



Comune di Ravenna



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Tecnico – Illustrativa

Regione Emilia Romagna

Comune di Ravenna



Servizio Sismico
Regione Emilia Romagna

Soggetto realizzatore:
Geologica Toscana
Prospezioni Geofisiche
Comune di Ravenna

Data:
18.12.2017

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

INDICE

1. Introduzione	2
2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento	3
3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area	29
4. Dati geotecnici e geofisici.....	35
5. Modello del sottosuolo.....	36
6. Elaborati cartografici	37
7. Calcolo dei cedimenti post-sismici e RSL	50
8. Risultati e Conclusioni.....	96
9. Bibliografia	98

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

1. Introduzione

Con il termine Microzonazione Sismica si intende l'attività di valutazione su un territorio, a scala comunale, delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche e dalle condizioni topografiche locali.

Il progetto di approfondimento al terzo livello ha come obiettivo finale la redazione della Carta di Microzonazione di 3° livello, quindi la valutazione dei fattori di amplificazione e l'Indice di Liquefazione sul territorio comunale. E' stata inoltre valutata la risposta sismica locale di alcuni fabbricati strategici nell'abitato di Ravenna centro.

Il territorio comunale era già stato investigato dal punto di vista sismico con una prima fase di approfondimento, nell'ambito della redazione del Piano Operativo Comunale (*Dott. Geol. Giorgio Frassinetti*) nel dicembre 2010, e tali indagini sono state parte integrante per lo studio di Microzonazione nel suo complesso anche se riportate solo quelle rappresentative della stratigrafia e sismostratigrafia delle aree.

A tali indagini si sono poi aggiunte nuove indagini sismiche e geognostiche (sismica attiva e passiva ad hoc, penetrometrie statiche e piezoconi sismici, progettate e ubicate in accordo con il *Comune di Ravenna*) effettuate per conto del Comune di Ravenna a completamento delle aree rimaste scoperte durante la redazione del Piano Operativo Comunale (2016).

Infine ulteriori indagini sono state eseguite questa estate per la definizione ancora più puntuale delle caratteristiche sismiche del Comune e per il conseguimento degli obiettivi che questo studio si prefigge.

Per la redazione della cartografia necessaria all'approfondimento di terzo livello ci siamo avvalsi degli standard di archiviazione e rappresentazione informatica Versione 4.0b emanati dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n.3907).

Inoltre è stata presa come riferimento la carta geomorfologica del Piano Operativo Comunale; è stato infine consultato l'archivio on - line del progetto IFFI.

La base topografica utilizzata per la redazione degli elaborati cartografici, è la CTR scala 1:5.000 fornita dall'Ufficio Progettazione Urbanistica del Comune di Ravenna, in particolare dal Dott. Paolo Minguzzi.

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

Il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Raccolta delle indagini pregresse;
- Esecuzione delle nuove indagini;
- Redazione della Cartografia (*Carta delle indagini, Carta delle frequenze naturali dei terreni, Carta geologico – tecnica, Carta delle MOPS e Carta di Microzonazione Sismica*)

3

Il presente studio di Microzonazione è stato effettuato in ottemperanza e seguendo:

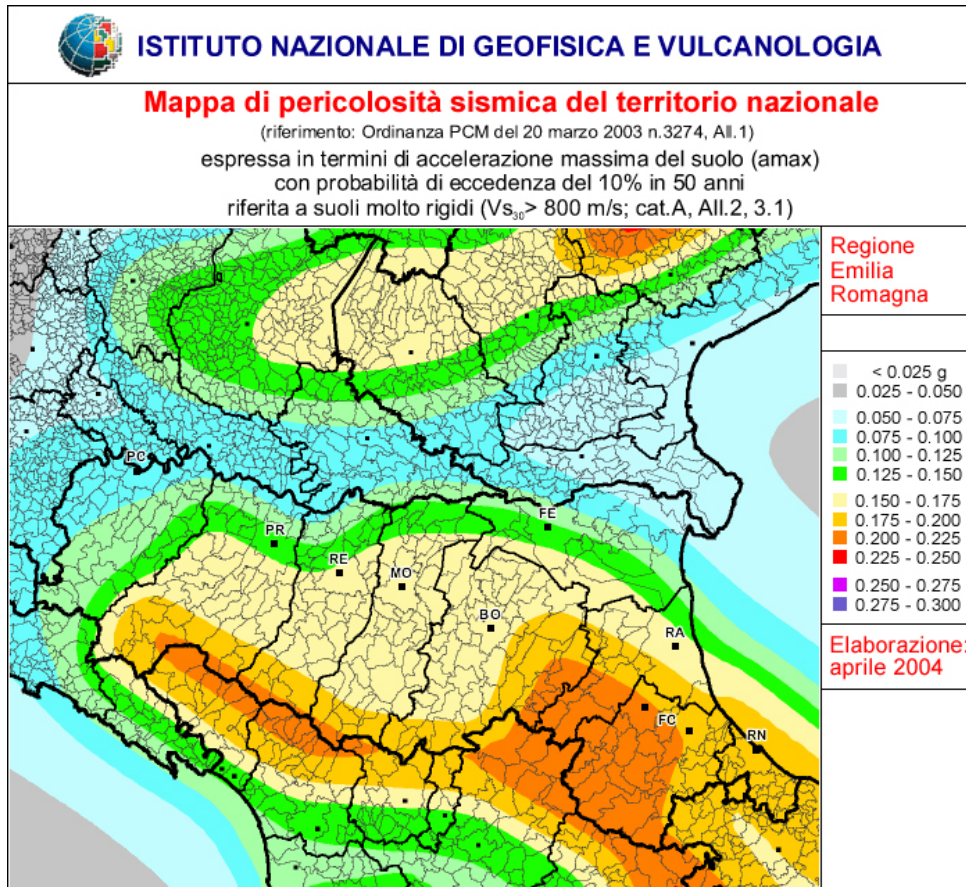
- OPCM 3274/2003;
- Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica volumi 1 e 2;
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – versione 4.0 b.

2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

Ai sensi della Classificazione Sismica del Territorio Regionale dell'Emilia Romagna – Ord. PCM 3274/2003 – Delib. G.R. n° 1435 del 21/07/2003 – e successive modificazioni e integrazioni, il Comune di Ravenna è censito tra le aree a sismicità 3 ($0,100 < A_g/g < 0,200$).

L'accelerazione, considerata al suolo su bedrock rigido categoria di sottosuolo "A", si intende quella con la probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a tempi di ritorno di 475 anni.

In linea con i meccanismi sismogenetici dell'appennino settentrionale tale accelerazione assume, sul territorio del Comune di Ravenna, valori progressivamente decrescenti spostandosi da Sud - Ovest verso Nord - Est, allontanandosi quindi dalle sorgenti principali dei terremoti.

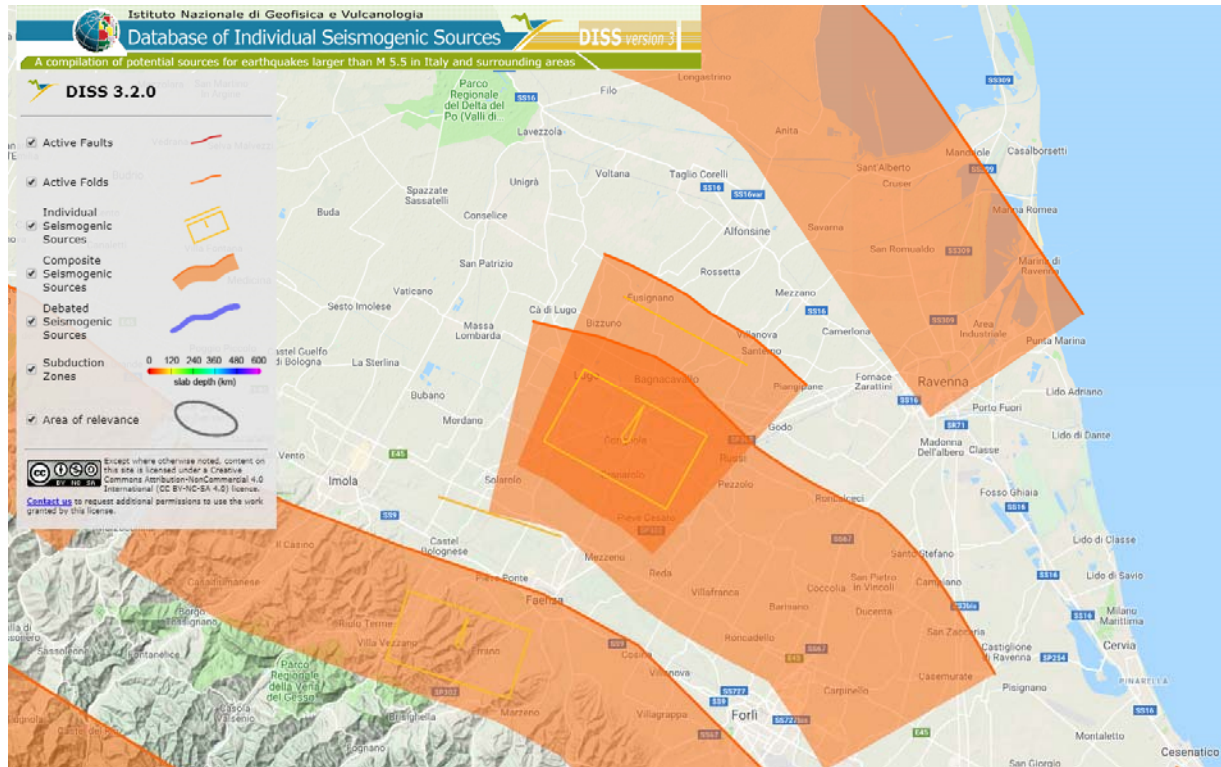


Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

Dal progetto DISS_3.2.0 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si nota ancor meglio come le faglie attive e capaci e in particolare le sorgenti sismogenetiche siano disposte sia a Nord-Est che a Ovest Sud-Ovest del territorio comunale.

In particolare sono da mettere in luce quattro importanti sistemi fessurativi “*Individual Seismogenic Sources*” e “*Composite Seismogenic Sources*”, che prendono il nome di *ITIS100: Bagnacavallo*, *ITCS011: Ascensione-Armaia*, *ITCS012: Malalbergo – Ravenna* e *ITCS109: Fusignano-Villanova* distanti poco più di 10 km dal capoluogo comunale.

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



Mappe delle fonti sismogenetiche

Le fonti sismogenetiche individuali (nella figura sopra in giallo – *ITIS100 Bagnacavallo*) sono definite da dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da una serie completa di dati geometrici (strike, dip, lunghezza, larghezza e profondità), cinematici (rake) e parametri sismologici (spostamento singolo evento, magnitudo, slip rate, periodo di ritorno).



Si assume che le fonti sismogenetiche individuali abbiano una ripetitività strettamente periodica in funzione del rapporto lunghezza/larghezza a rottura, dell'immersione dell'evento e della magnitudo attesa.

Esse sono confrontate con i database di tutto il mondo per la coerenza interna, in termini di lunghezza, larghezza, spostamento del singolo evento e magnitudo, oltre a poter essere aumentate attraverso la scarpata di faglia o asse della piega quando disponibili (di solito caratteristiche strutturali con attività documentata dal Pleistocene superiore - Olocene).

Questa categoria ha lo scopo di fornire le informazioni più accurate disponibili tra le migliori sorgenti identificate, ma la completezza delle fonti stesse non può essere garantita.

Le fonti sismogenetiche individuali possono quindi essere utilizzate per il calcolo di scenari di terremoti e tsunami e per le indagini tettonico/geodinamiche, ma non hanno lo scopo di comprendere un insieme di dati completo per la valutazione probabilistica della pericolosità sismica.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITIS100
Name	Bagnacavallo
Compiler(s)	Burrato P.(1), Valensise G.(1), Maesano F.E.(2), Vannoli P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Valensise G.(1), Maesano F.E.(2), Vannoli P.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy
Created	31-Jan-2001
Updated	15-Nov-2013
Display map ...	 
Related sources	ITCS011

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
Location [Lat/Lon]	44.38 / 11.94	OD	Based on macroseismic, geological and geomorphological data.
Length [km]	9.1	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Width [km]	6.0	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	2.5	OD	Based on seismic profile and geomorphological observations.
Max depth [km]	5.0	OD	Based on seismic profile and geomorphological observations.
Strike [deg]	119	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	25	OD	Based on seismic profile and geomorphological observations.
Rake [deg]	90	OD	Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Per Event [m]	1.0	ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1...0.3	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Recurrence [y] min... max	3333...10000	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	5.8	LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPTI11.

Sempre nella figura sovrastante, colorate in arancio, sono rappresentate fonti sismogenetiche composite, in particolare *ITIS100: Bagnacavallo*, *ITCS011: Ascensione-Armaia*, *ITCS012: Malalbergo – Ravenna e ITCS109: Fusignano-Villanova*.

Le fonti sismogenetiche composite (aree sismogenetiche) sono basate su dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da parametri geometrici (strike, dip, larghezza, profondità) e cinematici (rake).



Una sorgente sismogenetica composta è essenzialmente una struttura dedotta da dati geologici regionali superficiali e profondi.

La lunghezza della rottura del terremoto atteso, è comunque poco definita o sconosciuta; quindi una tipica sorgente sismogenetica composta si estende ad un numero imprecisato di sorgenti individuali.

Come risultato, fonti di questa categoria non vengono considerate capaci di un terremoto di specifiche dimensioni, ma il loro potenziale sismico può essere stimato dai cataloghi di terremoti esistenti.

A differenza delle fonti sismogenetiche individuali, questa categoria di sorgenti è stata concepita per raggiungere la completezza delle registrazioni delle potenziali fonti di terremoto, anche se questo può comportare una precisione minore nella loro descrizione.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS011
Name	Ascensione-Armaia
Compiler(s)	Burrato P.(1), Maesano F.E.(2)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Maesano F.E.(2), D'Ambrogi C.(2), Toscani G.(3), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Universit... di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	15-Nov-2013
Updated	19-Jun-2015
Display map ...	 
Related sources	ITIS100



PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0 LD	Based on geological data from various Authors.

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	110...140	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip [deg] min... max	25...45	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.15...0.33	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

GENERAL INFORMATION



DISS-ID	ITCS012
Name	Malalbergo-Ravenna
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(2), Toscani G.(3), Vannoli P.(1), Valensise G.(1), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Universit... di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	16-Oct-2013
Updated	25-Jun-2015
Display map ...	 
Related sources	ITIS141

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0 LD	Based on data of instrumental seismicity.
Max depth [km]	8.0 LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	85...150 OD	Based on consideration on regional geological data.
Dip [deg] min... max	20...40 OD	Based on consideration on regional geological data.
Rake [deg] min... max	80...120 OD	Based on geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.49...0.55 LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).

Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ	Based on geological data and analysis of regional seismicity.
---------------------------	-----	----	---

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS109
Name	Fusignano-Villanova
Compiler(s)	Burrato P.(1), Maesano F.E.(2)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Maesano F.E.(2), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy
Created	07-Sep-2007
Updated	19-Jun-2015
Display map ...	 
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
Min depth [km]	2.5	LD	Based on geological data from various Authors.
Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	115...125	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip [deg] min... max	20...40	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.3	EJ	Inferred from geological data on adjacent structures (Maesano et al., 2015).
Max Magnitude [Mw]	6.0	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

Dai dati di disaggregazione di a(g) delle mappe di pericolosità sismica dell'INGV possiamo valutare quale sia la magnitudo e la distanza epicentrale più probabile con tempi di ritorno di circa 475 anni (10% di superamento in 50 anni) attesi per il Comune di Ravenna.

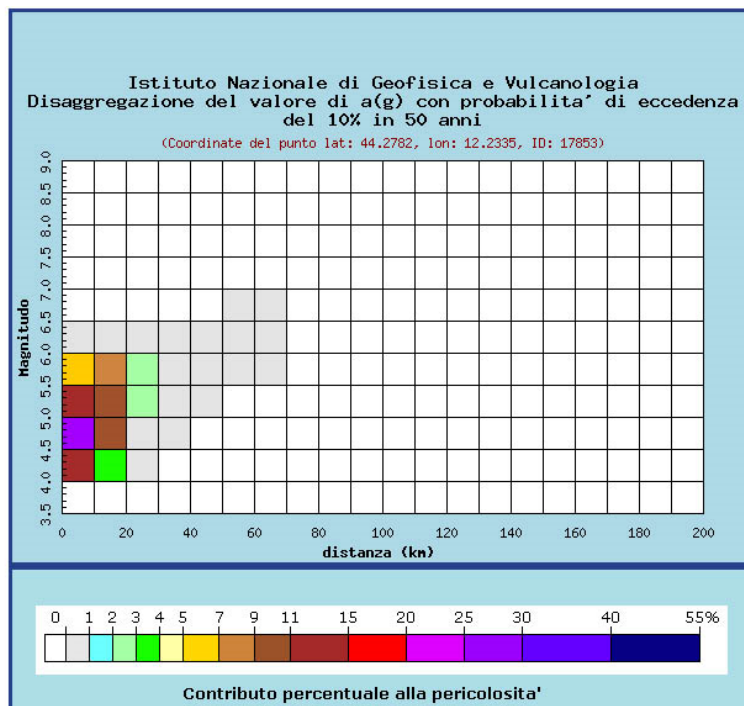
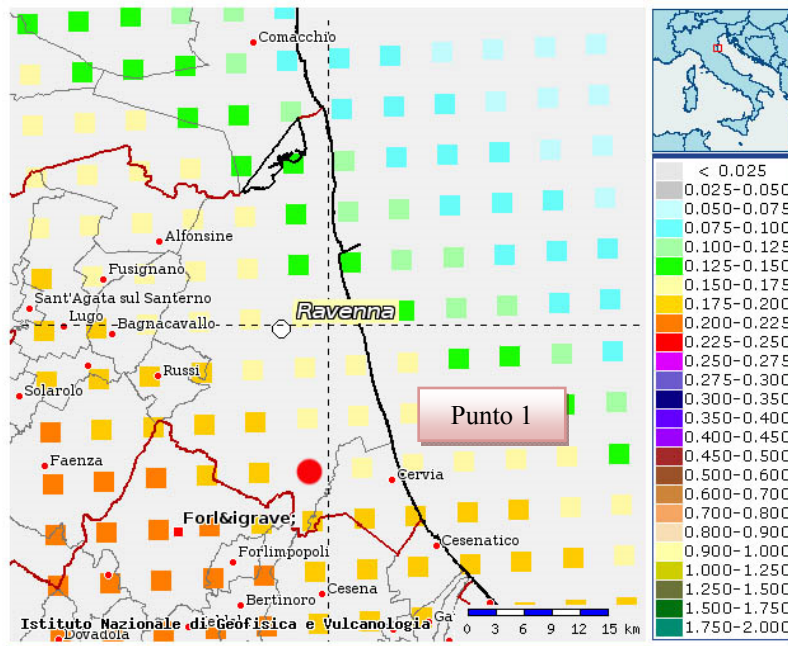
Si sceglie tale tempo di ritorno perché è quello che comunemente viene considerato per la costruzione degli spettri di risposta sismica per la maggior parte dei fabbricati corrispondente, secondo le NTC2008, ad una vita nominale di 50 anni e classe d'uso 2.

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

In particolare crediamo sia utile calcolare le magnitudo attese e le distanze epicentrali come appena spiegato, in corrispondenza dei nodi della griglia sismica di riferimento che ricadono all'interno del territorio comunale di Ravenna.

Dalla figura sottostante si evince come tali nodi siano 5 disposti in direzione circa sud/nord-:

Punto 1:



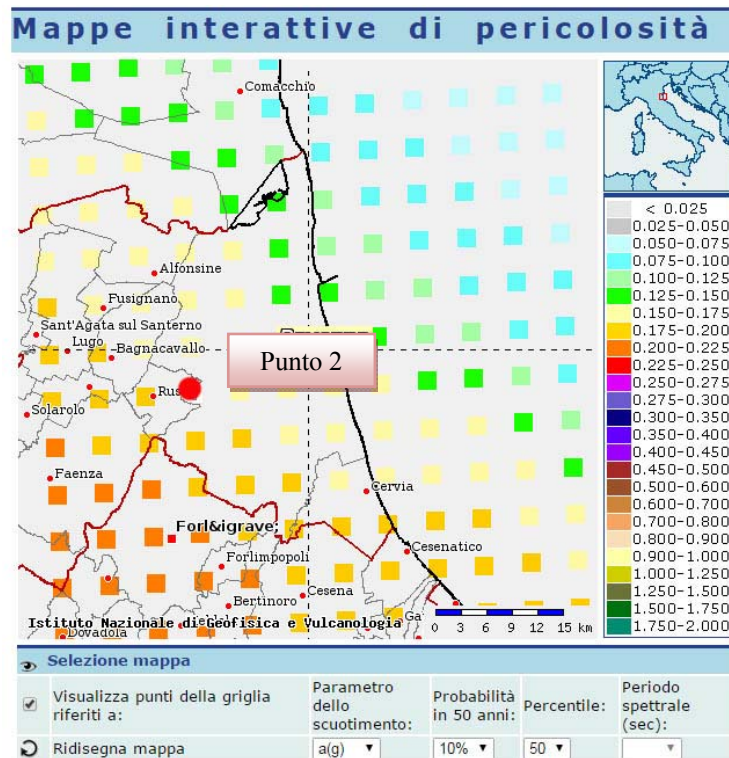
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.2782, lon: 12.2335, ID: 17853)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	13.800	25.300	14.300	6.890	0.799	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.020	9.720	10.300	7.740	0.916	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.022	0.721	2.160	2.590	0.452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.002	0.204	0.651	0.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.124	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.030	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

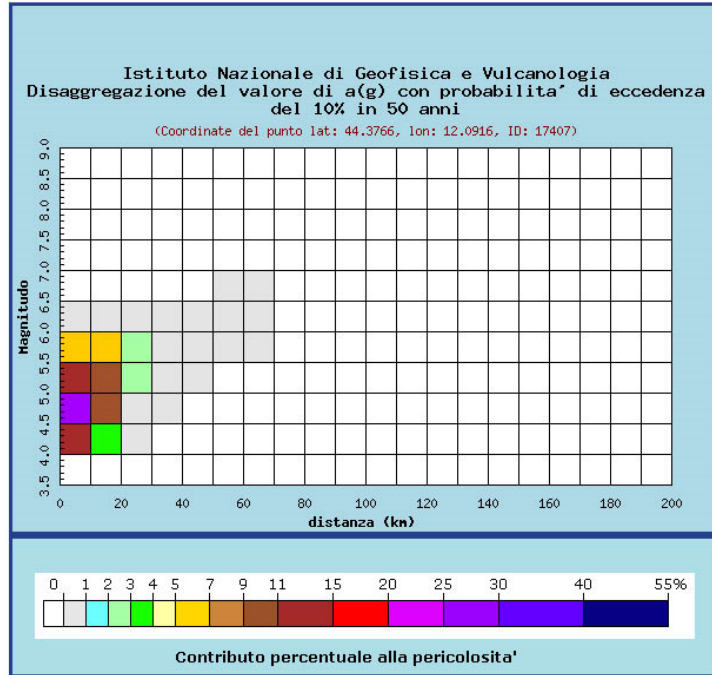
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.030	9.480	0.904

Magnitudo media 5,03 con distanza epicentrale di 9,48 km

Punto 2:



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



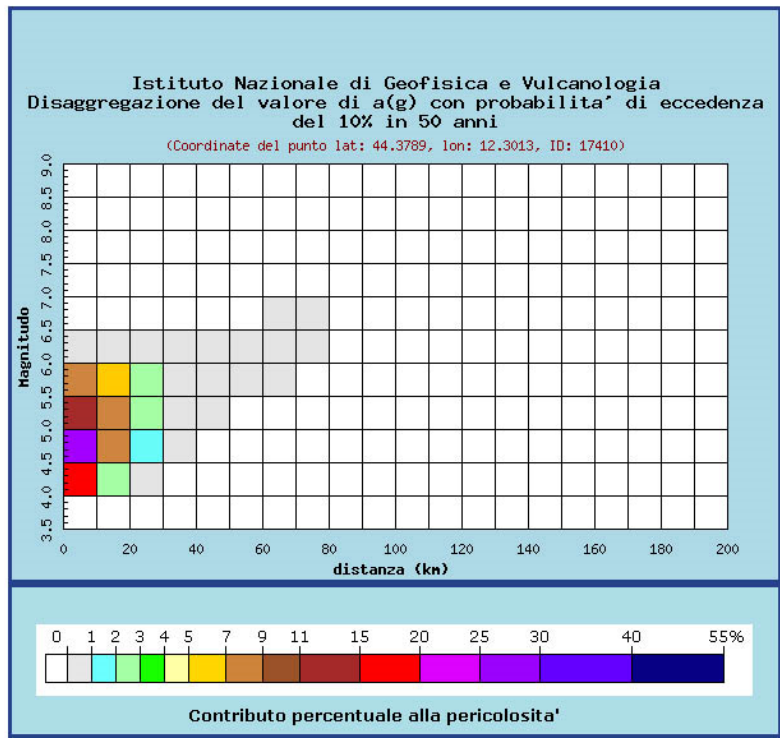
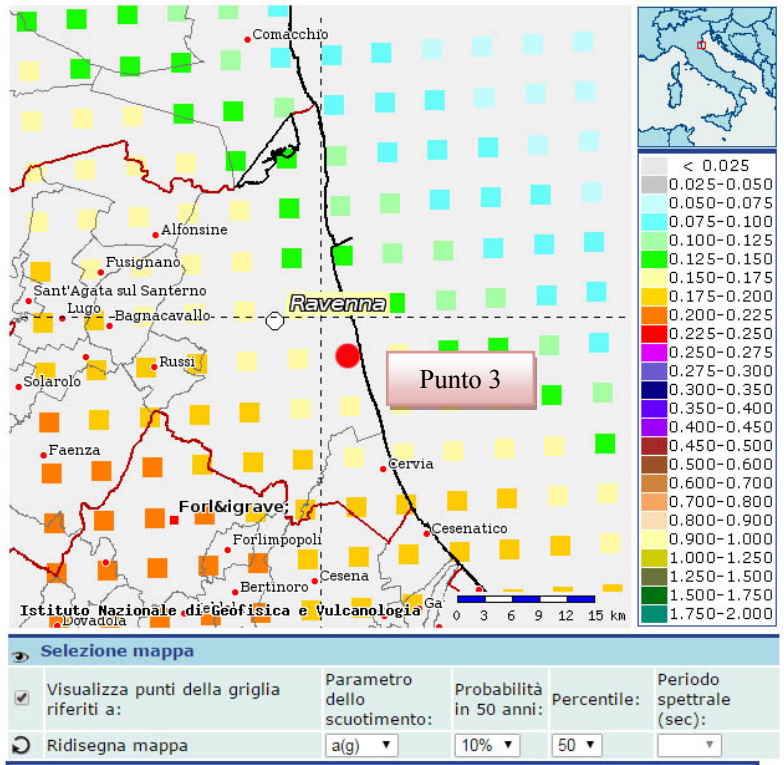
Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.3766, lon: 12.0916, ID: 17407)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	14.300	26.300	14.700	6.950	0.771	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.180	9.790	9.690	6.600	0.662	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.027	0.788	2.220	2.450	0.307	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.002	0.233	0.689	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.004	0.131	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.023	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5,000	9,330	0,904

Magnitudo media 5,00 con distanza epicentrale di 9,33 km

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Punto 3:



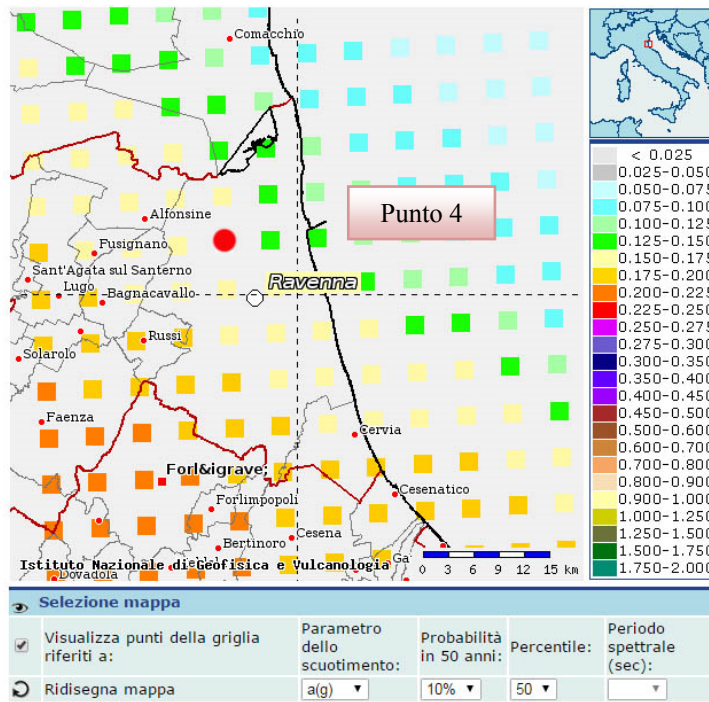
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.3789, lon: 12.3013, ID: 17410)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0.000	15.300	27.300	14.800	7.000	0.826	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.990	8.360	7.950	6.100	0.948	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.121	1.160	2.290	2.450	0.374	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.031	0.479	0.900	0.179	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.033	0.267	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.017	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

