ nel caso di prove penetrometriche dinamiche;
- $q_{c1N} > 180$ nel caso di prove penetrometriche statiche.

Il parametro $(N_1)_{60}$ rappresenta il valore di N_{SPT} riferito a un'efficienza di infissione del 60%, efficienza considerata standard per le prove eseguite in foro di sondaggio, e normalizzata per una pressione verticale efficace di 100 KPa. Si ottiene quindi dalla relazione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} (100/\sigma'_v)^{0.5}$$

in cui σ'_v è la pressione litostatica efficace, espressa in KPa, alla profondità di misura.

Utilizzando i dati di una prova dinamica continua questi, ovviamente, dovranno prima essere convertiti in valori di N_{SPT} equivalenti.

La grandezza q_{c1N}, in modo analogo, indica il valore di resistenza alla punta q_c del penetrometro statico normalizzata alla pressione di riferimento di 100 KPa:

$$q_{c1N} = (q_c / 0.1) (100/\sigma'_v)^{0.5}$$

dove q_c è espresso in MPa e σ'_v in KPa.

Per quanto riguarda gli orizzonti coesivo-granulari, il DM 14/01/2008 non fornisce indicazioni relativamente al caso di sabbie con una frazione fine, limo-argillosa, significativa. È possibile in questi casi fare riferimento alle indicazioni dell'Eurocodice 8.

L'Eurocodice 8 al criterio di esclusione per le sabbie pulite ne aggiunge altri 2. La verifica alla liquefazione potrà quindi essere omessa quando:

- la sabbia abbia un contenuto di argilla superiore al 20%, con un indice plastico IP > 10%;
- la sabbia abbia un contenuto in limo superiore al 35% e, contemporaneamente, possieda una resistenza penetrometrica normalizzata superiore a 20, cioè $(N_1)_{60} > 20$; non si fa riferimento alle prove statiche ma è ragionevole utilizzare un valore di q_{c1N} ridotto a 2/3 rispetto a quello indicato per le sabbie pulite, e quindi $q_{c1N} > 120$.

Ne consegue che per l'Eurocodice 8 sono da considerare sabbie pulite quelle in cui il contenuto in argilla sia inferiore al 20% e quello in limo al 35%. Si possono avere situazioni intermedie, con miscele di limo e argilla in varie proporzioni; inoltre la verifica delle condizioni dell'Eurocodice 8 comporta la necessità di eseguire analisi granulometriche su tutti i livelli sabbiosi saturi.

Quando la componente fine risulta abbondante, si opera come segue:

- se l'indice plastico è superiore a 10 (Eurocodice 8) o a 12 (Bray e Sancio) la verifica alla liquefazione può essere omessa;
- in caso contrario la decisione andrà presa sulla base di $(N_1)_{60}$ o di q_{c1N}.

Nel caso specifico non sono state effettuate le valutazioni speditive di cui sopra in quanto, come si vedrà più avanti, si è proceduto comunque alla verifica alla liquefazione tramite analisi dell'intera colonna stratigrafica delle SCPTU.

2.12.4.5. Fattori predisponenti: Composizione granulometrica

(da "La liquefazione dei terreni" di Aldo di Bernardo)

Facendo riferimento ai classici schemi di Tsuchida (1970), incorporati in numerose normative nazionali e procedure di valutazione del rischio, vengono definiti due fusi granulometrici corrispondenti a depositi con diverso valore del coefficiente di uniformità.

Si ricorda che per coefficiente di uniformità si intende il rapporto:

$$U = d_{60} / d_{10}$$

in cui d_{60} e d_{10} sono, rispettivamente, i diametri corrispondenti al 10% e al 60% del peso del campione letti sulla curva granulometrica.

Secondo il DM 14/01/2008, che riprende le indicazioni dell'Eurocodice 8, si può omettere la verifica alla liquefazione, quando la curva granulometrica del terreno risulta esterna alle zone indicate.

A livello operativo l'applicazione di questo criterio implica l'esecuzione di un sondaggio con prelievo di campioni di sabbia satura a diverse profondità, con le difficoltà che questo comporta.

Interpretativamente è necessario che un profilo ricada completamente nei limiti indicati per poter essere indicato liquefacibile.

Nel caso specifico, in accordo con i Progettisti e del livello di progettazione, non è stata in questa fase prevista l'esecuzione di sondaggi geognostici e il prelievo di campioni di terreno sui quali effettuare le relative analisi granulometriche.

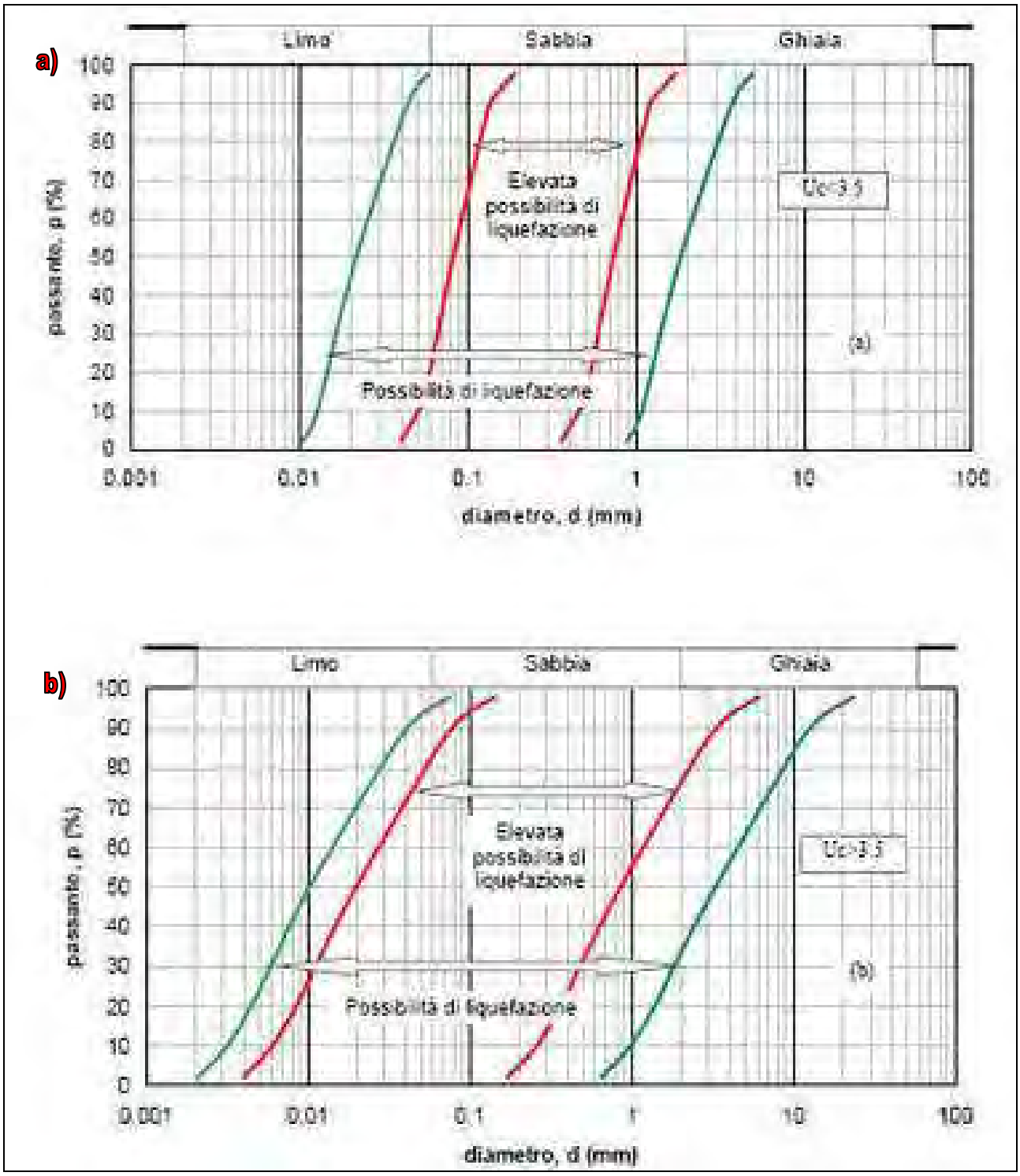


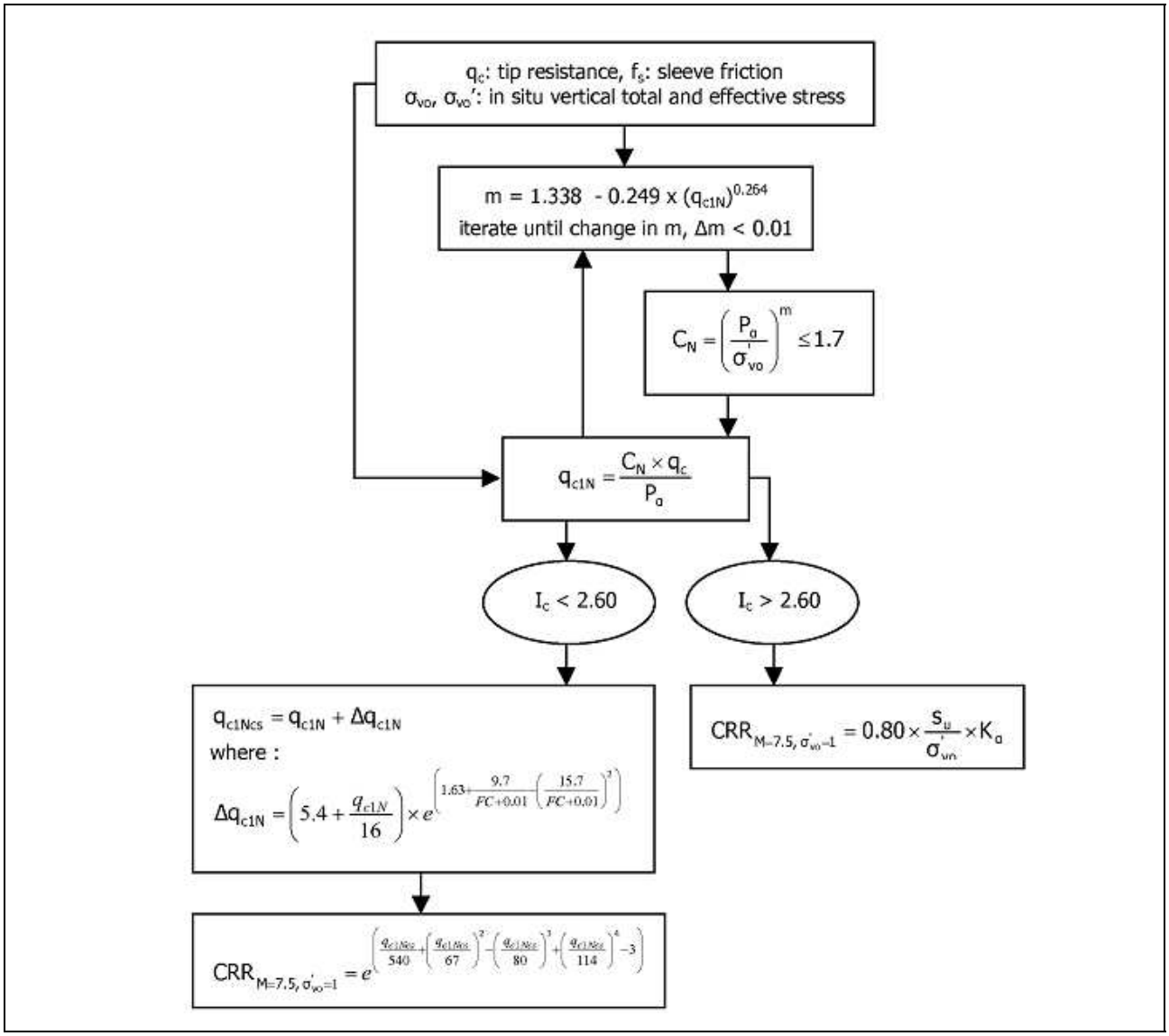
Figura 2.12.4.5-1
Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione

2.12.5. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE PER IL CASO SPECIFICO

Nel caso in esame, in corrispondenza delle verticali di indagine, sono stati individuati livelli coesivo-granulari e granulari saturi, considerando un livello della falda pari a mt. 1.80/1.70 da piano campagna. Visti gli spessori, le caratteristiche e le profondità a cui si trovano, nella presente sono state effettuate le seguenti verifiche riferite al caso evento sismico.

Nello specifico, è stata valutata la **suscettibilità alla liquefazione** applicando un criterio indiretto corrispondente al metodo di Idriss & Boulanger (2008) come suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna.

Questo metodo utilizza le seguenti correlazioni:



In base alla deliberazione dell'assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2 maggio 2007, è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione quando FL<1. La circolare del C.S.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009, demanda invece al progettista la decisione in merito alla scelta del margine di sicurezza

nei confronti della liquefazione. Per quanto riguarda infine l'OPCM 3274 del 20 marzo 2003, un terreno deve essere considerato suscettibile a liquefazione, allorché lo sforzo di taglio generato dal terremoto a una data profondità, supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato la liquefazione durante terremoti passati alla medesima profondità; il livello di sforzo di taglio implica un fattore di sicurezza pari a 1.25.

Viste le tipologie di indagine eseguite e le peculiarità delle valutazioni introdotte dall'OPCM 3274, si ritiene corretto nella presente definire che un deposito non è suscettibile a liquefazione quando FL>1 in linea con quanto riportato nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

Il calcolo dell'Indice del potenziale di Liquefazione (LPI) viene utilizzato per interpretare le singole valutazioni in termini di gravità del fenomeno liquefazione sulla profondità.

La procedura di calcolo si basa sul metodo elaborato da Iwasaki (1982).

Per valutare la gravità di liquefazione misurata in un dato sito, LPI è calcolato sulla base della seguente equazione:

$$\mathbf{LPI} = \int_0^{20} (10 - 0{,}5_z) \times F_I \times d_z$$

Dove:
FL = 1 – F.S. quando F.S. è minore di 1
FL = 0 quando F.S. è maggiore di 1
z è la profondità misurata in metri

Iwasaki propose 4 categorie basate sul valore numerico di LPI:

- LPI = 0 : il rischio di liquefazione è molto basso
- 0 < LPI ≤ 5 : il rischio di liquefazione è basso
- 5 < LPI ≤ 15 : il rischio di liquefazione è alto
- LPI > 15 : il rischio di liquefazione è molto alto

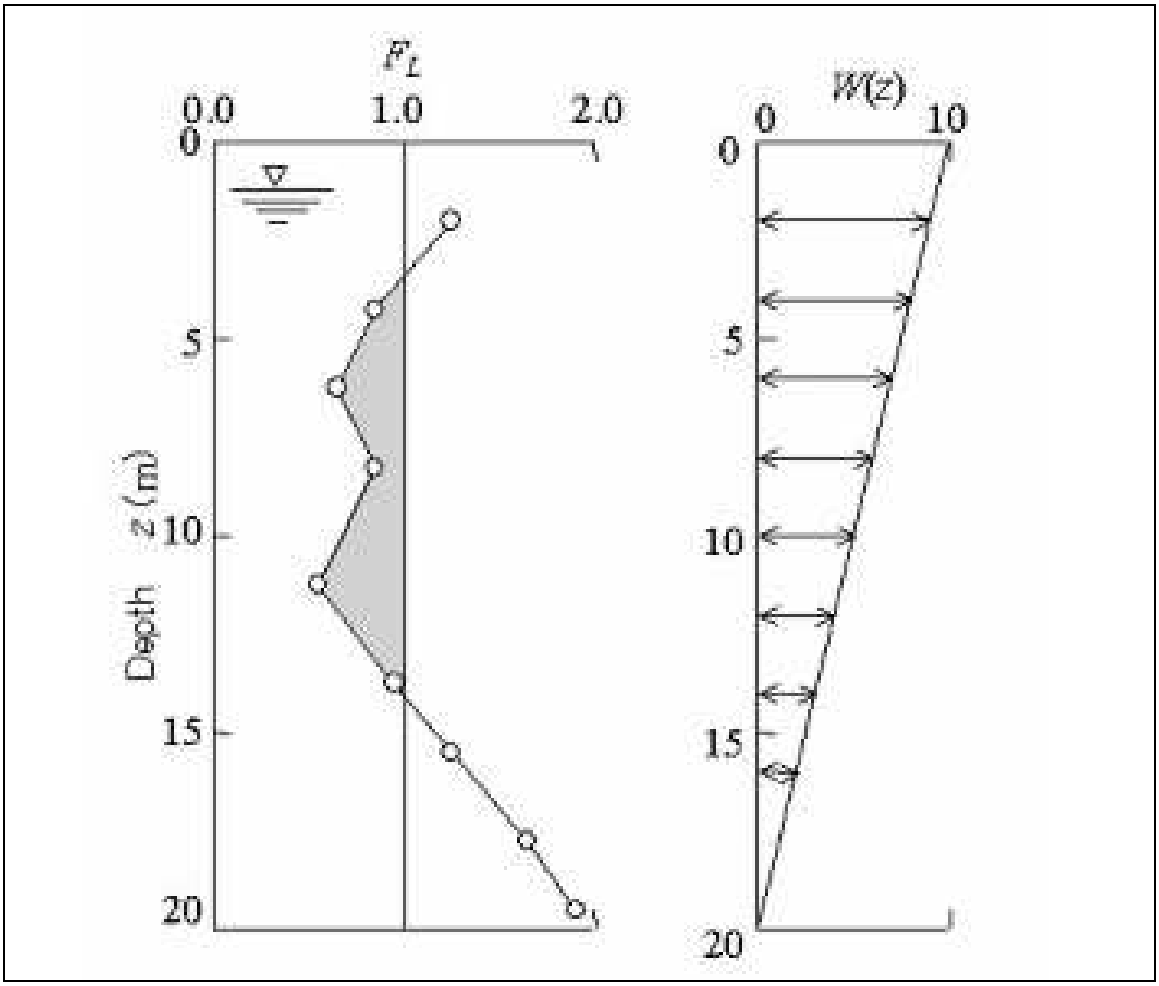


Figura 2.12.5-1
Rappresentazione grafica della procedura di calcolo di LPI

Come precedentemente indicato, in linea con il DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, ai fini della presente si definisce che un deposito sabbioso risulta suscettibile a liquefazione quando Fs<1.

Utilizzando il pacchetto software CLiq v.1.7.6.49 è stato determinato il fattore Fs applicando il metodo di Idriss & Boulanger (2008) individuando gli spessori caratterizzati da Fs<1, di seguito elencati nelle tabelle, nelle quali, oltre agli spessori e alle profondità dei singoli strati liquefacibili, sono indicate anche le profondità dei macrostrati e gli spessori cumulativi degli strati liquefacibili. Entrambe le analisi considerano i primi mt 20.00.

I macrostrati distinguono gli spessori prevalentemente coesivi e prevalentemente granulari.

Dalle letture delle tabelle si evidenzia come, fra mt 2.70/2.80 e mt 4.80/4.20, sia presente uno spessore cumulativo liquefacibile continuo, in quanto rilevato in corrispondenza di entrambe le prove.

Il secondo macrostrato parzialmente liquefacibile, la cui continuità però non è assolutamente certa, è stato individuato alla profondità di mt 8.50/10.42 dal piano campagna in corrispondenza della prova SCPTU1 ed alla profondità di mt 13.20/15.66 dal piano campagna in corrispondenza della prova SCPTU2, alla base di terreni prevalentemente argillosi continui.

TABELLA 2.12.5-1
SCPTU1 – STRATI CON FS<1

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU1	0.00	2.80	-	-	-
	2.80	4.82	2.82 – 2.98	0.16	1.56
			3.00 – 3.04	0.04	
			3.08 – 4.18	1.10	
			4.28 – 4.40	0.12	
			4.64 – 4.78	0.14	
	4.82	8.50	-	-	-
	8.50	10.42	8.50 – 9.48	0.98	1.70
			9.58 – 10.20	0.62	
			10.28 – 10.38	0.10	
	10.42	19.16	-	-	-
	19.16	29.84	19.18 – 19.22	0.04	0.04
	29.84	30.32	-	-	-

TABELLA 2.12.5-2
SCPTU2 – STRATI CON FS<1

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU2	0.00	2.70	-	-	-
	2.70	4.18	2.70 – 3.06	0.36	0.96
			3.60 – 4.20	0.60	
	4.18	13.20	9.10 – 9.20	0.10	0.10
	13.20	15.66	13.26 – 14.40	1.14	1.74
			14.58 – 14.98	0.40	
			15.00 – 15.14	0.14	
			15.54 -15.60	0.06	
	15.66	18.80	-	-	-
	18.80	28.60	18.82 – 19.14	0.32	0.64
			19.54 – 19.58	0.04	
			19.72 – 20.00	0.28	
	28.60	30.30	-	-	-

In merito a quanto sopra indicato, si ritiene di porre l'attenzione soprattutto allo strato compreso fra mt 2.80/2.70 e mt 4.82/4.18, in quanto risulta superficiale, continuo e parzialmente liquefacibile.

A tale proposito, per quanto riguarda le modalità di verifica e la lettura dei risultati, si riporta di seguito un estratto dallo studio di Facciorusso J., Madiai C., Vannucchi G., "Confronto tra metodi semplificati di stima del rischio di liquefazione da prove cpt e cptu", ovvero come *l'indice LPI calcolato con riferimento ad una verticale di prova trascuri gli effetti bi- e tri- dimensionali. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa uno strato*

liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e "lateral spreading" anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell'indice LPI e le evidenze di liquefazione.

Per completare l'esposizione, si riportano di seguito le elaborazioni stratigrafiche ricavate per mezzo del software che valuta la liquefazione in base alle stratigrafie elaborate inizialmente con il metodo di Robertson 1986 e successivamente con il metodo di Robertson 1990 sui parametri normalizzati. Il grafico di Robertson 1990 fa riferimento alla resistenza alla punta corretta q_t; esso può essere utilizzato ugualmente con la resistenza alla punta non corretta, q_c, finché la differenza fra q_t e q_c è piccola, tranne nei terreni soffici a grana fine.

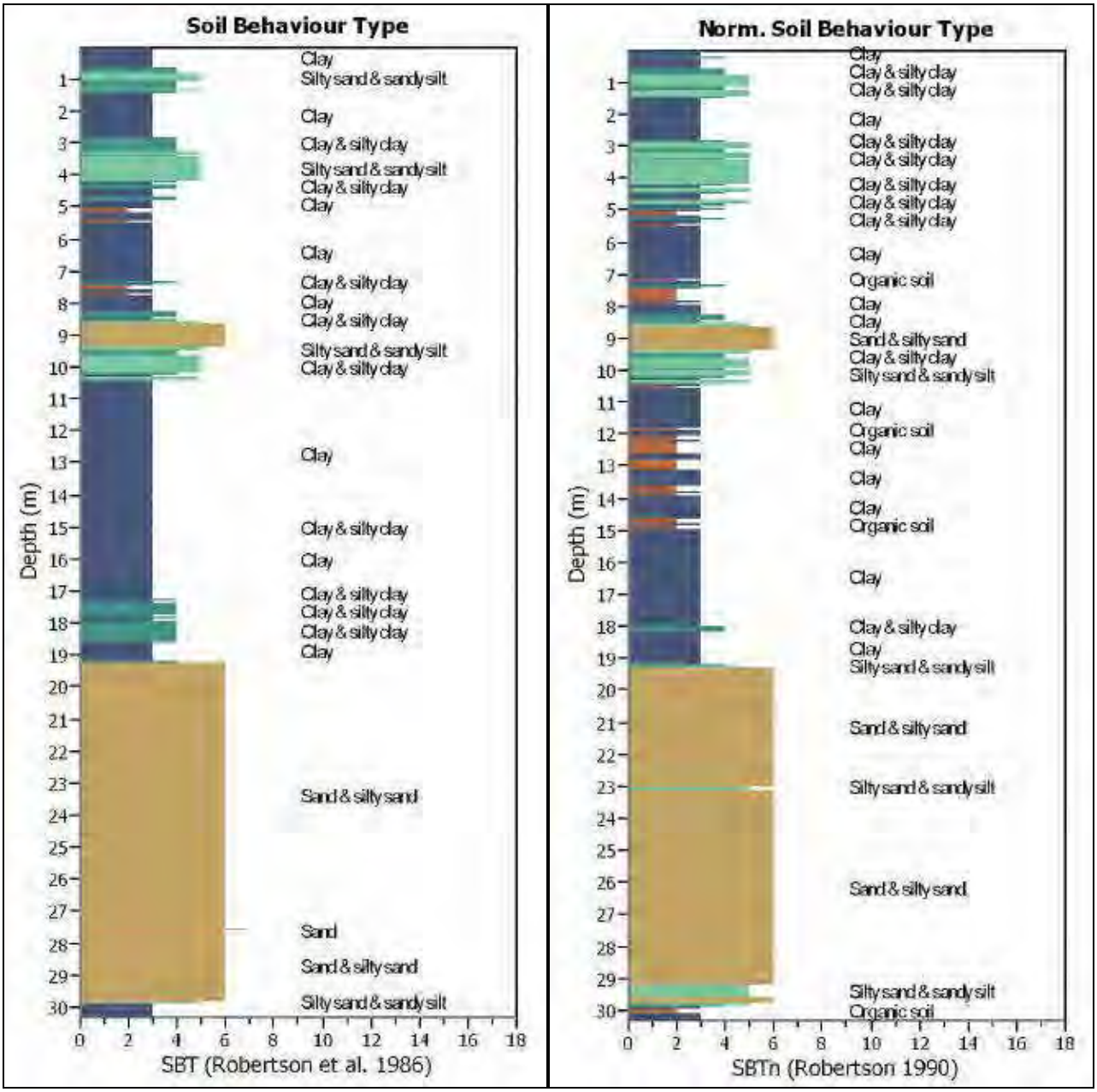


Figura 2.12.5-2

SCPTU1 – Tipo di comportamento del terreno in base a Robertson 1986 e normalizzato in base a Robertson 1990

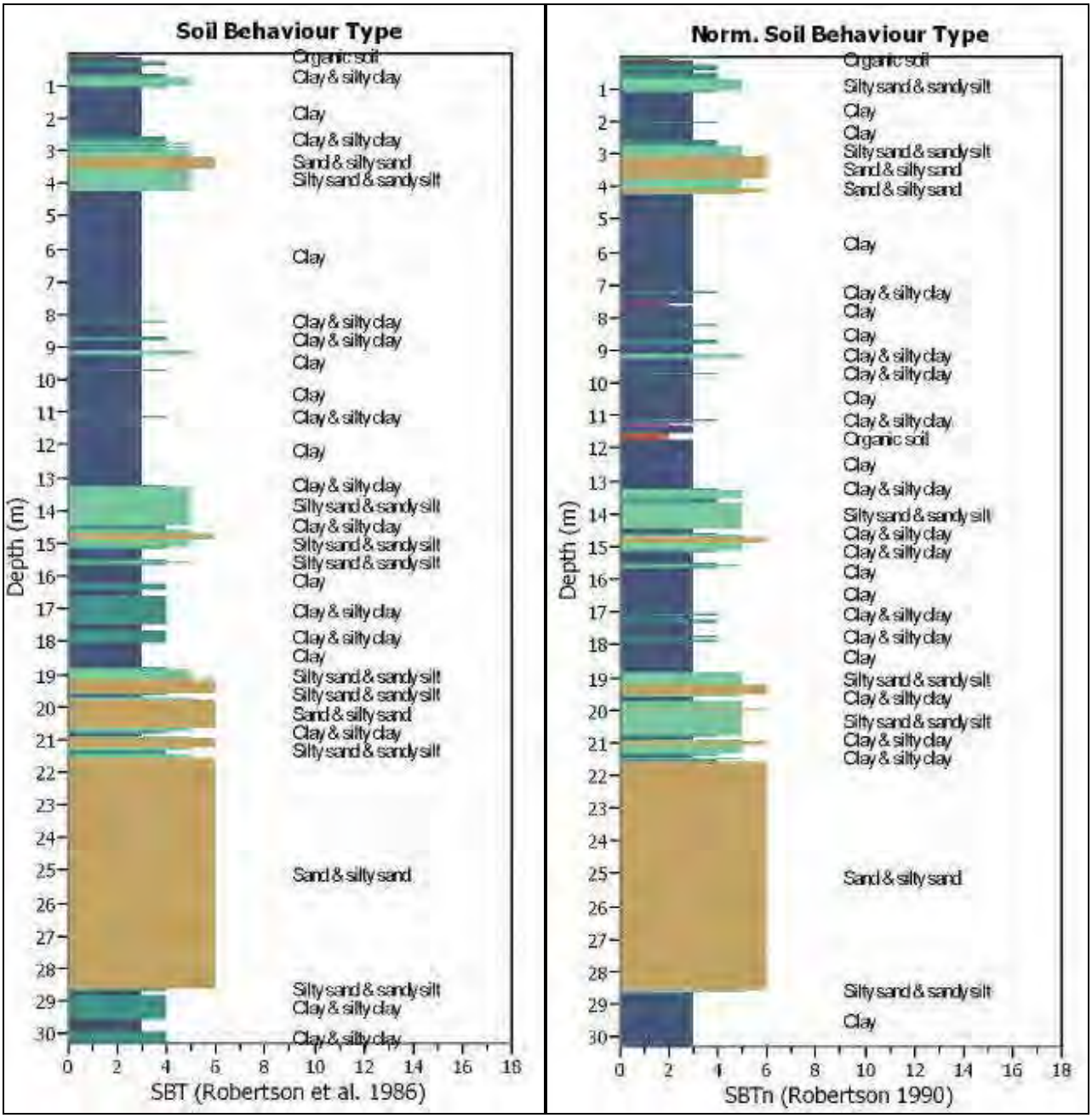


Figura 2.12.5-3

SCPTU2 – Tipo di comportamento del terreno in base a Robertson 1986 e normalizzato in base a Robertson 1990

Dal confronto fra le colonne stratigrafiche ottenute con i due metodi applicati, pur notando un incremento della frazione organica in Robertson 1990, si registra una sostanziale correlazione.

A seguire si riportano i grafici esplicativi delle valutazioni relative alle verifiche alla liquefazione.

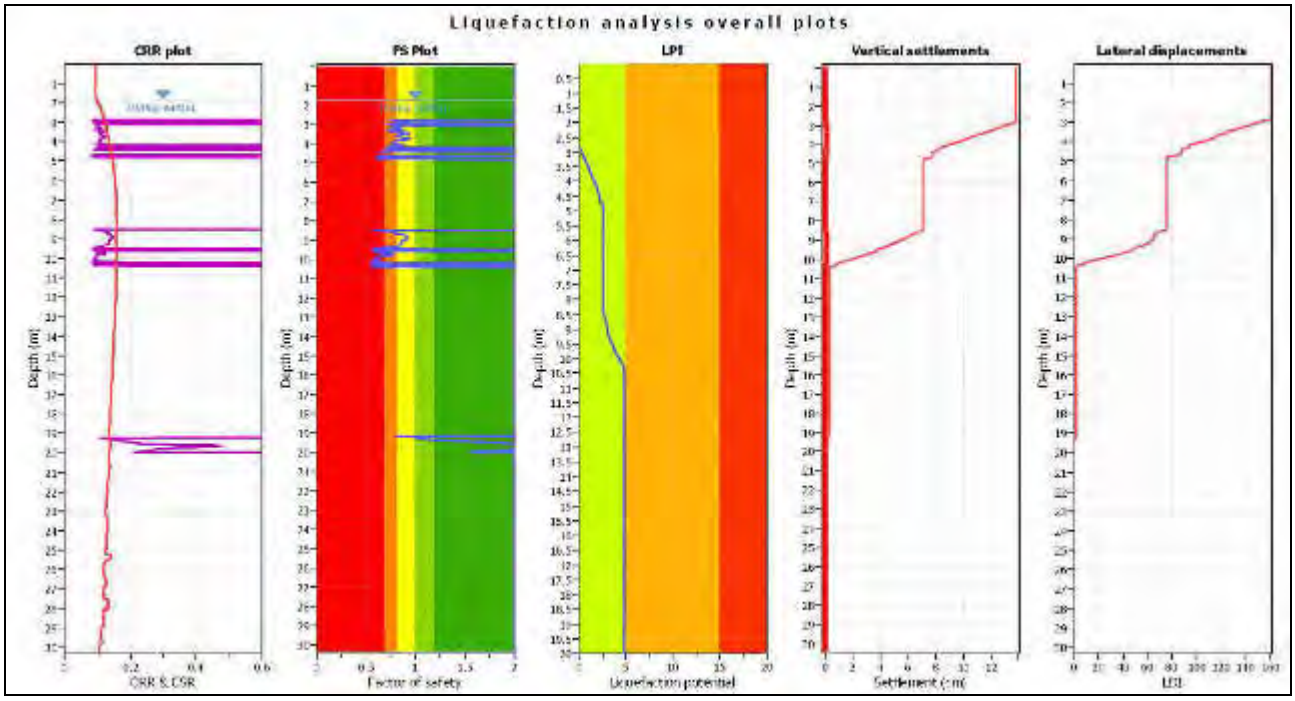


Figura 2.12.5-4
SCPTU1 - Grafici riepilogativi analisi liquefazione

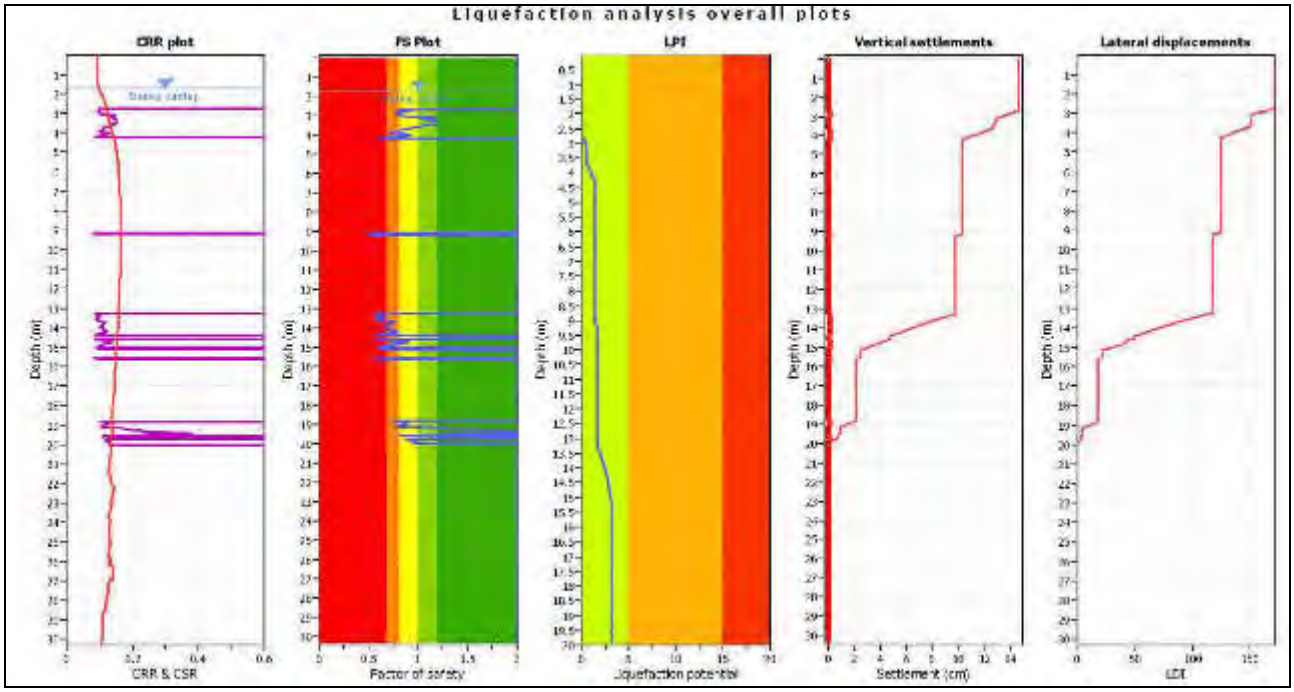


Figura 2.12.5-5
SCPTU2 - Grafici riepilogativi analisi liquefazione

Per stimare il grado di severità globale dovuta alla liquefazione del deposito, utilizzando lo stesso software CLiq v. 1.7.6.49 è stato determinato l'Indice del Potenziale di Liquefazione in base a diversi approcci, considerando una magnitudo pari a 6.14, una P.G.A = 0.23 g. Il livello della falda è stato

mantenuto invariato nell'ipotesi dell'avvenimento del sisma; a conoscenza dello scrivente, non sono infatti disponibili studi specifici relativi a possibili variazioni del livello della falda durante la fase sismica. Nella verifica alla liquefazione sono stati considerati solamente i terreni sabbiosi, viste le caratteristiche specifiche del sito.

Nella figura successiva sono riportati i grafici di elaborazione dai quali emerge che, in corrispondenza delle prove effettuate, l'Indice del potenziale di Liquefazione, assume i valori di seguito tabulati.

TABELLA 2.12.5-4
VALORI IPL IN CORRISPONDENZA DELLE TRE PROVE ESEGUITE

Verticale d'indagine	IPL	
	Valore minimo (indicativo)	Valore massimo Indicativo
SCPTU1	4.5	8.0
SCPTU2	3.0	5.5

In base a tutte le verifiche effettuate, risulta un rischio di liquefazione basso, per entrambe le prove, ad eccezione dei metodi di Moss et al. (2006) e di Boulanger & Idriss (2014) i quali rilevano un rischio di liquefazione alto.

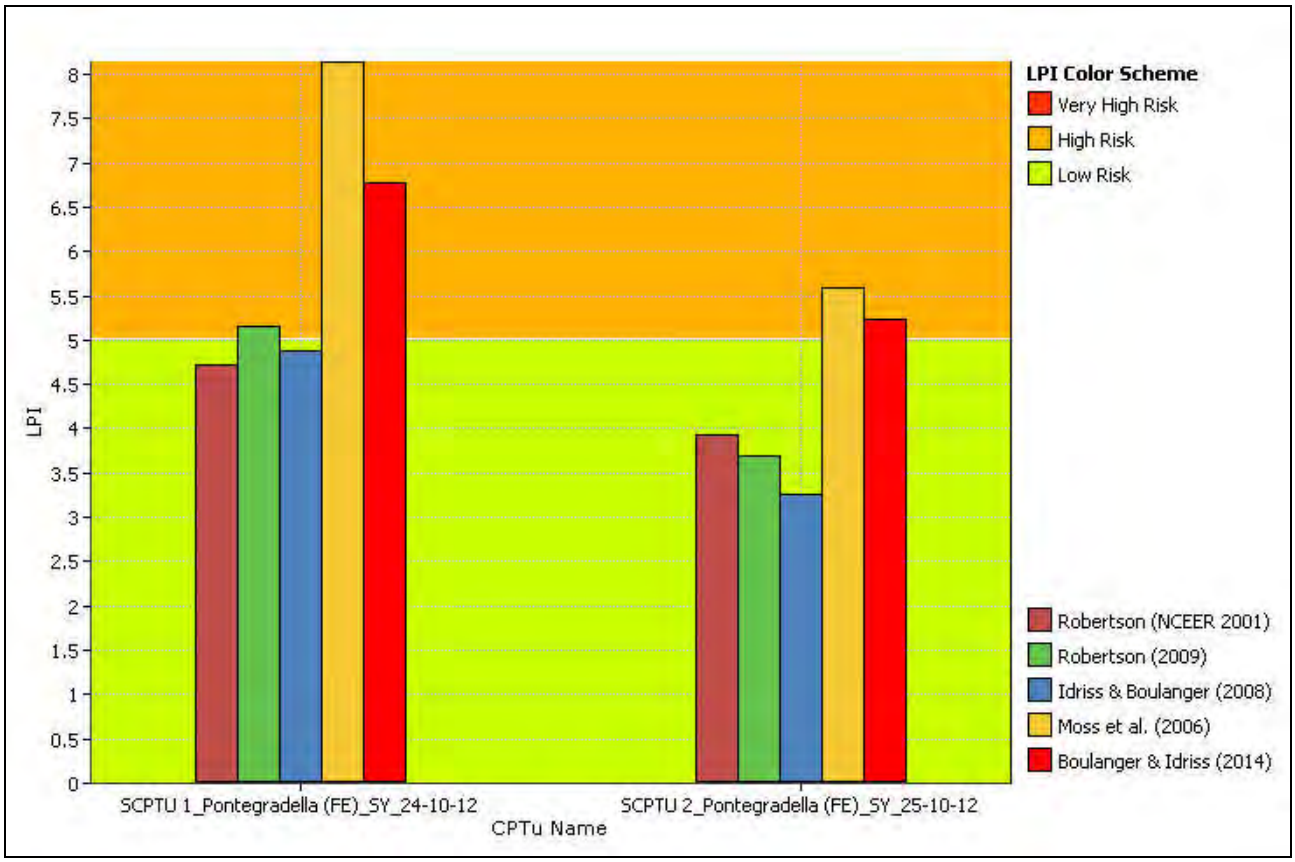


Figura 2.12.5-6
Istogrammi con valori LPI

In base al metodo di Idriss e Boulanger (2008), suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna, in corrispondenza delle due prove l'Indice del Potenziale di Liquefazione assume i seguenti valori:

IPL in corrispondenza di SCPTU1 = 4.884
IPL in corrispondenza di SCPTU2 = 3.267

In relazione agli indici di potenziale liquefazione sopra indicati, il sito si definisce a rischio basso in corrispondenza di entrambe le prove.

Dal grafico riportato in figura 2.12.5-10, si evince che il valore dell'Indice di Potenziale liquefazione rimane al di sotto della soglia pari a 5 (rischio basso/alto), per valori di PGA prossimi a circa 0.24g in corrispondenza della prova SCPTU1 e per valori di PGA prossimi a 0.26g in corrispondenza della prova SCPTU2.

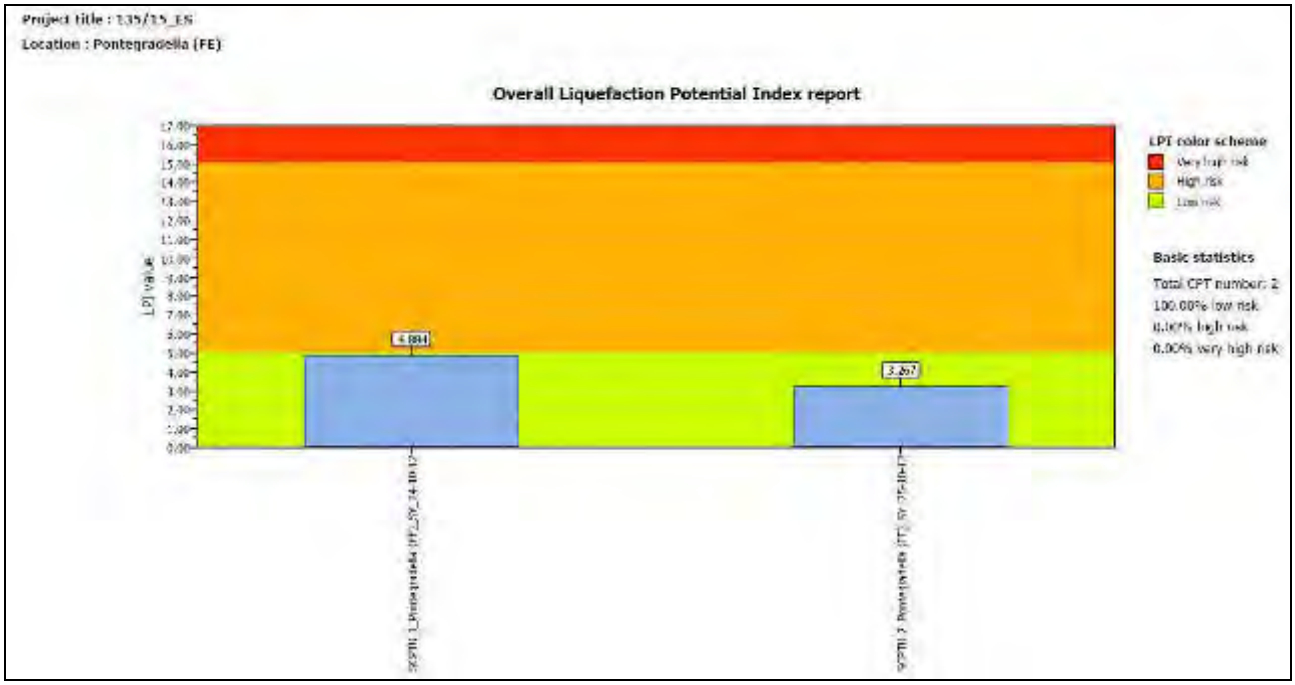


Figura 2.12.5-7
Valori LPI delle due prove secondo Idriss & Boulanger (2008)

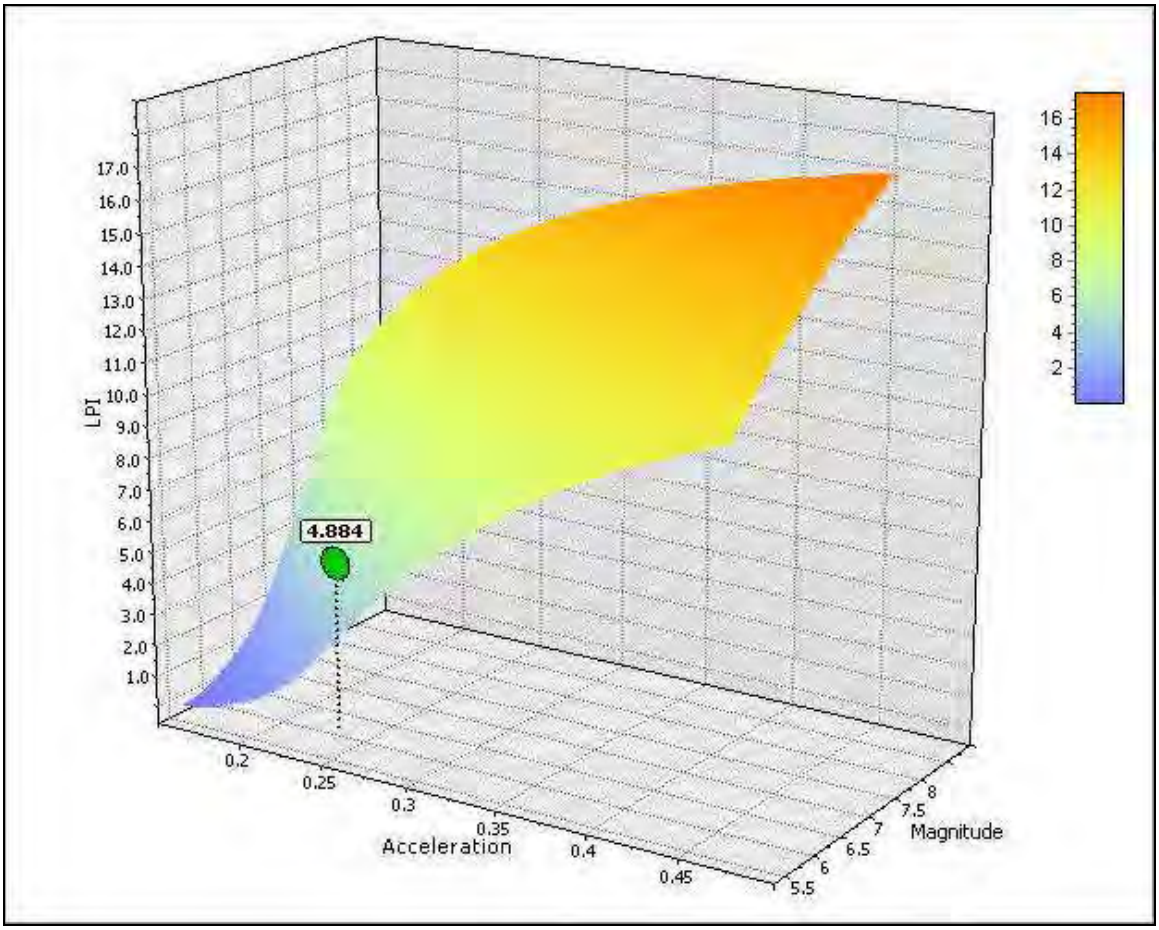


Figura 2.12.5-8
SCPTU1: Grafico LPI – Accelerazione – Magnitudo

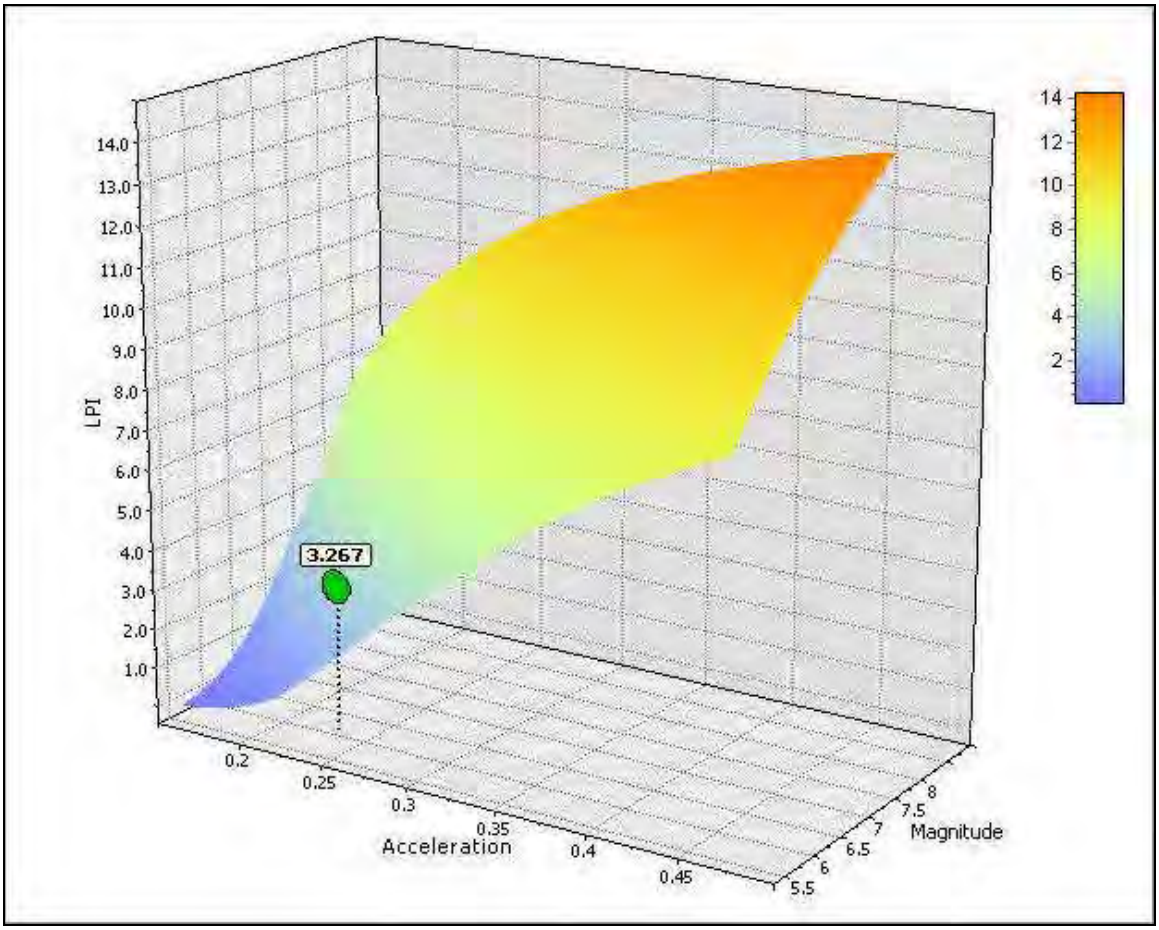


Figura 2.12.5-9
SCPTU2: Grafico LPI – Accelerazione – Magnitudo

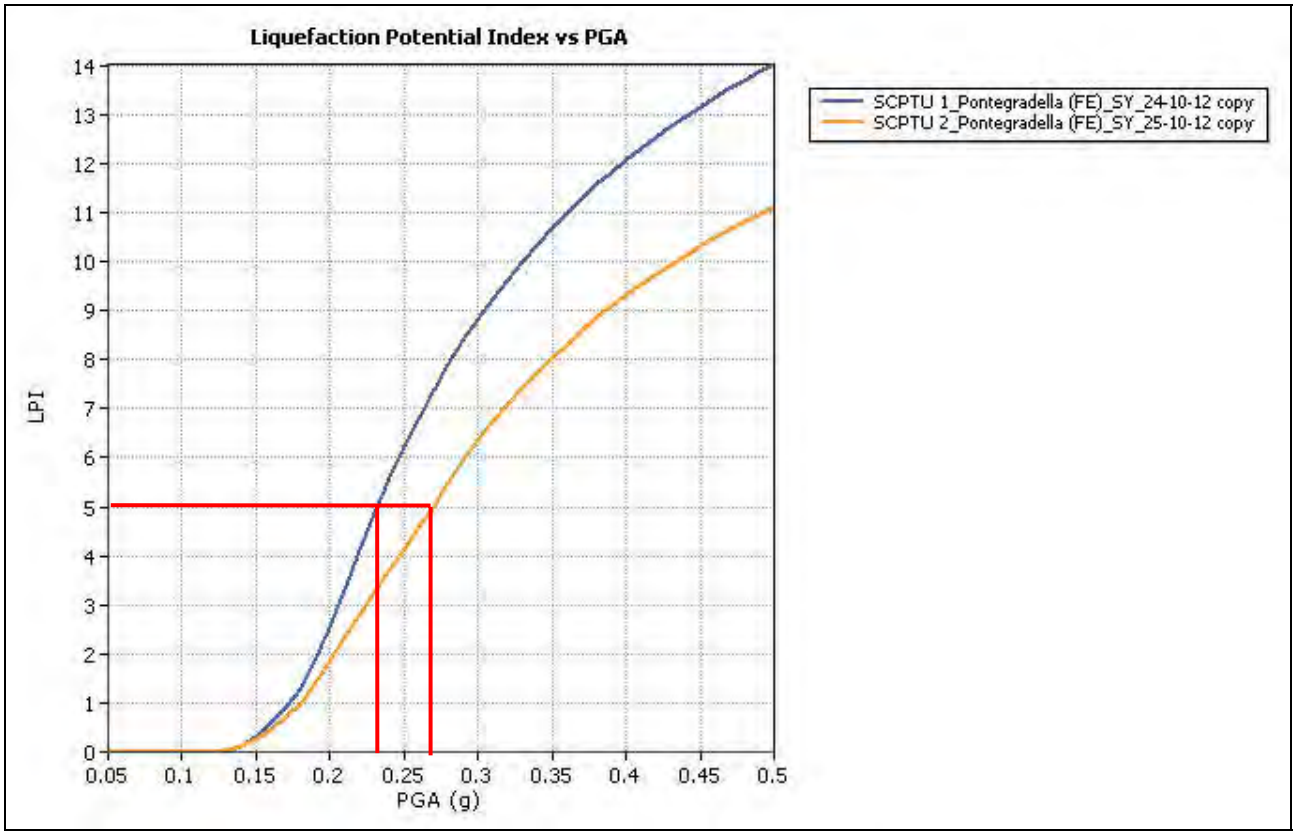


Figura 2.12.5-10
Indice di potenziale liquefazione a confronto con aumento della PGA

Per mezzo del programma di calcolo è stata anche determinata la probabilità di liquefazione in base a diversi approcci. Nella figura seguente sono riportati gli istogrammi dai quali emerge che, la probabilità di innesco del fenomeno, a seconda dell'approccio utilizzato, assume i seguenti valori:

- SCPTU1, varia da circa l'11% a circa il 21%;
- SCPTU2, varia da circa l'8% a circa il 13%.

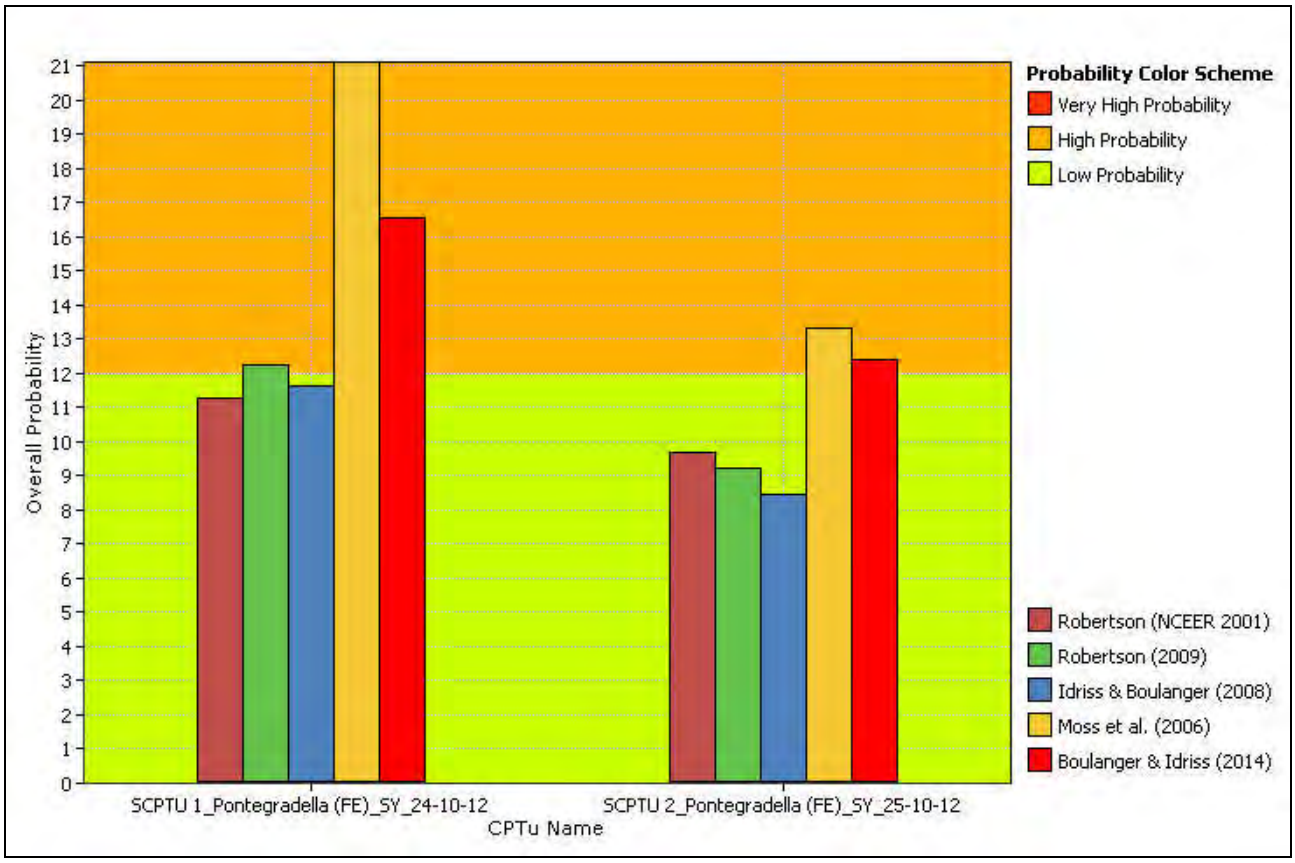


Figura 2.12.5-11
Grafico probabilità di innesco fenomeno della liquefazione

Per quanto riguarda i cedimenti verticali post-sismici relativi alla liquefazione, anche in questo caso le valutazioni effettuate hanno permesso di determinare la variabilità dei relativi valori teorici, a seconda dell'approccio di calcolo utilizzato. Tali cedimenti teorici variano come di seguito elencato:

- SCPTU1: da circa cm 9.0 a circa cm 14.0
- SCPTU2: da circa cm 11.0 a circa cm 17.0

Nello specifico, secondo Idriss & Boulanger (2008), i cedimenti post sismici in corrispondenza delle due verticali, assumono i seguenti valori teorici:

- SCPTU1 = cm 13.784
- SCPTU2 = cm 14.627

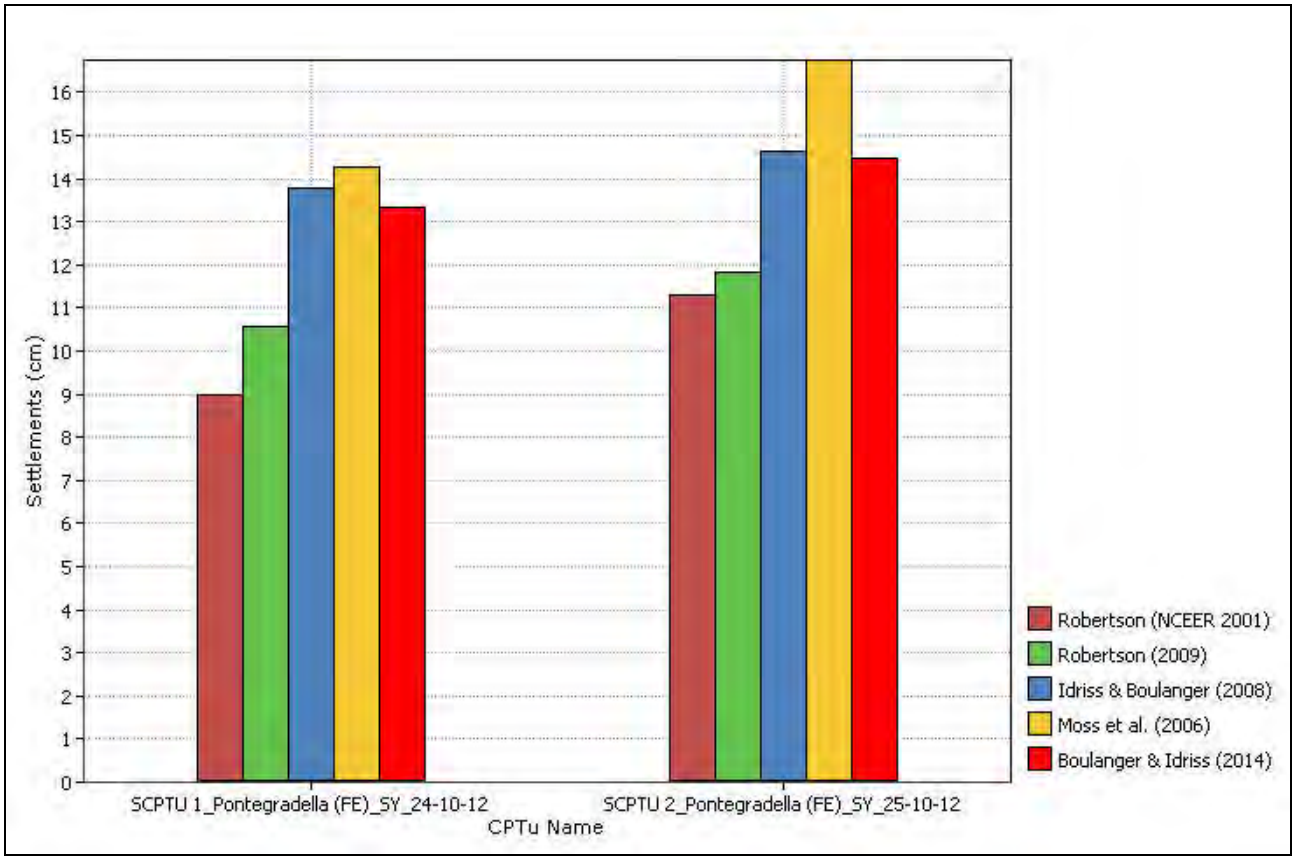


Figura 2.12.5-12
Istogramma con valori cedimenti in funzione della correlazione utilizzata

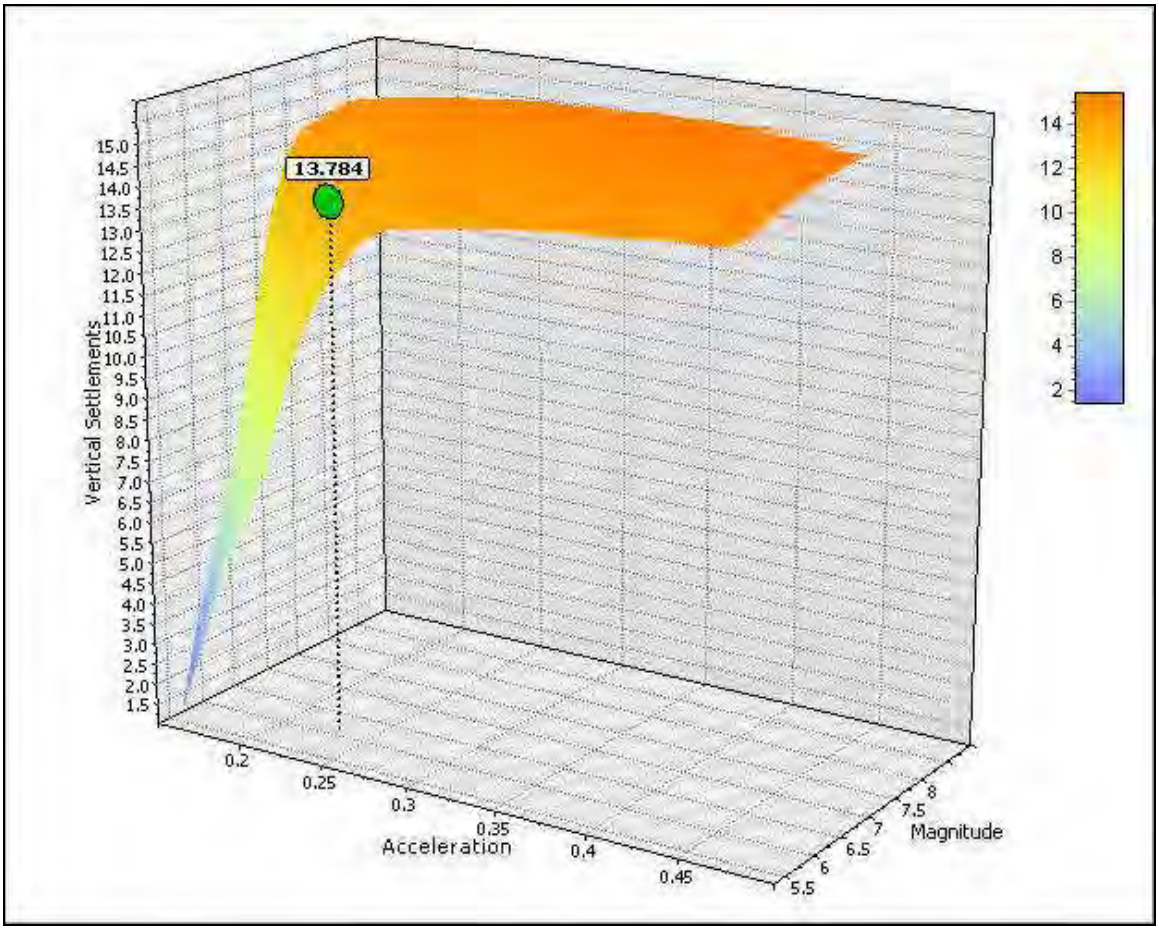


Figura 2.12.5-13
SCPTU1: Grafico Cedimento verticale – Accelerazione – Magnitudo

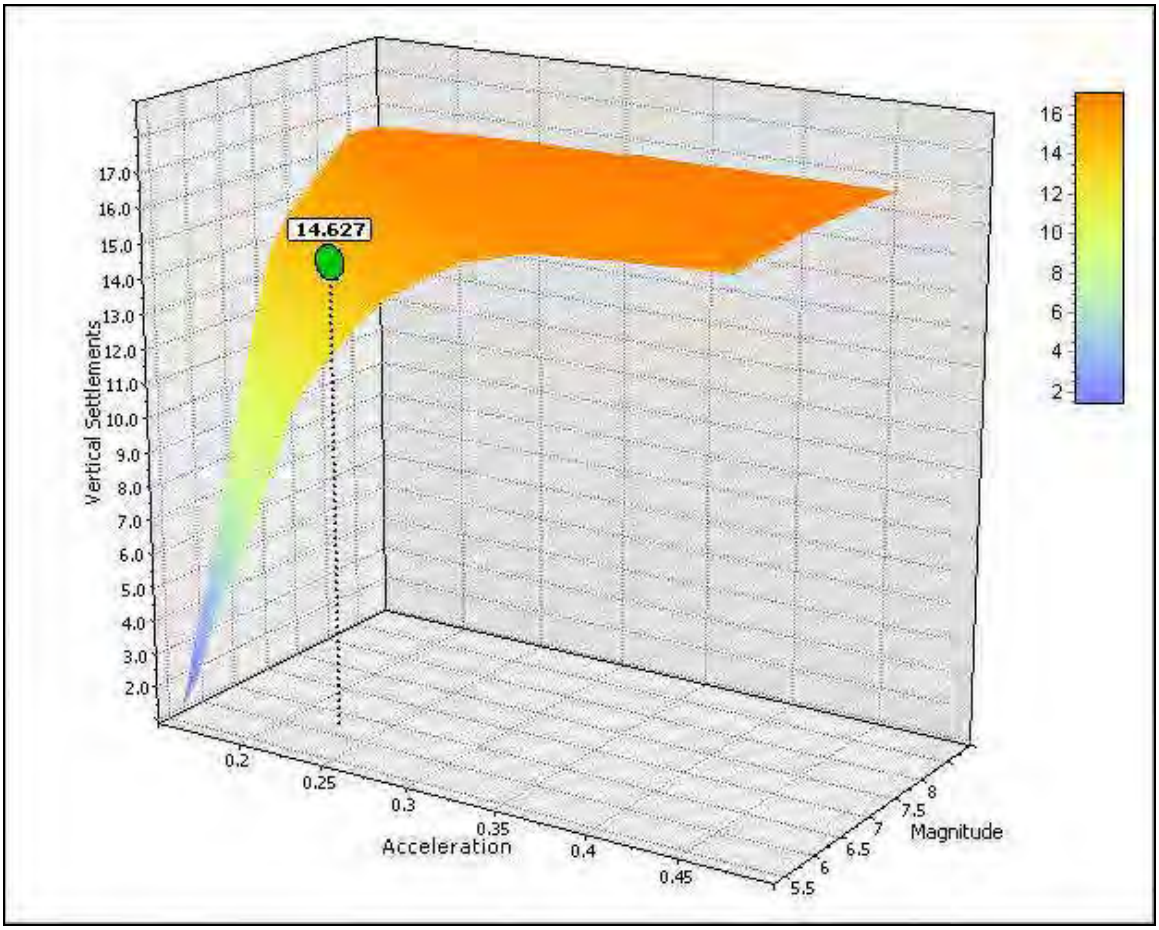


Figura 2.12.5-14
SCPTU2: Grafico Cedimento verticale – Accelerazione – Magnitudo

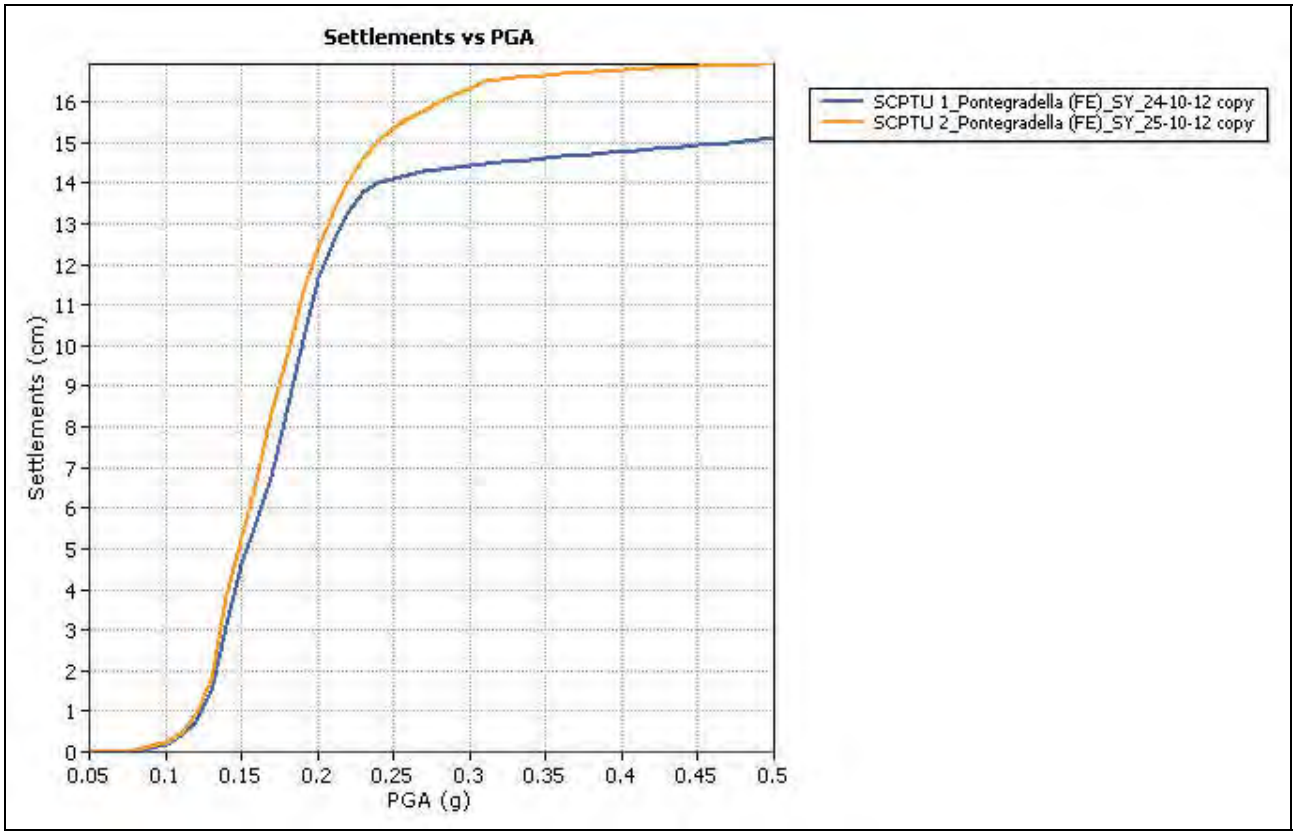


Figura 2.12.5-15
Cedimenti verticali a confronto con aumento della PGA

2.13. Note e prescrizioni

Nel sito, oggetto del presente studio, si rilevano complessivamente depositi di canale distributore, argine e rotta. Tale sito, fino alle massime profondità raggiunte (mt 30.30 circa dal piano campagna) è caratterizzato da depositi coesivi (argille, argille limose e limi argillosi), interrotti a partire da circa mt 2.80 dal piano campagna, da terreni coesivo-granulari (sabbie limose e argillose) e granulari (sabbie, sabbie limose).

In corrispondenza dei fori residuali delle indagini eseguite in data 24-25 ottobre 2012, è stata misurata la quota della superficie di saturazione a mt. 1.80/1.70 dal piano campagna.

In seguito all'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274/03 il Comune di Ferrara è stato inserito, in base alla classificazione sismica, nella zona 3.

Nell'area di studio, alle condizioni attuali, non è previsto l'innesco del fenomeno della dilatanza. Per quanto riguarda la liquefazione, in base all'indice di potenziale liquefazione rilevato, il sito è definibile a rischio basso, in linea con la pianificazione vigente. Indipendentemente dalla quantificazione del rischio, vista la distribuzione e la profondità dei livelli liquefacibili, nel corso della progettazione delle singole strutture sarà necessario effettuare studi mirati, al fine di stimare gli effetti della liquefazione sulle opere e quindi valutare la necessità o meno di prevedere interventi atti a contrastare tale fenomeno. Nella fase integrativa del presente studio, sarà opportuno effettuare uno studio di Risposta Sismica Locale, al fine di

fornire alle successive fasi Progettuali le relative informazioni e al fine di valutare la liquefazione in base all'ag con esso determinata.

La categoria di suolo di fondazione caratteristica del sito in esame, ottenuta elaborando le indagini sismiche effettuate, in base all'approccio semplificato risulta essere la "**D**".

Dai dati bibliografici disponibili risulta come l'area di studio sia stata soggetta ad allagamenti nel tempo, nello specifico a causa della rotta del Po del 1815.

In allegato 14 è riportata una Scheda Tecnica riassuntiva dei principali parametri geologici e geotecnici relativi al sito in esame, utilizzabili per le successive valutazioni.

- Parte Terza –

MODELLO GEOTECNICO

3. MODELLO GEOTECNICO

3.1. Problemi geotecnici e scelte tipologiche

Come da accordi con il Progettista, nella presente viene fornita l'interpretazione geotecnica in base alle prove effettuate e, separatamente, potranno essere trasmessi i file delle singole prove. Valutazioni in merito alla tipologia di fondazione, ai carichi trasmessi, etc… in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni, dovranno essere effettuate in relazione ai singoli interventi, utilizzando indagini all'uopo progettate ed eseguite.

3.2. Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche

Per quanto riguarda la campagna di indagini, si deve fare riferimento ai paragrafi 2.7 e 2.8 della presente.

3.3. Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

3.3.1. CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE INDIVIDUATE

Utilizzando i valori di resistenza misurati per mezzo delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono eseguite, sono stati determinati i parametri geotecnici dei terreni indagati.

Di seguito sono elencate le modalità di valutazione dei principali parametri, determinati tramite l'applicazione di un software Geostru. Si ricorda che, viste le modalità di valutazione, i valori ricavati hanno esclusivamente validità orientativa.

Parametri geotecnici (validità orientativa) – correlazioni, bibliografia:

- **TERRENI INCOERENTI**

Angolo di Attrito (ϕ): Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa (Dr - %): Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Modulo Edometrico (E_d): Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Peso di Volume Gamma: Peso di Volume Gamma (Meyerhof) - Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione**:** Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

- **TERRENI COESIVI**

Coesione Non Drenata (Cu): Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Modulo Edometrico-Confinato (E_{ed}) - Metodo generale del modulo edometrico.

Modulo di deformazione non drenato - Modulo di deformazione non drenato Eu (Cancelli ed altri 1980)

Peso di Volume Gamma - Peso di Volume terreni coesivi (t/m^3) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/m^3) (Meyerhof)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Come ampiamente descritto, in corrispondenza del sito sono state effettuate due prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono, per mezzo delle quali è stato possibile individuare gli strati di seguito schematizzati. I dati nominali vengono fatti corrispondere in questo caso ai valori medi, riportati nelle tabelle seguenti.

TABELLA 3.3.1-1
SCPTU1 – PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA UNITÀ LITOTECNICHE

N. strato	Profondità tetto (mt)	Profondità letto (mt)	Descrizione	Parametrizzazione geotecnica
1	0.00	2.80	Argille localmente interrotte da un'alternanza di limi sabbiosi e limi argillosi con sabbie limose - limi argillosi e con limi argillosi e argille limose. Secondaria presenza di argille limose – argille. *Terreni coesivi consistenti*	qc = 16.80 kg/cm^2 fs = 0.54 kg/cm^2 γ = 1.94 t/m^3 γ_{sat} = 2.02 t/m^3 C_u = 0.84 kg/cm^2 OCR > 9 Eu= 619.45 kg/cm^2 E_{ed} = 47.39 kg/cm^2
2	2.80	4.82	Alternanza di limi sabbiosi e limi argillosi con limi argillosi e argille limose e con sabbie limose - limi argillosi. Secondaria presenza di argille e di argille limose - argille	qc = 20.72 kg/cm^2 fs = 0.33 kg/cm^2 γ_{coe} = 1.97 t/m^3 γ_{inc} = 1.90 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}coe}$ = 2.05 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}inc}$ = 2.20 t/m^3 C_u = 1.04 kg/cm^2 Dr = 29.92% ϕ = 32.01° OCR_{coe} = 4.19 OCR_{inc} < 0.5 Eu= 755.93 kg/cm^2 E_{ed} = 41.44 kg/cm^2 Ed = 29.83 kg/cm^2
3	4.82	8.50	Argille localmente interrotte da argille limose - argille e da terreni organici e torbosi. Lo spessore descritto poggia su limi argillosi e argille limose. *Terreni coesivi moderatamente consistenti*	qc = 6.44 kg/cm^2 fs = 0.31 kg/cm^2 γ = 1.76 t/m^3 γ_{sat} = 1.84 t/m^3 C_u = 0.32 kg/cm^2 OCR = 2.59 Eu= 210.03 kg/cm^2

					E_{ed} = 33.21 kg/cm^2
4	8.50	10.42	Sabbie - sabbie limose sovrastate e poggianti su un'alternanza di limi sabbiosi e limi argillosi con sabbie limose - limi argillosi; sporadiche interruzioni di limi argillosi e argille limose		qc = 42.39 kg/cm^2 fs = 0.34 kg/cm^2 γ_{coe} = 2.09 t/m^3 γ_{inc} = 1.90 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}coe}$ = 2.17 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}inc}$ = 2.20 t/m^3 C_u = 2.12 kg/cm^2 Dr = 24.47% ϕ = 33.08° OCR_{coe} = 2.10 OCR_{inc} < 0.5 Eu= 1547.57 kg/cm^2 E_{ed} = 84.78 kg/cm^2 Ed = 43.03 kg/cm^2
5	10.42	16.92	Argille localmente interrotte da sottili spessori di argille limose – argille e da un puntuale livello di limi argillosi e argille limose. *Terreni coesivi moderatamente consistenti*		qc = 7.01 kg/cm^2 fs = 0.30 kg/cm^2 γ = 1.75 t/m^3 γ_{sat} = 1.83 t/m^3 C_u = 0.35 kg/cm^2 OCR = 1.30 Eu= 204.87 kg/cm^2 E_{ed} = 35.25 kg/cm^2
6	16.92	19.16	Prevalenza di argille limose – argille su limi argillosi e argille limose e su limi sabbiosi e limi argillosi. Secondaria presenza di argille. *Terreni coesivi consistenti*		qc = 17.14 kg/cm^2 fs = 0.60 kg/cm^2 γ = 1.93 t/m^3 γ_{sat} = 2.01 t/m^3 C_u = 0.86 kg/cm^2 OCR = 2.08 Eu= 568.69 kg/cm^2 E_{ed} = 47.03 kg/cm^2
7	19.16	29.84	Sabbie localmente interrotte da sabbie - sabbie limose e secondariamente da sabbie ghiaiose. Al tetto e alla base puntuali livelli di sabbie limose - limi argillosi e di limi sabbiosi e limi argillosi. *Terreni granulari mediamente addensati*		qc = 171.98 kg/cm^2 fs = 1.03 kg/cm^2 γ = 1.90 t/m^3 γ_{sat} = 2.20 t/m^3 Dr = 36.34% ϕ = 36.82° OCR = 1.93 Ed = 87.58 kg/cm^2
8	29.84	30.32	Argille localmente interrotte da argille limose – argille. Al tetto puntuale livello di limi argillosi e argille limose. *Terreni coesivi consistenti*		qc = 18.29 kg/cm^2 fs = 0.96 kg/cm^2 γ = 1.92 t/m^3 γ_{sat} = 2.00 t/m^3 C_u = 0.91 kg/cm^2 OCR = 1.83 Eu= 553.68 kg/cm^2 E_{ed} = 45.44 kg/cm^2

TABELLA 3.3.1-2
SCPTU2 – PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA UNITÀ LITOTECNICHE

N. strato	Profondità tetto (mt)	Profondità letto (mt)	Descrizione	Parametrizzazione geotecnica
1	0.00	2.70	Argille localmente interrotte da limi argillosi e argille limose, da argille limose – argille, da sabbie limose - limi argillosi e da limi sabbiosi e limi argillosi. *Terreni coesivi consistenti*	qc = 13.02 kg/cm^2 fs = 0.44 kg/cm^2 γ = 1.90 t/m^3 γ_{sat} = 1.98 t/m^3 C_u = 0.65 kg/cm^2 OCR > 9 Eu= 478.23 kg/cm^2 E_{ed} = 47.83 kg/cm^2
2	2.70	4.18	Alternanza di limi sabbiosi e limi argillosi con sabbie limose - limi argillosi, interrotta da sabbie - sabbie limose.	qc = 34.31 kg/cm^2 fs = 0.26 kg/cm^2 γ_{coe} = 2.06 t/m^3 γ_{inc} = 1.90 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}coe}$ = 2.14 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}inc}$ = 2.20 t/m^3 C_u = 1.72 kg/cm^2 Dr = 47.41% ϕ = 34.94° OCR_{coe} = 3.61 OCR_{inc} = 1.82 Eu= 1267.41 kg/cm^2 E_{ed} = 68.62 kg/cm^2 Ed = 46.20 kg/cm^2
3	4.18	8.14	Argille localmente interrotte da esigui spessori di argille limose – argille, di limi argillosi e argille limose e di terreni fini molto sensitivi. *Terreni coesivi moderatamente consistenti*	qc = 5.66 kg/cm^2 fs = 0.26 kg/cm^2 γ = 1.74 t/m^3 γ_{sat} = 1.82 t/m^3 C_u = 0.28 kg/cm^2 OCR = 2.32 Eu= 182.85 kg/cm^2 E_{ed} = 30.19 kg/cm^2
4	8.14	10.60	Alternanza di argille limose – argille con argille e con limi argillosi e argille limose. Locale presenza di limi sabbiosi e limi argillosi. *Terreni coesivi moderatamente consistenti*	qc = 7.41 kg/cm^2 fs = 0.17 kg/cm^2 γ = 1.78 t/m^3 γ_{sat} = 1.86 t/m^3 C_u = 0.37 kg/cm^2 OCR = 1.04 Eu= 237.09 kg/cm^2 E_{ed} = 36.59 kg/cm^2
5	10.60	13.20	Argille sporadicamente interrotte da argille limose – argille e da limi argillosi e argille limose. *Terreni coesivi moderatamente consistenti*	qc = 7.09 kg/cm^2 fs = 0.28 kg/cm^2 γ = 1.76 t/m^3 γ_{sat} = 1.84 t/m^3 C_u = 0.35 kg/cm^2

					OCR = 1.43 Eu= 216.21 kg/cm^2 E_{ed} = 35.53 kg/cm^2
6	13.20	15.66	Alternanza di limi sabbiosi e limi argillosi con sabbie limose - limi argillosi e con sabbie - sabbie limose. Secondarie interruzioni di limi argillosi e argille limose, argille limose – argille e argille.		qc = 32.57 kg/cm^2 fs = 0.38 kg/cm^2 γ_{coe} = 2.05 t/m^3 γ_{inc} = 1.90 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}coe}$ = 2.13 t/m^3 $\gamma_{sat\text{-}inc}$ = 2.20 t/m^3 C_u = 1.63 kg/cm^2 Dr = 5.08% ϕ = 30.43° OCR_{coe} = 1.64 OCR_{inc} < 0.5 Eu= 1162.13 kg/cm^2 E_{ed} = 65.14 kg/cm^2 Ed = 33.20 kg/cm^2
7	15.66	18.80	Alternanza di argille con limi argillosi e argille limose e con argille limose – argille. Presenza di limi sabbiosi e limi argillosi. *Terreni coesivi consistenti*		qc = 17.68 kg/cm^2 fs = 0.66 kg/cm^2 γ = 1.93 t/m^3 γ_{sat} = 2.01 t/m^3 C_u = 0.88 kg/cm^2 OCR = 2.45 Eu= 593.31 kg/cm^2 E_{ed} = 46.36 kg/cm^2
8	18.80	21.58	Prevalenza di sabbie - sabbie limose su sabbie limose - limi argillosi e su limi sabbiosi e limi argillosi. Locale presenza di sabbie. Puntuali livelli di limi argillosi e argille limose, argille limose – argille e di argille. *Terreni granulari sciolti*		qc = 69.82 kg/cm^2 fs = 0.71 kg/cm^2 γ = 1.90 t/m^3 γ_{sat} = 2.20 t/m^3 Dr = 17.11% ϕ = 33.15° OCR < 0.5 Ed = 56.53 kg/cm^2
9	21.58	28.60	Sabbie localmente interrotte da sabbie ghiaiose e secondariamente da sabbie - sabbie limose. Alla base puntuale livello di sabbie limose - limi argillosi. *Terreni granulari mediamente addensati*		qc = 223.17 kg/cm^2 fs = 1.23 kg/cm^2 γ = 1.90 t/m^3 γ_{sat} = 2.20 t/m^3 Dr = 43.30% ϕ = 38.12° OCR = 1.52 Ed = 96.73 kg/cm^2
10	28.60	30.30	Presenza di argille limose – argille e di limi argillosi e argille limose. Secondari livelli di argille e di limi sabbiosi e limi argillosi. *Terreni coesivi consistenti*		qc = 17.85 kg/cm^2 fs = 0.61 kg/cm^2 γ = 1.92 t/m^3 γ_{sat} = 2.00 t/m^3 C_u = 0.89 kg/cm^2 OCR = 1.19

					Eu= 542.91 kg/cm^2 E_{ed} = 46.12 kg/cm^2

Note relative alle tabelle:

- i valori dei parametri geotecnici, si riferiscono alle singole medie relative agli spessori corrispondenti;
- ove sintetizzabile, in corsivo è indicato il comportamento prevalente dello strato.

Si evidenzia infine che, nello stralcio della carta geotecnica schematica del P.S.C. di Ferrara (2003), in corrispondenza della zona di studio vengono indicati terreni a compressibilità media e di consistenza molle.

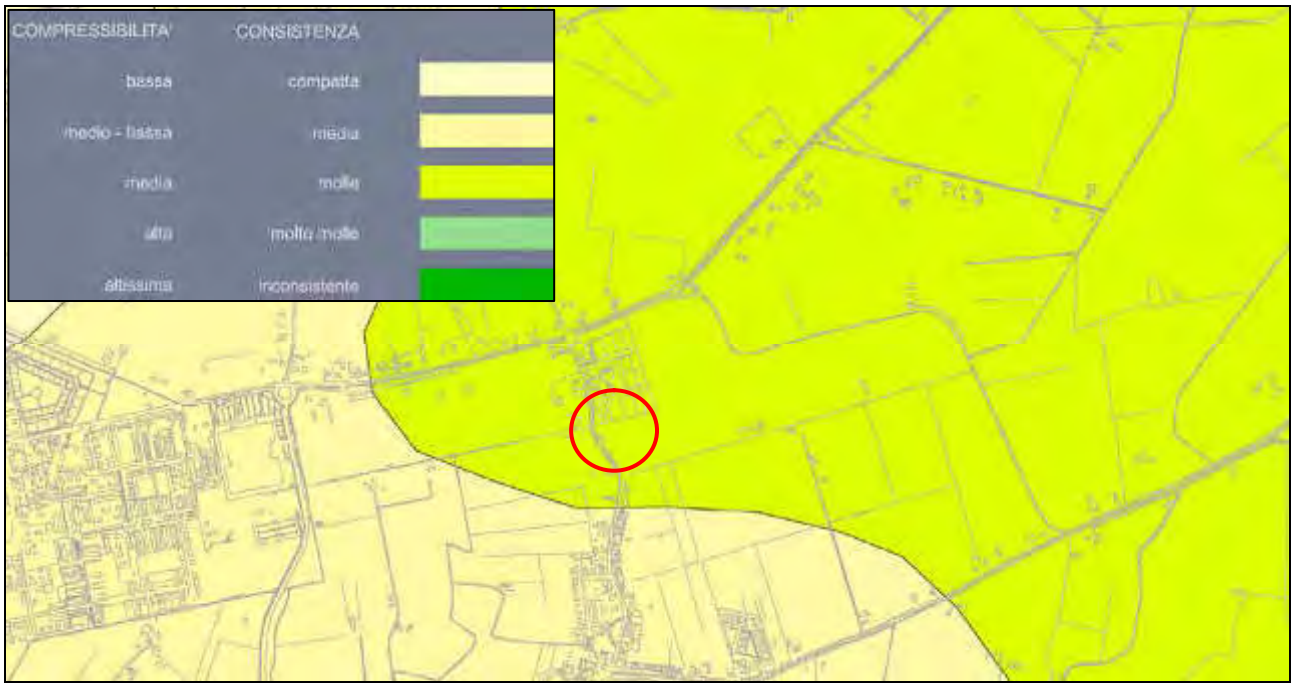


Figura 3.3.1-1
Carta geotecnica schematica – P.S.C. Comune di Ferrara (2003)

Supporti Grafici:
- Allegato 2. Report CPTU

3.4. Note conclusive

L'elaborazione delle prove penetrometriche statiche con piezocono, ha permesso di definire il modello geotecnico caratterizzato, fino alle massime profondità raggiunte (mt 30.30 circa dal piano campagna) da depositi coesivi da moderatamente consistenti a consistenti (argille, argille limose e limi argillosi), interrotti a partire da circa mt 2.80 dal piano campagna, da terreni coesivo-granulari (sabbie limose e argillose) e granulari mediamente addensati (sabbie, sabbie limose).

Come ampiamente descritto, le indagini sono state realizzate con una metodologia che non permette l'analisi diretta dei litotipi e quindi, come si è visto, per tali indagini la ricostruzione litostratigrafica è stata eseguita empiricamente sulla base di teorie tratte da diversi studiosi ed esperienze, così come in base a

relazioni empiriche, sono stati valutati tutti i parametri geotecnici. Da notare inoltre come la metodologia utilizzata sia caratterizzata da margini di approssimazione interpretativi per quanto riguarda la ricostruzione litologica e per la parametrizzazione geotecnica, per la quale è possibile ottenere valori indicativi, comunque senz'altro meno approssimativi rispetto alle prove penetrometriche meccaniche.

In allegato 14 è riportata una Scheda Tecnica riassuntiva dei principali parametri geologici e geotecnici relativi al sito in esame, utilizzabili per le successive valutazioni.

Quanto riportato nella presente è finalizzato ad un inquadramento generale dell'area interessata dal Piano Urbanistico Attuativo. Nelle fasi di studio relative ai singoli lotti, mediante indagini mirate dovranno essere valutati gli aspetti geologici e geotecnici specifici, in relazione alle caratteristiche progettuali e alle tipologie di fondazioni previste. La valutazione delle azioni trasmesse dalla struttura alla fondazione, deve infatti derivare dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la struttura in elevazione e non, alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche. Tale tipo di approccio dovrà essere condotto unitamente al progettista, durante le fasi di progettazione preliminare ed esecutiva.

In tale occasione si potranno anche valutare, per ogni singolo lotto, le modalità di smaltimento delle acque meteoriche.

- Parte Quarta –

DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

4. DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Come precedentemente descritto, a causa della inaccessibilità al sito dovuta alla presenza di mais, è stato possibile prelevare esclusivamente n. 2 campioni in corrispondenza di n. 2 punti di confine dell'area interessata dal Piano Urbanistico. Per mezzo delle risultanze delle analisi di laboratorio eseguite su tali campioni, viene nella presente effettuato un primo dimensionamento del pacchetto stradale, il quale dovrà poi essere verificato sulla base delle analisi su campioni prelevati in corrispondenza del tratto stradale in progetto, successivamente alla raccolta del mais.

Nella figura seguente sono indicate le ubicazioni del punto di prelievo dei campioni.

Figura 4-1
Ubicazione punti di campionamento

4.1. Descrizione risultati analisi di laboratorio geotecnico

Nel prospetto seguente, sono riepilogati i principali parametri ricavati per mezzo delle prove eseguite. In base ai dati emersi viene confermata la generale uniformità delle proprietà fisiche dei terreni e delle caratteristiche litologiche di massima. In base alla classificazione ex CNR-UNI 10006, risulta inoltre che i terreni campionati siano caratterizzati da:

- qualità portante quale terreno di sottofondo in assenza di gelo da mediocre a scadente;
- molto elevata azione del gelo sulla qualità portante del terreno di sottofondo;
- ritiro o rigonfiamento lieve o medio;
- permeabilità media o scarsa.

TABELLA 4.1-1
RIEPILOGO PRINCIPALI PARAMETRI RICAVATI PER MEZZO DELLE ANALISI DI LABORATORIO

Parametro	Campioni	
	C1 (da mt 0.50 a mt 1.00)	C2 (da mt 0.50 a mt 1.00)
Limite Liquido (%)	26	28
Limite Plastico (%)	18	20
Indice Plastico	8	8
Classificazione CNR-UNI	A4	A4
Indice di Gruppo	8.0	8.0
Classificazione USCS	CL-OL	CL-OL

A4 = limi poco compressibili

CL = argilla inorganica a bassa-media plasticità, argilla ghiaiosa, argilla sabbiosa, argilla limosa, argilla "magra"

OL = limo organico e argilla limosa organica a bassa plasticità

4.2. Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale

La sovrastruttura stradale (o pavimentazione) è la struttura piana, poggiante su rilevato o, in trincea, sul terreno in sito, costituita da strati ciascuno di materiale e spessore diversi.

Utilizzando il diagramma di Steele, è possibile determinare lo spessore della sola fondazione o sottobase e lo spessore complessivo della sovrastruttura (costituita dalla fondazione, dallo strato di base e dallo strato superficiale), sulla scorta del valore dell'Indice di Gruppo riferito al terreno in posto.

Le caratteristiche dei terreni analizzati risultando uniformi, evidenziano una corrispondenza dei valori dell'Indice di Gruppo.

In tutti i casi, non disponendo di dati effettivi relativi al traffico presunto, vista comunque la destinazione delle opere vengono effettuate le seguenti due ipotesi, anche se si ritiene molto più pertinente la seconda:

- traffico medio (50/giorno < veicoli pesanti < 300/giorno)
- traffico leggero (< 50 veicoli pesanti/giorno)

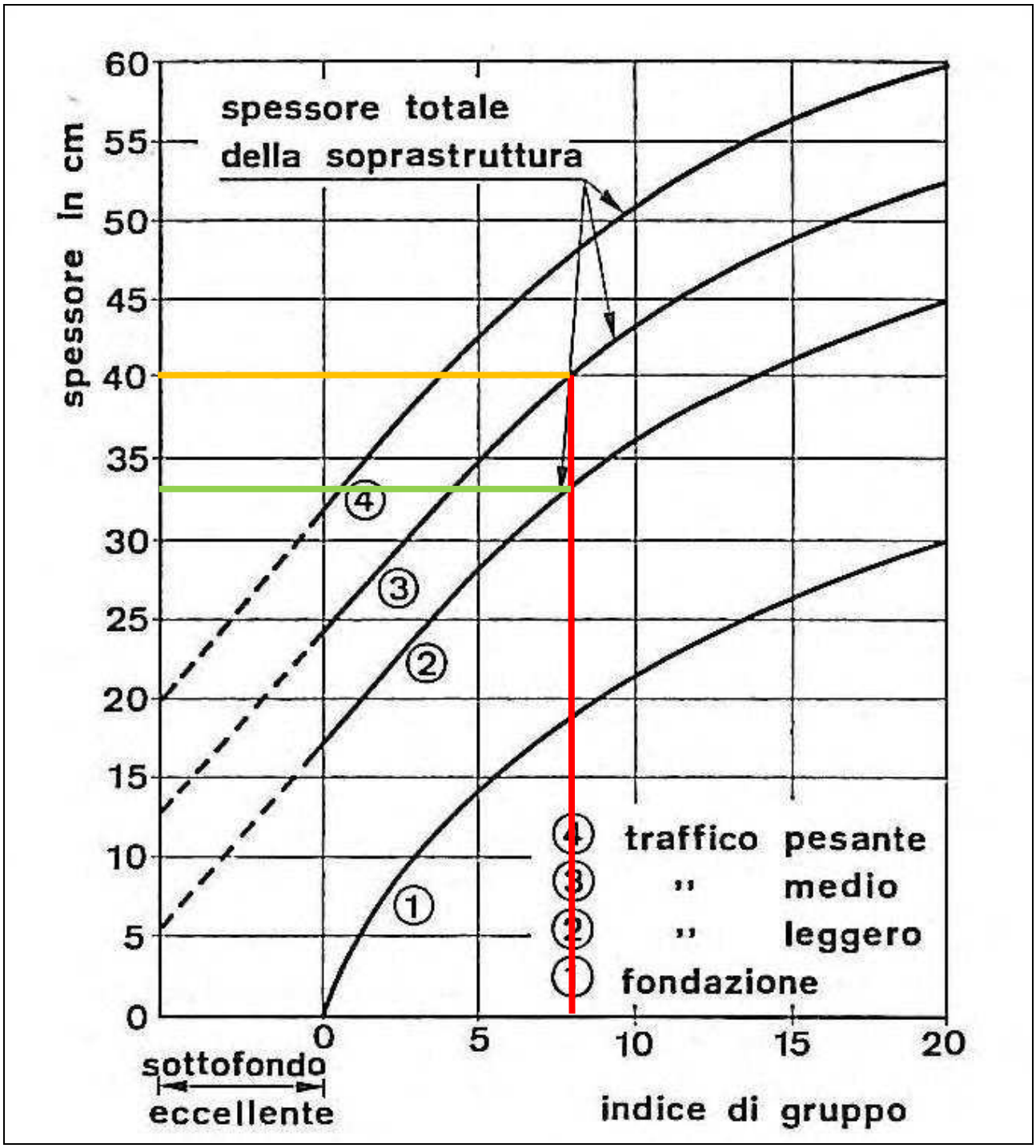
L'applicazione del diagramma di Steele si basa sui seguenti dati:

- carico su ruota singola ≈ 4100 kg_p (9000 libbre);
- sottofondo compattato al 95% della densità massima A.A.S.H.O.;
- fondazione compattata al 100%;
- piano di posa al di sopra del livello di falda;
- sottofondo drenato.

Lo spessore del solo strato di fondazione può ricavarsi usando la formula: $s = 11/4 * IG – 1/16\ IG^2$

4.3. Determinazione spessori principali – campioni C1 e C2 - IG = 8.0

Spessore strato di fondazione s = 11/4 * 8.0 – 1/16 * 8.0^2 = 18.00 cm
Spessore totale della soprastruttura valutato per traffico medio ≈ 40.00 cm
Spessore totale della soprastruttura valutato per traffico leggero ≈ 33.00 cm



4.4. Spessori progettuali minimi proposti

In base a quanto determinato nel paragrafo precedente, vengono indicati i seguenti spessori minimi:

A – Traffico medio:

- manto di usura in conglomerato bituminoso	spessore reso cm. 3
- strato di collegamento (bynder)	spessore reso cm. 7
- strato di fondazione in misto stabilizzato 1"	spessore reso cm. 10
- strato di fondazione in misto stabilizzato 2"	spessore reso cm. 20
- strato di fondazione in sabbia A3/A2-4	spessore reso cm. 20
	spessore totale cm 60

B – Traffico leggero:

- manto di usura in conglomerato bituminoso	spessore reso cm. 3
- strato di collegamento (bynder)	spessore reso cm. 7
- strato di fondazione in misto stabilizzato 1"	spessore reso cm. 10
- strato di fondazione in misto stabilizzato 2"	spessore reso cm. 15
- strato di fondazione in sabbia A3/A2-4	spessore reso cm. 20
	spessore totale cm 55

4.5. Note conclusive

A parere dello scrivente è possibile che le caratteristiche dei terreni campionati siano risultate relativamente buone, tali da consentire un pacchetto stradale di ridotte dimensioni, a causa della presenza del paleoalveo indicato in corrispondenza di via Pioppa, il quale potrebbe avere influenzato la granulometria dei terreni campionati. Spingendosi verso est, all'interno dell'area, non si esclude un aumento della frazione fine limoso-argillosa, con conseguente aumento del valore dell'Indice di Gruppo e quindi degli spessori della sovrastruttura stradale.

Nella fase di studio integrativa alla presente, sarà quindi necessario prelevare campioni alla base della futura sovrastruttura stradale, internamente all'area, a profondità da valutare in relazione alle quote di lottizzazione. In base alle analisi di laboratorio su tali campioni e alle quote di progetto, dovrà essere verificato il pacchetto preliminare precedentemente indicato e dovranno essere fornite tutte le informazioni/prescrizioni necessarie al progetto e alla buona esecuzione dei lavori. In particolare dovranno essere prescritte le caratteristiche e le tipologie dei materiali, le modalità di controllo degli stessi in entrata, le modalità di lavorazione, le sezioni tipo, i controlli in corso d'opera, le modalità di allontanamento delle acque meteoriche in fase esecutiva e in fase di esercizio e tutto quanto necessario alla buona esecuzione dei lavori e alla durata del tratto stradale nel tempo.

- Allegato 1 -

CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE CON PUNTA ELETTRICA E PIEZOCONO SISMICO

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI FERRARA

Sig.ra Mima MARCHETTI

Via Ercole I d'Este civ. 70

44121 - Ferrara

COMUNE DI FERRARA

PROPOSTA DI INTERVENTO PER LA FORMAZIONE DEL POC

DI AREA DI TERRENO SITA IN FERRARA

LOCALITA' PONTEGRADELLA

ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.

CERTIFICATI E PLANIMETRIE

Ditta esecutrice

Pergeo s.r.l. - Via dell'Artigianato civ. 2

Ro - Ferrara

Responsabile interno

Dr. Geol. Emanuele Stevanin

Elaborazione dati

Dr. Geol. Emma Biondani

Data

29 ottobre 2012

Rif.: 148/12-S

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 24/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 1
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
0,020	1,871	0,094	0,007	0,920	0,910	2,020	10,159	0,421	0,581	1,182	5,710
0,040	3,216	0,109	-0,011	1,878	2,170	2,040	9,725	0,446	0,574	1,192	2,180
0,060	3,433	0,125	-0,011	1,735	2,380	2,060	9,644	0,453	0,693	1,184	2,220
0,080	3,216	0,143	-0,011	1,683	2,230	2,080	9,862	0,446	0,749	1,174	2,290
0,100	3,216	0,156	-0,017	1,581	2,280	2,100	9,862	0,456	0,724	1,188	2,310
0,120	4,084	0,144	-0,005	1,522	2,280	2,120	9,753	0,457	0,668	1,202	2,270
0,140	4,626	0,160	-0,017	1,512	2,290	2,140	9,753	0,457	0,599	1,214	2,290
0,160	5,169	0,190	-0,024	1,534	2,220	2,160	9,427	0,465	0,574	1,180	2,290
0,180	6,688	0,237	-0,005	1,486	2,190	2,180	9,210	0,465	0,581	1,190	2,220
0,200	8,641	0,263	0,007	1,518	2,220	2,200	8,451	0,482	0,693	1,186	2,220
0,220	9,523	0,287	-0,005	1,355	2,220	2,220	7,908	0,473	0,892	1,180	2,250
0,240	10,500	0,325	0,001	1,519	2,190	2,240	7,880	0,440	0,967	1,206	2,240
0,260	11,491	0,369	-0,011	1,349	2,280	2,260	7,989	0,428	1,060	1,198	2,280
0,280	11,491	0,406	-0,017	1,379	2,290	2,280	8,423	0,394	1,172	1,198	2,280
0,300	11,288	0,456	-0,042	1,363	2,320	2,300	8,965	0,355	1,185	1,202	2,320
0,320	11,316	0,515	-0,067	1,325	2,320	2,320	9,182	0,346	1,172	1,206	2,360
0,340	11,127	0,553	-0,074	1,310	2,320	2,340	8,965	0,345	1,154	1,218	2,350
0,360	11,141	0,571	-0,080	1,245	2,290	2,360	8,965	0,344	1,054	1,218	2,310
0,380	10,612	0,597	-0,086	1,279	2,240	2,380	8,531	0,366	1,017	1,219	2,290
0,400	11,089	0,602	-0,080	1,355	2,190	2,400	8,314	0,398	1,010	1,215	2,250
0,420	11,225	0,591	-0,067	1,335	2,200	2,420	8,206	0,402	0,986	1,206	2,220
0,440	11,348	0,570	-0,067	1,346	2,240	2,440	7,989	0,403	0,979	1,204	2,250
0,460	11,498	0,549	-0,080	1,253	2,270	2,460	7,663	0,408	0,979	1,213	2,240
0,480	11,744	0,528	-0,098	1,320	2,280	2,480	7,663	0,387	0,998	1,206	2,320
0,500	11,894	0,549	-0,111	1,333	2,320	2,500	7,229	0,362	0,948	1,206	2,280
0,520	12,234	0,546	-0,117	1,301	2,390	2,520	7,012	0,330	0,961	1,223	2,360
0,540	13,238	0,546	-0,123	1,323	2,240	2,540	6,795	0,294	1,004	1,221	2,390
0,560	13,932	0,553	-0,130	1,301	2,290	2,560	7,012	0,270	1,023	1,211	2,280
0,580	14,611	0,576	-0,123	1,295	2,220	2,580	6,795	0,275	1,017	1,209	2,280
0,600	15,847	0,606	-0,111	1,329	2,350	2,600	6,687	0,255	1,010	1,221	2,230
0,620	16,526	0,641	-0,105	1,295	2,220	2,620	6,253	0,255	0,898	1,209	2,400
0,640	18,168	0,644	-0,111	1,298	2,250	2,640	5,927	0,244	0,917	1,216	2,200
0,660	19,946	0,680	-0,111	1,311	2,350	2,660	5,601	0,229	0,986	1,229	2,320
0,680	22,470	0,736	-0,105	1,304	2,310	2,680	5,493	0,213	1,017	1,234	2,350
0,700	25,970	0,744	-0,098	1,311	2,330	2,700	5,059	0,210	1,048	1,244	2,360
0,720	27,734	0,769	-0,111	1,320	2,380	2,720	5,059	0,192	1,085	1,234	2,350
0,740	29,810	0,763	-0,111	1,338	2,330	2,740	4,979	0,173	1,116	1,213	2,380
0,760	31,452	0,703	-0,111	1,353	2,280	2,760	4,979	0,158	1,179	1,216	2,380
0,780	33,556	0,771	-0,105	1,349	2,290	2,780	5,521	0,142	1,260	1,237	2,330
0,800	38,127	0,801	-0,105	1,353	2,290	2,800	7,474	0,139	1,440	1,228	2,290
0,820	42,590	0,866	-0,105	1,362	2,250	2,820	10,187	0,157	1,689	1,234	2,310
0,840	46,525	0,918	-0,098	1,362	2,240	2,840	14,542	0,161	0,500	1,211	2,290
0,860	52,507	0,912	-0,098	1,362	2,290	2,860	18,014	0,232	0,107	1,236	2,290
0,880	55,776	0,943	-0,092	1,381	2,360	2,880	19,642	0,277	-0,024	1,229	2,320
0,900	54,380	0,951	-0,092	1,389	2,380	2,900	19,425	0,319	-0,086	1,210	2,420
0,920	51,450	0,968	-0,092	1,395	2,290	2,920	18,122	0,351	-0,117	1,208	2,390
0,940	48,860	0,955	-0,098	1,386	2,430	2,940	17,377	0,311	-0,123	1,193	2,360
0,960	46,906	0,911	-0,098	1,387	2,330	2,960	18,028	0,324	-0,123	1,201	2,450
0,980	45,387	0,869	-0,098	1,394	2,320	2,980	17,933	0,394	-0,123	1,201	2,380
1,000	44,330	0,820	-0,098	1,395	2,310	3,000	16,089	0,438	-0,092	1,193	2,350
1,020	41,165	0,716	-0,242	1,221	1,650	3,020	15,540	0,245	-0,148	1,205	2,110
1,040	41,382	0,636	-0,236	1,213	2,180	3,040	13,709	0,238	-0,161	1,222	2,190
1,060	39,537	0,621	-0,242	1,220	2,220	3,060	13,261	0,277	-0,161	1,205	2,250
1,080	36,065	0,608	-0,242	1,225	2,280	3,080	14,903	0,404	-0,130	1,210	2,290
1,100	32,158	0,653	-0,242	1,204	2,310	3,100	18,809	0,483	-0,098	1,220	2,280
1,120	29,771	0,727	-0,242	1,225	2,280	3,120	20,654	0,466	-0,136	1,203	2,280
1,140	28,021	0,857	-0,248	1,214	2,280	3,140	19,555	0,457	-0,161	1,189	2,290
1,160	27,695	1,026	-0,242	1,233	2,250	3,160	17,927	0,409	-0,186	1,193	2,310
1,180	28,347	1,065	-0,248	1,222	2,240	3,180	18,144	0,357	-0,192	1,191	2,270
1,200	28,347	1,058	-0,242	1,225	2,170	3,200	20,749	0,319	-0,186	1,182	2,180
1,220	28,861	1,000	-0,242	1,222	2,240	3,220	21,834	0,331	-0,186	1,194	2,240
1,240	29,187	0,909	-0,242	1,217	2,180	3,240	22,051	0,277	-0,192	1,174	2,240
1,260	29,390	0,795	-0,242	1,215	2,310	3,260	22,702	0,256	-0,192	1,148	2,220
1,280	29,498	0,661	-0,242	1,217	2,250	3,280	24,872	0,296	-0,186	1,182	2,290
1,300	29,918	0,539	-0,236	1,220	2,270	3,300	26,066	0,287	-0,192	1,182	2,310
1,320	29,904	0,481	-0,236	1,221	2,350	3,320	22,051	0,302	-0,211	1,160	2,310
1,340	28,927	0,456	-0,236	1,217	2,360	3,340	18,253	0,331	-0,223	1,156	2,330
1,360	26,960	0,445	-0,236	1,217	2,280	3,360	16,517	0,346	-0,223	1,182	2,330
1,380	25,875	0,451	-0,236	1,190	2,290	3,380	16,625	0,353	-0,223	1,154	2,310
1,400	25,196	0,476	-0,229	1,199	2,220	3,400	19,121	0,447	0,120	1,173	2,230
1,420	23,880	0,555	-0,236	1,193	2,240	3,420	23,895	0,363	0,082	1,148	2,240
1,440	20,407	0,617	-0,242	1,197	2,150	3,440	27,476	0,392	0,057	1,172	2,270
1,460	17,261	0,698	-0,248	1,184	2,270	3,460	30,731	0,424	0,032	1,153	2,230
1,480	15,076	0,771	-0,236	1,172	2,350	3,480	30,840	0,449	-0,017	1,172	2,270
1,500	13,883	0,851	-0,036	1,191	2,270	3,500	30,406	0,419	-0,036	1,171	2,280
1,520	13,652	0,869	0,238	1,185	2,320	3,520	29,198	0,389	-0,042	1,195	2,350
1,540	13,435	0,867	0,599	1,168	2,350	3,540	27,245	0,333	-0,049	1,170	2,390
1,560	13,732	0,793	0,599	1,183	2,290	3,560	25,509	0,240	-0,049	1,144	2,280
1,580	14,057	0,751	0,593	1,176	2,240	3,580	24,641	0,223	-0,049	1,153	2,320
1,600	13,826	0,737	0,587	1,166	2,190	3,600	24,315	0,249	-0,067	1,170	2,240
1,620	14,043	0,731	0,624	1,168	2,380	3,620	24,098	0,290	-0,092	1,144	2,310
1,640	12,741	0,698	0,506	1,135	2,220	3,640	24,315	0,340	-0,111	1,151	2,280
1,660	11,968	0,708	0,674	1,175	2,290	3,660	25,617	0,383	-0,123	1,153	2,240
1,680	11,534	0,676	0,699	1,168	2,320	3,680	28,005	0,392	-0,130	1,137	2,350
1,700	11,194	0,682	0,736	1,164	2,350	3,700	31,586	0,409	-0,136	1,145	2,280
1,720	11,520	0,656	0,867	1,143	2,380	3,720	33,213	0,438	-0,148	1,143	2,360
1,740	11,628	0,607	1,004	1,143	2,330	3,740	33,430	0,464	-0,155	1,134	2,430
1,760	12,388	0,530	1,023	1,176	2,360	3,760	32,562	0,490	-0,161	1,143	2,310
1,780	11,628	0,531	0,954	1,143	2,320	3,780	31,340	0,475	-0,161	1,134	2,310
1,800	10,963	0,519	1,004	1,153	2,270	3,800	30,717	0,394	-0,161	1,134	2,320
1,820	11,289	0,482	0,998	1,166	2,280	3,820	30,255	0,344	-0,167	1,134	2,330
1,840	11,831	0,489	1,004	1,143	2,310	3,840	29,849	0,312	-0,167	1,134	2,250
1,860	13,133	0,506	1,023	1,164	2,310	3,860	29,198	0,275	-0,167	1,143	2,290
1,880	13,133	0,507	0,973	1,148	2,330	3,880	28,953	0,231	-0,167	1,142	2,330
1,900	12,374	0,504	0,861	1,178	2,450	3,900	28,411	0,220	-0,167	1,134	2,390
1,920	11,289	0,501	0,811	1,157	2,400	3,920	27,760	0,203	0,377	1,126	2,400
1,940	10,420	0,495	0,792	1,160	2,390	3,940	26,783	0,164	0,888	1,126	2,360
1,960	9,769	0,495	0,799	1,180	2,400	3,960	26,023	0,142	0,990	1,134	2,460
1,980	9,769	0,470	0,799	1,168	2,390	3,980	26,240	0,143	1,194	1,142	2,350
2,000	9,552	0,457	0,786	1,184	2,330	4,000	26,674	0,163	1,194	1,126	2,380

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 24/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 1

RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
4,020	26,536	0,178	1,237	1,126	7,140	6,020	4,877	0,204	1,334	1,416	2,350
4,040	27,946	0,214	1,243	1,142	2,220	6,040	5,659	0,217	1,509	1,455	1,650
4,060	29,357	0,249	1,250	1,126	2,230	6,060	5,550	0,241	1,540	1,455	2,180
4,080	31,975	0,308	1,256	1,134	2,220	6,080	5,333	0,249	1,565	1,459	2,240
4,100	33,494	0,353	1,262	1,143	2,280	6,100	5,333	0,254	1,602	1,478	2,290
4,120	32,843	0,373	1,275	1,134	2,320	6,120	5,442	0,260	1,633	1,464	2,250
4,140	29,805	0,417	1,281	1,151	2,310	6,140	5,578	0,264	1,671	1,468	2,310
4,160	25,356	0,415	1,281	1,168	2,250	6,160	5,659	0,259	1,721	1,464	2,310
4,180	19,171	0,450	1,287	1,143	2,280	6,180	5,876	0,242	1,764	1,477	2,320
4,200	15,481	0,398	1,293	1,168	2,230	6,200	5,984	0,228	1,783	1,470	2,230
4,220	13,514	0,439	1,287	1,143	2,220	6,220	6,229	0,223	1,808	1,491	2,200
4,240	12,104	0,503	1,275	1,151	2,240	6,240	6,338	0,231	1,864	1,491	2,240
4,260	12,646	0,556	1,200	1,170	2,200	6,260	6,338	0,235	1,895	1,486	2,250
4,280	16,987	0,553	1,169	1,144	2,290	6,280	6,663	0,241	1,932	1,496	2,230
4,300	22,738	0,528	1,162	1,144	2,270	6,300	7,206	0,260	1,957	1,505	2,310
4,320	24,908	0,472	1,169	1,135	2,270	6,320	7,206	0,281	1,957	1,524	2,320
4,340	25,219	0,428	1,169	1,128	2,380	6,340	7,206	0,295	1,957	1,505	2,330
4,360	23,700	0,444	1,175	1,146	2,330	6,360	7,314	0,304	1,982	1,505	2,290
4,380	20,770	0,400	1,181	1,136	2,290	6,380	7,531	0,306	1,957	1,510	2,330
4,400	16,756	0,348	1,187	1,146	2,280	6,400	7,965	0,334	1,920	1,533	2,320
4,420	12,958	0,270	1,194	1,153	2,250	6,420	8,074	0,367	1,876	1,510	2,230
4,440	10,122	0,282	1,206	1,155	2,240	6,440	8,074	0,397	1,851	1,528	2,190
4,460	7,952	0,343	1,206	1,139	2,200	6,460	7,965	0,419	1,833	1,533	2,250
4,480	6,758	0,385	1,156	1,139	2,250	6,480	7,965	0,443	1,795	1,534	2,250
4,500	6,433	0,352	1,211	1,139	2,350	6,500	7,748	0,468	1,764	1,555	2,270
4,520	6,107	0,308	0,219	1,145	2,290	6,520	7,748	0,485	1,752	1,559	2,310
4,540	5,890	0,274	0,387	1,149	2,320	6,540	7,423	0,474	1,739	1,548	2,350
4,560	5,890	0,225	0,606	1,153	2,360	6,560	7,097	0,455	1,708	1,576	2,420
4,580	5,782	0,207	0,668	1,144	2,290	6,580	6,772	0,436	1,652	1,579	2,270
4,600	5,239	0,201	0,674	1,152	2,250	6,600	6,555	0,428	1,640	1,583	2,310
4,620	5,890	0,196	0,761	1,157	2,220	6,620	6,555	0,414	1,627	1,591	2,250
4,640	9,905	0,209	1,079	1,166	2,390	6,640	6,338	0,402	1,596	1,596	2,330
4,660	15,765	0,231	0,979	1,160	2,220	6,660	6,093	0,418	1,577	1,603	2,280
4,680	16,633	0,243	0,599	1,170	2,270	6,680	5,904	0,436	1,577	1,601	2,250
4,700	15,005	0,236	0,518	1,203	2,330	6,700	5,876	0,435	1,577	1,613	2,360
4,720	16,307	0,215	0,506	1,185	2,360	6,720	5,659	0,429	1,584	1,601	2,290
4,740	18,926	0,284	0,986	1,198	2,390	6,740	5,550	0,418	1,571	1,641	2,360
4,760	18,926	0,240	0,699	1,194	2,320	6,760	5,659	0,409	1,577	1,606	2,430
4,780	15,345	0,240	0,593	1,201	2,380	6,780	5,984	0,404	1,596	1,628	2,330
4,800	12,524	0,234	0,543	1,193	2,330	6,800	5,876	0,402	1,627	1,623	2,320
4,820	11,344	0,281	0,524	1,215	2,290	6,820	5,550	0,389	1,590	1,641	2,320
4,840	10,259	0,331	0,506	1,206	2,290	6,840	5,550	0,368	1,503	1,636	2,330
4,860	8,848	0,368	0,500	1,211	2,320	6,860	5,550	0,353	1,446	1,633	2,270
4,880	7,980	0,334	0,431	1,206	2,330	6,880	5,333	0,359	1,440	1,647	2,290
4,900	9,405	0,377	0,487	1,216	2,290	6,900	5,116	0,354	1,459	1,647	2,330
4,920	12,009	0,362	0,537	1,221	2,460	6,920	5,319	0,339	1,490	1,652	2,400
4,940	12,552	0,351	0,456	1,228	2,380	6,940	5,333	0,327	1,509	1,652	2,390
4,960	11,820	0,396	0,400	1,239	2,380	6,960	5,319	0,335	1,534	1,652	2,380
4,980	9,216	0,381	0,338	1,216	2,430	6,980	5,319	0,341	1,565	1,662	2,450
5,000	6,503	0,327	0,300	1,220	2,420	7,000	5,428	0,320	1,577	1,639	2,330
5,020	5,769	0,108	1,552	1,270	2,200	7,020	5,190	0,328	1,696	1,658	1,270
5,040	3,802	0,283	0,032	1,268	2,170	7,040	4,973	0,338	1,665	1,665	2,150
5,060	3,260	0,301	0,076	1,225	2,220	7,060	5,082	0,352	1,702	1,653	2,240
5,080	2,948	0,280	0,151	1,235	2,250	7,080	5,190	0,362	1,795	1,658	2,250
5,100	2,934	0,258	0,282	1,270	2,310	7,100	5,082	0,360	1,758	1,672	2,270
5,120	3,274	0,229	0,444	1,258	2,270	7,120	5,190	0,343	1,739	1,692	2,270
5,140	3,368	0,195	0,581	1,239	2,280	7,140	4,945	0,342	1,714	1,691	2,310
5,160	3,368	0,151	0,693	1,249	2,280	7,160	4,539	0,334	1,689	1,713	2,310
5,180	3,802	0,114	0,842	1,262	2,320	7,180	4,403	0,316	1,708	1,674	2,290
5,200	4,562	0,108	1,141	1,280	2,220	7,200	4,511	0,281	1,714	1,713	2,220
5,220	5,769	0,108	1,552	1,270	2,200	7,220	4,945	0,269	1,733	1,719	2,220
5,240	6,732	0,123	1,770	1,291	2,240	7,240	5,271	0,261	1,770	1,729	2,190
5,260	7,709	0,157	1,988	1,294	2,240	7,260	5,596	0,258	1,820	1,747	2,230
5,280	8,251	0,197	2,150	1,291	2,220	7,280	6,030	0,234	1,839	1,770	2,190
5,300	8,251	0,246	2,144	1,291	2,290	7,300	6,681	0,237	1,895	1,778	2,320
5,320	7,940	0,302	2,126	1,275	2,330	7,320	7,875	0,234	2,026	1,794	2,270
5,340	7,072	0,359	2,063	1,292	2,320	7,340	10,371	0,239	2,231	1,790	2,270
5,360	5,986	0,420	1,970	1,294	2,320	7,360	11,781	0,256	2,306	1,778	2,350
5,380	5,335	0,449	1,820	1,301	2,330	7,380	11,456	0,306	1,820	1,790	2,330
5,400	4,576	0,478	1,739	1,294	2,320	7,400	10,588	0,383	0,792	1,795	2,310
5,420	4,033	0,484	1,702	1,312	2,280	7,420	9,069	0,509	0,456	1,809	2,230
5,440	3,816	0,447	1,683	1,324	2,180	7,440	7,549	0,588	0,363	1,813	2,220
5,460	3,816	0,404	1,721	1,311	2,240	7,460	7,007	0,638	0,300	1,824	2,270
5,480	4,033	0,335	1,739	1,304	2,240	7,480	6,247	0,685	0,325	1,824	2,180
5,500	4,576	0,285	1,752	1,312	2,280	7,500	5,813	0,697	0,394	1,836	2,240
5,520	4,576	0,244	1,733	1,328	2,310	7,520	5,813	0,653	0,450	1,841	2,320
5,540	4,576	0,215	1,721	1,336	2,350	7,540	5,813	0,591	0,500	1,864	2,290
5,560	4,576	0,200	1,689	1,343	2,380	7,560	5,813	0,535	0,500	1,871	2,350
5,580	4,576	0,190	1,658	1,339	2,280	7,580	6,030	0,479	0,506	1,871	2,270
5,600	4,576	0,184	1,633	1,342	2,320	7,600	5,813	0,452	0,512	1,870	2,290
5,620	4,684	0,188	1,621	1,364	2,240	7,620	5,691	0,434	0,512	1,870	2,280
5,640	5,010	0,201	1,602	1,368	2,330	7,640	5,582	0,424	0,518	1,888	2,220
5,660	4,807	0,204	1,577	1,349	2,250	7,660	5,474	0,434	0,518	1,888	2,350
5,680	4,156	0,207	1,353	1,353	2,250	7,680	5,582	0,431	0,524	1,881	2,230
5,700	4,047	0,214	1,341	1,364	2,330	7,700	5,243	0,429	0,531	1,893	2,270
5,720	4,047	0,220	1,347	1,375	2,320	7,720	5,026	0,416	0,549	1,887	2,270
5,740	4,373	0,191	1,359	1,371	2,360	7,740	4,917	0,385	0,562	1,912	2,380
5,760	4,156	0,195	1,359	1,371	2,400	7,760	5,026	0,360	0,562	1,887	2,400
5,780	4,075	0,192	1,347	1,379	2,380	7,780	4,917	0,334	0,556	1,899	2,320
5,800	4,075	0,195	1,334	1,379	2,270	7,800	4,591	0,331	0,630	1,928	2,290
5,820	4,401	0,192	1,328	1,367	2,330	7,820	4,794	0,297	0,662	1,910	2,310
5,840	4,401	0,197	1,341	1,368	2,330	7,840	4,903	0,273	0,711	1,934	2,310
5,860	4,632	0,179	1,347	1,375	2,290	7,860	4,903	0,256	0,755	1,921	2,250
5,880	4,632	0,195	1,341	1,387	2,290	7,880	4,903	0,246	0,786	1,934	2,290
5,900	4,741	0,192	1,341	1,387	2,320	7,900	4,360	0,240	0,780	1,915	2,320
5,920	4,863	0,198	1,328	1,387	2,420	7,920	4,035	0,211	0,799	1,915	2,320
5,940	4,755	0,196	1,328	1,395	2,380	7,940	4,035	0,184	0,811	1,938	2,420
5,960	4,755	0,192	1,328	1,402	2,360	7,960	4,252	0,177	0,861	1,950	2,350
5,980	4,863	0,191	1,328	1,408	2,450	7,980	5,120	0,169	0,992	1,950	2,390
6,000	4,877	0,205	1,328	1,409	2,360	8,000	5,771	0,148	1,048	1,943	2,360