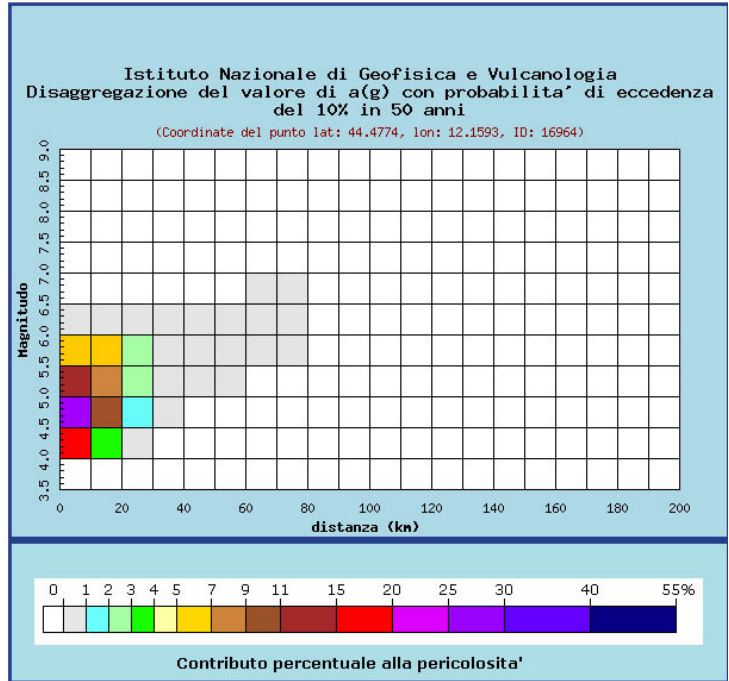
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.000	9.500	0.686

Magnitudo media 5,00 con distanza epicentrale di 9,5 km

Punto 4:



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



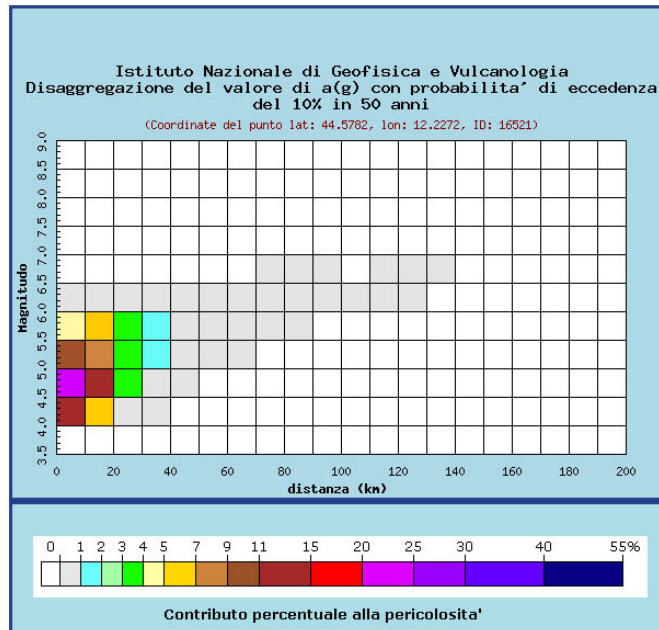
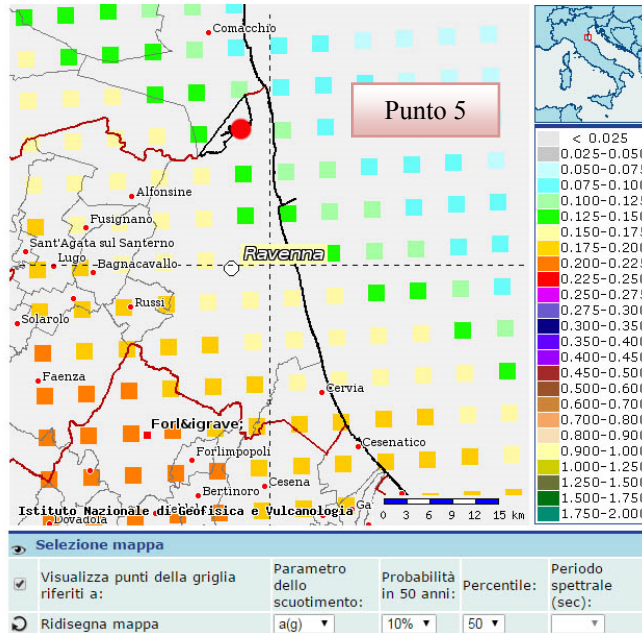
Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.4774, lon: 12.1593, ID: 16964)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	15.700	27.400	14.200	6.390	0.719	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.580	9.320	7.990	5.480	0.787	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.153	1.250	2.270	2.290	0.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.039	0.516	0.891	0.133	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.041	0.281	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.970	9.480	0.686

Magnitudo media 4,97 con distanza epicentrale di 9,48 km

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Punto 5:



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.5782, lon: 12.2272, ID: 16521)									
	Magnitudo									
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5
0-10	0.000	13.500	21.800	10.100	4.130	0.440	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.250	12.100	8.920	5.360	0.712	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.853	3.130	3.640	3.190	0.529	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.021	0.583	1.460	1.720	0.296	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.023	0.462	0.863	0.133	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.064	0.362	0.074	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.002	0.109	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.016	0.003	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4,980	12,600	0,636

Magnitudo media 4,98 con distanza epicentrale di 12,6 km

Si nota come la magnitudo attesa più probabile con tempo di ritorno 475 anni rimanga stabile su tutto il territorio comunale.

Il valore medio stimato è intorno ai 4,9 – 5 con distanza epicentrale compresa tra 9 e 12 km.

Questo dato, scaturito dall'elaborazione di innumerevoli serie storiche e registrazioni strumentali di eventi sismici, non indica la certezza che l'evento in questione sia l'unico possibile, ma solo che sia il più probabile tra tutti gli eventuali sismi.

Quanto finora detto è del tutto confermato dagli eventi storici la cui magnitudo massima media si aggira tra il 4,5 e il 5° grado.

Tuttavia è anche risaputo che non sono rari eventi sismici che per il territorio in esame sfiorano magnitudo 6.

Qui di seguito riportiamo alcuni eventi storici ricavati dalla banca dati del sito web *resitalica.it* e dalla banca dati ISIDE dell'INGV tra quelli con magnitudo compresa tra 0 e 10:

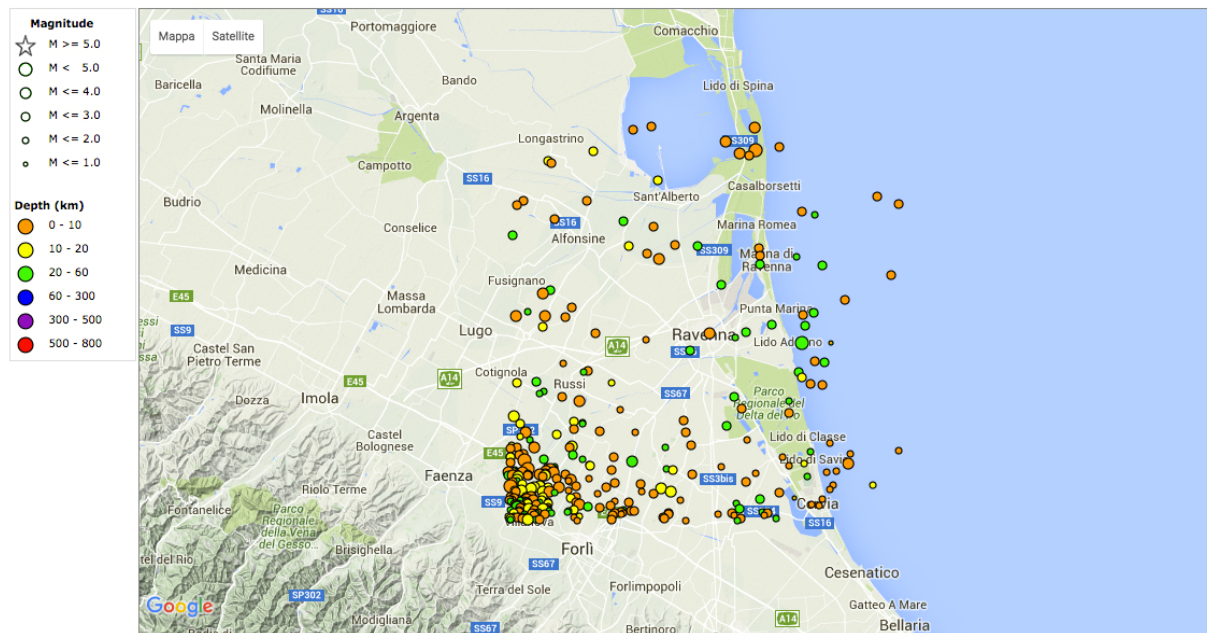


Mappa estratta dal sito www.resitalica.it

	data	MAG	zona	dist. in km
1)	10/05/2000	4,9	Ponticello	28,49
2)	05/12/1978	4,76	Villanova	7,41
3)	10/01/1969	4,63	Russi	16,12
4)	11/01/1968	4,58	Bagnacavallo	15,78
5)	30/12/1967	5,36	Alfonsine	26,17
6)	18/12/1965	4,95	Russi	15,78
7)	01/08/1891	4,83	Lugo	20,99
8)	12/02/1881	5,03	Faenza	25,08
9)	16/10/1861	5,13	Forlimpopoli	21,48
10)	10/03/1844	5,03	Forlimpopoli	26,88
11)	08/10/1828	4,63	Forlimpopoli	28,53
12)	21/09/1813	5,32	Forlì	25,91
13)	17/07/1781	5,53	Faenza	24,87
14)	25/05/1780	5,03	Ravenna	0,06
15)	11/06/1778	5,03	Forlì	25,17
16)	09/08/1732	4,83	Faenza	29,05
17)	15/03/1689	4,83	Bagnacavallo	15,66
18)	18/08/1688	5,17	Bagnacavallo	15,66
19)	11/04/1688	5,88	Cotignola	20,50
20)	15/08/1653	5,03	Forlì	25,04
21)	10/07/1591	5,24	Russi	12,79
22)	19/04/1509	5,17	Faenza	28,16
23)	11/08/1483	5,67	Cesena	27,58
24)	10/10/1479	4,83	Forlì	25,17
25)	04/08/1383	5,37	Forlì	25,17
26)	00/00/725	5,57	Ravenna	2,61

Tabella estratta dal sito www.resitalica.it

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



Mapa estratta dal sito <http://iside.rm.ingv.it/>

#Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo
2016-01-26 21:39:28.960	44.245	12.002	38.4	1.2--ML
2016-01-18 11:32:50.740	44.287	11.997	10.0	1.7--ML
2015-11-09 18:10:41.010	44.312	11.975	29.4	1.3--ML
2015-11-04 09:45:44.350	44.354	11.987	34.7	1.7--ML
2015-09-21 02:19:22.820	44.256	11.951	24.4	1.8--ML
2015-09-15 00:49:00.200	44.448	12.001	30.7	2.2--ML
2015-08-24 03:47:21.910	44.28	11.991	18.8	1.6--ML
2015-05-18 20:48:44.890	44.239	11.982	24.8	1.6--ML
2015-04-27 20:03:52.240	44.275	11.958	22.6	1.8--ML
2015-04-27 04:51:59.400	44.282	11.959	24.1	1.0--ML
2015-04-27 03:41:03.710	44.283	11.96	19.5	1.0--ML
2015-04-27 02:24:48.790	44.272	11.966	19.2	1.2--ML
2015-04-26 06:27:19.540	44.28	11.958	23.1	1.2--ML
2015-04-25 13:30:57.760	44.242	12.038	14.4	1.5--ML
2015-04-25 05:20:19.060	44.246	12.272	43.2	1.3--ML
2015-04-25 04:58:42.450	44.289	12.05	10.2	1.7--Md
2015-04-25 02:55:29.960	44.247	11.963	18.9	1.3--ML
2015-04-25 02:50:55.820	44.242	11.955	24.6	1.6--ML
2015-04-25 00:33:00.790	44.246	12.023	25.4	1.4--ML
2015-04-24 23:34:59.250	44.254	11.959	19.9	1.7--ML
2015-04-24 20:28:22.990	44.258	11.965	24.0	1.6--ML
2015-04-24 19:48:10.600	44.258	11.953	24.7	1.4--ML
2015-04-24 18:16:54.350	44.261	11.969	17.6	1.2--ML
2015-04-24 17:47:05.260	44.256	11.973	20.5	1.4--ML
2015-04-24 15:23:21.360	44.248	11.951	22.4	1.8--ML

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

2015-04-24 13:09:29.810	44.244	11.968	23.0	1.5--ML
2015-04-08 05:08:13.520	44.282	11.973	31.6	1.8--ML
2014-10-30 22:20:48.450	44.245	12.095	10.0	1.0--ML
2014-10-10 08:12:52.210	44.24	12.289	28.3	1.8--ML
2014-09-16 06:50:07.370	44.405	12.238	35.1	1.7--ML
2014-08-29 19:23:58.030	44.511	12.094	32.8	2.2--ML
2014-07-29 02:09:03.310	44.248	12.094	31.6	1.3--ML
2014-06-14 22:53:25.920	44.327	12.043	30.6	1.8--ML
2014-06-14 18:42:33.430	44.294	12.043	31.1	1.8--ML
2014-01-22 06:24:05.620	44.383	12.352	23.2	2.6--ML
2014-01-15 03:36:49.410	44.429	11.973	35.0	1.7--ML
2013-12-14 02:09:58.990	44.254	12.239	23.9	1.6--ML
2013-07-15 17:05:38.350	44.489	12.189	20.2	2.2--ML
2012-11-25 17:03:28.620	44.394	12.18	36.2	2.0--ML
2012-09-25 19:48:28.330	44.238	12.24	22.5	1.6--ML
2012-08-29 02:27:22.620	44.479	12.316	28.9	1.5--ML
2012-08-16 10:10:59.150	44.266	12.024	9.3	1.9--ML
2012-08-13 23:54:46.690	44.271	12.413	10.1	1.3--ML
2012-07-09 03:28:55.910	44.301	12.333	40.7	1.6--ML
2012-06-14 20:48:29.010	44.305	12.148	27.5	1.3--ML
2012-06-09 09:31:36.140	44.287	12.007	22.7	1.5--ML
2012-06-09 02:13:57.930	44.416	12.326	21.9	2.3--ML
2012-06-08 20:30:04.630	44.428	12.337	30.1	2.1--ML
2012-06-08 01:11:39.670	44.472	12.269	21.3	2.6--ML
2012-06-06 09:57:06.580	44.471	12.348	28.8	2.1--ML
2012-06-06 05:14:49.200	44.453	12.219	33.1	2.1--ML
2012-06-06 04:11:47.810	44.41	12.251	32.2	2.3--Md
2012-06-06 04:08:31.410	44.4	12.322	31.1	4.0--Mw
2012-06-03 02:32:42.070	44.374	12.318	33.8	2.3--ML
2012-04-06 04:51:06.860	44.319	12.109	9.4	1.2--ML
2012-04-05 20:13:03.870	44.243	12.236	8.0	1.8--ML
2012-01-13 01:14:44.120	44.364	11.959	10.9	2.1--ML
2011-12-12 13:00:33.420	44.249	11.999	10.0	1.6--ML
2011-11-06 20:12:07.860	44.374	12.044	25.4	1.9--Md
2011-11-03 02:09:19.520	44.256	12.084	10.0	1.2--ML
2011-09-05 21:47:57.700	44.256	11.999	32.9	1.6--ML
2011-08-19 02:11:00.370	44.263	12.062	10.0	1.0--ML
2011-08-11 06:34:55.790	44.382	12.018	10.0	1.4--ML
2011-08-06 00:36:00.810	44.24	11.972	10.0	1.3--ML
2011-08-05 14:48:41.700	44.246	11.986	10.0	1.3--ML
2011-07-30 04:07:28.580	44.242	11.948	11.9	1.4--ML
2011-06-25 12:28:54.690	44.264	12.294	5.6	2.2--ML
2011-05-07 22:53:53.010	44.517	12.339	29.9	1.2--ML
2011-01-28 12:54:56.000	44.4	12.36	10.0	0.6--M
2010-12-22 23:47:02.390	44.249	12.243	22.4	2.0--ML

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

2010-09-01 14:09:14.480	44.498	11.953	44.3	2.3--ML
2010-08-10 00:45:45.770	44.288	12.306	10.0	1.0--ML
2010-08-08 20:52:27.630	44.238	12.174	9.6	1.0--ML
2010-08-07 20:22:51.370	44.259	12.313	5.0	0.9--ML
2010-08-07 20:10:01.460	44.296	12.298	5.5	1.3--ML
2010-08-07 20:06:41.920	44.29	12.325	17.0	1.9--ML
2010-08-07 08:38:38.110	44.299	12.385	6.6	1.8--ML
2010-06-30 02:06:15.740	44.294	11.993	26.1	2.2--ML
2010-06-29 08:05:30.940	44.364	12.08	15.0	1.7--ML
2010-06-23 18:41:21.060	44.305	11.956	24.4	1.5--ML
2010-06-23 18:08:59.720	44.315	11.963	18.6	1.4--ML
2009-12-25 16:05:33.040	44.258	12.269	27.4	2.2--ML
2009-12-10 17:02:17.260	44.365	11.983	24.8	2.1--ML
2009-11-27 10:02:19.120	44.244	12.092	9.1	1.4--ML
2009-07-22 03:30:56.540	44.347	12.306	36.4	1.2--ML
2009-05-27 08:29:52.060	44.275	12.024	10.0	1.4--ML
2009-05-24 02:13:46.250	44.279	12.33	42.6	1.6--ML
2009-04-16 14:01:31.110	44.307	11.952	10.3	1.8--ML
2009-04-09 18:09:52.620	44.28	11.948	27.9	2.6--ML
2009-04-08 05:24:01.480	44.249	11.997	32.1	1.8--ML
2009-04-07 17:21:00.480	44.265	12.118	10.0	1.3--ML
2009-04-07 10:46:10.600	44.277	12.051	10.0	1.7--ML
2009-04-06 13:03:43.730	44.251	12.049	32.2	2.0--ML
2009-04-06 06:27:30.820	44.247	12.024	32.1	1.7--ML
2009-04-06 03:33:39.410	44.251	11.958	27.7	3.3--ML
2009-04-06 01:03:34.970	44.328	12.043	10.0	1.4--ML
2009-04-05 23:42:04.460	44.307	11.979	25.0	1.6--ML
2009-04-05 23:38:30.010	44.257	11.968	36.1	1.1--Md
2009-04-05 23:20:41.340	44.255	11.987	31.0	1.4--ML
2009-04-05 22:26:32.550	44.264	12.007	33.8	1.9--ML
2009-04-05 22:02:58.250	44.241	11.957	29.4	1.8--ML
2009-04-05 21:57:49.710	44.245	11.983	33.7	1.5--ML
2009-04-05 21:25:00.920	44.261	11.979	30.0	1.5--ML
2009-04-05 21:22:18.680	44.247	12.0	30.3	1.6--ML
2009-04-05 21:11:04.800	44.285	11.956	30.6	1.6--ML
2009-04-05 21:09:38.720	44.242	11.968	28.8	1.9--ML
2009-04-05 20:56:04.680	44.239	11.95	29.1	1.8--ML
2009-04-05 20:45:03.500	44.257	11.963	25.0	1.6--ML
2009-04-05 20:29:55.730	44.298	12.03	34.2	2.0--Md
2009-03-30 17:43:01.420	44.487	12.267	8.0	2.0--ML
2009-02-23 20:53:26.220	44.403	12.124	5.0	1.5--ML
2009-02-18 10:14:35.210	44.302	12.446	10.0	1.9--ML
2009-01-06 10:03:55.670	44.251	11.999	10.0	1.5--ML
2008-11-04 13:06:48.140	44.243	12.274	10.0	1.4--ML
2008-07-12 00:54:25.650	44.241	12.032	10.0	1.0--ML

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

2008-06-20 08:41:17.020	44.257	11.98	21.7	1.6--ML
2008-06-02 17:09:13.720	44.284	12.367	5.0	1.1--ML
2008-03-29 15:12:11.920	44.309	12.358	10.0	1.5--ML
2008-03-29 05:43:26.040	44.252	12.344	10.0	1.8--ML
2008-03-29 00:27:22.230	44.283	12.354	10.0	1.5--ML
2008-03-29 00:17:09.360	44.271	12.363	10.0	1.8--ML
2008-03-28 19:54:52.460	44.258	12.348	10.0	1.5--ML
2008-03-28 19:52:50.670	44.267	12.358	6.6	1.6--ML
2008-03-27 21:40:21.920	44.253	12.335	3.9	1.7--ML
2007-09-29 20:22:01.850	44.282	12.263	7.7	1.8--ML
2007-06-30 23:37:22.750	44.286	12.006	5.0	1.3--ML
2007-05-18 01:34:29.720	44.287	12.22	10.0	1.6--ML
2007-05-11 16:20:55.090	44.325	12.227	30.9	2.1--ML
2007-02-18 12:02:01.010	44.34	12.09	10.0	1.5--ML
2007-02-15 23:23:56.780	44.356	11.993	29.6	1.3--ML
2007-02-15 00:27:30.420	44.351	12.016	10.0	2.0--Md
2007-02-14 23:10:54.270	44.306	12.029	17.6	3.3--ML
2007-01-27 22:13:49.770	44.238	12.036	10.0	1.4--ML
2007-01-27 19:41:56.260	44.312	12.253	10.0	1.5--ML
2007-01-24 04:06:00.870	44.351	12.236	28.3	2.2--Md
2006-12-12 22:08:25.060	44.575	12.056	12.1	2.0--ML
2006-05-04 13:18:47.660	44.369	12.322	11.9	2.3--ML
2006-03-24 08:51:59.290	44.307	12.181	10.0	2.3--ML
2006-01-03 14:59:29.050	44.241	12.145	10.0	2.0--ML
2005-12-01 00:15:35.980	44.286	12.15	23.5	1.8--ML
2005-11-09 00:29:59.920	44.244	12.216	9.9	1.7--ML
2005-06-05 12:16:57.050	44.254	11.96	6.6	1.8--ML
2005-04-11 01:32:18.080	44.363	12.333	5.0	2.7--Md
2005-03-26 16:59:18.590	44.548	12.138	13.0	2.4--Md
2005-03-08 08:41:53.870	44.44	12.378	10.0	2.3--Md
2004-07-20 11:33:46.740	44.462	12.437	10.0	2.4--Md
2004-02-13 06:18:10.880	44.433	12.028	10.0	2.4--Md
2004-02-06 19:02:38.250	44.319	12.174	10.0	2.1--Md
2004-01-23 10:40:11.060	44.32	12.065	10.0	2.2--Md
2003-02-01 09:24:37.780	44.584	12.225	6.8	3.2--Md
2003-02-01 08:51:54.430	44.579	12.294	4.8	2.9--Md
2002-11-21 17:23:33.430	44.573	12.243	5.0	3.1--Md
2002-11-02 10:57:44.650	44.576	12.263	8.8	4.1--Md
2002-10-21 19:42:46.090	44.49	12.16	10.0	2.5--Md
2002-08-12 22:50:37.930	44.596	12.262	5.0	3.3--Md
2002-07-26 02:01:27.180	44.571	12.255	8.7	2.9--Md
2002-06-22 19:26:28.050	44.566	11.999	12.2	2.3--Md
2002-05-31 02:39:32.320	44.248	11.98	5.0	2.5--Md
2002-04-28 14:58:15.220	44.26	11.95	10.0	2.1--Md
2002-04-15 14:11:32.030	44.26	12.034	10.0	2.0--Md

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

2002-04-13 14:30:43.750	44.274	11.953	10.0	2.3--Md
2002-04-12 20:34:44.950	44.28	11.974	10.0	2.1--Md
2001-12-02 20:34:51.700	44.244	11.995	6.3	2.2--Md
2001-11-04 12:43:42.560	44.239	11.987	6.5	2.6--Md
2001-05-22 03:58:14.300	44.274	12.251	6.4	2.4--Md
2001-04-17 22:35:27.850	44.426	12.324	10.0	2.2--Md
2001-03-18 08:28:52.800	44.245	12.233	5.0	2.4--Md
2001-02-20 19:58:19.300	44.263	12.133	10.0	2.4--Md
2001-02-13 19:40:25.690	44.281	12.183	5.0	2.3--Md
2001-02-13 19:22:09.200	44.257	12.167	10.0	1.9--Md
2001-01-23 12:11:22.830	44.341	12.245	3.8	2.7--Md
2001-01-11 18:22:55.200	44.564	12.002	5.0	2.6--Md
2001-01-07 23:24:10.040	44.253	11.984	10.0	2.1--Md
2001-01-03 02:33:11.400	44.53	11.967	5.1	2.4--Md
2000-12-27 09:36:47.860	44.24	11.951	15.4	2.7--Md
2000-12-09 11:47:29.880	44.526	11.959	5.0	2.6--Md
2000-12-06 04:39:51.020	44.53	12.048	10.0	2.4--Md
2000-11-29 18:10:12.540	44.245	11.954	11.8	2.6--Md
2000-10-16 21:58:11.830	44.513	12.007	5.0	2.7--Md
2000-10-14 04:09:22.090	44.25	12.064	6.6	2.3--Md
2000-10-02 22:55:37.110	44.247	12.104	5.0	2.4--Md
2000-07-25 04:09:13.460	44.252	12.078	5.0	2.4--Md
2000-07-16 07:34:40.330	44.281	12.02	5.0	2.7--Md
2000-07-02 05:30:30.950	44.27	11.987	16.8	3.3--Md
2000-06-06 06:55:03.890	44.299	11.967	10.0	2.2--Md
2000-05-22 06:28:11.050	44.28	11.973	10.0	2.4--Md
2000-05-21 02:58:25.910	44.291	11.951	10.0	2.3--Md
2000-05-20 23:42:20.280	44.241	11.961	5.0	2.3--Md
2000-05-19 17:06:43.970	44.247	11.961	10.8	2.8--Md
2000-05-18 15:16:53.770	44.25	11.966	4.0	2.6--Md
2000-05-18 15:11:22.280	44.246	11.961	5.0	2.4--Md
2000-05-14 19:32:44.560	44.296	11.951	5.0	2.1--Md
2000-05-13 19:56:14.960	44.258	11.955	10.0	3.3--Md
2000-05-13 08:33:28.770	44.27	12.034	5.0	2.5--Md
2000-05-13 08:17:15.030	44.305	11.959	5.0	2.6--Md
2000-05-13 08:14:04.830	44.243	11.981	5.0	2.4--Md
2000-05-13 08:08:50.030	44.255	12.034	5.0	2.6--Md
2000-05-11 11:57:15.750	44.293	11.968	5.1	4.1--Md
2000-05-11 04:41:13.130	44.265	11.992	12.3	3.5--Md
2000-05-11 02:39:18.390	44.296	11.95	14.1	2.7--Md
2000-05-11 01:00:29.460	44.26	11.991	10.1	2.9--Md
2000-05-11 00:02:59.260	44.317	12.009	14.8	2.9--Md
2000-05-10 23:04:08.880	44.266	11.964	14.0	3.0--Md
2000-05-10 22:22:10.360	44.269	11.981	11.2	2.6--Md
2000-05-10 22:03:16.670	44.249	11.992	13.6	3.4--Md

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

2000-05-10 19:48:14.230	44.279	11.992	10.0	2.8--Md
2000-05-10 19:35:28.220	44.266	11.956	11.9	2.6--Md
2000-05-10 18:19:28.740	44.283	11.955	13.0	2.6--Md
2000-05-10 12:15:02.860	44.271	11.989	11.2	2.8--Md
2000-05-10 05:54:10.680	44.269	12.012	5.0	3.1--Md
2000-05-10 03:55:33.550	44.257	11.952	5.0	2.5--Md
2000-05-10 03:46:02.650	44.257	11.979	10.0	3.5--Md
2000-05-09 00:53:34.570	44.298	11.961	5.0	2.8--Md
2000-05-08 18:33:51.480	44.243	12.081	5.0	2.2--Md
2000-05-08 14:55:58.090	44.248	12.032	11.6	2.2--Md
2000-05-08 14:28:58.650	44.268	11.977	10.4	3.5--Md
2000-05-08 13:57:54.750	44.283	11.965	10.0	2.5--Md
2000-05-08 13:16:23.890	44.28	11.995	11.0	3.0--Md
2000-05-08 12:58:19.230	44.288	12.052	11.0	2.5--Md
2000-05-08 12:40:25.660	44.258	11.971	5.0	3.1--Md
2000-05-08 12:29:56.700	44.27	11.95	10.0	4.3--Md
2000-05-08 00:14:36.190	44.269	11.98	10.1	3.2--Md
2000-05-07 05:01:42.720	44.276	11.958	11.9	3.9--Md
2000-05-07 03:08:36.860	44.327	11.963	13.5	2.8--Md
2000-05-07 03:05:28.160	44.279	11.96	15.2	3.7--Md
2000-05-07 00:44:08.130	44.249	11.974	16.3	3.3--Md
2000-05-05 14:23:43.950	44.253	11.956	5.0	2.6--Md
2000-05-05 13:24:46.960	44.265	12.0	8.0	3.5--Md
2000-05-02 16:48:25.190	44.247	12.108	5.0	2.1--Md
2000-05-02 08:48:49.520	44.286	11.972	9.8	4.0--Md
2000-05-02 02:03:16.580	44.283	12.005	5.0	3.3--Md
2000-05-01 18:06:15.190	44.305	11.98	5.0	3.1--Md
2000-05-01 07:40:26.330	44.284	11.996	5.0	3.2--Md
2000-05-01 02:49:09.670	44.265	11.957	5.0	2.7--Md
2000-05-01 02:28:42.180	44.319	11.97	5.0	3.8--Md
2000-04-29 23:23:33.160	44.277	12.01	4.1	2.9--Md
2000-04-29 13:42:12.440	44.272	11.965	12.2	2.8--Md
2000-04-29 12:03:40.860	44.241	11.958	5.0	2.6--Md
2000-04-28 15:15:49.650	44.286	12.001	5.0	3.5--Md
2000-04-27 03:01:29.910	44.281	11.994	9.4	3.0--Md
2000-04-27 02:26:25.560	44.283	11.965	5.0	3.2--Md
2000-04-27 01:57:50.990	44.28	11.953	5.0	3.4--Md
2000-04-26 21:08:27.620	44.252	11.957	5.0	2.8--Md
2000-04-26 20:28:50.740	44.375	12.049	5.0	2.7--Md
2000-04-26 19:56:17.880	44.281	11.987	5.0	3.4--Md
2000-04-24 08:27:53.600	44.25	11.963	5.0	2.3--Md
2000-04-24 04:38:12.540	44.283	11.948	5.0	3.2--Md
2000-04-23 21:45:20.310	44.304	11.95	5.0	2.6--Md
2000-04-21 14:54:39.810	44.254	11.972	11.6	2.8--Md
2000-04-21 02:15:50.980	44.24	11.965	3.9	2.8--Md