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 24/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 1
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
8,020	6,916	0,154	1,098	1,992	3,410	10,020	25,618	0,334	0,250	2,149	5,470
8,040	6,916	0,212	1,035	1,997	2,150	10,040	25,510	0,313	0,194	2,142	2,110
8,060	6,591	0,237	1,085	1,986	2,240	10,060	26,486	0,363	0,182	2,161	2,120
8,080	6,591	0,239	1,110	2,004	2,190	10,080	28,657	0,425	0,182	2,148	2,200
8,100	6,591	0,264	1,123	1,979	2,190	10,100	31,044	0,457	0,182	2,190	2,220
8,120	6,265	0,281	1,123	2,004	2,290	10,120	32,238	0,449	0,182	2,149	2,200
8,140	6,157	0,272	1,191	2,027	2,290	10,140	29,850	0,321	0,157	2,149	2,230
8,160	6,482	0,241	1,253	2,027	2,270	10,160	25,618	0,249	0,126	2,160	2,250
8,180	6,916	0,228	1,272	2,050	2,280	10,180	22,255	0,197	0,113	2,172	2,320
8,200	7,350	0,211	1,297	2,045	2,280	10,200	19,650	0,246	0,107	2,153	2,220
8,220	9,195	0,218	1,347	2,074	2,220	10,220	17,575	0,311	0,101	2,153	2,220
8,240	10,389	0,224	1,353	2,068	2,180	10,240	15,079	0,315	0,101	2,165	2,200
8,260	11,148	0,222	1,359	2,068	2,230	10,260	12,909	0,346	0,113	2,153	2,180
8,280	11,691	0,227	1,334	2,068	2,190	10,280	13,994	0,371	0,219	2,147	2,230
8,300	11,799	0,192	1,347	2,068	2,270	10,300	25,930	0,406	0,668	2,170	2,160
8,320	12,993	0,214	1,366	2,080	2,250	10,320	34,922	0,442	0,599	2,170	2,250
8,340	14,078	0,256	1,316	2,099	2,280	10,340	34,922	0,393	0,549	2,165	2,250
8,360	14,295	0,248	1,266	2,098	2,330	10,360	29,497	0,352	0,487	2,177	2,240
8,380	13,318	0,222	1,228	2,080	2,310	10,380	22,009	0,265	0,419	2,171	2,330
8,400	12,125	0,199	1,191	2,115	2,280	10,400	16,556	0,273	0,387	2,189	2,310
8,420	10,606	0,194	1,172	2,104	2,290	10,420	13,192	0,348	0,369	2,189	2,250
8,440	9,412	0,221	1,235	2,110	2,220	10,440	10,045	0,430	0,375	2,176	2,230
8,460	10,931	0,272	1,347	2,134	2,230	10,460	8,092	0,454	0,524	2,193	2,190
8,480	13,427	0,303	1,366	2,117	2,180	10,480	6,667	0,460	0,942	2,182	2,220
8,500	17,116	0,349	1,241	2,129	2,230	10,500	5,148	0,435	1,453	2,176	2,150
8,520	22,759	0,351	1,029	2,123	2,290	10,520	4,823	0,355	1,864	2,182	2,240
8,540	29,269	0,360	0,830	2,129	2,240	10,540	4,931	0,300	2,101	2,193	2,290
8,560	36,323	0,371	0,792	2,152	2,310	10,560	5,474	0,254	2,294	2,205	2,250
8,580	42,725	0,366	0,724	2,135	2,350	10,580	6,002	0,224	2,381	2,193	2,280
8,600	48,259	0,379	0,680	2,152	2,250	10,600	6,111	0,199	2,275	2,205	2,290
8,620	51,514	0,306	0,693	2,135	2,220	10,620	5,785	0,173	2,312	2,199	2,270
8,640	53,901	0,210	0,730	2,152	2,180	10,640	5,785	0,158	2,344	2,204	2,240
8,660	56,289	0,203	0,780	2,141	2,360	10,660	5,568	0,153	2,331	2,198	2,180
8,680	59,096	0,216	0,842	2,152	2,180	10,680	5,134	0,146	2,381	2,229	2,360
8,700	62,243	0,227	0,904	2,146	2,230	10,700	5,026	0,143	2,400	2,234	2,190
8,720	65,606	0,246	0,967	2,141	2,310	10,720	4,809	0,134	2,499	2,234	2,250
8,740	68,645	0,269	1,029	2,122	2,290	10,740	4,809	0,129	2,568	2,216	2,280
8,760	70,489	0,275	1,079	2,129	2,310	10,760	4,577	0,120	2,630	2,234	2,330
8,780	71,249	0,271	1,116	2,129	2,320	10,780	4,591	0,112	2,661	2,234	2,380
8,800	71,126	0,278	1,141	2,129	2,320	10,800	4,483	0,110	2,674	2,240	2,320
8,820	70,475	0,288	1,154	2,129	2,250	10,820	4,374	0,109	2,724	2,245	2,290
8,840	69,499	0,304	1,147	2,135	2,250	10,840	4,374	0,110	2,761	2,245	2,310
8,860	68,603	0,315	1,160	2,129	2,250	10,860	4,049	0,114	2,842	2,251	2,270
8,880	68,277	0,325	1,185	2,129	2,250	10,880	4,374	0,110	2,973	2,245	2,200
8,900	68,155	0,334	1,210	2,118	2,280	10,900	4,483	0,107	3,004	2,251	2,270
8,920	68,046	0,336	1,235	2,111	2,250	10,920	4,483	0,112	3,023	2,281	2,310
8,940	67,829	0,333	1,260	2,105	2,400	10,940	4,483	0,115	3,029	2,281	2,280
8,960	67,489	0,328	1,278	2,100	2,330	10,960	4,606	0,118	3,010	2,293	2,400
8,980	67,381	0,321	1,297	2,100	2,330	10,980	4,606	0,122	2,991	2,299	2,360
9,000	67,041	0,316	1,303	2,118	2,390	11,000	4,497	0,124	2,998	2,311	2,390
9,020	64,696	0,300	0,649	2,130	3,500	11,020	4,774	0,140	2,954	2,364	2,750
9,040	65,130	0,288	0,662	2,123	2,180	11,040	4,666	0,153	2,917	2,358	2,110
9,060	64,371	0,296	0,668	2,114	2,120	11,060	4,557	0,160	2,942	2,364	2,180
9,080	63,177	0,298	0,680	2,119	2,160	11,080	4,557	0,167	3,029	2,382	2,230
9,100	62,526	0,311	0,693	2,119	2,220	11,100	4,557	0,162	3,091	2,394	2,180
9,120	61,969	0,315	0,718	2,125	2,240	11,120	4,557	0,166	3,141	2,412	2,190
9,140	62,078	0,306	0,743	2,114	2,220	11,140	4,557	0,165	3,191	2,400	2,280
9,160	62,186	0,304	0,774	2,107	2,240	11,160	4,557	0,157	3,222	2,412	2,250
9,180	62,403	0,299	0,805	2,120	2,280	11,180	4,666	0,156	3,259	2,400	2,250
9,200	62,512	0,297	0,836	2,096	2,220	11,200	4,774	0,152	3,334	2,429	2,220
9,220	62,186	0,294	0,861	2,096	2,190	11,220	5,100	0,149	3,428	2,429	2,270
9,240	61,630	0,290	0,892	2,096	2,150	11,240	6,293	0,156	3,677	2,447	2,220
9,260	60,328	0,288	0,911	2,097	2,200	11,260	7,053	0,162	3,913	2,459	2,120
9,280	58,483	0,292	0,923	2,096	2,220	11,280	6,619	0,175	3,533	2,453	2,240
9,300	56,190	0,291	0,929	2,085	2,160	11,300	6,171	0,187	2,873	2,465	2,180
9,320	53,803	0,291	0,936	2,096	2,250	11,320	5,737	0,204	2,829	2,459	2,250
9,340	51,171	0,288	0,929	2,103	2,270	11,340	5,194	0,227	2,823	2,471	2,230
9,360	48,349	0,286	0,929	2,087	2,240	11,360	5,317	0,229	2,699	2,465	2,270
9,380	45,297	0,278	0,923	2,085	2,270	11,380	5,303	0,250	2,805	2,507	2,320
9,400	41,716	0,264	0,898	2,091	2,250	11,400	5,642	0,259	3,016	2,495	2,290
9,420	37,796	0,251	0,873	2,087	2,250	11,420	5,954	0,262	3,197	2,489	2,270
9,440	33,672	0,230	0,842	2,087	2,220	11,440	5,845	0,261	3,340	2,507	2,270
9,460	29,101	0,214	0,805	2,075	2,160	11,460	5,737	0,239	3,178	2,518	2,180
9,480	23,458	0,219	0,749	2,075	2,220	11,480	5,845	0,227	2,873	2,524	2,190
9,500	18,236	0,265	0,693	2,093	2,190	11,500	5,737	0,237	2,985	2,530	2,170
9,520	17,151	0,348	0,699	2,097	2,220	11,520	5,411	0,230	3,079	2,524	2,240
9,540	17,774	0,454	0,718	2,115	2,280	11,540	5,411	0,222	2,929	2,548	2,310
9,560	19,835	0,538	0,736	2,108	2,280	11,560	5,194	0,234	2,668	2,536	2,240
9,580	22,208	0,603	0,693	2,107	2,330	11,580	5,194	0,244	2,674	2,530	2,290
9,600	24,162	0,492	0,624	2,109	2,220	11,600	5,303	0,254	2,773	2,536	2,330
9,620	25,775	0,375	0,630	2,108	2,250	11,620	5,845	0,253	3,016	2,560	2,230
9,640	27,945	0,353	0,649	2,108	2,200	11,640	6,930	0,236	3,309	2,578	2,240
9,660	30,658	0,342	0,668	2,102	2,250	11,660	8,341	0,235	3,614	2,566	2,160
9,680	32,923	0,411	0,637	2,102	2,240	11,680	9,535	0,244	3,664	2,572	2,380
9,700	36,721	0,459	0,587	2,119	2,200	11,700	10,077	0,273	3,589	2,590	2,160
9,720	42,146	0,497	0,556	2,124	2,250	11,720	10,403	0,315	3,440	2,608	2,250
9,740	45,836	0,506	0,543	2,107	2,270	11,740	9,955	0,380	3,403	2,625	2,310
9,760	46,025	0,485	0,531	2,090	2,290	11,760	9,738	0,420	3,147	2,602	2,320
9,780	43,746	0,454	0,518	2,096	2,360	11,780	9,412	0,466	2,456	2,619	2,330
9,800	41,033	0,449	0,512	2,077	2,290	11,800	8,652	0,543	2,113	2,631	2,320
9,820	37,452	0,423	0,500	2,072	2,250	11,820	8,001	0,625	2,686	2,625	2,320
9,840	33,857	0,378	0,481	2,077	2,250	11,840	7,459	0,662	4,019	2,655	2,280
9,860	30,711	0,361	0,468	2,090	2,290	11,860	7,784	0,616	4,044	2,637	2,230
9,880	28,432	0,350	0,462	2,096	2,200	11,880	8,110	0,573	4,063	2,655	2,280
9,900	27,238	0,352	0,456	2,083	2,270	11,900	8,327	0,539	4,026	2,685	2,250
9,920	26,356	0,372	0,456	2,096	2,280	11,920	8,313	0,510	3,926	2,643	2,270
9,940	26,248	0,419	0,456	2,101	2,290	11,940	8,096	0,456	3,720	2,667	2,250
9,960	26,356	0,439	0,450	2,112	2,380	11,960	7,662	0,399	3,558	2,673	2,400
9,980	25,799	0,436	0,437	2,089	2,310	11,980	7,105	0,361	3,185	2,679	2,330
10,000	24,497	0,441	0,419	2,112	2,390	12,000	6,780	0,380	2,910	2,673	2,330

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 24/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 1

RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
12,020	6,374	0,453	2,306	2,715	9,300	14,020	6,024	0,204	3,297	3,027	2,830
12,040	6,482	0,449	2,094	2,697	2,050	14,040	5,916	0,212	3,496	3,039	2,200
12,060	6,482	0,442	2,063	2,709	2,240	14,060	5,916	0,210	3,596	3,044	2,130
12,080	6,374	0,438	2,045	2,709	2,170	14,080	5,916	0,212	3,646	3,027	2,100
12,100	6,157	0,438	2,051	2,727	2,190	14,100	5,916	0,217	3,695	3,055	2,200
12,120	6,157	0,434	2,032	2,715	2,180	14,120	5,916	0,227	3,720	3,050	2,200
12,140	5,940	0,430	2,032	2,727	2,280	14,140	6,024	0,236	3,783	3,067	2,190
12,160	6,482	0,409	2,013	2,727	2,230	14,160	6,241	0,241	3,864	3,074	2,220
12,180	6,916	0,412	2,038	2,744	2,250	14,180	6,567	0,240	3,969	3,085	2,230
12,200	7,133	0,404	2,057	2,715	2,230	14,200	6,675	0,246	4,100	3,098	2,280
12,220	7,459	0,400	1,895	2,727	2,270	14,220	7,109	0,246	4,188	3,098	2,180
12,240	7,011	0,430	1,814	2,756	2,160	14,240	7,218	0,249	4,237	3,098	2,200
12,260	7,119	0,418	1,770	2,750	2,160	14,260	7,435	0,256	4,244	3,097	2,130
12,280	7,336	0,425	1,677	2,733	2,200	14,280	7,218	0,260	4,244	3,103	2,160
12,300	6,794	0,445	1,571	2,768	2,190	14,300	7,218	0,268	4,275	3,110	2,180
12,320	6,360	0,445	1,527	2,750	2,220	14,320	7,421	0,269	4,281	3,126	2,160
12,340	6,129	0,468	1,559	2,769	2,230	14,340	7,529	0,280	4,362	3,129	2,230
12,360	6,346	0,463	1,658	2,786	2,270	14,360	8,072	0,288	4,524	3,141	2,220
12,380	6,346	0,431	1,708	2,780	2,290	14,380	8,831	0,297	4,804	3,147	2,220
12,400	6,563	0,407	1,764	2,792	2,270	14,400	9,808	0,304	5,066	3,147	2,280
12,420	6,888	0,391	1,733	2,792	2,270	14,420	10,133	0,312	5,041	3,158	2,280
12,440	6,888	0,396	1,689	2,804	2,250	14,440	9,482	0,321	4,617	3,141	2,230
12,460	6,318	0,405	1,683	2,780	2,200	14,460	8,831	0,337	4,169	3,148	2,170
12,480	6,209	0,378	1,677	2,804	2,180	14,480	8,397	0,371	4,044	3,153	2,150
12,500	6,318	0,367	1,665	2,792	2,170	14,500	8,289	0,411	4,125	3,164	2,200
12,520	6,100	0,390	1,677	2,798	2,200	14,520	8,383	0,441	4,754	3,148	2,110
12,540	6,100	0,392	1,714	2,810	2,280	14,540	8,709	0,441	5,022	3,136	2,180
12,560	6,100	0,373	1,746	2,804	2,220	14,560	8,600	0,432	4,810	3,148	2,280
12,580	6,086	0,347	1,845	2,816	2,280	14,580	8,275	0,426	4,374	3,148	2,220
12,600	6,086	0,329	1,939	2,833	2,360	14,600	7,841	0,420	3,851	3,142	2,270
12,620	6,520	0,309	1,995	2,834	2,220	14,620	7,190	0,428	3,708	3,143	2,250
12,640	6,738	0,306	1,964	2,827	2,240	14,640	6,864	0,411	3,689	3,131	2,220
12,660	6,412	0,294	1,957	2,857	2,200	14,660	6,510	0,390	3,783	3,148	2,200
12,680	6,412	0,281	1,988	2,845	2,320	14,680	6,510	0,380	3,882	3,161	2,120
12,700	6,303	0,290	1,995	2,857	2,190	14,700	6,836	0,368	3,851	3,161	2,310
12,720	6,303	0,281	1,995	2,845	2,200	14,720	6,944	0,372	3,820	3,161	2,160
12,740	6,072	0,290	1,957	2,857	2,290	14,740	7,053	0,351	3,814	3,173	2,230
12,760	5,530	0,321	1,883	2,851	2,270	14,760	7,147	0,323	3,801	3,177	2,230
12,780	4,987	0,325	1,802	2,857	2,310	14,780	7,473	0,317	3,795	3,174	2,290
12,800	4,553	0,319	1,764	2,869	2,330	14,800	7,473	0,311	3,801	3,173	2,320
12,820	4,445	0,299	1,783	2,887	2,310	14,820	7,147	0,311	3,745	3,179	2,280
12,840	4,445	0,274	1,826	2,910	2,270	14,840	6,930	0,321	3,646	3,174	2,280
12,860	4,662	0,247	2,088	2,910	2,240	14,860	6,374	0,306	3,546	3,199	2,240
12,880	4,987	0,229	2,742	2,916	2,290	14,880	6,482	0,288	3,515	3,168	2,250
12,900	4,987	0,221	2,780	2,928	2,240	14,900	6,265	0,286	3,508	3,174	2,180
12,920	4,987	0,223	2,842	2,928	2,250	14,920	6,157	0,271	3,471	3,179	2,250
12,940	5,096	0,212	2,854	2,928	2,280	14,940	6,265	0,262	3,452	3,186	2,250
12,960	5,204	0,215	2,873	2,940	2,380	14,960	6,374	0,264	3,484	3,199	2,250
12,980	5,204	0,223	2,867	2,940	2,350	14,980	6,591	0,242	3,515	3,199	2,360
13,000	5,204	0,240	2,836	2,946	2,310	15,000	7,350	0,253	3,683	3,199	2,320
13,020	5,327	0,253	2,823	2,952	2,390	15,020	10,567	0,210	2,263	3,256	1,310
13,040	5,313	0,249	2,823	2,953	2,320	15,040	9,808	0,254	1,951	3,256	2,150
13,060	5,544	0,254	2,867	2,941	2,280	15,060	8,397	0,274	2,331	3,267	2,050
13,080	5,761	0,253	2,917	2,959	2,310	15,080	7,855	0,262	2,481	3,280	2,060
13,100	6,213	0,252	3,266	2,977	2,120	15,100	7,421	0,255	2,530	3,292	2,150
13,120	6,430	0,269	3,347	2,988	2,220	15,120	7,204	0,248	2,724	3,292	2,100
13,140	7,407	0,278	3,546	2,989	2,200	15,140	7,421	0,240	3,091	3,310	2,100
13,160	8,275	0,288	3,770	2,989	2,220	15,160	7,421	0,240	3,266	3,293	2,180
13,180	9,251	0,301	3,888	2,989	2,250	15,180	7,746	0,225	3,347	3,305	2,190
13,200	10,228	0,325	4,032	2,995	2,280	15,200	7,746	0,236	3,278	3,310	2,190
13,220	10,553	0,353	4,107	2,990	2,200	15,220	7,855	0,231	3,409	3,299	2,150
13,240	10,553	0,376	3,347	2,971	2,170	15,240	7,746	0,221	3,365	3,305	2,150
13,260	10,119	0,422	4,617	2,960	2,160	15,260	7,638	0,229	3,290	3,310	2,120
13,280	10,553	0,449	4,711	2,972	2,160	15,280	7,204	0,237	3,328	3,318	2,090
13,300	10,228	0,487	4,723	2,966	2,180	15,300	7,515	0,228	3,446	3,318	2,170
13,320	9,794	0,518	4,829	2,954	2,150	15,320	7,624	0,221	3,552	3,342	2,110
13,340	9,577	0,523	4,511	2,960	2,250	15,340	7,841	0,224	3,558	3,336	2,180
13,360	9,034	0,541	4,586	2,943	2,230	15,360	7,190	0,223	3,527	3,331	2,170
13,380	8,789	0,534	4,867	2,925	2,220	15,380	7,407	0,215	3,533	3,325	2,190
13,400	8,898	0,487	4,854	2,937	2,310	15,400	7,190	0,227	3,527	3,362	2,280
13,420	9,440	0,478	5,072	2,937	2,270	15,420	7,081	0,229	3,571	3,343	2,250
13,440	9,440	0,461	4,779	2,938	2,240	15,440	6,972	0,235	3,571	3,368	2,200
13,460	9,332	0,440	4,723	2,939	2,190	15,460	6,864	0,243	3,589	3,378	2,220
13,480	8,992	0,434	4,518	2,945	2,170	15,480	6,647	0,240	3,621	3,385	2,170
13,500	8,558	0,417	4,499	2,951	2,200	15,500	6,972	0,230	3,646	3,374	2,130
13,520	8,124	0,405	4,343	2,945	2,150	15,520	6,647	0,232	3,639	3,374	2,150
13,540	7,567	0,400	4,069	2,951	2,200	15,540	6,619	0,227	3,689	3,381	2,180
13,560	7,025	0,398	3,826	2,934	2,250	15,560	6,836	0,228	3,727	3,381	2,270
13,580	6,482	0,398	3,596	2,969	2,280	15,580	7,053	0,230	3,776	3,398	2,200
13,600	6,482	0,388	3,010	2,958	2,280	15,600	7,378	0,228	3,795	3,411	2,270
13,620	6,157	0,396	3,384	2,963	2,250	15,620	7,378	0,239	3,764	3,417	2,310
13,640	5,926	0,381	3,440	2,958	2,230	15,640	6,944	0,255	3,720	3,423	2,200
13,660	5,817	0,367	3,459	2,964	2,220	15,660	6,836	0,264	3,745	3,402	2,200
13,680	5,817	0,343	3,452	2,970	2,170	15,680	6,619	0,256	3,864	3,434	2,120
13,700	5,709	0,321	3,459	2,947	2,290	15,700	6,510	0,254	4,007	3,429	2,290
13,720	5,803	0,297	3,446	2,966	2,170	15,720	6,619	0,237	4,069	3,436	2,120
13,740	5,803	0,281	3,465	2,966	2,230	15,740	6,510	0,235	4,050	3,437	2,200
13,760	5,912	0,255	3,515	2,977	2,250	15,760	6,510	0,227	4,032	3,437	2,250
13,780	6,129	0,246	3,546	2,977	2,320	15,780	6,402	0,228	4,013	3,450	2,230
13,800	6,237	0,243	3,540	2,960	2,350	15,800	6,293	0,228	4,044	3,450	2,310
13,820	5,775	0,243	3,421	2,983	2,280	15,820	6,496	0,227	4,100	3,461	2,230
13,840	5,558	0,246	3,390	2,960	2,270	15,840	6,822	0,236	4,200	3,466	2,270
13,860	5,232	0,239	3,409	2,983	2,250	15,860	7,147	0,235	4,268	3,450	2,230
13,880	5,124	0,214	3,452	2,979	2,250	15,880	7,364	0,247	4,275	3,467	2,190
13,900	5,232	0,193	3,471	2,983	2,200	15,900	7,147	0,254	4,225	3,494	2,220
13,920	5,124	0,187	3,477	2,989	2,240	15,920	7,364	0,256	4,250	3,480	2,240
13,940	5,124	0,186	3,465	2,979	2,240	15,940	7,473	0,267	4,256	3,480	2,200
13,960	5,232	0,179	3,471	3,008	2,270	15,960	7,581	0,279	4,325	3,474	2,220
13,980	5,341	0,175	3,540	2,979	2,350	15,980	7,798	0,288	4,406	3,495	2,360
14,000	5,558	0,173	3,589	3,015	2,310	16,000	8,124	0,304	4,474	3,469	2,310

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 24/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 1
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
16,020	8,180	0,297	4,935	3,521	4,650	18,020	20,350	0,334	0,923	3,975	2,180
16,040	7,855	0,311	4,711	3,516	2,110	18,040	19,699	0,290	0,842	4,029	2,280
16,060	7,855	0,317	4,624	3,521	2,070	18,060	19,807	0,283	0,892	4,053	2,130
16,080	7,855	0,326	4,480	3,514	2,110	18,080	19,807	0,340	0,898	4,084	2,180
16,100	7,746	0,348	4,449	3,514	2,110	18,100	16,118	0,321	0,799	4,132	2,180
16,120	7,746	0,355	4,536	3,501	2,090	18,120	15,792	0,310	0,836	4,156	2,160
16,140	7,855	0,365	4,673	3,514	2,090	18,140	20,532	0,358	0,861	4,263	1,520
16,160	8,180	0,367	4,792	3,521	2,190	18,160	17,603	0,380	0,524	4,277	2,050
16,180	8,397	0,355	4,904	3,526	2,160	18,180	16,300	0,393	0,506	4,307	2,130
16,200	8,397	0,353	4,972	3,525	2,160	18,200	14,130	0,388	0,612	4,330	2,120
16,220	9,902	0,354	5,284	3,526	2,120	18,220	14,022	0,353	0,718	4,337	2,110
16,240	11,204	0,343	5,234	3,532	2,160	18,240	14,022	0,350	0,992	4,378	2,080
16,260	9,251	0,354	5,627	3,526	2,070	18,260	14,130	0,346	1,459	4,385	2,110
16,280	8,383	0,374	7,122	3,532	2,050	18,280	13,588	0,346	1,696	4,433	2,060
16,300	8,709	0,361	6,848	3,526	2,150	18,300	13,045	0,322	1,795	4,445	1,990
16,320	8,817	0,356	7,072	3,537	2,090	18,320	12,937	0,288	2,213	4,481	2,070
16,340	8,817	0,351	6,866	3,546	2,120	18,340	13,371	0,247	2,935	4,493	2,070
16,360	8,355	0,349	6,530	3,553	2,160	18,360	12,828	0,249	2,960	4,523	2,070
16,380	8,138	0,351	6,542	3,566	2,160	18,380	12,055	0,252	3,128	4,547	2,110
16,400	8,029	0,329	6,623	3,566	2,230	18,400	12,055	0,249	3,565	4,579	2,120
16,420	8,029	0,304	6,418	3,571	2,190	18,420	12,272	0,252	3,808	4,601	2,170
16,440	7,812	0,298	6,281	3,564	2,180	18,440	12,489	0,269	4,163	4,620	2,130
16,460	7,812	0,291	5,944	3,580	2,180	18,460	12,489	0,277	4,455	4,632	2,130
16,480	8,124	0,279	5,907	3,593	2,120	18,480	13,248	0,272	4,505	4,656	2,150
16,500	8,232	0,278	5,589	3,583	2,110	18,500	13,465	0,303	4,511	4,662	2,060
16,520	8,232	0,273	5,290	3,583	2,150	18,520	14,102	0,325	4,636	4,682	2,060
16,540	8,558	0,281	5,184	3,592	2,150	18,540	14,753	0,359	4,792	4,704	2,070
16,560	8,558	0,304	5,215	3,592	2,230	18,560	15,296	0,402	4,842	4,694	2,080
16,580	8,667	0,312	5,371	3,576	2,200	18,580	15,296	0,450	4,773	4,724	2,150
16,600	8,775	0,318	4,649	3,587	2,240	18,600	15,187	0,516	4,599	4,735	2,110
16,620	8,884	0,317	3,839	3,592	2,270	18,620	14,645	0,571	4,412	4,737	2,170
16,640	8,775	0,328	3,994	3,587	2,200	18,640	13,994	0,616	4,156	4,742	2,200
16,660	8,869	0,355	5,072	3,587	2,150	18,660	13,343	0,682	3,951	4,747	2,110
16,680	8,869	0,388	4,798	3,592	2,100	18,680	12,692	0,744	3,857	4,754	2,100
16,700	8,761	0,417	4,854	3,604	2,290	18,700	12,475	0,745	3,745	4,766	2,060
16,720	8,652	0,441	4,860	3,609	2,090	18,720	12,909	0,743	3,702	4,760	2,220
16,740	8,761	0,463	4,848	3,603	2,190	18,740	13,546	0,756	3,708	4,779	2,030
16,760	8,978	0,473	4,798	3,591	2,220	18,760	13,980	0,763	3,739	4,779	2,100
16,780	9,195	0,459	4,767	3,592	2,200	18,780	14,414	0,747	3,764	4,808	2,160
16,800	9,195	0,456	4,767	3,604	2,240	18,800	14,631	0,722	3,658	4,791	2,170
16,820	9,412	0,459	4,810	3,587	2,240	18,820	14,169	0,734	3,546	4,802	2,180
16,840	9,846	0,448	4,736	3,609	2,220	18,840	14,060	0,747	3,496	4,809	2,180
16,860	10,063	0,447	4,848	3,617	2,170	18,860	14,386	0,744	3,471	4,839	2,180
16,880	10,606	0,457	4,561	3,603	2,150	18,880	14,154	0,753	3,621	4,827	2,110
16,900	11,026	0,445	3,926	3,598	2,170	18,900	14,371	0,756	3,864	4,845	2,120
16,920	11,568	0,459	4,312	3,603	2,130	18,920	14,480	0,759	4,038	4,845	2,110
16,940	12,328	0,430	3,920	3,608	2,150	18,940	15,009	0,728	4,194	4,857	2,100
16,960	12,762	0,455	3,702	3,602	2,170	18,960	15,985	0,665	4,293	4,857	2,110
16,980	12,762	0,480	4,019	3,619	2,240	18,980	16,419	0,631	4,300	4,882	2,130
17,000	12,870	0,470	4,082	3,602	2,230	19,000	16,839	0,629	4,231	4,888	2,220
17,020	12,979	0,477	4,181	3,615	2,230	19,020	17,277	0,672	4,599	4,932	8,000
17,040	14,134	0,401	4,100	3,619	1,730	19,040	19,122	0,719	4,511	4,922	2,100
17,060	13,672	0,441	4,742	3,631	2,130	19,060	20,532	0,798	4,499	4,916	2,080
17,080	13,375	0,470	4,518	3,626	2,110	19,080	20,315	0,857	4,337	4,929	2,020
17,100	13,021	0,474	4,891	3,644	2,040	19,100	19,556	0,914	4,256	4,951	2,070
17,120	13,592	0,474	4,979	3,638	2,080	19,120	19,447	0,968	4,381	4,945	2,000
17,140	14,243	0,490	4,624	3,636	2,110	19,140	20,627	0,986	4,823	4,958	2,020
17,160	14,215	0,506	6,206	3,636	2,150	19,160	24,316	0,950	5,440	4,971	2,060
17,180	15,191	0,497	5,234	3,631	2,130	19,180	31,586	0,870	6,237	4,967	2,090
17,200	15,625	0,516	5,203	3,642	2,120	19,200	48,934	0,792	7,670	4,967	2,060
17,220	15,951	0,523	4,779	3,649	2,180	19,220	67,381	0,741	1,883	4,967	2,080
17,240	16,710	0,549	4,761	3,636	2,110	19,240	74,760	0,756	0,313	4,962	2,100
17,260	17,361	0,578	4,873	3,655	2,090	19,260	76,482	0,726	0,331	4,978	2,060
17,280	18,012	0,607	4,580	3,661	2,040	19,280	76,048	0,507	0,437	4,967	2,050
17,300	18,432	0,643	4,536	3,665	2,070	19,300	77,458	0,560	0,574	4,955	1,980
17,320	18,432	0,676	4,194	3,671	2,110	19,320	81,771	0,643	0,624	4,962	2,010
17,340	18,867	0,717	4,337	3,665	2,050	19,340	86,762	0,666	0,232	4,967	2,030
17,360	19,952	0,775	4,786	3,671	2,150	19,360	92,608	0,631	0,244	4,960	1,990
17,380	20,806	0,782	4,954	3,661	2,160	19,380	100,312	0,612	0,375	4,967	2,070
17,400	21,348	0,799	4,935	3,672	2,160	19,400	109,752	0,612	0,562	4,962	2,080
17,420	21,891	0,845	4,717	3,688	2,180	19,420	119,070	0,651	0,817	4,950	2,070
17,440	21,985	0,892	4,991	3,676	2,160	19,440	124,170	0,734	0,680	4,955	2,090
17,460	22,528	0,905	5,060	3,683	2,160	19,460	131,969	0,797	0,593	4,943	2,070
17,480	22,745	0,900	5,041	3,694	2,100	19,480	137,720	0,824	0,674	4,949	2,080
17,500	22,948	0,914	4,948	3,694	2,060	19,500	141,612	0,690	0,848	4,949	2,040
17,520	23,490	0,954	4,972	3,705	2,130	19,520	148,095	0,636	1,210	4,942	1,970
17,540	23,571	0,991	5,240	3,687	2,040	19,540	157,630	0,697	1,789	4,942	2,020
17,560	24,656	0,956	5,433	3,687	2,090	19,560	168,698	0,740	2,163	4,934	1,970
17,580	25,510	0,956	5,527	3,716	2,150	19,580	179,209	0,823	2,194	4,947	1,990
17,600	25,944	1,001	5,602	3,710	2,160	19,600	185,380	0,944	2,250	4,965	2,030
17,620	25,821	1,000	4,842	3,694	2,200	19,620	190,344	1,042	2,368	4,978	2,060
17,640	25,373	1,017	5,072	3,698	2,110	19,640	193,259	1,074	2,387	4,971	2,100
17,660	24,831	1,006	5,440	3,698	2,150	19,660	192,486	1,089	2,375	4,976	2,000
17,680	24,586	0,970	5,869	3,704	2,090	19,680	187,480	1,080	2,337	4,980	2,070
17,700	24,152	0,954	5,932	3,705	2,120	19,700	180,630	1,075	2,350	4,983	2,010
17,720	23,378	0,932	5,826	3,710	2,120	19,720	174,959	1,106	2,375	4,980	2,060
17,740	21,953	0,891	5,726	3,694	2,080	19,740	167,336	1,170	2,325	4,991	2,030
17,760	20,977	0,841	5,664	3,694	2,150	19,760	157,122	1,208	2,263	4,978	2,010
17,780	20,528	0,794	5,664	3,722	2,130	19,780	146,988	1,224	2,213	4,991	2,080
17,800	20,406	0,728	5,714	3,729	2,190	19,800	142,077	1,197	2,331	4,971	2,060
17,820	18,995	0,661	5,577	3,735	2,230	19,820	141,709	1,186	2,456	4,971	2,070
17,840	17,340	0,580	4,611	3,754	2,170	19,840	142,983	1,156	2,462	4,967	2,160
17,860	15,386	0,554	3,708	3,766	2,130	19,860	144,894	1,118	2,425	4,996	2,050
17,880	14,070	0,479	3,826	3,783	2,130	19,880	146,494	1,069	2,381	4,956	2,040
17,900	14,613	0,412	4,125	3,808	2,160	19,900	146,683	1,015	2,325	4,962	2,060
17,920	15,915	0,368	3,920	3,838	2,090	19,920	142,394	0,961	2,244	4,950	2,070
17,940	18,831	0,370	3,010	3,873	2,120	19,940	134,865	0,958	2,194	4,945	2,010
17,960	19,807	0,377	2,107	3,897	2,160	19,960	128,652	0,954	2,194	4,942	2,040
17,980	21,109	0,368	1,795	3,928	2,190	19,980	124,826	0,955	2,225	4,937	2,070
18,000	21,652	0,354	1,297	3,962	2,200	20,000	122,288	0,939	2,256	4,931	2,090

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE:	**SYNTHESIS S.R.L.**
CANTIERE:	**PONTEGRADELLA**
DATA ESEC.:	**24/10/2012**
LIVELLO FALDA:	**MT 1.80 DA P.C.**
TIPO PUNTA:	**G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA**

SCPTU N. 1

RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
20,020	120,073	0,878	1,621	5,015	2,170	22,020	90,396	0,375	1,683	4,906	1,640
20,040	120,507	0,861	1,590	4,997	2,020	22,040	166,245	0,971	1,758	4,906	1,730
20,060	121,484	0,845	1,584	5,001	2,080	22,060	169,717	0,948	1,770	4,900	2,020
20,080	122,678	0,821	1,596	5,001	2,010	22,080	172,119	0,935	1,789	4,894	2,000
20,100	123,871	0,787	1,615	4,983	1,910	22,100	173,949	0,909	1,864	4,882	1,990
20,120	125,607	0,754	1,640	4,987	1,950	22,120	173,949	0,910	1,851	4,906	1,970
20,140	131,575	0,734	1,677	4,981	1,980	22,140	171,887	0,928	1,895	4,894	1,930
20,160	140,662	0,739	1,752	4,981	1,960	22,160	165,919	0,971	1,895	4,894	1,870
20,180	148,041	0,740	1,739	4,986	1,970	22,180	158,852	1,026	1,833	4,888	2,000
20,200	150,631	0,743	1,870	4,968	2,030	22,200	153,507	1,057	1,833	4,871	2,000
20,220	145,314	0,772	1,839	4,979	2,020	22,220	149,044	1,090	1,895	4,859	2,000
20,240	137,813	0,797	1,826	4,986	2,060	22,240	144,798	1,114	1,876	4,859	2,000
20,260	131,722	0,835	1,858	4,972	1,960	22,260	141,854	1,126	1,839	4,847	2,040
20,280	127,585	0,877	1,895	4,972	2,010	22,280	139,547	1,114	1,858	4,847	2,060
20,300	123,976	0,911	1,945	4,954	1,950	22,300	137,689	1,086	1,839	4,835	1,980
20,320	120,815	0,931	1,976	4,960	1,930	22,320	134,528	1,042	1,826	4,835	1,980
20,340	117,654	0,940	1,957	4,953	2,000	22,340	130,607	1,015	1,839	4,823	1,940
20,360	114,385	0,923	1,957	4,959	1,930	22,360	127,527	1,003	1,820	4,800	1,930
20,380	113,054	0,914	2,007	4,965	2,010	22,380	125,668	0,997	1,808	4,806	1,960
20,400	113,366	0,883	2,045	4,947	1,980	22,400	123,918	0,975	1,839	4,823	1,930
20,420	114,545	0,855	2,119	4,947	2,000	22,420	121,842	0,963	1,814	4,794	2,040
20,440	116,051	0,828	2,194	4,940	2,090	22,440	118,450	0,939	1,802	4,805	2,020
20,460	118,424	0,802	2,219	4,929	2,060	22,460	114,964	0,921	1,826	4,794	2,010
20,480	121,434	0,779	2,238	4,945	2,030	22,480	113,214	0,891	1,876	4,794	2,080
20,500	125,529	0,761	2,300	4,963	2,010	22,500	113,417	0,865	1,932	4,788	2,060
20,520	131,592	0,757	2,362	4,945	1,970	22,520	114,705	0,831	1,932	4,770	2,020
20,540	139,919	0,761	2,418	4,951	1,960	22,540	115,436	0,820	2,001	4,770	1,960
20,560	149,779	0,764	2,468	4,962	1,910	22,560	115,205	0,826	2,001	4,746	1,950
20,580	159,640	0,780	2,462	4,944	1,970	22,580	113,658	0,825	1,883	4,758	2,000
20,600	165,051	0,807	2,400	4,956	2,050	22,600	111,922	0,825	1,839	4,752	1,920
20,620	166,122	0,864	2,206	4,938	1,980	22,620	111,691	0,841	1,876	4,722	1,990
20,640	171,303	0,903	1,708	4,938	2,040	22,640	112,097	0,856	1,932	4,740	2,050
20,660	185,938	0,934	2,281	4,949	2,050	22,660	112,842	0,893	1,982	4,728	2,050
20,680	208,385	0,970	2,611	4,967	1,980	22,680	115,772	0,907	2,045	4,710	2,070
20,700	223,129	1,040	2,462	4,962	1,960	22,700	121,617	0,902	2,150	4,704	2,020
20,720	227,550	1,070	2,219	4,961	1,900	22,720	128,331	0,916	2,206	4,698	2,030
20,740	222,435	1,115	2,132	4,956	2,060	22,740	132,454	0,928	2,150	4,698	1,990
20,760	207,230	1,167	2,013	4,962	1,920	22,760	132,969	0,969	2,076	4,704	1,970
20,780	186,938	1,263	1,851	4,956	2,010	22,780	130,690	0,987	1,976	4,704	2,040
20,800	171,841	1,348	1,820	4,942	2,060	22,800	126,987	0,988	1,889	4,692	1,950
20,820	162,278	1,435	1,895	4,938	2,070	22,820	123,080	1,004	1,839	4,680	2,000
20,840	156,485	1,453	2,013	4,931	2,110	22,840	120,476	1,019	1,839	4,704	2,000
20,860	152,131	1,431	2,138	4,943	2,050	22,860	118,292	1,028	1,851	4,692	2,070
20,880	148,536	1,383	2,206	4,943	2,060	22,880	117,207	1,015	1,883	4,698	2,130
20,900	146,866	1,332	2,263	4,930	2,040	22,900	116,990	0,991	1,932	4,693	2,040
20,920	146,201	1,228	2,269	4,931	1,990	22,920	115,036	0,963	1,920	4,693	2,040
20,940	144,356	1,139	2,231	4,919	2,000	22,940	110,139	0,929	1,820	4,675	2,030
20,960	149,169	1,071	2,312	4,918	2,010	22,960	104,497	0,890	1,727	4,687	2,040
20,980	149,494	1,016	2,281	4,908	2,010	22,980	100,359	0,874	1,696	4,699	1,990
21,000	154,633	1,001	2,319	4,918	2,030	23,000	98,623	0,872	1,708	4,699	2,040
21,020	154,166	0,978	1,708	4,998	2,190	23,020	94,170	0,965	1,876	4,760	1,610
21,040	157,652	0,916	1,696	4,998	2,000	23,040	98,185	0,837	1,677	4,749	1,910
21,060	157,327	0,929	1,708	4,992	2,050	23,060	99,175	0,833	1,727	4,742	1,990
21,080	157,978	0,961	1,752	5,009	1,990	23,080	100,369	0,848	1,802	4,743	2,050
21,100	159,931	0,997	1,833	4,997	1,940	23,100	101,874	0,891	1,864	4,767	2,060
21,120	162,630	1,014	1,795	4,992	2,000	23,120	103,841	0,916	1,914	4,743	1,990
21,140	166,211	1,034	1,795	4,986	1,880	23,140	106,648	0,915	1,995	4,737	1,890
21,160	170,008	1,058	1,783	4,962	1,950	23,160	110,555	0,909	1,908	4,750	1,960
21,180	174,009	1,083	1,777	4,967	1,980	23,180	116,834	0,949	1,889	4,756	2,000
21,200	177,793	1,106	1,808	4,967	2,020	23,200	127,251	0,992	1,895	4,767	1,950
21,220	180,383	1,108	1,789	4,967	1,960	23,220	141,655	1,002	1,864	4,756	1,960
21,240	182,851	1,130	1,789	4,955	2,010	23,240	156,738	0,985	1,901	4,756	2,030
21,260	184,031	1,159	1,814	4,961	2,040	23,260	171,047	0,960	1,951	4,750	1,990
21,280	184,016	1,186	1,808	4,955	1,930	23,280	183,621	0,979	1,982	4,750	1,990
21,300	180,639	1,214	1,795	4,949	1,960	23,300	195,000	1,016	2,051	4,733	1,980
21,320	174,954	1,236	1,733	4,943	1,900	23,320	203,464	1,070	2,045	4,751	2,000
21,340	169,840	1,265	1,783	4,943	1,950	23,340	208,224	1,139	2,020	4,739	1,920
21,360	164,061	1,272	1,770	4,943	1,960	23,360	211,560	1,197	2,051	4,733	1,900
21,380	156,654	1,283	1,733	4,937	1,900	23,380	213,933	1,237	2,244	4,728	1,970
21,400	149,464	1,273	1,746	4,925	2,010	23,400	215,330	1,264	2,456	4,722	1,930
21,420	143,156	1,239	1,739	4,937	2,010	23,420	215,858	1,274	2,611	4,722	1,960
21,440	137,255	1,190	1,733	4,931	2,000	23,440	214,745	1,285	2,699	4,716	2,000
21,460	130,513	1,153	1,714	4,931	2,030	23,460	213,972	1,298	2,150	4,716	1,970
21,480	122,346	1,130	1,677	4,955	2,060	23,480	213,401	1,292	2,138	4,711	2,020
21,500	117,530	1,080	1,683	4,943	2,030	23,500	213,495	1,266	2,094	4,722	2,040
21,520	119,795	1,008	1,752	4,949	1,960	23,520	213,250	1,274	2,076	4,711	1,980
21,540	130,386	0,940	1,889	4,949	1,930	23,540	212,788	1,263	2,076	4,711	2,000
21,560	138,605	0,888	2,132	4,949	2,000	23,560	212,557	1,254	2,294	4,705	1,960
21,580	143,583	0,843	2,051	4,931	1,900	23,580	211,430	1,223	2,443	4,717	1,920
21,600	148,206	0,778	2,020	4,937	1,980	23,600	209,557	1,198	2,711	4,728	1,920
21,620	151,339	0,731	1,727	4,908	2,010	23,620	207,264	1,182	2,792	4,730	1,960
21,640	153,712	0,738	1,932	4,908	2,030	23,640	205,811	1,173	2,811	4,728	2,000
21,660	155,854	0,776	1,870	4,896	2,080	23,660	203,939	1,170	2,655	4,716	1,990
21,680	157,237	0,840	1,951	4,896	1,970	23,680	201,184	1,158	2,611	4,728	2,050
21,700	157,765	0,897	2,069	4,908	2,030	23,700	196,070	1,146	2,456	4,710	2,050
21,720	158,836	0,935	2,194	4,885	1,980	23,720	196,910	1,111	2,468	4,698	2,000
21,740	159,691	0,987	2,206	4,879	2,000	23,740	201,425	1,114	2,543	4,693	1,970
21,760	160,205	1,013	2,213	4,878	2,000	23,760	205,846	1,169	2,686	4,698	1,920
21,780	162,158	1,020	2,331	4,872	1,970	23,780	211,121	1,184	2,655	4,686	2,090
21,800	166,593	1,006	2,381	4,855	1,990	23,800	215,433	1,175	2,586	4,697	1,880
21,820	172,330	1,000	2,443	4,867	2,000	23,820	217,806	1,203	2,605	4,691	1,980
21,840	177,416	1,000	2,437	4,848	2,060	23,840	218,090	1,234	2,599	4,686	2,040
21,860	179,369	1,004	2,412	4,854	2,110	23,860	217,519	1,295	2,574	4,710	2,030
21,880	177,510	1,031	2,344	4,848	2,030	23,880	217,288	1,348	2,611	4,662	2,030
21,900	174,553	1,041	2,319	4,854	2,030	23,900	216,812	1,366	2,593	4,668	2,040
21,920	169,236	1,029	2,256	4,848	2,000	23,920	215,821	1,395	2,605	4,668	2,040
21,940	163,904	1,056	2,238	4,824	2,060	23,940	213,717	1,425	2,574	4,669	1,980
21,960	161,409	1,059	2,288	4,854	1,960	23,960	210,990	1,445	2,593	4,682	1,960
21,980	161,720	1,053	2,344	4,824	2,020	23,980	208,046	1,441	2,574	4,677	1,980
22,000	163,768	1,045	2,393	4,842	2,000	24,000	207,584	1,434	2,611	4,660	2,000

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 24/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 1
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
24,020	201,021	1,475	2,132	4,755	1,280	26,020	149,922	0,795	2,138	4,239	0,990
24,040	211,438	1,290	2,076	4,761	1,910	26,040	153,517	0,786	2,138	4,227	1,900
24,060	216,538	1,260	2,038	4,745	1,950	26,060	156,555	0,785	2,169	4,221	1,970
24,080	220,770	1,260	2,094	4,746	1,970	26,080	159,268	0,791	2,188	4,210	1,970
24,100	220,661	1,276	2,076	4,747	1,990	26,100	160,570	0,804	2,188	4,180	1,930
24,120	216,212	1,318	2,088	4,735	2,010	26,120	160,665	0,821	2,194	4,168	1,970
24,140	210,881	1,325	2,119	4,731	1,960	26,140	160,556	0,841	2,219	4,181	2,020
24,160	205,564	1,359	2,101	4,731	1,860	26,160	161,099	0,851	2,263	4,162	1,940
24,180	200,341	1,431	2,082	4,725	1,880	26,180	162,387	0,867	2,356	4,139	1,850
24,200	198,360	1,456	2,051	4,725	1,960	26,200	165,940	0,865	2,194	4,152	1,890
24,220	197,681	1,418	2,094	4,718	1,940	26,220	169,072	0,869	2,269	4,110	1,920
24,240	196,907	1,361	2,076	4,719	1,920	26,240	169,926	0,877	2,219	4,110	1,920
24,260	196,540	1,293	2,107	4,713	1,980	26,260	168,176	0,884	2,256	4,098	1,920
24,280	196,295	1,245	2,076	4,706	1,970	26,280	166,440	0,897	2,281	4,104	2,000
24,300	196,389	1,208	2,082	4,708	2,000	26,300	165,978	0,915	2,344	4,081	1,980
24,320	196,347	1,176	2,144	4,688	1,900	26,320	169,219	0,909	2,425	4,075	2,000
24,340	197,512	1,147	2,157	4,669	1,980	26,340	176,584	0,933	2,456	4,057	1,920
24,360	200,291	1,142	2,244	4,656	1,920	26,360	185,576	0,927	2,524	4,033	1,960
24,380	205,689	1,113	2,206	4,650	1,860	26,380	196,522	0,923	2,562	4,022	1,880
24,400	208,916	1,104	2,281	4,631	1,940	26,400	205,174	0,919	2,306	4,017	1,850
24,420	210,393	1,102	2,219	4,630	1,890	26,420	211,780	0,927	2,344	3,987	1,940
24,440	210,705	1,126	2,231	4,606	1,980	26,440	215,997	0,966	2,412	3,982	1,900
24,460	208,709	1,152	2,263	4,593	1,950	26,460	217,394	1,004	2,412	3,976	1,940
24,480	205,209	1,195	2,244	4,594	1,960	26,480	216,186	1,056	2,344	3,969	1,940
24,500	201,722	1,225	2,200	4,605	2,040	26,500	215,276	1,094	2,387	3,964	1,970
24,520	198,967	1,267	2,350	4,598	1,990	26,520	216,130	1,115	2,456	3,958	2,020
24,540	197,760	1,283	2,412	4,580	1,980	26,540	219,046	1,126	2,499	3,928	1,990
24,560	196,878	1,264	2,387	4,567	1,930	26,560	222,924	1,148	2,512	3,923	1,950
24,580	195,425	1,252	2,244	4,556	1,940	26,580	225,948	1,144	2,425	3,917	1,950
24,600	193,349	1,229	2,200	4,542	1,890	26,600	228,105	1,151	2,481	3,900	1,910
24,620	191,042	1,210	2,150	4,542	1,900	26,620	231,006	1,132	2,481	3,889	1,900
24,640	189,726	1,206	2,188	4,561	1,920	26,640	232,497	1,147	2,443	3,864	1,870
24,660	189,467	1,183	2,113	4,555	2,000	26,660	232,795	1,177	2,518	3,852	1,910
24,680	189,995	1,165	2,175	4,529	1,950	26,680	232,130	1,214	2,462	3,840	2,000
24,700	190,930	1,163	2,225	4,515	2,000	26,700	231,559	1,226	2,456	3,866	1,940
24,720	192,652	1,155	2,238	4,522	2,020	26,720	230,663	1,238	2,499	3,829	2,010
24,740	194,049	1,157	2,306	4,492	1,950	26,740	229,564	1,232	2,580	3,830	2,020
24,760	196,205	1,159	2,449	4,504	1,930	26,760	229,087	1,244	2,811	3,818	1,950
24,780	198,333	1,166	2,506	4,467	1,870	26,780	229,073	1,215	2,985	3,825	1,940
24,800	199,512	1,182	2,574	4,479	2,060	26,800	228,720	1,202	3,091	3,807	1,870
24,820	201,126	1,193	2,605	4,460	1,870	26,820	222,723	1,165	2,711	3,784	2,060
24,840	202,740	1,203	2,643	4,436	1,970	26,840	218,680	1,181	2,892	3,808	1,870
24,860	203,674	1,228	2,736	4,436	1,980	26,860	213,566	1,175	2,861	3,801	1,970
24,880	203,443	1,283	2,742	4,423	2,020	26,880	209,726	1,121	2,923	3,785	2,000
24,900	199,739	1,309	2,668	4,387	2,040	26,900	204,504	1,084	2,861	3,779	2,000
24,920	192,998	1,332	2,580	4,388	2,010	26,920	197,531	1,062	2,786	3,779	2,050
24,940	184,180	1,378	2,468	4,387	2,040	26,940	187,411	1,064	2,655	3,768	2,040
24,960	174,075	1,390	2,350	4,375	2,000	26,960	174,810	1,032	2,493	3,774	2,040
24,980	166,790	1,371	2,312	4,368	1,970	26,980	161,978	0,965	2,331	3,774	2,000
25,000	162,653	1,356	2,350	4,344	1,990	27,000	149,919	0,917	2,194	3,738	1,980
25,020	159,891	1,292	2,051	4,461	1,320	27,020	127,635	1,046	3,048	3,841	2,240
25,040	161,085	1,202	2,057	4,449	1,920	27,040	139,029	0,815	2,231	3,814	1,790
25,060	162,278	1,145	2,045	4,455	1,980	27,060	137,618	0,786	2,231	3,807	1,950
25,080	163,906	1,107	2,032	4,419	1,980	27,080	137,618	0,769	2,213	3,783	1,970
25,100	166,076	1,067	2,057	4,413	2,000	27,100	139,897	0,763	2,175	3,797	1,980
25,120	170,634	1,051	2,113	4,401	1,990	27,120	146,191	0,769	2,294	3,797	1,990
25,140	178,418	1,035	2,082	4,400	1,970	27,140	157,584	0,835	2,368	3,803	1,940
25,160	192,199	1,067	2,113	4,375	1,910	27,160	171,134	0,923	2,381	3,793	1,940
25,180	213,765	1,135	2,138	4,368	1,890	27,180	183,273	0,971	2,325	3,793	1,940
25,200	238,817	1,168	2,020	4,350	1,820	27,200	189,675	0,980	2,144	3,781	1,890
25,220	256,801	1,129	2,051	4,343	1,870	27,220	192,157	1,004	2,169	3,773	1,820
25,240	267,204	1,171	2,144	4,331	1,920	27,240	192,889	1,040	2,231	3,788	1,900
25,260	273,050	1,218	2,051	4,331	1,940	27,260	191,478	1,088	2,269	3,757	1,920
25,280	275,857	1,308	2,150	4,319	1,920	27,280	190,487	1,099	2,337	3,752	1,950
25,300	274,758	1,423	2,194	4,307	1,950	27,300	189,280	1,070	2,325	3,752	1,930
25,320	272,668	1,540	2,225	4,301	2,000	27,320	187,855	1,029	2,331	3,760	1,960
25,340	271,786	1,590	2,312	4,301	1,900	27,340	185,996	0,998	2,337	3,747	1,980
25,360	271,975	1,577	2,331	4,283	1,920	27,360	183,581	0,951	2,350	3,747	1,910
25,380	271,744	1,539	2,368	4,283	1,880	27,380	182,482	0,889	2,331	3,752	1,910
25,400	269,545	1,515	2,306	4,277	1,890	27,400	183,322	0,816	2,418	3,734	1,890
25,420	265,951	1,502	2,331	4,265	1,920	27,420	187,865	0,758	2,406	3,732	1,880
25,440	260,388	1,454	2,256	4,271	1,860	27,440	194,999	0,731	2,400	3,738	1,900
25,460	251,896	1,429	2,375	4,277	1,980	27,460	203,434	0,734	2,418	3,714	1,860
25,480	240,258	1,428	2,443	4,265	1,970	27,480	211,884	0,741	2,443	3,711	1,950
25,500	227,859	1,450	2,462	4,265	1,980	27,500	222,599	0,759	2,449	3,711	1,950
25,520	216,532	1,455	2,474	4,259	2,010	27,520	234,087	0,776	2,412	3,705	1,930
25,540	206,738	1,446	2,518	4,259	2,010	27,540	245,466	0,833	2,562	3,698	1,960
25,560	199,643	1,401	2,680	4,247	1,970	27,560	256,195	0,884	2,487	3,709	1,960
25,580	194,623	1,360	2,861	4,253	1,930	27,580	263,993	0,950	2,543	3,685	1,930
25,600	190,566	1,327	2,879	4,235	1,900	27,600	269,282	1,026	2,493	3,693	1,870
25,620	186,306	1,278	2,823	4,241	1,970	27,620	270,462	1,098	2,711	3,693	1,860
25,640	182,126	1,226	2,805	4,229	1,870	27,640	269,363	1,165	2,848	3,682	1,940
25,660	177,649	1,197	2,786	4,229	1,920	27,660	267,830	1,212	2,892	3,696	1,860
25,680	171,856	1,181	2,649	4,229	2,020	27,680	263,244	1,231	2,904	3,696	1,910
25,700	165,643	1,194	2,605	4,217	2,010	27,700	259,432	1,234	3,054	3,690	1,970
25,720	160,501	1,171	2,574	4,211	2,050	27,720	259,744	1,215	3,284	3,687	1,980
25,740	156,675	1,146	2,568	4,205	1,970	27,740	266,132	1,196	3,477	3,697	2,000
25,760	153,608	1,112	2,543	4,205	2,000	27,760	272,600	1,155	3,328	3,681	1,930
25,780	151,070	1,063	2,543	4,193	1,950	27,780	273,780	1,137	3,203	3,681	1,950
25,800	149,523	1,012	2,543	4,193	1,980	27,800	271,581	1,120	3,097	3,671	1,920
25,820	148,410	0,956	2,537	4,194	1,980	27,820	266,128	1,115	3,072	3,671	1,910
25,840	147,094	0,908	2,506	4,199	1,940	27,840	257,744	1,132	2,948	3,681	1,980
25,860	145,764	0,876	2,481	4,194	1,990	27,860	251,314	1,206	2,593	3,678	1,890
25,880	145,316	0,832	2,481	4,182	1,980	27,880	255,504	1,186	2,655	3,688	1,930
25,900	145,830	0,818	2,518	4,170	2,030	27,900	262,203	1,140	2,811	3,676	1,930
25,920	146,373	0,806	2,506	4,158	2,080	27,920	266,827	1,125	2,929	3,668	1,970
25,940	146,467	0,800	2,487	4,158	1,970	27,940	266,908	1,157	2,767	3,676	2,040
25,960	146,670	0,799	2,462	4,152	1,960	27,960	266,865	1,119	2,817	3,662	1,940
25,980	147,524	0,786	2,474	4,146	1,980	27,980	263,256	1,090	2,773	3,657	1,940
26,000	149,043	0,786	2,493	4,135	1,990	28,000	259,199	1,121	2,867	3,668	1,930

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE:	**SYNTHESIS S.R.L.**
CANTIERE:	**PONTEGRADELLA**
DATA ESEC.:	**24/10/2012**
LIVELLO FALDA:	**MT 1.80 DA P.C.**
TIPO PUNTA:	**G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA**

SCPTU N. 1

RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
28,020	191,582	1,304	3,583	3,735	2,360
28,040	250,395	1,078	2,412	3,736	1,630
28,060	244,102	1,060	2,256	3,730	1,920
28,080	236,086	1,034	2,294	3,723	1,940
28,100	230,226	1,000	2,344	3,725	1,920
28,120	226,103	1,009	2,356	3,730	1,900
28,140	223,282	1,015	2,337	3,718	1,990
28,160	219,470	1,003	2,431	3,711	1,970
28,180	214,139	1,008	2,418	3,725	1,890
28,200	206,312	0,987	2,319	3,706	1,840
28,220	196,843	0,976	2,362	3,681	1,920
28,240	189,776	0,967	2,393	3,691	1,860
28,260	187,266	0,956	2,431	3,694	1,880
28,280	186,573	0,963	2,418	3,671	1,910
28,300	185,257	0,978	2,443	3,675	1,970
28,320	184,903	0,975	2,375	3,654	1,920
28,340	184,238	0,999	2,400	3,666	1,910
28,360	184,087	1,014	2,412	3,680	1,950
28,380	185,050	1,019	2,431	3,661	1,910
28,400	188,834	1,021	2,462	3,666	1,890
28,420	194,000	1,019	2,443	3,670	1,830
28,440	195,614	1,025	2,443	3,675	1,900
28,460	198,732	1,033	2,449	3,680	1,890
28,480	202,719	1,020	2,418	3,666	1,850
28,500	205,852	1,019	2,474	3,659	1,920
28,520	207,357	1,030	2,443	3,680	1,940
28,540	207,098	1,057	2,412	3,666	1,950
28,560	204,697	1,062	2,406	3,666	1,970
28,580	197,629	1,080	2,381	3,659	1,960
28,600	193,492	1,088	2,412	3,652	1,940
28,620	192,718	1,096	2,443	3,654	1,900
28,640	188,770	1,107	2,412	3,659	1,860
28,660	182,462	1,102	2,393	3,652	1,920
28,680	178,759	1,099	2,449	3,652	1,880
28,700	180,033	1,089	2,462	3,652	1,940
28,720	183,057	1,059	2,506	3,647	1,920
28,740	189,865	1,043	2,580	3,647	1,960
28,760	199,725	1,033	2,593	3,641	2,000
28,780	207,185	1,027	2,555	3,646	1,870
28,800	212,162	1,026	2,530	3,641	1,940
28,820	215,946	1,010	2,512	3,622	1,870
28,840	217,993	1,019	2,543	3,615	1,960
28,860	216,989	1,045	2,537	3,612	1,880
28,880	213,285	1,063	2,537	3,599	1,900
28,900	208,931	1,080	2,518	3,599	1,980
28,920	203,708	1,092	2,543	3,589	1,960
28,940	196,004	1,073	2,425	3,557	1,970
28,960	185,356	1,043	2,325	3,557	2,040
28,980	170,245	1,026	2,107	3,565	2,000
29,000	153,086	1,013	1,920	3,552	1,950
29,020	139,222	0,996	2,593	3,647	1,120
29,040	133,607	0,899	2,387	3,647	1,860
29,060	126,880	0,853	2,319	3,628	1,930
29,080	122,973	0,810	2,368	3,637	1,980
29,100	121,997	0,758	2,493	3,642	2,010
29,120	122,294	0,702	2,586	3,628	1,990
29,140	122,403	0,645	2,562	3,621	2,070
29,160	119,784	0,616	2,512	3,616	2,030
29,180	112,731	0,609	2,400	3,616	2,080
29,200	104,050	0,589	2,312	3,611	2,020
29,220	95,355	0,582	2,256	3,604	2,050
29,240	87,420	0,576	2,206	3,597	2,060
29,260	80,136	0,590	2,175	3,579	1,960
29,280	76,229	0,598	2,238	3,597	2,060
29,300	76,961	0,578	2,393	3,588	2,030
29,320	79,443	0,558	2,474	3,583	2,030
29,340	79,009	0,513	2,468	3,581	2,040
29,360	77,692	0,506	2,437	3,586	2,070
29,380	74,206	0,516	2,356	3,607	2,130
29,400	69,215	0,594	2,275	3,640	2,090
29,420	66,474	0,541	2,288	3,654	2,070
29,440	67,559	0,484	2,393	3,638	2,060
29,460	67,016	0,459	2,406	3,632	2,000
29,480	71,126	0,440	2,518	3,650	2,060
29,500	76,551	0,433	2,605	3,623	2,030
29,520	78,530	0,525	2,406	3,613	0,280
29,540	91,009	0,572	2,418	3,586	1,040
29,560	108,045	0,729	2,337	3,503	1,900
29,580	114,230	0,829	2,425	3,491	1,440
29,600	123,671	0,858	2,512	3,451	1,430
29,620	137,451	1,084	2,711	3,420	1,440
29,640	159,776	1,261	2,057	3,364	1,850
29,660	180,285	1,453	1,798	3,362	1,870
29,680	193,306	1,474	1,735	3,358	1,890
29,700	199,911	1,412	1,696	3,338	1,860
29,720	194,486	1,397	1,945	3,356	1,920
29,740	183,526	1,443	2,032	3,362	1,970
29,760	156,602	1,244	1,746	3,381	1,960
29,780	111,027	1,128	1,372	3,375	2,070
29,800	79,762	1,050	1,278	3,395	2,110
29,820	57,626	0,961	1,390	3,364	2,010
29,840	48,171	1,184	1,789	3,394	1,980
29,860	40,250	1,553	1,970	3,390	1,930
29,880	37,726	1,663	2,163	3,383	2,090
29,900	34,674	1,799	2,748	3,370	1,940
29,920	26,847	1,862	4,829	3,365	1,980
29,940	21,705	1,871	6,312	3,348	2,080
29,960	18,964	1,766	7,981	3,349	2,050
29,980	17,756	1,721	8,193	3,339	2,090
30,000	17,931	1,374	8,361	3,329	2,110

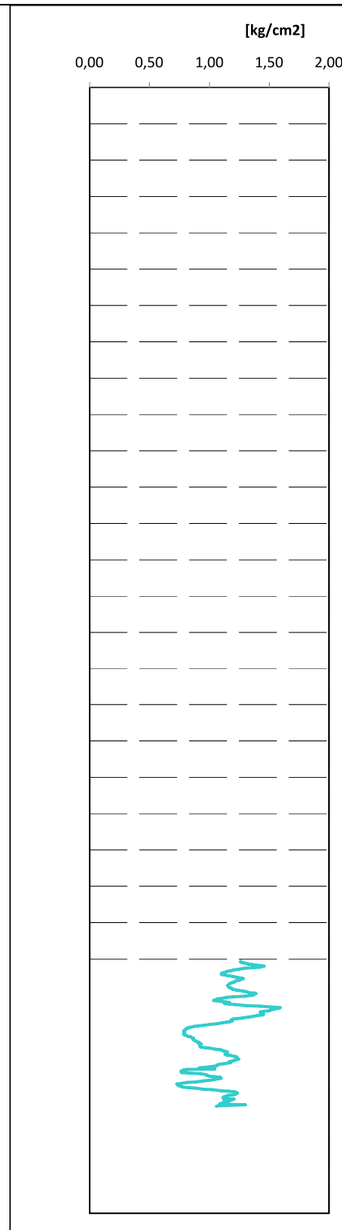
Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
30,020	17,049	1,114	9,096	3,332	2,070
30,040	15,407	0,916	9,184	3,342	2,060
30,060	14,823	0,672	9,047	3,343	2,020
30,080	14,809	0,577	8,754	3,345	2,040
30,100	14,917	0,522	7,595	3,352	2,030
30,120	13,709	0,524	7,844	3,340	2,010
30,140	14,035	0,488	9,570	3,333	2,030
30,160	13,709	0,484	9,040	3,331	2,120
30,180	13,370	0,490	8,885	3,352	2,110
30,200	13,044	0,524	9,090	3,355	2,070
30,220	13,275	0,546	8,754	3,353	2,170
30,240	13,601	0,512	8,959	3,381	2,090
30,260	13,492	0,509	8,611	3,387	2,050
30,280	13,072	0,518	8,262	3,387	2,040
30,300	12,747	0,524	8,037	3,389	2,090
30,320	12,110	0,541	8,318	3,396	2,040

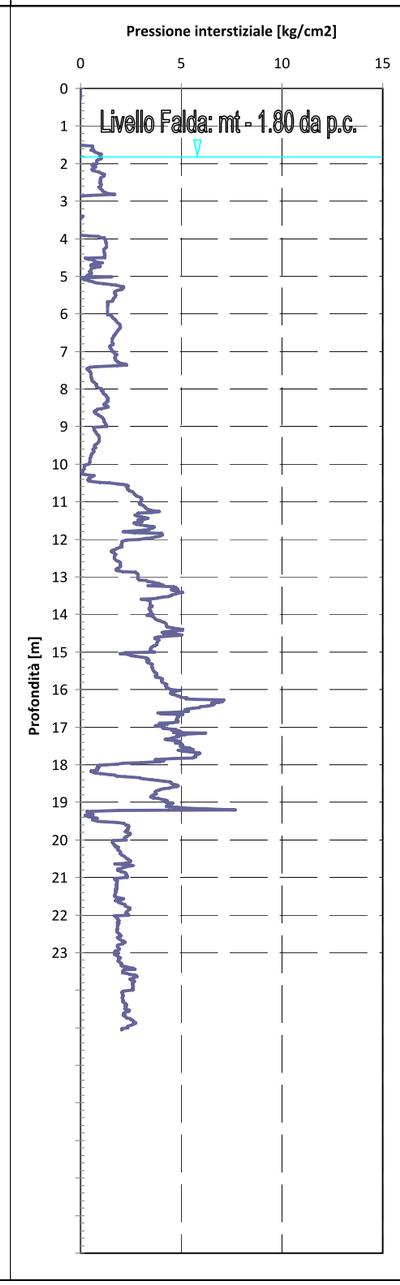
dell'Artigianato 2
426521
01281750388

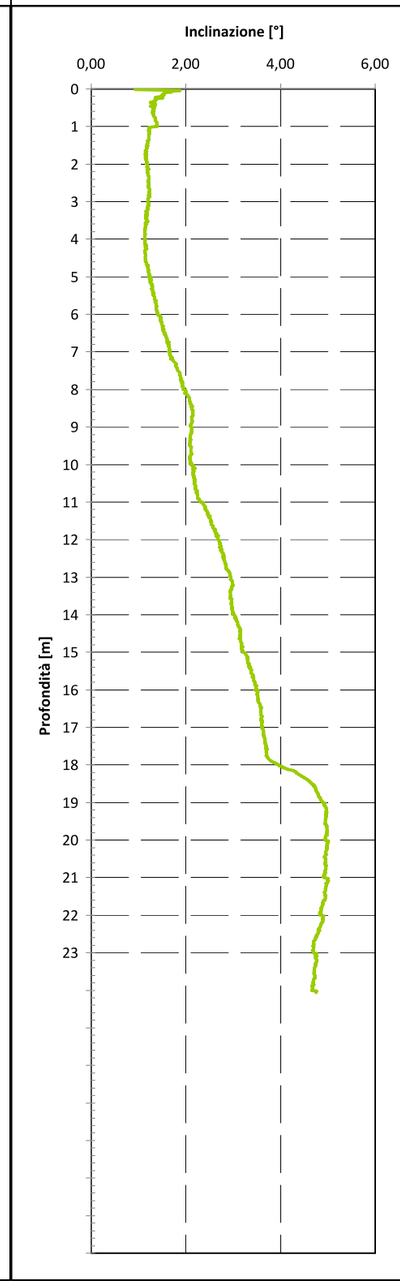
Committente: Synthesis s.r.l.
Cantiere:Pontegradella-Via della Pioppa
Data: 24/10/2012

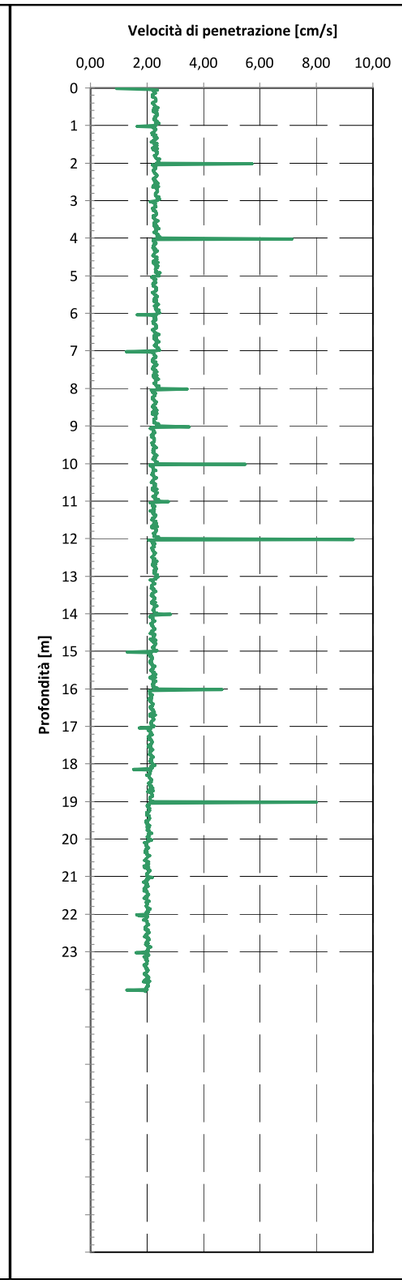
Quote: inizio prova = Piano Campagna fine prova = mt 30,32
Metodo:
Preforo: -
Falda: 1,80 mt da p.c.