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

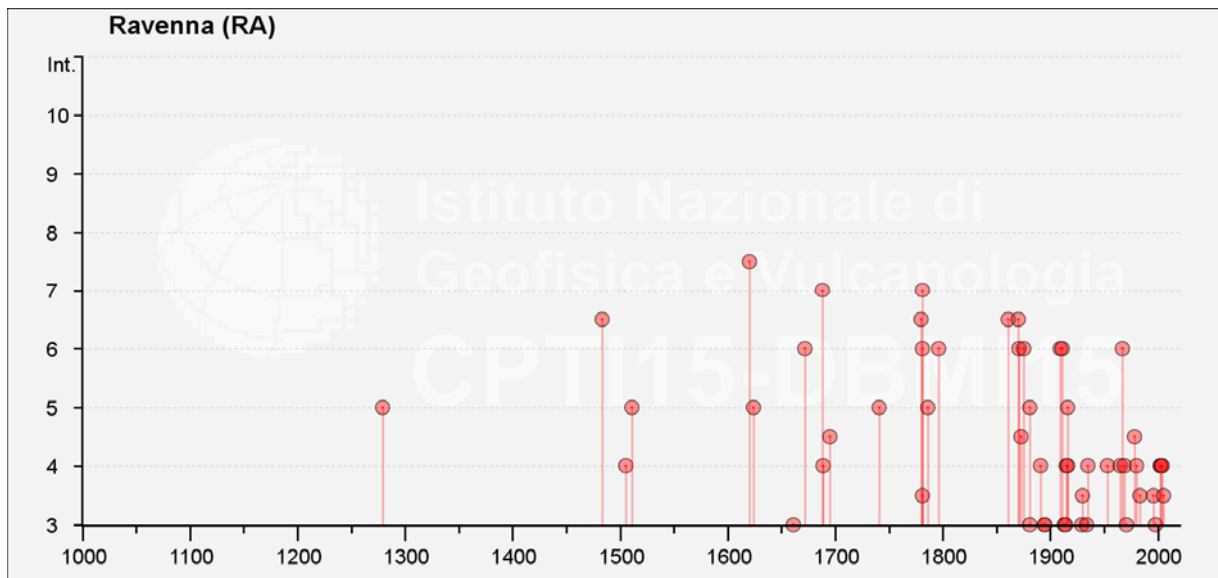
2000-04-20 09:01:28.500	44.285	12.079	5.0	2.6--Md
2000-04-19 18:58:11.420	44.239	11.972	17.6	3.3--Md
2000-04-05 03:04:55.690	44.26	11.977	5.0	3.0--Md
2000-04-04 01:09:10.940	44.255	11.971	5.0	2.4--Md
2000-02-07 23:08:06.430	44.273	12.083	6.9	2.6--Md
2000-01-06 11:45:28.180	44.259	12.027	16.9	2.6--Md
2000-01-05 21:48:11.730	44.269	11.998	11.7	2.7--Md
2000-01-05 14:14:51.130	44.254	11.998	15.0	2.9--Md
2000-01-05 13:38:51.410	44.257	11.99	14.9	2.8--Md
2000-01-05 13:21:58.560	44.276	12.027	5.0	3.4--Md
1999-01-30 05:19:34.420	44.245	12.152	10.0	2.4--Md
1998-02-26 09:14:13.440	44.296	12.082	5.0	2.5--Md
1998-02-16 07:55:44.170	44.245	12.278	5.0	2.3--Md
1997-10-02 19:42:23.480	44.417	12.284	41.7	2.4--Md
1997-08-10 12:25:38.270	44.285	12.158	19.1	2.6--Md
1997-08-02 14:00:48.220	44.329	12.031	10.9	2.5--Md
1996-12-12 21:13:49.740	44.29	12.382	5.0	3.1--Md
1996-11-23 14:48:00.530	44.272	12.116	10.0	2.2--Md
1996-08-23 05:03:51.240	44.534	12.419	5.0	2.8--Md
1996-04-18 10:45:09.990	44.409	12.205	9.9	3.4--Md
1996-03-18 02:15:52.610	44.506	12.133	5.0	2.9--Md
1996-01-11 10:40:36.140	44.482	12.125	5.0	2.5--Md
1995-10-07 15:47:59.230	44.362	12.349	10.0	2.3--Md
1995-08-09 23:35:10.890	44.489	12.102	11.0	2.9--Md
1995-02-26 20:22:40.910	44.477	12.14	5.3	3.0--Md
1994-11-29 09:20:20.730	44.337	12.306	10.0	2.3--Md
1994-11-27 18:02:05.110	44.594	12.107	8.1	2.9--Md
1994-02-15 13:17:58.150	44.305	12.026	10.0	2.6--Md
1993-11-14 21:26:24.300	44.409	12.059	5.0	2.2--Md
1993-11-08 00:12:38.680	44.269	12.073	10.0	2.0--Md
1993-11-06 23:21:14.410	44.253	12.038	10.0	3.8--M
1993-11-05 02:17:37.580	44.24	12.147	10.0	2.3--Md
1993-05-01 21:53:23.590	44.33	12.172	10.0	2.2--Md
1993-03-11 23:42:07.110	44.245	12.083	5.0	2.7--Md
1993-03-11 22:43:56.330	44.322	12.031	10.0	2.5--Md
1993-03-11 22:38:10.290	44.268	12.142	11.6	3.1--Md
1993-03-11 22:35:37.260	44.265	12.155	12.8	3.0--Md
1993-02-09 10:22:25.300	44.384	12.339	10.0	2.3--Md
1992-06-25 20:19:54.430	44.48	12.269	7.0	2.7--Md
1992-06-24 10:47:17.390	44.24	12.244	5.0	2.6--Md
1992-04-03 21:23:54.630	44.425	11.957	9.8	3.5--Md
1992-03-15 03:53:06.830	44.415	11.992	17.2	2.6--Md
1992-02-20 17:10:52.680	44.334	11.955	10.4	3.1--Md
1991-11-08 23:26:31.810	44.246	12.092	10.0	2.0--Md
1991-03-29 14:37:55.290	44.252	11.964	5.0	2.5--Md

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

1991-02-20 18:58:10.630	44.257	11.949	5.0	2.4--Md
1991-02-20 13:53:30.730	44.347	12.038	5.0	3.3--Md
1990-01-19 12:46:16.550	44.424	12.021	5.0	2.8--Md
1989-11-04 03:37:05.640	44.239	12.079	10.0	2.3--Md
1989-03-26 21:30:15.080	44.281	11.957	10.0	2.3--Md
1988-05-22 23:31:03.320	44.527	12.446	5.0	2.8--Md
1988-05-15 16:29:18.200	44.52	12.323	9.9	2.7--Md
1988-04-07 11:42:06.080	44.425	11.994	5.0	3.0--Md
1988-03-10 13:07:23.280	44.597	12.13	5.0	2.7--Md
1988-02-16 23:47:39.910	44.446	11.992	5.0	3.2--Md
1988-02-01 14:05:36.300	44.245	11.978	10.0	2.1--Md
1987-06-23 10:40:48.320	44.255	12.102	7.5	2.4--Md
1986-06-21 22:57:30.800	44.292	12.106	24.4	3.6--Md
1985-06-22 09:03:17.910	44.244	12.152	5.0	2.7--Md

Tabella estratta dal sito <http://iside.rm.ingv.it>

Di seguito invece riportiamo gli eventi sismici registrati in un congruo intorno dal capoluogo del Comune di Ravenna e contenuti nel più aggiornato progetto dell'INGV denominato CPTI15.



GEOLOGICA TOSCANA

Studio Associato

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
5	1279	04	30				Appennino forlivese	5	7-8 5.52
F	1468	06	06	10	30		Romagna	3	4 3.70
F	1479	10	10	22			Forlì	2	5 4.16
6-7	1483	08	11	19	40		Romagna	14	8 5.69
4	1505	01	03	02			Bolognese	31	8 5.62
5	1511	03	26	15	30		Friuli-Slovenia	120	9 6.32
HD	1511	03	28	14	30		Friuli-Slovenia	7	
7-8	1620	06	22				Ravennate	2	6-7 4.86
5	1624	03	19				Argenta	18	7-8 5.43
3	1661	03	22	12	50		Appennino forlivese	79	9 6.05
6	1672	04	14	15	45		Riminese	92	8 5.59
7	1688	04	11	12	20		Romagna	39	8-9 5.84
4	1689	03	19				Faentino	3	4 3.70
F	1690	12	04	14			Carinthia, Villach	60	8-9 6.16
4-5	1695	02	25	05	30		Asolano	107	10 6.40
5	1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9 6.17
F	1778	06	11				Forlì	2	5-6 4.40
6-7	1780	05	25				Romagna	5	5-6 4.40
6	1781	04	04	21	20		Faentino	96	9-10 6.12
3-4	1781	06	03				Cagliese	157	10 6.51
7	1781	07	17	09	40		Faentino	46	8 5.61
5	1786	12	25	01			Riminese	90	8 5.66
6	1796	10	22	04			Emilia orientale	27	7 5.45
F	1810	12	25	00	45		Pianura emiliana	33	6 5.06
F	1828	10	09	02	20		Oltrepò Pavese	110	8 5.72
6-7	1861	10	16				Romagna	10	6-7 5.13
6-7	1870	10	30	18	34		Forlivese	41	8 5.61
6	1871	01	22	21	30		Pianura romagnola	8	6 4.95
4-5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8 5.85
6	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8 5.74
5	1881	02	12				Russi	13	5-6 4.69
3	1881	02	14	09	00	3	Appennino bolognese	21	6 4.77
4	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9 5.87
F	1891	08	01	13	32	2	Lugo	15	4-5 4.36
3	1895	03	23				Comacchio	33	6 4.65
3	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8 5.50

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

6	🔗	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
6	🔗	1911 02 19 07 18 3	Forlivese	181	7	5.26
3	🔗	1913 07 21 22 35	Appennino romagnolo	43	5-6	4.79
3	🔗	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
4	🔗	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
5	🔗	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
4	🔗	1916 08 16 07 06 1	Riminese	257	8	5.82
2-3	🔗	1917 04 26 09 35 5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
F	🔗	1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
3	🔗	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5.05
3-4	🔗	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
3	🔗	1934 11 30 02 58 2	Adriatico settentrionale	51	5	5.30
4	🔗	1935 06 05 11 48	Faentino	27	6	5.23
4	🔗	1953 12 14 07 11 0	Appennino forlivese	48	5-6	4.70
NF	🔗	1956 04 26 03 00 0	Appennino bolognese	89	6	4.74
2	🔗	1960 10 29 00 08 3	Mugello	69	7	4.91
4	🔗	1965 12 18 09 22 2	Pianura romagnola	11	5	4.54
6	🔗	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5.05
4	🔗	1969 01 10 16 17 3	Pianura Ravennate	22	5	4.38
3	🔗	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
4-5	🔗	1978 12 05 15 39 0	Romagna	34	4-5	4.61
4	🔗	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	🔗	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
2-3	🔗	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
2-3	🔗	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	🔗	1995 12 27 23 44 2	Forlivese	37	5	3.97
3-4	🔗	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3	🔗	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
NF	🔗	2000 05 06 22 07 0	Faentino	85	5	4.08
NF	🔗	2000 05 08 12 29 5	Faentino	126	5	4.67
NF	🔗	2000 05 10 16 52 1	Faentino	151	5-6	4.82
4	🔗	2002 11 02 10 57 4	Ferrarese	79	4	4.21
4	🔗	2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24
NF	🔗	2003 12 07 10 20 3	Forlivese	165	5	4.18
4	🔗	2004 11 24 22 59 3	Garda occidentale	176	7-8	4.99
3-4	🔗	2005 07 15 15 17 1	Forlivese	173	4-5	4.29

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area

Per quanto riguarda la descrizione dell'assetto geologico e geomorfologico comunale riprendiamo dati di archivio e bibliografici ampiamente diffusi in letteratura, in particolare il *Piano di Protezione Civile del Comune di Ravenna*.

Il territorio comunale di Ravenna si estende su una superficie complessiva di 654,88 kmq. Dal punto di vista morfologico si tratta di un paesaggio completamente pianeggiante con andamento totalmente omogeneo compreso tra le quote di 20 m s.l.m. ed il livello del mare stesso.

Tale paesaggio e la varietà di forme associate sono da mettere in relazione con l'evoluzione geologico - strutturale antica e recente dell'area.

La morfologia del territorio è quella tipica di una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili aventi argini rialzati e rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi per consentire il deflusso incanalato e proteggere le aree abitate e coltivate dalle frequenti esondazioni dovute alle improvvise piene dei fiumi, che trovavano facile e rapida espansione nelle zone tra un corso d'acqua e l'altro, talora particolarmente depresse.

Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi della parte interna del territorio comunale, mentre nella zona costiera si hanno in alcune ristrette fasce modesti rilievi, che raggiungono al massimo alcuni metri, determinati dalla presenza dei cordoni litorali dunosi.

Una menzione particolare merita il fenomeno della subsidenza, che nella zona della pianura ravennate è particolarmente intenso in particolar modo per l'emungimento di acqua dal sottosuolo ed in misura minore e più localizzata per la coltivazione dei giacimenti di gas a terra ed a mare in piattaforma.

Negli ultimi 30 - 40 anni infatti il territorio della zona di Ravenna ha subito notevoli abbassamenti, specialmente nell'area della zona industriale, dove è più alta la concentrazione di pozzi.

Numerosi corsi d'acqua appenninici che nascono fuori comune o fuori provincia sfociano in mare dopo aver transitato nel territorio comunale di Ravenna: in particolare il Reno, il Lamone, il Montone e il Ronco (questi ultimi due a sud del capoluogo sono stati fatti confluire a formare i Fiumi Uniti), il Bevano e il Savio.

Le direzioni prevalenti di scorrimento sono da sudovest verso nordest, così come determinato dalla esposizione predominante del versante appenninico romagnolo, mentre nel tratto terminale verso il mare l'orientazione degli alvei tende a disporsi da ovest verso est.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

Esistono nel territorio comunale anche numerosi specchi d'acqua e zone umide, tra cui le Valli di Comacchio, di Punte Alberete, la Valle delle Canne, alcune grosse cave e le zone delle Piallasse, che ricevendo e restituendo le maree, formano correnti che agiscono sul fondo del canale e proteggono la bocca del porto da insabbiamenti e da altre ostruzioni.

Infine bisogna menzionare il Canale Candiano, scavato nel 18° secolo al fine di migliorare e potenziare i collegamenti per il trasporto marittimo della città, che costituisce una fondamentale via d'acqua tra il mare ed il Porto interno di Ravenna.

3.1 Inquadramento geologico

3.1.1 Assetto geologico regionale

I caratteri geologici che definiscono la Pianura Padana traggono principalmente origine dagli studi di sismica a riflessione condotti da AGIP, che hanno evidenziato la presenza di depositi di età plio - quaternaria costituenti il riempimento del bacino di avanfossa compreso tra la catena appenninica a Sud e quella alpina a Nord.

Lo spessore complessivo delle unità quaternarie risulta di circa 1.000 - 1.500 metri.

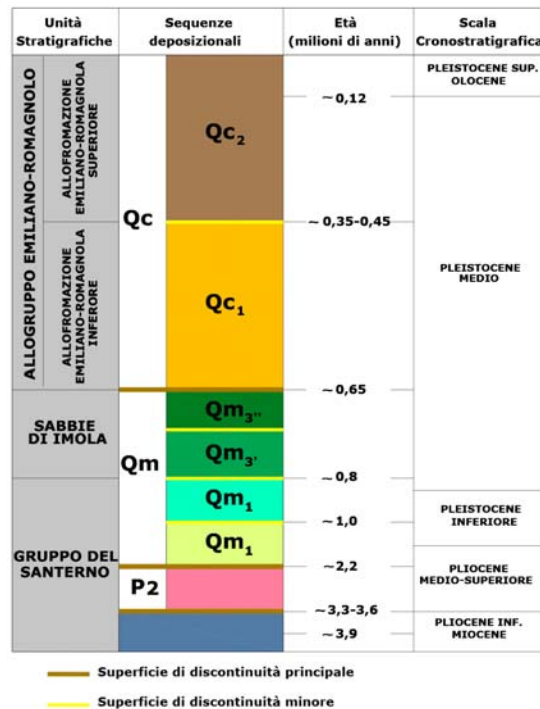
L'evoluzione sedimentaria plio - quaternaria del bacino registra una 'tendenza regressiva' da depositi marini di ambiente progressivamente sempre meno profondo fino a depositi continentali.

Si identificano quindi due distinti cicli sedimentari, uno marino (indicato in letteratura con 'Qm') ed uno continentale ('Qc'); tale tendenza risulta ben riconoscibile al margine appenninico (Ricci Lucchi et al., 1982).

Studi condotti dalla Regione Emilia - Romagna & ENI - AGIP (1998), basati sui profili sismici integrati da dati stratigrafici di pozzi profondi, hanno permesso di identificare la superficie di discontinuità tra i due cicli sedimentari anche nel sottosuolo della Pianura Padana, in corrispondenza del limite tra il Supersistema del Quaternario Marino (corrispondente al ciclo Qm) e il sovrastante Supersistema Emiliano - Romagnolo (ciclo Qc).

All'interno di queste due unità sono state riscontrate da vari autori discontinuità minori, che portano alla distinzione di sequenze deposizionali di rango inferiore all'interno dei due cicli sedimentari, come evidenziato nello schema sottostante, (Regione Emilia-Romagna, 1998).

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



Schema Stratigrafico Dei Depositi Plio - Quaternari Del Bacino Padano
(Fonte: Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998)

Facendo riferimento allo studio della Regione Emilia - Romagna & ENI - Agip (1998), si riconoscono nel Supersistema Emiliano - Romagnolo, caratterizzato da uno spessore complessivo di circa 600 - 700 metri, due unità allostratigrafiche definite come Alloformazione Emiliano - Romagnola Inferiore e Alloformazione Emiliano - Romagnola Superiore.

All'interno di quest'ultima sono presenti unità di rango inferiore (Allomembri) che registrano la ciclicità elementare glacioeustatica di IV ordine e che per loro natura ciclica costituiscono le unità cartografiche di riferimento.

Supersistema Emiliano - Romagnolo

Il Supersistema Emiliano - Romagnolo è l'unità stratigrafica che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti in corrispondenza del margine appenninico padano (ciclo Qc di Ricci Lucchi et al, 1982) ed i sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano - romagnola.

Questi ultimi, nel ravennate, includono depositi alluvionali che passano verso Est a depositi deltizi e marini, organizzati in cicli deposizionali di vario ordine gerarchico.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

Il limite inferiore del Supersistema Emiliano - Romagnolo affiora esclusivamente a ridosso del margine appenninico e nei settori intravallivi nell'area meridionale del Comune, dove è fortemente discordante sui depositi marini del Pleistocene medio (sabbie di Imola - IMO) e mio - pliocenici.

Il limite superiore coincide col piano topografico.

L'età dell'unità è Pleistocene medio – attuale (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

Alloformazione Emiliano - Romagnola Superiore (AES)

Costituisce la porzione superiore del Supersistema Emiliano - Romagnolo.

Nell'area di pianura comprende tutti i depositi continentali, deltizi, litorali e marini organizzati in successioni cicliche di alcune decine di metri di spessore.

Nel sottosuolo l'Alloformazione appoggia localmente in discontinuità stratigrafica sull'Alloformazione Emiliano - Romagnola Inf. ed è suddivisibile in quattro cicli deposizionali.

Il limite superiore corrisponde all'attuale superficie topografica.

L'età è attribuibile al Pleistocene medio - Olocene.

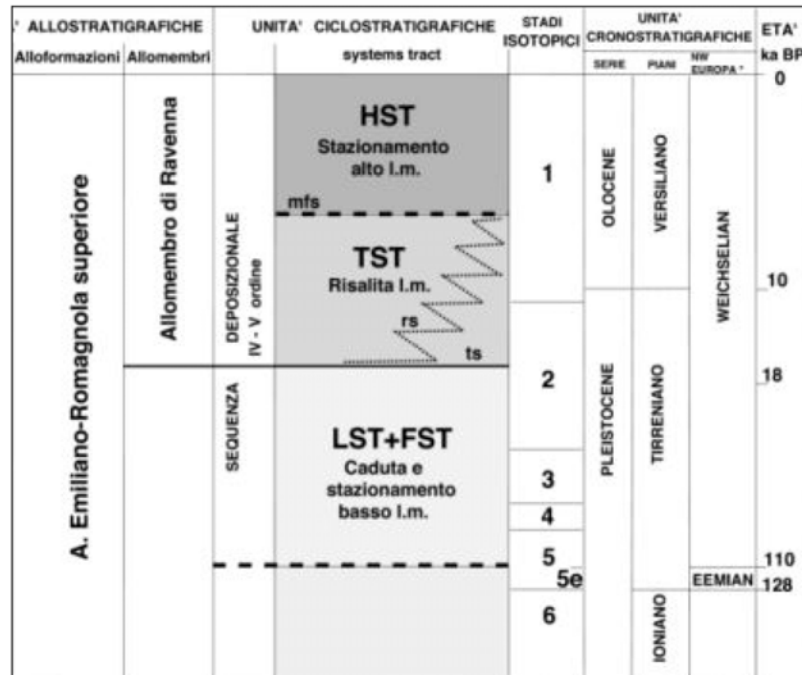
La porzione più investigata dell'alloformazione è rappresentata dai 120 metri sommitali: al di sotto dei sedimenti litorali, localmente affioranti, di età olocenica, attribuibili all'ultimo episodio trasgressivo quaternario (Allomembro di Ravenna), i primi depositi litorali e marini che si incontrano verso il basso stratigrafico sono rappresentati da un corpo tabulare alla profondità di circa -100 metri slm costituito da sabbie litorali e subordinatamente da argille di prodelta e transizione alla piattaforma.

Al di sopra di questi sedimenti marini sono riconoscibili depositi di alcune decine di metri prevalentemente argillosi di piana deltizia.

La comparsa, intorno a -50÷-70 metri slm di corpi sabbiosi nastriformi, interpretati come depositi fluviali di valle incisa, segna il passaggio ai sedimenti alluvionali che costituiscono la porzione dell'alloformazione immediatamente sottostante all'Allomembro di Ravenna.

Questo intervallo è caratterizzato da argille e limi di piana inondabile, con subordinate sabbie di canale, (Regione Emilia-Romagna, 1999) come si vede nello schema sottostante.

*Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani*



Schema Stratigrafico dell'Alloformazione Emiliano-Romagnola Sup. (Fonte: Regione Emilia-Romagna)

Allomembro di Ravenna (AES8)

Esso è caratterizzato da sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale, organizzati in corpi lentiformi, nastriformi e tabulari di vario spessore.

Il tetto, che coincide con il piano topografico, presenta suoli con diverso grado di alterazione, i cui orizzonti superiori variano da non calcarei a calcarei.

Il limite inferiore è inconforme e marcato da una superficie di discontinuità definita su base radiometrica.

Nell'area ravennate l'unità ha uno spessore compreso tra 20 e 28 metri.

La porzione basale di AES8 è caratterizzata dalla frequente presenza di sedimenti ricchi di sostanza organica palustri e/o lagunari di natura trasgressiva che si accompagnano ad una generale disattivazione dei sistemi fluviali del ciclo sottostante ed ad un generale spostamento verso monte dei sistemi deposizionali.

Questo intervallo basale costituisce pertanto un orizzonte stratigrafico di correlazione molto importante che caratterizza la base del subsistema in settori della pianura anche abbastanza diversi e lontani fra loro (per distanze dell'ordine di decine di chilometri).

La sua età, definita su basi radiometriche, varia da 14.280 +/- 140 a 7.420 +/- 60 anni.

Nella parte sommitale dell'Allomembro di Ravenna viene distinta un'unità di rango gerarchico inferiore, l'Unità di Modena (AES8a), la quale contiene i depositi più superficiali (sempre affioranti) e più recenti, compresi quelli attualmente in evoluzione.

Nel settore di alta pianura, la base di AES8a è data da una superficie di erosione fluviale che passa lateralmente ad una scarpata di terrazzo in cui sono confinati i depositi di canale.

Nei settori di bassa pianura la base di AES8a è individuata dal contatto, in discontinuità, delle sue tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo o scarsamente calcareo di AES8 che contiene i reperti di epoca romana o più antica in posto.

Il tetto di AES8a è dato da un suolo poco evoluto, calcareo, di pochi decimetri di spessore e generalmente di colore bruno olivastro o bruno grigiastro.

Il limite inferiore è datato al periodo post-romano e segna l'instaurarsi di un'importante fase di deterioramento climatico tra il IV e il VI sec. d.C. che determinò un aumento della piovosità, con conseguente modifica della rete idrografica e alluvionamento della pianura.

Nell'area ravennate gli effetti del cambiamento climatico sono registrati nell'incremento del tasso di sedimentazione con conseguente seppellimento degli elementi infrastrutturale della colonizzazione e bonifica romana.

Lo spessore dell'Unità di Modena varia da 0 a 5,5 metri (Regione Emilia-Romagna, 1999).

3.2 Inquadramento geomorfologico

La caratterizzazione geomorfologica è strettamente connessa al modello genetico di formazione del territorio.

In pianura gli effetti morfologici maggiori e più rilevanti sono quelli legati all'evoluzione del sistema idrografico, che a sua volta viene condizionato dai caratteri climatici prevalenti e dalle condizioni geologiche del sottosuolo.

Occorre inoltre considerare che il territorio ha subito nel tempo significative trasformazioni antropiche.

Non è semplice quindi riconoscere e ricostruire gli allineamenti fisici e morfologici originari ed anche molti 'fenomeni ambientali' che si verificano attualmente sono di difficile interpretazione, essendo spesso dipendenti o comunque connessi all'intervento dell'uomo sull'ambiente.

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

Tra gli agenti che concorrono all'assetto morfologico del territorio, la subsidenza, in parte di origine naturale in parte legata ai prelievi di fluido dal sottosuolo, è tra quelli attualmente attivi.

Studi effettuati da Arpa Ingegneria Ambientale indicano per il territorio comunale velocità di movimento verticale del suolo, comprese tra circa 5 e 10 mm/anno nei periodi 1999 - 2000 e 2002 - 2006.

35

4. Dati geotecnici e geofisici

Per lo studio di Microzonazione Sismica di livello 3° sono indispensabili la raccolta, l'archiviazione organizzata dei dati pregressi e la realizzazione di nuove specifiche indagini.

Nel caso specifico il Comune di Ravenna era stato già parzialmente indagato dal punto di vista sismico nell'ambito della redazione del Piano Operativo Comunale nel 2010 e, limitatamente alla fascia costiera, in occasione della stesura del recente POC Arenile (*indagini svolte dal Dott. Geol. Angelo Angeli*); queste indagini hanno costituito una discreta base di partenza per effettuare il lavoro di Microzonazione Sismica insieme a quelle eseguite nella primavera 2016.

Inoltre il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna ha messo a disposizione coppie di prove CPT – CPTU eseguite dal *Dott. Geol. Thomas Veronese di Codigoro (FE)* nelle località di Casalborgsetti, Lido di Savio e Marina di Ravenna, oltre ad una serie di misure di sismica passiva a stazione singola e in modalità di antenna sismica eseguite dalla ditta *EGIS System Srl di Siena* lungo la fascia costiera.

Infine l'Ing. Sara Martini dell'Area Infrastrutture Civili del Comune di Ravenna, in cooperazione con gli altri settori dell'Amministrazione, ha fornito una serie di prove geognostiche e geofisiche eseguite per svariati lavori presso infrastrutture ed edifici pubblici.

Riassumendo quanto appena enunciato, il lavoro di ricerca bibliografica e di archivio ha messo a disposizione le seguenti indagini geognostiche e geofisiche disposte abbastanza omogeneamente nei centri urbani del Comune:

- 87 prove HVSR;
- 122 prove CPT (prove penetrometriche statiche);
- 58 CPTU (prove con piezocono);
- 18 SCPTU (prove con piezocono sismico);
- 3 DH (prove sismiche in foro down - hole);
- 25 sondaggi geognostici;

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

- 13 prove ESAC;
- 5 prove Re.Mi.;
- 22 prove MASW.

Per integrare ulteriormente le indagini sopra menzionate ed estendere lo studio di Microzonazione Sismica alla maggior parte dei nuclei abitati o industriali del Comune, in particolare nelle aree interessate dal nuovo POC sono state effettuate le ulteriori seguenti prove :

- 9 prove HVSR;
- 22 prove MASW;
- 23 prove SCPTU;
- 2 prove DPSH.