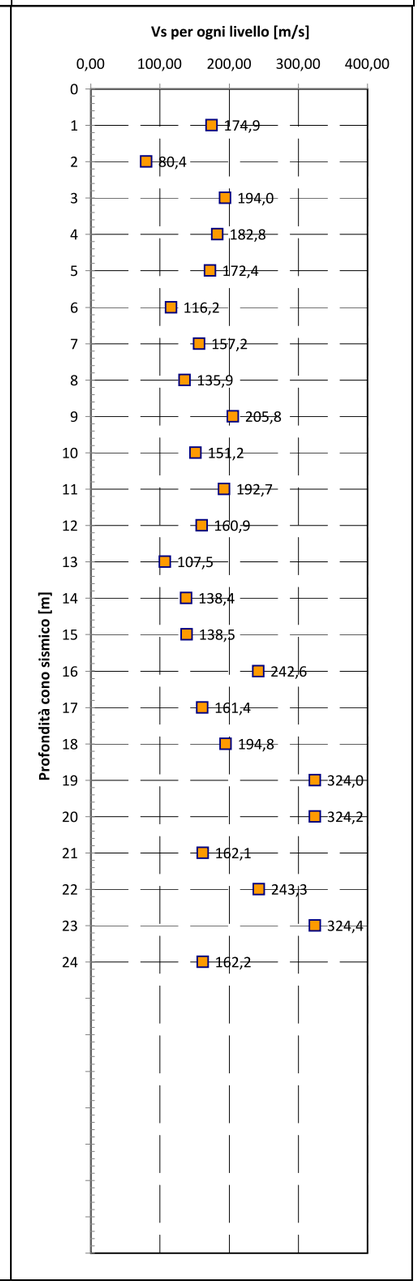
Prova n: SCPTU1 - Rif. 167/12_P











Synthesis s.r.l.
Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5
44034 – Copparo – Fe
Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035
www.synthesissrl.com – info@synthesissrl.com

COMMITTENTE:	SIG.RA MIMA MARCHETTI VIA ERCOLE I D'ESTE CIV. 70 44121 - FERRARA	**SCPTU_1**
DATA ESECUZIONE:	24/10/2012	**RIF. 148/12_S**
DITTA ESECUTRICE:	PERGEO S.R.L.	
CANTIERE:	PONTEGRADELLA–VIA PIOPPA	
LAVORO:	POC	

Profondità piezocono m	Profondità cono sismico m	Distanza fra la sorgente del rumore S - geofono triassiale (L) m	T. d'arrivo dell'onda a S sec	Vel. del suono fra S ed L m/sec	L2-L1 m	t2-t1 sec	Vs per ogni livello (L2 - L1)/(t2 - t1) m/sec
0,00	0,00	0,00	0,0000				
1,00	0,70	1,79	0,0102	175	1,79	0,0102	175
2,00	1,70	2,37	0,0174	136	0,58	0,0072	80
3,00	2,70	3,16	0,0215	147	0,80	0,0041	194
4,00	3,70	4,05	0,0264	154	0,89	0,0049	183
5,00	4,70	4,98	0,0318	157	0,93	0,0054	172
6,00	5,70	5,93	0,0400	149	0,95	0,0082	116
7,00	6,70	6,90	0,0461	150	0,97	0,0061	157
8,00	7,70	7,87	0,0533	148	0,97	0,0072	136
9,00	8,70	8,86	0,0580	153	0,98	0,0048	206
10,00	9,70	9,84	0,0645	152	0,98	0,0065	151
11,00	10,70	10,83	0,0697	155	0,99	0,0051	193
12,00	11,70	11,82	0,0758	156	0,99	0,0061	161
13,00	12,70	12,81	0,0850	151	0,99	0,0092	107
14,00	13,70	13,80	0,0922	150	0,99	0,0072	138
15,00	14,70	14,79	0,0994	149	0,99	0,0072	138
16,00	15,70	15,79	0,1035	153	0,99	0,0041	243
17,00	16,70	16,78	0,1096	153	0,99	0,0062	161
18,00	17,70	17,78	0,1148	155	1,00	0,0051	195
19,00	18,70	18,77	0,1178	159	1,00	0,0031	324
20,00	19,70	19,77	0,1209	164	1,00	0,0031	324
21,00	20,70	20,77	0,1270	163	1,00	0,0061	162
22,00	21,70	21,76	0,1311	166	1,00	0,0041	243
23,00	22,70	22,76	0,1342	170	1,00	0,0031	324
24,00	23,70	23,76	0,1404	169	1,00	0,0061	162
25,00	24,70	24,76	0,1434	173	1,00	0,0031	325
26,00	25,70	25,75	0,1475	175	1,00	0,0041	243
27,00	26,70	26,75	0,1547	173	1,00	0,0072	139
28,00	27,70	27,75	0,1579	176	1,00	0,0032	315
29,00	28,70	28,75	0,1609	179	1,00	0,0030	335
30,00	29,70	29,75	0,1650	180	1,00	0,0041	244

Vs 30
177 m/sec

Elaborazione dati
Dr. Geol. Emanuele Stevanin

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
0,020	3,989	0,060	0,051	2,262	1,000	2,020	11,437	0,377	0,076	2,006	4,490
0,040	4,720	0,074	0,076	1,361	2,310	2,040	10,352	0,380	0,457	2,013	2,120
0,060	1,059	0,079	0,001	1,220	2,220	2,060	8,616	0,389	0,411	2,006	2,150
0,080	2,295	0,093	-0,005	2,723	2,200	2,080	7,313	0,384	0,411	2,006	2,180
0,100	1,615	0,102	0,001	1,191	2,380	2,100	6,120	0,377	0,411	2,007	2,240
0,120	2,918	0,101	0,014	1,381	2,280	2,120	5,469	0,361	0,457	1,985	2,180
0,140	3,352	0,092	0,014	2,127	2,350	2,140	5,143	0,327	0,490	2,001	2,200
0,160	3,135	0,097	0,001	2,081	2,390	2,160	5,143	0,283	0,386	1,978	2,220
0,180	3,149	0,106	0,001	2,129	2,290	2,180	4,926	0,283	0,257	1,983	2,240
0,200	2,375	0,114	-0,011	1,739	2,270	2,200	4,818	0,249	0,282	1,984	2,190
0,220	3,474	0,115	-0,005	1,891	2,290	2,220	4,492	0,214	0,275	1,975	2,160
0,240	5,797	0,111	-0,067	2,116	1,760	2,240	4,384	0,202	0,381	1,968	2,230
0,260	9,377	0,141	-0,042	2,304	2,160	2,260	4,709	0,175	0,618	1,970	2,230
0,280	12,416	0,181	-0,036	2,182	2,290	2,280	5,021	0,144	0,643	1,967	2,190
0,300	14,057	0,195	-0,067	2,202	2,270	2,300	5,455	0,155	0,649	1,942	2,280
0,320	15,360	0,266	-0,086	2,075	2,250	2,320	5,563	0,160	0,668	1,944	2,290
0,340	16,147	0,382	-0,092	2,120	2,330	2,340	5,455	0,157	0,680	1,942	2,330
0,360	17,124	0,476	-0,098	2,107	2,290	2,360	5,346	0,152	0,668	1,957	2,290
0,380	17,138	0,592	-0,092	2,111	2,280	2,380	5,129	0,173	0,655	1,942	2,320
0,400	17,680	0,669	-0,111	2,152	2,190	2,400	4,804	0,205	0,643	1,942	2,290
0,420	17,369	0,764	-0,130	2,165	2,190	2,420	4,804	0,210	0,643	1,941	2,240
0,440	16,841	0,825	-0,136	2,098	2,240	2,440	4,912	0,224	0,655	1,932	2,190
0,460	17,194	0,864	-0,136	2,161	2,170	2,460	5,129	0,220	0,680	1,933	2,250
0,480	17,737	0,880	-0,136	2,162	2,220	2,480	5,455	0,207	0,705	1,924	2,230
0,500	18,727	0,863	-0,148	2,159	2,290	2,500	5,889	0,199	0,736	1,915	2,270
0,520	19,935	0,880	-0,148	2,126	2,250	2,520	6,323	0,174	0,705	1,908	2,280
0,540	21,034	0,899	-0,148	2,125	2,320	2,540	6,540	0,164	0,593	1,915	2,350
0,560	21,034	0,868	-0,148	2,155	2,240	2,560	7,733	0,174	0,711	1,924	2,380
0,580	20,940	0,838	-0,148	2,159	2,250	2,580	10,215	0,210	0,674	1,907	2,240
0,600	21,076	0,806	-0,148	2,165	2,240	2,600	12,182	0,251	0,468	1,917	2,310
0,620	20,859	0,775	-0,148	2,140	2,190	2,620	12,616	0,254	0,375	1,893	2,220
0,640	21,076	0,738	-0,148	2,170	2,320	2,640	11,640	0,229	0,331	1,907	2,330
0,660	21,741	0,694	-0,148	2,175	2,190	2,660	10,989	0,207	0,313	1,915	2,280
0,680	22,393	0,620	-0,142	2,174	2,250	2,680	10,229	0,248	0,294	1,907	2,240
0,700	23,261	0,539	-0,142	2,173	2,280	2,700	12,291	0,301	0,880	1,907	2,320
0,720	23,926	0,473	-0,136	2,198	2,320	2,720	18,476	0,304	0,911	1,882	2,310
0,740	24,685	0,431	-0,136	2,177	2,380	2,740	23,685	0,352	0,250	1,907	2,320
0,760	26,639	0,428	-0,130	2,202	2,250	2,760	25,204	0,384	0,151	1,891	2,400
0,780	29,351	0,408	-0,117	2,211	2,320	2,780	24,119	0,356	0,126	1,891	2,330
0,800	31,413	0,376	-0,111	2,207	2,250	2,800	21,297	0,296	0,120	1,890	2,320
0,820	33,475	0,355	-0,098	2,210	2,270	2,820	18,802	0,220	0,120	1,882	2,280
0,840	34,668	0,348	-0,092	2,216	2,220	2,840	17,608	0,174	0,113	1,882	2,320
0,860	34,994	0,345	-0,092	2,210	2,230	2,860	18,150	0,183	0,126	1,907	2,250
0,880	34,777	0,337	-0,086	2,241	2,250	2,880	19,236	0,214	0,132	1,874	2,280
0,900	34,126	0,320	-0,086	2,218	2,290	2,900	19,778	0,270	0,057	1,865	2,310
0,920	33,149	0,311	-0,086	2,207	2,350	2,920	19,887	0,288	0,007	1,890	2,380
0,940	31,087	0,320	-0,086	2,202	2,310	2,940	20,104	0,268	-0,017	1,865	2,360
0,960	28,809	0,349	-0,086	2,210	2,350	2,960	19,995	0,256	-0,024	1,865	2,330
0,980	26,204	0,403	-0,086	2,210	2,320	2,980	19,995	0,229	-0,017	1,873	2,450
1,000	24,034	0,508	-0,092	2,210	2,310	3,000	20,429	0,180	-0,017	1,874	2,320
1,020	25,316	0,471	-0,092	2,121	1,310	3,020	21,235	0,127	-0,030	1,865	1,160
1,040	24,231	0,540	-0,123	2,136	2,190	3,040	23,622	0,139	-0,042	1,874	2,110
1,060	22,495	0,621	-0,130	2,121	2,200	3,060	28,397	0,188	-0,074	1,891	2,180
1,080	20,433	0,697	-0,136	2,130	2,150	3,080	33,822	0,253	-0,117	1,893	2,200
1,100	18,914	0,776	-0,136	2,110	2,220	3,100	38,705	0,318	-0,142	1,911	2,190
1,120	18,588	0,832	-0,055	2,111	2,220	3,120	42,286	0,386	-0,155	1,883	2,200
1,140	17,612	0,858	0,144	2,115	2,200	3,140	44,456	0,375	-0,148	1,882	2,220
1,160	17,829	0,858	0,244	2,123	2,180	3,160	44,999	0,215	-0,142	1,865	2,250
1,180	18,371	0,834	0,244	2,111	2,190	3,180	45,758	0,162	-0,130	1,873	2,170
1,200	18,669	0,845	0,244	2,117	2,120	3,200	45,975	0,173	-0,123	1,882	2,180
1,220	18,560	0,868	0,219	2,096	2,120	3,220	46,626	0,203	-0,117	1,883	2,130
1,240	17,801	0,901	0,219	2,087	2,180	3,240	47,386	0,232	-0,105	1,893	2,150
1,260	16,919	0,914	0,207	2,115	2,160	3,260	48,145	0,251	-0,098	1,884	2,170
1,280	16,919	0,942	0,182	2,091	2,250	3,280	49,014	0,263	-0,092	1,874	2,110
1,300	16,145	0,947	0,144	2,099	2,240	3,300	49,868	0,271	-0,080	1,875	2,240
1,320	15,168	0,964	0,138	2,103	2,250	3,320	51,061	0,273	-0,067	1,848	2,200
1,340	13,852	0,938	0,120	2,085	2,330	3,340	51,929	0,273	-0,061	1,875	2,190
1,360	13,093	0,906	0,113	2,077	2,320	3,360	52,797	0,278	-0,049	1,848	2,240
1,380	12,522	0,891	0,107	2,073	2,280	3,380	53,217	0,274	-0,042	1,840	2,230
1,400	11,640	0,870	0,107	2,080	2,250	3,400	53,109	0,275	-0,036	1,849	2,220
1,420	12,616	0,833	0,107	2,073	2,200	3,420	53,651	0,275	-0,030	1,866	2,130
1,440	10,758	0,790	0,095	2,049	2,230	3,440	54,071	0,283	-0,024	1,848	2,130
1,460	10,975	0,776	0,088	2,073	2,170	3,460	53,529	0,288	-0,017	1,866	2,190
1,480	10,093	0,740	0,057	2,066	2,230	3,480	51,873	0,293	-0,017	1,850	2,100
1,500	9,210	0,718	0,064	2,074	2,320	3,500	49,811	0,295	-0,011	1,823	2,180
1,520	9,210	0,672	0,132	2,041	2,270	3,520	46,990	0,305	-0,011	1,850	2,240
1,540	8,965	0,619	0,157	2,077	2,290	3,540	44,589	0,305	-0,011	1,849	2,220
1,560	8,423	0,580	0,163	2,055	2,320	3,560	42,744	0,305	-0,011	1,868	2,280
1,580	7,975	0,513	0,176	2,040	2,250	3,580	41,334	0,297	-0,011	1,841	2,220
1,600	7,758	0,458	0,182	2,030	2,240	3,600	40,126	0,299	-0,005	1,850	2,240
1,620	7,418	0,402	0,207	2,040	2,180	3,620	38,715	0,295	-0,005	1,869	2,200
1,640	7,418	0,356	0,263	2,035	2,360	3,640	38,050	0,282	-0,005	1,868	2,200
1,660	7,404	0,302	0,338	2,059	2,200	3,660	36,856	0,268	-0,005	1,850	2,310
1,680	7,404	0,292	0,394	2,035	2,250	3,680	34,903	0,256	-0,005	1,876	2,220
1,700	7,621	0,281	0,437	2,038	2,320	3,700	33,167	0,236	-0,005	1,849	2,270
1,720	7,947	0,280	0,512	2,030	2,360	3,720	31,837	0,220	-0,005	1,850	2,270
1,740	7,918	0,272	0,618	2,020	2,360	3,740	30,860	0,213	-0,005	1,875	2,310
1,760	7,810	0,281	0,643	2,007	2,310	3,760	29,978	0,210	-0,005	1,832	2,430
1,780	7,701	0,281	0,618	2,020	2,330	3,780	28,893	0,207	-0,005	1,841	2,280
1,800	7,376	0,298	0,593	2,007	2,310	3,800	28,133	0,206	-0,005	1,867	2,330
1,820	7,159	0,299	0,500	2,007	2,250	3,820	27,916	0,208	-0,005	1,833	2,270
1,840	6,616	0,306	0,524	2,004	2,270	3,840	28,242	0,229	-0,017	1,842	2,290
1,860	6,725	0,279	0,637	2,005	2,280	3,860	27,034	0,279	-0,080	1,825	2,220
1,880	6,725	0,264	0,686	2,004	2,290	3,880	25,949	0,280	-0,105	1,842	2,280
1,900	7,159	0,260	0,705	1,985	2,320	3,900	24,105	0,265	-0,111	1,816	2,310
1,920	7,593	0,282	0,705	2,005	2,430	3,920	21,717	0,223	-0,117	1,817	2,310
1,940	7,810	0,288	0,630	1,986	2,380	3,940	21,066	0,206	-0,117	1,842	2,380
1,960	7,810	0,284	0,581	1,985	2,330	3,960	24,430	0,284	-0,123	1,800	2,320
1,980	8,135	0,284	0,674	1,988	2,380	3,980	30,181	0,396	-0,136	1,826	2,350
2,000	8,895	0,295	0,736	1,988	2,320	4,000	35,932	0,439	-0,155	1,801	2,280

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
4,020	38,044	0,290	-0,173	1,824	4,490	6,020	7,118	0,378	0,867	1,616	1,470
4,040	38,044	0,282	-0,173	1,871	2,130	6,040	7,023	0,395	0,686	1,599	2,200
4,060	37,501	0,231	-0,167	1,827	2,180	6,060	6,698	0,414	0,643	1,615	2,130
4,080	35,657	0,200	-0,167	1,847	2,120	6,080	6,589	0,430	0,649	1,628	2,200
4,100	33,269	0,194	-0,167	1,836	2,150	6,100	6,358	0,455	0,743	1,618	2,230
4,120	30,448	0,171	-0,173	1,800	2,200	6,120	6,358	0,477	0,736	1,609	2,280
4,140	27,301	0,186	-0,173	1,837	2,220	6,140	6,141	0,493	0,736	1,603	2,240
4,160	23,720	0,198	-0,179	1,818	2,220	6,160	6,033	0,501	0,861	1,603	2,280
4,180	19,163	0,208	-0,186	1,834	2,180	6,180	5,924	0,489	0,911	1,606	2,320
4,200	14,172	0,227	-0,192	1,841	2,220	6,200	5,816	0,478	0,936	1,610	2,240
4,220	10,916	0,264	-0,192	1,803	2,160	6,220	5,707	0,468	0,948	1,609	2,270
4,240	9,180	0,322	-0,186	1,804	2,120	6,240	5,816	0,454	0,986	1,584	2,180
4,260	7,769	0,387	-0,148	1,821	2,220	6,260	6,033	0,429	1,029	1,576	2,220
4,280	6,576	0,399	-0,042	1,835	2,190	6,280	6,141	0,406	1,048	1,585	2,250
4,300	5,925	0,372	0,176	1,793	2,270	6,300	6,344	0,372	1,029	1,612	2,170
4,320	5,368	0,306	0,275	1,794	2,250	6,320	6,344	0,358	1,017	1,566	2,320
4,340	5,260	0,269	0,350	1,824	2,270	6,340	6,127	0,339	1,004	1,573	2,290
4,360	5,260	0,245	0,350	1,797	2,360	6,360	5,910	0,334	0,979	1,558	2,270
4,380	4,934	0,213	0,344	1,810	2,330	6,380	5,801	0,339	0,967	1,559	2,350
4,400	4,609	0,175	0,369	1,788	2,270	6,400	5,476	0,342	0,954	1,575	2,330
4,420	4,392	0,137	0,419	1,803	2,280	6,420	5,476	0,351	0,954	1,556	2,310
4,440	4,934	0,120	0,637	1,794	2,250	6,440	5,476	0,349	1,017	1,537	2,230
4,460	5,368	0,124	0,630	1,751	2,230	6,460	5,693	0,348	1,010	1,549	2,200
4,480	4,609	0,120	0,587	1,804	2,200	6,480	5,801	0,340	0,998	1,536	2,280
4,500	3,849	0,099	0,618	1,754	2,280	6,500	5,910	0,332	0,979	1,534	2,200
4,520	3,740	0,090	0,767	1,792	2,320	6,520	5,910	0,324	0,948	1,525	2,240
4,540	3,755	0,075	0,848	1,773	2,270	6,540	5,801	0,317	0,973	1,519	2,320
4,560	3,755	0,079	0,911	1,786	2,350	6,560	5,801	0,286	0,973	1,519	2,310
4,580	3,863	0,082	0,973	1,782	2,380	6,580	5,476	0,275	0,942	1,524	2,360
4,600	3,972	0,086	1,029	1,757	2,250	6,600	5,150	0,275	0,917	1,521	2,250
4,620	4,406	0,095	1,042	1,755	2,280	6,620	4,716	0,263	0,917	1,532	2,310
4,640	4,108	0,104	0,954	1,757	2,220	6,640	4,825	0,241	0,942	1,519	2,270
4,660	3,783	0,106	0,954	1,750	2,450	6,660	4,716	0,227	1,017	1,524	2,280
4,680	3,566	0,084	1,060	1,759	2,200	6,680	4,716	0,211	1,110	1,524	2,320
4,700	3,580	0,075	1,098	1,760	2,310	6,700	4,730	0,188	1,116	1,521	2,230
4,720	3,580	0,072	1,154	1,764	2,360	6,720	4,839	0,166	1,098	1,485	2,310
4,740	3,919	0,071	1,179	1,744	2,330	6,740	4,730	0,160	1,079	1,504	2,310
4,760	3,811	0,076	1,166	1,712	2,390	6,760	4,839	0,158	1,085	1,510	2,360
4,780	3,811	0,083	1,135	1,735	2,360	6,780	4,839	0,152	1,091	1,499	2,400
4,800	3,825	0,083	1,179	1,723	2,350	6,800	4,839	0,152	1,098	1,502	2,330
4,820	3,933	0,081	1,235	1,750	2,310	6,820	4,947	0,154	1,098	1,502	2,320
4,840	4,070	0,075	1,216	1,754	2,250	6,840	4,853	0,155	1,085	1,496	2,280
4,860	3,853	0,082	1,210	1,717	2,320	6,860	4,853	0,155	1,110	1,504	2,330
4,880	3,853	0,081	1,253	1,725	2,290	6,880	4,744	0,154	1,104	1,510	2,250
4,900	3,975	0,081	1,272	1,711	2,310	6,900	4,664	0,160	1,104	1,484	2,290
4,920	3,975	0,087	1,291	1,707	2,350	6,920	4,664	0,163	1,104	1,492	2,320
4,940	3,989	0,093	1,341	1,735	2,450	6,940	4,664	0,167	1,141	1,495	2,330
4,960	4,207	0,095	1,384	1,707	2,380	6,960	4,773	0,163	1,172	1,502	2,420
4,980	4,329	0,103	1,459	1,715	2,390	6,980	4,895	0,153	1,191	1,492	2,330
5,000	4,655	0,106	1,559	1,736	2,430	7,000	4,895	0,149	1,191	1,485	2,430
5,020	4,343	0,083	1,696	1,735	2,310	7,020	4,678	0,141	1,210	1,489	2,320
5,040	5,506	0,126	2,456	1,737	1,550	7,040	4,893	0,154	1,260	1,435	1,190
5,060	6,049	0,134	2,443	1,734	2,220	7,060	4,676	0,160	1,297	1,447	2,090
5,080	6,700	0,150	2,574	1,706	2,200	7,080	4,567	0,167	1,359	1,451	2,160
5,100	7,025	0,166	2,692	1,702	2,250	7,100	4,676	0,171	1,478	1,463	2,160
5,120	7,243	0,183	2,649	1,717	2,320	7,120	5,110	0,169	1,608	1,449	2,150
5,140	6,808	0,208	2,337	1,717	2,270	7,140	5,652	0,168	1,714	1,449	2,160
5,160	6,700	0,235	1,845	1,698	2,280	7,160	6,086	0,164	1,770	1,430	2,190
5,180	6,374	0,272	1,727	1,706	2,320	7,180	6,195	0,148	1,758	1,451	2,230
5,200	6,049	0,310	2,300	1,707	2,270	7,200	7,497	0,159	2,306	1,438	2,160
5,220	6,049	0,302	2,418	1,688	2,220	7,220	8,474	0,171	2,487	1,434	2,160
5,240	5,723	0,295	2,294	1,707	2,170	7,240	8,148	0,190	2,026	1,444	2,090
5,260	5,506	0,296	2,144	1,739	2,250	7,260	7,280	0,228	1,384	1,438	2,150
5,280	4,855	0,289	2,013	1,718	2,250	7,280	6,738	0,264	1,179	1,438	2,130
5,300	4,421	0,270	1,945	1,700	2,220	7,300	6,195	0,304	1,453	1,457	2,090
5,320	4,204	0,226	1,870	1,684	2,310	7,320	6,086	0,308	1,341	1,420	2,220
5,340	3,879	0,201	1,820	1,708	2,320	7,340	5,869	0,319	1,285	1,451	2,180
5,360	3,879	0,201	1,808	1,700	2,330	7,360	5,652	0,349	1,316	1,447	2,160
5,380	3,879	0,198	1,845	1,663	2,310	7,380	5,652	0,359	1,415	1,452	2,280
5,400	3,770	0,177	1,895	1,694	2,330	7,400	5,652	0,348	1,496	1,449	2,250
5,420	3,879	0,153	1,932	1,684	2,280	7,420	5,761	0,321	1,478	1,449	2,190
5,440	4,204	0,140	1,976	1,684	2,270	7,440	5,761	0,312	1,422	1,426	2,170
5,460	4,313	0,135	2,032	1,670	2,220	7,460	5,869	0,319	1,328	1,435	2,110
5,480	4,421	0,128	2,094	1,685	2,240	7,480	5,761	0,329	1,285	1,443	2,170
5,500	4,544	0,123	2,132	1,660	2,250	7,500	5,544	0,341	1,615	1,415	2,100
5,520	4,544	0,122	2,107	1,657	2,270	7,520	5,313	0,350	1,590	1,411	2,170
5,540	4,327	0,127	2,069	1,676	2,290	7,540	5,204	0,367	1,577	1,427	2,240
5,560	4,327	0,137	2,038	1,666	2,330	7,560	5,204	0,385	1,814	1,370	2,180
5,580	4,327	0,141	2,051	1,673	2,390	7,580	5,096	0,390	1,926	1,403	2,220
5,600	4,652	0,143	2,082	1,652	2,250	7,600	5,204	0,385	1,995	1,400	2,250
5,620	5,223	0,152	2,194	1,667	2,310	7,620	5,313	0,375	2,113	1,363	2,190
5,640	5,874	0,158	2,250	1,670	2,240	7,640	5,313	0,359	2,144	1,363	2,150
5,660	6,634	0,157	1,864	1,651	2,350	7,660	5,313	0,347	2,082	1,411	2,120
5,680	6,851	0,167	1,110	1,645	2,250	7,680	5,624	0,330	2,001	1,384	2,270
5,700	6,973	0,194	0,936	1,661	2,250	7,700	5,516	0,322	1,901	1,397	2,120
5,720	7,082	0,248	0,774	1,649	2,350	7,720	5,516	0,330	2,020	1,360	2,190
5,740	7,299	0,303	0,767	1,629	2,320	7,740	5,733	0,329	1,995	1,373	2,200
5,760	7,624	0,348	0,830	1,634	2,330	7,760	6,058	0,317	1,982	1,376	2,250
5,780	8,072	0,402	0,836	1,652	2,420	7,780	6,167	0,311	1,970	1,390	2,310
5,800	8,615	0,440	1,042	1,650	2,330	7,800	6,275	0,308	1,602	1,350	2,220
5,820	8,181	0,438	0,699	1,627	2,310	7,820	6,275	0,317	1,527	1,344	2,250
5,840	7,978	0,468	0,743	1,624	2,270	7,840	6,139	0,341	1,490	1,347	2,240
5,860	7,978	0,468	0,761	1,604	2,350	7,860	6,030	0,361	1,484	1,355	2,180
5,880	8,195	0,461	0,743	1,616	2,250	7,880	5,596	0,366	1,976	1,356	2,180
5,900	7,544	0,457	2,630	1,618	2,290	7,900	5,271	0,367	2,007	1,359	2,190
5,920	7,463	0,446	2,263	1,618	2,330	7,920	5,162	0,372	2,020	1,356	2,200
5,940	7,463	0,445	1,914	1,628	2,380	7,940	5,054	0,372	2,119	1,326	2,230
5,960	7,463	0,442	1,858	1,624	2,400	7,960	5,054	0,360	2,425	1,371	2,330
5,980	7,463	0,414	1,789	1,609	2,360	7,980	5,596	0,327	2,499	1,341	2,290
6,000	7,355	0,399	1,665	1,628	2,430	8,000	6,356	0,293	2,468	1,340	2,280

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2

RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
8,020	7,011	0,243	1,658	1,354	1,310	10,020	5,859	0,149	1,926	1,275	7,840
8,040	7,011	0,260	1,278	1,371	2,070	10,040	5,453	0,148	2,057	1,322	2,170
8,060	7,011	0,269	1,341	1,338	2,090	10,060	5,670	0,141	2,169	1,305	2,170
8,080	7,662	0,281	1,422	1,317	2,180	10,080	5,670	0,142	2,188	1,294	2,080
8,100	8,530	0,299	1,503	1,338	2,130	10,100	5,128	0,155	2,150	1,287	2,130
8,120	8,964	0,311	1,440	1,348	2,130	10,120	5,019	0,149	2,368	1,287	2,150
8,140	9,506	0,344	1,328	1,334	2,230	10,140	5,019	0,136	2,481	1,310	2,200
8,160	12,545	0,358	1,552	1,343	2,190	10,160	5,019	0,124	2,518	1,291	2,150
8,180	16,017	0,369	0,593	1,323	2,220	10,180	5,128	0,122	2,605	1,308	2,200
8,200	16,343	0,338	0,157	1,343	2,150	10,200	5,425	0,115	2,711	1,315	2,230
8,220	14,715	0,252	0,182	1,323	2,200	10,220	5,751	0,124	2,699	1,308	2,180
8,240	12,436	0,192	0,207	1,339	2,150	10,240	5,317	0,135	2,481	1,267	2,170
8,260	10,158	0,178	0,207	1,336	2,110	10,260	4,802	0,125	2,549	1,301	2,160
8,280	8,204	0,187	0,232	1,328	2,180	10,280	4,802	0,110	2,649	1,284	2,180
8,300	6,360	0,209	0,338	1,338	2,120	10,300	4,774	0,103	2,699	1,278	2,240
8,320	5,383	0,217	0,512	1,308	2,220	10,320	4,991	0,109	2,755	1,301	2,180
8,340	5,152	0,178	0,836	1,301	2,190	10,340	4,991	0,112	2,798	1,289	2,290
8,360	5,695	0,168	1,204	1,312	2,230	10,360	4,774	0,117	2,823	1,289	2,270
8,380	6,237	0,164	1,316	1,335	2,290	10,380	4,774	0,122	2,848	1,289	2,290
8,400	6,237	0,155	1,309	1,308	2,280	10,400	4,666	0,120	2,873	1,307	2,290
8,420	5,803	0,155	1,191	1,308	2,250	10,420	4,666	0,120	2,923	1,277	2,280
8,440	5,369	0,169	1,185	1,338	2,230	10,440	4,802	0,122	2,991	1,289	2,270
8,460	5,152	0,171	1,253	1,326	2,230	10,460	4,991	0,122	3,048	1,283	2,230
8,480	5,152	0,153	1,303	1,319	2,180	10,480	5,100	0,123	3,104	1,295	2,180
8,500	5,912	0,153	1,459	1,334	2,180	10,500	5,208	0,127	3,178	1,289	2,240
8,520	7,648	0,166	1,677	1,334	2,230	10,520	5,859	0,133	3,365	1,283	2,180
8,540	8,516	0,175	1,459	1,300	2,280	10,540	6,944	0,143	3,670	1,265	2,230
8,560	7,322	0,174	1,247	1,315	2,250	10,560	6,619	0,150	3,646	1,289	2,310
8,580	6,237	0,143	1,235	1,311	2,290	10,580	6,402	0,156	3,309	1,289	2,310
8,600	5,912	0,128	1,353	1,322	2,350	10,600	6,185	0,166	2,998	1,295	2,350
8,620	6,129	0,135	1,384	1,315	2,280	10,620	5,642	0,186	2,948	1,301	2,240
8,640	5,586	0,128	1,397	1,315	2,240	10,640	5,317	0,199	2,935	1,271	2,280
8,660	5,695	0,130	1,503	1,307	2,180	10,660	5,317	0,196	2,823	1,277	2,220
8,680	6,780	0,136	1,665	1,304	2,380	10,680	5,208	0,209	2,848	1,260	2,280
8,700	9,818	0,142	1,945	1,338	2,180	10,700	5,208	0,211	2,892	1,283	2,270
8,720	11,554	0,164	1,683	1,338	2,250	10,720	5,317	0,210	2,948	1,266	2,220
8,740	11,337	0,180	1,503	1,319	2,290	10,740	5,317	0,200	3,010	1,308	2,280
8,760	11,337	0,169	1,521	1,296	2,350	10,760	5,642	0,184	3,116	1,260	2,250
8,780	11,120	0,211	1,397	1,323	2,360	10,780	5,751	0,175	3,234	1,285	2,330
8,800	9,492	0,222	1,160	1,281	2,320	10,800	5,751	0,173	3,309	1,297	2,400
8,820	7,431	0,196	0,998	1,277	2,330	10,820	5,751	0,165	3,297	1,273	2,320
8,840	5,695	0,154	1,029	1,312	2,290	10,840	5,642	0,161	3,259	1,298	2,280
8,860	5,261	0,167	1,266	1,330	2,250	10,860	5,642	0,169	3,178	1,279	2,250
8,880	5,261	0,153	1,409	1,297	2,270	10,880	5,642	0,175	3,116	1,292	2,310
8,900	5,152	0,153	1,471	1,313	2,290	10,900	5,751	0,177	3,097	1,298	2,220
8,920	4,718	0,166	1,490	1,305	2,250	10,920	5,751	0,181	3,104	1,298	2,270
8,940	4,935	0,143	1,708	1,321	2,290	10,940	5,751	0,184	3,085	1,298	2,280
8,960	5,261	0,130	1,864	1,305	2,400	10,960	5,628	0,191	3,072	1,316	2,330
8,980	5,586	0,111	1,939	1,294	2,360	10,980	5,628	0,187	3,085	1,292	2,380
9,000	5,695	0,109	1,795	1,301	2,350	11,000	5,737	0,184	3,097	1,311	2,320
9,020	5,737	0,140	1,621	1,309	2,270	11,020	5,901	0,173	3,646	1,292	1,530
9,040	6,213	0,202	0,848	1,347	1,250	11,040	6,227	0,175	3,664	1,318	2,150
9,060	5,128	0,192	1,091	1,322	2,240	11,060	6,661	0,175	3,770	1,299	2,090
9,080	6,972	0,167	1,727	1,314	2,190	11,080	8,831	0,180	4,237	1,305	2,060
9,100	11,964	0,187	2,512	1,307	2,180	11,100	11,001	0,199	4,879	1,286	2,160
9,120	18,583	0,217	1,372	1,343	2,160	11,120	12,629	0,218	3,141	1,306	2,150
9,140	23,575	0,266	1,353	1,318	2,250	11,140	13,606	0,300	2,805	1,342	2,160
9,160	25,745	0,293	1,278	1,318	2,230	11,160	12,955	0,407	2,275	1,342	2,160
9,180	23,221	0,271	1,104	1,340	2,240	11,180	11,653	0,516	1,471	1,348	2,200
9,200	17,904	0,194	0,923	1,328	2,220	11,200	9,808	0,610	1,029	1,371	2,200
9,220	13,998	0,157	0,830	1,278	2,230	11,220	8,289	0,686	2,051	1,365	2,150
9,240	11,827	0,212	0,799	1,326	2,180	11,240	8,397	0,707	3,016	1,400	2,130
9,260	10,417	0,322	0,811	1,298	2,160	11,260	8,817	0,699	3,428	1,369	2,120
9,280	9,332	0,373	0,873	1,294	2,220	11,280	8,817	0,624	4,125	1,426	2,100
9,300	8,572	0,340	0,911	1,316	2,200	11,300	9,034	0,529	4,032	1,436	2,150
9,320	8,029	0,298	1,029	1,347	2,220	11,320	8,817	0,453	3,932	1,451	2,090
9,340	9,006	0,280	1,222	1,349	2,240	11,340	8,247	0,407	4,356	1,442	2,220
9,360	9,223	0,266	1,216	1,316	2,290	11,360	8,029	0,346	4,586	1,473	2,180
9,380	7,812	0,227	1,160	1,300	2,310	11,380	8,138	0,334	4,561	1,473	2,160
9,400	6,279	0,167	1,141	1,326	2,270	11,400	8,341	0,336	4,605	1,472	2,240
9,420	5,737	0,140	1,621	1,309	2,270	11,420	8,558	0,343	4,692	1,479	2,240
9,440	5,737	0,129	1,789	1,302	2,250	11,440	8,884	0,354	4,767	1,472	2,180
9,460	5,194	0,135	1,764	1,302	2,200	11,460	8,978	0,371	4,792	1,490	2,160
9,480	4,760	0,118	1,939	1,307	2,190	11,480	8,652	0,348	4,574	1,491	2,110
9,500	4,760	0,110	2,069	1,270	2,160	11,500	8,218	0,346	4,119	1,502	2,160
9,520	4,963	0,109	2,206	1,295	2,230	11,520	7,662	0,358	3,484	1,479	2,100
9,540	5,180	0,099	2,288	1,333	2,250	11,540	7,011	0,387	3,072	1,497	2,150
9,560	5,614	0,106	2,319	1,311	2,240	11,560	6,360	0,420	2,748	1,484	2,220
9,580	5,723	0,120	2,368	1,312	2,310	11,580	5,926	0,434	2,555	1,498	2,190
9,600	5,831	0,128	2,275	1,329	2,360	11,600	5,586	0,450	2,530	1,491	2,240
9,620	5,180	0,133	2,225	1,315	2,230	11,620	5,369	0,466	2,530	1,485	2,220
9,640	4,963	0,112	2,368	1,304	2,240	11,640	5,261	0,468	2,655	1,467	2,180
9,660	5,940	0,108	2,593	1,272	2,180	11,660	5,152	0,445	2,643	1,492	2,180
9,680	9,955	0,116	3,141	1,314	2,390	11,680	5,261	0,403	2,636	1,492	2,100
9,700	11,799	0,123	2,076	1,287	2,180	11,700	5,341	0,361	2,668	1,488	2,250
9,720	9,955	0,127	1,035	1,292	2,250	11,720	5,558	0,331	2,724	1,493	2,130
9,740	7,350	0,204	0,786	1,280	2,290	11,740	5,666	0,294	2,742	1,519	2,180
9,760	5,831	0,265	1,422	1,311	2,290	11,760	5,775	0,256	2,748	1,497	2,200
9,780	5,614	0,273	2,256	1,329	2,350	11,780	5,666	0,246	2,742	1,497	2,250
9,800	5,397	0,277	2,555	1,316	2,350	11,800	5,652	0,235	2,724	1,490	2,290
9,820	5,289	0,267	2,574	1,314	2,330	11,820	5,652	0,224	2,668	1,541	2,200
9,840	5,180	0,242	2,611	1,269	2,270	11,840	5,544	0,222	2,568	1,521	2,230
9,860	5,180	0,228	2,605	1,262	2,240	11,860	5,652	0,215	2,537	1,547	2,170
9,880	5,180	0,178	2,611	1,284	2,320	11,880	5,761	0,217	2,518	1,541	2,200
9,900	5,289	0,127	2,618	1,291	2,230	11,900	5,761	0,234	2,537	1,541	2,160
9,920	5,289	0,121	2,586	1,284	2,240	11,920	5,652	0,237	2,643	1,539	2,180
9,940	5,397	0,135	2,580	1,288	2,310	11,940	5,747	0,236	2,692	1,554	2,220
9,960	5,723	0,141	2,624	1,301	2,380	11,960	5,855	0,233	2,717	1,552	2,240
9,980	6,143	0,143	2,686	1,294	2,360	11,980	5,855	0,239	2,767	1,579	2,310
10,000	6,143	0,149	2,630	1,294	2,320	12,000	6,181	0,237	2,773	1,579	2,250

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
12,020	6,398	0,239	2,873	1,561	2,310	14,020	40,183	0,368	0,630	1,872	2,240
12,040	6,836	0,235	3,913	1,638	1,220	14,040	42,882	0,415	0,288	1,853	2,250
12,060	7,161	0,242	3,957	1,614	2,150	14,060	44,509	0,489	0,263	1,876	2,190
12,080	7,378	0,246	3,976	1,598	2,080	14,080	44,061	0,522	0,269	1,862	2,180
12,100	7,690	0,247	3,926	1,648	2,150	14,100	43,736	0,519	0,288	1,873	2,130
12,120	7,798	0,253	3,932	1,650	2,180	14,120	43,953	0,384	0,325	1,885	2,270
12,140	8,029	0,256	3,789	1,664	2,170	14,140	46,529	0,309	0,394	1,847	2,120
12,160	8,232	0,255	3,683	1,676	2,180	14,160	49,676	0,358	0,437	1,849	2,190
12,180	8,775	0,253	3,627	1,627	2,190	14,180	51,737	0,407	0,431	1,856	2,230
12,200	8,667	0,275	3,733	1,680	2,200	14,200	51,940	0,430	0,325	1,880	2,250
12,220	8,232	0,288	3,776	1,673	2,150	14,220	52,266	0,511	0,331	1,873	2,280
12,240	7,798	0,293	3,459	1,643	2,130	14,240	51,506	0,487	0,344	1,850	2,280
12,260	7,690	0,297	3,371	1,694	2,110	14,260	47,218	0,320	0,767	1,873	1,760
12,280	7,690	0,315	3,421	1,666	2,110	14,280	46,350	0,278	0,655	1,866	2,090
12,300	7,798	0,334	3,652	1,661	2,150	14,300	42,878	0,236	0,568	1,836	2,230
12,320	7,798	0,331	3,801	1,654	2,080	14,320	38,065	0,196	1,060	1,866	3,030
12,340	7,798	0,321	4,057	1,712	2,200	14,340	33,291	0,184	0,936	1,850	2,090
12,360	7,784	0,309	4,019	1,708	2,160	14,360	29,167	0,205	0,848	1,850	2,220
12,380	7,690	0,309	3,963	1,698	2,160	14,380	27,323	0,252	0,786	1,881	2,170
12,400	7,459	0,293	3,589	1,698	2,240	14,400	26,888	0,335	0,655	1,873	2,160
12,420	6,916	0,287	3,141	1,673	2,230	14,420	24,067	0,424	0,462	1,866	2,240
12,440	6,482	0,287	3,004	1,719	2,190	14,440	19,944	0,422	0,319	1,911	2,220
12,460	6,157	0,290	3,253	1,670	2,130	14,460	16,254	0,479	0,219	1,889	2,180
12,480	5,831	0,284	3,446	1,722	2,100	14,480	12,768	0,478	0,182	1,922	2,150
12,500	5,926	0,269	3,471	1,717	2,170	14,500	10,381	0,410	1,409	1,892	2,100
12,520	6,143	0,260	3,471	1,703	2,080	14,520	9,838	0,331	2,823	1,892	2,150
12,540	6,251	0,259	3,490	1,715	2,150	14,540	11,574	0,273	3,222	1,926	2,060
12,560	6,360	0,248	3,515	1,708	2,190	14,560	14,721	0,276	3,546	1,923	2,150
12,580	6,468	0,230	3,565	1,736	2,190	14,580	21,883	0,346	2,823	1,889	2,190
12,600	6,468	0,216	3,583	1,738	2,240	14,600	26,440	0,361	2,474	1,869	2,160
12,620	6,360	0,211	3,477	1,743	2,180	14,620	26,332	0,341	1,079	1,906	2,200
12,640	6,251	0,219	3,378	1,731	2,180	14,640	25,247	0,348	0,861	1,899	2,200
12,660	5,926	0,230	3,378	1,731	2,170	14,660	34,239	0,443	1,110	1,883	2,180
12,680	6,129	0,223	3,415	1,767	2,120	14,680	54,531	0,529	1,702	1,899	2,110
12,700	6,129	0,222	3,496	1,725	2,230	14,700	69,288	0,450	1,278	1,877	2,060
12,720	6,237	0,221	3,565	1,732	2,150	14,720	72,869	0,371	1,378	1,890	2,240
12,740	6,454	0,227	3,614	1,732	2,180	14,740	73,411	0,352	1,453	1,892	2,080
12,760	6,563	0,228	3,633	1,767	2,200	14,760	72,001	0,361	1,490	1,908	2,150
12,780	6,780	0,222	3,677	1,739	2,250	14,780	68,962	0,352	1,490	1,900	2,150
12,800	6,997	0,218	3,745	1,769	2,320	14,800	65,273	0,336	1,478	1,886	2,230
12,820	7,539	0,221	3,926	1,727	2,190	14,820	61,041	0,309	1,446	1,900	2,240
12,840	7,539	0,227	4,032	1,760	2,220	14,840	55,073	0,317	1,366	1,894	2,170
12,860	7,322	0,229	3,994	1,769	2,170	14,860	48,006	0,334	1,247	1,897	2,230
12,880	6,997	0,229	3,888	1,756	2,190	14,880	43,340	0,353	1,204	1,881	2,160
12,900	6,888	0,227	3,751	1,776	2,160	14,900	42,146	0,385	1,272	1,860	2,160
12,920	6,780	0,235	3,708	1,784	2,170	14,920	41,387	0,427	1,241	1,897	2,120
12,940	6,563	0,242	3,770	1,770	2,200	14,940	37,806	0,494	0,948	1,897	2,180
12,960	6,563	0,242	3,801	1,778	2,240	14,960	33,220	0,480	0,699	1,881	2,170
12,980	6,780	0,240	3,795	1,775	2,290	14,980	30,182	0,447	0,593	1,897	2,200
13,000	6,888	0,250	3,795	1,770	2,250	15,000	28,446	0,496	0,543	1,881	2,290
13,020	6,944	0,268	4,212	1,796	1,730	15,020	32,804	0,441	0,549	1,873	1,500
13,040	6,930	0,264	4,094	1,792	2,150	15,040	33,347	0,529	0,257	1,875	2,200
13,060	7,039	0,256	4,057	1,810	2,070	15,060	40,414	0,646	0,226	1,822	2,120
13,080	7,039	0,249	4,075	1,788	2,050	15,080	45,731	0,778	0,213	1,873	1,990
13,100	7,147	0,241	4,181	1,795	2,150	15,100	45,174	0,704	0,088	1,883	2,080
13,120	7,595	0,232	4,100	1,791	2,120	15,120	39,749	0,624	0,088	1,875	2,110
13,140	8,138	0,217	3,920	1,793	2,120	15,140	31,394	0,528	0,082	1,857	2,090
13,160	9,426	0,219	3,920	1,820	2,160	15,160	23,364	0,423	0,107	1,881	2,090
13,180	11,596	0,237	3,926	1,810	2,170	15,180	17,179	0,384	0,144	1,867	2,190
13,200	14,635	0,250	2,138	1,839	2,200	15,200	13,381	0,403	0,232	1,881	2,160
13,220	16,805	0,264	1,908	1,820	2,120	15,220	10,980	0,452	0,500	1,897	2,180
13,240	18,867	0,322	1,733	1,820	2,150	15,240	9,569	0,505	1,496	1,883	2,110
13,260	20,711	0,351	1,378	1,842	2,080	15,260	8,701	0,509	2,711	1,881	2,170
13,280	24,509	0,353	1,334	1,846	2,100	15,280	8,036	0,429	3,091	1,923	2,090
13,300	26,788	0,358	0,824	1,834	2,120	15,300	8,036	0,400	3,353	1,897	2,060
13,320	27,330	0,336	0,637	1,818	2,100	15,320	7,574	0,335	3,241	1,897	2,150
13,340	27,873	0,331	0,680	1,803	2,180	15,340	7,357	0,276	3,533	1,921	2,090
13,360	27,764	0,348	0,718	1,811	2,160	15,360	7,140	0,210	3,515	1,934	2,160
13,380	29,175	0,379	0,792	1,811	2,160	15,380	7,125	0,168	3,683	1,937	2,150
13,400	32,213	0,417	0,917	1,841	2,240	15,400	7,125	0,154	3,945	1,937	2,150
13,420	35,252	0,441	1,048	1,803	2,220	15,420	7,234	0,153	4,318	1,910	2,230
13,440	36,106	0,454	1,023	1,841	2,180	15,440	7,342	0,151	4,368	1,950	2,200
13,460	34,586	0,473	0,911	1,826	2,150	15,460	7,762	0,154	4,337	1,953	2,160
13,480	32,308	0,479	0,830	1,871	2,100	15,480	7,980	0,159	4,449	1,929	2,150
13,500	29,921	0,447	0,761	1,875	2,170	15,500	9,933	0,174	4,493	1,950	2,120
13,520	27,859	0,443	0,674	1,890	2,060	15,520	12,768	0,191	5,153	1,966	2,090
13,540	27,208	0,436	0,680	1,863	2,150	15,540	17,325	0,206	4,804	1,982	2,060
13,560	26,868	0,397	0,711	1,860	2,200	15,560	24,487	0,272	3,963	1,985	2,120
13,580	26,651	0,350	0,736	1,848	2,180	15,580	29,696	0,328	3,602	2,002	2,170
13,600	26,217	0,365	0,711	1,856	2,220	15,600	28,936	0,403	3,378	2,020	2,120
13,620	27,085	0,375	0,749	1,814	2,220	15,620	25,138	0,410	3,091	2,047	2,190
13,640	29,784	0,372	0,880	1,811	2,170	15,640	21,557	0,446	2,829	2,056	2,220
13,660	35,535	0,380	1,116	1,829	2,150	15,660	15,915	0,493	2,431	2,055	2,160
13,680	41,583	0,447	0,898	1,811	2,090	15,680	12,117	0,553	2,231	2,028	2,160
13,700	46,358	0,510	0,686	1,833	2,240	15,700	10,489	0,543	2,530	1,985	2,060
13,720	48,840	0,532	0,662	1,837	2,110	15,720	10,381	0,541	3,153	1,982	2,310
13,740	48,406	0,473	0,562	1,830	2,160	15,740	10,381	0,500	3,484	1,990	2,080
13,760	48,175	0,393	0,587	1,864	2,180	15,760	10,475	0,484	3,116	1,929	2,180
13,780	46,438	0,328	0,612	1,834	2,230	15,780	9,065	0,554	2,998	1,942	2,200
13,800	45,028	0,277	0,643	1,837	2,250	15,800	7,857	0,493	3,371	1,931	2,220
13,820	44,471	0,291	0,705	1,841	2,180	15,820	7,314	0,435	4,038	1,937	2,250
13,840	44,037	0,333	0,730	1,860	2,250	15,840	7,423	0,362	4,231	1,916	2,240
13,860	42,952	0,349	0,743	1,871	2,180	15,860	7,748	0,331	4,399	1,912	2,230
13,880	41,730	0,333	0,761	1,864	2,170	15,880	7,965	0,311	4,518	1,903	2,180
13,900	41,188	0,327	0,792	1,875	2,130	15,900	8,074	0,300	4,568	1,907	2,160
13,920	41,391	0,325	0,824	1,846	2,200	15,920	8,291	0,267	4,667	1,915	2,180
13,940	39,329	0,333	0,680	1,850	2,170	15,940	8,399	0,217	4,661	1,924	2,190
13,960	37,918	0,356	0,606	1,861	2,220	15,960	8,725	0,201	4,649	1,929	2,150
13,980	37,362	0,316	0,624	1,864	2,290	15,980	9,667	0,194	4,487	1,936	2,290
14,000	37,904	0,306	0,693	1,864	2,250	16,000	9,450	0,206	4,692	1,928	2,160

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
16,020	9,125	0,217	4,131	1,961	2,200	18,020	25,401	0,906	2,661	2,810	2,240
16,040	8,148	0,235	4,293	1,968	2,220	18,040	22,363	0,897	2,244	2,785	2,060
16,060	7,931	0,246	4,356	1,971	2,090	18,060	19,433	0,864	2,144	2,801	2,100
16,080	8,040	0,252	4,368	1,999	2,030	18,080	17,263	0,820	2,306	2,785	2,040
16,100	8,257	0,255	4,131	2,008	2,150	18,100	15,852	0,718	2,717	2,803	2,050
16,120	8,582	0,258	4,007	1,986	2,080	18,120	14,876	0,624	2,879	2,811	1,990
16,140	8,257	0,266	3,720	2,001	2,080	18,140	14,442	0,566	2,998	2,802	2,030
16,160	8,474	0,266	3,870	2,018	2,150	18,160	13,994	0,529	3,072	2,811	2,060
16,180	8,691	0,254	3,951	2,015	2,160	18,180	13,668	0,519	3,147	2,803	2,100
16,200	8,908	0,236	4,057	2,022	2,160	18,200	13,668	0,492	3,191	2,803	2,080
16,220	9,219	0,221	4,418	2,030	2,160	18,220	14,102	0,484	3,371	2,811	2,080
16,240	9,111	0,210	3,832	2,038	2,150	18,240	14,088	0,519	3,359	2,811	2,130
16,260	9,328	0,204	3,733	2,070	2,160	18,260	14,631	0,557	3,434	2,802	2,040
16,280	9,762	0,190	4,119	2,111	2,110	18,280	14,848	0,588	3,322	2,812	2,060
16,300	9,979	0,179	4,100	2,118	2,040	18,300	14,711	0,634	3,340	2,820	2,030
16,320	10,521	0,189	4,032	2,118	2,150	18,320	14,060	0,674	3,222	2,820	2,020
16,340	11,064	0,202	4,063	2,126	2,110	18,340	15,145	0,698	3,471	2,803	2,060
16,360	11,498	0,224	3,309	2,134	2,090	18,360	15,796	0,713	3,702	2,803	1,990
16,380	11,281	0,260	3,072	2,150	2,170	18,380	16,542	0,717	3,888	2,803	2,110
16,400	10,521	0,312	3,259	2,201	2,180	18,400	17,410	0,715	3,895	2,802	2,110
16,420	10,630	0,333	3,814	2,176	2,190	18,420	17,735	0,761	3,795	2,788	2,090
16,440	10,630	0,354	3,689	2,218	2,190	18,440	17,721	0,800	3,658	2,803	2,150
16,460	10,847	0,374	3,646	2,218	2,180	18,460	17,396	0,872	3,565	2,811	2,120
16,480	10,955	0,396	3,683	2,243	2,150	18,480	16,962	0,943	3,452	2,812	2,090
16,500	10,955	0,411	3,727	2,268	2,130	18,500	16,622	0,954	3,315	2,786	2,030
16,520	11,064	0,406	3,490	2,268	2,090	18,520	16,839	0,988	3,216	2,803	2,010
16,540	11,172	0,402	3,446	2,285	2,110	18,540	16,500	1,051	3,185	2,802	2,080
16,560	11,281	0,405	3,695	2,310	2,110	18,560	16,608	1,023	3,166	2,787	2,010
16,580	11,715	0,404	4,075	2,310	2,150	18,580	16,500	0,983	3,135	2,805	2,030
16,600	12,149	0,390	4,026	2,352	2,150	18,600	15,929	0,930	3,122	2,804	2,130
16,620	12,786	0,381	4,387	2,352	2,200	18,620	15,712	0,894	3,116	2,804	2,110
16,640	13,437	0,383	4,624	2,361	2,240	18,640	15,806	0,879	3,091	2,804	2,150
16,660	13,980	0,373	4,686	2,412	2,120	18,660	15,264	0,900	3,004	2,813	2,060
16,680	14,631	0,362	4,692	2,429	2,170	18,680	15,033	0,891	2,967	2,813	2,100
16,700	15,282	0,355	4,717	2,412	2,090	18,700	15,575	0,851	3,023	2,822	2,050
16,720	15,716	0,355	4,817	2,438	2,230	18,720	17,514	0,844	3,334	2,821	2,060
16,740	16,041	0,372	4,773	2,455	2,110	18,740	18,057	0,855	3,521	2,822	2,110
16,760	16,258	0,391	4,605	2,456	2,150	18,760	18,897	0,828	3,658	2,855	2,040
16,780	16,258	0,411	4,511	2,498	2,180	18,780	20,633	0,813	3,864	2,865	2,080
16,800	16,258	0,442	4,680	2,481	2,190	18,800	23,874	0,768	4,673	2,858	2,090
16,820	16,339	0,469	4,543	2,532	2,200	18,820	30,059	0,717	5,415	2,864	2,130
16,840	16,664	0,487	4,536	2,550	2,250	18,840	41,548	0,700	6,374	2,866	2,190
16,860	17,098	0,505	4,698	2,542	2,230	18,860	54,786	0,727	5,209	2,875	2,070
16,880	17,532	0,517	4,680	2,566	2,160	18,880	60,428	0,762	4,624	2,875	2,090
16,900	18,292	0,522	4,673	2,568	2,130	18,900	61,391	0,711	4,281	2,888	2,080
16,920	18,400	0,535	4,642	2,602	2,200	18,920	61,391	0,573	4,412	2,903	2,090
16,940	18,834	0,549	4,829	2,618	2,130	18,940	58,895	0,530	3,907	2,877	2,040
16,960	19,052	0,560	4,761	2,627	2,130	18,960	57,159	0,563	2,686	2,878	2,100
16,980	19,580	0,559	4,754	2,643	2,180	18,980	55,857	0,592	2,331	2,885	2,080
17,000	20,231	0,580	4,829	2,670	2,250	19,000	54,121	0,587	2,069	2,902	2,110
17,020	22,311	0,603	3,639	2,670	1,490	19,020	54,888	0,669	2,468	2,900	1,390
17,040	23,504	0,635	3,508	2,678	2,150	19,040	57,818	0,611	1,627	2,906	1,990
17,060	24,481	0,663	3,452	2,714	2,100	19,060	53,803	0,619	1,141	2,898	2,100
17,080	26,000	0,685	2,462	2,713	1,970	19,080	48,160	0,560	0,929	2,901	2,050
17,100	26,760	0,743	1,777	2,739	2,100	19,100	46,316	0,654	0,886	2,907	1,930
17,120	27,194	0,827	1,895	2,731	2,030	19,120	50,765	0,873	1,004	2,926	2,000
17,140	27,302	0,908	2,275	2,764	2,030	19,140	65,414	1,102	1,677	2,933	2,020
17,160	27,397	0,976	2,281	2,774	2,060	19,160	81,879	1,198	2,574	2,917	1,960
17,180	26,312	1,083	2,954	2,784	2,120	19,180	90,017	1,108	2,555	2,901	2,000
17,200	28,048	1,133	3,639	2,789	2,090	19,200	96,203	1,007	2,805	2,908	2,060
17,220	29,350	1,206	5,415	2,790	2,130	19,220	101,954	0,889	2,942	2,901	2,040
17,240	32,252	1,211	5,988	2,808	2,090	19,240	108,667	0,755	2,175	2,902	2,030
17,260	33,879	1,232	5,801	2,793	2,090	19,260	116,154	0,817	1,540	2,884	2,030
17,280	35,601	1,266	5,894	2,792	2,030	19,280	121,674	0,907	1,191	2,884	2,030
17,300	36,238	1,320	5,689	2,792	2,020	19,300	125,147	0,957	0,998	2,876	1,980
17,320	37,309	1,360	5,589	2,817	2,060	19,320	132,511	1,013	1,104	2,875	1,920
17,340	37,852	1,413	5,751	2,792	2,060	19,340	142,697	0,945	1,490	2,885	2,000
17,360	38,475	1,459	5,670	2,793	2,050	19,360	157,101	0,735	2,132	2,877	1,980
17,380	38,352	1,593	5,409	2,794	2,110	19,380	175,425	0,803	2,817	2,886	1,980
17,400	37,579	1,648	5,041	2,784	2,110	19,400	186,602	0,876	2,674	2,903	2,010
17,420	36,385	1,681	4,835	2,811	2,150	19,420	187,999	0,857	2,549	2,878	1,990
17,440	35,163	1,690	4,817	2,811	2,120	19,440	181,337	0,881	2,549	2,885	2,070
17,460	33,508	1,671	4,705	2,793	2,120	19,460	167,868	0,940	2,493	2,886	2,100
17,480	31,540	1,639	4,605	2,789	2,080	19,480	148,322	0,990	2,300	2,886	2,040
17,500	30,116	1,571	4,331	2,821	2,090	19,500	126,931	1,015	2,057	2,871	2,040
17,520	27,714	1,548	4,144	2,813	2,030	19,520	108,036	1,015	1,883	2,869	2,000
17,540	24,865	1,459	4,156	2,796	2,050	19,540	89,222	1,007	1,640	2,871	2,000
17,560	24,091	1,301	4,368	2,798	2,070	19,560	67,614	1,055	1,297	2,869	2,000
17,580	22,992	1,175	4,555	2,781	2,090	19,580	47,715	1,130	0,973	2,889	2,060
17,600	22,327	1,048	4,773	2,781	2,090	19,600	35,764	1,244	0,817	2,864	2,090
17,620	21,959	0,920	5,022	2,789	2,150	19,620	30,405	1,411	0,830	2,873	2,050
17,640	21,417	0,836	5,446	2,788	2,160	19,640	25,603	1,558	0,973	2,865	2,090
17,660	20,535	0,696	5,527	2,813	2,090	19,660	21,885	1,618	1,185	2,882	2,120
17,680	20,412	0,590	5,602	2,788	2,090	19,680	19,998	1,638	1,914	2,874	2,040
17,700	20,507	0,538	5,739	2,781	2,030	19,700	26,047	1,394	6,436	2,884	2,020
17,720	21,130	0,502	5,994	2,797	2,200	19,720	42,404	1,081	9,290	2,912	1,950
17,740	22,215	0,484	6,218	2,788	2,060	19,740	58,638	0,956	2,437	2,885	2,120
17,760	24,276	0,476	6,443	2,788	2,080	19,760	63,059	0,922	2,182	2,912	1,940
17,780	24,913	0,511	5,539	2,788	2,150	19,780	62,380	0,738	2,045	2,895	2,060
17,800	23,286	0,522	4,910	2,780	2,110	19,800	60,290	0,484	1,982	2,915	2,070
17,820	20,464	0,476	4,842	2,813	2,160	19,820	60,059	0,484	2,045	2,882	2,100
17,840	18,945	0,446	6,337	2,811	2,190	19,840	63,300	0,545	2,182	2,891	2,090
17,860	20,139	0,464	7,259	2,786	2,160	19,860	66,528	0,579	2,119	2,891	2,090
17,880	22,092	0,510	7,309	2,793	2,110	19,880	68,589	0,641	1,926	2,900	2,100
17,900	22,526	0,550	6,561	2,811	2,090	19,900	70,203	0,661	1,621	2,902	2,050
17,920	21,116	0,554	6,112	2,796	2,130	19,920	71,288	0,566	1,534	2,883	2,010
17,940	18,620	0,486	5,863	2,786	2,090	19,940	72,468	0,484	1,621	2,913	2,030
17,960	18,417	0,451	6,094	2,780	2,090	19,960	73,010	0,448	1,721	2,890	2,040
17,980	18,091	0,472	6,505	2,786	2,160	19,980	72,576	0,453	1,789	2,896	2,040
18,000	18,308	0,481	6,530	2,777	2,200	20,000	70,948	0,489	1,802	2,899	2,020

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
20,020	68,322	0,518	1,596	2,913	1,060	22,020	201,462	0,919	2,680	2,942	2,400
20,040	67,345	0,541	1,503	2,903	2,010	22,040	204,364	0,960	2,711	2,924	2,510
20,060	67,562	0,554	1,540	2,903	2,040	22,060	208,025	0,985	2,711	2,924	2,480
20,080	69,190	0,572	1,627	2,910	1,980	22,080	212,243	1,018	2,699	2,907	2,460
20,100	72,011	0,581	1,640	2,885	1,950	22,100	216,570	1,045	2,705	2,889	2,480
20,120	74,153	0,584	1,247	2,909	1,950	22,120	220,896	1,086	2,680	2,873	2,430
20,140	74,696	0,584	1,091	2,909	1,890	22,140	227,039	1,115	2,686	2,871	2,360
20,160	75,021	0,571	1,129	2,910	1,960	22,160	232,776	1,143	2,692	2,847	2,360
20,180	75,130	0,559	1,253	2,901	1,980	22,180	239,259	1,162	2,705	2,844	2,400
20,200	74,899	0,543	1,322	2,901	2,000	22,200	243,896	1,178	2,643	2,828	2,320
20,220	74,356	0,531	1,341	2,918	2,000	22,220	247,666	1,201	2,611	2,819	2,380
20,240	74,776	0,541	1,440	2,885	2,010	22,240	250,120	1,234	2,624	2,813	2,450
20,260	75,536	0,553	1,552	2,885	2,060	22,260	251,733	1,254	2,618	2,810	2,450
20,280	76,173	0,561	1,559	2,902	2,060	22,280	252,139	1,276	2,580	2,794	2,450
20,300	75,413	0,566	1,415	2,911	2,360	22,300	252,206	1,297	2,580	2,777	2,500
20,320	75,710	0,554	1,359	2,913	2,350	22,320	251,092	1,320	2,605	2,785	2,450
20,340	76,470	0,553	1,378	2,911	2,390	22,340	244,031	1,328	3,035	2,818	1,160
20,360	76,564	0,561	1,372	2,903	2,400	22,360	247,178	1,283	2,468	2,793	2,120
20,380	75,262	0,542	1,266	2,921	2,320	22,380	245,565	1,299	2,406	2,793	2,320
20,400	74,055	0,540	1,228	2,914	2,460	22,400	245,456	1,333	2,487	2,784	2,270
20,420	73,173	0,553	1,266	2,922	2,450	22,420	243,720	1,402	2,449	2,783	2,310
20,440	72,521	0,559	1,297	2,913	2,450	22,440	241,984	1,428	2,393	2,791	2,320
20,460	70,771	0,584	1,222	2,913	2,480	22,460	239,488	1,435	2,337	2,783	2,360
20,480	69,469	0,572	1,222	2,930	2,460	22,480	241,007	1,441	2,474	2,781	2,400
20,500	68,790	0,575	1,309	2,930	2,450	22,500	243,380	1,436	2,530	2,773	2,390
20,520	69,441	0,614	1,372	2,928	2,380	22,520	245,442	1,464	2,530	2,772	2,350
20,540	70,946	0,639	1,390	2,930	2,330	22,540	246,622	1,480	2,468	2,764	2,330
20,560	70,932	0,655	1,334	2,931	2,420	22,560	247,150	1,489	2,437	2,765	2,290
20,580	67,785	0,646	1,210	2,940	2,350	22,580	245,914	1,515	2,468	2,755	2,270
20,600	63,756	0,598	1,129	2,930	2,390	22,600	242,102	1,529	2,431	2,738	2,250
20,620	59,741	0,557	1,060	2,940	2,450	22,620	237,422	1,564	2,418	2,739	2,290
20,640	56,783	0,554	1,060	2,938	2,450	22,640	235,753	1,594	2,481	2,714	2,380
20,660	54,396	0,560	1,060	2,939	2,540	22,660	235,399	1,586	2,468	2,713	2,320
20,680	51,778	0,578	1,048	2,939	2,400	22,680	231,478	1,608	2,368	2,696	2,380
20,700	48,292	0,602	1,010	2,940	2,420	22,700	224,058	1,615	2,300	2,679	2,420
20,720	44,277	0,639	0,961	2,939	2,390	22,720	216,108	1,626	2,300	2,679	2,330
20,740	40,913	0,674	0,923	2,956	2,450	22,740	212,079	1,582	2,456	2,679	2,290
20,760	36,775	0,706	0,842	2,941	2,430	22,760	212,688	1,552	2,586	2,679	2,250
20,780	29,274	0,684	0,680	2,957	2,400	22,780	213,962	1,542	2,530	2,669	2,450
20,800	20,485	0,624	0,643	2,956	2,460	22,800	214,571	1,527	2,555	2,661	2,230
20,820	15,140	0,595	0,998	2,956	2,450	22,820	221,813	1,472	2,674	2,668	2,310
20,840	11,884	0,578	1,746	2,974	2,510	22,840	232,188	1,415	2,655	2,668	2,360
20,860	12,847	0,472	3,913	2,973	2,580	22,860	237,803	1,397	2,586	2,643	2,390
20,880	27,279	0,435	6,324	2,973	2,450	22,880	238,954	1,427	2,568	2,659	2,380
20,900	45,603	0,401	3,895	2,984	2,450	22,900	239,917	1,464	2,524	2,643	2,400
20,920	61,337	0,461	3,670	2,998	2,390	22,920	239,346	1,487	2,518	2,659	2,390
20,940	75,118	0,504	4,125	2,999	2,450	22,940	239,521	1,509	2,524	2,642	2,330
20,960	85,304	0,540	4,468	3,007	2,330	22,960	239,710	1,548	2,518	2,659	2,310
20,980	90,621	0,602	4,536	3,007	2,450	22,980	239,262	1,584	2,518	2,642	2,320
21,000	91,380	0,614	4,418	2,981	2,420	23,000	239,870	1,581	2,562	2,632	2,320
21,020	86,714	0,498	4,013	2,999	2,500	23,020	166,791	1,493	3,122	2,622	3,440
21,040	81,711	0,550	2,206	2,977	1,910	23,040	238,842	1,379	1,932	2,631	2,020
21,060	82,036	0,516	2,057	2,969	2,270	23,060	238,083	1,373	1,914	2,631	2,320
21,080	79,974	0,563	1,870	2,961	2,480	23,080	234,176	1,363	1,920	2,631	2,320
21,100	79,432	0,610	1,820	2,968	2,400	23,100	229,836	1,354	1,951	2,631	2,310
21,120	81,385	0,674	1,908	2,968	2,280	23,120	225,930	1,369	1,970	2,632	2,360
21,140	83,881	0,732	1,964	2,960	2,310	23,140	221,575	1,372	1,820	2,634	2,280
21,160	82,362	0,788	1,777	2,969	2,390	23,160	217,560	1,354	1,876	2,625	2,230
21,180	79,757	0,752	1,627	2,952	2,320	23,180	214,291	1,383	1,914	2,625	2,200
21,200	78,224	0,643	1,571	2,961	2,360	23,200	212,975	1,372	1,901	2,617	2,310
21,220	78,984	0,610	1,652	2,961	2,430	23,220	214,900	1,375	1,932	2,601	2,310
21,240	78,102	0,652	1,646	2,960	2,400	23,240	220,311	1,349	1,914	2,602	2,280
21,260	73,110	0,667	1,465	2,952	2,430	23,260	225,506	1,324	1,908	2,593	2,310
21,280	59,546	0,606	1,060	2,960	2,390	23,280	226,237	1,316	1,920	2,594	2,350
21,300	43,039	0,508	0,693	2,960	2,430	23,300	225,558	1,309	1,858	2,571	2,390
21,320	32,376	0,533	0,630	2,960	2,390	23,320	225,204	1,310	1,889	2,579	2,250
21,340	30,206	0,633	0,929	2,970	2,290	23,340	223,752	1,334	1,833	2,554	2,280
21,360	27,588	0,773	0,992	2,970	2,400	23,360	221,119	1,342	1,908	2,537	2,250
21,380	25,512	0,984	1,297	2,977	2,320	23,380	216,331	1,395	1,914	2,539	2,230
21,400	26,706	0,932	1,066	3,002	2,430	23,400	210,103	1,423	1,914	2,514	2,310
21,420	38,085	0,942	4,823	3,002	2,400	23,420	203,456	1,447	1,976	2,507	2,250
21,440	52,706	0,760	3,502	2,994	2,380	23,440	197,772	1,423	1,957	2,516	2,360
21,460	54,008	0,637	2,967	2,994	2,500	23,460	192,318	1,404	2,007	2,498	2,330
21,480	47,267	0,531	2,481	2,994	2,500	23,480	185,968	1,373	1,976	2,491	2,320
21,500	37,161	0,397	1,951	3,005	2,420	23,500	176,608	1,366	1,976	2,482	2,420
21,520	36,062	0,517	2,256	3,012	2,450	23,520	165,295	1,361	1,970	2,465	2,400
21,540	37,581	0,668	4,430	3,022	2,400	23,540	154,727	1,348	1,988	2,457	2,360
21,560	62,633	0,859	5,471	3,013	2,350	23,560	146,561	1,320	2,007	2,449	2,330
21,580	110,024	0,998	4,705	3,015	2,270	23,580	142,056	1,311	2,051	2,441	2,280
21,600	144,422	1,035	2,300	3,020	2,320	23,600	139,640	1,275	2,045	2,441	2,290
21,620	159,708	1,014	1,833	3,007	2,400	23,620	139,273	1,241	2,032	2,424	2,220
21,640	161,769	0,905	1,783	3,007	2,360	23,640	140,953	1,196	2,051	2,441	2,290
21,660	156,330	0,726	1,820	2,999	2,460	23,660	142,986	1,159	2,051	2,442	2,360
21,680	154,051	0,704	2,063	2,973	2,450	23,680	145,142	1,110	2,088	2,459	2,360
21,700	154,471	0,694	2,431	2,976	2,380	23,700	147,596	1,083	2,088	2,450	2,360
21,720	156,316	0,698	2,692	2,974	2,360	23,720	150,932	1,050	2,107	2,466	2,390
21,740	157,047	0,718	2,680	2,976	2,280	23,740	154,253	1,009	2,132	2,465	2,360
21,760	157,373	0,786	2,661	2,976	2,510	23,760	159,339	0,969	2,126	2,482	2,290
21,780	156,925	0,811	2,674	2,979	2,310	23,780	167,015	0,939	2,094	2,481	2,250
21,800	155,392	0,800	2,636	2,985	2,400	23,800	172,644	0,928	2,138	2,489	2,400
21,820	154,523	0,785	2,680	2,978	2,420	23,820	179,343	0,908	2,213	2,490	2,280
21,840	156,137	0,790	2,705	2,970	2,450	23,840	193,544	0,881	2,119	2,490	2,320
21,860	159,921	0,793	2,736	2,978	2,460	23,860	206,768	0,877	2,150	2,489	2,350
21,880	164,587	0,787	2,736	2,978	2,420	23,880	215,544	0,896	1,665	2,503	2,400
21,900	170,296	0,785	2,748	2,970	2,420	23,900	220,182	0,902	0,904	2,511	2,430
21,920	178,326	0,790	2,755	2,977	2,380	23,920	220,941	0,908	1,191	2,500	2,360
21,940	185,582	0,800	2,748	2,974	2,350	23,940	218,974	0,925	1,490	2,500	2,420
21,960	190,993	0,839	2,711	2,960	2,380	23,960	215,596	0,939	1,795	2,500	2,350
21,980	195,631	0,868	2,699	2,961	2,380	23,980	211,473	0,957	1,970	2,499	2,330
22,000	198,764	0,890	2,680	2,934	2,380	24,000	208,637	0,973	2,169	2,491	2,280

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: PONTEGRADELLA
DATA ESEC.: 25/10/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.70 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

SCPTU N. 2
RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
24,020	207,878	0,992	2,256	2,498	2,360	26,020	225,145	1,032	2,805	2,151	2,380
24,040	202,359	1,033	2,144	2,503	1,580	26,040	230,217	1,032	2,842	2,151	2,280
24,060	208,978	0,956	2,132	2,494	2,220	26,060	241,148	1,001	3,178	2,151	2,320
24,080	209,303	0,952	2,132	2,503	2,320	26,080	255,458	0,994	3,128	2,150	2,330
24,100	208,761	0,948	2,213	2,491	2,380	26,100	226,678	1,037	2,512	2,151	2,310
24,120	206,360	0,958	2,169	2,483	2,360	26,120	225,145	1,032	2,805	2,151	2,380
24,140	203,972	0,987	2,163	2,483	2,290	26,140	230,217	1,032	2,842	2,151	2,280
24,160	202,670	1,022	2,119	2,491	2,240	26,160	241,148	1,001	3,178	2,151	2,320
24,180	202,005	1,073	2,144	2,491	2,310	26,180	255,458	0,994	3,128	2,150	2,330
24,200	201,245	1,112	2,150	2,491	2,230	26,200	226,678	1,037	2,512	2,151	2,310
24,220	200,797	1,134	2,175	2,482	2,250	26,220	225,145	1,032	2,805	2,151	2,380
24,240	199,264	1,149	2,132	2,482	2,320	26,240	230,217	1,032	2,842	2,151	2,280
24,260	197,934	1,146	2,144	2,498	2,350	26,260	325,152	2,257	3,128	2,031	1,220
24,280	197,160	1,135	2,107	2,498	2,320	26,280	344,141	2,034	2,350	1,981	1,920
24,300	196,604	1,117	2,138	2,491	2,360	26,300	345,363	2,056	2,568	1,995	0,590
24,320	199,085	1,095	2,150	2,491	2,360	26,320	345,689	2,097	2,574	1,984	2,290
24,340	201,879	1,070	2,157	2,492	2,310	26,340	343,952	2,109	2,680	1,959	2,190
24,360	203,709	1,068	2,094	2,484	2,290	26,360	341,674	2,127	2,792	1,953	2,270
24,380	205,743	1,054	2,138	2,494	2,230	26,380	340,046	2,152	2,867	1,945	2,290
24,400	207,573	1,037	2,132	2,493	2,270	26,400	338,499	2,139	2,848	1,939	2,360
24,420	208,616	1,030	2,194	2,469	2,270	26,420	337,739	2,143	2,400	1,939	2,390
24,440	209,131	1,052	2,219	2,495	2,230	26,440	339,353	2,164	2,275	1,906	2,310
24,460	208,343	1,087	2,250	2,503	2,360	26,460	342,146	2,106	2,618	1,903	2,290
24,480	207,230	1,119	2,263	2,486	2,360	26,480	345,156	2,085	2,842	1,899	2,280
24,500	205,683	1,127	2,263	2,486	2,380	26,500	344,274	2,032	3,048	1,891	2,280
24,520	205,329	1,127	2,269	2,494	2,360	26,520	340,665	2,057	2,910	1,866	2,220
24,540	204,324	1,129	2,281	2,487	2,380	26,540	337,368	2,033	2,898	1,857	2,270
24,560	202,763	1,132	2,244	2,488	2,360	26,560	336,594	2,034	3,004	1,866	2,290
24,580	203,169	1,113	2,225	2,496	2,290	26,580	335,806	2,028	2,991	1,848	2,290
24,600	204,660	1,077	2,288	2,470	2,240	26,600	332,834	2,049	2,854	1,830	2,400
24,620	207,222	1,102	2,368	2,462	2,310	26,620	325,319	2,064	2,786	1,849	2,330
24,640	209,256	1,133	2,462	2,458	2,240	26,640	321,696	2,089	2,985	1,826	2,400
24,660	210,733	1,141	2,375	2,457	2,270	26,660	318,847	2,114	2,867	1,812	2,290
24,680	212,332	1,128	2,288	2,448	2,360	26,680	317,068	2,144	2,867	1,801	2,330
24,700	214,786	1,114	2,288	2,440	2,360	26,700	317,243	2,165	2,967	1,800	2,280
24,720	215,951	1,143	2,312	2,421	2,420	26,720	315,790	2,132	2,910	1,801	2,220
24,740	215,164	1,185	2,263	2,404	2,290	26,740	316,956	2,121	2,873	1,774	2,320
24,760	214,036	1,238	2,182	2,410	2,330	26,760	317,225	2,125	2,917	1,772	2,250
24,780	213,032	1,271	2,238	2,394	2,290	26,780	313,833	2,113	2,699	1,772	2,320
24,800	212,121	1,283	2,213	2,384	2,310	26,800	307,280	2,142	2,530	1,752	2,330
24,820	212,744	1,275	2,294	2,366	2,330	26,820	297,378	2,154	2,586	1,752	2,380
24,840	213,136	1,290	2,344	2,382	2,290	26,840	287,447	2,143	2,611	1,742	2,430
24,860	214,424	1,291	2,418	2,382	2,330	26,860	279,498	2,146	2,668	1,726	2,350
24,880	217,652	1,277	2,543	2,381	2,360	26,880	276,092	2,137	2,724	1,726	2,360
24,900	222,723	1,245	2,499	2,397	2,380	26,900	274,870	2,099	2,736	1,709	2,330
24,920	227,795	1,200	2,381	2,389	2,450	26,920	231,884	2,393	4,543	1,773	1,240
24,940	233,532	1,164	2,555	2,380	2,360	26,940	271,599	1,931	2,231	1,746	1,950
24,960	239,024	1,132	2,499	2,388	2,330	26,960	271,057	1,871	2,250	1,748	2,160
24,980	243,893	1,112	2,512	2,363	2,320	26,980	268,127	1,812	2,225	1,728	2,170
25,000	247,351	1,112	2,543	2,380	2,360	27,000	261,291	1,772	2,213	1,728	2,240
25,020	234,179	1,220	2,138	2,363	1,630	27,020	252,284	1,790	2,281	1,723	2,270
25,040	247,811	1,124	2,126	2,365	0,950	27,040	243,495	1,802	2,337	1,715	2,290
25,060	249,547	1,106	2,113	2,374	2,280	27,060	235,560	1,810	2,418	1,709	2,320
25,080	248,570	1,116	2,101	2,365	2,310	27,080	231,531	1,837	2,437	1,690	2,290
25,100	245,857	1,116	2,126	2,365	2,320	27,100	229,672	1,836	2,468	1,690	2,240
25,120	242,277	1,127	2,126	2,357	2,390	27,120	229,549	1,808	2,474	1,685	2,230
25,140	238,573	1,135	2,175	2,355	2,360	27,140	232,003	1,728	2,537	1,667	2,170
25,160	235,969	1,129	2,188	2,347	2,280	27,160	233,277	1,633	2,425	1,666	2,220
25,180	231,397	1,140	2,206	2,354	2,200	27,180	233,126	1,569	2,487	1,674	2,230
25,200	224,236	1,159	2,157	2,349	2,350	27,200	229,952	1,492	2,456	1,666	2,240
25,220	216,626	1,160	2,126	2,348	2,230	27,220	226,111	1,437	2,449	1,651	2,240
25,240	212,149	1,128	2,126	2,348	2,250	27,240	220,549	1,401	2,474	1,656	2,320
25,260	208,214	1,099	2,244	2,350	2,290	27,260	217,360	1,363	2,425	1,651	2,360
25,280	204,945	1,068	2,206	2,348	2,330	27,280	216,247	1,356	2,381	1,647	2,240
25,300	204,700	1,024	2,213	2,332	2,330	27,300	216,653	1,363	2,393	1,652	2,270
25,320	207,059	0,976	2,194	2,330	2,290	27,320	218,239	1,327	2,468	1,652	2,200
25,340	210,517	0,926	2,206	2,331	2,360	27,340	220,829	1,299	2,456	1,644	2,360
25,360	212,971	0,909	2,225	2,323	2,290	27,360	224,476	1,256	2,412	1,636	2,240
25,380	215,764	0,908	2,213	2,330	2,270	27,380	229,656	1,257	2,487	1,644	2,230
25,400	219,194	0,894	2,206	2,322	2,190	27,400	236,790	1,243	2,487	1,628	2,320
25,420	224,049	0,883	2,238	2,314	2,270	27,420	242,296	1,273	2,537	1,626	2,270
25,440	229,446	0,884	2,219	2,312	2,290	27,440	247,042	1,284	2,512	1,625	2,350
25,460	230,164	0,927	2,144	2,302	2,240	27,460	249,415	1,290	2,487	1,633	2,380
25,480	229,919	0,925	2,200	2,310	2,320	27,480	248,505	1,304	2,437	1,623	2,310
25,500	227,612	0,946	2,250	2,294	2,360	27,500	244,151	1,325	2,425	1,629	2,270
25,520	226,499	0,944	2,206	2,310	2,360	27,520	240,447	1,312	2,456	1,624	2,270
25,540	226,254	0,958	2,206	2,302	2,360	27,540	237,801	1,292	2,468	1,626	2,320
25,560	226,971	0,960	2,231	2,291	2,320	27,560	229,215	1,254	2,381	1,616	2,270
25,580	226,943	0,982	2,194	2,291	2,310	27,580	221,713	1,218	2,393	1,613	2,290
25,600	225,599	0,937	2,206	2,274	2,290	27,600	217,250	1,177	2,468	1,617	2,330
25,620	222,966	0,934	2,206	2,265	2,220	27,620	215,811	1,120	2,481	1,592	2,400
25,640	219,018	0,932	2,250	2,265	2,280	27,640	217,303	1,056	2,555	1,594	2,400
25,660	215,531	0,928	2,238	2,257	2,280	27,660	218,699	1,014	2,549	1,592	2,360
25,680	212,139	0,914	2,194	2,247	2,320	27,680	219,011	0,984	2,512	1,581	2,430
25,700	207,974	0,914	2,244	2,230	2,320	27,700	218,114	0,942	2,549	1,590	2,330
25,720	206,318	0,913	2,275	2,221	2,360	27,720	217,124	0,906	2,574	1,586	2,320
25,740	209,206	0,909	2,337	2,212	2,400	27,740	215,374	0,893	2,543	1,578	2,350
25,760	215,811	0,916	2,312	2,212	2,250	27,760	213,298	0,907	2,524	1,585	2,310
25,780	221,534	0,966	2,462	2,211	2,350	27,780	208,712	0,926	2,530	1,603	2,320
25,800	227,134	1,068	2,474	2,202	2,220	27,800	206,311	0,943	2,555	1,585	2,310
25,820	231,461	1,077	2,250	2,203	2,380	27,820	206,948	0,935	2,599	1,584	2,420
25,840	233,711	1,095	2,263	2,202	2,270	27,840	210,406	0,942	2,692	1,599	2,330
25,860	238,349	1,094	2,393	2,202	2,270	27,860	214,964	0,948	2,668	1,574	2,450
25,880	244,832	1,094	2,331	2,202	2,360	27,880	220,918	0,946	2,643	1,571	2,480
25,900	251,003	1,083	2,350	2,168	2,320	27,900	224,362	0,944	2,574	1,578	2,360
25,920	253,239	1,049	2,288	2,193	2,380	27,920	224,904	0,942	2,549	1,570	2,350
25,940	247,257	1,007	2,188	2,176	2,450	27,940	225,107	0,940	2,568	1,569	2,400
25,960	238,345	1,011	2,113	2,160	2,390	27,960	217,734	1,012	2,543	1,590	1,730
25,980	231,495	1,026	2,319	2,160	2,330	27,980	226,306	0,928	2,456	1,582	2,110
26,000	226,678	1,037	2,512	2,151	2,310	28,000	227,080	0,942	2,518	1,572	2,190

Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532 426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE:	**SYNTHESIS S.R.L.**
CANTIERE:	**PONTEGRADELLA**
DATA ESEC.:	**25/10/2012**
LIVELLO FALDA:	**MT 1.70 DA P.C.**
TIPO PUNTA:	**G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA**

SCPTU N. 2

RIF. 167/12_P

Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
28,020	226,320	0,962	2,474	1,552	2,330
28,040	224,258	0,977	2,362	1,569	2,290
28,060	217,422	0,969	2,425	1,551	2,290
28,080	209,378	0,967	2,449	1,566	2,400
28,100	203,085	0,953	2,493	1,549	2,380
28,120	195,800	0,957	2,493	1,547	2,320
28,140	187,879	0,940	2,468	1,563	2,310
28,160	181,463	0,917	2,530	1,544	2,270
28,180	178,614	0,885	2,530	1,535	2,270
28,200	177,731	0,843	2,518	1,527	2,230
28,220	177,826	0,795	2,493	1,533	2,250
28,240	176,482	0,752	2,487	1,533	2,360
28,260	173,538	0,716	2,487	1,533	2,320
28,280	171,353	0,689	2,481	1,522	2,360
28,300	170,905	0,664	2,518	1,524	2,420
28,320	173,387	0,645	2,518	1,520	2,320
28,340	177,577	0,632	2,543	1,512	2,280
28,360	187,437	0,615	2,524	1,511	2,230
28,380	197,840	0,606	2,543	1,509	2,400
28,400	204,865	0,609	2,499	1,516	2,240
28,420	208,975	0,624	2,543	1,517	2,290
28,440	211,117	0,646	2,518	1,508	2,330
28,460	208,729	0,695	2,431	1,508	2,380
28,480	203,615	0,718	2,381	1,508	2,450
28,500	194,147	0,727	2,319	1,482	2,360
28,520	178,399	0,725	2,163	1,498	2,420
28,540	147,134	0,753	1,683	1,481	2,380
28,560	115,543	0,777	1,596	1,498	2,400
28,580	86,217	0,834	1,503	1,514	2,360
28,600	60,934	0,987	1,496	1,547	2,420
28,620	45,280	1,181	1,596	1,530	2,380
28,640	35,732	1,447	1,696	1,514	2,380
28,660	32,137	1,589	1,982	1,514	2,500
28,680	27,782	1,688	2,026	1,514	2,480
28,700	24,716	1,647	2,026	1,522	2,430
28,720	22,965	1,548	2,960	1,530	2,460
28,740	21,324	1,380	3,851	1,547	2,430
28,760	20,550	1,174	5,116	1,548	2,360
28,780	20,414	0,950	5,614	1,557	2,330
28,800	19,857	0,695	5,932	1,574	2,480
28,820	19,192	0,493	6,088	1,575	2,350
28,840	18,432	0,355	6,511	1,575	2,400
28,860	17,998	0,254	6,717	1,591	2,460
28,880	17,984	0,226	7,134	1,591	2,460
28,900	16,248	0,193	6,717	1,608	2,500
28,920	15,380	0,194	6,966	1,615	2,580
28,940	14,743	0,200	7,109	1,608	2,450
28,960	14,200	0,212	7,564	1,615	2,420
28,980	14,404	0,319	7,209	1,567	1,000
29,000	14,621	0,336	7,620	1,566	2,310
29,020	14,621	0,371	7,558	1,566	2,280
29,040	14,621	0,400	7,390	1,566	2,350
29,060	14,404	0,408	7,190	1,590	2,330
29,080	14,513	0,405	6,711	1,573	2,380
29,100	14,730	0,415	6,735	1,597	2,430
29,120	14,621	0,417	6,617	1,596	2,400
29,140	15,055	0,428	6,387	1,596	2,320
29,160	15,164	0,439	6,106	1,605	2,360
29,180	15,381	0,448	5,664	1,604	2,310
29,200	15,815	0,455	5,514	1,613	2,290
29,220	16,032	0,466	5,396	1,621	2,250
29,240	16,452	0,478	5,153	1,622	2,320
29,260	16,791	0,495	5,010	1,639	2,360
29,280	17,117	0,510	4,804	1,649	2,330
29,300	17,443	0,530	4,960	1,641	2,450
29,320	18,094	0,541	4,885	1,659	2,480
29,340	18,202	0,573	4,786	1,660	2,380
29,360	17,225	0,595	4,810	1,651	2,390
29,380	17,117	0,573	5,489	1,653	2,290
29,400	17,117	0,567	5,807	1,629	2,530
29,420	17,457	0,565	5,483	1,645	2,310
29,440	17,565	0,582	5,658	1,629	2,380
29,460	17,674	0,596	5,627	1,622	2,430
29,480	17,782	0,609	5,440	1,622	2,450
29,500	17,999	0,611	5,184	1,613	2,450
29,520	17,999	0,639	4,935	1,613	2,450
29,540	18,108	0,659	4,842	1,597	2,430
29,560	17,782	0,685	5,010	1,580	2,400
29,580	17,810	0,679	4,929	1,564	2,360
29,600	18,027	0,690	4,686	1,563	2,430
29,620	17,999	0,708	4,549	1,563	2,360
29,640	18,027	0,726	4,430	1,565	2,380
29,660	18,136	0,717	4,418	1,538	2,420
29,680	18,461	0,695	4,374	1,538	2,540
29,700	18,461	0,679	4,349	1,538	2,460
29,720	18,353	0,674	4,250	1,521	2,430
29,740	18,136	0,689	4,069	1,520	2,530
29,760	17,485	0,697	3,876	1,504	2,430
29,780	16,942	0,691	3,764	1,505	2,390
29,800	16,291	0,684	3,683	1,488	2,380
29,820	15,857	0,683	3,982	1,470	2,450
29,840	15,857	0,673	4,374	1,478	2,360
29,860	16,291	0,644	4,705	1,471	2,400
29,880	16,508	0,602	4,823	1,462	2,530
29,900	16,617	0,557	4,854	1,464	2,450
29,920	16,942	0,521	4,860	1,461	2,510
29,940	17,051	0,498	4,842	1,436	2,540
29,960	17,268	0,482	4,804	1,437	2,460
29,980	17,485	0,491	4,723	1,438	2,400
30,000	17,593	0,520	4,636	1,429	2,500

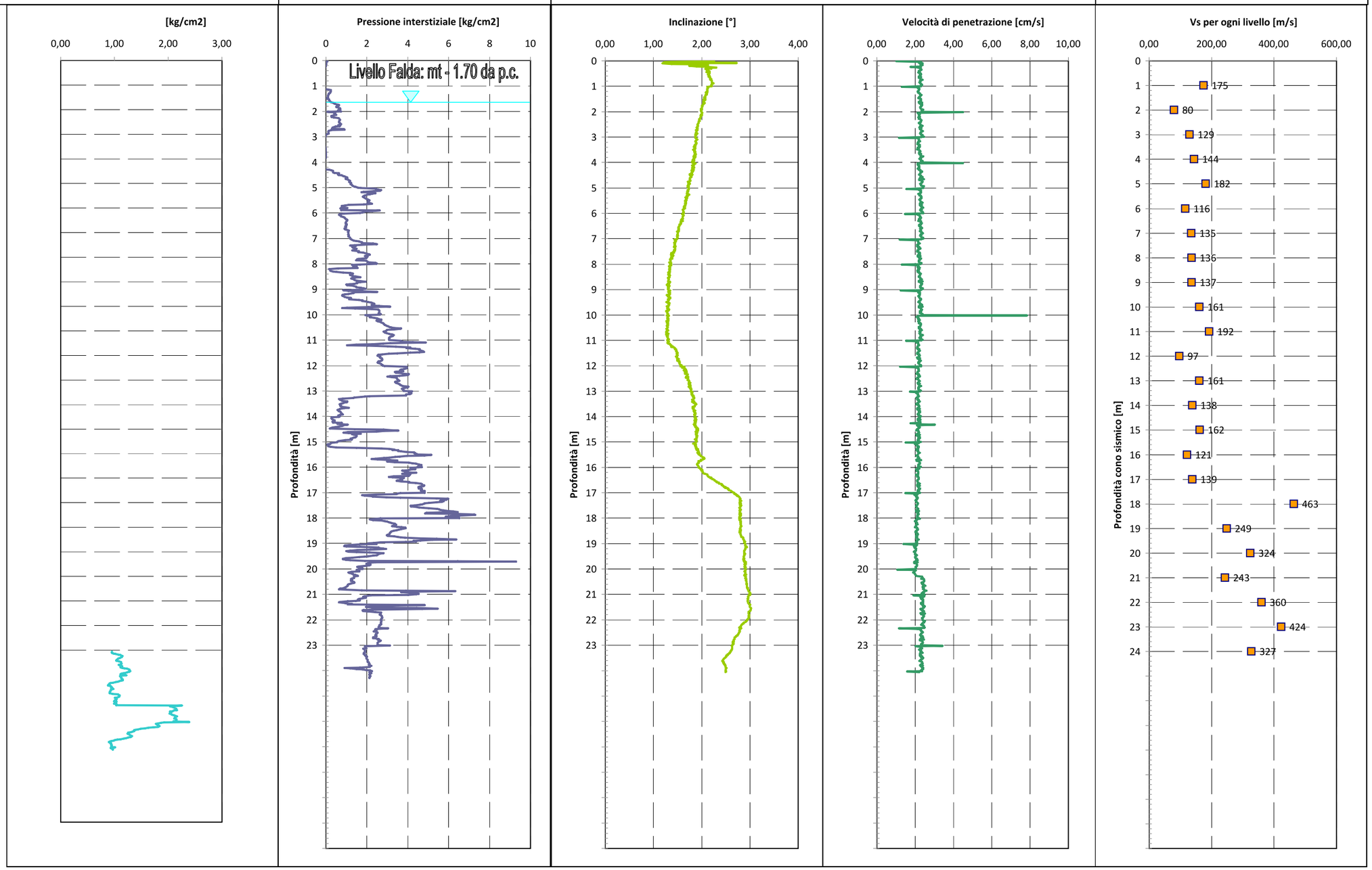
Prof. [m]	RP [kg/cm²]	RL [kg/cm²]	PN [kg/cm²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
30,020	17,810	0,557	4,536	1,420	2,480
30,040	17,810	0,619	4,381	1,418	2,430
30,060	14,404	0,408	7,190	1,590	2,330
30,080	14,513	0,405	6,711	1,573	2,380
30,100	14,730	0,415	6,735	1,597	2,430
30,120	14,621	0,417	6,617	1,596	2,400
30,140	15,055	0,428	6,387	1,596	2,320
30,160	15,164	0,439	6,106	1,605	2,360
30,180	15,381	0,448	5,664	1,604	2,310
30,200	15,815	0,455	5,514	1,613	2,290
30,220	16,032	0,466	5,396	1,621	2,250
30,240	16,452	0,478	5,153	1,622	2,320
30,260	16,791	0,495	5,010	1,639	2,360
30,280	17,117	0,510	4,804	1,649	2,330
30,300	17,443	0,530	4,960	1,641	2,450

dell'Artigianato 2
426521
01281750388

Committente: Synthesis s.r.l.
Cantiere:Pontegradella-Via della Pioppa
Data: 25/10/2012

Quote: inizio prova = Piano Campagna fine prova = mt 30,30
Metodo:
Preforo: -
Falda: foro chiuso a -1,70 mt da p.c.

Prova n: SCPTU2 - Rif. 167/12_P



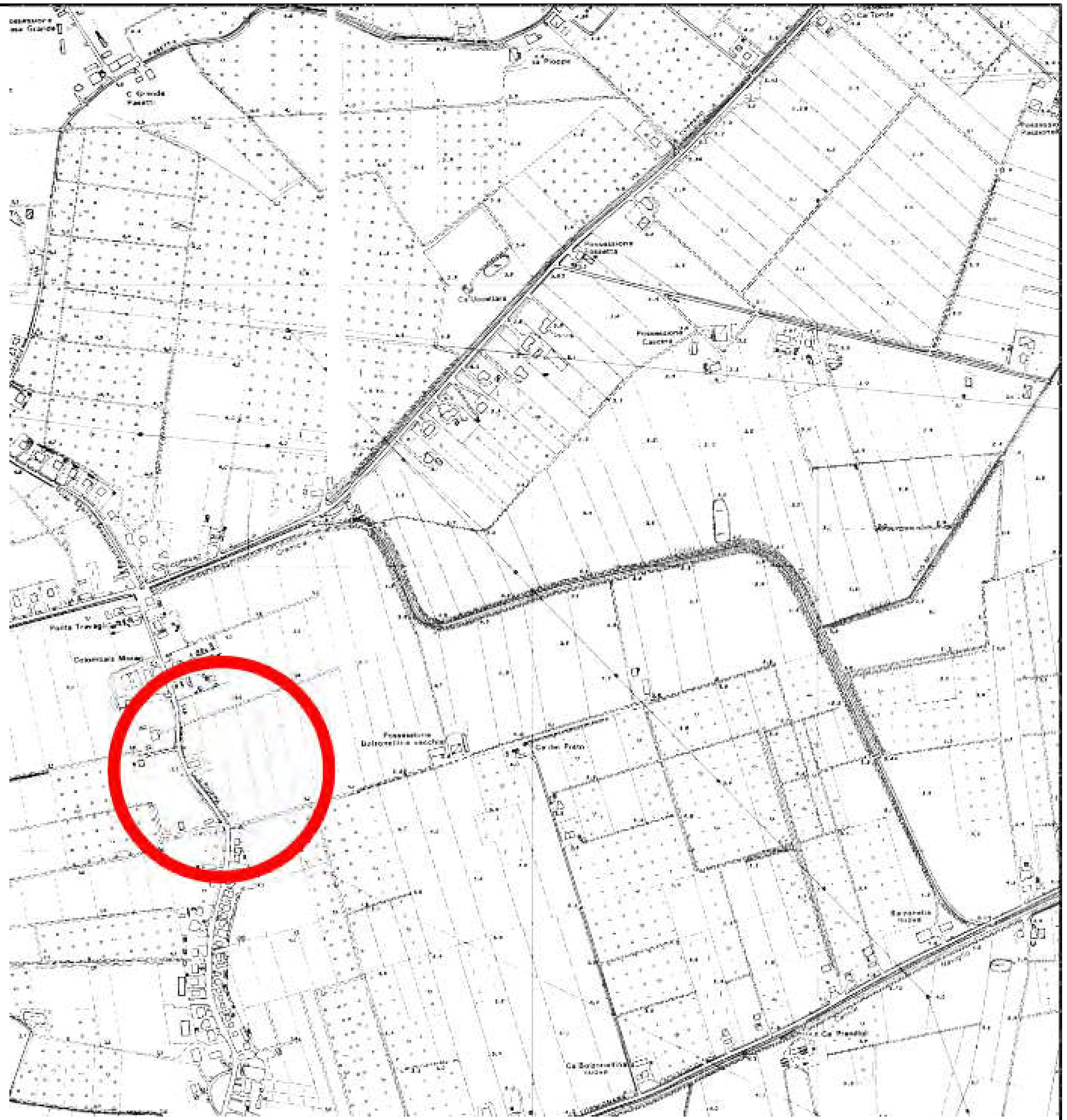
Synthesis s.r.l.
Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5
44034 – Copparo – Fe
Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035
www.synthesissrl.com – info@synthesissrl.com

COMMITTENTE:	SIG.RA MIMA MARCHETTI VIA ERCOLE I D'ESTE CIV. 70 44121 - FERRARA	**SCPTU_2**
DATA ESECUZIONE:	25/10/2012	**RIF. 148/12_S**
DITTA ESECUTRICE:	PERGEO S.R.L.	
CANTIERE:	PONTEGRADELLA–VIA PIOPPA	
LAVORO:	POC	

Profondità piezocono m	Profondità cono sismico m	Distanza fra la sorgente del rumore S - geofono triassiale (L) m	T. d'arrivo dell'onda a S sec	Vel. del suono fra S ed L m/sec	L2-L1 m	t2-t1 sec	Vs per ogni livello (L2 - L1)/(t2 - t1) m/sec
0,00	0,00	0,00	0,0000				
1,00	0,70	1,79	0,0093	193	1,79	0,0093	193
2,00	1,70	2,37	0,0147	161	0,58	0,0054	107
3,00	2,70	3,16	0,0201	157	0,80	0,0054	147
4,00	3,70	4,05	0,0273	148	0,89	0,0072	123
5,00	4,70	4,98	0,0320	156	0,93	0,0047	198
6,00	5,70	5,93	0,0401	148	0,95	0,0081	118
7,00	6,70	6,90	0,0483	143	0,97	0,0082	118
8,00	7,70	7,87	0,0554	142	0,97	0,0071	137
9,00	8,70	8,86	0,0619	143	0,98	0,0065	151
10,00	9,70	9,84	0,0685	144	0,98	0,0066	149
11,00	10,70	10,83	0,0738	147	0,99	0,0053	186
12,00	11,70	11,82	0,0826	143	0,99	0,0088	112
13,00	12,70	12,81	0,0893	143	0,99	0,0067	148
14,00	13,70	13,80	0,0941	147	0,99	0,0048	207
15,00	14,70	14,79	0,1023	145	0,99	0,0082	121
16,00	15,70	15,79	0,1075	147	0,99	0,0052	191
17,00	16,70	16,78	0,1136	148	0,99	0,0061	163
18,00	17,70	17,78	0,1186	150	1,00	0,0050	199
19,00	18,70	18,77	0,1223	153	1,00	0,0037	269
20,00	19,70	19,77	0,1250	158	1,00	0,0027	369
21,00	20,70	20,77	0,1293	161	1,00	0,0043	232
22,00	21,70	21,76	0,1315	165	1,00	0,0022	453
23,00	22,70	22,76	0,1376	165	1,00	0,0061	163
24,00	23,70	23,76	0,1423	167	1,00	0,0047	212
25,00	24,70	24,76	0,1488	166	1,00	0,0065	153
26,00	25,70	25,75	0,1512	170	1,00	0,0024	416
27,00	26,70	26,75	0,1582	169	1,00	0,0070	143
28,00	27,70	27,75	0,1613	172	1,00	0,0031	322
29,00	28,70	28,75	0,1631	176	1,00	0,0018	555
30,00	29,70	29,75	0,1658	179	1,00	0,0027	370

Vs 30
176 m/sec

Elaborazione dati
Dr. Geol. Emanuele Stevanin



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA

SYNTHESIS S.R.L.
Piazza del Popolo, 13 int.5 - 44034 COPPARO (FE)
Tel. 0532 [illegible] Fax 0532 [illegible]
www.synthesisrl.com - info@synthesisrl.com

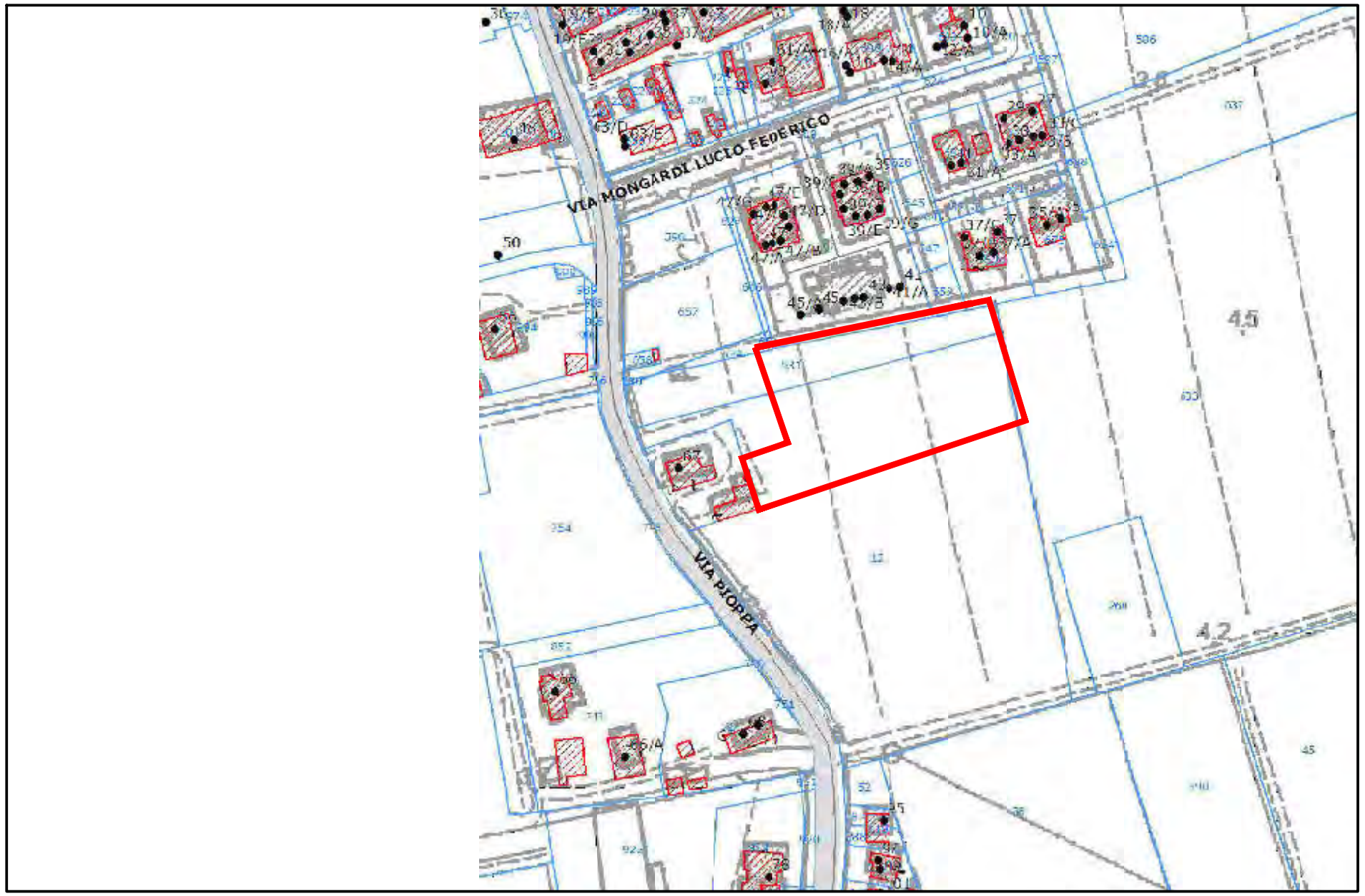
Sig. ra MIMA MARCHETTI
via Ercole I d'Este civ. 70
44121 FERRARA

COMUNE DI FERRARA
PROPOSTA DI INTERVENTO
PER LA FORMAZIONE DEL POC
DI AREA DI TERRENO SITA IN FERRARA
LOCALITA' PONTEGRADELLA
ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.
CERTIFICATI E PLANIMETRIE

TAVOLA 1
Scala 1:10.000

CARTA TECNICA REGIONALE
CON UBICAZIONE AREA

Responsabile interno:
Dott. Geol. Emanuele Stevanin



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA

SYNTHESIS S.R.L.
Piazza del Popolo, 13 int.5 - 44034 COPPARO (FE)
Tel. 0532 860546 Fax 0532 385035
www.synthesissrl.com -info@synthesissrl.com

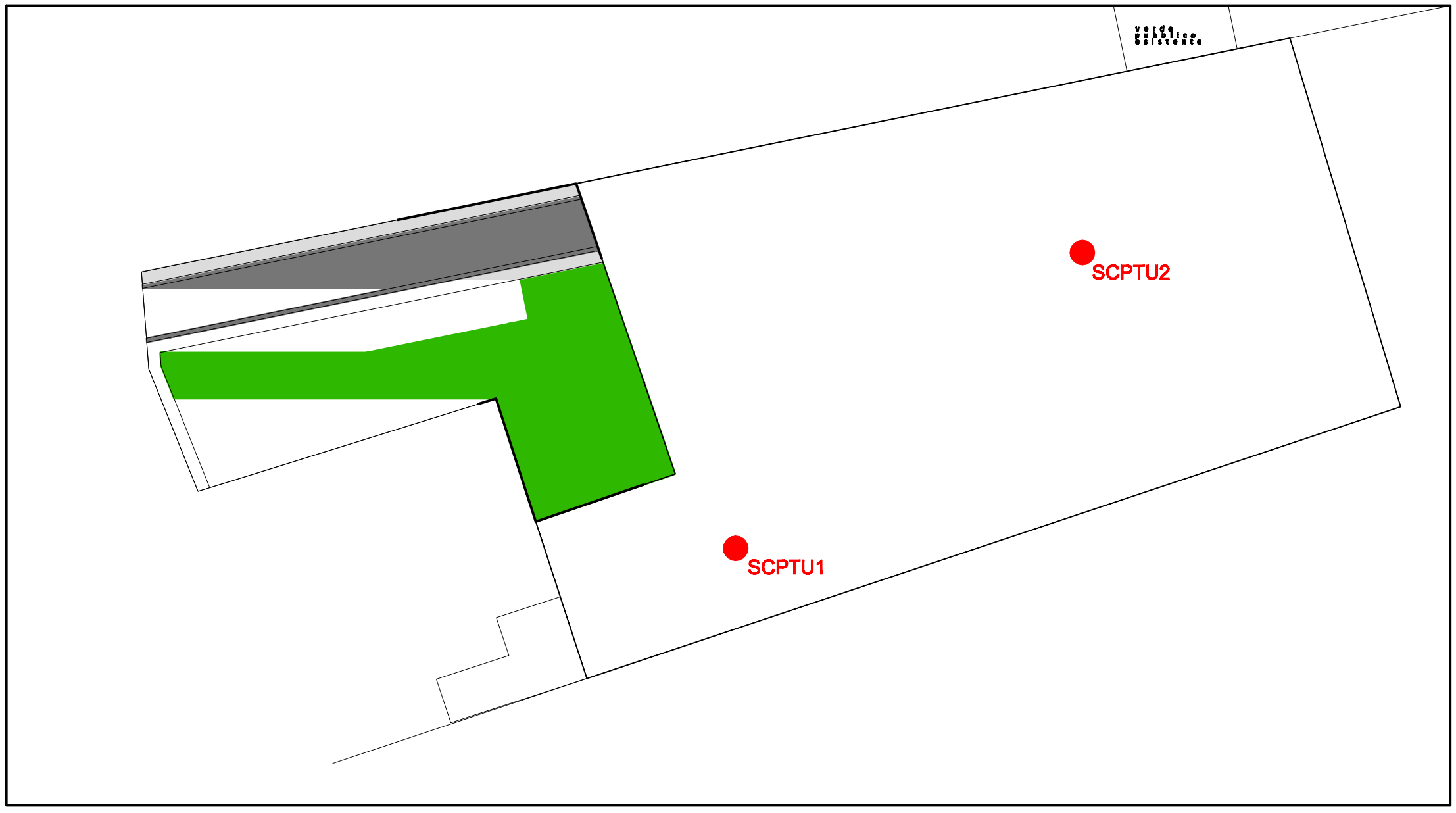
Sig. ra MIMA MARCHETTI
via Ercole I d'Este civ. 70
44121 FERRARA

COMUNE DI FERRARA
PROPOSTA DI INTERVENTO
PER LA FORMAZIONE DEL POC
DI AREA DI TERRENO SITA IN FERRARA
LOCALITA' PONTEGRADELLA
ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.
CERTIFICATI E PLANIMETRIE

TAVOLA 2
Scala 1: 2.000

PLANIMETRIA CATASTALE CON UBICAZIONE AREA

Responsabile interno:
Dott. Geol. Emanuele Stevanin



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA

SYNTHESIS S.R.L.
Piazza del Popolo, 13 int.5 - 44034 COPPARO (FE)
Tel. 0532 860546 Fax 0532 385035
www.synthesissrl.com -info@synthesissrl.com

Sig. ra MIMA MARCHETTI
via Ercole I d'Este civ. 70
44121 FERRARA

COMUNE DI FERRARA
PROPOSTA DI INTERVENTO
PER LA FORMAZIONE DEL POC
DI AREA DI TERRENO SITA IN FERRARA
LOCALITA' PONTEGRADELLA
ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.
CERTIFICATI E PLANIMETRIE

TAVOLA 3

Scala 1: 600

PLANIMETRIA DI PROGETTO
UBICAZIONI INDAGINI

Responsabile interno:
Dott. Geol. Emanuele Stevanin

- Allegato 2 -

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI – SOFTWARE GEOSTRU

SCPTU1 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	2,80	16,80	0,54	0,28	0,28	Terzaghi	0,84
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Terzaghi	1,04
Strato 3	8,50	6,44	0,31	1,33	0,84	Terzaghi	0,32
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Terzaghi	2,12
Strato 5	16,92	7,01	0,30	2,73	1,55	Terzaghi	0,35
Strato 6	19,16	17,14	0,60	3,60	1,97	Terzaghi	0,86
Strato 8	30,32	18,29	0,96	6,35	3,53	Terzaghi	0,91

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	2,80	16,80	0,54	0,28	0,28	Metodo generale del modulo Edometrico	47,39
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Metodo generale del modulo Edometrico	41,44
Strato 3	8,50	6,44	0,31	1,33	0,84	Metodo generale del modulo Edometrico	33,21
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Metodo generale del modulo Edometrico	84,78
Strato 5	16,92	7,01	0,30	2,73	1,55	Metodo generale del modulo Edometrico	35,25
Strato 6	19,16	17,14	0,60	3,60	1,97	Metodo generale del modulo Edometrico	47,03
Strato 8	30,32	18,29	0,96	6,35	3,53	Metodo generale del modulo Edometrico	45,44

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Eu (Kg/cm²)
Strato 1	2,80	16,80	0,54	0,28	0,28	Cancelli 1980	619,45
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Cancelli 1980	755,93
Strato 3	8,50	6,44	0,31	1,33	0,84	Cancelli 1980	210,03
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Cancelli 1980	1547,57
Strato 5	16,92	7,01	0,30	2,73	1,55	Cancelli 1980	204,87
Strato 6	19,16	17,14	0,60	3,60	1,97	Cancelli 1980	568,69
Strato 8	30,32	18,29	0,96	6,35	3,53	Cancelli 1980	553,68

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	2,80	16,80	0,54	0,28	0,28	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Piacentini Righi 1978	4,19
Strato 3	8,50	6,44	0,31	1,33	0,84	Piacentini Righi 1978	2,59
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Piacentini Righi 1978	2,1
Strato 5	16,92	7,01	0,30	2,73	1,55	Piacentini Righi 1978	1,3
Strato 6	19,16	17,14	0,60	3,60	1,97	Piacentini Righi 1978	2,08
Strato 8	30,32	18,29	0,96	6,35	3,53	Piacentini Righi 1978	1,83

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	2,80	16,80	0,54	0,28	0,28	Meyerhof	1,94
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Meyerhof	1,97
Strato 3	8,50	6,44	0,31	1,33	0,84	Meyerhof	1,76
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Meyerhof	2,09
Strato 5	16,92	7,01	0,30	2,73	1,55	Meyerhof	1,75
Strato 6	19,16	17,14	0,60	3,60	1,97	Meyerhof	1,93
Strato 8	30,32	18,29	0,96	6,35	3,53	Meyerhof	1,92

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	2,80	16,80	0,54	0,28	0,28	Meyerhof	2,02
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Meyerhof	2,05
Strato 3	8,50	6,44	0,31	1,33	0,84	Meyerhof	1,84
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Meyerhof	2,17
Strato 5	16,92	7,01	0,30	2,73	1,55	Meyerhof	1,83
Strato 6	19,16	17,14	0,60	3,60	1,97	Meyerhof	2,01
Strato 8	30,32	18,29	0,96	6,35	3,53	Meyerhof	2,00

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Jamiolkowski 1985	29,92
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Jamiolkowski 1985	24,47
Strato 7	29,84	171,98	1,03	5,06	2,79	Jamiolkowski 1985	36,34

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Schmertmann	32,01
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Schmertmann	33,08
Strato 7	29,84	171,98	1,03	5,06	2,79	Schmertmann	36,82

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Robertson & Campanella da Schmertmann	29,83
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Robertson & Campanella da Schmertmann	43,03
Strato 7	29,84	171,98	1,03	5,06	2,79	Robertson & Campanella da Schmertmann	87,58

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 7	29,84	171,98	1,03	5,06	2,79	Larsson 1991 S.G.I.	1,93

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Meyerhof	1,90
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Meyerhof	1,90
Strato 7	29,84	171,98	1,03	5,06	2,79	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 2	4,82	20,72	0,33	0,76	0,56	Meyerhof	2,20
Strato 4	10,42	42,39	0,34	1,89	1,12	Meyerhof	2,20
Strato 7	29,84	171,98	1,03	5,06	2,79	Meyerhof	2,20

SCPTU2 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	2,70	13,02	0,44	0,27	0,27	Terzaghi	0,65
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Terzaghi	1,72
Strato 3	8,14	5,66	0,26	1,23	0,78	Terzaghi	0,28
Strato 4	10,60	7,41	0,17	1,85	1,09	Terzaghi	0,37
Strato 5	13,20	7,09	0,28	2,34	1,32	Terzaghi	0,35
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Terzaghi	1,63
Strato 7	18,80	17,68	0,66	3,41	1,86	Terzaghi	0,88
Strato 10	30,30	17,85	0,61	6,15	3,37	Terzaghi	0,89

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	2,70	13,02	0,44	0,27	0,27	Metodo generale del modulo Edometrico	47,83
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Metodo generale del modulo Edometrico	68,62
Strato 3	8,14	5,66	0,26	1,23	0,78	Metodo generale del modulo Edometrico	30,19
Strato 4	10,60	7,41	0,17	1,85	1,09	Metodo generale del modulo Edometrico	36,59
Strato 5	13,20	7,09	0,28	2,34	1,32	Metodo generale del modulo Edometrico	35,53
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Metodo generale del modulo Edometrico	65,14
Strato 7	18,80	17,68	0,66	3,41	1,86	Metodo generale del modulo Edometrico	46,36
Strato 10	30,30	17,85	0,61	6,15	3,37	Metodo generale del modulo Edometrico	46,12

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Eu (Kg/cm²)
Strato 1	2,70	13,02	0,44	0,27	0,27	Cancelli 1980	478,23
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Cancelli 1980	1267,41
Strato 3	8,14	5,66	0,26	1,23	0,78	Cancelli 1980	182,85
Strato 4	10,60	7,41	0,17	1,85	1,09	Cancelli 1980	237,09
Strato 5	13,20	7,09	0,28	2,34	1,32	Cancelli 1980	216,21
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Cancelli 1980	1162,13
Strato 7	18,80	17,68	0,66	3,41	1,86	Cancelli 1980	593,31
Strato 10	30,30	17,85	0,61	6,15	3,37	Cancelli 1980	542,91

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	2,70	13,02	0,44	0,27	0,27	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Piacentini Righi 1978	3,61
Strato 3	8,14	5,66	0,26	1,23	0,78	Piacentini Righi 1978	2,32
Strato 4	10,60	7,41	0,17	1,85	1,09	Piacentini Righi 1978	1,04
Strato 5	13,20	7,09	0,28	2,34	1,32	Piacentini Righi 1978	1,43
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Piacentini Righi 1978	1,64
Strato 7	18,80	17,68	0,66	3,41	1,86	Piacentini Righi 1978	2,45
Strato 10	30,30	17,85	0,61	6,15	3,37	Piacentini Righi 1978	1,19

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	2,70	13,02	0,44	0,27	0,27	Meyerhof	1,90
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Meyerhof	2,06
Strato 3	8,14	5,66	0,26	1,23	0,78	Meyerhof	1,74
Strato 4	10,60	7,41	0,17	1,85	1,09	Meyerhof	1,78
Strato 5	13,20	7,09	0,28	2,34	1,32	Meyerhof	1,76
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Meyerhof	2,05
Strato 7	18,80	17,68	0,66	3,41	1,86	Meyerhof	1,93
Strato 10	30,30	17,85	0,61	6,15	3,37	Meyerhof	1,92

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	2,70	13,02	0,44	0,27	0,27	Meyerhof	1,98
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Meyerhof	2,14
Strato 3	8,14	5,66	0,26	1,23	0,78	Meyerhof	1,82
Strato 4	10,60	7,41	0,17	1,85	1,09	Meyerhof	1,86
Strato 5	13,20	7,09	0,28	2,34	1,32	Meyerhof	1,84
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Meyerhof	2,13
Strato 7	18,80	17,68	0,66	3,41	1,86	Meyerhof	2,01
Strato 10	30,30	17,85	0,61	6,15	3,37	Meyerhof	2,00

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Jamiolkowski 1985	47,41
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Jamiolkowski 1985	5,08
Strato 8	21,58	69,82	0,71	4,02	2,17	Jamiolkowski 1985	17,11
Strato 9	28,60	223,17	1,23	5,15	2,81	Jamiolkowski 1985	43,30

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Schmertmann	34,94
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Schmertmann	30,43
Strato 8	21,58	69,82	0,71	4,02	2,17	Schmertmann	33,15
Strato 9	28,60	223,17	1,23	5,15	2,81	Schmertmann	38,12

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Robertson & Campanella da Schmertmann	46,20
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Robertson & Campanella da Schmertmann	33,20
Strato 8	21,58	69,82	0,71	4,02	2,17	Robertson & Campanella da Schmertmann	56,53
Strato 9	28,60	223,17	1,23	5,15	2,81	Robertson & Campanella da Schmertmann	96,73

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Larsson 1991 S.G.I.	1,82
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 8	21,58	69,82	0,71	4,02	2,17	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 9	28,60	223,17	1,23	5,15	2,81	Larsson 1991 S.G.I.	1,52

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Meyerhof	1,90
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Meyerhof	1,90
Strato 8	21,58	69,82	0,71	4,02	2,17	Meyerhof	1,90
Strato 9	28,60	223,17	1,23	5,15	2,81	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 2	4,18	34,31	0,26	0,69	0,51	Meyerhof	2,20
Strato 6	15,66	32,57	0,38	2,85	1,58	Meyerhof	2,20
Strato 8	21,58	69,82	0,71	4,02	2,17	Meyerhof	2,20
Strato 9	28,60	223,17	1,23	5,15	2,81	Meyerhof	2,20

- Allegato 3 -

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO TERRE– CAMPIONI DI TERRENO

GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificato di Prova	1137	15.149	000
numero pagine del documento			
3			

Verbale: 1137
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA (FE)
Cantiere: PONTEGRADELLA

DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE

Sondaggio	Campione	Profondità	Prove eseguite
-	C1	0.50 - 1.00	Classificazione di una terra (Limiti di Atterberg e granulometria 3 setacci)
-	C2	0.50 - 1.00	Classificazione di una terra (Limiti di Atterberg e granulometria 3 setacci)

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

GEOTEA s.r.l.

Classificazione di una terra

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato:	1137 - 15.149 - 001	
Verbale:	1137	
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.	
Località:	FERRARA (FE)	
Cantiere:	PONTEGRADELLA	
Sondaggio:	-	
Campione:	C1	
Profondità:	0.50 - 1.00	
Data ricevimento:	17/07/2015	
Data inizio prove:	17/07/2015	
Data fine prove:	21/07/2015	
Data certificazione:	21/07/2015	
Data apertura campione:	17/07/2015	
Analisi granulometrica 3 setacci		
Peso campione (g)	320.12	
	Pesate (g)	Passante (%)
setaccio 2 mm	4.83	98.49
setaccio 0,42 mm	3.39	97.43
setaccio 0,075 mm	60.82	78.43
Limiti		
Numero colpi:	28	
Massa tara (g):	70.64	
Massa Campione umido + tara (g):	117.43	
Massa Campione secco + tara (g):	107.99	
umidità campione(g):	25.27	
Limite liquido (%):	**26**	
Massa tara (g):	70.47	
Massa Campione umido + tara (g):	74.49	
Massa Campione secco + tara (g):	73.88	
Limite Plastico (%):	**18**	
Indice Plastico	**8**	
Classificazione CNR-UNI	**A 4**	
Indice di Gruppo	**8.0**	
Classificazione USCS	**CL-OL**	

Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377, fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

(IOP DE 3.5 - MOD PROD 11 B5)

GEOTEA s.r.l.

Classificazione di una terra

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato:	1137 - 15.149 - 002
Verbale:	1137
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.
Località:	FERRARA (FE)
Cantiere:	PONTEGRADELLA
Sondaggio:	-
Campione:	C2
Profondità:	0.50 - 1.00
Data ricevimento:	17/07/2015
Data inizio prove:	17/07/2015
Data fine prove:	21/07/2015
Data certificazione:	21/07/2015
Data apertura campione:	17/07/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g) 311.01

	Pesate (g)	Passante (%)
setaccio 2 mm	2.57	99.17
setaccio 0,42 mm	4.68	97.67
setaccio 0,075 mm	49.21	81.85

Limiti

Numero colpi:	20
Massa tara (g):	70.65
Massa Campione umido + tara (g):	126.43
Massa Campione secco + tara (g):	113.86
umidità campione(g):	29.09
Limite liquido (%):	**28**
Massa tara (g):	70.64
Massa Campione umido + tara (g):	73.77
Massa Campione secco + tara (g):	73.25
Limite Plastico (%):	**20**
Indice Plastico	**8**
Classificazione CNR-UNI	**A 4**
Indice di Gruppo	**8.0**
Classificazione USCS	**CL-OL**

Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

- Allegato 4 -

TABELLA RIASSUNTIVA EVENTI SISMICI - ISIDE

Valori ricercati dal 01/01/2005 al 13/07/2015 per il comune di Ferrara ed un'area con distanza di 50 km.

I valori della magnitudo ricercata sono compresi da 3.00 a 10.00. Il numero totale dei terremoti registrati è 213.