Per quanto riguarda le indagini geotecniche possiamo vedere che la tipologia di indagini che più frequentemente è stata effettuata nel territorio comunale è la prova penetrometrica statica (CPT) seguita dalle prove con piezocono e dai sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

L'elenco relativo alle indagini geofisiche mostra che le prove maggiormente presenti sul territorio sono le HVSR che sono state effettuate per il progetto di Microzonazione unite a quelle usate per la redazione del Piano Operativo Comunale e a quelle reperite dagli archivi dell'Ufficio Tecnico comunale e regionale.

A seguire il binomio MASW - ESAC che solitamente viene eseguito in contemporanea per sopperire alle lacune dei due diversi metodi eseguiti singolarmente.

Per chiarezza va puntualizzato che per il presente studio sono state utilizzate solamente 257 indagini puntuali e 29 indagini lineari. Infatti non tutte quelle sopra descritte avevano una lunghezza o un'affidabilità tale da poter essere prese in considerazione.

5. Modello del sottosuolo

La raccolta delle indagini disponibili e la realizzazione di prove geofisiche e geognostiche ex-novo ha consentito la ricostruzione del modello di sottosuolo sia nelle frazioni che nel Capoluogo.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

La qualità del modello, funzione della densità di indagini, risulta maggiore laddove queste ultime sono ben distribuite e in gran numero come nel caso del Capoluogo e dei Lidi costieri; nelle altre aree il modello presenta alcune lacune e incertezze, superate mediante correlazioni di tipo geologico ed interpretazioni stratigrafiche.

Inoltre si sono rivelate fondamentali le prove di sismica passiva, le quali ci hanno fornito informazioni attendibili sulla profondità del substrato sismico.

In contrapposizione assumono minore importanza i risultati dei sondaggi a carotaggio continuo e delle prove penetrometriche, che non hanno mai consentito l'individuazione del bedrock geologico, in quanto quest'ultimo, come evidenziato dai dati delle compagnie petrolifere nel capitolo precedente, è stato rinvenuto a profondità di svariate centinaia di metri.

Come detto, molto utili sono state invece le indagini geofisiche sia attive che passive: queste a differenza delle prove geotecniche hanno consentito di stimare nella maggior parte dei casi il bedrock sismico (stimato a profondità comprese tra 300 e 350 metri), utile per valutare eventuali effetti di amplificazione stratigrafica.

Le indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSR) effettuate in buon numero, specificatamente per questo progetto, si sono correlate in maniera ottimale con le prove esistenti; questo ha consentito di utilizzarle, seppur con cautela, nella ricostruzione del modello geologico e geofisico del sottosuolo.

6. Elaborati cartografici

Come previsto dalle linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica sono state eseguite le seguenti carte:

- *Carta delle indagini*
- *Carta delle frequenze naturali dei depositi*
- *Carta geologico – tecnica*
- *Carta delle Vs*
- *Carta delle MOPS*
- *Carte di Microzonazione Sismica*

Per ognuna delle carte sopra menzionate sono stati prodotti 3 elaborati cartografici.

In virtù delle prescrizioni riportate negli standard di archiviazione e rappresentazione informatica 4.0b. La scala di tutte le cartografie è 1:10.000.

6.1 Carta delle indagini

La carta delle indagini è stata realizzata mediante tecnologia GIS, riportando su base topografica tutte le prove presenti nel database organizzato come esposto nel Capitolo 4.

Sono stati distinti graficamente gli elementi puntuali e lineari e ad ogni prova è stato assegnato un simbolismo funzione della tipologia d'indagine in ottemperanza agli standard di rappresentazione e archiviazione informativa per la Microzonazione Sismica Versione 4.0 b.

Tutta la cartografia è stata redatta in scala 1:10.000.

Analizzando la distribuzione areale delle prove si evidenzia una maggior densità nel Capoluogo e nei lidi costieri (Casal Borsetti, Lido Adriano, Lido di Savio e Lido di Classe).

Per quanto riguarda le altre frazioni, presentano una discreta densità di indagini le frazioni di Porto Fuori, Fosso Ghiaia, San Pietro in Vincoli e Classe, mentre le frazioni più piccole come Casemurate, Coccolia, Gambellara, San Bartolo e San Zaccaria, anche in funzione della minore espansione residenziale, risultano meno coperte da indagini di qualsiasi tipologia.

Le indagini eseguite per il presente studio sono riportate nello specifico report denominato *Report della campagna geognostica e geofisica ai fini dello "studio di microzonazione sismica di livello III" del Comune di Ravenna.*

Tutte le indagini di archivio sono state opportunamente siglate, raccolte a loro volta e fornite all'Amministrazione Committente in un'apposita relazione riepilogativa.

6.2 Carta delle frequenze naturali dei terreni

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi tra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontale e verticale del rumore sismico ambientale. Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione H/V).

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura. La campagna di misure passive del rumore sismico ambientale ha avuto come obiettivo quello di individuare possibili fenomeni di risonanza sismica e misurare la corrispondente frequenza di vibrazione. Queste misure forniscono indicazioni sul rapporto fra la velocità media delle onde S nella copertura e la profondità del basamento sismico al di sotto del punto di osservazione.

Si può dimostrare che la frequenza di risonanza f_0 di una copertura sedimentaria di spessore H sovrapposta ad un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra la velocità media delle onde S nel sedimento V_s e 4 volte lo spessore H :

$$f_o = \frac{V_s}{4H}$$

Utilizzando questa relazione è possibile risalire dalla frequenza di risonanza misurata allo spessore della copertura una volta nota la velocità delle onde di taglio, o viceversa a quest'ultima se lo spessore H è noto. La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio.

La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tridimensionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vengono analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sui piani orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto. Dopo un opportuno lisciamiento, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale. Per definire la qualità delle misure vengono anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura. L'assenza di massimi della funzione H/V suggerisce l'assenza di fenomeni di amplificazione sismica dovuti a fenomeni di risonanza. Per maggiori dettagli riguardo i dati di acquisizione ed elaborazione delle indagini effettuate per lo studio in oggetto si rimanda alle relazioni tecniche allegate alla presente relazione. Per il presente studio sono state scelte 63 misure le quali sono tutte in accordo sul fatto che a Ravenna non esiste una vera e propria frequenza di vibrazione, in sintonia con l'elevata profondità del substrato.

Gli elaborati (Carta delle frequenze fondamentali dei depositi) sono costituiti da una semplice base topografica su cui sono state riportate le misure di rumore con evidenziata la frequenza di risonanza in blu e il valore del rapporto H/V in rosso tra 0,2 e 20 Hz.

6.3 Carta geologico-tecnica

La carta geologico - tecnica è stata revisionata a partire dagli elaborati geologici del Piano Operativo Comunale del 2010 e dalla carta geologico – tecnica redatta in fase di secondo livello di approfondimento del RUE.






La perimetrazione di alcune formazioni è stata tuttavia rivista e modificata in funzione delle nuove indagini geognostiche e geofisiche eseguite in occasione del presente lavoro.

Le carte geologico tecniche sono state redatte per ogni ambito indagato in scala 1:10.000 e rappresentano, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.0 b – ottobre 2015), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle aree suscettibili di effetti locali.

Le uniche unità geologico - litologiche presenti sono rappresentate dai *terreni di copertura*; nel territorio comunale di Ravenna non è mai stato rilevato il substrato geologico rigido o non rigido.

La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette così di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità.

Le tipologie dei terreni di copertura in base alle caratteristiche litologiche e i relativi codici corrispondenti vengono descritti utilizzando l'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985, modificato) come di seguito presentato:

Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

In aggiunta per i terreni di copertura vengono riportati i codici relativi agli ambienti di possibile genesi e deposizione dei terreni di copertura.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

Ambiente vulcanico	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Coni scorie/ceneri	sc
Coltri ignimbritiche	ig
<i>Lahar</i> (colate di fango)	lh
Ambiente di versante	
Falda detritica	fd
Conoide detritica	cd
Conoide di deiezione	cz
Eluvi/colluvi	ec
Ambiente fluvio - lacustre	
Argine/barre/canali	es
Piana deltizia	dl
Piana pedemontana	pd
Bacino (piana) intramontano	in
Conoide alluvionale	ca
Terrazzo fluviale	tf
Lacustre	lc
Palustre	pa
Piana inondabile	pi
Ambiente carsico	
Riempimento di dolina/ <i>karren</i> / <i>vaschetta/sinkhole</i>	do
Forme costruite presso sorgenti	so
Forme costruite in canyon carsici	cy
Croste calcaree	cc
Ambiente glaciale	
Morena	mr
Deposito fluvio glaciale	fg
Deposito lacustre glaciale	fl
<i>Till</i>	ti
Ambiente eolico	
Duna eolica	de
<i>Loess</i>	ls
Ambiente costiero	
Spiaggia	sp
Duna costiera	dc
Cordone litoraneo	cl
Terrazzo marino	tm
Palude/laguna/stagno/lago costiero	pl
Altro ambiente	zz

In tale cartografia sono stati valutati gli elementi geologici e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido, profondità della falda).

Infine sono state valutate le forme morfologiche di superficie e sepolte.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie “unità geologico - tecniche” individuate con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

Terreni di copertura

- Unità geologico - tecnica SP: si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite a granulometria poco assortita, corrispondente alle *sabbie* della legenda della carta geologica del POC;
- Unità geologico - tecnica SM: si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscele di sabbie e limi, corrispondenti alle *sabbie limose* della legenda della carta geologica del POC;
- Unità geologico - tecnica MH: si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomitici, corrispondenti ai *limi argilloso – sabbiosi e sabbie limoso - argillose* della legenda della carta geologica del POC;
- Unità geologico - tecnica CH: si tratta di terreni costituiti da argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse, corrispondenti alle *argille limose e alle argille limose con torba* della legenda della carta geologica del POC.

Infine per quanto riguarda gli ambienti genetico deposizionali dei terreni di copertura abbiamo riconosciuto unicamente terreni di ambiente fluvio – lacustre di piana inondabile (*pi*) e di ambiente costiero – spiaggia (*sp*).

6.4 Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_S)

In questa carta vengono riportati tutti i punti di misura di V_S delle aree oggetto di microzonazione e vengono evidenziati i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio S nei primi 30 metri del sottosuolo.

I valori utilizzati di V_{S30} sono da riferirsi sia alle indagini d’archivio che a quelle effettuate (MASW, MASW - ESAC, SCPTU, DOWN - HOLE, Re.Mi.).

La carta è stata eseguita interpolando tra le molteplici indagini a disposizione in modo da poter estendere il dato puntuale arealmente alle aree interessate dalla studio di microzonazione.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

Considerando distribuzione ed andamento dei dati di velocità delle onde S nei primi 30 metri di sottosuolo, opportunamente correlati con altri dati geognostici e geofisici, si nota come in generale le elaborazioni delle acquisizioni eseguite abbiano evidenziato valori oscillanti tra un valore minimo di 150 m/s, rilevato nei pressi delle frazioni di Casal Borsetti, Marina Romea e Porto Corsini, e un valore massimo di 290 m/sec nei pressi della zona industriale.

6.5 Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica costituisce il documento fondamentale per il primo livello di approfondimento e risulta una carta di vitale importanza anche per il terzo livello di approfondimento in quanto vengono segnalate le problematiche da approfondire nei successivi steps. La carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e delle valutazioni dei dati litostratigrafici è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc...).

Le informazioni utilizzate, oltre alla cartografia di base disponibile sono:

- carta delle indagini, precedentemente prodotta;
- carte geologiche e geomorfologiche del Comune di Ravenna;
- logs litostratigrafici dedotti da dati di sondaggi, pozzi;
- sezioni geologiche;
- carte di dissesto idrogeologico (progetto IFFI).

Le microzone della carta sono classificate in tre categorie:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, con effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- c) zone di attenzione per le instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti nel territorio. I principali tipi di instabilità sono: instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali.

In questo caso specifico sono state individuate 15 microzone omogenee determinate in funzione dei criteri sopra esposti che vengono descritte di seguito:

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

6.5.1 Zone stabili

Le zone stabili sono quelle di affioramento del substrato geologico dove non si abbiano notizie di coperture maggiori di 3 metri e/o di amplificazioni dovute a differenze marcate di impedenza acustica tra la copertura alterata e il substrato integro.

Per il Comune di Ravenna non esistono zone di questo tipo.

45

6.5.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono quelle per le quali è attesa un'amplificazione del moto sismico per effetto della sola stratigrafia.

Per il Comune di Ravenna esistono due zone di questo tipo:

ZONA 2014: questa zona comprende le aree la cui stratigrafia è data da argille inorganiche, sabbie limose e limi sabbiosi, argille e argille limose con livelli di sabbie e di nuovo sabbie limose e limi sabbiosi. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 2015: questa zona comprende le aree dove affiorano limi sabbiosi e sabbie limose, soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. I due strati più superficiali hanno spessori maggiori rispetto alla zona 30502007, ma specialmente per lo strato più superficiale, minori di quelli della zona 30502003.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

6.5.3 Zone di attenzione per instabilità

Le zone di attenzione per instabilità cartografate nell'area oggetto di studio sono riferibili a fenomeni di instabilità dovuta a liquefazione.

Le zone suscettibili di liquefazione (Z_{ALQ}) sono le zone nelle quali gli studi hanno verificato se esistono 4 condizioni predisponenti:

1. Terreni sabbiosi;
2. Falda a profondità inferiore a 15 m;
3. Magnitudo attesa al sito $M_w > 5$;
4. Accelerazioni massime in superficie (pga) $> 0,1g$.

Tali zone dovranno essere riviste, confermate o smentite dai successivi livelli di approfondimento.

ZONA 30502001: questa zona comprende le aree di litorale dove affiorano sabbie quasi pulite e sabbie limose, sovrastanti ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502002: questa zona comprende le aree immediatamente retrostanti a quelle di litorale dove affiorano argille inorganiche di piccolo spessore soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502003: questa zona comprende le aree dove affiorano limi sabbiosi e sabbie limose, soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502004: questa zona è identica alla zona 30502003 ma con coperture sovrastanti metriche di sabbie limose e limi sabbiosi. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

ZONA 30502005: questa zona comprende le aree dove affiorano importanti livelli di sabbie limose e limi sabbiosi sovrastanti ad argille e argille limose con livelli di sabbie.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502006: questa zona comprende le aree la cui stratigrafia è data da argille inorganiche, sabbie limose e limi sabbiosi, argille e argille limose con livelli di sabbie e di nuovo sabbie limose e limi sabbiosi. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502007: questa zona comprende le aree dove affiorano limi sabbiosi e sabbie limose, soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi (molto meno spessi che nella zona 30502003) e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502008: questa zona comprende le aree dove affiorano argille inorganiche di piccolo spessore soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi (molto meno spessi che nella zona 30502002) e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502009: questa zona comprende le aree dove affiorano argille inorganiche di grande spessore soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

ZONA 30502010: questa zona comprende le aree dove affiorano limi sabbiosi e sabbie limose, soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. I due strati più superficiali hanno spessori maggiori rispetto alla zona 30502007, ma specialmente per lo strato più superficiale, minori di quelli della zona 30502003.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502011: questa zona comprende le aree dove affiorano argille inorganiche di spessore compreso tra quello della zona 30502002 e della zona 30502009, soprastanti a sabbie limose e limi sabbiosi e ad argille e argille limose con livelli di sabbie. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502012: questa zona comprende le aree dove affiorano e si approfondiscono per alcune decine di metri esclusivamente limi sabbiosi e sabbie limose. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

ZONA 30502013: questa zona è come la zona 30502012 ma con una copertura di qualche metro di argille inorganiche. Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. La zona può avere effetti di liquefazione.

6.6 Carta di Microzonazione Sismica

La carta di microzonazione sismica è stata redatta seguendo le specifiche tecniche riportate negli ICMS2008 e successive modificazioni e gli standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.0b.

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

In particolare appare chiaro come per il Comune di Ravenna non vi siano effetti topografici di amplificazione sismica essendo il territorio comunale quasi completamente pianeggiante e nemmeno effetti dovuti all'attivarsi o al riattivarsi di fenomeni franosi.

Per quanto riguarda invece le amplificazioni litostratigrafiche e quindi per il calcolo dei coefficienti di amplificazione FPGA sono stati usati gli abachi proposti dalla regione Emilia-Romagna nel DGR 2193/15 ed in particolare il PIANURA 3.

Il coefficiente di amplificazione è stato scelto in base alla Vs30 e mappato sulla carta di microzonazione sismica.

E' stato scelto di usare il coefficiente di amplificazione FAPGA sia nella redazione della Carta di Microzonazione Sismica, sia nel calcolo dell'Indice del Potenziale di Liquefazione, poiché i valori dei fattori di amplificazione scaturiti dalle analisi RSL sotto riportate sono risultati molto piccoli.

La scelta è stata condotta in direzione della massima cautela.

La stima del potenziale di liquefazione è stata eseguita su tutte le verticali SCPTU eseguite per conto del Comune di Ravenna per la microzonazione sismica del territorio.

Sono state inoltre verificate 26 CPT e 24 CPTU di archivio per le quali sono disponibili e gestibili i dati numerici di campagna.

Per la correzione dei valori delle prove CPT sono state usate le relazioni proposte nell'articolo "*Utilizzo di prove penetrometriche statiche a punta meccanica per la stima del potenziale di liquefazione*" pubblicato sulla Rivista Italiana di Geotecnica 3/2016 (*Claudia Madaï, Giovanni Vannucchi, Massimo Baglione, Luca Martelli, Thomas Veronese*).

Il calcolo è stato eseguito per i primi 20 metri di sottosuolo (dove possibile altrimenti è stato verificato il coefficiente di liquefazione per le profondità raggiunte dalle prove) attraverso i 7 metodi empirici più comunemente usati, moltiplicando l'accelerazione di sito (riferita al suolo rigido) di ogni singola prova con il fattore di amplificazione ricavato dalle precedenti analisi.

I metodi usati sono stati i seguenti:

- 1. NCEER (2001)**
- 2. Robertson (2009)**
- 3. Idriss & Boulanger (2008)**
- 4. Idriss & Boulanger (2014)**
- 5. J&A1**
- 6. Moss**
- 7. AGI**

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

La comparazione tra queste metodologie di calcolo e il raffronto tra lo scrivente, il Servizio Sismico della Regione Emilia Romagna e membri della commissione tecnica nazionale sulla liquefazione ha permesso di scegliere per il Comune di Ravenna l'uso dei più cautelativi tra i risultati del metodo 2. Robertson, il metodo 3. Idriss&Boulanger (2008) e il metodo Idriss&Boulanger (2014) in quanto affinati su banche date molto ampie e stabili nei risultati.

In allegato vengono riportate le analisi per ogni verticale indagata.

E' stata redatta una carta di lavoro dell'indice di potenziale liquefazione prodotta attraverso l'interpolazione lineare dei dati in nostro possesso senza tenere conto delle microzone perimetrate nella Carta delle MOPS. Tale elaborato è stato quindi confrontato con una seconda carta dell'indice di potenziale liquefazione prodotta manualmente tenendo conto delle microzone della Carta delle MOPS.

La scelta per la produzione della Carta di Microzonazione Sismica è infine ricaduta sulla seconda opzione in quanto la mera interpolazione lineare prescinde troppo dal dato geologico rivisto e confermato nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

L'incrocio tra i coefficienti di amplificazione FPGA e l'indice di liquefazione calcolato nella verifica a liquefazione ha permesso quindi di costruire la Carta di Microzonazione Sismica di III° livello.

In particolare per le zone studiate si nota quanto segue:

- esistono poche aree dove l'indice di potenziale liquefazione è risultato basso.
- intorno a tali aree, in accordo con i dati delle prove, sono state perimetrate delle aree a potenziale di liquefazione moderato.
- le restanti aree hanno mostrato tutte un indice di potenziale liquefazione maggiore di 5. In particolare 27 aree hanno un IL compreso tra 5 e 15, quindi a probabilità di liquefazione alta e le restanti 40 hanno un IL maggiore di 15, quindi a probabilità di liquefazione molto alta.

Attraverso gli stessi principi che hanno permesso la costruzione della Carta di Microzonazione Sismica in termini di FPGA, sono state costruite anche le Carte di Microzonazione Sismica in termini di FH₀₁₀₅, FH₀₅₁₀ e FH₀₅₁₅.

7. Calcolo dei cedimenti post-sismici e RSL

7.1 Calcolo dei cedimenti post-sismici

Sulle verticali delle prove SCPTU eseguite nella primavera 2016 e su quelle eseguite questa estate a corredo dei nuovi strumenti urbanistici oltre al calcolo dell'indice di potenziale liquefazione, sono stati verificati anche i cedimenti post-sismici.

I terreni sono stati considerati prevalentemente granulari in modo da poter stimare la deformazione volumetrica dai risultati delle suddette prove.

Per il calcolo della deformazione di taglio indotta dall'azione sismica γ_{\max} è stato deciso di utilizzare la legge di variazione $G(\gamma)/G_0$ desunta da curve di letteratura per terreni con proprietà simili.

Poiché i primi 20 metri di sottosuolo presentano bene o male sempre le solite caratteristiche litologiche è stato deciso in via del tutto prudentiale di utilizzare sempre la curva EPRI(93), 0 – 20 ft.

Da quanto fin qui detto e utilizzando l'espressione di Idriss e Boulanger (2008) abbiamo rilevato per le varie zone i seguenti cedimenti:

- SCPTU1B: 0,8 cm – Casalborgsetti
- SCPTU2B: 1,0 cm – Piangipane
- SCPTU3B: 0,8 cm – Sant'Alberto
- SCPTU4B: 1,0 cm – Coccolia
- SCPTU5B: 1,1 cm – Ragone e Filetto
- SCPTU6B: 1,1 cm – Villanova e San Marco
- SCPTU7B: 1,1 cm – Case Murate
- SCPTU8B: 0,9 cm – Punta Marina
- SCPTU9B: 0,9 cm – Lido di Dante
- SCPTU10B: 0,8 cm – Ravenna città
- SCPTU11B: 0,8 cm – Ravenna città
- SCPTU12B: 0,9 cm – Castiglione di Ravenna
- SCPTU13B: 1,1 cm – San Pietro in Vincoli
- SCPTU14B: 0,8 cm – Marina di Ravenna
- SCPTU15B: 0,8 cm – Porto Fuori

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

- SCPTU1C: 0,8 cm – San Romualdo
- SCPTU2C: 0,8 cm – Camerlona
- SCPTU3C: 0,6 cm – Fornace Zarattini
- SCPTU4C: 1,0 cm – San Michele
- SCPTU5C: 0,3 cm – Torre Piezometrica
- SCPTU7C: 0,5 cm – Ravenna Parco Mura
- SCPTU8C: 1,0 cm – Castiglione di Ravenna
- SCPTU10C: 0,7 cm – Classe
- SCPTU11C: 1,1 cm – Massa Castello
- SCPTU12C: 1,1 cm – San Pietro in Campiano
- SCPTU13C: 1,0 cm – Ravenna Rotonda Doganieri
- SCPTU14C: 2,5 cm – Marina Romea
- SCPTU15C: 2,7 cm – Casalborgorsetti
- SCPTU16C: 1,8 cm – Sant’Alberto
- SCPTU17C: 2,3 cm – Sant’Alberto
- SCPTU18C: 0,9 cm – Ravenna Scuola Ricci
- SCPTU19C: 0,8 cm – Ravenna Scuola Don Minzoni
- SCPTU20C: 0,3 cm – Ravenna Via Talamone
- SCPTU21C: 0,9 cm – Ravenna Pala De Andrè
- SCPTU22C: 0,8 cm – Ravenna Scuola Callegari – Montanari
- SCPTU23C: 0,0 cm – Ravenna Rocca Brancaleone
- SCPTU24C: 2,7 cm – Marina di Ravenna Campo da baseball
- SCPTU25C: 2,6 cm – Marina di Ravenna Campo da calcio

7.2 Risposta Sismica Locale (RSL)

Su 11 fabbricati di particolare interesse per l’amministrazione comunale, abbiamo eseguito il calcolo della risposta sismica locale. Tale verifica, puntuale e monodimensionale, permette di ricavare lo spettro di progetto reale del terreno in quel punto e quindi poterlo confrontare con lo spettro di normativa e quindi eseguire una valutazione di pericolosità sismica più accurata.

GEOLOGICA TOSCANA
Studio Associato

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



DATI DI INPUT

La valutazione della risposta sismica locale mediante analisi 1D permette di definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali (sia sepolte sia topografiche). Questo approccio è ritenuto la via ufficiale delle NTC2008 (Cap. 3.2.2) e consente, in determinati casi e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo (Cap. 3.2.2 NTC2008), elementi di risparmio rispetto all'approccio semplificato di normativa (categorie di sottosuolo), poiché identifica amplificazione per intervalli di periodi solitamente più limitati rispetto a quelli di normativa.

In determinati casi (ad esempio con substrato sismico con profondità dal piano campagna > 350 m e con assenza di importanti contrasti di Vs nelle coperture sismiche) anche il livello di amplificazione, ovvero l'ordinata dello spettro di risposta $S_e(g)$, risulta inferiore a quello desumibile dal ricorso alle categorie di sottosuolo.

Di seguito si illustra una procedura per giungere alla definizione della risposta sismica locale, sulla base dei parametri progettuali e geologico-tecnici (relativi alla campagna di esplorazione del sottosuolo) mediante l'utilizzo di software specifici come STRATA (Kottke & Rathje, 2008) per la realizzazione delle analisi di risposta sismica locale 1D.

La prima informazione necessaria per la definizione dell'input sismico (definizione degli accelerogrammi scelti tra quelli spettrocompatibili della Regione Emilia Romagna per il Comune di Ravenna - 000046xa_039014Ravenna - 000126xa_039014Ravenna - 000354xa_039014Ravenna) è l'accelerazione di base del sito di progetto (a_g), al valore della quale bisognerà scalare ognuno dei 3 accelerogrammi, costituenti l'input sismico. Per la definizione di tale parametro sono necessarie al modellista alcune informazioni relative al progetto ed alla sua localizzazione spaziale.

Nel caso specifico abbiamo:

1.Pala De Andrè

Sito in esame.

latitudine: 44,419922

longitudine: 12.230001

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274Lon: 12,1604 Distanza: 5589,173

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282Lon: 12,2304 Distanza: 918,822

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782Lon: 12,2314 Distanza: 4640,568

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774Lon: 12,1615 Distanza: 7208,318

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,047 g

Fo: 2,453

Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,058 g

Fo: 2,485

Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,160 g

Fo: 2,557

Tc*: 0,279 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,212 g

Fo: 2,504

Tc*: 0,285 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500

Cc: 1,630

St: 1,000

Kh: 0,014

Kv: 0,007

Amax: 0,691

Beta: 0,200

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLD:**

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,860
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,056
Kv: 0,028
Amax: 2,278
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,380
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,082
Kv: 0,041
Amax: 2,868
Beta: 0,280

2. Uffici Viale Berlinguer

Sito in esame.

latitudine: 44,4038121547083

longitudine: 12,1922068333613

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274Lon: 12,1604 Distanza: 3643,451

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282Lon: 12,2304 Distanza: 4067,984

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782Lon: 12,2314 Distanza: 4218,906

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774Lon: 12,1615 Distanza: 3816,640

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,048 g
Fo: 2,448
Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,060 g
Fo: 2,481
Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,164 g
Fo: 2,544
Tc*: 0,281 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,217 g
Fo: 2,493
Tc*: 0,286 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,015
Kv: 0,007
Amax: 0,713
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,886
Beta: 0,200

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLV:**

Ss: 1,450

Cc: 1,600

St: 1,000

Kh: 0,057

Kv: 0,029

Amax: 2,332

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,380

Cc: 1,590

St: 1,000

Kh: 0,084

Kv: 0,042

Amax: 2,930

Beta: 0,280

3. Sede Polizia Municipale

Sito in esame.

latitudine: 44,420426625364

longitudine: 12,2063007819235

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274 Lon: 12,1604 Distanza: 3726,609

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282 Lon: 12,2304 Distanza: 2099,736

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782 Lon: 12,2314 Distanza: 5100,642

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774 Lon: 12,1615 Distanza: 5961,369

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,048 g

Fo: 2,450

Tc*: 0,262 [s]

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Danno (SLD):**

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,059 g
Fo: 2,483
Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,162 g
Fo: 2,550
Tc*: 0,280 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,214 g
Fo: 2,499
Tc*: 0,286 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,702
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,873
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,056
Kv: 0,028
Amax: 2,305
Beta: 0,240

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLC:**

Ss: 1,380

Cc: 1,590

St: 1,000

Kh: 0,083

Kv: 0,041

Amax: 2,899

Beta: 0,280

4. MAR

Sito in esame.

latitudine: 44,4148127521916

longitudine: 12,2076586574786

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274Lon: 12,1604 Distanza: 4006,053

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282Lon: 12,2304 Distanza: 2339,646

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782Lon: 12,2314 Distanza: 4486,231

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774Lon: 12,1615 Distanza: 5544,356

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,048 g

Fo: 2,450

Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,059 g

Fo: 2,483

Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,162 g

Fo: 2,549

Tc*: 0,280 [s]

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,215 g
Fo: 2,497
Tc*: 0,286 [s]

61

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,704
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,875
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,057
Kv: 0,028
Amax: 2,310
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,380
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,083
Kv: 0,041
Amax: 2,905
Beta: 0,280

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***5. Biblioteca Classense**

Sito in esame.

latitudine: 44,4153567981745
longitudine: 12,2006778282608
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186	Lat: 44,4274Lon: 12,1604	Distanza: 3468,292
Sito 2 ID: 17187	Lat: 44,4282Lon: 12,2304	Distanza: 2758,343
Sito 3 ID: 17409	Lat: 44,3782Lon: 12,2314	Distanza: 4797,984
Sito 4 ID: 17408	Lat: 44,3774Lon: 12,1615	Distanza: 5242,534

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,048 g
Fo: 2,449
Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,060 g
Fo: 2,483
Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,163 g
Fo: 2,548
Tc*: 0,280 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,215 g
Fo: 2,497
Tc*: 0,286 [s]

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Coefficienti Sismici****SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,706
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,878
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,057
Kv: 0,028
Amax: 2,315
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,380
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,083
Kv: 0,042
Amax: 2,911
Beta: 0,280

6. Stadio Benelli

Sito in esame.

latitudine: 44,4072010399284

longitudine: 12,1958848042612

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274 Lon: 12,1604 Distanza: 3605,253

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282 Lon: 12,2304 Distanza: 3600,080

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782 Lon: 12,2314 Distanza: 4284,062

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774 Lon: 12,1615 Distanza: 4293,209

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,048 g

Fo: 2,449

Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,481

Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,164 g

Fo: 2,545

Tc*: 0,281 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,216 g

Fo: 2,494

Tc*: 0,286 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,800

Cc: 2,440

St: 1,000

Kh: 0,017

Kv: 0,009

Amax: 0,853

Beta: 0,200

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLD:**

Ss: 1,800
Cc: 2,370
St: 1,000
Kh: 0,022
Kv: 0,011
Amax: 1,060
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,780
Cc: 2,360
St: 1,000
Kh: 0,070
Kv: 0,035
Amax: 2,856
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,590
Cc: 2,340
St: 1,000
Kh: 0,096
Kv: 0,048
Amax: 3,369
Beta: 0,280

7. Scuola Primaria Randi

Sito in esame.

latitudine: 44,4065570976043
longitudine: 12,1909709074411
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186	Lat: 44,4274Lon: 12,1604	Distanza: 3358,318
Sito 2 ID: 17187	Lat: 44,4282Lon: 12,2304	Distanza: 3948,730
Sito 3 ID: 17409	Lat: 44,3782Lon: 12,2314	Distanza: 4500,151
Sito 4 ID: 17408	Lat: 44,3774Lon: 12,1615	Distanza: 3997,567

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,048	g
Fo:	2,448	
Tc*:	0,262	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,060	g
Fo:	2,481	
Tc*:	0,278	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,164	g
Fo:	2,544	
Tc*:	0,281	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,216	g
Fo:	2,493	
Tc*:	0,286	[s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss:	1,800
Cc:	2,440
St:	1,000
Kh:	0,017
Kv:	0,009
Amax:	0,855
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,800
Cc:	2,370
St:	1,000
Kh:	0,022
Kv:	0,011
Amax:	1,062
Beta:	0,200

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLV:**

Ss: 1,770
Cc: 2,360
St: 1,000
Kh: 0,070
Kv: 0,035
Amax: 2,844
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,590
Cc: 2,340
St: 1,000
Kh: 0,096
Kv: 0,048
Amax: 3,373
Beta: 0,280

8. Scuola Ricci Muratori

Sito in esame.

latitudine: 44,40412
longitudine: 12,202744
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186	Lat: 44,4274Lon: 12,1604	Distanza: 4245,423
Sito 2 ID: 17187	Lat: 44,4282Lon: 12,2304	Distanza: 3462,051
Sito 3 ID: 17409	Lat: 44,3782Lon: 12,2314	Distanza: 3672,076
Sito 4 ID: 17408	Lat: 44,3774Lon: 12,1615	Distanza: 4422,454

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,048 g
Fo: 2,449
Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,060 g
Fo: 2,482
Tc*: 0,278 [s]

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,164 g
Fo: 2,546
Tc*: 0,281 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,216 g
Fo: 2,494
Tc*: 0,286 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,800
Cc: 2,440
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,009
Amax: 0,852
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,800
Cc: 2,370
St: 1,000
Kh: 0,022
Kv: 0,011
Amax: 1,059
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,780
Cc: 2,360
St: 1,000
Kh: 0,070
Kv: 0,035
Amax: 2,854
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,590
Cc: 2,340
St: 1,000
Kh: 0,096
Kv: 0,048
Amax: 3,368
Beta: 0,280

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***9. Scuola Mordani**

Sito in esame.

latitudine: 44,419403

longitudine: 12,199057

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274 Lon: 12,1604 Distanza: 3196,264

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282 Lon: 12,2304 Distanza: 2674,293

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782 Lon: 12,2314 Distanza: 5252,165

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774 Lon: 12,1615 Distanza: 5540,334

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,048 g

Fo: 2,450

Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,483

Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,163 g

Fo: 2,548

Tc*: 0,280 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,215 g

Fo: 2,497

Tc*: 0,286 [s]

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Coefficienti Sismici****SLO:**

Ss: 1,800

Cc: 2,440

St: 1,000

Kh: 0,017

Kv: 0,009

Amax: 0,847

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,800

Cc: 2,370

St: 1,000

Kh: 0,021

Kv: 0,011

Amax: 1,052

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,780

Cc: 2,360

St: 1,000

Kh: 0,070

Kv: 0,035

Amax: 2,840

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,600

Cc: 2,340

St: 1,000

Kh: 0,096

Kv: 0,048

Amax: 3,371

Beta: 0,280

10. Scuola Garibaldi

Sito in esame.

latitudine: 44,4098898381728

longitudine: 12,211813479689

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17186 Lat: 44,4274Lon: 12,1604 Distanza: 4524,450

Sito 2 ID: 17187 Lat: 44,4282Lon: 12,2304 Distanza: 2513,477

Sito 3 ID: 17409 Lat: 44,3782Lon: 12,2314 Distanza: 3851,454

Sito 4 ID: 17408 Lat: 44,3774Lon: 12,1615 Distanza: 5387,138

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,048 g

Fo: 2,450

Tc*: 0,262 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,483

Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,163 g

Fo: 2,549

Tc*: 0,280 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,215 g

Fo: 2,496

Tc*: 0,286 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500

Cc: 1,630

St: 1,000

Kh: 0,014

Kv: 0,007

Amax: 0,705

Beta: 0,200

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLD:**

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,876
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,057
Kv: 0,028
Amax: 2,313
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,380
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,083
Kv: 0,042
Amax: 2,909
Beta: 0,280

11. San Pietro in Campiano

Sito in esame.

latitudine: 44,291015

longitudine: 12,180218

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17852 Lat: 44,2774 Lon: 12,1637 Distanza: 2002,374

Sito 2 ID: 17853 Lat: 44,2782 Lon: 12,2335 Distanza: 4472,476

Sito 3 ID: 17631 Lat: 44,3282 Lon: 12,2324 Distanza: 5861,935

Sito 4 ID: 17630 Lat: 44,3274 Lon: 12,1626 Distanza: 4284,441

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,055 g
Fo: 2,443
Tc*: 0,263 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,069 g
Fo: 2,436
Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,181 g
Fo: 2,453
Tc*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,237 g
Fo: 2,424
Tc*: 0,303 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,803
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,021
Kv: 0,010
Amax: 1,012
Beta: 0,200

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***SLV:**

Ss: 1,430

Cc: 1,570

St: 1,000

Kh: 0,062

Kv: 0,031

Amax: 2,535

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,350

Cc: 1,560

St: 1,000

Kh: 0,090

Kv: 0,045

Amax: 3,141

Beta: 0,280

Per quanto riguarda l'input sismico sono stati scelti i 3 accelerogrammi disponibili sul database regionale per il Comune di Ravenna, per un tempo di ritorno di 475 anni pari allo stato limite SLV.

Definito l'input in termini di eventi sismici da sottoporre a simulazione, bisogna determinare le caratteristiche sismostratigrafiche del volume di terreno d'indagine ed oggetto della probabile amplificazione. Bisognerà riportare nel software il profilo sismostratigrafico del terreno, ovvero i differenti sismostrati/strati in cui la campagna di esplorazione geologica (geofisica e geotecnica) del sottosuolo ha discretizzato il sottosuolo dell'area in esame.

Si assume, trattandosi di indagini monodimensionali, che gli strati siano piano paralleli e che la propagazione del sisma sia verticale. Qualora questa condizione non fosse corrispondente ai risultati dell'indagine geologica, si dovrà ricorrere ad analisi 2D.

In particolare per ciascuna delle undici elaborazioni sono state controllate e quindi inserite le prove geognostiche e geofisiche più vicine, discretizzando volta per volta il terreno in modo che la modellazione risultasse il più vicino possibile a quella reale.

Sono state scelte curve di degradazione del modulo di taglio e dello smorzamento in funzione della deformazione tra quelle comunemente usate per terreni sabbiosi e sabbio-limosi come quelli in esame.

Per strati più argillosi sono state scelte sempre curve di letteratura facendo riferimento, per la scelta, all'indice di plasticità del terreno.

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

Poiché avevamo pochi dati sotto i 50-60 metri di sottosuolo ci siamo aiutati con i sondaggi profondi eseguiti dall'AGIP in vicinanza delle zone in esame e di sezioni di bibliografia, per arrivare ad una quota finale di 100 – 110 metri da piano campagna dove, in ottica del tutto prudentiale (substrati più profondi producono minori amplificazioni del moto sismico) è stato inserito il substrato sismico ($V_s > 800$ m/sec). Da chiarire che il substrato sismico non coincide necessariamente con quello geologico, infatti in questa zona per arrivare al substrato geologico dobbiamo approfondirci di diverse centinaia di metri.

I parametri che abbiamo inserito nel software Strata sono i seguenti:

1.Pala De Andrè

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	sabbie	18.63	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	argille inorganiche	21.00	EPRI (93), PI=30	EPRI (93), PI=30
3	sabbie	18.63	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
4	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
5	sabbie e limi	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
6	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
7	sabbie e limi	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
8	sabbie e argille	21.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
9	sabbie e argille	21.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
10	sabbie e argille_b	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	1.40	sabbie	196.00
2	1.40	1.15	argille inorganiche	100.00
3	2.55	30.00	sabbie	205.00
4	32.55	6.00	sabbie e argille	262.00
5	38.55	7.20	sabbie e limi	250.00
6	45.75	6.10	sabbie e argille	300.00
7	51.85	5.10	sabbie e limi	250.00
8	56.95	30.00	sabbie e argille	270.00
9	86.95	14.00	sabbie e argille	270.00
10	100.95	80.00	sabbie e argille	270.00
11	180.95	170.00	sabbie e argille_b	350.00
12	350.95	Half-Space	Bedrock	800.00

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

2. Uffici Viale Berlinguer

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	sabbie limi e argille	19.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	sabbie e sabbie limose	18.50	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
3	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
4	sabbie e limi	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
6	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
7	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
8	sabbie e argille_b	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

76

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	8.00	sabbie limi e argille	130.00
2	8.00	4.00	sabbie limi e argille	390.00
3	12.00	18.00	sabbie e sabbie limose	240.00
4	30.00	10.00	sabbie e argille	250.00
5	40.00	15.00	sabbie e limi	200.00
6	55.00	15.00	sabbie e argille	270.00
7	70.00	15.00	argille e sabbie	270.00
8	85.00	15.00	sabbie e argille	270.00
9	100.00	80.00	sabbie e argille	270.00
10	180.00	170.00	sabbie e argille_b	350.00
11	350.00	Half-Space	Bedrock	800.00

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani***3. Sede Polizia Municipale**

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	sabbie limose	18.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	sabbie limose	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
3	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
4	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	sabbie e argi...	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	10.00	sabbie limose	180.00
2	10.00	10.00	sabbie limose	211.00
3	20.00	10.00	sabbie limose	290.00
4	30.00	30.00	sabbie e argille	350.00
5	60.00	40.00	argille e sabbie	270.00
6	100.00	80.00	argille e sabbie	270.00
7	180.00	170.00	sabbie e argill...	350.00
8	350.00	Half-Space	Bedrock	800.00

4. MAR

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	limi sabbiosi	19.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	limi sabbiosi	19.00	EPRI (93), 20-50 ft	EPRI (93), 20-50 ft
3	sabbie limose	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
4	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
6	sabbie e argi...	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	7.00	limi sabbiosi	150.00
2	7.00	5.00	limi sabbiosi	270.00
3	12.00	18.00	sabbie limose	290.00
4	30.00	30.00	sabbie e argille	350.00
5	60.00	40.00	argille e sabbie	270.00
6	100.00	80.00	argille e sabbie	270.00
7	180.00	170.00	sabbie e argill...	350.00
8	350.00	Half-Space	Bedrock	800.00

5. Biblioteca Classense

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model	Notes
1	limi argillosi e sabbiosi	19.00	EPRI (93), PI=50	EPRI (93), PI=50	
2	sabbie limose	19.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	
3	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	
4	sabbie e limi	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
5	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
6	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft	
7	sabbie e argille_b	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	4.30	limi argillosi e sabbiosi	172.00
2	4.30	5.00	limi argillosi e sabbiosi	225.00
3	9.30	6.70	limi argillosi e sabbiosi	169.00
4	16.00	6.40	sabbie limose	267.00
5	22.40	6.60	sabbie limose	220.00
6	29.00	6.00	sabbie limose	295.00
7	35.00	6.40	sabbie e argille	260.00
8	41.40	5.80	sabbie e argille	358.00
9	47.20	6.30	sabbie e argille	368.00
10	53.50	15.00	sabbie e limi	333.00
11	68.50	15.00	sabbie e argille	270.00
12	83.50	17.50	argille e sabbie	270.00
13	101.00	80.00	argille e sabbie	270.00
14	181.00	170.00	sabbie e argille_b	350.00
15	351.00	Half-Space	Bedrock	800.00

6. Stadio Benelli

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model	Notes
1	sabbie limi e argille	19.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft	
2	sabbie e sabbie limose	18.50	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	
3	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	
4	sabbie e limi	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
5	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
6	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
7	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft	
8	sabbie e argille_b	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	sabbie limi e argille	170.00
2	12.00	18.00	sabbie e sabbie limose	250.00
3	30.00	15.00	sabbie e argille	300.00
4	45.00	15.00	sabbie e limi	270.00
5	60.00	15.00	sabbie e argille	270.00
6	75.00	15.00	argille e sabbie	270.00
7	90.00	15.00	sabbie e argille	270.00
8	105.00	80.00	sabbie e argille	350.00
9	185.00	170.00	sabbie e argille_b	350.00
10	355.00	Half-Space	Bedrock	800.00

7. Scuola Primaria Randi

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	sabbie limi e argille	19.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	sabbie e sabbie limose	18.50	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
3	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
4	sabbie e limi	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
6	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
7	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
8	sabbie e argille_b	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	sabbie limi e argille	170.00
2	12.00	18.00	sabbie e sabbie limose	250.00
3	30.00	15.00	sabbie e argille	300.00
4	45.00	15.00	sabbie e limi	320.00
5	60.00	15.00	sabbie e argille	270.00
6	75.00	15.00	argille e sabbie	270.00
7	90.00	15.00	sabbie e argille	270.00
8	105.00	80.00	sabbie e argille	270.00
9	185.00	70.00	sabbie e argille_b	350.00
10	255.00	Half-Space	Bedrock	800.00

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

8. Scuola Ricci Muratori

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	limi e argille	19.00	EPRI (93), PI=30	EPRI (93), PI=30
2	sabbie	18.00	EPRI (93), 20-50 ft	EPRI (93), 20-50 ft
3	sabbie e limi	18.50	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
4	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
6	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
7	sabbie e argi...	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

81

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	8.00	limi e argille	130.00
2	8.00	7.00	sabbie	200.00
3	15.00	9.00	sabbie	300.00
4	24.00	6.00	sabbie e limi	200.00
5	30.00	20.00	sabbie e argille	320.00
6	50.00	15.00	argille e sabbie	270.00
7	65.00	15.00	sabbie e argille	270.00
8	80.00	20.00	sabbie e argille	270.00
9	100.00	80.00	sabbie e argille	270.00
10	180.00	170.00	sabbie e argill...	350.00
11	350.00	Half-Space	Bedrock	800.00

9. Scuola Mordani

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	sabbie limose	18.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	sabbie limose	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft
3	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
4	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	sabbie e argi...	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

*Dott. Paolo Castellani**Dott. Stefano Nastasi**Dott. Damiano Guarguaglini**Dott. Annalisa Fontanelli**Dott. Andrea Castellani*

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	10.00	sabbie limose	151.00
2	10.00	10.00	sabbie limose	190.00
3	20.00	10.00	sabbie limose	234.00
4	30.00	20.00	sabbie limose	270.00
5	50.00	25.00	sabbie e argille	270.00
6	75.00	30.00	argille e sabbie	270.00
7	105.00	80.00	argille e sabbie	270.00
8	185.00	170.00	sabbie e argill...	350.00
9	355.00	Half-Space	Bedrock	800.00

10. Scuola Garibaldi

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model
1	sabbie limose	18.50	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft
2	sabbie limose	18.50	EPRI (93), 20-50 ft	EPRI (93), 20-50 ft
3	argille sabbiose	19.50	EPRI (93), PI=50	EPRI (93), PI=50
4	sabbie e limi	18.50	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
5	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
6	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft
7	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft
8	sabbie e argill...	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	sabbie limose	170.00
2	12.00	10.00	sabbie limose	220.00
3	22.00	18.00	argille sabbiose	220.00
4	40.00	10.00	sabbie e limi	250.00
5	50.00	20.00	sabbie e argille	270.00
6	70.00	15.00	argille e sabbie	270.00
7	85.00	15.00	sabbie e argille	270.00
8	100.00	80.00	sabbie e argille	270.00
9	180.00	170.00	sabbie e argill...	350.00
10	350.00	Half-Space	Bedrock	800.00

11. San Pietro in Campiano

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model	Notes
1	sabbie limose	18.50	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft	
2	sabbie limose	18.50	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	
3	argille sabbiose	19.50	EPRI (93), PI=50	EPRI (93), PI=50	
4	sabbie e limi	18.50	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
5	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
6	argille e sabbie	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	
7	sabbie e argille	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft	
8	sabbie e argil...	22.00	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	

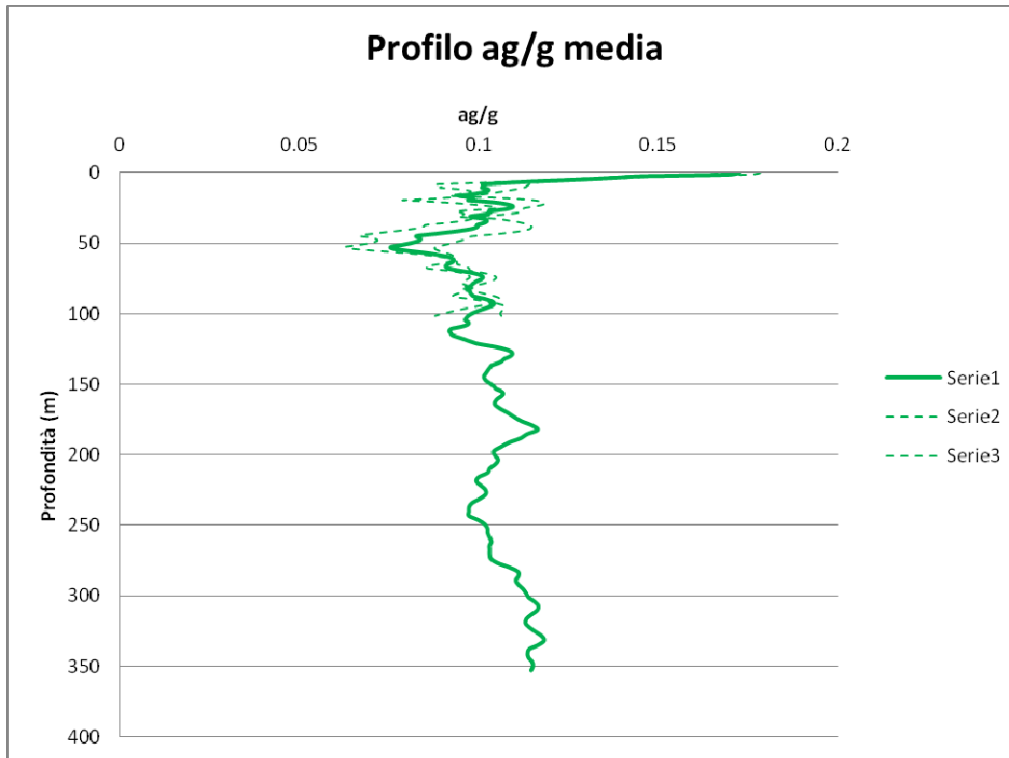
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	16.00	sabbie limose	190.00
2	16.00	14.00	sabbie limose	250.00
3	30.00	18.00	argille sabbiose	270.00
4	48.00	10.00	sabbie e limi	300.00
5	58.00	15.00	sabbie e argille	270.00
6	73.00	15.00	argille e sabbie	270.00
7	88.00	15.00	sabbie e argille	270.00
8	103.00	80.00	sabbie e argille	270.00
9	183.00	170.00	sabbie e argil...	350.00
10	353.00	Half-Space	Bedrock	800.00

DATI DI OUTPUT

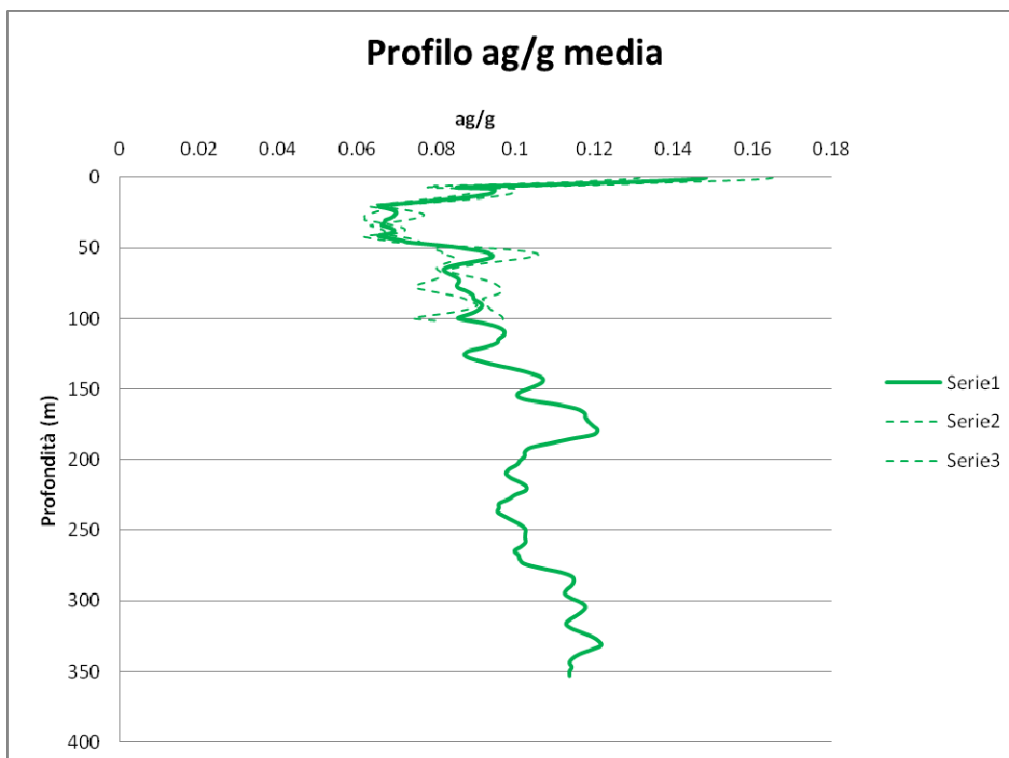
Come output dei risultati è possibile ottenere diversi dati, ma ai fini della RSL i più interessanti e riconosciuti essere fondamentali sono: il profilo dell'accelerazione dal substrato al piano campagna e lo spettro di progetto normalizzato in funzione a quanto riportato al capitolo 3.2.3.2 delle NTC.