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
12/12/14 7.01	44,880	11,156	2,50	3,2--ML	SURVEY
6/9/13 1.45	44,886	11,277	11,40	3,4--ML	BULLETIN
4/9/13 7.03	44,900	11,259	10,20	3,3--ML	BULLETIN
4/5/13 5.11	44,869	11,521	11,10	3,8--ML	BULLETIN
24/3/13 3.08	44,906	11,268	10,00	3,0--ML	BULLETIN
5/1/13 21.26	45,114	11,660	5,60	3,0--ML	BULLETIN
13/11/12 15.09	44,902	11,353	7,60	3,0--ML	BULLETIN
14/9/12 2.47	44,828	11,439	8,70	3,0--ML	BULLETIN
6/8/12 18.26	44,870	11,259	9,80	3,0--ML	BULLETIN
16/7/12 10.06	44,851	11,230	9,20	3,0--ML	BULLETIN
1/7/12 21.02	44,857	11,225	9,20	3,2--ML	BULLETIN
25/6/12 6.18	44,856	11,417	7,40	3,0--ML	BULLETIN
23/6/12 20.18	44,863	11,272	9,20	3,1--ML	BULLETIN
19/6/12 21.48	44,881	11,024	2,70	3,5--ML	REMO
15/6/12 22.13	44,852	11,278	8,30	3,7--ML	REMO
15/6/12 8.59	44,849	11,237	8,00	3,6--ML	REMO
14/6/12 6.48	44,878	10,986	8,60	3,6--ML	REMO
12/6/12 19.09	44,838	11,226	9,80	3,1--ML	REMO
11/6/12 23.26	44,888	11,016	9,50	3,0--ML	REMO
9/6/12 13.25	44,871	11,084	8,00	3,4--ML	REMO
9/6/12 5.47	44,852	11,280	8,60	3,0--ML	REMO
7/6/12 18.00	44,859	11,128	6,90	3,3--ML	REMO
4/6/12 21.59	44,876	11,080	3,30	3,0--ML	REMO
4/6/12 4.47	44,881	11,053	7,90	3,2--ML	REMO
3/6/12 23.39	44,852	11,131	7,20	3,3--ML	REMO
2/6/12 10.15	44,883	11,016	6,80	3,2--ML	REMO
2/6/12 6.09	44,881	10,996	8,70	3,0--ML	REMO
1/6/12 22.50	44,885	11,236	4,80	3,2--ML	REMO
31/5/12 19.43	44,876	11,023	9,60	3,2--ML	REMO
31/5/12 11.18	44,792	11,452	9,40	3,2--ML	REMO
31/5/12 4.21	44,842	11,227	8,60	3,6--ML	REMO
30/5/12 14.15	44,861	11,082	7,80	3,0--ML	REMO
30/5/12 12.01	44,872	11,072	3,50	3,2--ML	REMO
30/5/12 8.48	44,831	11,160	9,80	3,2--ML	REMO
30/5/12 7.25	44,871	11,083	7,90	3,0--ML	REMO
30/5/12 3.15	44,897	11,038	7,50	3,1--ML	REMO
30/5/12 2.46	44,888	11,045	5,90	3,2--ML	REMO
29/5/12 21.17	44,861	11,081	8,60	3,0--ML	REMO
29/5/12 19.25	44,872	11,026	4,00	3,0--ML	REMO
29/5/12 18.59	44,853	11,178	7,70	3,0--ML	REMO
29/5/12 18.52	44,881	11,001	7,80	3,1--ML	REMO
29/5/12 18.44	44,855	11,106	3,30	3,1--ML	REMO
29/5/12 18.14	44,860	11,210	9,30	3,0--ML	REMO
29/5/12 16.22	44,887	11,045	6,40	3,0--ML	REMO
29/5/12 15.31	44,861	11,146	6,00	3,1--ML	REMO
29/5/12 15.11	44,917	10,986	7,90	3,2--ML	BULLETIN
29/5/12 14.57	44,862	11,117	3,70	3,0--ML	REMO
29/5/12 14.39	44,891	11,028	8,00	3,9--ML	REMO
29/5/12 14.31	44,896	11,008	7,90	3,5--ML	REMO
29/5/12 14.30	44,860	11,080	8,00	3,0--ML	REMO
29/5/12 11.44	44,889	10,988	7,80	3,1--ML	REMO

29/5/12 11.19	44,889	11,031	6,10	3,1--ML	REMO
29/5/12 11.18	44,875	11,028	7,50	3,1--ML	BULLETIN
29/5/12 11.13	44,871	11,047	21,60	3,3--ML	BULLETIN
29/5/12 11.10	44,880	11,040	2,90	3,2--ML	REMO
29/5/12 11.07	44,893	11,033	8,00	4,0--ML	REMO
29/5/12 10.27	44,870	11,102	9,90	3,6--ML	REMO
29/5/12 10.26	44,881	11,122	9,20	3,0--ML	REMO
29/5/12 10.03	44,857	11,101	2,50	4,0--ML	REMO
29/5/12 9.30	44,860	11,093	5,90	3,7--Mw	REMO
29/5/12 9.29	44,884	11,002	6,40	4,1--ML	REMO
29/5/12 9.24	44,861	11,007	9,50	3,4--ML	BULLETIN
29/5/12 9.14	44,890	11,028	7,50	3,5--ML	REMO
29/5/12 9.03	44,847	11,133	4,40	3,0--ML	REMO
29/5/12 9.01	44,896	11,010	6,20	3,5--ML	REMO
29/5/12 8.35	44,881	11,024	7,80	3,8--ML	BULLETIN
29/5/12 8.31	44,860	11,114	7,90	3,1--ML	BULLETIN
29/5/12 8.27	44,883	11,042	6,00	4,6--ML	REMO
29/5/12 8.18	44,855	11,025	8,60	3,0--ML	BULLETIN
29/5/12 8.15	44,860	11,084	6,80	3,8--ML	REMO
29/5/12 8.14	44,848	11,152	6,40	3,9--ML	REMO
29/5/12 8.12	44,890	11,028	7,40	3,5--ML	REMO
29/5/12 8.04	44,856	11,067	9,30	3,0--ML	REMO
29/5/12 8.00	44,886	11,116	18,80	3,0--ML	REMO
29/5/12 7.59	44,876	11,056	7,40	3,3--ML	REMO
29/5/12 7.55	44,878	11,073	8,10	3,1--ML	REMO
29/5/12 7.54	44,872	11,051	10,50	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.49	44,861	11,130	4,20	3,7--ML	REMO
29/5/12 7.44	44,874	11,023	9,80	3,0--ML	REMO
29/5/12 7.42	44,875	11,036	7,20	3,0--ML	REMO
29/5/12 7.35	44,882	11,068	10,60	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.34	44,906	11,006	8,40	3,8--ML	REMO
29/5/12 7.32	44,851	11,141	7,60	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.30	44,860	11,054	5,40	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.27	44,868	11,095	8,60	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.20	44,861	11,104	8,20	3,2--ML	BULLETIN
29/5/12 7.18	44,853	11,072	11,00	3,6--ML	REMO
29/5/12 7.17	44,865	11,071	8,50	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.14	44,884	11,128	10,10	3,5--ML	REMO
29/5/12 7.13	44,850	11,149	7,80	3,2--ML	BULLETIN
29/5/12 7.12	44,858	11,159	6,50	3,8--ML	REMO
29/5/12 7.11	44,853	11,112	7,70	3,6--ML	REMO
29/5/12 7.09	44,864	11,102	7,70	3,6--ML	BULLETIN
29/5/12 7.08	44,811	11,189	9,30	3,6--ML	BULLETIN
29/5/12 7.07	44,846	10,990	3,50	4,0--ML	REMO
29/5/12 7.00	44,842	11,066	8,10	5,6--Mw	REMO
28/5/12 21.27	44,838	11,225	9,00	3,2--ML	REMO
27/5/12 20.25	44,857	11,168	4,50	3,8--ML	REMO
27/5/12 18.18	44,871	11,164	6,00	3,8--Mw	REMO
27/5/12 6.39	44,832	11,349	7,30	3,1--ML	REMO
27/5/12 2.55	44,841	11,357	5,00	3,2--ML	REMO
26/5/12 21.07	44,826	11,163	10,20	3,8--ML	REMO
26/5/12 16.46	44,842	11,230	8,90	3,2--ML	REMO
26/5/12 16.23	44,790	11,422	9,60	3,2--ML	REMO
26/5/12 5.51	44,841	11,226	8,90	3,4--ML	REMO
25/5/12 13.54	44,867	11,086	3,10	3,4--ML	REMO
25/5/12 13.14	44,869	11,090	4,00	3,7--Mw	REMO
25/5/12 12.45	44,865	11,087	3,80	3,8--ML	REMO

25/5/12 10.31	44,841	11,222	8,90	3,9--ML	REMO
25/5/12 5.27	44,858	11,315	7,50	3,2--ML	REMO
24/5/12 14.34	44,846	11,245	7,80	3,3--ML	REMO
24/5/12 6.26	44,837	11,160	8,50	3,4--ML	REMO
24/5/12 4.29	44,881	11,300	3,10	3,1--ML	REMO
23/5/12 23.27	44,873	11,133	3,80	3,0--ML	REMO
23/5/12 21.41	44,846	11,244	8,70	3,8--Mw	REMO
23/5/12 16.41	44,858	11,087	7,00	3,2--ML	REMO
23/5/12 14.17	44,864	11,084	6,70	3,0--ML	REMO
23/5/12 8.48	44,801	11,433	6,00	3,2--ML	REMO
23/5/12 6.51	44,853	11,189	6,20	3,7--ML	REMO
22/5/12 12.46	44,880	11,202	7,00	3,4--ML	BULLETIN
22/5/12 9.53	44,855	11,219	7,70	3,0--ML	REMO
22/5/12 9.31	44,859	11,234	7,50	3,8--ML	REMO
22/5/12 8.21	44,849	11,088	12,20	3,2--ML	REMO
22/5/12 6.11	44,858	11,070	9,00	3,7--ML	REMO
22/5/12 1.55	44,842	11,218	8,00	3,2--ML	REMO
21/5/12 18.36	44,862	11,293	4,20	3,3--ML	REMO
21/5/12 18.35	44,861	11,234	8,10	3,5--ML	REMO
21/5/12 18.30	44,852	11,396	4,00	3,0--ML	REMO
21/5/12 18.02	44,857	11,233	7,90	3,6--ML	REMO
21/5/12 18.00	44,856	11,238	4,00	3,4--ML	REMO
21/5/12 17.25	44,858	11,133	3,80	3,1--ML	REMO
21/5/12 16.37	44,866	11,306	3,60	4,1--ML	REMO
21/5/12 16.32	44,839	11,232	8,50	3,4--ML	REMO
21/5/12 13.06	44,885	11,259	4,00	3,3--ML	REMO
21/5/12 9.20	44,830	11,091	8,70	3,1--ML	REMO
21/5/12 8.04	44,872	11,222	6,30	3,0--ML	REMO
21/5/12 8.01	44,872	11,222	6,60	3,3--ML	REMO
21/5/12 2.35	44,854	11,173	5,80	3,1--ML	REMO
21/5/12 1.03	44,850	11,112	5,50	3,8--ML	REMO
20/5/12 23.04	44,841	11,323	6,90	3,7--ML	REMO
20/5/12 22.22	44,805	11,416	5,80	3,6--ML	REMO
20/5/12 19.26	44,862	11,160	4,10	3,1--ML	REMO
20/5/12 18.11	44,862	11,235	7,60	3,3--ML	REMO
20/5/12 17.52	44,856	11,226	8,30	3,1--ML	REMO
20/5/12 17.40	44,885	11,244	3,70	3,6--ML	REMO
20/5/12 17.38	44,880	11,253	3,70	4,6--ML	REMO
20/5/12 17.37	44,865	11,305	5,40	4,2--Mw	REMO
20/5/12 17.20	44,868	11,266	4,30	3,1--ML	REMO
20/5/12 16.50	44,865	11,209	4,00	3,0--ML	REMO
20/5/12 14.51	44,864	11,294	6,20	3,8--ML	REMO
20/5/12 13.21	44,833	11,351	8,30	4,1--ML	REMO
20/5/12 13.18	44,814	11,441	3,40	4,9--Mw	REMO
20/5/12 13.01	44,879	11,288	4,60	3,3--ML	REMO
20/5/12 12.50	44,852	11,298	8,50	3,9--ML	REMO
20/5/12 11.22	44,883	11,218	7,50	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 10.59	44,875	11,332	8,40	3,5--ML	BULLETIN
20/5/12 10.51	44,879	11,223	7,60	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 10.12	44,893	11,137	6,80	3,8--ML	BULLETIN
20/5/12 9.13	44,868	11,236	7,20	4,2--ML	BULLETIN
20/5/12 8.47	44,898	11,185	10,00	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 8.15	44,887	11,092	5,40	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 7.42	44,847	11,153	8,80	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 7.33	44,834	11,549	10,00	3,1--ML	BULLETIN
20/5/12 7.23	44,873	11,409	5,00	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 6.32	44,888	11,101	6,80	3,2--ML	BULLETIN

20/5/12 6.13	44,884	11,173	6,10	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 4.57	44,890	11,130	26,30	3,1--ML	BULLETIN
20/5/12 4.50	44,919	11,258	10,00	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 4.33	44,886	11,188	7,00	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 3.34	44,873	11,228	7,00	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 3.32	44,861	11,386	6,30	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 3.24	44,823	11,090	10,00	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 3.09	44,901	11,214	5,50	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 3.09	44,738	11,447	10,00	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 3.07	44,896	11,123	5,70	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 3.02	44,860	11,152	9,10	5,0--ML	BULLETIN
20/5/12 3.00	44,786	11,414	5,00	3,1--ML	BULLETIN
20/5/12 2.57	44,850	11,260	6,40	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 2.57	44,904	11,174	5,00	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.54	44,897	11,103	3,50	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.52	44,898	11,106	4,60	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 2.46	44,847	11,366	5,00	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 2.42	44,841	11,176	9,80	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 2.41	44,894	11,201	5,00	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.40	44,834	11,361	10,30	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 2.39	44,881	11,227	6,60	4,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.37	44,888	11,140	5,50	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 2.35	44,825	11,479	25,90	4,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.34	44,841	11,382	6,60	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.32	44,913	11,242	8,40	3,8--ML	BULLETIN
20/5/12 2.29	44,836	11,431	5,00	3,5--ML	BULLETIN
20/5/12 2.26	44,876	11,375	7,30	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 2.25	44,851	11,306	6,40	3,9--ML	BULLETIN
20/5/12 2.21	44,890	11,115	4,90	4,1--ML	BULLETIN
20/5/12 2.20	44,867	11,398	5,00	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 2.19	44,828	11,513	5,00	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 2.16	44,885	11,093	6,00	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 2.12	44,870	11,219	6,70	4,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.11	44,860	11,341	10,90	4,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.09	44,834	11,340	4,90	4,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.07	44,874	11,270	6,10	5,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.06	44,905	11,165	4,30	4,8--ML	BULLETIN
20/5/12 2.06	44,879	11,120	5,00	4,8--ML	BULLETIN
20/5/12 2.03	44,896	11,264	9,50	5,8--Mw	BULLETIN
19/5/12 23.13	44,911	11,247	9,30	4,0--Mw	BULLETIN
4/11/11 11.05	44,733	11,495	31,60	3,0--ML	BULLETIN
27/7/11 1.13	44,993	11,315	2,00	3,0--ML	BULLETIN
17/7/11 18.30	45,010	11,367	2,40	4,5--Mw	BULLETIN
17/7/11 18.22	45,023	11,300	4,40	3,1--ML	BULLETIN
16/9/10 6.20	44,417	10,987	25,20	3,3--ML	BULLETIN
16/11/09 22.21	44,878	11,415	1,00	3,0--ML	BULLETIN
23/7/08 3.22	44,893	11,193	2,00	3,2--ML	BULLETIN
7/6/08 4.25	44,890	11,271	1,30	3,0--ML	BULLETIN

- Allegati 5/8 -

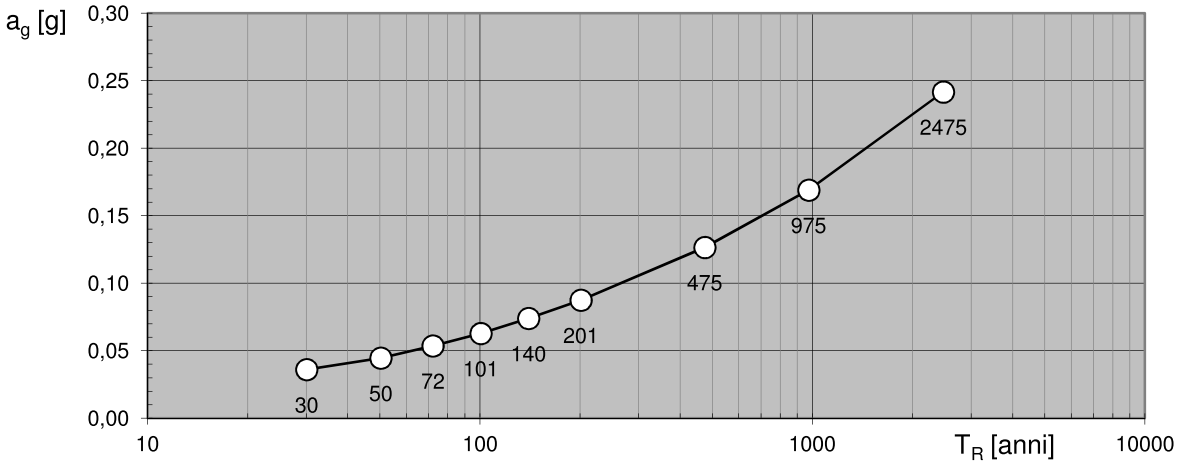
VALORI DEI PARAMETRI A_G, F_O, T^*_C

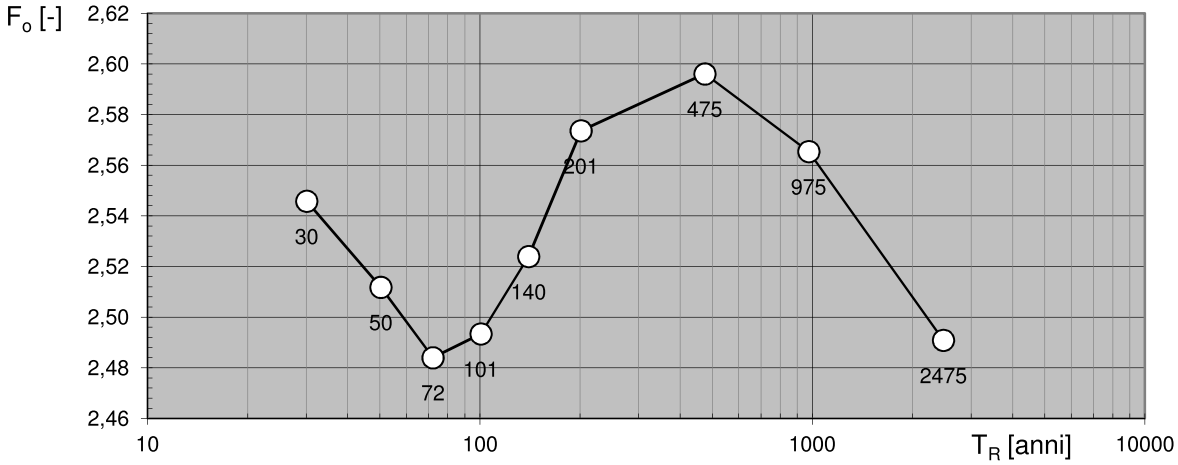
Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

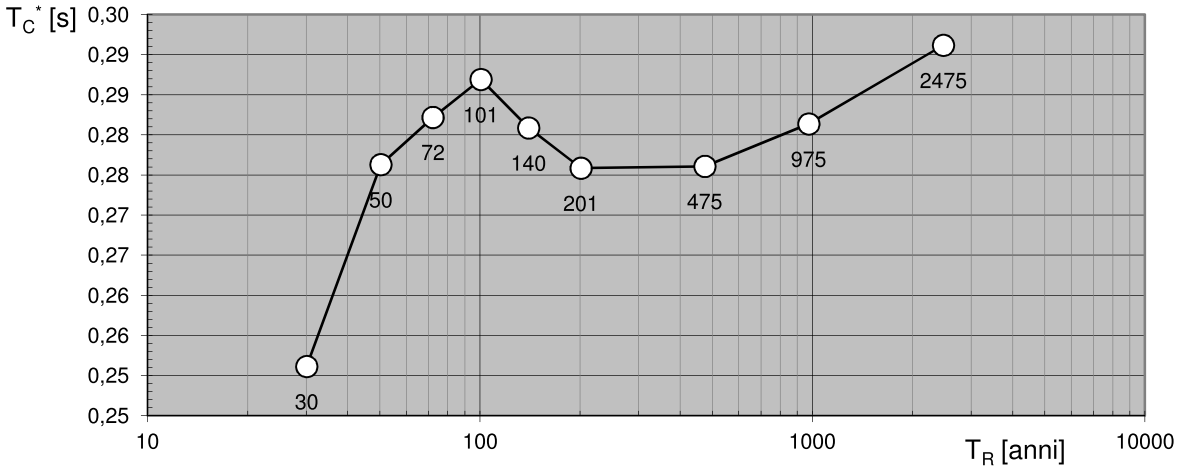
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,036	2,546	0,251
50	0,045	2,512	0,276
72	0,054	2,484	0,282
101	0,063	2,493	0,287
140	0,074	2,524	0,281
201	0,087	2,574	0,276
475	0,126	2,596	0,276
975	0,169	2,565	0,281
2475	0,242	2,491	0,291

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^*: variabilità col periodo di ritorno T_R







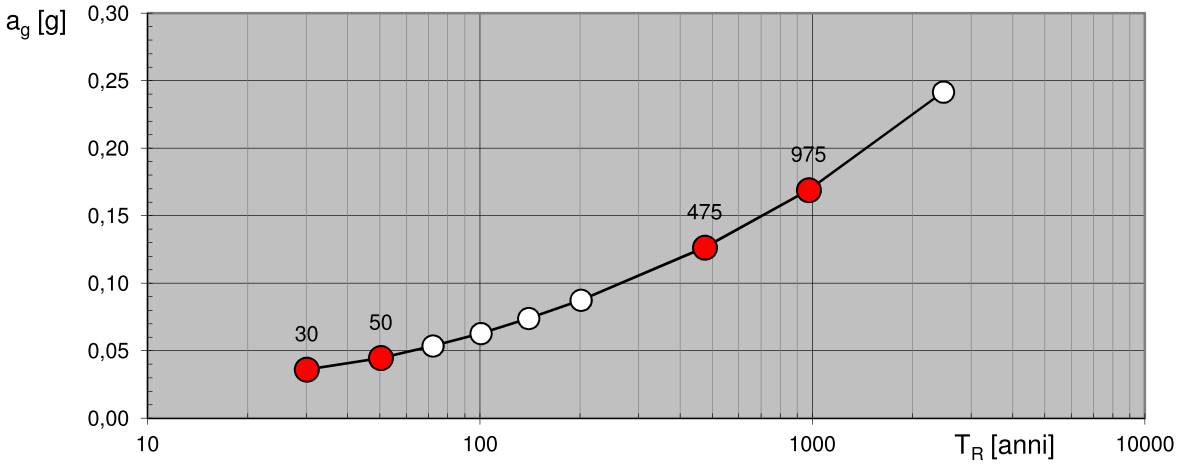
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

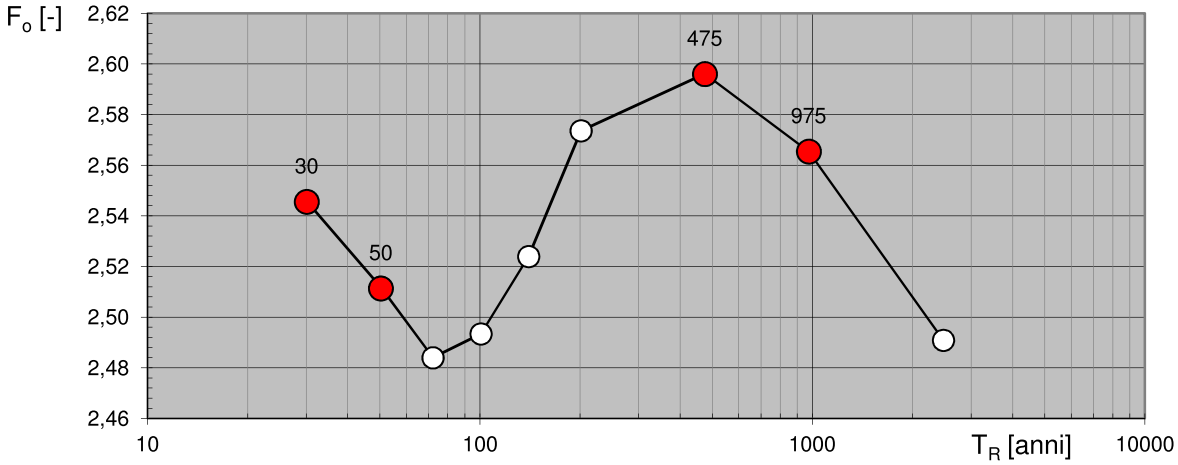
Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

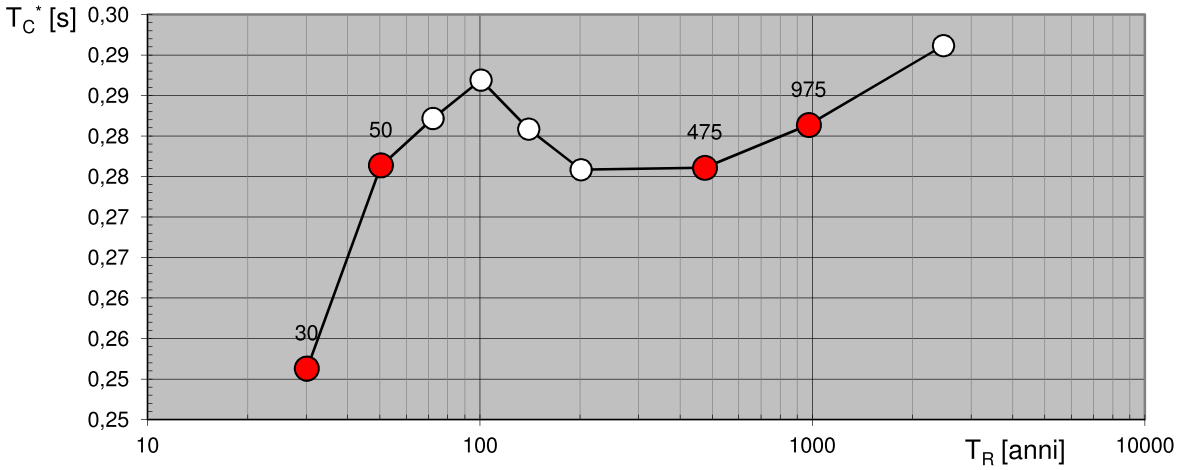
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,036	2,546	0,251
SLD	50	0,045	2,511	0,276
SLV	475	0,126	2,596	0,276
SLC	975	0,169	2,565	0,281

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori di progetto dei parametri a_g, F_o, T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R





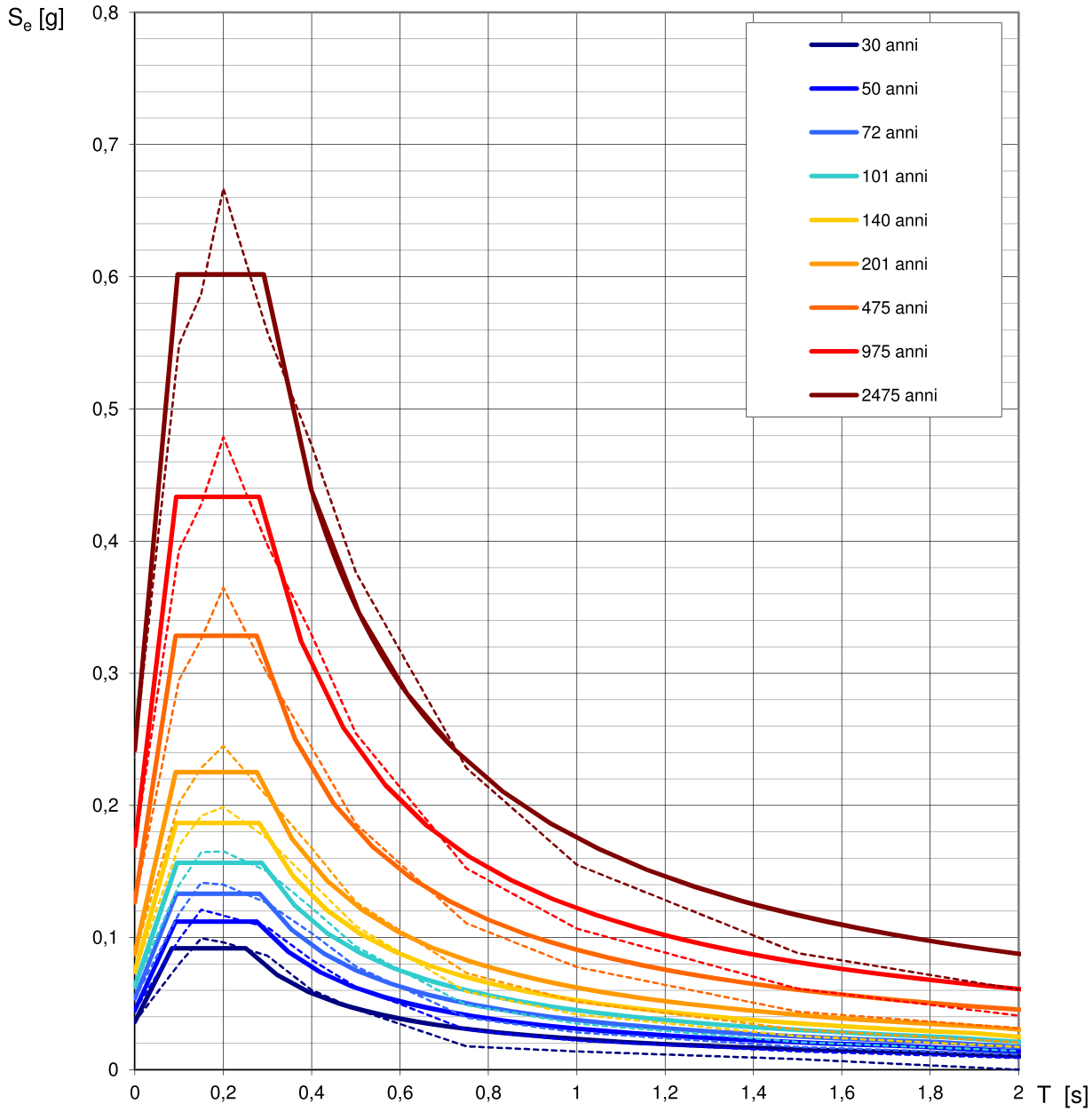


La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

- Allegati 9/13 -

SPETTRI DI RISPOSTA E PARAMETRI SLV

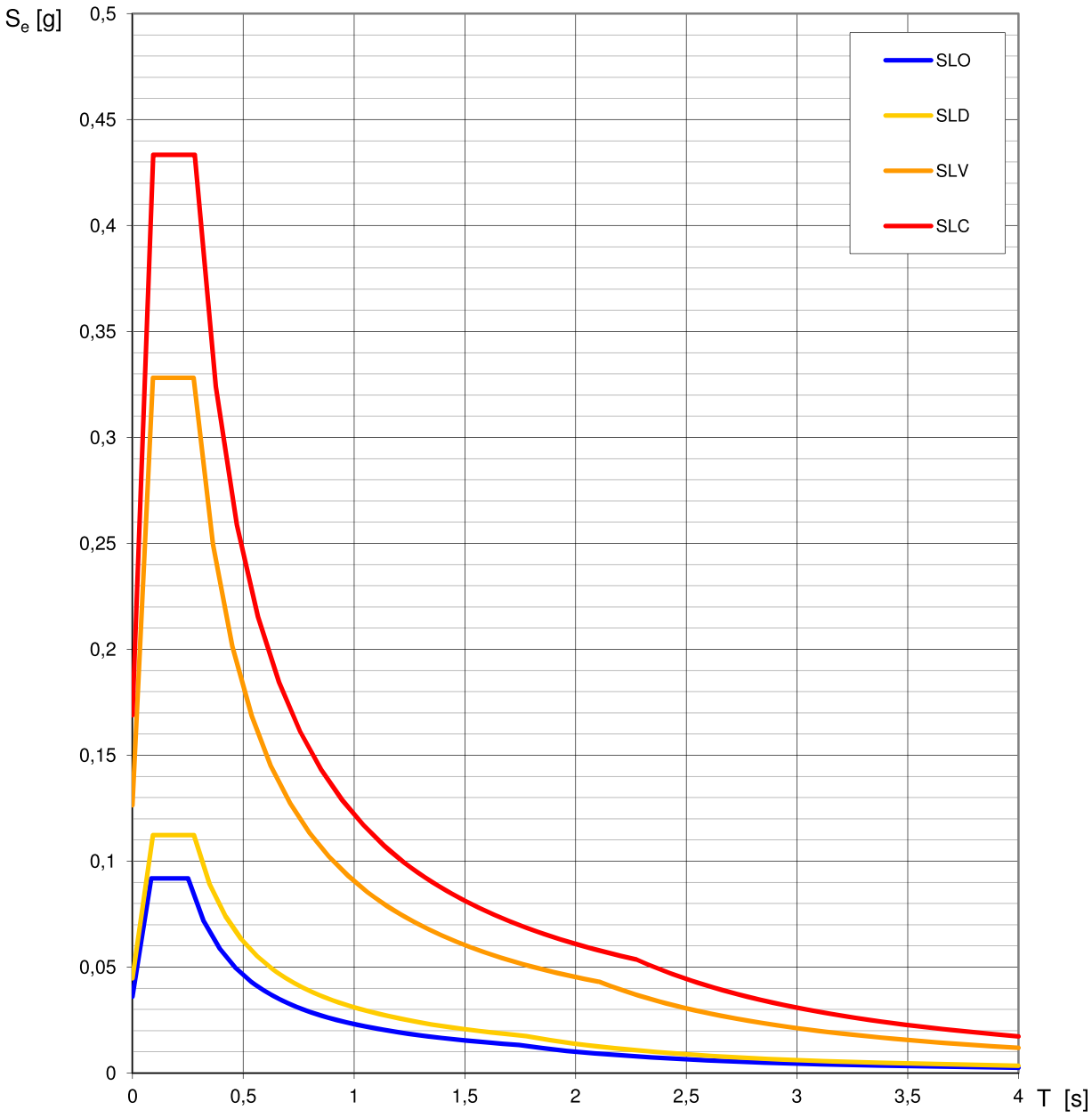
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

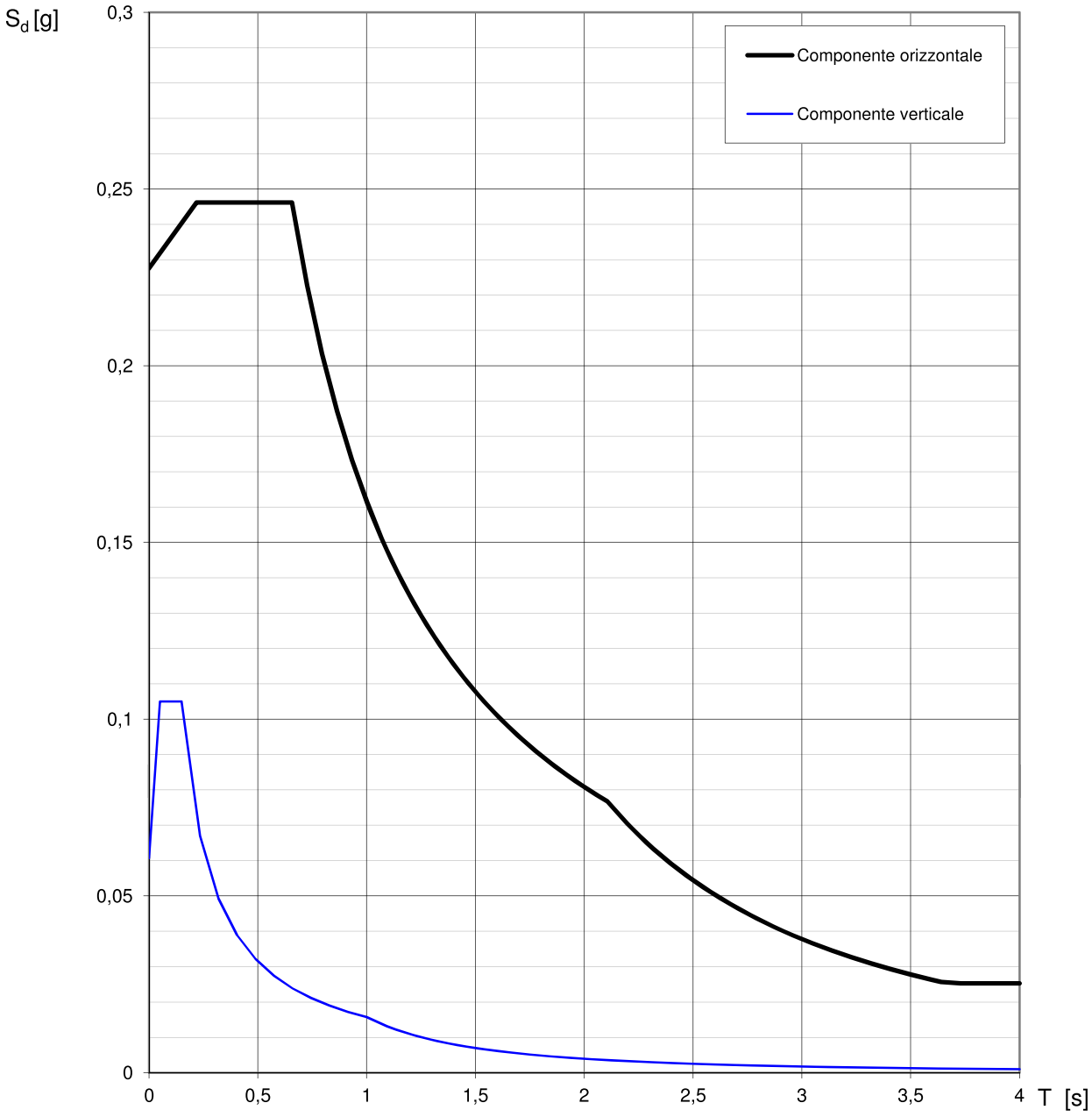
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,126 g
F_o	2,596
T_C^*	0,276 s
S_S	1,800
C_C	2,379
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,800
η	0,417
T_B	0,219 s
T_C	0,657 s
T_D	2,106 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \ \eta = 1/q$$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$$T_B = T_C / 3$$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,228
T_B ←	0,219	0,246
T_C ←	0,657	0,246
	0,726	0,223
	0,795	0,203
	0,864	0,187
	0,933	0,173
	1,002	0,161
	1,071	0,151
	1,140	0,142
	1,209	0,134
	1,278	0,127
	1,347	0,120
	1,416	0,114
	1,485	0,109
	1,554	0,104
	1,623	0,100
	1,692	0,096
	1,761	0,092
	1,830	0,088
	1,899	0,085
	1,968	0,082
	2,037	0,079
T_D ←	2,106	0,077
	2,196	0,071
	2,286	0,065
	2,376	0,060
	2,467	0,056
	2,557	0,052
	2,647	0,049
	2,737	0,045
	2,827	0,043
	2,918	0,040
	3,008	0,038
	3,098	0,035
	3,188	0,033
	3,278	0,032
	3,369	0,030
	3,459	0,028
	3,549	0,027
	3,639	0,026
	3,729	0,025
	3,820	0,025
	3,910	0,025
	4,000	0,025

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,061 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,246
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \le T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \le T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$$T_D \le T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,061
T_B ←	0,050	0,105
T_C ←	0,150	0,105
	0,235	0,067
	0,320	0,049
	0,405	0,039
	0,490	0,032
	0,575	0,027
	0,660	0,024
	0,745	0,021
	0,830	0,019
	0,915	0,017
T_D ←	1,000	0,016
	1,094	0,013
	1,188	0,011
	1,281	0,010
	1,375	0,008
	1,469	0,007
	1,563	0,006
	1,656	0,006
	1,750	0,005
	1,844	0,005
	1,938	0,004
	2,031	0,004
	2,125	0,003
	2,219	0,003
	2,313	0,003
	2,406	0,003
	2,500	0,003
	2,594	0,002
	2,688	0,002
	2,781	0,002
	2,875	0,002
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

- Allegato 14 -

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

Ubicazione sito	Ferrara – Via Pioppa – loc. Pontegradella
Coordinate WGS84	Lat. 44.844757°; Long. 11.662769°
Intervento previsto	realizzazione di un nuovo insediamento residenziale a Ponte Travagli
Tipologia indagini eseguite	SCPTU + analisi di laboratorio terre
Numero indagini eseguite	2 + 2
Profondità raggiunte con prove SCPTU	30.32 – 30.30 mt
Profondità falda in data 24-25/10/2012	mt. 1.80 da p.c. – SCPTU1 mt 1.70 da p.c. – SCPTU2
Zona sismica	3 (PGA 0.05 – 0.15 g)
PGA locale	0.23 g
Categoria di sottosuolo in base al metodo semplificato	D
Categoria topografica	T1
Dilatanza	Non attesa
Liquefazione	Si vedano pagg. da 71 a 99
Classe d'uso	II
Coefficiente c_u	1.00
a_g – SLV	0.126 g
F_0 - SLV	2.596
T^*_c - SLV	0.276 sec
Coefficiente S_s	1.800
Coefficiente C_c	2.379
Vita nominale	50 anni
Stato limite	SLV

geologia · idrogeologia · geotecnica · procedure e consulenze gestione siti contaminati

synthesis

Synthesis s.r.l.
Piazza del Popolo, 13 int. 5
44034 Copparo (Ferrara)
tel. 0039 0532 860546
fax 0039 0532 385035
info@synthesissrl.com

www.synthesissrl.com

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI FERRARA

PAROFIN s.r.l.

Via Pietro Mascagni civ. 1

Milano

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

RELATIVO ALL'AREA DI PONTE TRAVAGLI – VIA PIOPPA

SCHEDA DI POC 7ANS-04

MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOTECNICO - INTEGRAZIONI

Tecnico incaricato

Dr. Geol. Emanuele Stevanin

Collaboratrice

Dr. Geol. Emma Biondani

Località

Via Pioppa - Ferrara

Data

1 ottobre 2015

Rif. 148/15-ES-Rev00

INDICE

PREMESSA **4**
1. ANALISI E INDAGINI INTEGRATIVE **4**
1.1. Campioni di terreno **4**
1.2. Analisi di laboratorio - Risultati **6**
1.2.1. CARATTERI LITOLOGICI 6
1.2.1.1. Campioni di terreno – risultati analitici **6**
1.2.1.2. Confronto interpretazioni SCPTU con i risultati di laboratorio **7**
2. RISPOSTA SISMICA LOCALE E VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE **8**
2.1. Definizione della risposta sismica locale **8**
2.1.1. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 13
2.1.2. CLASSE D'USO 13
2.1.3. DEFINIZIONE DELL'ACCELERAZIONE SISMICA ORIZZONTALE 14
2.1.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE PER IL CASO SPECIFICO 15
2.1.5. STIMA DEI CEDIMENTI DEI TERRENI GRANULARI NON SATURI 32
2.1.6. STIMA DEI CEDIMENTI POST SISMICI DEI TERRENI COESIVI 32
3. VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE **33**
3.1. Descrizione risultati analisi di laboratorio geotecnico **33**
3.2. Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale **34**
4. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE **35**

PREMESSA

Su incarico di **PAROFIN s.r.l.**, con sede legale in Milano – Via Pietro Mascagni civ. 1 e su indicazioni del Tecnico Progettista Architettonico **Arch. Arturo AUGELLETTA**, è stata effettuata la presente integrazione ad un precedente studio geologico e geotecnico, relativo ad un Piano Urbanistico Attuativo riferito ad un'area in Ponte Travagli (Fe) – via Pioppa.

Scheda di POC 7ANS-04

Per quanto non riportato nella presente, si potrà quindi fare riferimento al seguente elaborato:

Piano urbanistico attuativo relativo all'area di Ponte Travagli – via Pioppa – Scheda di POC 7ANS-04 – Modello geologico e Modello geotecnico - Riferimento interno 135/15_ES_Rev00.

A supporto dell'integrazione sono state eseguite ulteriori analisi di laboratorio su campioni all'uopo prelevati in sito in corrispondenza di punti prima non raggiungibili, a causa della presenza di colture agricole (seminativo – mais). Inoltre, essendo risultati presenti spessori di sabbie potenzialmente liquefacibili, per la verifica del rischio di liquefazione, è stata effettuata un'analisi di risposta sismica locale.

Lo scrivente è stato incaricato da Synthesis s.r.l. per la consulenza e la predisposizione del presente elaborato.

1. ANALISI E INDAGINI INTEGRATIVE

Tipologia analisi eseguite in questa fase di studio: analisi di laboratorio terre e indagine geofisica.

1.1. Campioni di terreno

In data 21 settembre 2015, per mezzo di un campionatore ad infissione, successivamente alla raccolta del mais, sono stati prelevati campioni di terreno al fine di effettuare le analisi finalizzate a valutare i cedimenti post-sismici nelle argille; i campioni prelevati ed analizzati sono inoltre destinati a confutare o rivedere il dimensionamento del pacchetto stradale proposto e ad integrare le considerazioni in merito alla raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Numero campioni prelevati: 3.
Modalità di prelievo: campionatore ad infissione.
Profondità di campionamento S1-C1: da mt 0.60 a mt 1.20
Profondità di campionamento S2-C1: da mt 0.60 a mt 1.20
Profondità di campionamento S2-C2: da mt 2.00 a mt 2.60
Analisi effettuate: su n. 2 campioni classificazione (limiti di Atterberg e granulometrie a tre setacci), su n. 1 campione limiti di consistenza di Atterberg e stima del coefficiente di consolidazione per la determinazione della permeabilità.
Laboratorio incaricato: Geotea s.r.l. via della Tecnica civ. 57/A4 – San Lazzaro di Savena (Bo)

Supporti cartografici e grafici:
- Immagine 1.1-1. Foto da satellite - ubicazioni indagini e campionamenti effettuati precedentemente
- Immagine 1.1-2. Foto da satellite - ubicazioni punti di campionamento prelevati ad integrazione
- Figura 1.1-3. Planimetria di progetto con individuazione punti di campionamento

Immagine 1.1-1
Foto da satellite
Ubicazione indagini effettuate precedentemente

Immagine 1.1-2
Foto da satellite
Ubicazione indagini effettuate con integrazione

Figura 1.1-3
Planimetria di progetto con punti di campionamento

1.2. Analisi di laboratorio - Risultati

Come accennato, al fine di acquisire dati specifici del sito, sono stati prelevati ed analizzati campioni di terreno ed effettuata un'analisi di risposta sismica locale.

1.2.1. CARATTERI LITOLOGICI

1.2.1.1. Campioni di terreno – risultati analitici

Per mezzo delle analisi di laboratorio è stato possibile definire come, i terreni campionati, siano così classificabili:

TABELLA 1.2.1.1-1
CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

Nome campione	classificazione CNR-UNI	Indice di gruppo	classificazione USCS
C1 (campione prelevato prec.)	A4	8	CL-OL
C2 (campione prelevato prec.)	A4	8	CL-OL
S1 – C1	A4	6.4	ML-OL
S2 – C1	A4	3.3	ML-OL

A4 = limi poco compressibili
CL = argilla inorganica a bassa-media plasticità, argilla ghiaiosa, argilla sabbiosa, argilla limosa, argilla "magra"
OL = limo organico e argilla limosa organica a bassa plasticità

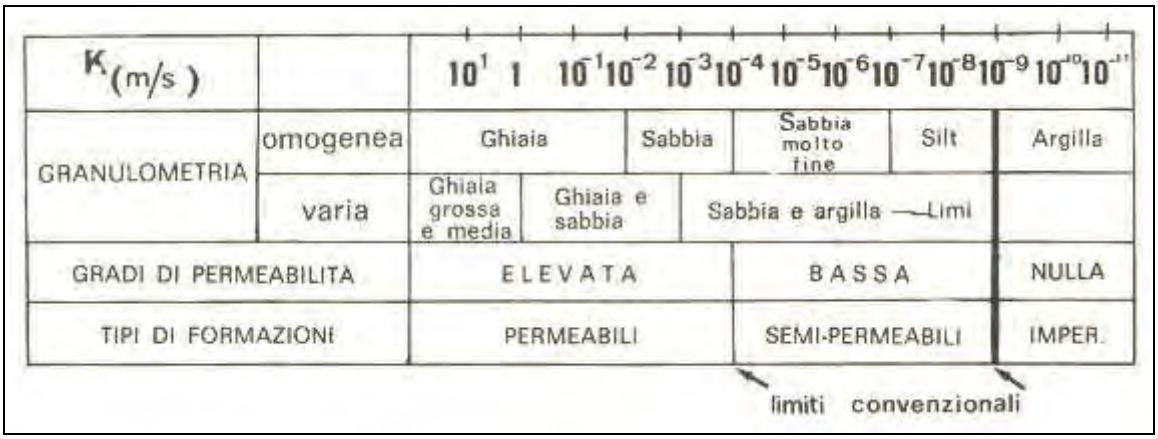
ML = limo inorganico e sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine limosa o argillosa, o limo argilloso lievemente plastico

Tali classificazioni sono in linea di massima confrontabili con quanto desunto per mezzo delle SCPTU riportate nella precedente relazione, relativamente allo strato più superficiale.

Per quanto riguarda il campione S2 – C2, prelevato a profondità comprese fra mt 2.00 e mt 2.60, è stata determinata la permeabilità per via indiretta tramite il coefficiente di consolidazione. Il valore determinato è il seguente:

$$k = 1.040 \times 10^{-7} \text{ cm/sec} = 1.040 \times 10^{-9} \text{ mt/sec}$$

In base a quanto reperibile in bibliografia, tale permeabilità corrisponde orientativamente a terreni a granulometria fine e finissima, come indicato nella tabella sotto riportata, estratta da *idrogeologia principi e metodi* di Gilbert Castany



Relativamente ai limiti di Atterberg, il campione è risultato non plastico e quindi la permeabilità rilevata appare contrastante con tale caratteristica. In base ad indicazioni fornite dal tecnico di laboratorio, per la determinazione della permeabilità risulterebbe più rappresentativo effettuare prove in sito in quanto, la tipologia di terreno campionato è tale da rendere difficoltose prove di permeabilità in laboratorio, sia per via diretta che per via indiretta. Di fatto, il valore sopra riportato è quasi certamente sottostimato e dovuto all'elevato addensamento dei grani ottenuto nel corso della prova e probabilmente alla granulometria e alla particolare forma dei grani stessi.

1.2.1.2. Confronto interpretazioni SCPTU con i risultati di laboratorio

Di seguito sono elencati i principali risultati relativi alle analisi di laboratorio effettuate e i cui punti di prelievo dei relativi campioni sono indicati nelle immagini 1.1-1 e 1.1-2, confrontate con le litologie determinate per mezzo delle prove SCPTU, relativamente ai medesimi orizzonti campionati.

TABELLA 1.2.1.2-1
CAMPIONI ANALIZZATI – CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

Campione	Profondità di prelievo (mt)	Classificazione CNR-UNI	Interpretazione da SCPTU
C1	0.50 – 1.00	A4 - limi poco compressibili	Primi 20 cm circa di argille limose, argille e limi argillosi passanti ad un'alternanza di limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie limose
C2	0.50 – 1.00	A4 - limi poco compressibili	
S1 – C1	0.60 – 1.20	A4 - limi poco compressibili	
S2 – C1	0.60 – 1.20	A4 - limi poco compressibili	

Le litologie determinate per mezzo dei campioni, trovano corrispondenza con le indagini geognostiche eseguite ed analizzate.

Documentazione Allegata:
- Allegato 1. Certificati di laboratorio geotecnico

2. RISPOSTA SISMICA LOCALE E VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE

2.1. Definizione della risposta sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, così come definito nel testo della normativa NTC08, rif. 7.11.3.

Visto quanto determinato nel corso del precedente studio, nella presente si è proceduto ad uno studio di Risposta Sismica Locale, al fine di consentire una verifica degli orizzonti liquefacibili, in relazione alla PGA locale. Lo studio è stato svolto in base allo schema di seguito descritto. Per lo studio, oltre ad utilizzare le risultanze delle prove precedentemente eseguite, è stata all'uopo effettuata una prova geofisica tipo HVSR.

- ***Definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo*** *attraverso indagini sia dirette che indirette (geofisiche), sulla base delle conoscenze geologiche e sulla base di dati provenienti dal database del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione E-R e dagli strumenti di pianificazione territoriale (es: PSC, PTCT) relativi al comune a cui appartiene il sito di interesse;*
- ***Selezione di una serie di accelerogrammi di input*** *(terremoti target di riferimento, componente orizzontale) rappresentativi del moto sismico atteso nel sito in esame;*
- *Calcolo del moto atteso al sito:* ***spettro di risposta finale in accelerazione*** *(spettro di risposta dell'oscillatore armonico tipo a un grado di libertà SDOF).*

Al fine di ottenere un quadro più preciso e dettagliato possibile circa la natura dei terreni costituenti il sottosuolo del sito investigato, fino al raggiungimento del bedrock sismico (caratterizzato da Vs ≥ 800 m/s e che rappresenta il livello base del modello), è stato consultato e si è fatto riferimento ai seguenti dati (prove geognostiche e sezioni geologiche più vicine al sito in questione):

- ***Sezione geologica n. 033*** *di spessore massimo pari a circa 600 m (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee).*

Dalle prove dirette eseguite precedentemente *emerge che i terreni presenti in sito, fino alla massima profondità esplorata pari a 30 metri, sono costituiti da depositi alluvionali caratterizzati da limi argilloso-*

sabbiosi e limi argillosi fino a circa 19 m di profondità; al di sotto di tale quota è stato individuato un banco sabbioso e sabbioso limoso fino alla massima profondità raggiunta.

Secondo quanto riportato nelle stratigrafie della sezione geologica consultata, per profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini dirette eseguite precedentemente, pare che la natura dei terreni sia costituita da alternanze di intervalli decametrici di argilla e sabbia.

La curva HVSR ottenuta sperimentalmente è caratterizzata in bassa frequenza (< 2 Hz) da una modesta amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza con picco H/V a circa 0.9-1.0 Hz. (ampiezza del picco: bassa).

Per quanto riguarda lo strato rigido di base (Vs ≥ 800 m/s) che delimita il modello di sottosuolo utilizzato per l'analisi (si vedano NTC 2008 – Circolare C7.11.3.1.2.1), si è tenuto conto di quanto riportato nelle stratigrafie della sezione geologica profonda e sono stati utilizzati i dati sperimentali estrapolando in profondità il profilo di Vs fino al raggiungimento del valore di 800 m/s.

Data l'incertezza associata alle misure, in via cautelativa nella presente analisi è stata ipotizzata una profondità del bedrock sismico variabile tra -200 m e -300 m.

Figura 2.1-1
Ubicazione prova HVSR

TABELLA 2.1-1
MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

Profondità tetto strato (m)	Spessore (m)	Tipologia di terreno	Vs (m/s)
0.00	5.00	Limo con argilla sabbioso	170.00
5.00	13.00	Argilla (Idriss, 1990)	160.00
18.00	12.00	Sabbia (Seed e Idriss – mean)	260.00
30.00	20.00	Sabbia (Seed e Idriss – mean)	330.00
50.00	20.00	Argilla (Idriss, 1990)	330.00
70.00	20.00	Sabbia (Seed e Idriss – mean)	400.00
90.00	20.00	Argilla (Idriss, 1990)	400.00
110.00	90.00	Sabbie argillose (id 33)	550.00
200.00	Half-space	bedrock	800.00

Come accennato per il calcolo delle accelerazioni e dello scuotimento attesi in superficie sono stati selezionati una serie di accelerogrammi di input, riferiti a siti in roccia (Vs=800 m/s), spettro compatibili in media con lo spettro del terremoto target (spettro di riferimento definito su suolo rigido orizzontale di categoria A – NTC 2008 per il sito di interesse).

Lo spettro del terremoto target è stato definito utilizzando i seguenti parametri di ingresso (da Documento Excel SPETTRI-NTC ver 1.0.3 D.M. 14 gennaio 2008 Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni):

- *Coordinate sito (ED50): 44.845597 N; 11.662814 E*
- *Vita nominale (Vn) struttura: 50 anni*
- *Classe uso: II*
- *Coefficiente d'uso (Cu): 1.0*
- *Periodo di riferimento per l'azione sismica (Vr = Vn*Cu): 50 anni*
- *Stato limite considerato: Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV)*
- *Probabilità di superamento nel periodo di riferimento (Pvr): 10% in 50 anni*
- *Periodo di ritorno (Tr): 475 anni*

Utilizzando i parametri riportati sopra è stato definito il terremoto di scenario la cui PGA_0 (Pick Ground Acceleration, pericolosità sismica di base del sito di interesse) è risultata pari a ***PGA_0 = 0.126 (g)****.*

I segnali di input sono stati ricavati mediante il software ***Rexel*** *dalla banca dati* ***ITACA*** *(Italian Accelerometric Archive) utilizzando i seguenti parametri di ricerca (parametri con i quali è stato ottenuto il set migliore di segnali):*

- *Intervallo di Magnitudo ricercata:* ***5.5 (min) – 6.14 (max)***
- *Distanza epicentrale ricercata:* ***0 Km (min) - 25 Km (max)***
- *Periodo spettrale:* ***0.15s-2.0s***

La coppia magnitudo-distanza utilizzata per la ricerca degli accelerogrammi di input è stata scelta tenendo conto di:

- *Storia sismica del comune di appartenenza del sito in esame (Database Macrosismico Italiano 2011-DBM11): valore massimo di Intensità macrosismica al sito (comune di Ferrara) pari a I (MCS) = 8, terremoto con epicentro = Ferrara (anno 1570), Mw = 5.46± 0.25, distanza epicentro-sito in studio = 3 Km circa;*
- *·Carta Sismogenetica d'Italia (ZS9 – INGV) secondo la quale il sito di via Pioppa – Pontegradella (comune di Ferrara) ricade all'interno zona sismogenetica 912 (dorsale ferrarese) alla quale corrisponde una Mw max = 6.14;*
- *Analisi di disaggregazione della pericolosità sismica di base (Progetto DPCINGV-S1; disaggregazione del valore di ag con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni): coppia Magnitudo - Distanza media rappresentativa pari a M= 4.950; D= 10.2 Km; Epsilon= 0.531;*
- *Effetti di scuotimento prodotti dal sisma emiliano del maggio 2012 (Mappe di scuotimento legge 122/2012 del 1 agosto 2012): scossa di magnitudo M=5.9 (data 20/05/2012); Coord. epicentrali: 44.8890N, 11.2280E; distanza epicentrale dal sito di interesse pari a D=34 Km circa (l'Intensità Macrosismica in scala Mercalli Modificata "MMI" misurata nella stazione accelerometrica più vicina al sito in studio, quella di Copparo-Coccanile "CPC", è risultata pari a pari a I = 5.4 effetto moderato).*

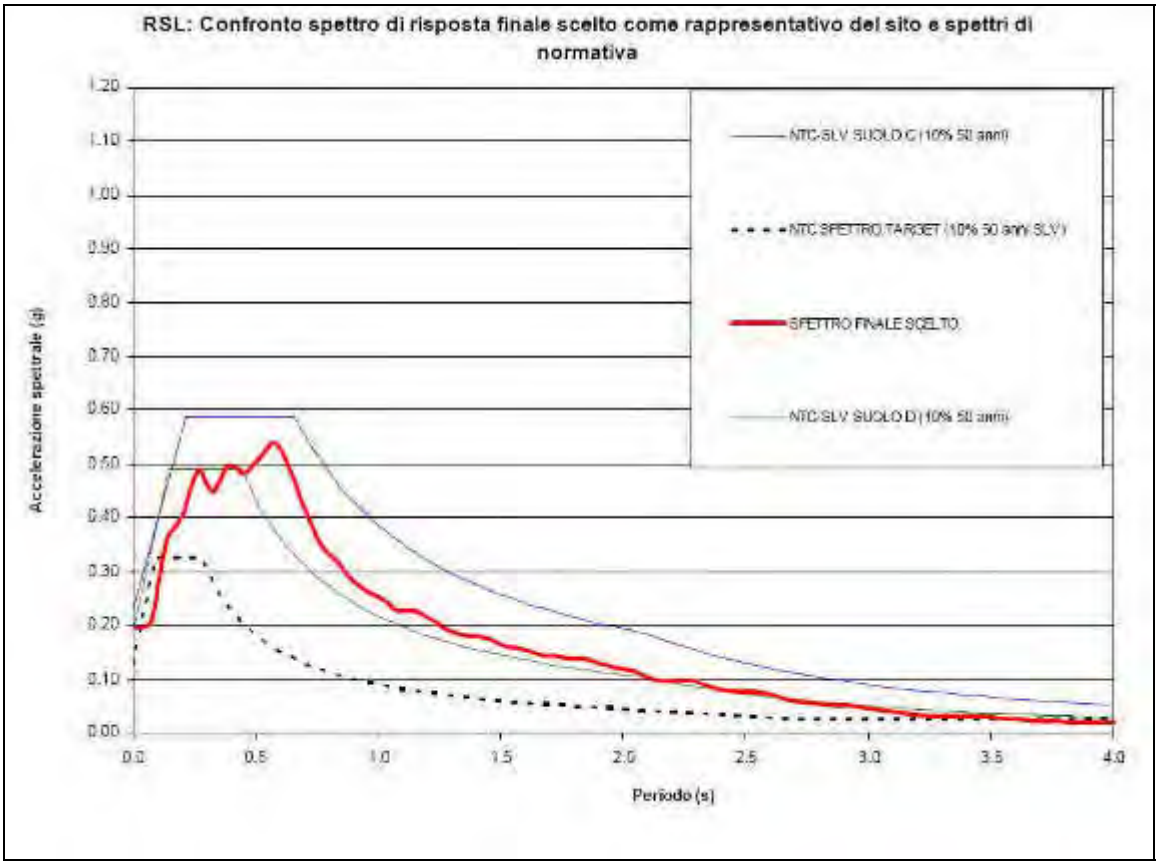


Figura 2.1-2

Spettro di risposta finale scelto come rappresentativo del sito in esame (curva rossa) e confronto con spettri di normativa

T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)
0.01	0.195	1.40	0.180	2.80	0.053
0.07	0.208	1.47	0.172	2.86	0.053
0.14	0.354	1.53	0.161	2.92	0.051
0.20	0.404	1.59	0.157	2.99	0.048
0.26	0.486	1.66	0.147	3.05	0.043
0.33	0.449	1.72	0.143	3.11	0.038
0.39	0.496	1.78	0.139	3.18	0.035
0.45	0.483	1.85	0.135	3.24	0.033
0.52	0.511	1.91	0.130	3.30	0.031
0.58	0.539	1.97	0.122	3.37	0.032
0.64	0.485	2.04	0.116	3.43	0.031
0.71	0.413	2.10	0.105	3.49	0.030
0.77	0.349	2.16	0.098	3.56	0.027
0.83	0.320	2.23	0.098	3.62	0.025
0.90	0.284	2.29	0.097	3.68	0.023
0.96	0.262	2.35	0.086	3.75	0.022
1.02	0.246	2.42	0.079	3.81	0.021
1.09	0.226	2.48	0.077	3.87	0.020
1.15	0.226	2.54	0.077	3.94	0.019
1.21	0.213	2.61	0.074	4.00	0.019
1.28	0.192	2.67	0.062		
1.34	0.183	2.73	0.056		

Figura 2.1-3
Valori numerici dello spettro di risposta medio finale

Il valore di PGA dello spettro finale scelto è risultato:

- ***PGA = 0.194 g***
- ***PGA/PGA$_0$ (F.A.) = 1.54***

Dove:

P.G.A. = Pick Ground Acceleration, accelerazione massima orizzontale al sito in superficie;

P.G.A./P.G.A.$_0$ (F.A.) = Rapporto tra accelerazione massima orizzontale al sito in superficie e accelerazione massima orizzontale di base (riferita a suolo rigido orizzontale di categoria A). Questo rapporto rappresenta il fattore di amplificazione sismica (F.A.) del sito in esame.

Supporti Grafici:

- Allegato 2. Analisi di risposta sismica locale mediante approccio non semplificato

2.1.1. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per configurazioni superficiali semplici si considera la seguente classificazione riportata in Tabella 2.1.1-1.

TABELLA 2.1.1-1
CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Nell'area di studio si è in presenza di categoria topografica **T1**.

2.1.2. CLASSE D'USO

Il tipo di intervento previsto rientra in Classe d'uso II, in quanto trattasi di *costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.*[…].

Le azioni sismiche, sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale V_N viene definita pari a 50 anni.

Il valore del coefficiente d'uso Cu, varia al variare della classe d'uso, così come riportato in tabella 2.1.2-1.

TABELLA 2.1.2-1
CLASSI D'USO E COEFFICIENTI D'USO C_U

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

Ai fini del calcolo è stata scelta una vita nominale Vn di 50 anni, ed una classe d'uso II, con coefficiente d'uso cu di 1.0.

2.1.3. DEFINIZIONE DELL'ACCELERAZIONE SISMICA ORIZZONTALE

(da "La liquefazione dei terreni" di Aldo di Bernardo)

Il parametro dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie (a_{gmax}) è riferito alla condizione *free-field,* cioè in assenza di carichi superficiali, edifici o altro. Il valore di soglia, indicato dalla normativa, è di 0.10 g. Questo significa che se l'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie indotta dal sisma si colloca sotto questo limite è possibile omettere la verifica alla liquefazione.

Il parametro a_{gmax} si ricava direttamente dalla caratterizzazione sismica del sito, secondo le indicazioni del DM 14/01/2008, attraverso la relazione:

$$a_{gmax} = a_g S_s S_t$$

La grandezza a_g è l'accelerazione sismica orizzontale riferita al sito rigido, ricavabile dall'appendice B del DM 14/01/2008 in funzione delle coordinate geografiche del sito, e S_s e S_t sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.