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

PROFILO DELL'ACCELERAZIONE PER LE VARIE ZONE STUDIATE

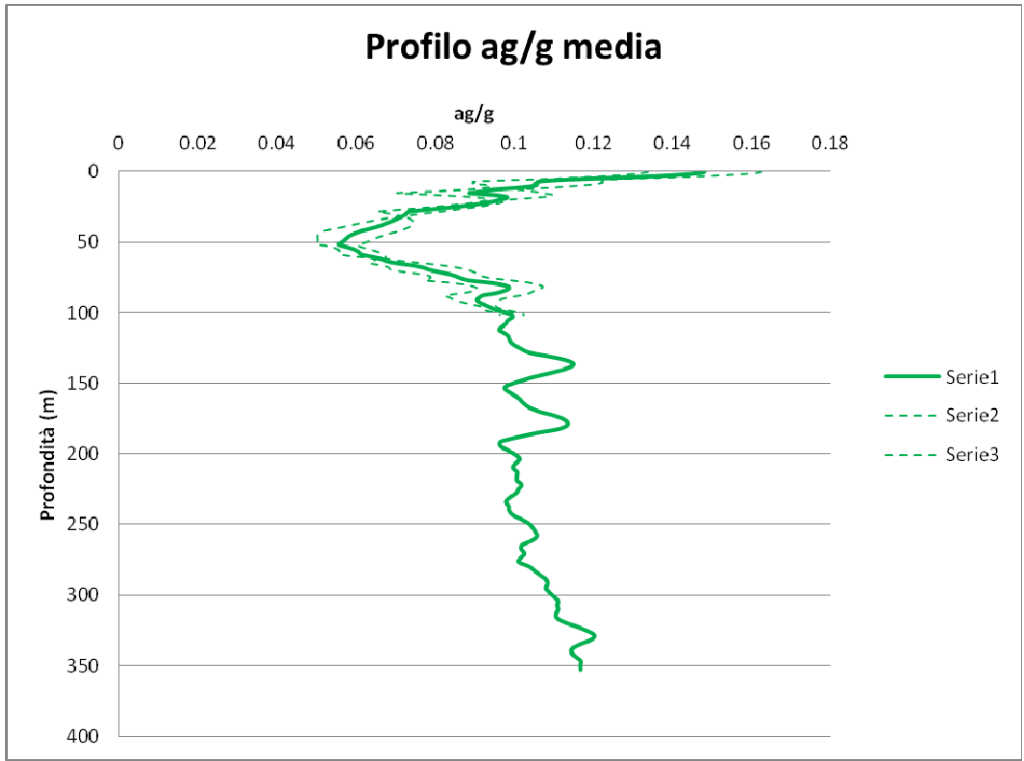


1. PALA DE ANDRE'

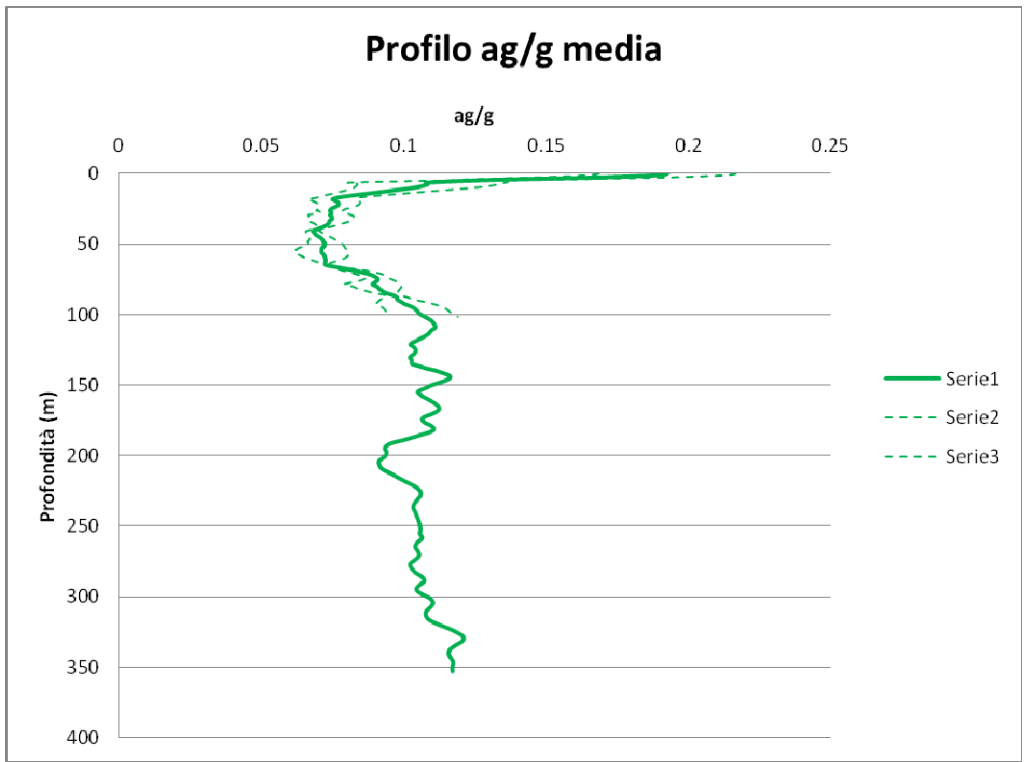


2. UFFICI VIALE BERLINGUER

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

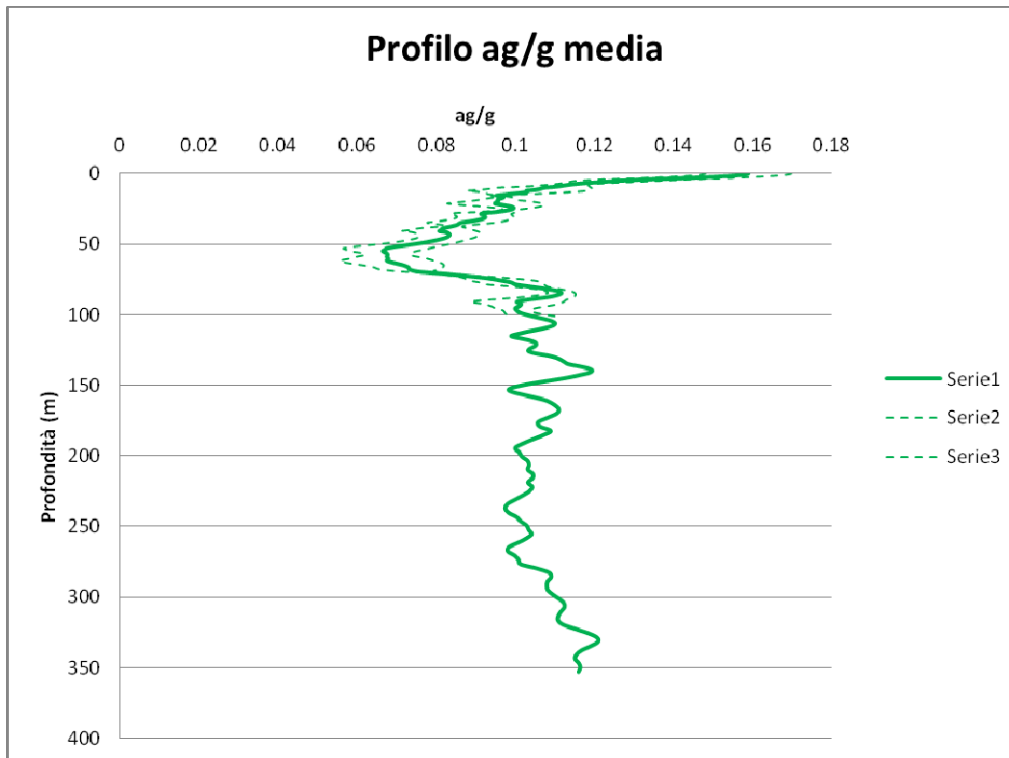


3. SEDE POLIZIA MUNICIPALE

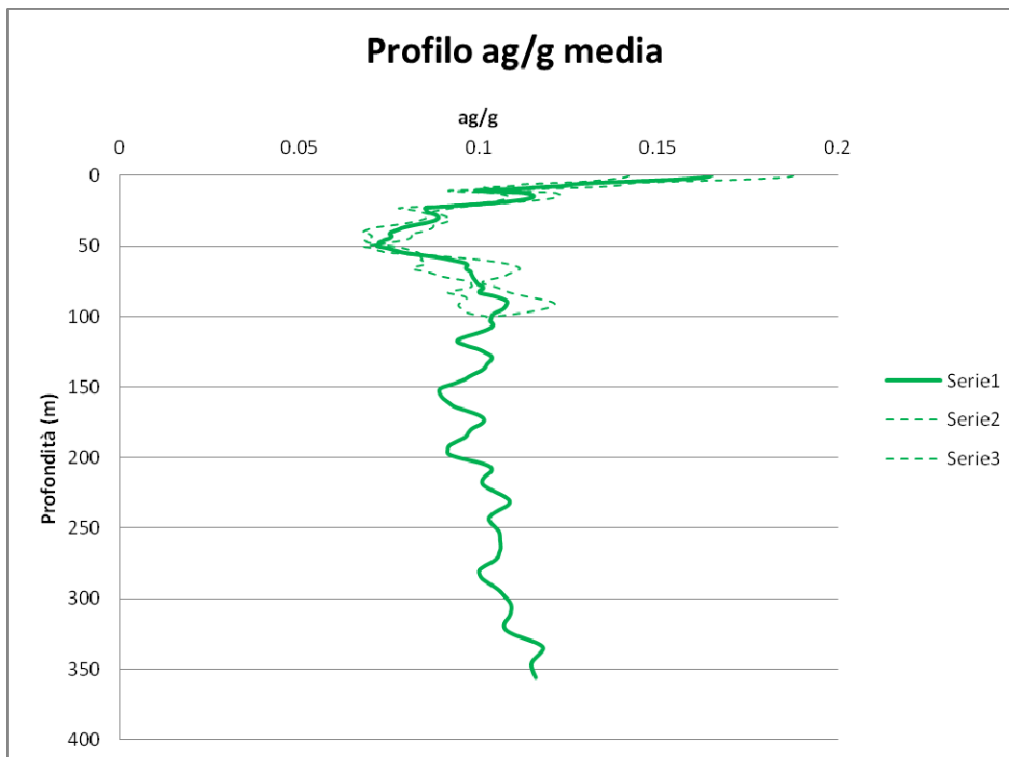


4. MAR

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

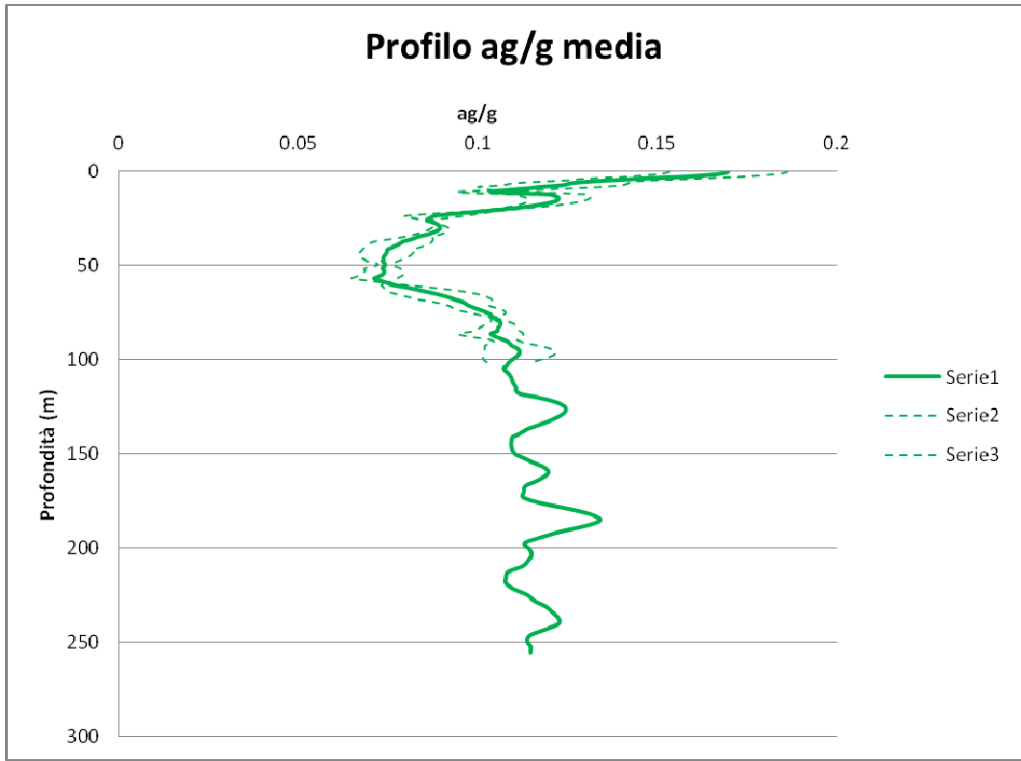


5. BIBLIOTECA CLASSENSE

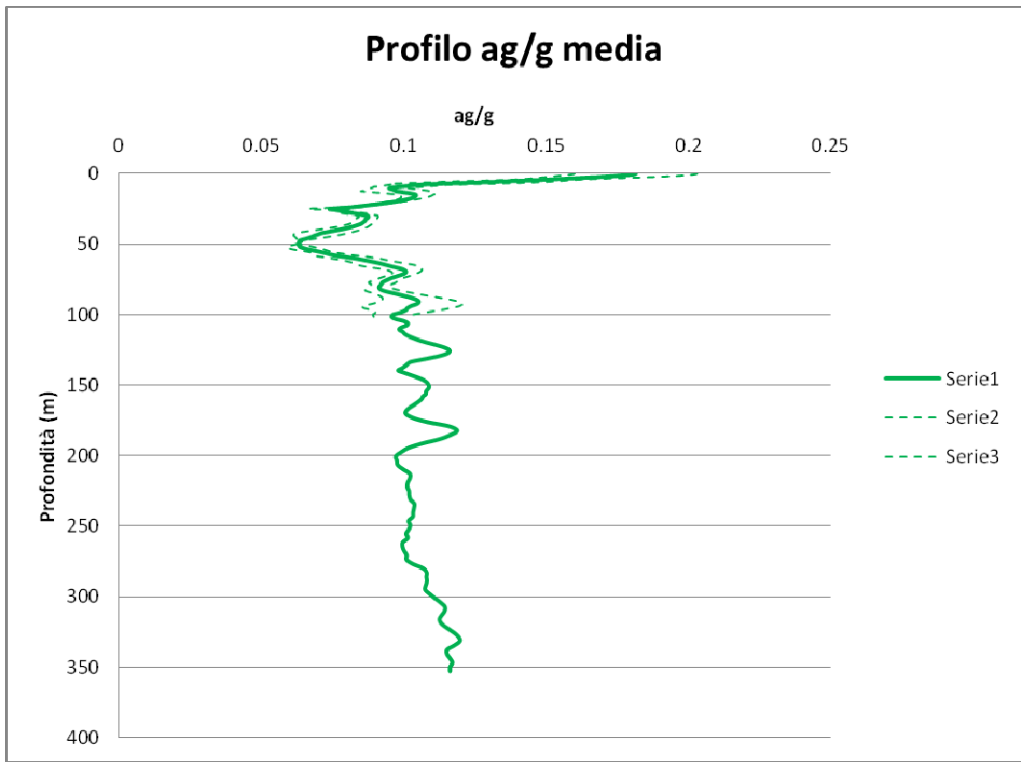


6. STADIO BENELLI

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

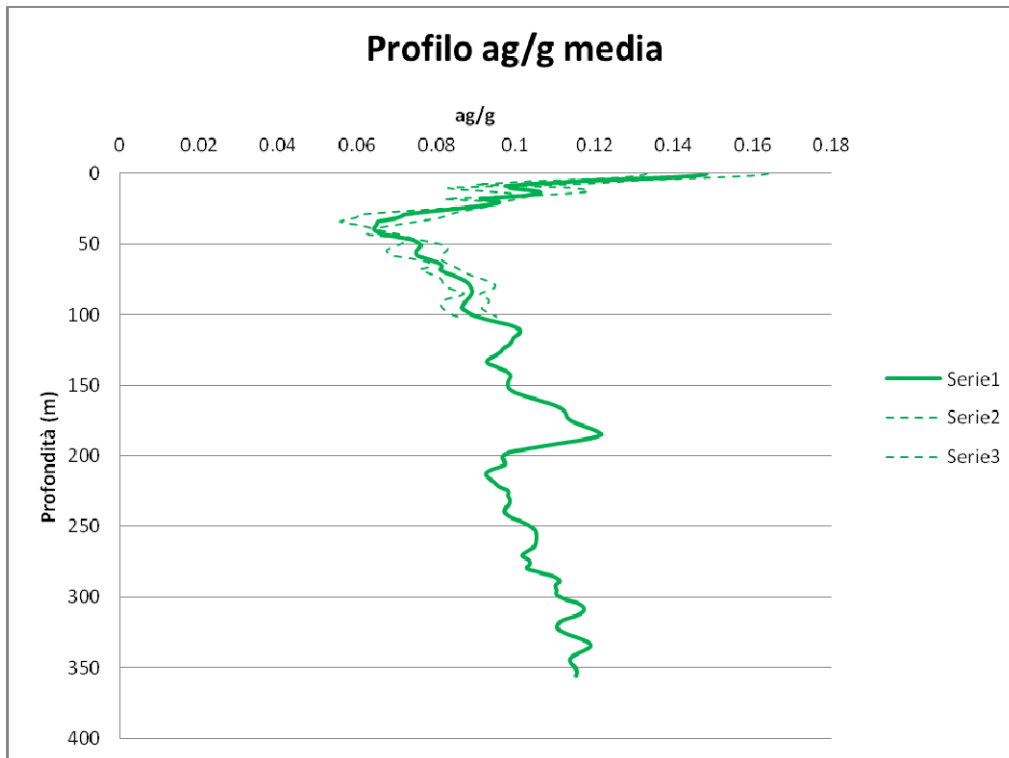


7. SCUOLA PRIMARIA RANDI

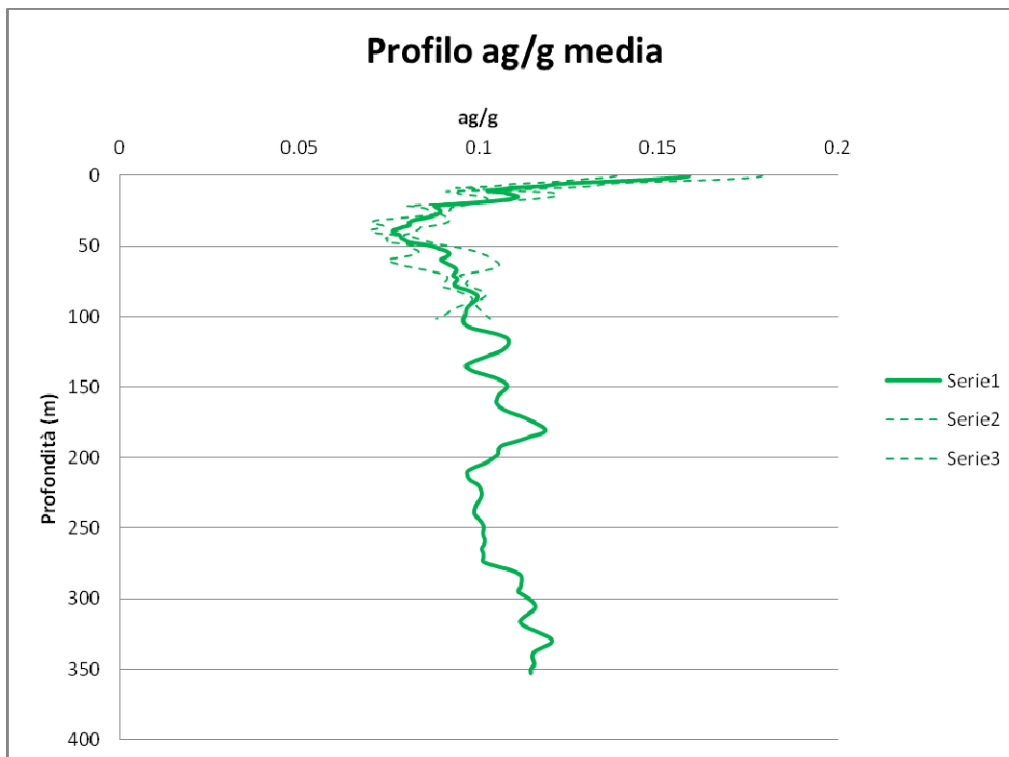


8. SCUOLA RICCI - MURATORI

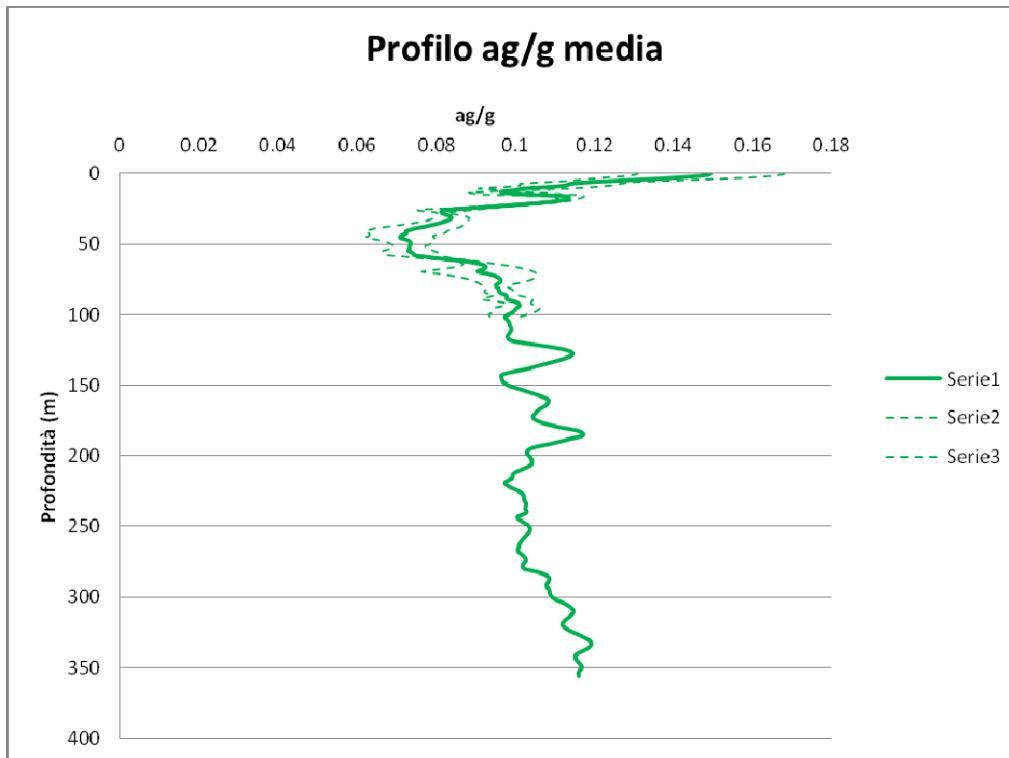
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



9. SCUOLA MORDANI



10. SCUOLA GARIBALDI



11. SAN PIETRO IN CAMPIANO

CONFRONTO TRA SPETTRO DI PROGETTO E SPETTRO “NTC2008”

Infine, ma non per importanza, ricostruiamo attraverso lo spettro di risposta elastico in accelerazione lo spettro di progetto normalizzato per lo SLV.

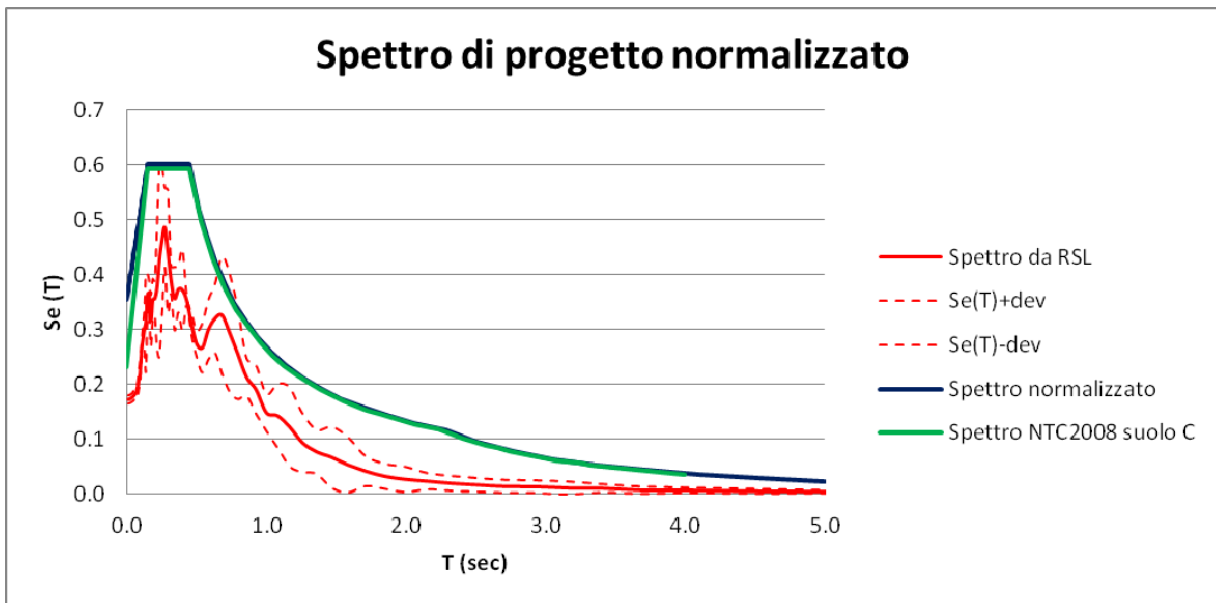
C'ho è possibile attraverso l'attribuzione di uno smorzamento ε del 5 % considerato standard per quanto riguarda i terreni.

Tale spettro deve essere normalizzato ai sensi delle NTC2008 attraverso le formule seguenti, creando uno spettro “cucito” su quello ottenuto dall'analisi 1D, in maniera tale che esso ne sia compreso interamente. A_g , F_0 , T^*c verranno ricavati automaticamente dalle coordinate del sito e dalle scelte progettuali, mentre per i parametri dipendenti: T_b e T_c saranno calcolati manualmente dal grafico (verificando l'aderenza dello spettro semplificato allo spettro di output delle analisi) ed S ricavato dalla formula [3.2.4] delle NTC2008 ovvero $Se(T)=a_g*S*\eta*F_0$ dove S è l'unica incognita e quindi $S=Se(T)/ a_g*\eta*F_0$.

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

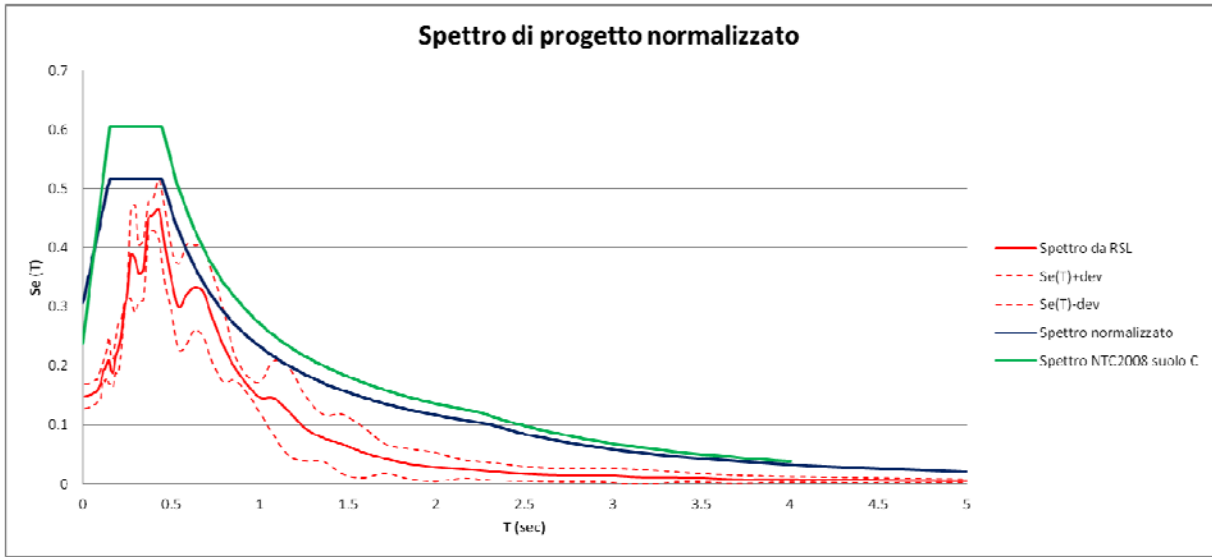
$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Infine viene paragonato lo spettro di progetto calcolato e ricostruito grazie alla RSL con lo spettro di normativa per il tipo di suolo di riferimento proprio di ogni punto di verifica così come sarebbe stato ricavato dall'approccio semplificato.