Il valore di soglia introdotto nel DM 14/01/2008 non coincide con quello suggerito nell'Eurocodice 8, dove il limite viene posto a 0.15 g. Questa differenza nasce da un adattamento dell'Eurocodice 8 al contesto italiano. Anche se a livello mondiale sono noti casi di liquefazione avvenuti in corrispondenza di valori di a_{gmax} minori di 0.10, si ritiene che in Italia ciò sia molto improbabile. Per poter produrre fenomeni di liquefazione, eventi sismici che generano in superficie valori di accelerazione così bassi, devono essere caratterizzati da una durata insolitamente lunga. Cioè devono essere in grado di produrre un numero sufficientemente alto di cicli di carico per consentire, ai relativamente ridotti valori di Δu, di poter uguagliare, sommandosi, la pressione litostatica efficace agente.

Se si valuta l'accelerazione massima orizzontale in base agli abachi dell'Atto di Indirizzo 112/2007 della Regione Emilia Romagna, considerando il valore di accelerazione massima previsto per il Comune di Ferrara amplificato con il fattore di amplificazione PGA previsto per la PIANURA 2 con vs< 200 m/s risulta: $\mathbf{a_{gmax}} = a_{refg}$ x F.A. P.G.A. = 0,132 x 1,5 = **0,198 g**.

Nel caso specifico, come descritto e commentato, è stato effettuato uno studio di **Risposta Sismica Locale** e quindi l'accelerazione sismica di progetto corrisponde a quella sito specifica calcolata come descritto nel paragrafo 1.4.1, ovvero:

- PGA = 0.194 g

In base ai valori delle accelerazioni sopra riportati, si conclude che la verifica non è soddisfatta, ovvero è necessario procedere ad ulteriori verifiche ed elaborazioni relativamente al rischio liquefazione. Da evidenziare come, nel corso del precedente studio, le verifiche fossero state effettuate con una PGA di 0.23 g, determinata tramite l'utilizzo del programma di calcolo Spettri NTC ver.1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

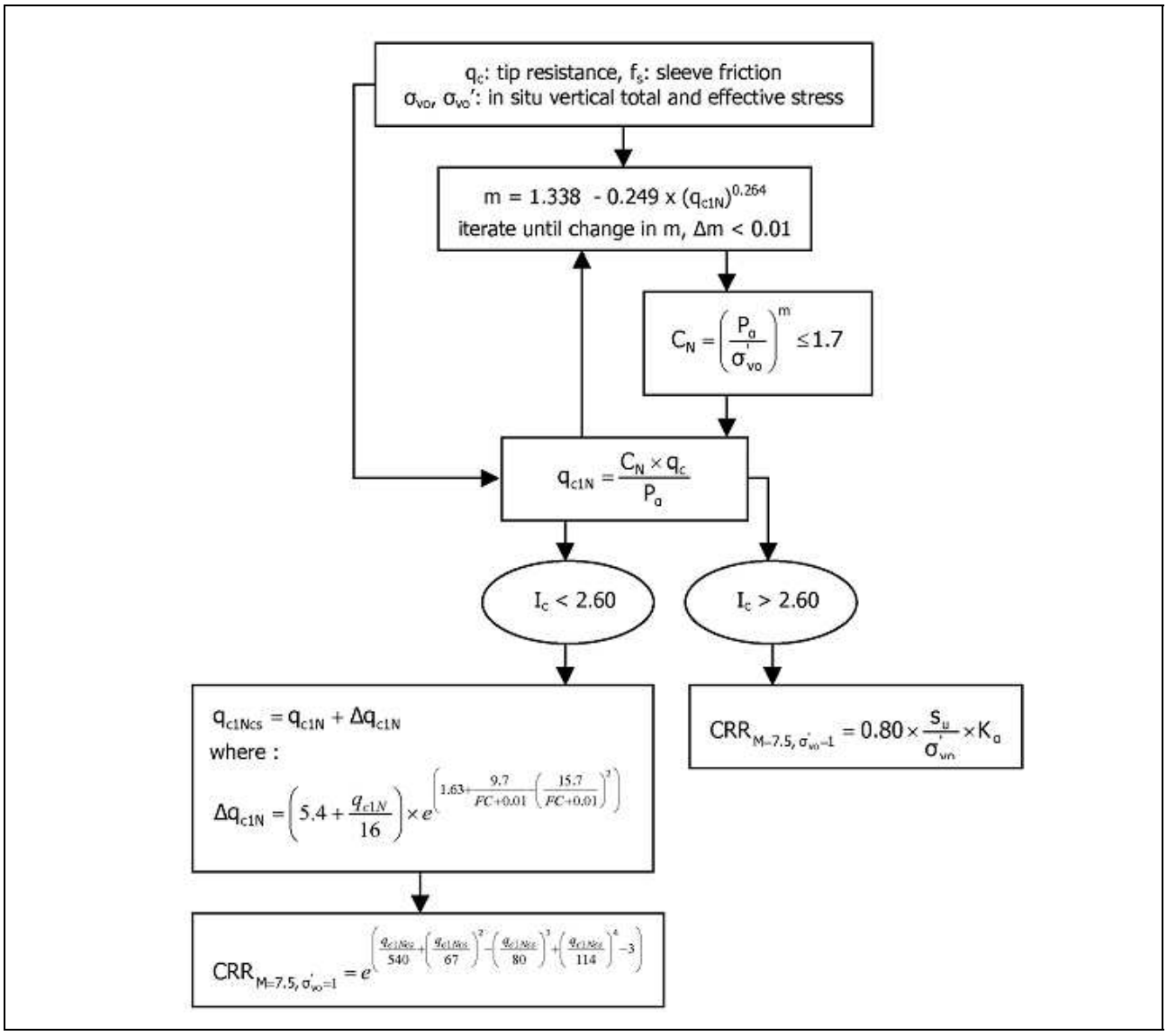
Supporti Grafici:

- Allegato 2. Analisi di risposta sismica locale mediante approccio non semplificato

2.1.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE PER IL CASO SPECIFICO

Di seguito è valutata la **suscettibilità alla liquefazione** applicando un criterio indiretto corrispondente al metodo di Idriss & Boulanger (2008) come suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna.

Questo metodo utilizza le seguenti correlazioni:



In base alla deliberazione dell'assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2 maggio 2007, è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione quando FL<1. La circolare del C.S.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009, demanda invece al progettista la decisione in merito alla scelta del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione. Per quanto riguarda infine l'OPCM 3274 del 20 marzo 2003, un terreno deve essere considerato suscettibile a liquefazione, allorché lo sforzo di taglio generato dal terremoto a una data profondità, supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato la liquefazione durante terremoti passati alla medesima profondità; il livello di sforzo di taglio implica un fattore di sicurezza pari a 1.25.

Viste le tipologie di indagine eseguite e le peculiarità delle valutazioni introdotte dall'OPCM 3274, si ritiene corretto nella presente definire che un deposito non è suscettibile a liquefazione quando FL>1, in linea con quanto riportato nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

Il calcolo dell'Indice del potenziale di Liquefazione (LPI) viene utilizzato per interpretare le singole valutazioni in termini di gravità del fenomeno liquefazione sulla profondità.

La procedura di calcolo si basa sul metodo elaborato da Iwasaki (1982).

Per valutare la gravità di liquefazione misurata in un dato sito, LPI è calcolato sulla base della seguente equazione:

$$\mathbf{LPI} = \int_0^{20} (10 - 0{,}5_z) \times F_I \times d_z$$

Dove:
FL = 1 – F.S. quando F.S. è minore di 1
FL = 0 quando F.S. è maggiore di 1
z è la profondità misurata in metri

Iwasaki propose 4 categorie basate sul valore numerico di LPI:
- LPI = 0 : il rischio di liquefazione è molto basso
- 0 < LPI ≤ 5 : il rischio di liquefazione è basso
- 5 < LPI ≤ 15 : il rischio di liquefazione è alto
- LPI > 15 : il rischio di liquefazione è molto alto

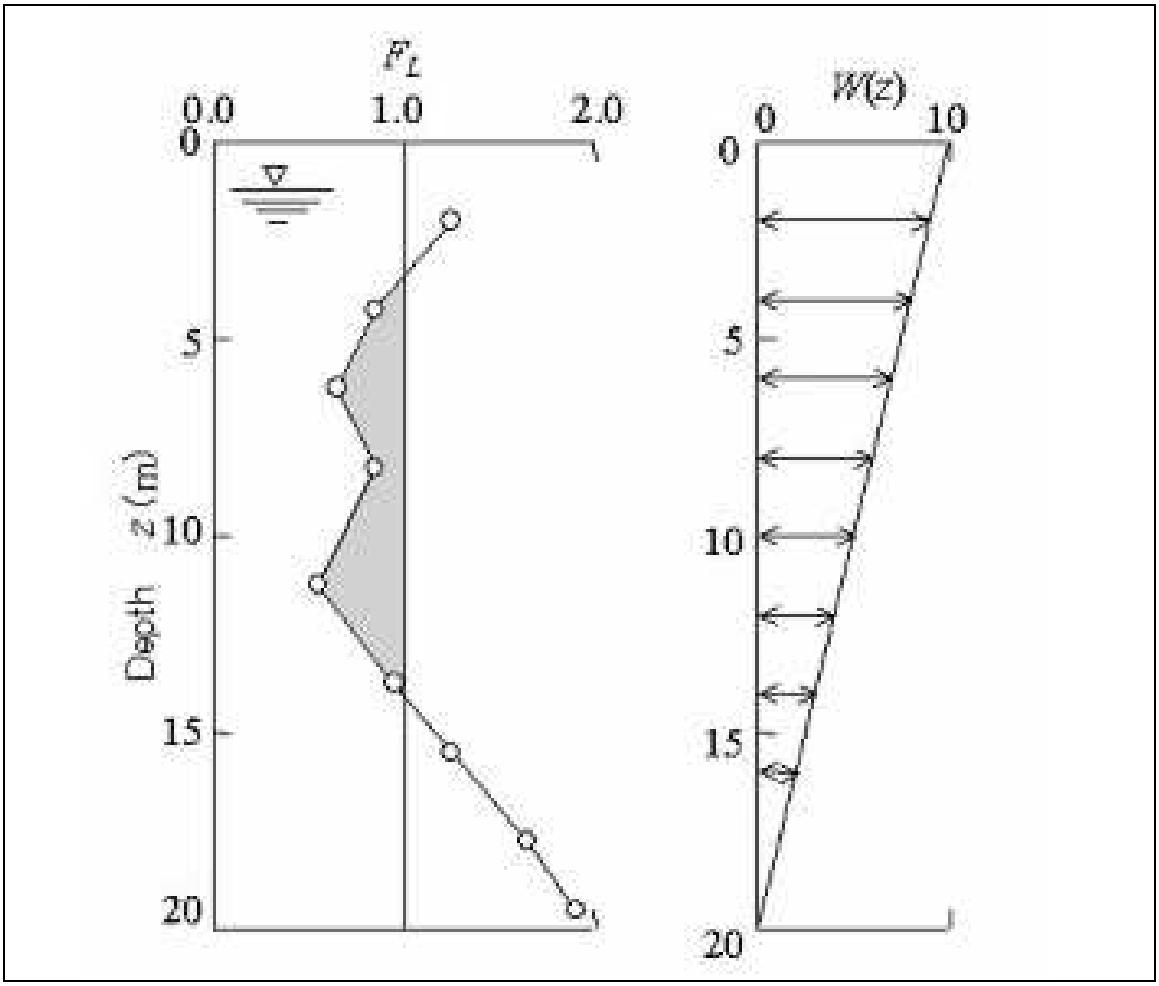


Figura 2.1.4-1
Rappresentazione grafica della procedura di calcolo di LPI

Come precedentemente indicato, in linea con il DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, ai fini della presente si definisce che un deposito sabbioso risulta suscettibile a liquefazione quando Fs<1.

Sulla base della PGA determinata per mezzo dello Studio di Risposta Sismica Locale, utilizzando il pacchetto software CLiq v.1.7.6.49 è stato determinato il fattore Fs applicando il metodo di Idriss & Boulanger (2008) individuando gli spessori caratterizzati da Fs<1, di seguito elencati nelle tabelle, nelle quali, oltre agli spessori e alle profondità dei singoli strati liquefacibili, sono indicate anche le profondità dei macrostrati e gli spessori cumulativi degli strati liquefacibili. Entrambe le analisi considerano i primi mt 20.00.

I macrostrati distinguono gli spessori prevalentemente coesivi e prevalentemente granulari.

Dalle letture delle tabelle si evidenzia come, fra mt 2.70/2.80 e mt 4.80/4.20, sia presente uno spessore cumulativo liquefacibile continuo, in quanto rilevato in corrispondenza di entrambe le prove.

Il secondo macrostrato parzialmente liquefacibile, la cui continuità come però, come indicato nella precedente relazione, non è assolutamente certa, è stato individuato alla profondità di mt 8.50/10.42 dal piano campagna in corrispondenza della prova SCPTU1 ed alla profondità di mt 13.20/15.66 dal piano campagna in corrispondenza della prova SCPTU2, alla base di terreni prevalentemente argillosi continui.

TABELLA 2.1.4-1
SCPTU1 – STRATI CON FS<1

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU1	0.00	2.80	-	-	-
	2.80	4.82	2.82 – 2.98	0.16	1.26
			3.00 – 3.04	0.04	
			3.08 – 3.28	0.20	
			3.30 – 3.42	0.12	
			3.52 – 3.68	0.16	
			3.82 – 4.08	0.26	
			4.12 – 4.18	0.06	
			4.28 – 4.40	0.12	
			4.64 – 4.78	0.14	
	4.82	8.50	-	-	-
	8.50	10.42	8.50 – 8.72	0.22	1.36
			9.06 – 9.48	0.42	
			9.58 – 10.20	0.62	
			10.28 – 10.38	0.10	
	10.42	19.16	-	-	-
	19.16	20.00	19.18 – 19.20	0.02	0.02

TABELLA 2.1.4-2
SCPTU2 – STRATI CON FS<1

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU2	0.00	2.70	-	-	-
	2.70	4.18	2.70 – 2.72	0.02	0.70
			2.78 – 3.04	0.26	
			3.70 – 3.98	0.28	
			4.06 – 4.20	0.14	
	4.18	13.20	9.10 – 9.20	0.10	0.10
	13.20	15.66	13.26 – 14.40	1.14	1.66
			14.58 – 14.68	0.10	
			14.76 – 14.98	0.22	
			15.00 – 15.14	0.14	
			15.54 -15.60	0.06	
	15.66	18.80	-	-	-
	18.80	20.00	18.82 – 18.86	0.04	0.24
			18.92 – 19.02	0.10	
			19.04 – 19.12	0.08	
			19.56 – 19.58	0.02	

In merito a quanto sopra indicato, si ritiene di porre l'attenzione soprattutto allo strato compreso fra mt 2.80/2.70 e mt 4.82/4.18, in quanto risulta superficiale, continuo e parzialmente liquefacibile.

A tale proposito, per quanto riguarda le modalità di verifica e la lettura dei risultati, si riporta di seguito un estratto dallo studio di Facciorusso J., Madiai C., Vannucchi G., "Confronto tra metodi semplificati di stima del rischio di liquefazione da prove cpt e cptu", ovvero come *l'indice LPI calcolato con riferimento ad una verticale di prova trascuri gli effetti bi- e tri- dimensionali. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa uno strato liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e "lateral spreading" anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell'indice LPI e le evidenze di liquefazione.*

Per completare l'esposizione, si riportano di seguito le elaborazioni stratigrafiche ricavate per mezzo del software che valuta la liquefazione in base alle stratigrafie elaborate inizialmente con il metodo di Robertson 1986 e successivamente con il metodo di Robertson 1990 sui parametri normalizzati. Il grafico di Robertson 1990 fa riferimento alla resistenza alla punta corretta q_t; esso può essere utilizzato ugualmente con la resistenza alla punta non corretta, q_c, finché la differenza fra q_t e q_c è piccola, tranne nei terreni soffici a grana fine.

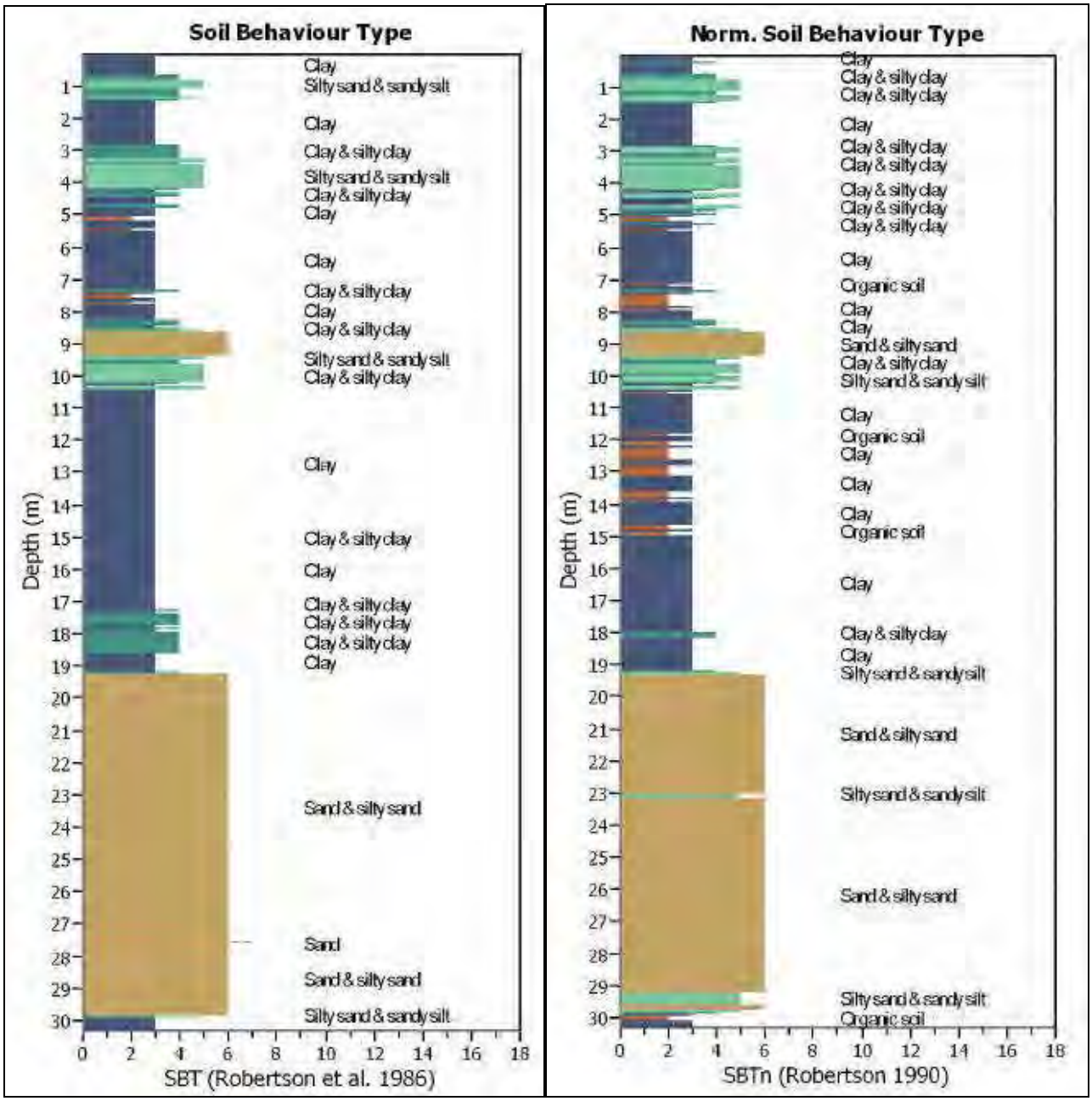


Figura 2.1.4-2

SCPTU1 – Tipo di comportamento del terreno in base a Robertson 1986 e normalizzato in base a Robertson 1990

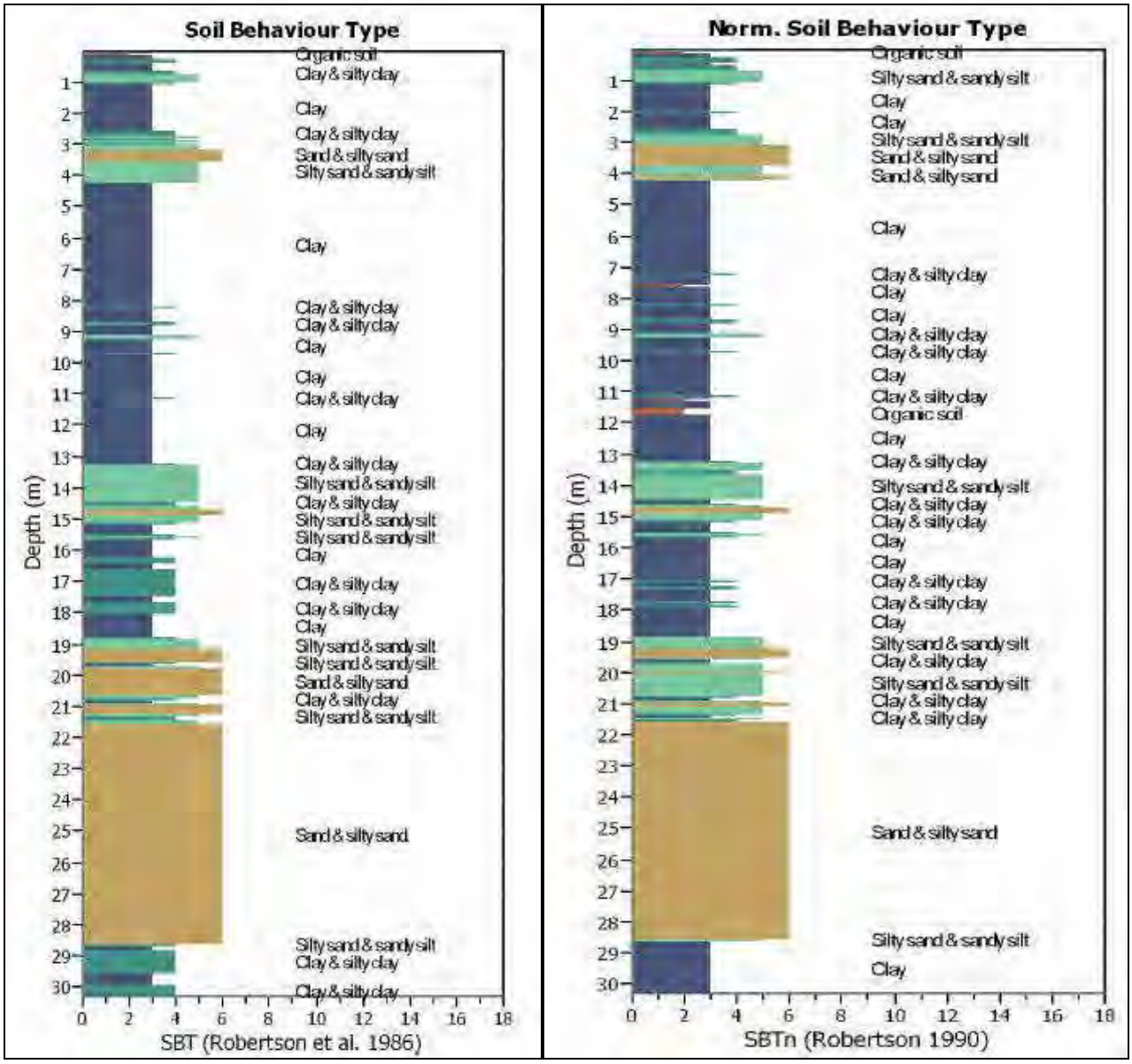


Figura 2.1.4-3

SCPTU2 – Tipo di comportamento del terreno in base a Robertson 1986 e normalizzato in base a Robertson 1990

Dal confronto fra le colonne stratigrafiche ottenute con i due metodi applicati, pur notando un incremento della frazione organica in Robertson 1990, si registra una sostanziale correlazione.

A seguire si riportano i grafici esplicativi delle valutazioni relative alle verifiche alla liquefazione.

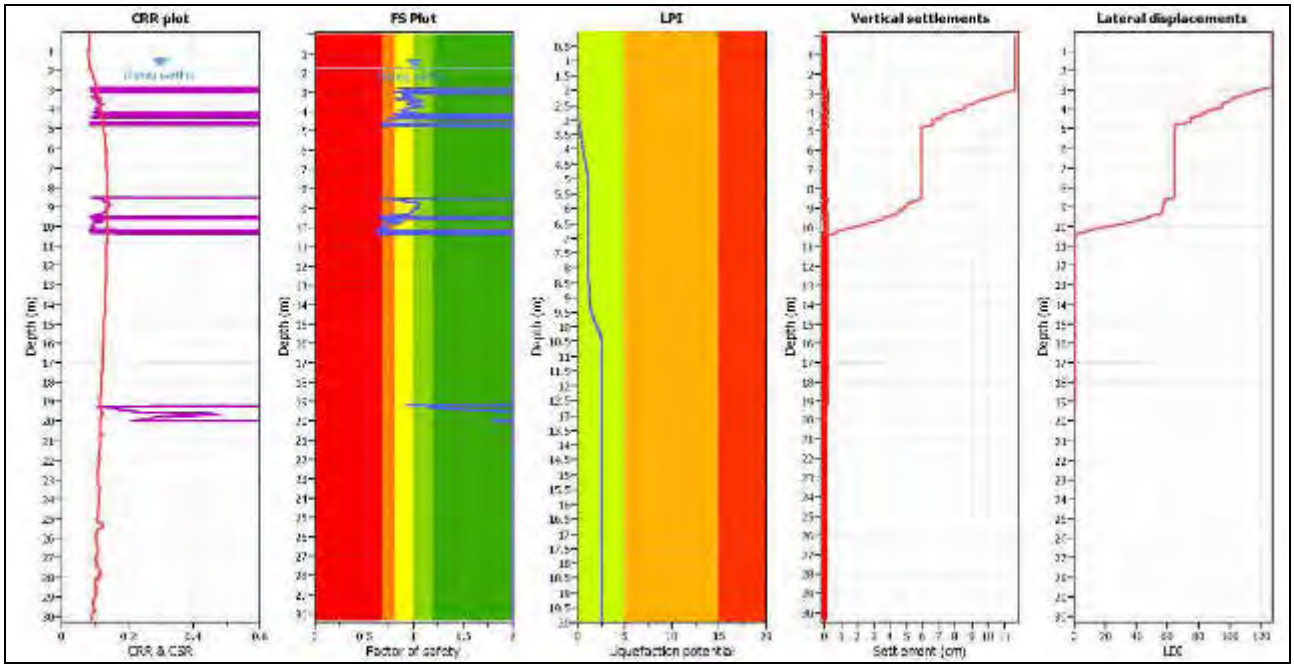


Figura 2.1.4-4
SCPTU1 - Grafici riepilogativi analisi liquefazione

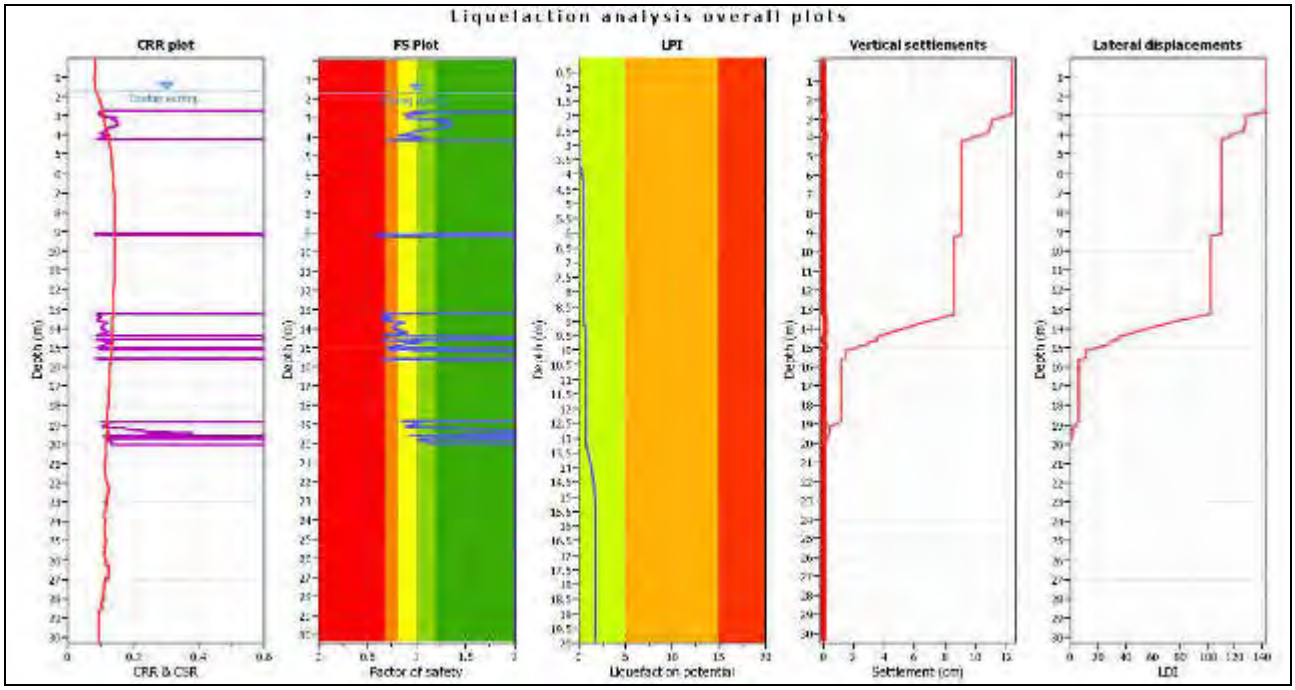


Figura 2.1.4-5
SCPTU2 - Grafici riepilogativi analisi liquefazione

Per stimare il grado di severità globale dovuta alla liquefazione del deposito, utilizzando lo stesso software CLiq v. 1.7.6.49 è stato determinato l'Indice del Potenziale di Liquefazione in base a diversi approcci, considerando una magnitudo pari a 6.14, una P.G.A = 0.20 g (arrotondamento per eccesso del valore 0.194 determinato per mezzo della RSL). Il livello della falda è stato mantenuto invariato nell'ipotesi

dell'avvenimento del sisma; a conoscenza dello scrivente, non sono infatti disponibili studi specifici relativi a possibili variazioni del livello della falda durante la fase sismica. Nella verifica alla liquefazione sono stati considerati solamente i terreni sabbiosi, viste le caratteristiche specifiche del sito.

Nella figura successiva sono riportati i grafici di elaborazione dai quali emerge che, in corrispondenza delle prove effettuate, l'Indice del potenziale di Liquefazione, assume i valori di seguito tabulati.

TABELLA 2.1.4-3
VALORI IPL IN CORRISPONDENZA DELLE PROVE ESEGUITE

Verticale d'indagine	IPL	
	Valore minimo (indicativo)	Valore massimo Indicativo
SCPTU1	2.5	6.5
SCPTU2	1.80	4.5

In base a tutte le verifiche effettuate, risulta un rischio di liquefazione basso, per entrambe le prove, ad eccezione del metodo di Moss et al. (2006) il quale rileva un rischio di liquefazione alto in corrispondenza della SCPTU1.

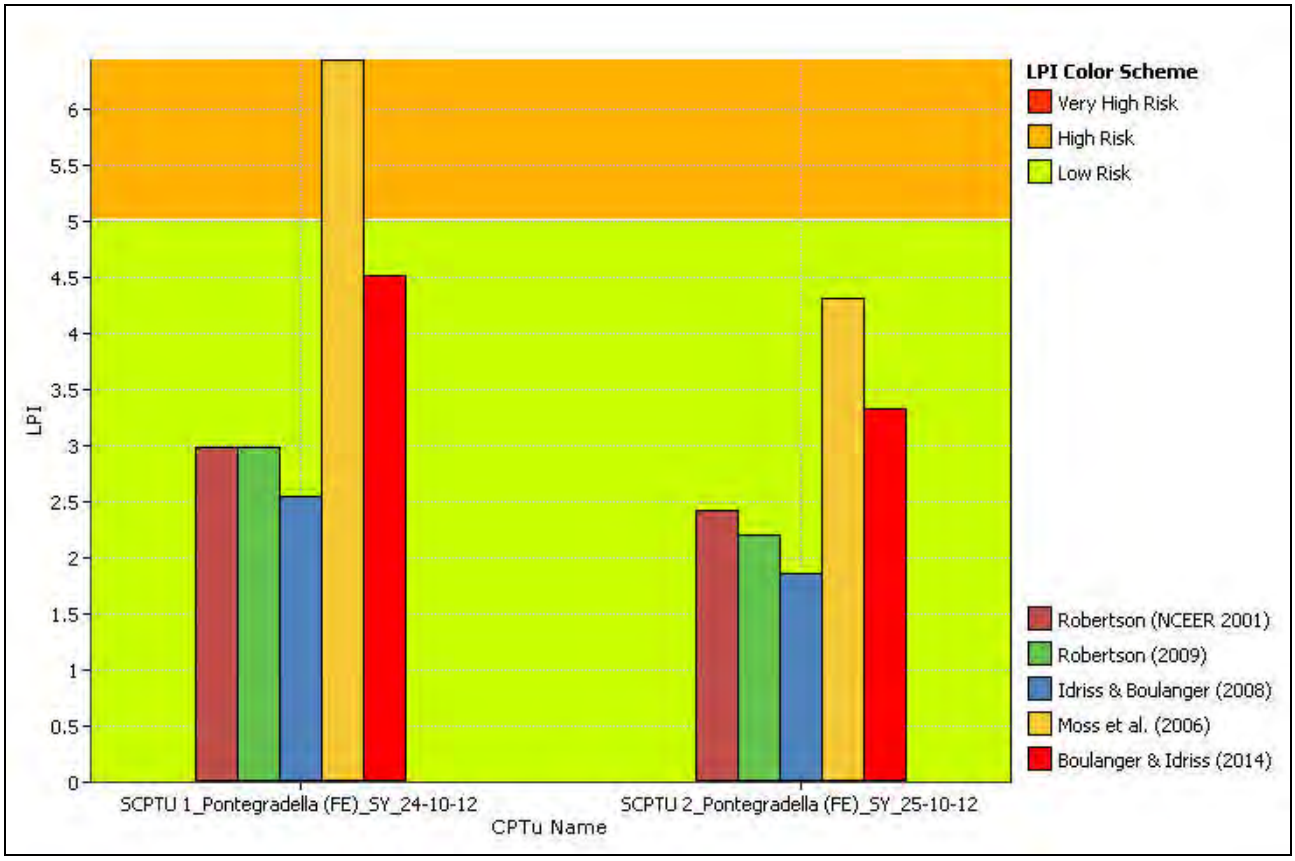


Figura 2.1.4-6
Istogrammi con valori LPI

In base al metodo di Idriss e Boulanger (2008), suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna, in corrispondenza delle due prove l'Indice del Potenziale di Liquefazione assume i seguenti valori:

IPL in corrispondenza di SCPTU1 = 2.538
IPL in corrispondenza di SCPTU2 = 1.855

In relazione agli indici di potenziale liquefazione sopra indicati, il sito si definisce a rischio basso in corrispondenza di entrambe le prove.

Dal grafico riportato in figura 2.1.4-10, si evince che il valore dell'Indice di Potenziale liquefazione rimane al di sotto della soglia pari a 5 (rischio basso/alto), per valori di PGA prossimi a circa 0.23g in corrispondenza della prova SCPTU1 e per valori di PGA prossimi a 0.26g in corrispondenza della prova SCPTU2.

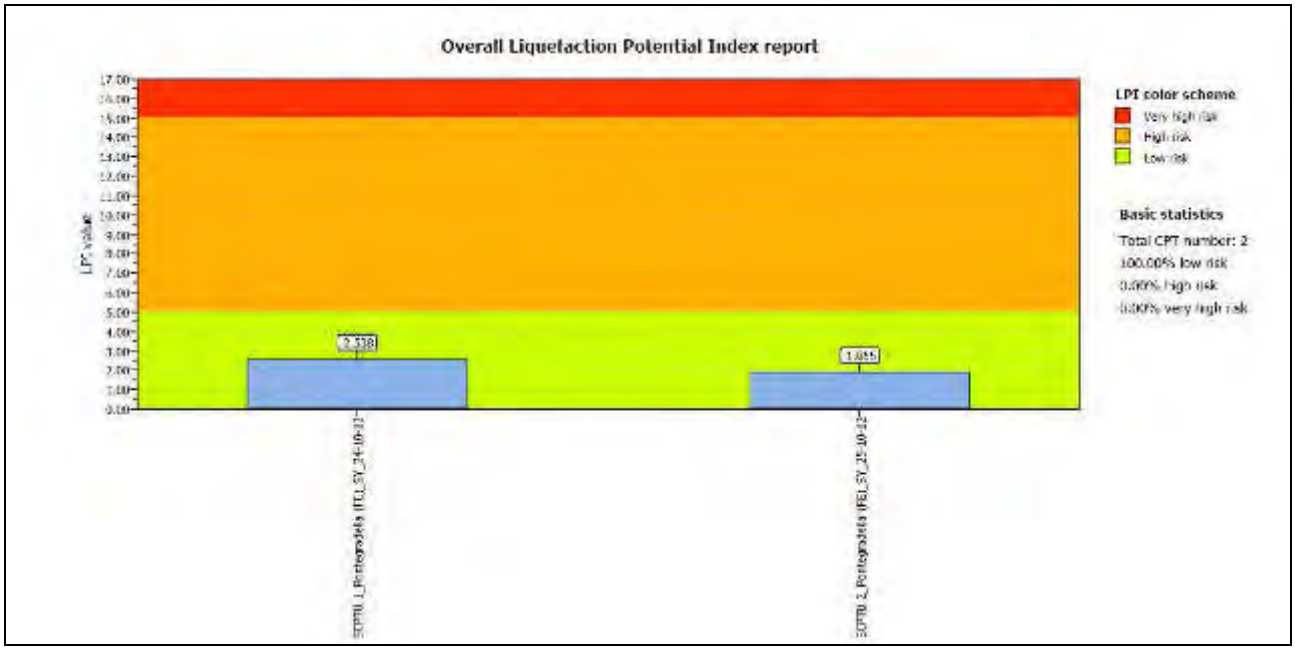


Figura 2.1.4-7
Valori LPI delle due prove secondo Idriss & Boulanger (2008)

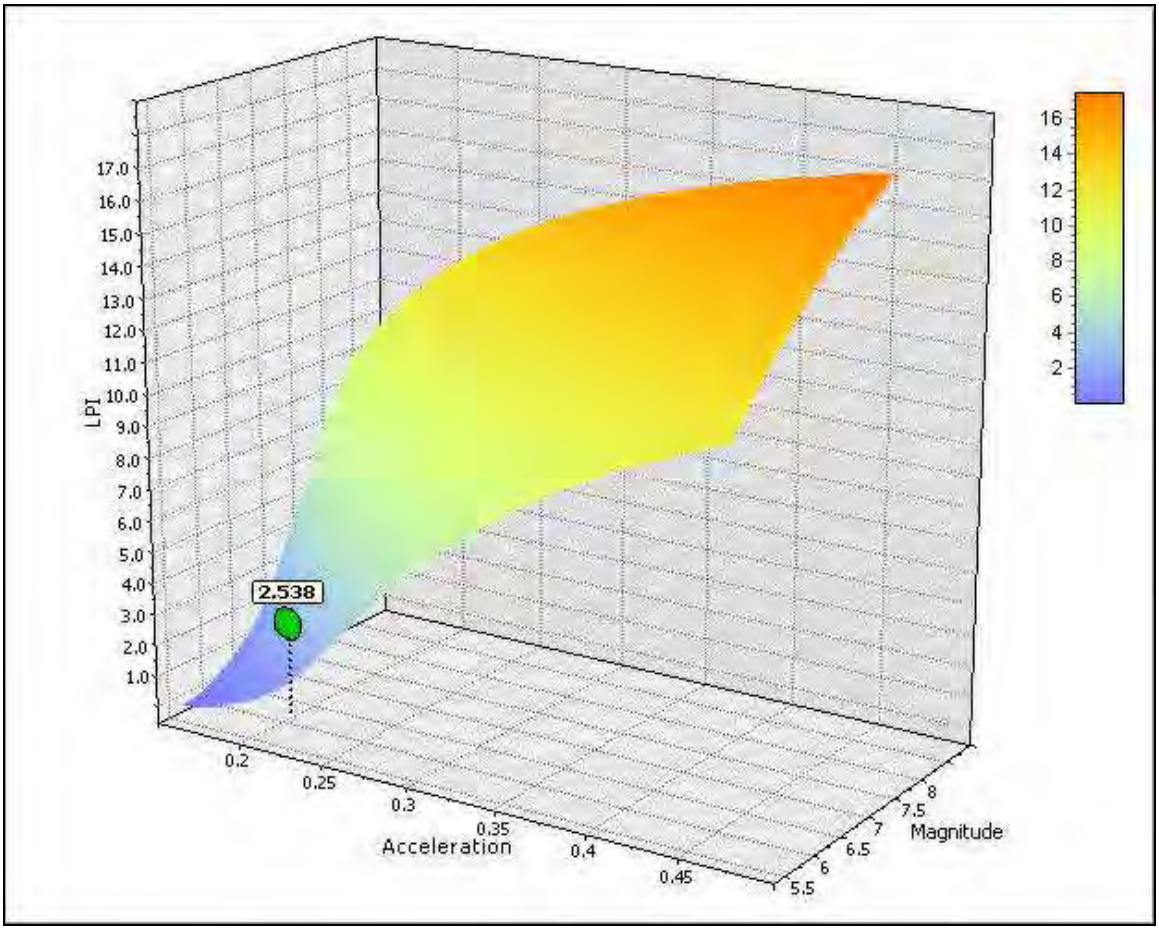


Figura 2.1.4-8
SCPTU1: Grafico LPI – Accelerazione – Magnitudo

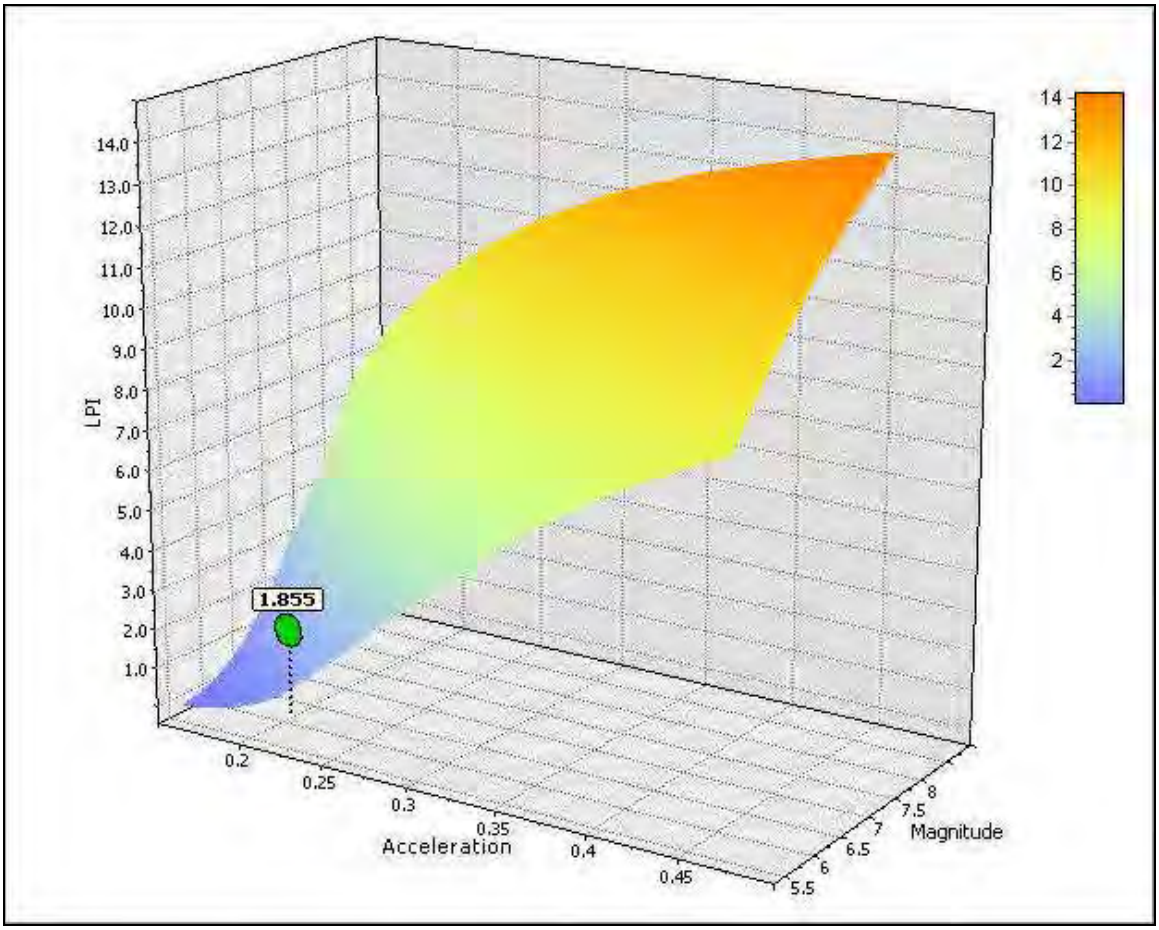


Figura 2.1.4-9
SCPTU2: Grafico LPI – Accelerazione – Magnitudo

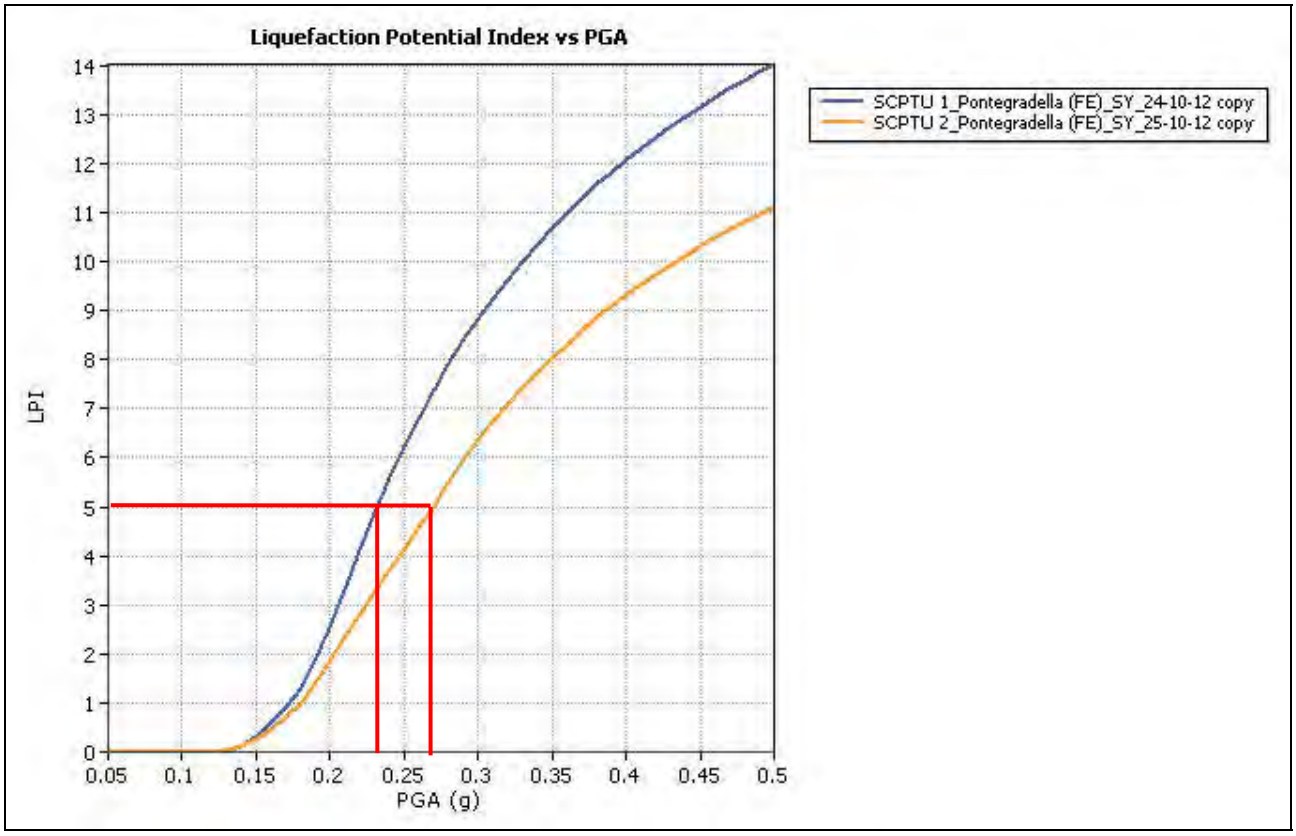


Figura 2.1.4-10
Indice di potenziale liquefazione a confronto con aumento della PGA

Per mezzo del programma di calcolo è stata anche determinata la probabilità di liquefazione in base a diversi approcci. Nella figura seguente sono riportati gli istogrammi dai quali emerge che, la probabilità di innesco del fenomeno, a seconda dell'approccio utilizzato, assume i seguenti valori:

- SCPTU1, varia da circa il 7% a circa il 16%;
- SCPTU2, varia da circa il 6% a circa il 10.5%.

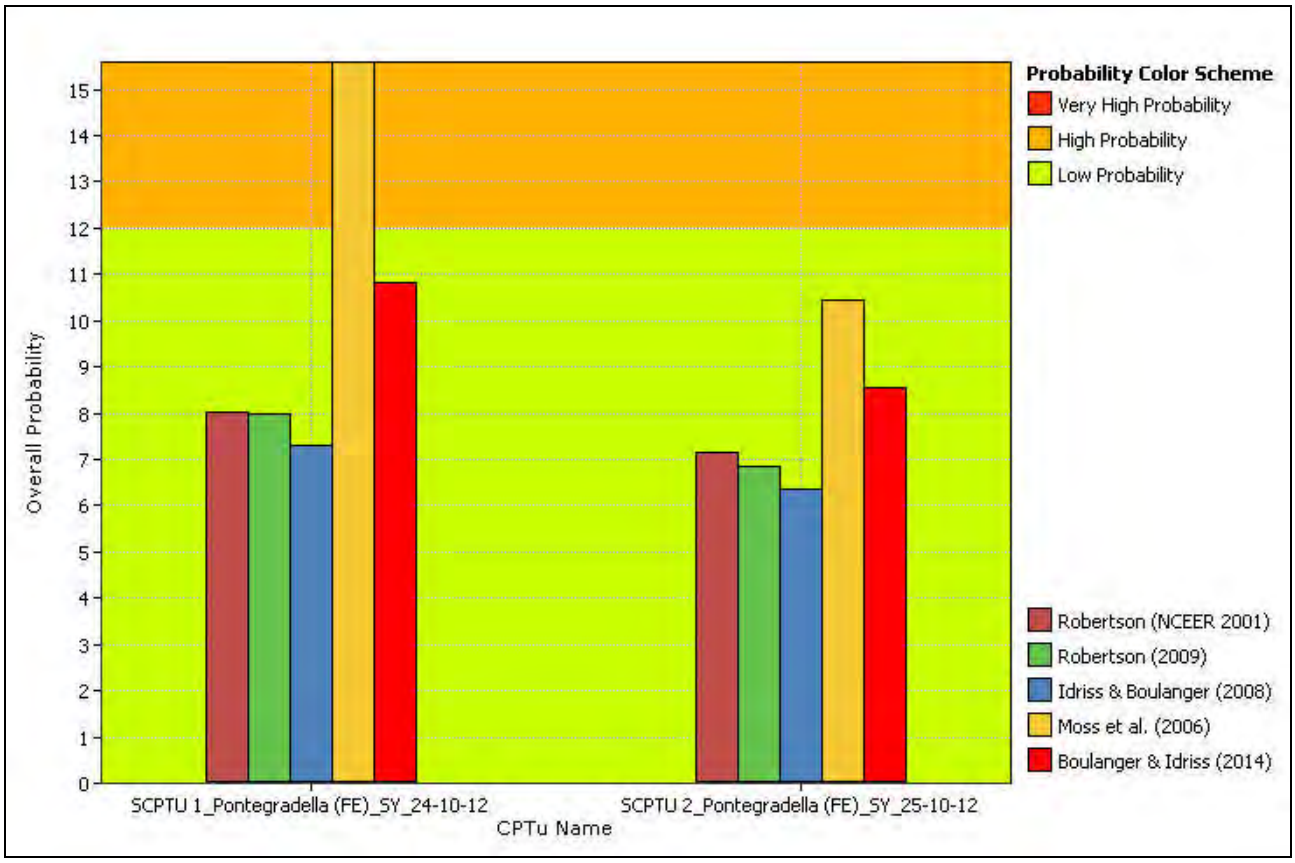


Figura 2.1.4-11
Grafico probabilità di innesco fenomeno della liquefazione

Per quanto riguarda i cedimenti verticali post-sismici relativi alla liquefazione, anche in questo caso le valutazioni effettuate hanno permesso di determinare la variabilità dei relativi valori teorici, a seconda dell'approccio di calcolo utilizzato. Tali cedimenti teorici variano come di seguito elencato:

- SCPTU1: da circa cm 7.80 a circa cm 13.5
- SCPTU2: da circa cm 10.0 a circa cm 16.0

Nello specifico, secondo Idriss & Boulanger (2008), i cedimenti post sismici in corrispondenza delle due verticali, assumono i seguenti valori teorici:

- SCPTU1 = cm 11.663
- SCPTU2 = cm 12.415

Da evidenziare come i valori sopra riportati corrispondano di fatto ad una stima di massima su base areale, e come valutazioni più attendibili potranno essere effettuate utilizzando specifiche prove di laboratorio, tenendo anche conto dello spessore dello strato di copertura delle sabbie liquefacibili.

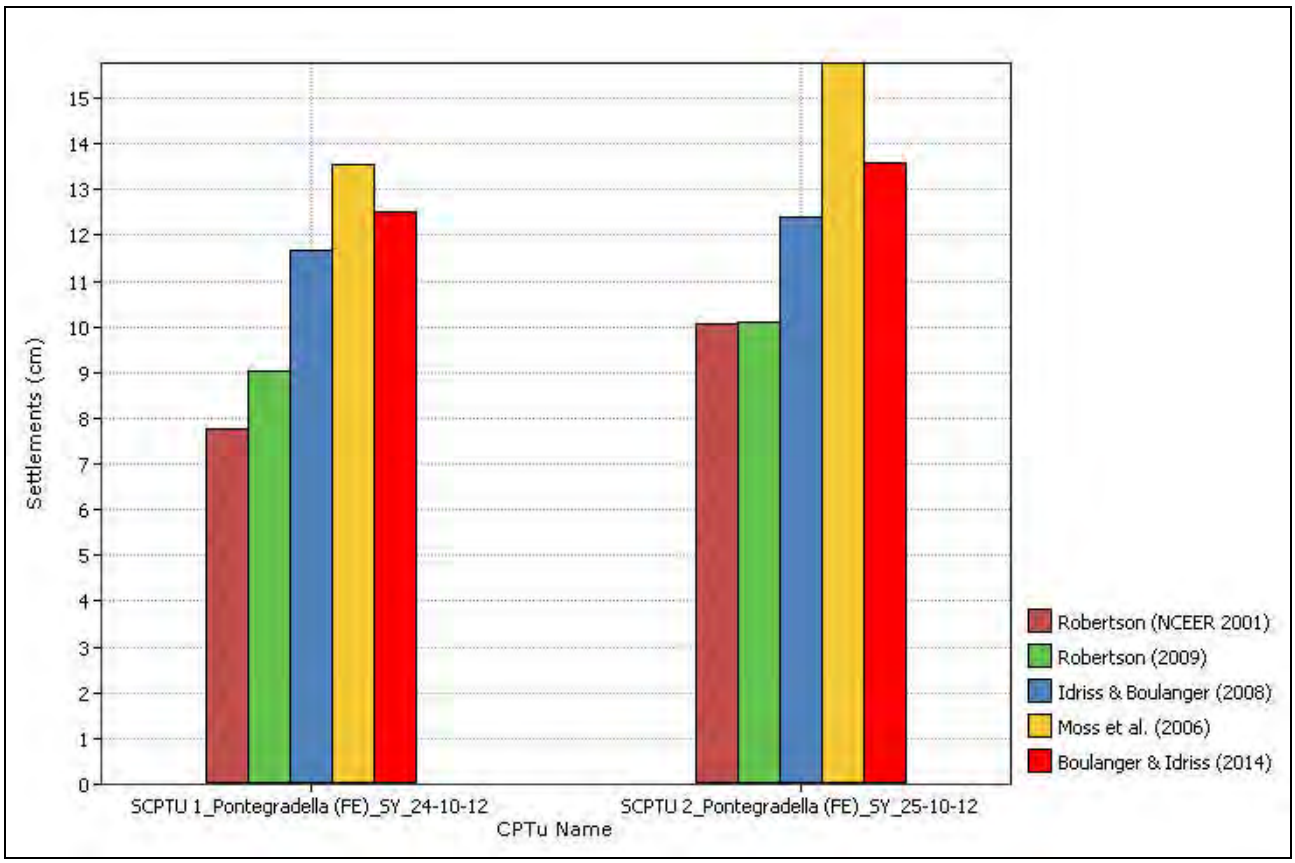


Figura 2.1.4-12
Istogramma con valori cedimenti in funzione della correlazione utilizzata

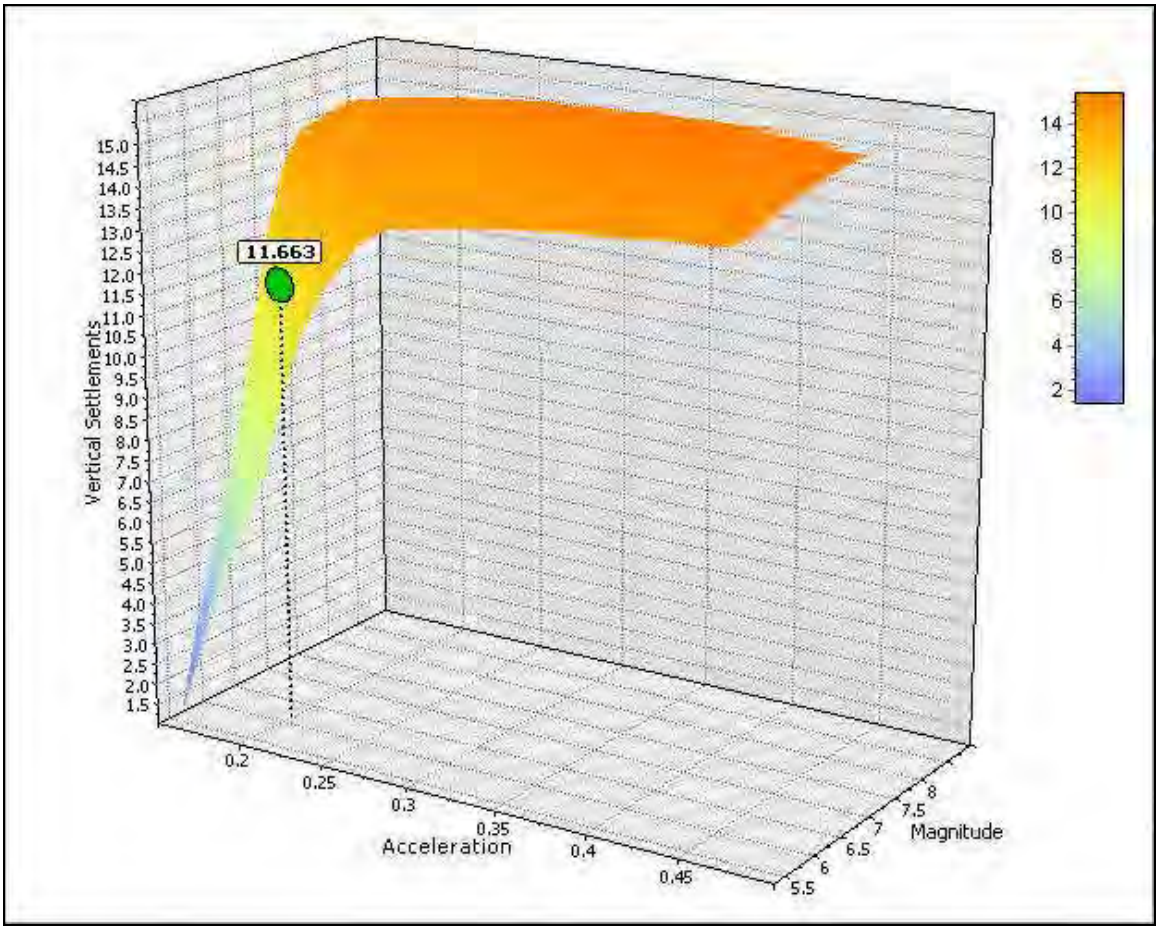


Figura 2.1.4-13
SCPTU1: Grafico Cedimento verticale – Accelerazione – Magnitudo

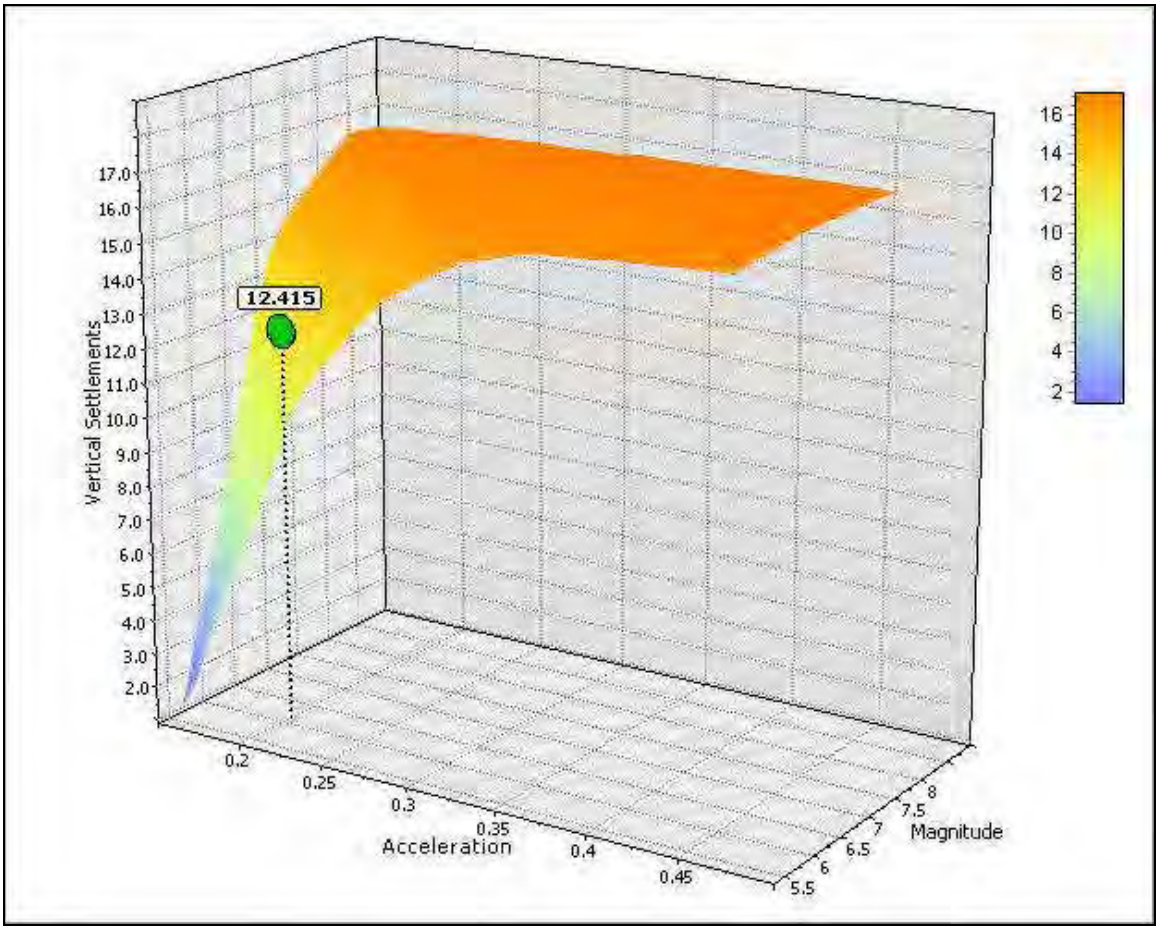


Figura 2.1.4-14
SCPTU2: Grafico Cedimento verticale – Accelerazione – Magnitudo

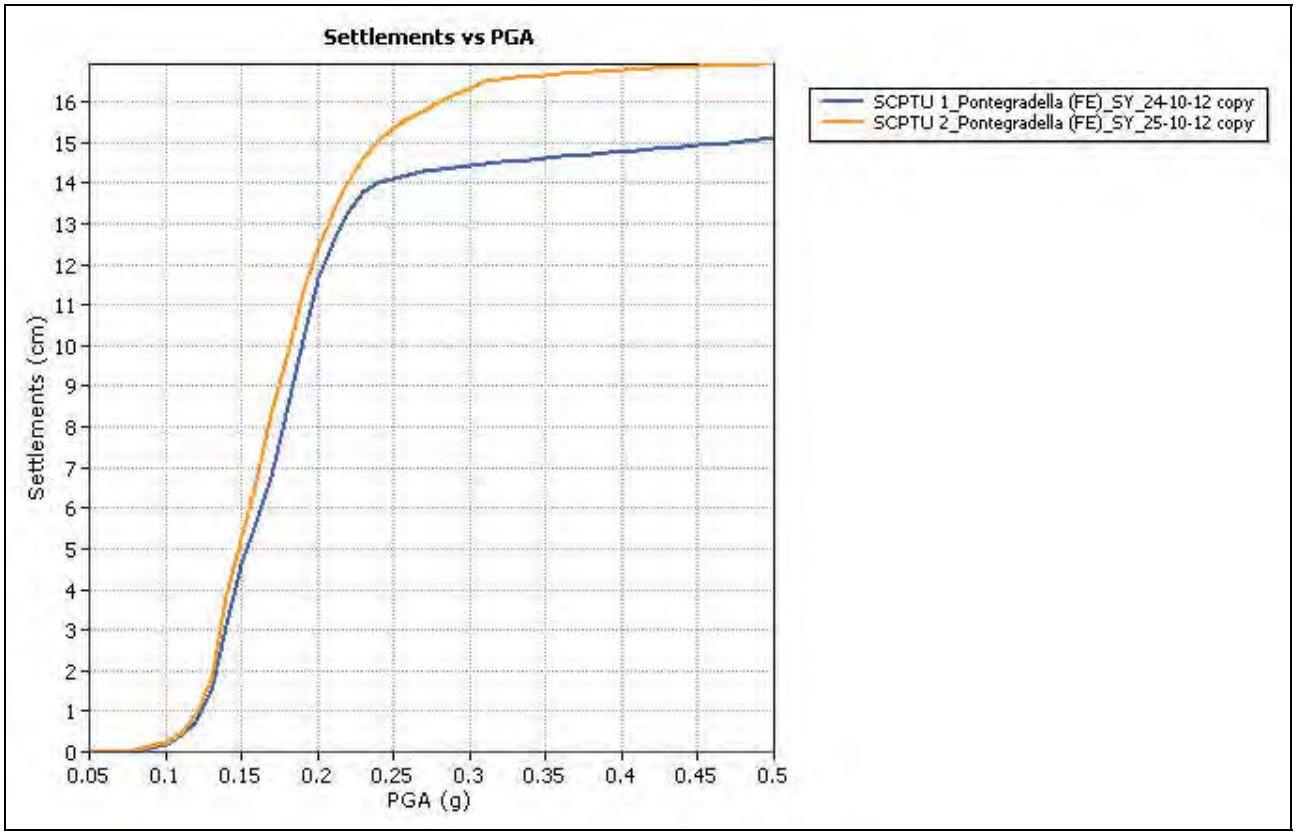


Figura 1.4.5-15
Cedimenti verticali a confronto con aumento della PGA

2.1.5. STIMA DEI CEDIMENTI DEI TERRENI GRANULARI NON SATURI

Non si dispone delle informazioni necessarie per stimare i cedimenti nei terreni granulari non saturi in condizioni sismiche. Eventuali valutazioni potranno eventualmente essere effettuate sulla base degli approcci indicati nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, tramite le risultanze di prove in sito e di prove di laboratorio.

Di fatto terreni granulari non saturi interessano spessori limitati, anche tenendo conto delle quote di imposta delle fondazioni, che difficilmente corrisponderanno all'attuale piano campagna. Tale condizione porta ad ipotizzare probabili bassi o molto bassi valori dei cedimenti post-sismici.

2.1.6. STIMA DEI CEDIMENTI POST SISMICI DEI TERRENI COESIVI

Come citato nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, nei depositi coesivi molto soffici ($c_u \leq 70$ kPa) e plastici (Ip ≥ 30%), in cui si prevede un incremento delle pressioni interstiziali $\Delta u/\sigma'_0 \geq 0.3$ durante il terremoto, deve essere valutata l'entità del cedimento di riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

A tal fine, in ragione della sequenza stratigrafica determinata per mezzo delle prove, è stato prelevato un campione a profondità comprese fra mt 2.00 e mt 2.60 e, su tale campione, sono stati determinati i limiti di consistenza.

Parimenti ai campioni più superficiali, anche il campione S2-C2 è risultato non plastico e quindi, ipotizzando che le analisi effettuate siano in linea di massima rappresentative dell'intero comparto

edificabile, non essendo rispettate entrambe le condizioni del DAL 112/2007, non viene valutata l'entità del cedimento di riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Si ricorda inoltre come, solamente in corrispondenza della prova SCPTU2, fosse stata determinata una Cu inferiore a 70 kPa, in corrispondenza dello strato più superficiale

Documentazione Allegata:
- Allegato 1. Certificati di laboratorio geotecnico

3. VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Come precedentemente descritto, per verificare le valutazioni effettuate nel precedente studio, in questa fase sono stati prelevati n. 2 campioni in corrispondenza di n. 2 punti identificati in corrispondenza della futura strada di penetrazione, come indicato nella figura seguente.

Figura 3-1
Ubicazione punti di campionamento

3.1. Descrizione risultati analisi di laboratorio geotecnico

Nel prospetto seguente, sono riepilogati i principali parametri ricavati per mezzo delle prove eseguite. In base ai dati emersi. In base alla classificazione ex CNR-UNI 10006, risulta inoltre che i terreni campionati siano caratterizzati da:

- qualità portante quale terreno di sottofondo in assenza di gelo da mediocre a scadente;
- molto elevata azione del gelo sulla qualità portante del terreno di sottofondo;
- ritiro o rigonfiamento lieve o medio;
- permeabilità media o scarsa.

TABELLA 3.1-1
RIEPILOGO PRINCIPALI PARAMETRI RICAVATI PER MEZZO DELLE ANALISI DI LABORATORIO

Parametro	Campioni	
	S1-C1 (da mt 0.60 a mt 1.20)	S2-C1 (da mt 0.60 a mt 1.20)
Limite Liquido (%)	N.D	N.D.
Limite Plastico (%)	N.P.	N.P.
Indice Plastico	-	-
Classificazione CNR-UNI	A4	A4
Indice di Gruppo	6.4	3.3
Classificazione USCS	ML-OL	ML-OL

A4 = limi poco compressibili

CL = argilla inorganica a bassa-media plasticità, argilla ghiaiosa, argilla sabbiosa, argilla limosa, argilla "magra"

OL = limo organico e argilla limosa organica a bassa plasticità

ML = limo inorganico e sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine limosa o argillosa, o limo argilloso lievemente plastico

Di fatto i terreni risultano molto simili a quelli campionati precedentemente. In questo caso però risultano inferiori i valori dell'Indice di Gruppo.

3.2. Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale

Il dimensionamento del pacchetto stradale effettuato con il precedente lavoro, fa riferimento a valori dell'Indice di Gruppo superiori e quindi risulta più cautelativo rispetto a quanto sarebbe determinabile con i risultati di laboratorio effettuati a supporto del presente.

Agli spessori precedentemente indicati si potrà quindi fare riferimento, tenendo conto che trattasi sempre di indicazioni preliminari, basate sulle condizioni già precedentemente descritte e comunque da verificare, eventualmente dopo avere analizzato i terreni nell'estremo margine est della futura strada.

Per quanto riguarda le informazioni/prescrizioni necessarie alla buona esecuzione dei lavori, si rimanda ad una successiva fase progettuale nel corso della quale, utilizzando metodologie che tengano conto delle caratteristiche meccaniche dei terreni di sottofondo, delle caratteristiche specifiche dei materiali da utilizzarsi nei vari strati, nonché delle resistenze attese anche in funzione delle modalità di posa, potranno essere definiti/verificati gli spessori.

A livello di progettazione definitiva/esecutiva, dovranno inoltre sere stabilite le modalità di controllo dei materiali in ingresso e le modalità di verifica/controllo in corso d'opera, le modalità di allontanamento delle acque meteoriche in fase esecutiva e in fase di esercizio e, in generale, quanto necessario alla buona esecuzione dei lavori e alla durata del tratto stradale nel tempo.

4. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Per i motivi esposti nel paragrafo dedicato, la prova di permeabilità effettuata in laboratorio, a parere dello scrivente non ha permesso di identificare un valore sufficientemente rappresentativo della situazione reale del deposito in sito. Sarebbe quindi necessario effettuare prove in sito, al fine di verificare la fattibilità di realizzazione di trincee drenanti. Per motivi legati alle tempistiche e alle condizioni stagionali, tale verifica non è stata effettuata ed è stata rimandata ad una eventuale fase successiva, nel caso in cui le scelte progettuali intendessero verificare tale possibilità. Si ricorda come le verifiche dovranno riguardare anche un monitoraggio della falda, in quanto le eventuali trincee drenanti dovranno essere a quote superiori rispetto al massimo livello di falda.

Da segnalare infine che, nel corso del prelievo dei campioni, effettuato in data 17 settembre, la superficie freatica è risultata ad una profondità superiore a mt 2.50 dal piano campagna. Ad ottobre del 2012 è stata misurata a mt 1.70/1.80 ed è quindi probabile che l'escursione annua sia molto elevata, tale per cui un eventuale progettazione di trincee drenanti, non potrebbe prescindere da un'attenta verifica dei livelli e dell'ipotesi di andamento, in seguito alla realizzazione delle opere di urbanizzazione e degli edifici in progetto, condizioni che limiteranno infiltrazione efficace ed evapotraspirazione, tendendo a ridurre localmente le escursioni.

Copparo, 1 ottobre 2015

Dr. Geol. Emanuele Stevanin

- Allegato 1 -

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO TERRE– CAMPIONI DI TERRENO

GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificato di Prova	1151	15.191	000
numero pagine del documento			
6			

Verbale: 1151
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: PONTEGRADELLA (FE)
Cantiere: -

DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE

Sondaggio	Campione	Profondità	Prove eseguite
S1	C1	0.60 - 1.20	Classificazione di una terra (Limiti di Atterberg e granulometria 3 setacci).
S2	C1	0.60 - 1.20	Classificazione di una terra (Limiti di Atterberg e granulometria 3 setacci).
S2	C2	2.00 - 2.60	Limiti di Atterberg, coefficiente di consolidazione per la determinazione della permeabilità.

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Classificazione di una terra

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato:	1151 - 15.191 - 001
Verbale:	1151
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.
Località:	PONTEGRADELLA (FE)
Cantiere:	-
Sondaggio:	**S1**
Campione:	**C1**
Profondità:	**0.60 - 1.20**
Data ricevimento:	21/09/2015
Data inizio prove:	21/09/2015
Data fine prove:	28/09/2015
Data certificazione:	28/09/2015
Data apertura campione:	21/09/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g) 311.77

	Pesate (g)	Passante (%)
setaccio 2 mm	0.00	100.00
setaccio 0,42 mm	1.25	99.60
setaccio 0,075 mm	102.10	66.85

Limiti

Numero colpi:	-
Massa tara (g):	-
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
umidità campione(g):	-
Limite liquido (%):	**N.D.**
Massa tara (g):	-
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
Limite Plastico (%):	**N.P.**
Indice Plastico	**-**
Classificazione CNR-UNI	**A 4**
Indice di Gruppo	**6.4**
Classificazione USCS	**ML-OL**

Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotee@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Classificazione di una terra

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato:	1151 - 15.191 - 002
Verbale:	1151
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.
Località:	PONTEGRADELLA (FE)
Cantiere:	-
Sondaggio:	**S2**
Campione:	**C1**
Profondità:	**0.60 - 1.60**
Data ricevimento:	21/09/2015
Data inizio prove:	21/09/2015
Data fine prove:	28/09/2015
Data certificazione:	28/09/2015
Data apertura campione:	21/09/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g) 365.21

	Pesate (g)	Passante (%)
setaccio 2 mm	0.17	99.95
setaccio 0,42 mm	2.29	99.33
setaccio 0,075 mm	174.58	51.52

Limiti

Numero colpi:	-
Massa tara (g):	-
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
umidità campione(g):	-
Limite liquido (%):	**N.D.**
Massa tara (g):	-
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
Limite Plastico (%):	**N.P.**
Indice Plastico	**-**
Classificazione CNR-UNI	**A 4**
Indice di Gruppo	**3.3**
Classificazione USCS	**ML-OL**

Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10 - ASTM D427-04

Certificato:	1151 - 15.191 - 003
Verbale:	1151
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.
Località:	PONTEGRADELLA (FE)
Cantiere:	-
Sondaggio:	**S2**
Campione:	**C2**
Profondità:	**2.00 - 2.60**
Data ricevimento:	21/09/2015
Data inizio prove:	21/09/2015
Data fine prove:	28/09/2015
Data certificazione:	28/09/2015
Data apertura campione:	21/09/2015
Classe campione:	Q5
Numero colpi:	-
Massa tara (g):	-
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
Limite liquido (%):	**N.D.**
Massa tara (g):	-
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
Limite Plastico (%):	**N.P.**

	Provino1	Provino2
Massa Campione umido + tara (g):	-	-
Massa Campione secco + tara (g):	-	-
Massa tara (g):	-	-
Volume tara (cm^3):	-	-
Volume mercurio (cm^3):	-	-
Massa campione umido (g):	-	-
Massa Campione secco (g):	-	-
Limite di Ritiro (%):	-	-
Media:	-	

Lunghezza iniziale (mm):	-
Lunghezza finale (mm):	-
Ritiro lineare (%):	-

Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

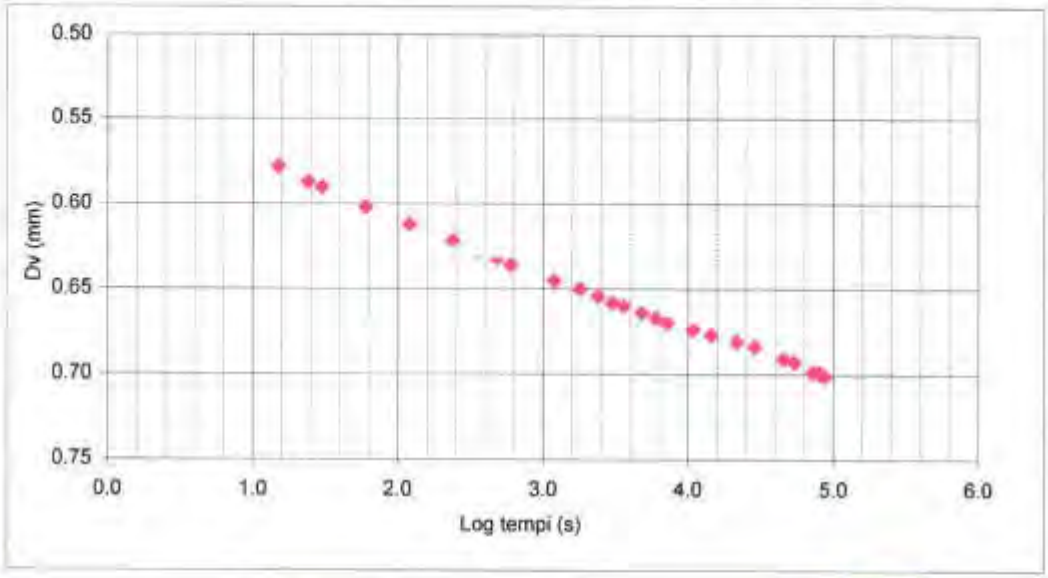
COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE

Normativa di rif: UNI CEN ISO/TS 17892-5

Certificato:	1151 - 15.191 - 004
Verbale:	1151
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.
Località:	PONTEGRADELLA (FE)
Cantiere:	-
Sondaggio:	**S2**
Campione:	**C2**
Profondità:	**2.00 - 2.60**
Data ricevimento:	21/09/2015
Data inizio prove:	21/09/2015
Data fine prove:	28/09/2015
Data certificazione:	28/09/2015
Data apertura campione:	21/09/2015
Classe campione:	Q5
Area (cm^2)	20
Altezza provino (cm)	2

Tempi (s)	Deformazioni (mm)
6	0.559
15	0.578
24	0.587
30	0.590
60	0.602
120	0.612
240	0.622
360	0.629
480	0.632
600	0.636
1200	0.645
1800	0.650
2400	0.654
3000	0.658
3600	0.660
4800	0.664
6000	0.667
7200	0.670
10800	0.674
14400	0.677
21600	0.681
28800	0.684
45600	0.691
54000	0.693
72000	0.699
79200	0.699
82800	0.700
86400	0.701

Intervallo carico (kPa)	98.0	196.0



Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4988378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

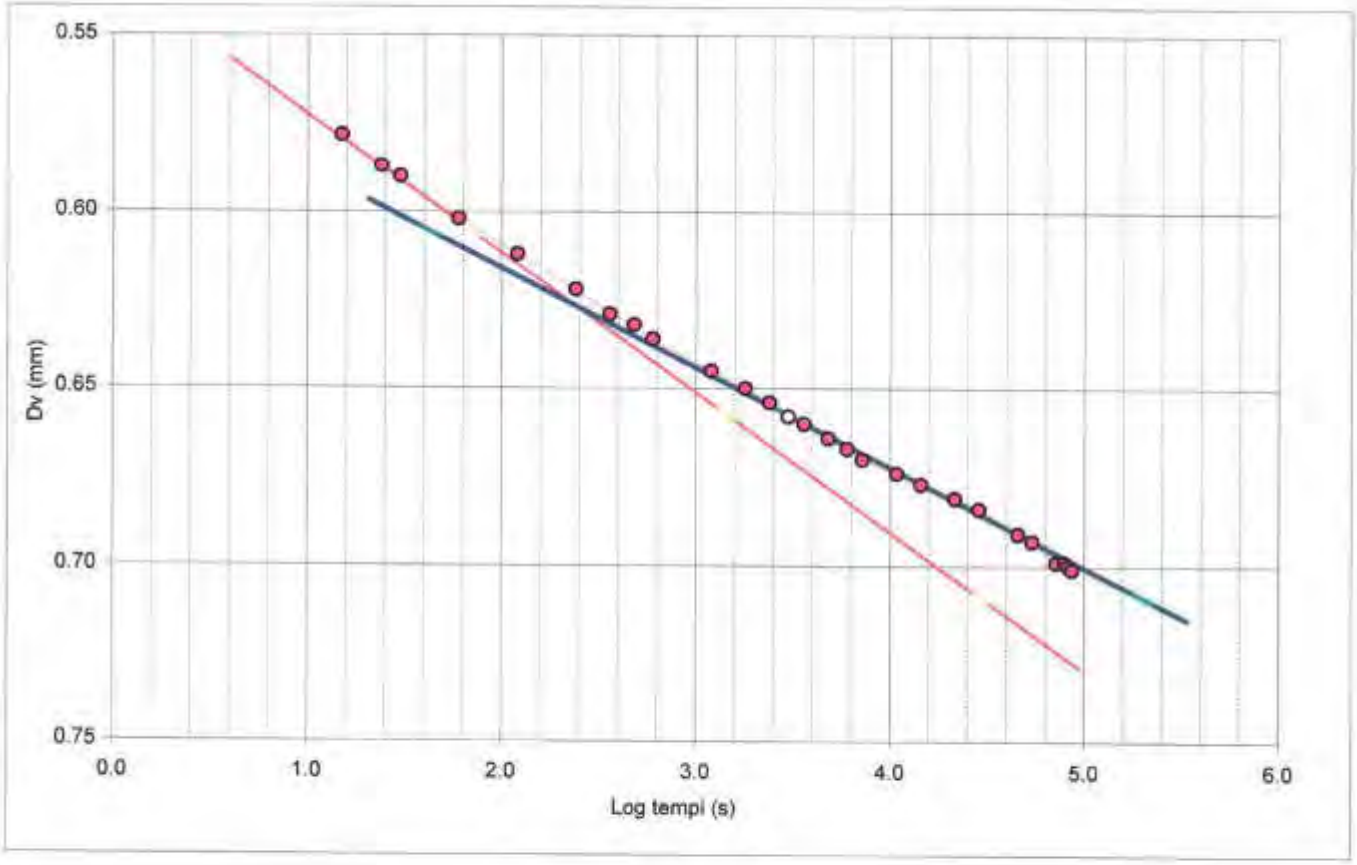
Committente:	**SYNTHESIS S.R.L.**	**Sondaggio:**	**S2**
Località:	**PONTEGRADELLA (FE)**	**Campione:**	**C2**
Cantiere:	**-**	**Profondità:**	**2.00 - 2.60**

COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE

Tempi	Dv
s	mm
6	0.559
15	0.578
24	0.587
30	0.590
60	0.602
120	0.612
240	0.622
360	0.629
480	0.632
600	0.636
1200	0.645
1800	0.650
2400	0.654
3000	0.658
3600	0.660

Tempi	Dv
s	mm
4800	0.664
6000	0.667
7200	0.670
10800	0.674
14400	0.677
21600	0.681
28800	0.684
45600	0.691
54000	0.693
72000	0.699
79200	0.699
82800	0.700
86400	0.701

Parametri calcolati		
D_{50}	0.598	mm
T_{50}	44	s
CV	4.189E-03	cm^2/s
E_{ed}	4.03	MPa
K	1.040E-07	cm/s
$C\alpha$	2.816E-02	cm^2/s



- Allegato 2 -

ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE MEDIANTE APPROCCIO NON SEMPLIFICATO

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Provincia di Ferrara
Comune di Ferrara

Analisi di risposta sismica locale mediante approccio numerico non semplificato dell'area sita in via Pioppa presso la frazione Pontegradella.

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Aggiornamenti	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione
	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Settembre 2015	Stefano Maggi	Alessandro Zanna	Emissione

Committente:	Redatto da:
SYNTHESIS S.R.L.	GEO TEA GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
Fornitori:	

MOD PROD14 REV00

Codice Cliente:	Codice interno: 15.191

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

SOMMARIO

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO 3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4
3. PREMESSE 5
4. DEFINIZIONE DEL MODELLO DI SOTTOSUOLO 6
5. CALCOLO DEL MOTO ATTESO IN SUPERFICIE 9
6. SPETTRO DI RISPOSTA FINALE 11
7. SPETTRO NORMALIZZATO 15

ALLEGATI

Report indagine geofisica

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 15.191 rev. 1, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Stefano Maggi.

Redazione del documento.

Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 24/09/2015

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n°14 fogli di t esto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l 'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni " di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Delibera Assemblea Legislativa Prog. N. 112 oggetto 2131 02/05/2012

Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica

3. PREMESSE

Nel presente lavoro è stata condotta la valutazione degli effetti sismici di sito (Risposta Sismica Locale) dell'area ubicata in via Pioppa presso la frazione Pontegradella nel comune di Ferrara.

L'analisi è stata eseguita mediante approccio numerico non semplificato come previsto dalle NTC 2008 e dalla Delibera Assemblea Legislativa Regione Emilia Romagna n. 112 del 02/05/2007, utilizzando il **codice di calcolo STRATA** (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses; STRATA è distribuito con licenza GNU disponibile al sito http://www.gnu.org./licenses/).

L'analisi di risposta sismica locale del sito in questione è stata condotta secondo il seguente schema:

- **Definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo** attraverso indagini sia dirette che indirette (geofisiche), sulla base delle conoscenze geologiche dello scrivente e sulla base di dati provenienti dal database del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione E-R e dagli strumenti di pianificazione territoriale (es: PSC, PTCT) relativi al comune a cui appartiene il sito di interesse;
- **Selezione di una serie di accelerogrammi di input** (terremoti target di riferimento, componente orizzontale) rappresentativi del moto sismico atteso nel sito in esame;
- Calcolo del moto atteso al sito: **spettro di risposta finale in accelerazione** (spettro di risposta dell'oscillatore armonico tipo a un grado di libertà SDOF).

4. DEFINIZIONE DEL MODELLO DI SOTTOSUOLO

Nel sito in esame sono state eseguite le seguenti prove geognostiche:

- **n.2** prove penetrometriche statiche a punta sismica con piezocono (**SCPTU)** spinte fino a 30 m da p.c., eseguite dalla committenza;
- **n.1** misura a stazione singola con tecnica **HVSR** mediante tomografo digitale eseguita dallo scrivente.

Al fine di ottenere un quadro più preciso e dettagliato possibile circa la natura dei terreni costituenti il sottosuolo del sito investigato, fino al raggiungimento del bedrock sismico (caratterizzato da Vs ≥ 800 m/s e che rappresenta il livello base del modello), lo scrivente ha consultato e fatto riferimento ai seguenti dati (prove geognostiche e sezioni geologiche più vicine al sito in questione) :

- **Sezione geologica n. 033** di spessore massimo pari a circa 600 m (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee);

Dalle prove dirette eseguite emerge che i terreni presenti in sito, fino alla massima profondità esplorata pari a 30 metri, sono costituiti da depositi alluvionali caratterizzati da limi argilloso-sabbiosi e limi argillosi fino a circa 19 m di profondità; al di sotto di tale quota è stato individuato un banco sabbioso e sabbioso limoso fino alla massima profondità raggiunta.
Secondo quanto riportato nelle stratigrafie della sezione geologica consultata, per profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini dirette eseguite nella presente campagna geognostica, pare che la natura dei terreni sia costituita da alternanze di intervalli decametrici di argilla e sabbia.
La curva HVSR ottenuta sperimentalmente è caratterizzata in bassa frequenza (< 2 Hz) da una modesta amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza con picco H/V a circa 0.9-1.0 Hz. (ampiezza del picco: bassa).
Per quanto riguarda lo strato rigido di base (Vs ≥ 800 m/s) che delimita il modello di sottosuolo utilizzato per l'analisi (si vedano NTC 2008 – Circolare C7.11.3.1.2.1), si è tenuto conto .di quanto riportato nelle stratigrafie della sezione geologica profonda e sono stati utilizzati i dati sperimentali estrapolando in profondità il profilo di Vs fino al raggiungimento del valore di 800 m/s.
Data l'incertezza associata alle misure, in via cautelativa nella presente analisi è stata ipotizzata una profondità del bedrock sismico variabile tra -200 m e -300 m.

La tabella nella pagina seguente mostra il modello di sottosuolo utilizzato per l'analisi:

Coordinate Sito (ED50): 44.845597 N; 11.662814 E

Profondità tetto strato	Spessore strato	Tipologia di terreno	Veolocità onde S (m/s)
0.00	5.00	limo con argilla sabbioso	170.00
5.00	13.00	argilla idriss (1990)	160.00
18.00	12.00	sabbia seed e idris (mean)	260.00
30.00	20.00	sabbia seed e idris (mean)	330.00
50.00	20.00	argilla idriss (1990)	330.00
70.00	20.00	sabbia seed e idris (mean)	400.00
90.00	20.00	argilla idriss (1990)	400.00
110.00	90.00	sabbie argillose id 33	550.00
200.00	half-space	bedrock	800.00

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito in studio

Le curve di smorzamento impiegate per le coperture e per il bedrock sono riportate nelle figure seguenti (in assenza di prove di laboratorio fornite dalla committenza, per poter procedere con l'analisi sono state utilizzate curve di smorzamento provenienti da letteratura e ottenute da prove di laboratorio eseguite su materiali litologicamente simili e compatibili con quelli presenti in sito):

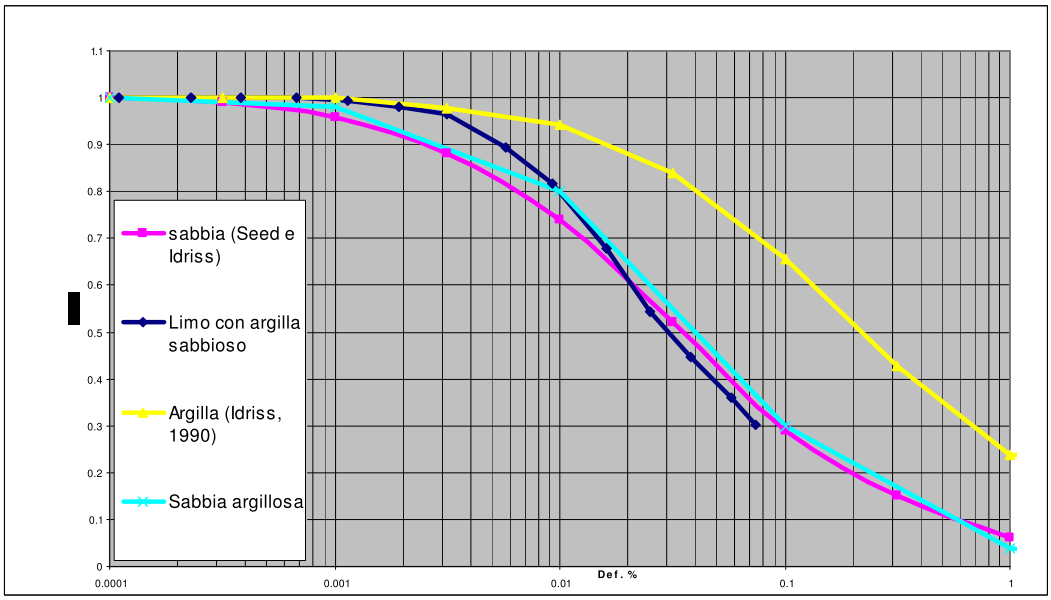


Figura 1 – Curve di degrado (G/G0) dei terreni utilizzati nell'analisi.

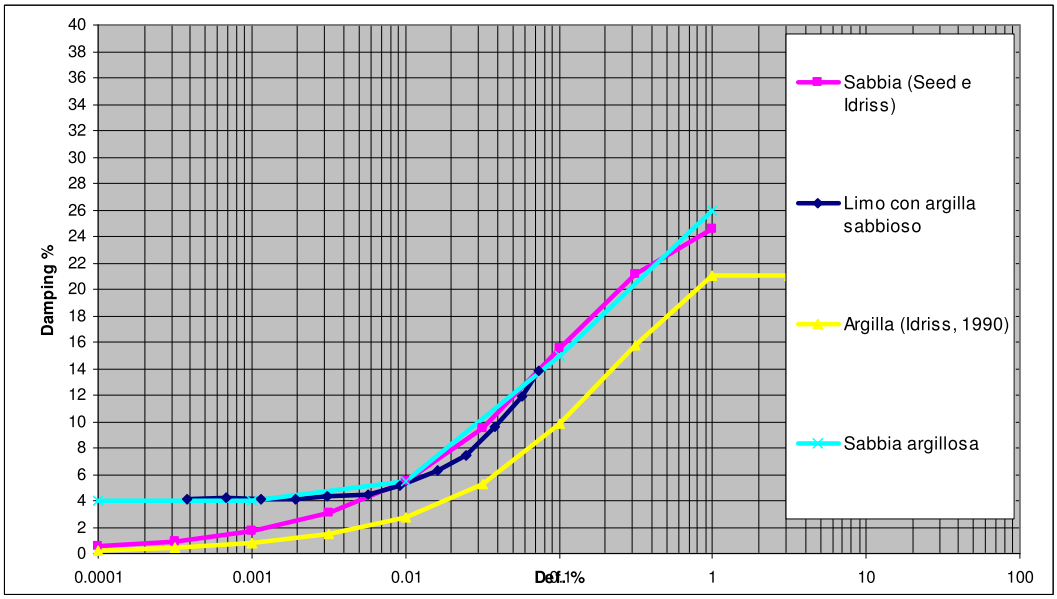


Figura 2 – Curve di smorzamento (Damping %) dei terreni utilizzati nell'analisi.

Le prove di laboratorio provengono dal seguente database:

- **Limo con argilla sabbioso**: Prove geotecniche di laboratorio relative a campioni di terreno prelevati nel comune di Collesalvetti (S3SH1-prof. circa 3.0-3.5 m), nell'ambito delle attività relative al programma valutazione degli effetti locali dei centri urbani (Programma VEL) e al programma di riduzione del rischio sismico nelle aree produttive (Programma DOCUP);
- **Argilla:** studio di Idriss (1990);
- **Sabbia:** studio di Seed e Idriss (mean);
- **Sabbie argillose:** Anastasiadis A. et alii (2001) – Thessaloniki's detailed microzoning: subsurface structure as bias for site response analysis. Pure appl.geophys, 158, 2597-2633 (studio eseguito su campioni provenienti da profondità variabili tra 20-160 m)

I dati forniti dalla Regione Toscana, relativamente alle prove cicliche di laboratorio geotecnico, sono disponibili sul sito:
http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/01informazione/banchedati/indagini_terreno/index.htm

5. CALCOLO DEL MOTO ATTESO IN SUPERFICIE

Come accennato in premessa per il calcolo delle accelerazioni e dello scuotimento attesi in superficie sono stati selezionati una serie di accelerogrammi di input, riferiti a siti in roccia (Vs=800 m/s), spettro compatibili in media con lo spettro del terremoto target (spettro di riferimento definito su suolo rigido orizzontale di categoria A – NTC 2008 per il sito di interesse).

Lo spettro del terremoto target è stato definito utilizzando i seguenti parametri di ingresso (da Documento Excel SPETTRI-NTC ver 1.0.3 D.M. 14 gennaio 2008 Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni):

- Coordinate sito (ED50): **44.845597 N; 11.662814 E**
- Vita nominale (Vn) struttura: **50 anni**
- Classe uso: **II**
- Coefficiente d'uso (Cu): **1.0**
- Periodo di riferimento per l'azione sismica (Vr = Vn*Cu): **50 anni**
- Stato limite considerato: **Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV)**
- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento (Pvr): **10% in 50 anni**
- Periodo di ritorno (Tr): **475 anni**

Utilizzando i parametri riportati sopra è stato definito il terremoto di scenario la cui PGA_0 ((*Pick Ground Acceleration*, pericolosità sismica di base del sito di interesse) è risultata pari a **PGA_0 = 0.126 (g)**.

I segnali di input sono stati ricavati mediante il software **Rexel** dalla banca dati **ITACA** (Italian Accelerometric Archive) utilizzando i seguenti parametri di ricerca (parametri con i quali è stato ottenuto il set migliore di segnali secondo lo scrivente):

- Intervallo di Magnitudo ricercata: **5.5 (min) – 6.14 (max)**
- Distanza epicentrale ricercata: **0 Km (min) - 25 Km (max)**
- Periodo spettrale: **0.15s-2.0s**

La coppia magnitudo-distanza utilizzata per la ricerca degli accelerogrammi di input è stata scelta tenendo conto di:

- Storia sismica del comune di appartenenza del sito in esame (Database Macrosismico Italiano 2011-DBM11): valore massimo di Intensità macrosismica al sito (comune di **Ferrara**) pari a I **(MCS) = 8**, **terremoto con epicentro = Ferrara (anno 1570)**, **Mw = 5.46± 0.25, distanza epicentro-sito in studio = 3 Km circa;**
- Carta Sismogenetica d'Italia (ZS9 – INGV) secondo la quale il sito di via Pioppa - Pontegradella (comune di Ferrara) ricade all'interno della **zona sismogenetica 912 (dorsale ferrarese)** alla quale corrisponde una **Mw max = 6.14;**
- Analisi di disaggregazione della pericolosità sismica di base (Progetto DPCINGV-S1; disaggregazione del valore di ag con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni): coppia

Magnitudo-Distanza media rappresentativa pari a **M= 4.950**; **D= 10.2 Km**; **Epsilon= 0.531**;

- Effetti di scuotimento prodotti dal sisma emiliano del maggio 2012 (Mappe di scuotimento legge 122/2012 del 1 agosto 2012): scossa di magnitudo **M=5.9 (data 20/05/2012)**; Coord. epicentrali: **44.8890N, 11.2280E**; distanza epicentrale dal sito di interesse pari a **D=34 Km circa** (l'Intensità Macrosismica in scala Mercalli Modificata "MMI" misurata nella stazione accelerometrica più vicina al sito in studio, quella di Copparo-Coccanile "CPC", è risultata pari a pari a I = 5.4 effetto moderato).

Di seguito (tabella 2 e fig.3) si riportano le caratteristiche degli **accelerogrammi di input** estratti da **REXEL** utilizzati nel calcolo e i relativi spettri di risposta in accelerazione. La loro media è confrontata con lo spettro di riferimento delle NTC 2008 (spettro target).

Waveform ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s^2]	PGA_Y [m/s^2]	Classe sito
270	val comino earthquake	07/05/1984	5.9	normal	27.0005	0.63325	0.66285	A
103	friuli earthquake 4th shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.4207	1.2852	2.449	A
270	val comino earthquake	07/05/1984	5.9	normal	27.0005	0.63325	0.66285	A
103	friuli earthquake 4th shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.4207	1.2852	2.449	A
275	val comino earthquake	11/05/1984	5.5	normal	19.2026	0.24915	0.14732	A
90	friuli earthquake 3rd shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.8908	0.58724	1.3207	A
488	umbria-marche 3rd shock	14/10/1997	5.6	normal	22.0159	0.52517	0.62086	A
mean:			5.8		20.70739	0.742622	1.187498	A

Tabella 2 – Terremoti di riferimento utilizzati nell'analisi (da ITACA – Rexel v3.5 beta)

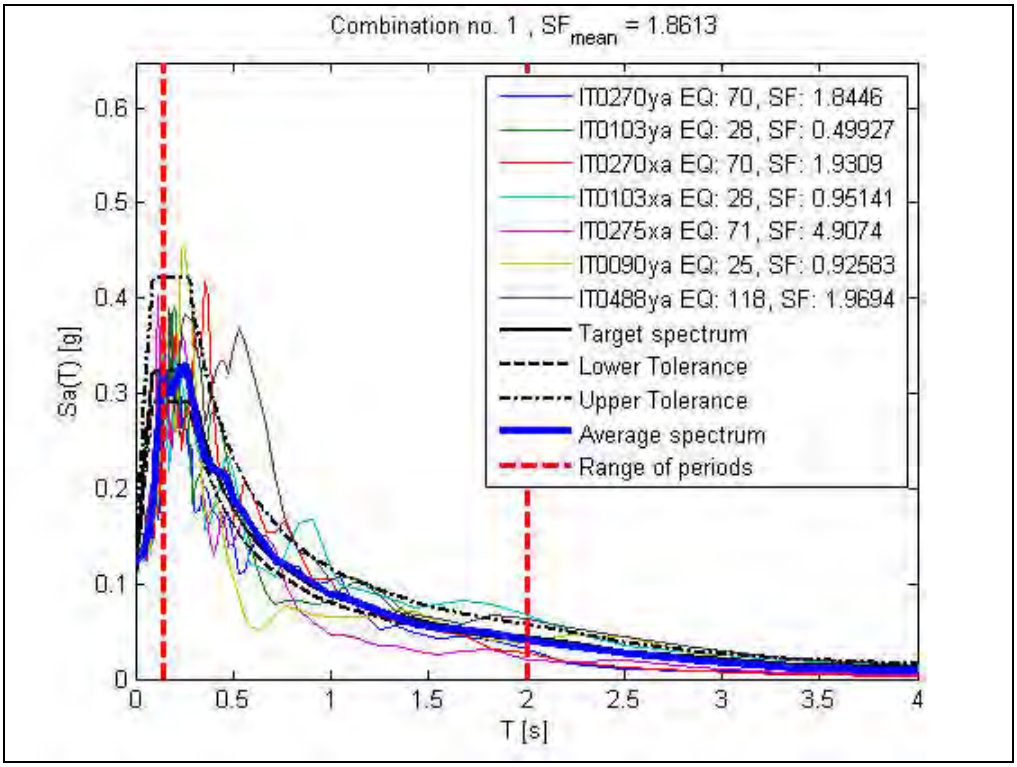


Figura 3- Spettri di risposta in accelerazione dei terremoti di input e confronto con lo spettro NTC 2008 (Target Spectrum).

In aggiunta sono stati utilizzati anche i 3 accelerogrammi di input forniti dalla Regione E-R (www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica) selezionati dalla banca dati accelerometrica "European Strong Motion Database" (ISESD). Questi accelerogrammi sono compatibili con lo spettro del terremoto target calcolato per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). I 3 segnali sono già scalati alla pericolosità sismica di base del comune di **Ferrara.**

6. SPETTRO DI RISPOSTA FINALE

A partire dagli accelerogrammi di input e dal modello di sottosuolo utilizzato, sono stati ottenuti gli spettri di risposta in accelerazione attesi al sito (spettri di risposta dell'oscillatore armonico tipo a un solo grado di libertà SDOF).

Il calcolo eseguito mediante il software **STRATA** è stato condotto con i seguenti vincoli:

- Variazione delle curve degrado-smorzamento relative ai materiali utilizzati nel calcolo (Darendeli);
- Variazione profondità del bedrock (distribuzione Log Normale; prof. min 200 m – prof. max 300 m; $\sigma = 0.50$)
- n°di profili calcolati: 50;
- n°terremoti input utilizzati: 10;
- n°spettri di risposta finali generati: 500.

La figura sottostante riporta l'inviluppo degli spettri di risposta in accelerazione di output ottenuti (in blu continuo la media degli spettri, mentre in blu tratteggiato la media ± deviazione standard):

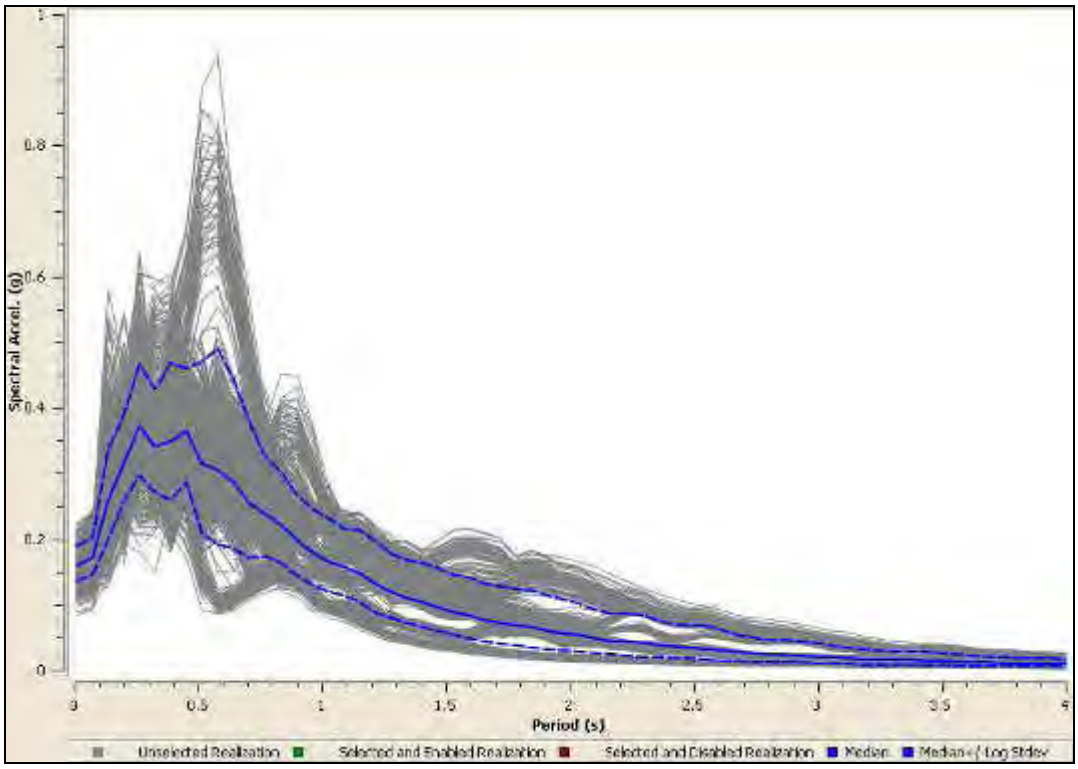


Figura 4 – spettri di risposta in accelerazione attesi al sito

La figura della pagina successiva riporta lo spettro di risposta finale scelto dallo scrivente come rappresentativo del sito investigato (il 75% degli spettri calcolati presenta accelerazioni minori o uguali a quello prescelto).

Lo spettro sopra descritto è stato messo a confronto con lo spettro di risposta elastico che si otterrebbe dall'applicazione dell'approccio semplificato basato sul parametro Vs30 (NTC 2008) per lo Stato Limite

ultimo SLV (T_R= 475 anni e P_{VR} del 10% in 50 anni). Per il sito in esame la categoria di sottosuolo si collocherebbe al limite tra la "C" e la "D".

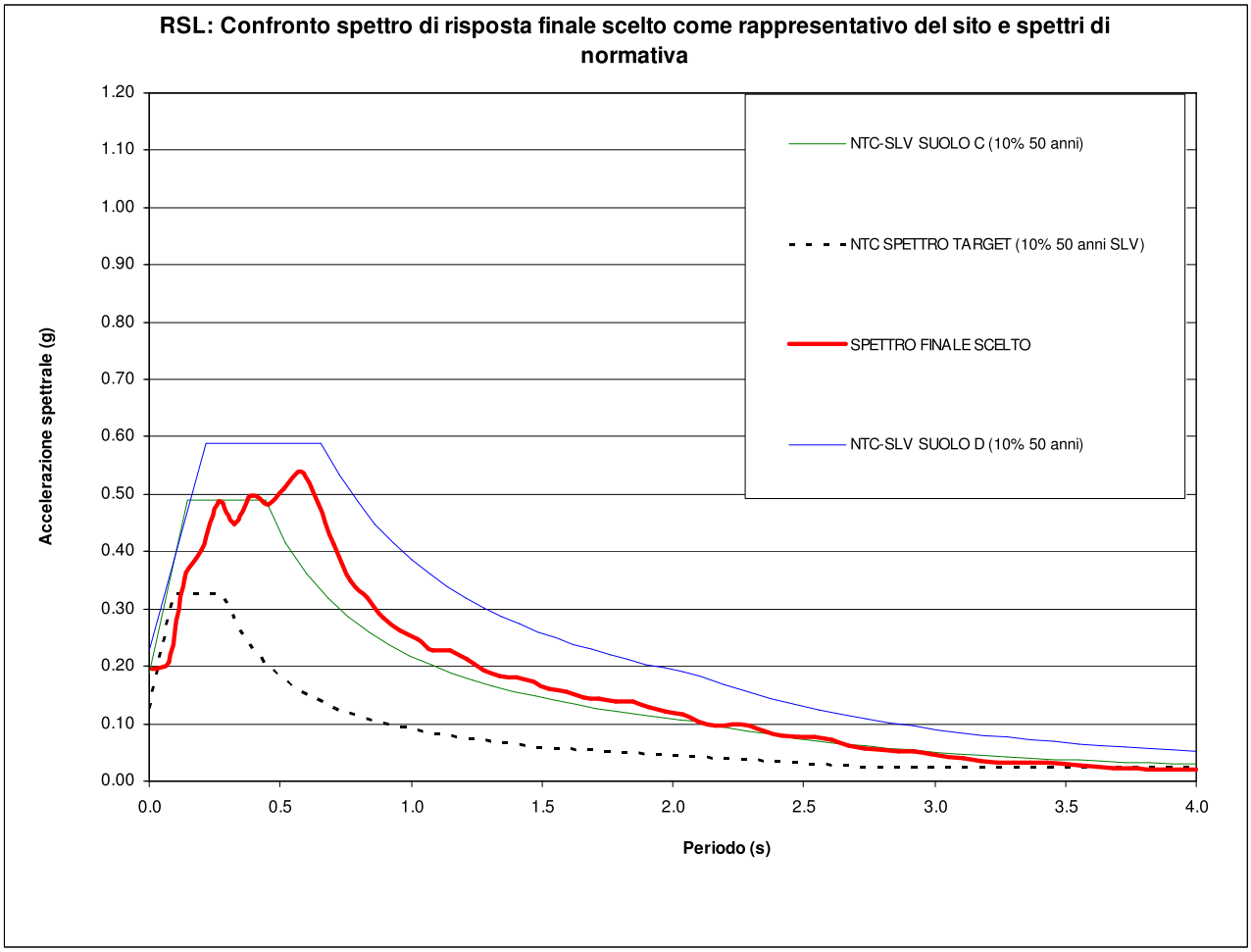


Figura 5 – Spettro di risposta finale scelto come rappresentativo del sito in esame (curva rossa) e confronto con spettri di normativa.

Il valore di PGA dello spettro finale scelto è risultato:

- **PGA = 0.194 g**
- **PGA/PGA$_0$ (F.A.) = 1.54**

Dove:

P.G.A. = Pick Ground Acceleration, accelerazione massima orizzontale al sito in superficie;

P.G.A./P.G.A.$_0$ (F.A.) = Rapporto tra accelerazione massima orizzontale al sito in superficie e accelerazione massima orizzontale di base (riferita a suolo rigido orizzontale di categoria A). Questo rapporto rappresenta il fattore di amplificazione sismica (F.A.) del sito in esame;

Nella pagina seguente vengono forniti i valori numerici dello spettro finale selezionato come rappresentativo del sito in esame.

T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)
0.01	0.195	1.40	0.180	2.80	0.053
0.07	0.208	1.47	0.172	2.86	0.053
0.14	0.354	1.53	0.161	2.92	0.051
0.20	0.404	1.59	0.157	2.99	0.048
0.26	0.488	1.66	0.147	3.05	0.043
0.33	0.449	1.72	0.143	3.11	0.038
0.39	0.498	1.78	0.139	3.18	0.035
0.45	0.483	1.85	0.138	3.24	0.033
0.52	0.511	1.91	0.130	3.30	0.031
0.58	0.539	1.97	0.122	3.37	0.032
0.64	0.485	2.04	0.116	3.43	0.031
0.71	0.413	2.10	0.105	3.49	0.030
0.77	0.349	2.16	0.098	3.56	0.027
0.83	0.320	2.23	0.098	3.62	0.025
0.90	0.284	2.29	0.097	3.68	0.023
0.96	0.262	2.35	0.086	3.75	0.022
1.02	0.246	2.42	0.079	3.81	0.021
1.09	0.228	2.48	0.077	3.87	0.020
1.15	0.228	2.54	0.077	3.94	0.019
1.21	0.213	2.61	0.071	4.00	0.019
1.28	0.192	2.67	0.062		
1.34	0.183	2.73	0.056		

Tabella 3 – Valori numerici dello spettro di risposta medio finale

7. SPETTRO NORMALIZZATO

Lo spetto finale calcolato è stato normalizzato:

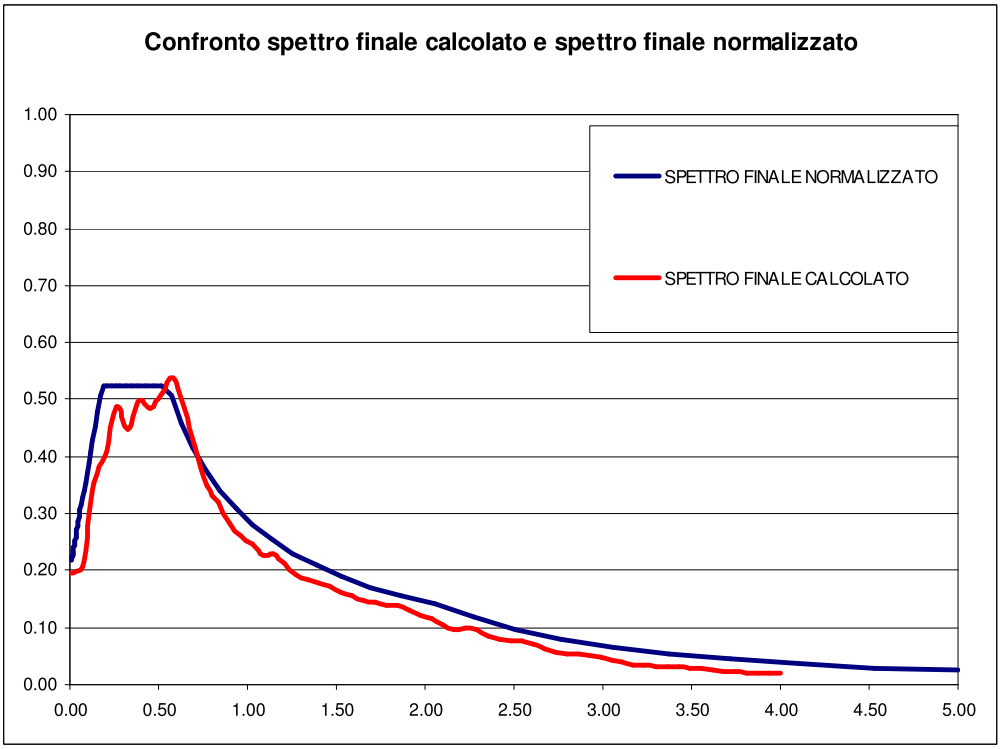


Figura 6 – Spettro di risposta finale normalizzato

Parametri sismici indipendenti del sito investigato:

- Accelerazione massima orizzontale di base = 0.126 g
- F_0 (amplificazione spettrale massima) = 2.596
- T^*_C = 0.276 s

I parametri derivati che definiscono lo spettro normalizzato sono i seguenti:

- S (coeff. di amplificazione) = 1.6
- Cc (coefficiente calcolato in funzione dei valori di F_0 e T^*_C) = 2.0
- Smorzamento convenzionale (5%) = 1
- T_B (inizio tratto spettro ad accelerazione costante) = 0.184s
- T_C (inizio tratto spettro a velocità costante) = 0.552 s
- T_D (inizio tratto spettro a spostamento costante) = 2.104 s

San Lazzaro di Savena (BO), 24/09/2015

COMUNE DI FERRARA

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

Determinazione della categoria di suolo di fondazione eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio S entro 30 m di profondità (Vs_{30}) dei terreni costituenti l'area sita in via in via Pioppa in località Pontegradella.

GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

GEOTEA SRL
Via della Tecnica 57/A4
40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel 0516255377 – Cell 349 7846581
Fax 0514998378
E-mail geotea.srl@database.it

Committente: *SYNTHESIS S.R.L.*

Dott. Geol. Stefano Maggi

Data indagine 18/09/2015

Commessa 15.191

SOMMARIO……

2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____ 3

3 PREMESSE _____ 4

4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI _____ 5

4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata_____ 5

5 Risultati indagine _____ 6

5.1 TECNICA HVSR _____ 6

6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO_____ 8

7 CONCLUSIONI _____ 9

8 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA _____ 10

9 UBICAZIONE PROVE _____ 11

2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

- Il presente documento viene identificato con il numero 15.191 rev. n°0;
- Le indagini e il lavoro svolto sono stati coordinati dal Dott. Geol. Stefano Maggi;
- Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 24/09/2015;
- Il documento si compone di n°11 fogli

3 PREMESSE

Presso l'area sita in via Pioppa in località Pontegradella, nel comune di Copparo (FE), in data 18/09/2015 è stata effettuata un'indagine geofisica mediante misura a stazione singola con tecnica *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* al fine di ottenere la classificazione del tipo di suolo presente nel sito, sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio verticali (Vs) entro i primi 30 m di profondità, in ottemperanza a quanto riportato nel decreto del Ministero delle Infrastrutture, 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n. 30).
La presente indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di:

- N. 1 misura a stazione singola con tecnica H/V (HVSR1)

La misura a stazione singola è stata eseguita con tromografo digitale modello Tromino® Engy. Il modello di sottosuolo, in termini di Vs, è stato ottenuto fittando la misura HVSR1 con il profilo di Vs ottenuto da una prova SCPTU (prova penetrometrica a punta sismica con piezocono) spinta fino a 30 m da p.c. ed eseguita dalla committenza.
Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è "GRILLA"© Release 2010 ver. 6.0 beta (All rights reserved).

4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata

Il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) proposto da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei µm/s). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 14-30 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia con messa in bolla, digitalizzatore 24 bit con elevata dinamica, elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (*Micromed S.p.A.*) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a ~1.5 mm/s); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software *Grilla*.

5 RISULTATI INDAGINE

5.1 TECNICA HVSR

Strumento: TROMINO MODELLO ENGY

Data registrazione: 18/09/2015

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

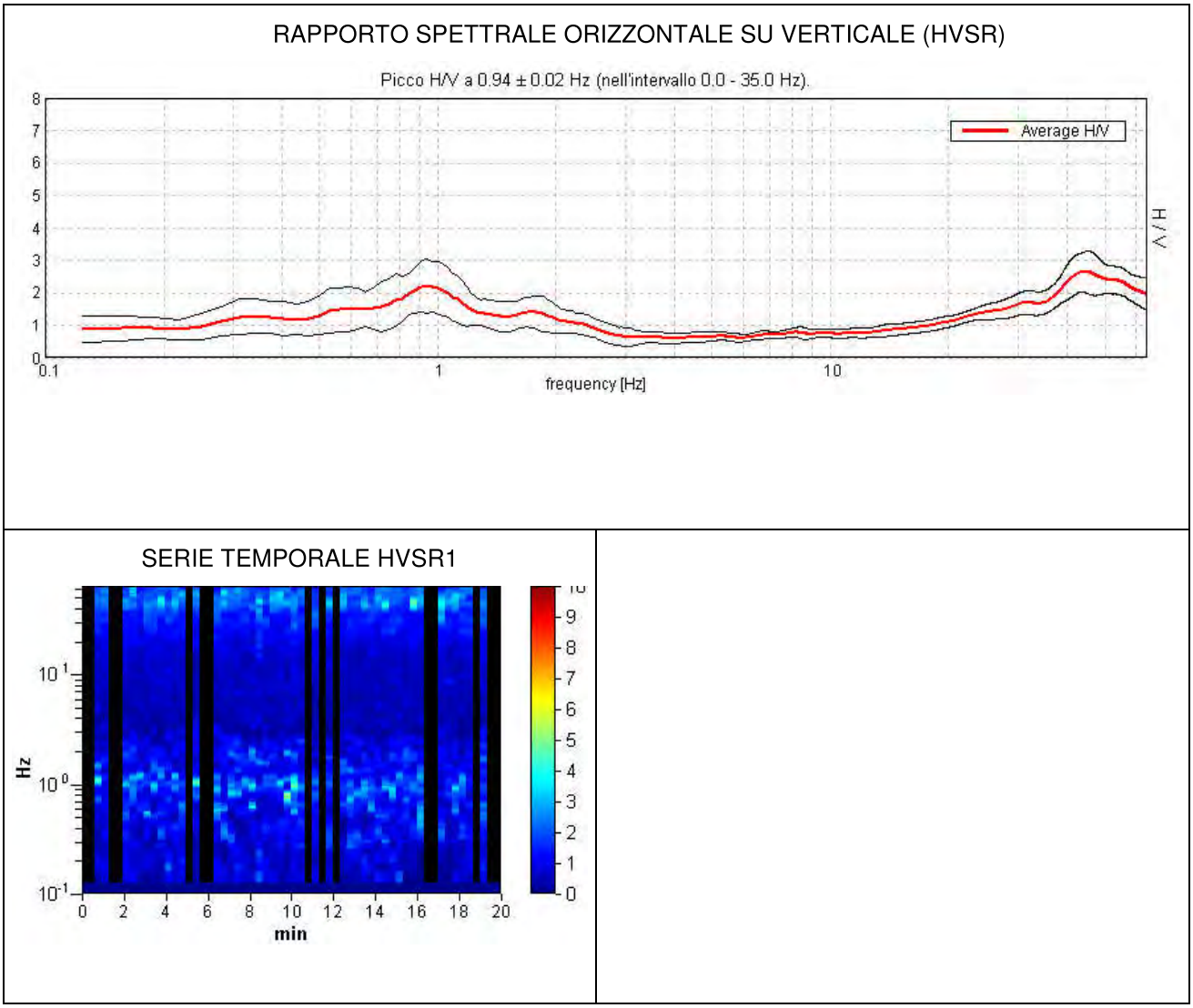


Figura 1 - Curva H/V (HVSR) registrata nel sito in esame e serie temporale considerata nell'analisi.

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI HVSR1

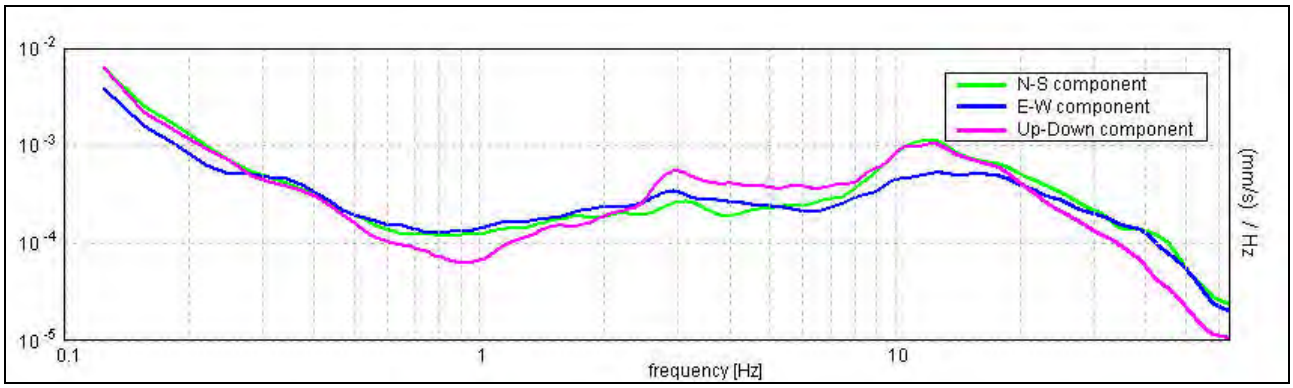


Figura 2 - spettri delle 3 componenti del moto in velocità registrate nel sito

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

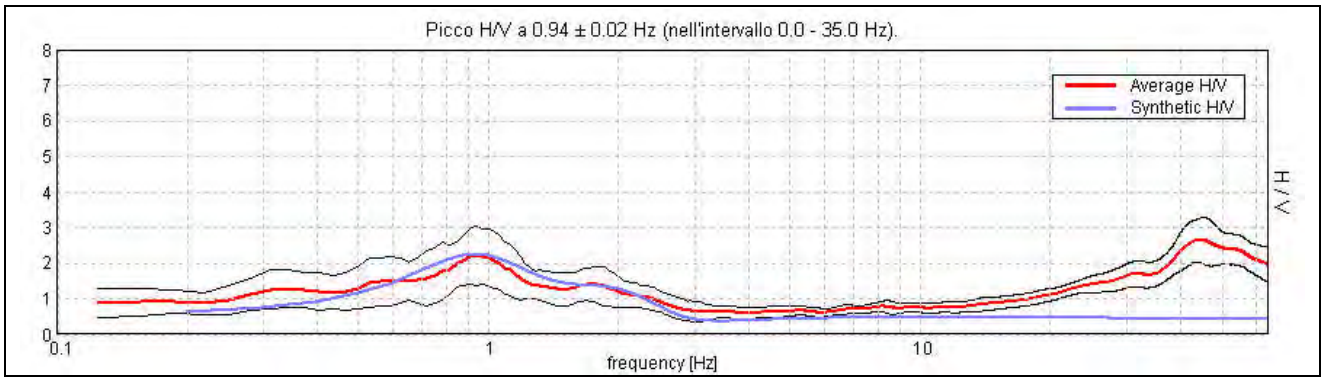


Figura 3 - confronto tra curva HVSR1 sperimentale registrata nel sito e curva teorica (blu) relativa al modello di sottosuolo proposto per il sito.

6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

Sulla base dei risultati ottenuti e dell'interpretazione dei dati acquisiti il modello di sottosuolo proposto per il sito in studio, in termini di profilo verticale di Vs, è il seguente:

Profondità base strato (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
5.00	5.00	170
18.00	13.00	160
30.00	12.00	260
70.00	40.00	330
110.00	40.00	400
inf.	inf.	550

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito

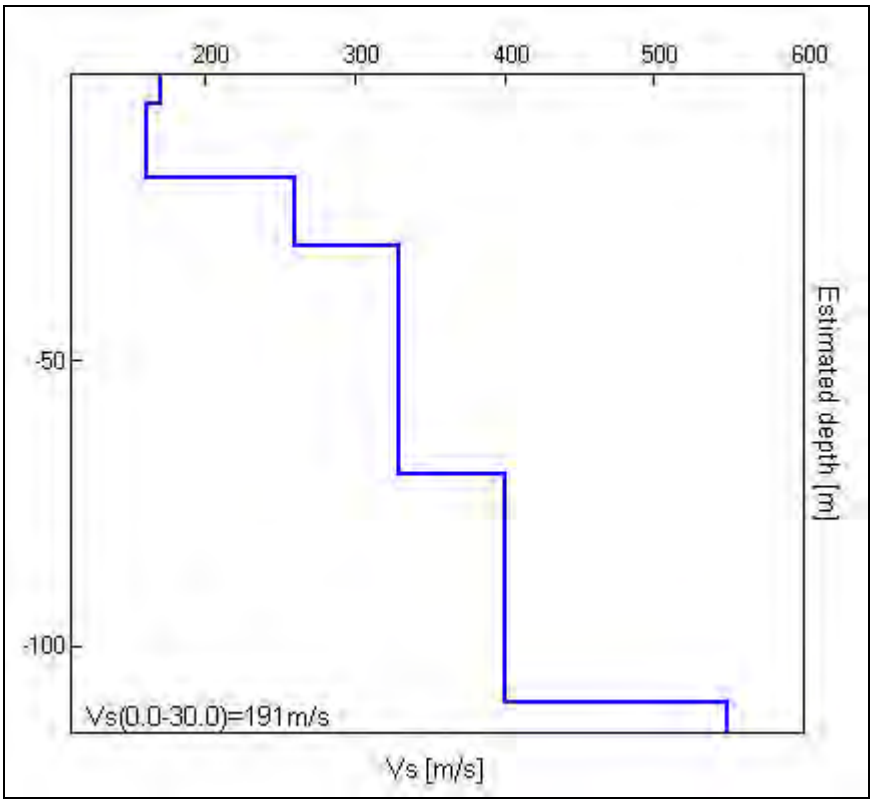


Figura 4 - Modello di velocità delle onde di taglio S

7 CONCLUSIONI

L'analisi della curva HVSR ha permesso di ricostruire il profilo verticale di velocità delle onde S nel sito in esame e di individuare la presenza di contrasti di impedenza-rigidezza nel sottosuolo medesimo.

Vs30 [m/s] da quota piano campagna su cui è stato eseguito il profilo……191

Nei primi 30 m da p.c., i terreni presenti in sito sono caratterizzati da valori di velocità delle onde S (Vs) caratteristici di terreni a consistenza da soffice a media (le Vs aumentano al di sotto di 18-19 m circa di profondità da p.c.).

La curva HVSR è caratterizzata da una modesta amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza con picco H/V a circa 0.9-1.0 Hz (contrasto d'impedenza basso).

La normativa applicata nel presente lavoro è il DM 14 gennaio 2008.

San Lazzaro di Savena, 24/09/2015

8 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Figura 5 – Misura HVSR1