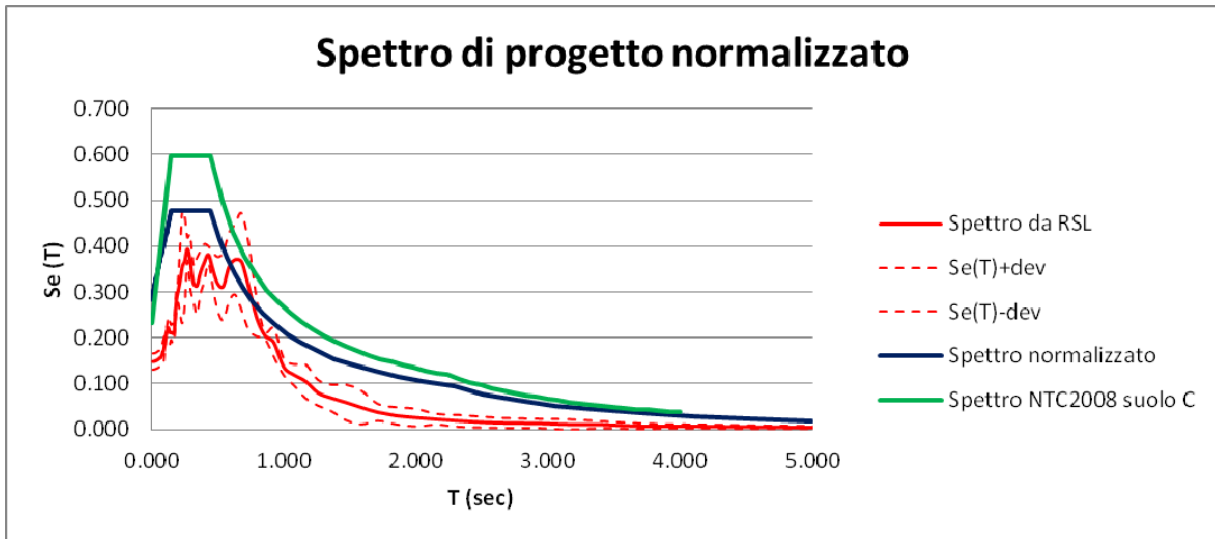


1. PALA DE ANDRE'

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

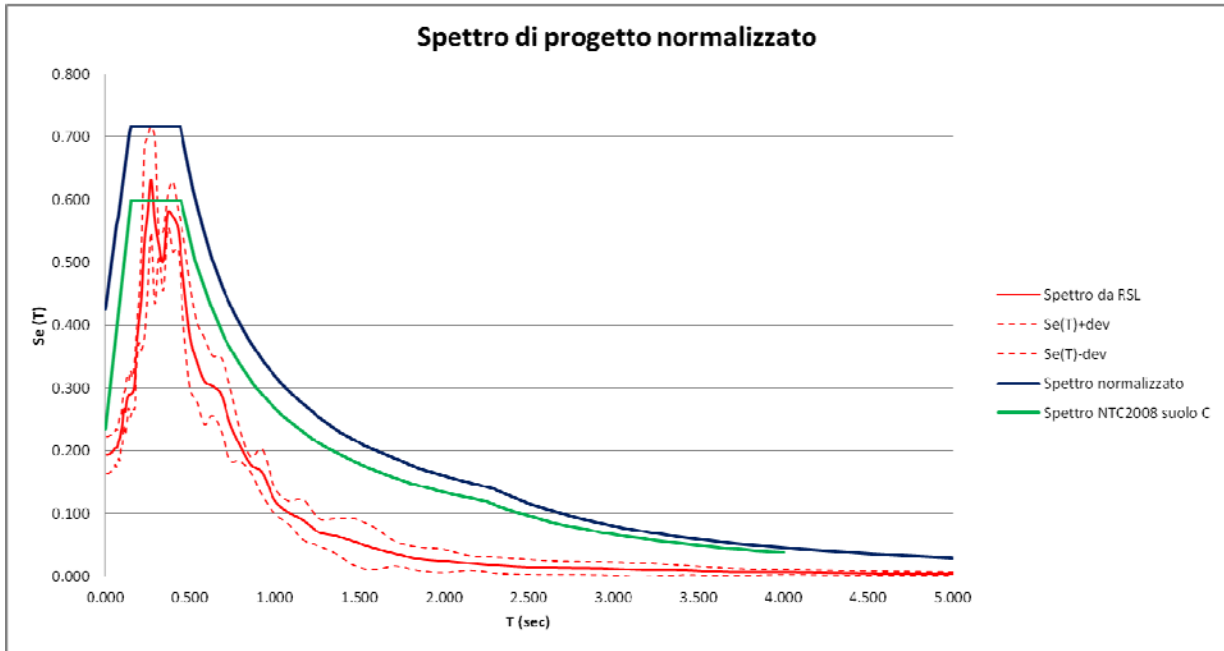


2. UFFICI VIALE BERLINGUER

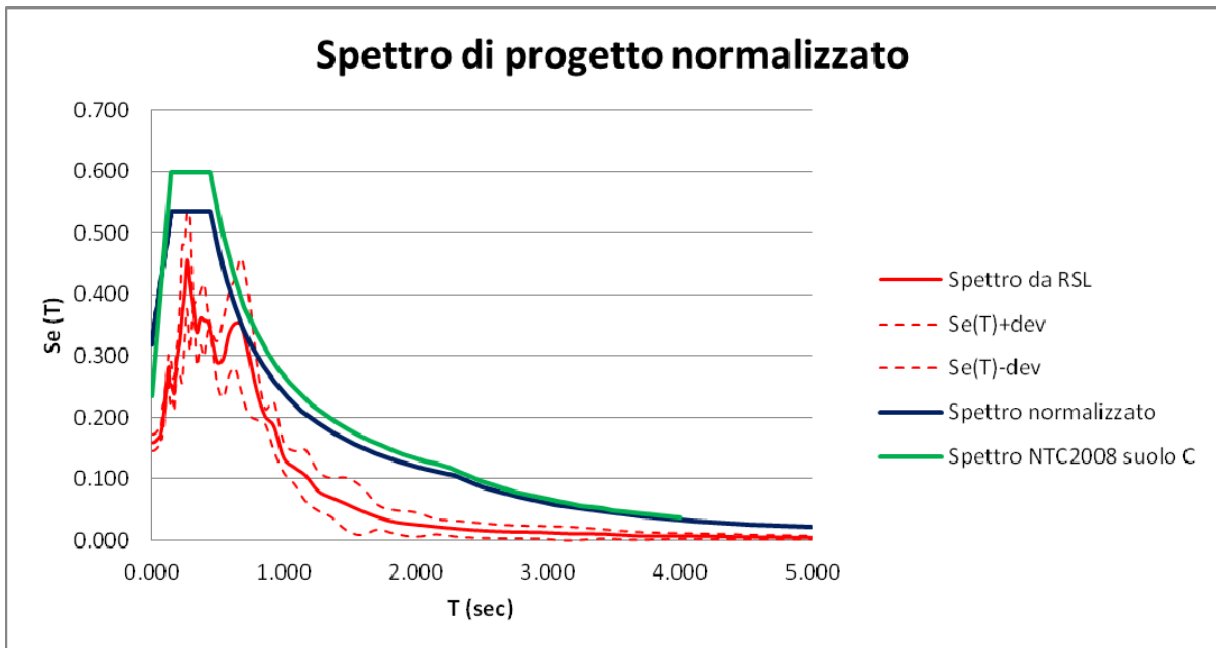


3. SEDE POLIZIA MUNICIPALE

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

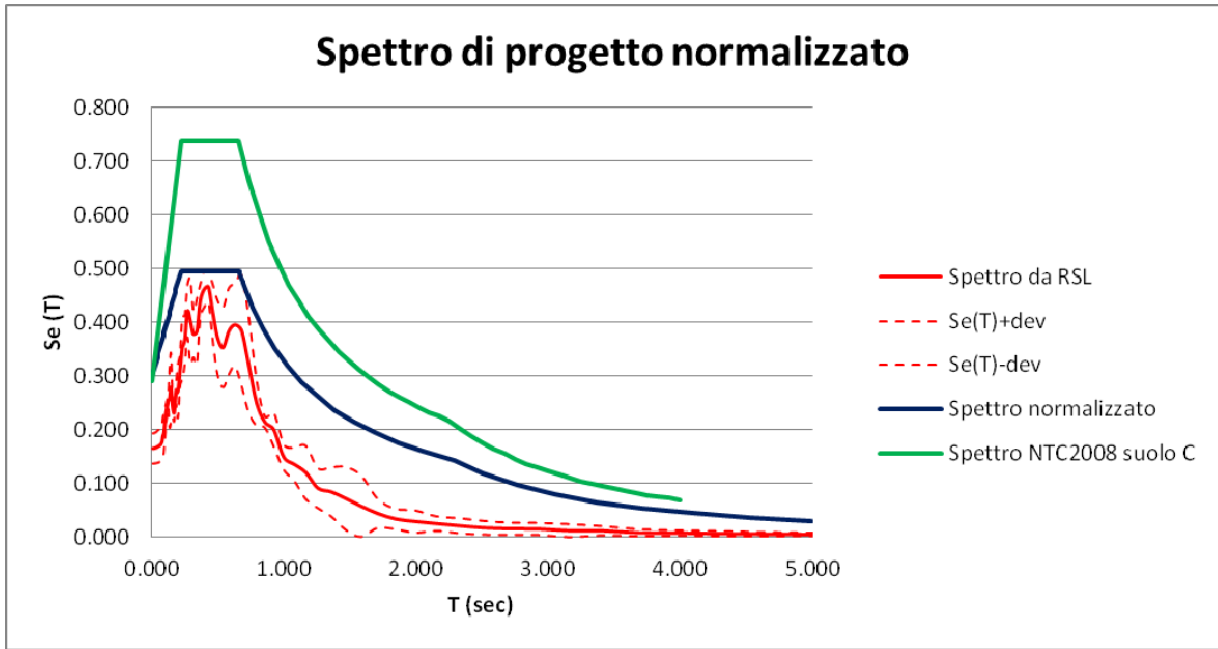


4. MAR

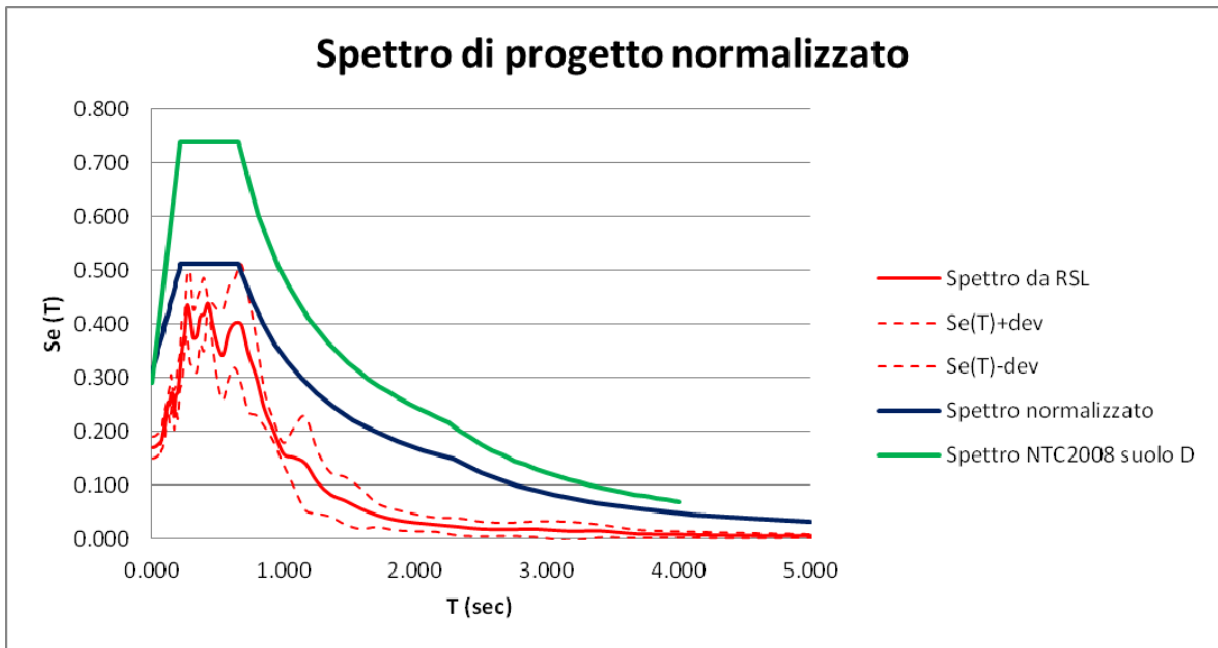


5. BIBLIOTECA CLASSESE

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

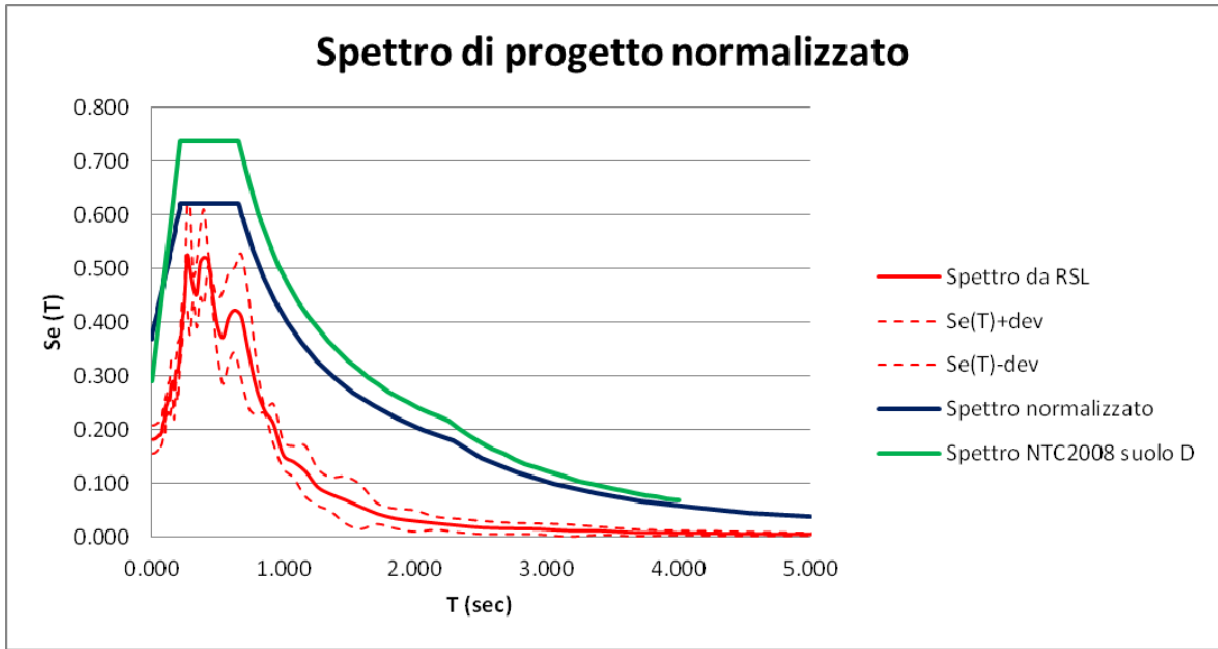


6. STADIO BENELLI

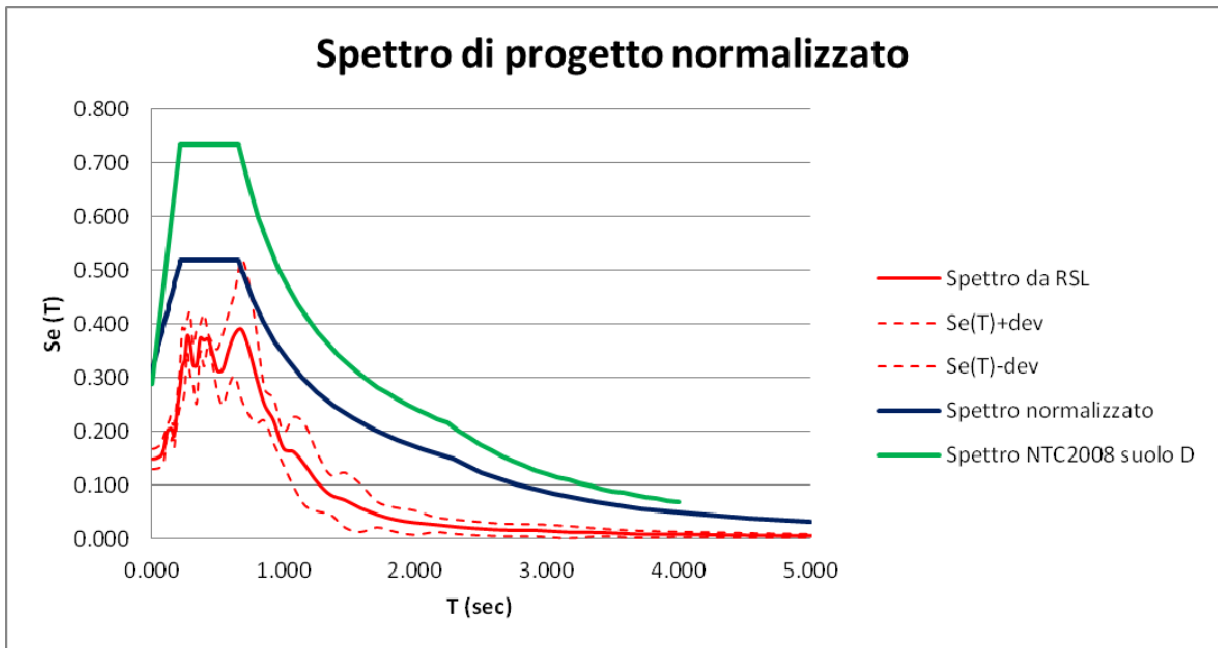


7. SCUOLA PRIMARIA RANDI

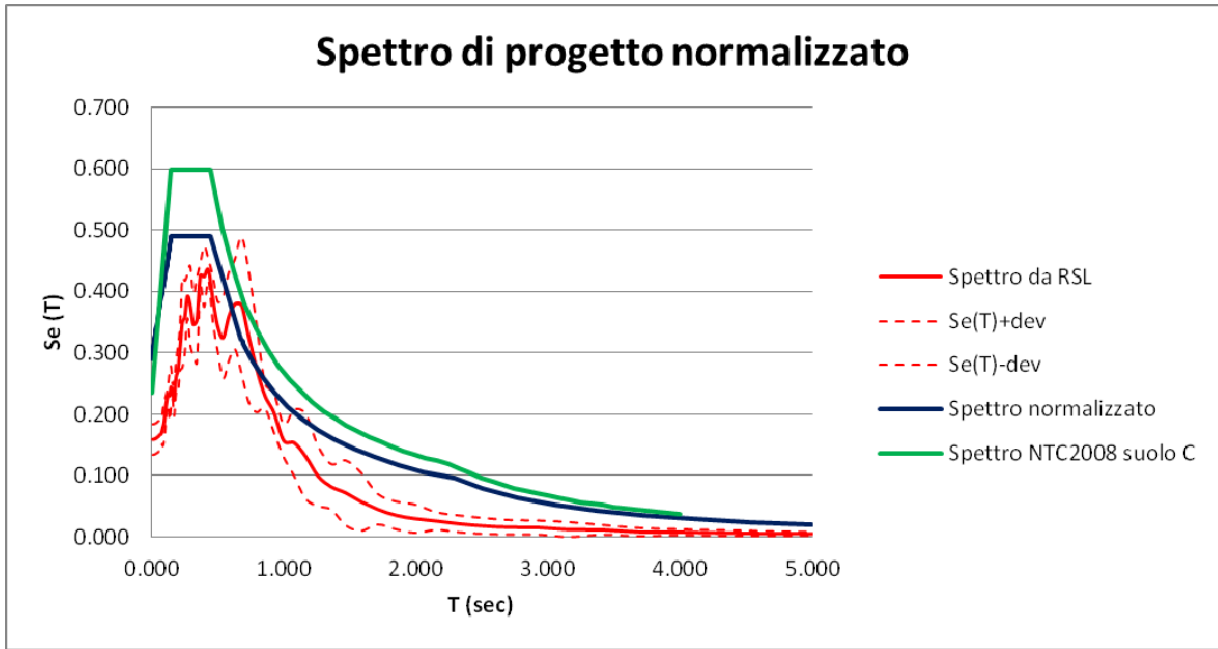
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani



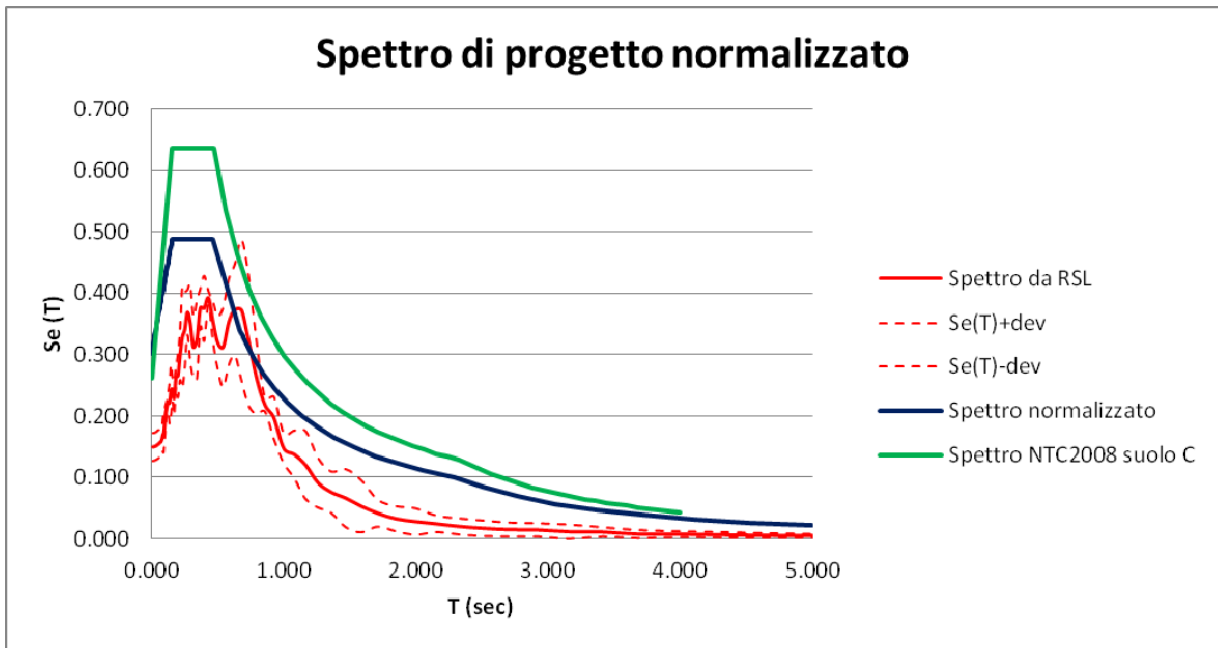
8. SCUOLA RICCI-MURATORI



9. SCUOLA MORDANI



10. SCUOLA GARIBALDI



11. SAN PIETRO IN CAMPIANO

Dalle 11 verifiche eseguite appare chiaro come l'utilizzo dello spettro ottenuto per via semplificata fornisce per Ravenna una sovrastima delle accelerazioni al suolo.

Solo nel caso della MAR lo spettro di progetto ha il plateau più alto di quello di normativa per un suolo di tipo C, questo significa che la progettazione per via semplificata potrebbe in questo caso sottostimare le accelerazioni attese.

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

8. Risultati e Conclusioni

Il progetto di studio di microzonazione sismica con approfondimento al terzo livello del Comune di Ravenna è stato svolto in ottemperanza a:

- DGR 2193/15 Aggiornamento all'atto di coordinamento tecnico denominato *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*

- All. A del DGR 2193/15 *“Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’Art. 16, c.1, della LR 20/2000 per “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*;

- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – versione 4.0 b.

- OPCM 3274/2003;

- Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica volumi 1 e 2;

Per quanto attiene ai contenuti dello studio si è fatto riferimento agli Strumenti Urbanistici vigenti, in particolare alle indagini geologiche e sismiche eseguite per il Piano Operativo Comunale e delle studio di secondo livello eseguito per il RUE approvato.

In particolare sono state esaminate le carte geologica e geomorfologica, nonché utilizzati i dati di base come sondaggi e indagini sismiche per la ricostruzione del modello di sottosuolo.

Inoltre sono state raccolte tutte le indagini effettuate per costruzioni private presenti nell'archivio dell'ufficio Urbanistica del Comune e quelle fornite dalla Regione Emilia – Romagna.

Le prove e la loro ubicazione sono state riportate su base topografica dando origine alla Carta delle indagini.

Come previsto nel piano di lavoro impostato con il Comune di Ravenna è stata eseguita una campagna di misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR) raccogliendo 9 acquisizioni, in aggiunta a quelle già presenti sul territorio.

Tutte le prove sono state riportate nella *“Carta delle frequenze fondamentali dei depositi”* classificandole in base alla frequenza fondamentale f_0 e al massimo della funzione H/V.

Attraverso le carte di base suddette sono state redatte sia la *“Carta geologico-tecnica”* che la *“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica”*.

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

Il secondo step di lavoro si è basato sulla costruzione di elaborati (non presentati) propedeutici alla definizione dei fattori di amplificazione e infine al calcolo dell'Indice di Potenziale Liquefazione.

Tali parametri sono stati indispensabili per la costruzione della “Carta di Microzonazione Sismica”.

Inoltre è stato effettuato un calcolo di risposta sismica locale su undici siti proposti dall'amministrazione comunale per verificare le condizioni di amplificazione sismica in maniera più puntuale e approfondita.

Dott. Paolo Castellani

Dott. Stefano Nastasi

Dott. Damiano Guarguaglini

Dott. Annalisa Fontanelli

Dott. Andrea Castellani

9. Bibliografia

Bartoloni C., Bernini M., Carloni G.C., Castaldini P., Costantini A., Federici P.R., Francavilla F., Gasperi G., Lazzaretto G., Mozzanti A., Papani G., Pranzini G., Rau A., Sandrelli P. & Vercesi P.L., 1982 – Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Boll. Soc. Geol. Ital., 101: 523-549;

Biondi G. & Maugeri M. – A modified Newmark type-analysis according to EC-8 requirements for seismic stability analysis of natural slope. University of Catania Italy;

Boccaletti M., Coli M., Eva C., Ferrari G., Giglia G., Lazzaretto A., Merlanti F., Nicolich R., Papani G. & Postpischl D., (1985) – Considerations on the seismotectonics of the Northern Apennines. Tectonophysics; 117, 7–38;

Boccaletti M., Cerrina Feroni A., Martinelli P., Moratti G., Plesi G. & Sani F. (1991) – L'alternanza distensione-compressione nel quadro evolutivo dei bacini neogenici dell'Appennino Settentrionale. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. 1991/1, 187-192;

Boncio P. & Lavecchia G. (2001) – Interpretazioni controverse del profilo CROP03: stato dell'arte e considerazioni per un'ipotesi alternativa. In: A. Brogi, M. Ghinassi, Lazzaretto L., Lotta D. (eds.). Studi per l'interpretazione del profilo sismico Crop18, stato di avanzamento. Atti della riunione scientifica, Siena, 26 giugno 2001, Dipartimento di scienze della Terra, 75-80;

M. Ghinassi, Lazzaretto L., Lotta D. (eds.). Studi per l'interpretazione del profilo sismico Crop18, stato di avanzamento. Atti della riunione scientifica, Siena, 26 giugno 2001, Dipartimento di scienze della Terra, 81-88.

Brune, J.N. 1970. Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes. Journal of Geophysical Research, Vol. 75, N. 26, pp. 4997-5009;

Collettini C., Barchi M., Paeselli C., Federico C. and Pialli G., 2000, Seismic expression of active extensional fault in northern Umbria (Central Italy). Journal of Geodynamics 29 (2000): 309-321;

Gruppo di lavoro MS, 2008 - Indirizzi e Criteri per la Microzonazione sismica - Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della Protezione civile Roma, 3 vol. e cd-rom;

Grünthal G, ed. (1998). European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). European Seismological Commission, subcommission on Engineering Seismology, working Group Macroseismic Scales. Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, 15, Luxembourg;

Martini I.P., Sagri M. (1993) – Tectono – Sedimentary characteristics of Late Miocene – Quaternary extensional basins of the Northern Apennines, Italy. Earth Science Reviews, 34, 197 – 233;

Martini P., Sagri M., Coltella A. (2001) – Neogene-Quaternary basin of the inner Apennine and Calabrian arc.

G.B. Vai and I.P. Martini (eds.), “Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent mediterranean basin”. Kluw Accad. Pubbl. London, 375-400;

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

McGuire R.K. 2001. Deterministic vs. probabilistic earthquake hazards and risks. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 21, 377- 384;

Newmark N.M.1965. Effects of earthquakes on dams and embankments. Géotechnique, 15, 139-160;

Patacca E., Sartori R. & Scandone P. (1990) -Tyrrhenian basin and Apenninic arc: kinematic relation since Late Tortonian time. Memorie Società Geologica Italiana 45, 425-451. Principi G. e Treves B. (1984) – Interpretazione attualistica del Sistema Corso-Appenninico. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennino. Memorie Società Geologica Italiana; 28, 549-576. Valensise G. and Pantosti D., (Eds.), 2001 – Database of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy;

SGA [ed] (2007). Viaggio nelle aree sismiche: Liguria basso Piemonte, Toscana, Emilia Romagna, coste e Appennino, dal I secolo a.C. al 2000. Guida monografica a cura della società SGA (Storia Geofisica Ambiente) Bologna, 496 pp;

Dott. Geol. Giorgio Frassinetti (2010) Piano Operativo Comunale di Ravenna;

Dott. Geol. Angelo Angeli (2015) Indagini geognostiche e geofisiche POC Arenile del Comune di Ravenna;

Dott. Geol. Thomas Veronese per i dati di alcune prove geognostiche di archivio;

EGIS System Srl per i dati di alcune prove sismiche di archivio.

Siti web consultati:

<http://diss.rm.ingv.it/diss/KML-HTMLoptions.html> Mappa sismogenetica aggiornata;

<http://esse1-gis.mi.ingv.it/> Pericolosità sismica e disaggregazione;

<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet> Database terremoti;

<http://www.ingv.it/it/> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Poggibonsi (SI), 18.12.2017

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

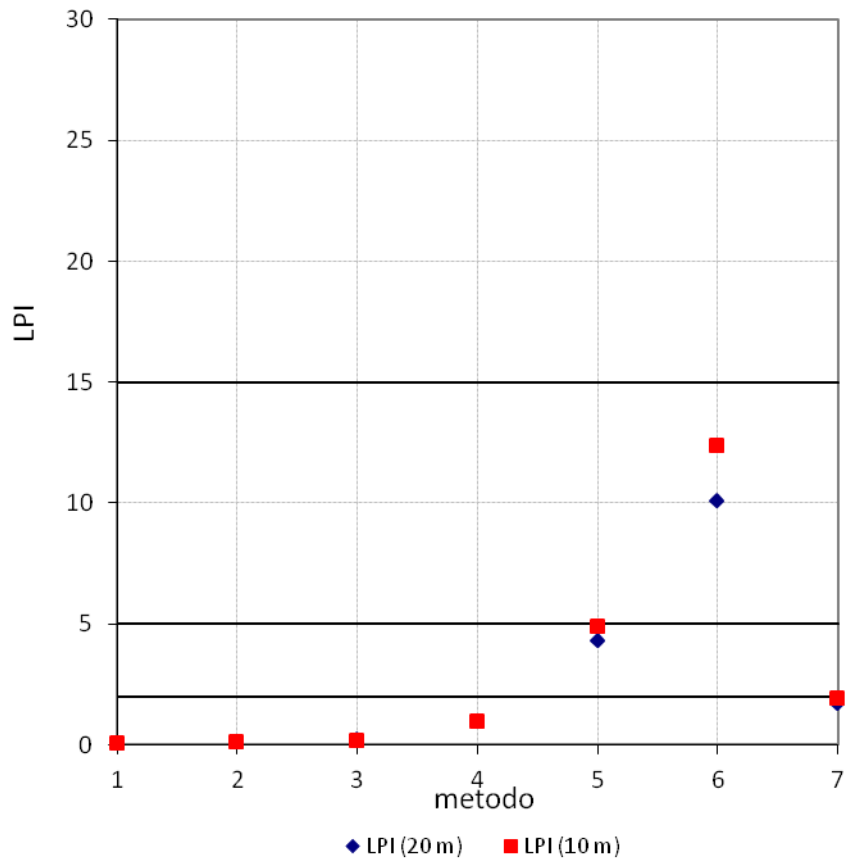
ALLEGATO 1

Risultati verifiche a liquefazione

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Casalborsetti
Codice: SCPTU1B
Accelerazione di
picco: 0.161 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 2 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

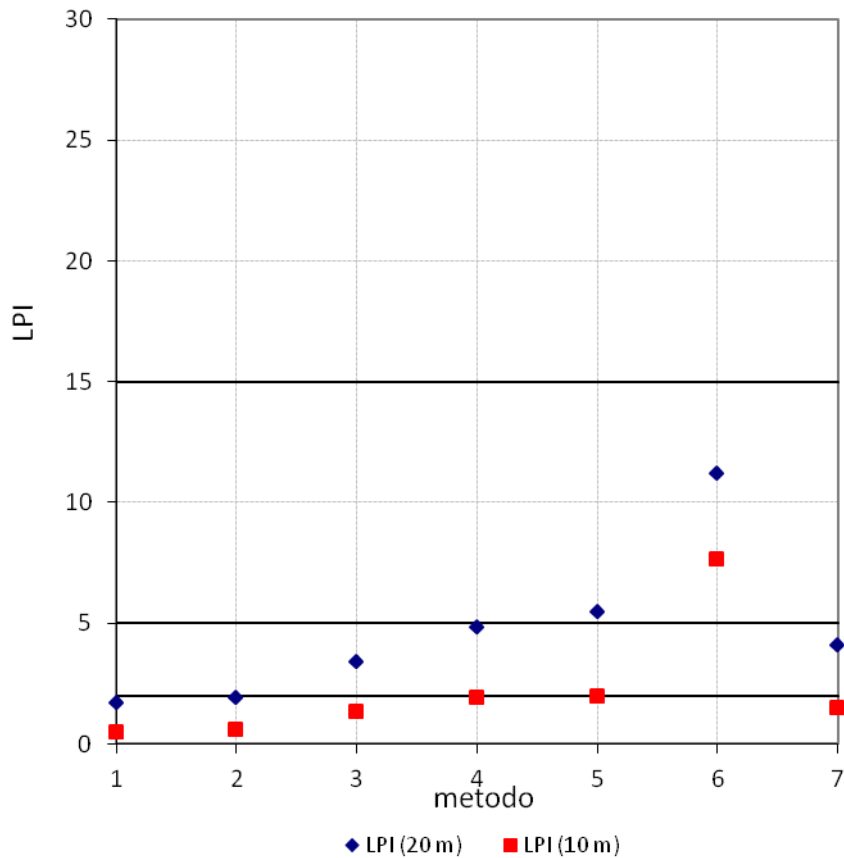
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.03	0.09	0.19	0.95	4.28	10.09	1.72
LPI ₁₀ =	0.03	0.09	0.18	0.95	4.87	12.35	1.91
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	basso	moderato	alto	basso
z_{min} (m) =	5.62	2.86	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
z_{max} (m) =	10.16	10.16	15.90	15.90	19.98	15.90	15.90
ΣH_L (m) =	0.90	1.22	1.72	3.54	3.70	3.72	3.46
LPbl ₂₀ =	0.15	0.50	-999.00	-999.00	7.13	21.51	-999.00
LPbl ₁₀ =	0.18	0.42	-999.00	-999.00	8.23	26.38	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Piangipane
Codice: SCPTU2B
Accelerazione di
picco: 0.218 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 2 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

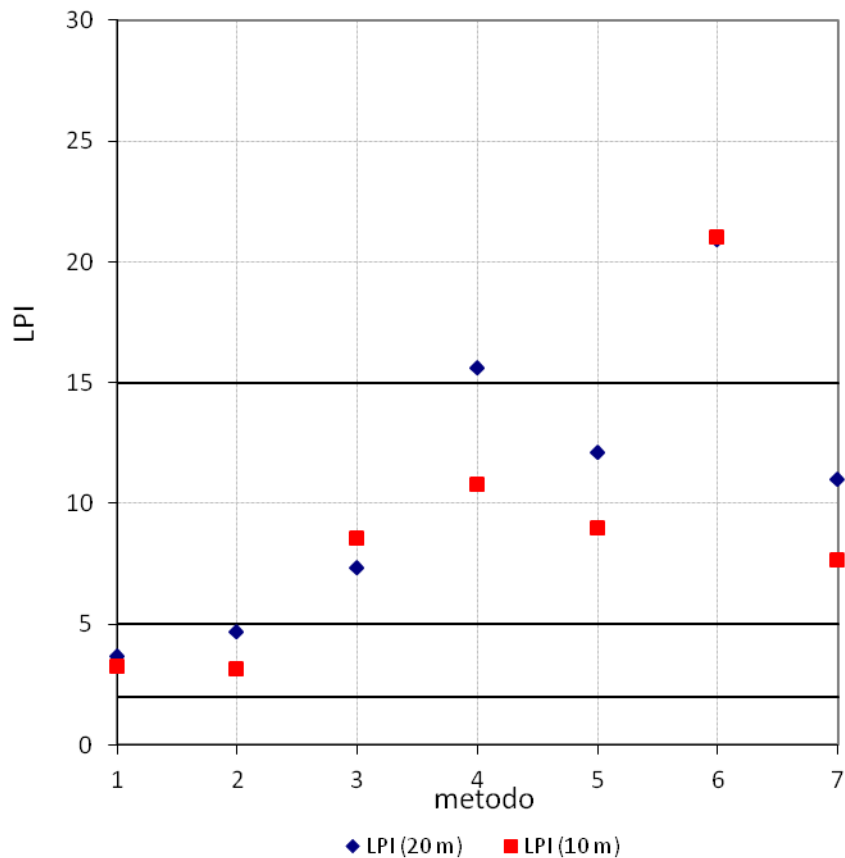
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	1.68	1.93	3.37	4.80	5.49	11.21	4.06
LPI ₁₀ =	0.50	0.59	1.33	1.92	1.95	7.64	1.50
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	moderato	moderato	alto	alto	moderato
z_{min} (m) =	7.20	7.20	2.06	2.06	2.52	2.02	2.52
z_{max} (m) =	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
ΣH_L (m) =	3.82	3.74	4.46	4.62	4.32	4.70	4.30
LPbl ₂₀ =	7.68	7.95	-999.00	-999.00	8.27	20.18	-999.00
LPbl ₁₀ =	2.50	2.67	-999.00	-999.00	2.97	14.25	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Sant'Alberto
Codice: SCPTU3B
Accelerazione di
picco: 0.194 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

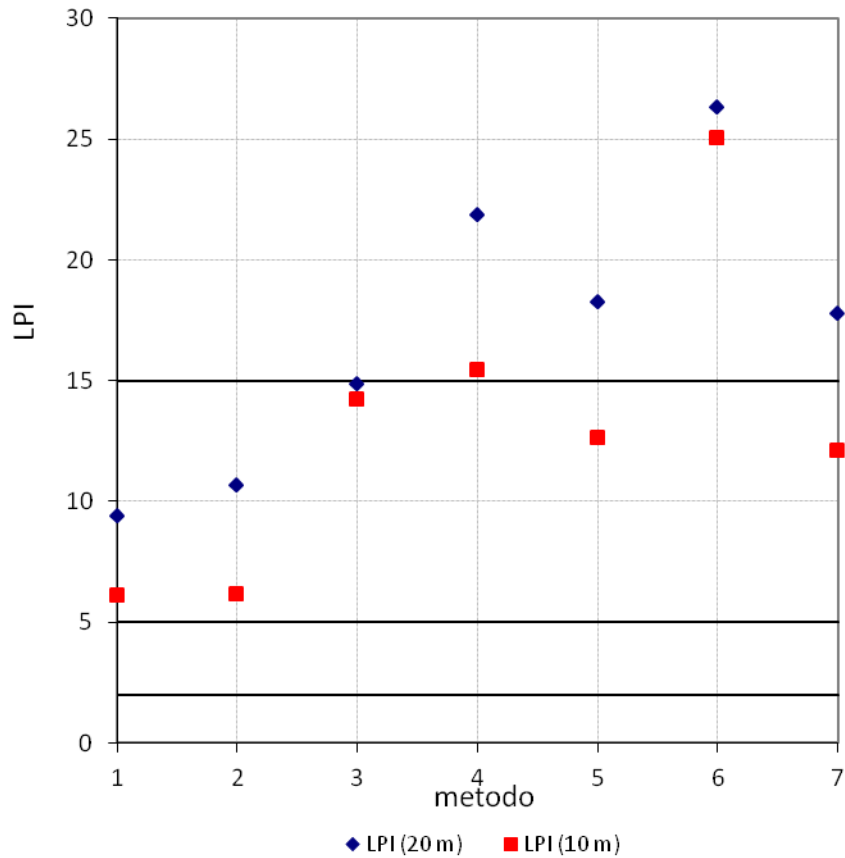
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	3.64	4.67	7.33	15.58	12.11	20.89	11.00
LPI ₁₀ =	3.21	3.11	8.51	10.78	8.95	21.01	7.65
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	alto	molto alto	alto	molto alto	alto
z_{min} (m) =	0.24	0.26	0.24	0.24	0.02	0.24	0.24
z_{max} (m) =	19.90	19.90	19.90	19.92	19.98	19.94	19.92
ΣH_L (m) =	7.66	7.64	9.14	9.32	8.66	9.38	9.04
LPbl ₂₀ =	14.73	17.83	-999.00	-999.00	18.58	38.58	-999.00
LPbl ₁₀ =	9.32	9.65	-999.00	-999.00	13.42	35.56	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Cocolia
Codice: SCPTU4B
Accelerazione di
picco: 0.243 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

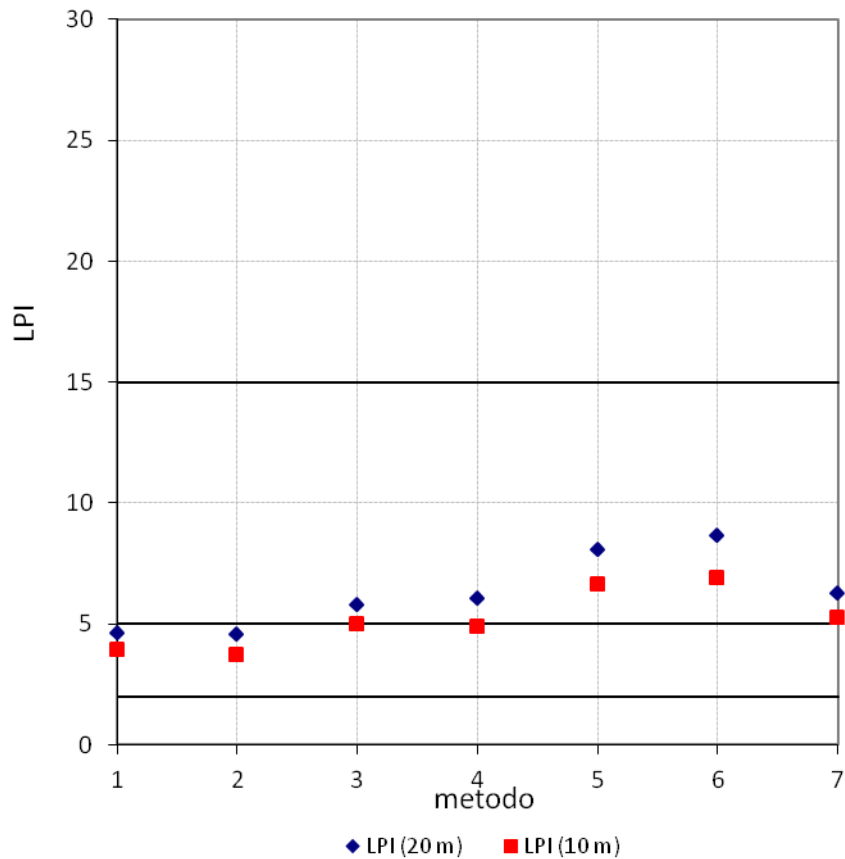
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	9.39	10.66	14.86	21.87	18.22	26.32	17.77
LPI ₁₀ =	6.10	6.13	14.20	15.45	12.62	25.05	12.10
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.24	0.02	0.24	0.24	0.02	0.24	0.24
z_{max} (m) =	19.94	19.92	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
ΣH_L (m) =	8.46	8.48	9.70	9.52	9.22	9.78	9.38
LPbl ₂₀ =	27.20	28.27	-999.00	-999.00	26.59	45.70	-999.00
LPbl ₁₀ =	15.73	15.71	-999.00	-999.00	18.04	39.42	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Ragione e
Località: Filetto
Codice: SCPTU5
Accelerazione di
picco: 0.24 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

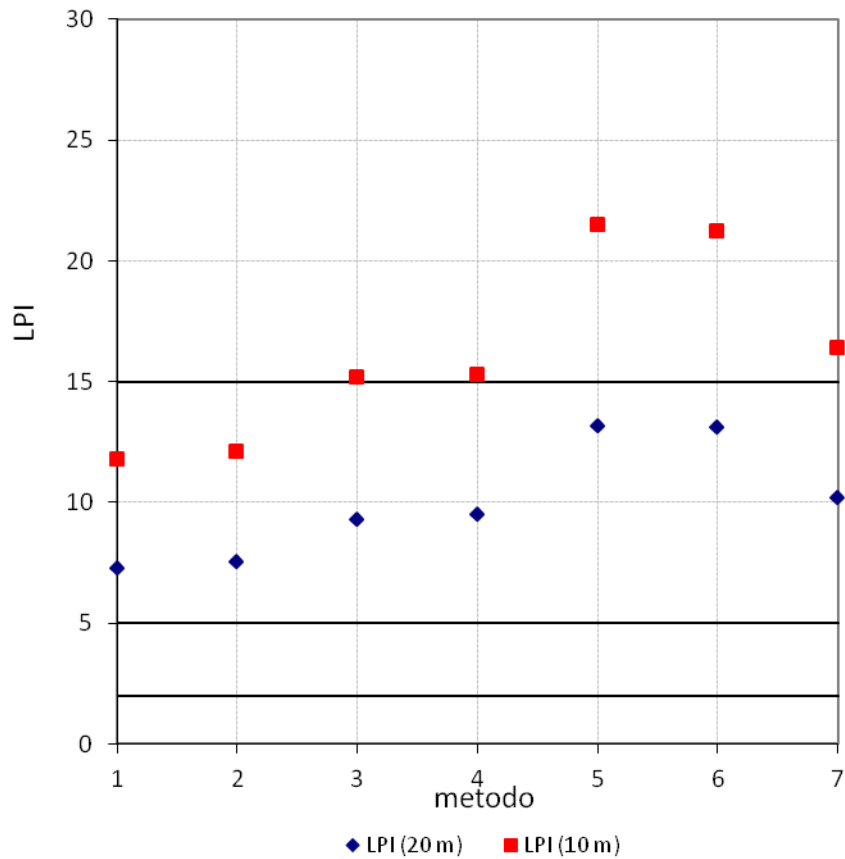
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	4.63	4.58	5.80	6.04	8.08	8.67	6.24
LPI ₁₀ =	3.92	3.72	4.99	4.88	6.61	6.87	5.24
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	alto	alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
ΣH_L (m) =	2.32	2.50	2.32	2.30	3.20	2.30	2.32
LPbl ₂₀ =	10.05	10.15	-999.00	-999.00	11.31	12.17	-999.00
LPbl ₁₀ =	7.51	7.50	-999.00	-999.00	8.95	8.59	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Villanova e
Località: San marco
Codice: SCPTU6B
Accelerazione di
picco: 0.227 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

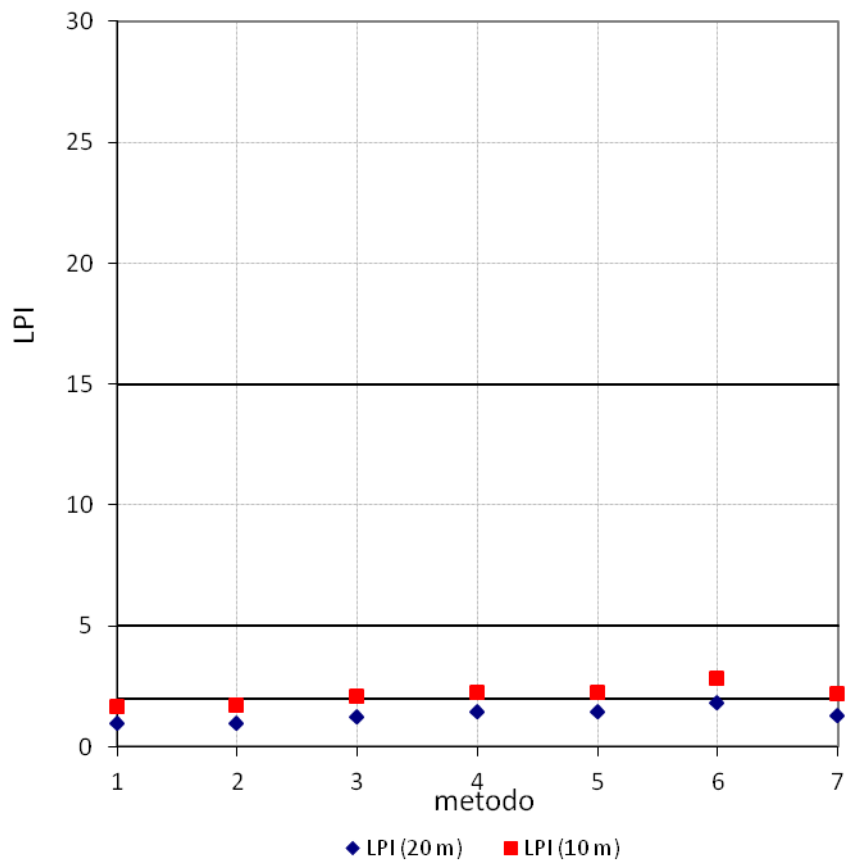
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	7.28	7.54	9.25	9.50	13.17	13.08	10.17
LPI ₁₀ =	11.75	12.09	15.18	15.27	21.46	21.21	16.39
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	15.70	19.96	15.70	15.70	19.98	15.70	15.70
ΣH_L (m) =	2.22	2.30	2.22	2.22	2.94	2.22	2.22
LPbl ₂₀ =	14.51	14.71	-999.00	-999.00	17.61	16.93	-999.00
LPbl ₁₀ =	23.23	23.46	-999.00	-999.00	28.63	26.98	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Casemurate
Codice: SCPTU7B
Accelerazione di
picco: 0.242 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

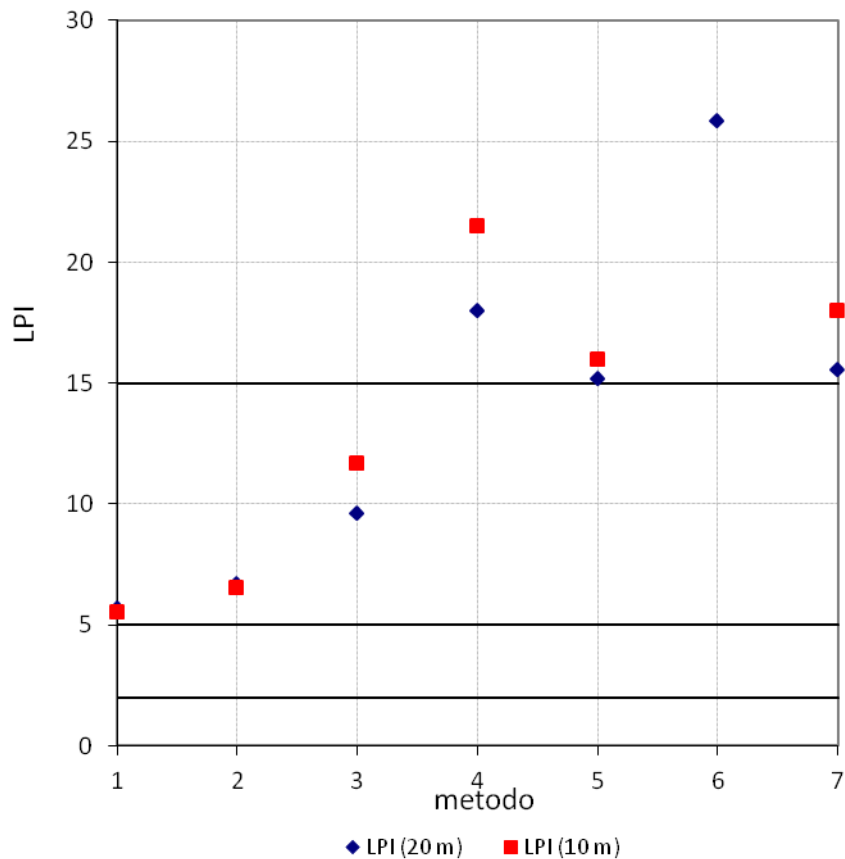
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.94	0.95	1.24	1.43	1.43	1.82	1.29
LPI ₁₀ =	1.65	1.71	2.09	2.24	2.23	2.81	2.16
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	basso	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	18.56	18.56	18.56	18.58	19.98	18.58	18.56
ΣH_L (m) =	0.80	0.80	0.82	0.90	1.10	0.90	0.86
LPbl ₂₀ =	1.90	1.85	-999.00	-999.00	1.92	2.52	-999.00
LPbl ₁₀ =	2.90	2.92	-999.00	-999.00	2.82	3.56	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Punta
Codice: Marina
SCPTU8B
Accelerazione di
picco: 0.193 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

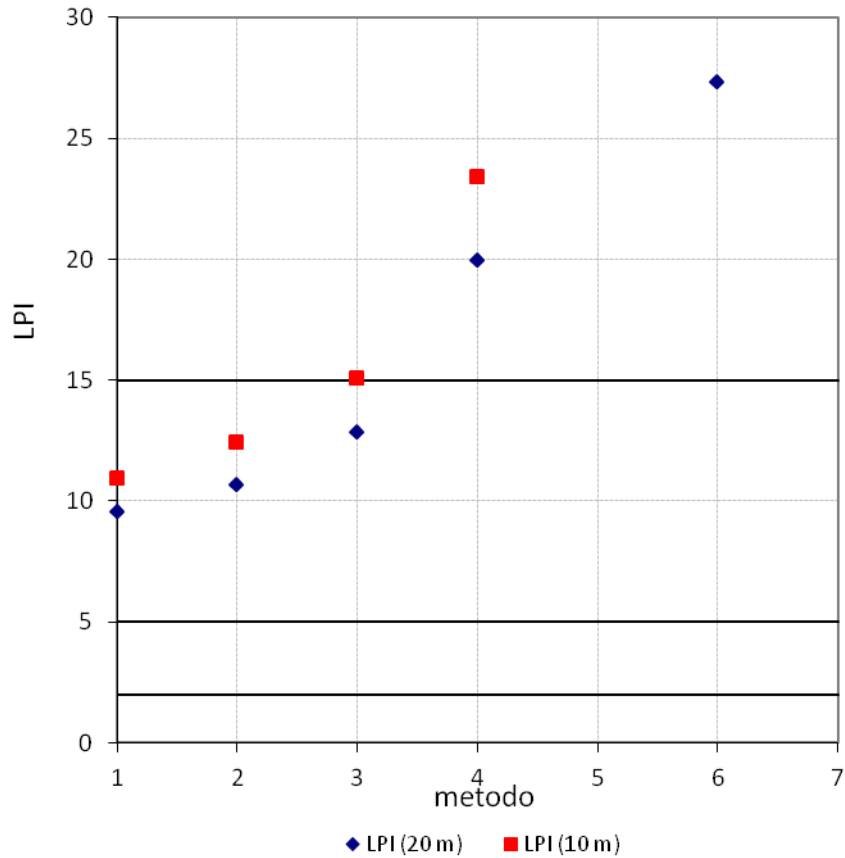
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	5.65	6.67	9.59	17.96	15.16	25.83	15.56
LPI ₁₀ =	5.51	6.53	11.69	21.50	15.98	32.38	17.99
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto molto alto
z_{min} (m) =	0.16	0.26	0.16	0.16	0.06	0.16	0.16
z_{max} (m) =	17.82	19.52	19.52	19.52	19.98	19.52	17.82
ΣH_L (m) =	6.02	6.20	7.78	8.10	7.88	8.12	7.94
LPbl ₂₀ =	19.89	21.06	-999.00	-999.00	22.76	47.76	-999.00
LPbl ₁₀ =	20.49	22.04	-999.00	-999.00	24.18	59.56	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Lido di dante
Codice: SCPTU9B
Accelerazione di picco: 0.2 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza massima: 20.02 m

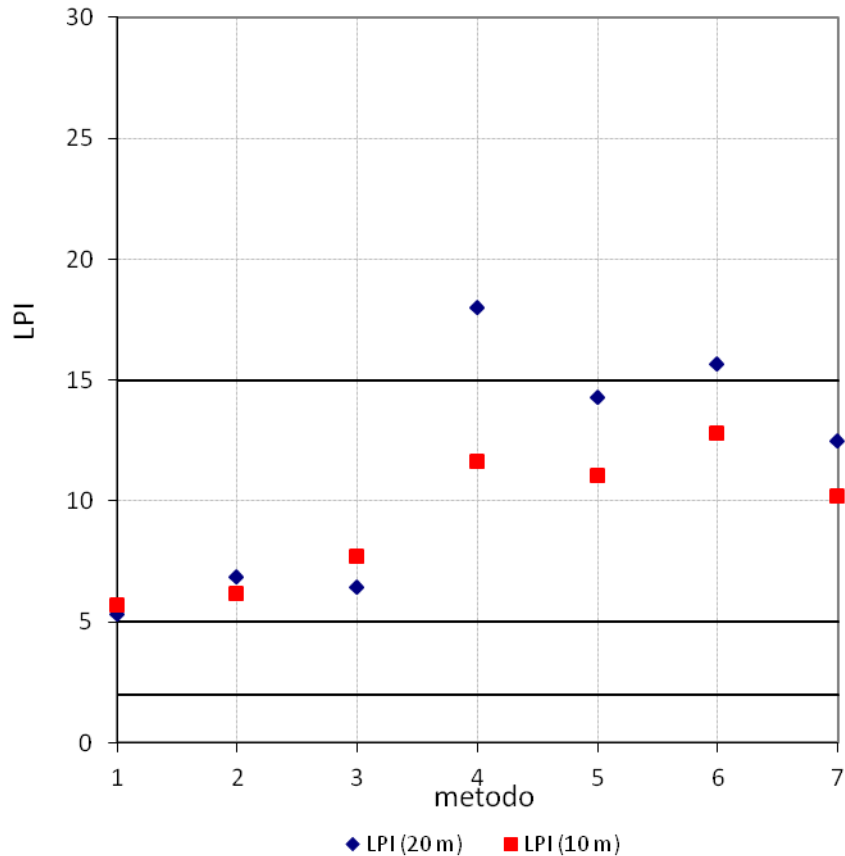
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	9.52	10.68	12.84	19.97	807.45	27.31	#####
LPI ₁₀ =	10.93	12.38	15.08	23.40	1542.13	31.16	#####
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	alto	alto	alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04
z_{max} (m) =	18.82	18.82	18.82	18.82	19.98	18.82	18.82
ΣH_L (m) =	7.14	7.20	7.98	7.94	8.26	7.90	7.98
LPbl ₂₀ =	28.47	29.59	-999.00	-999.00	30.80	46.03	-999.00
LPbl ₁₀ =	32.05	33.39	-999.00	-999.00	35.00	51.35	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Ravenna
Località: Città
Codice: SCPTU10B
Accelerazione di
picco: 0.205 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

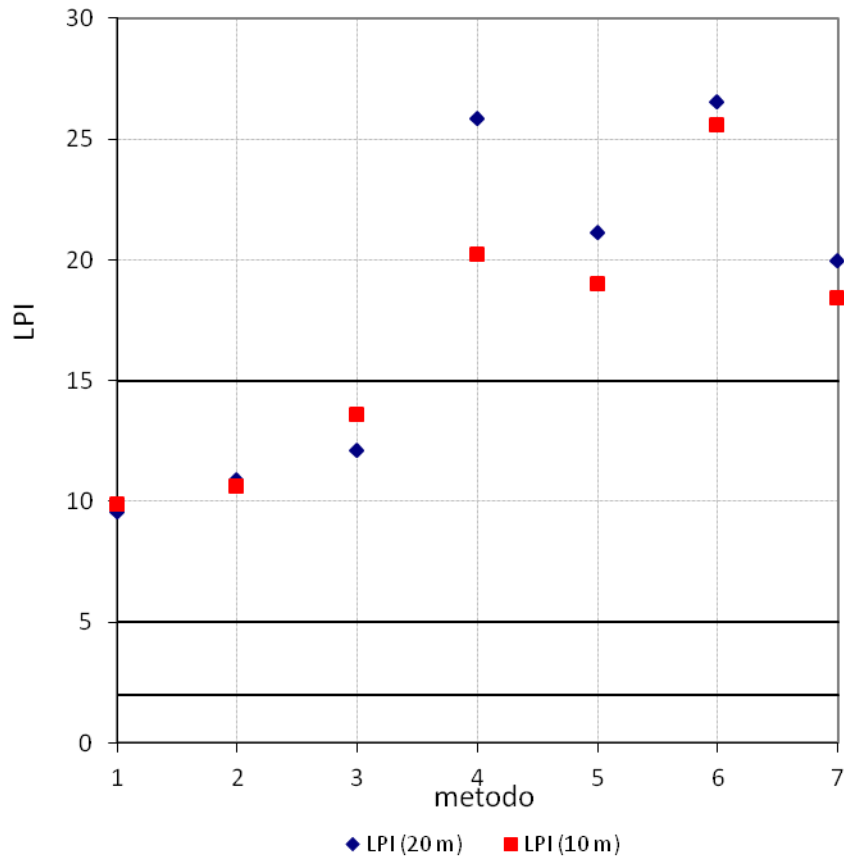
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	5.32	6.84	6.43	17.98	14.26	15.66	12.48
LPI ₁₀ =	5.67	6.14	7.69	11.61	11.05	12.80	10.20
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	alto	molto alto	alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	19.38	19.40	19.36	19.98	19.98	19.42	19.54
ΣH_L (m) =	8.86	9.16	9.86	14.74	11.34	12.08	13.54
LPbl ₂₀ =	17.22	20.17	-999.00	-999.00	20.85	29.35	-999.00
LPbl ₁₀ =	13.00	13.03	-999.00	-999.00	15.12	19.27	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Ravenna
Località: Città
Codice: SCPTU11B
Accelerazione di
picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.20 m

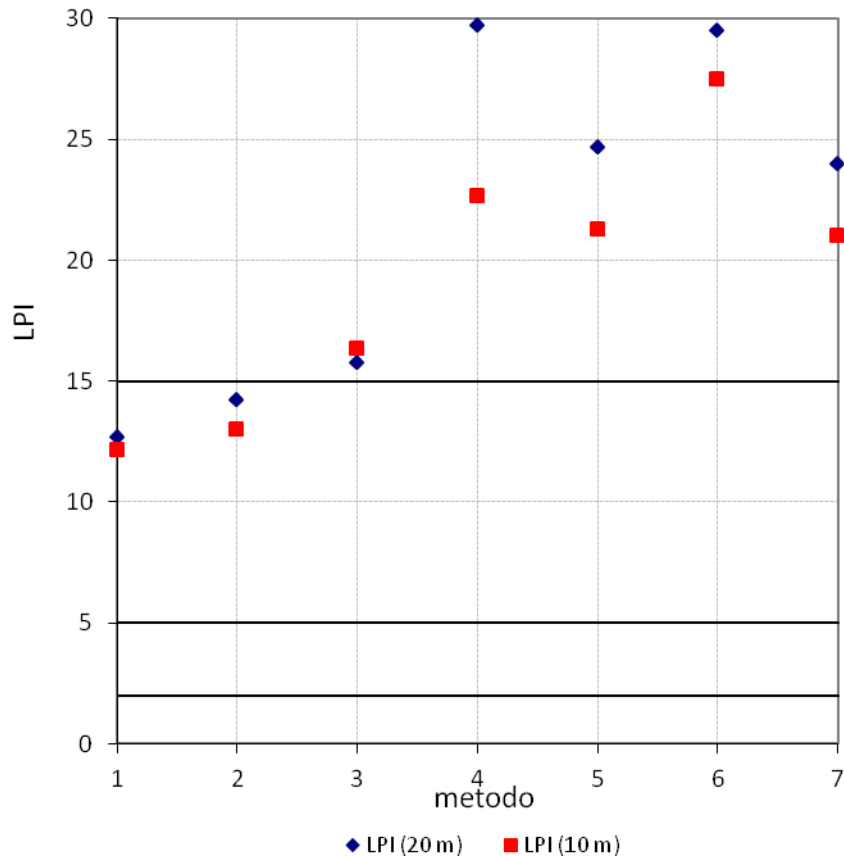
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	9.54	10.86	12.11	25.83	21.11	26.50	19.97
LPI ₁₀ =	9.85	10.58	13.57	20.22	19.01	25.56	18.41
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	16.28	17.06	19.06	19.98	19.98	19.26	19.26
ΣH_L (m) =	9.84	10.42	10.96	16.40	13.44	13.84	14.68
LPbl ₂₀ =	27.31	30.48	-999.00	-999.00	30.89	46.62	-999.00
LPbl ₁₀ =	24.32	26.14	-999.00	-999.00	26.80	40.39	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Castiglione
di Rav.
Codice: SCPTU12
Accelerazione di
picco: 0.234 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.20 m

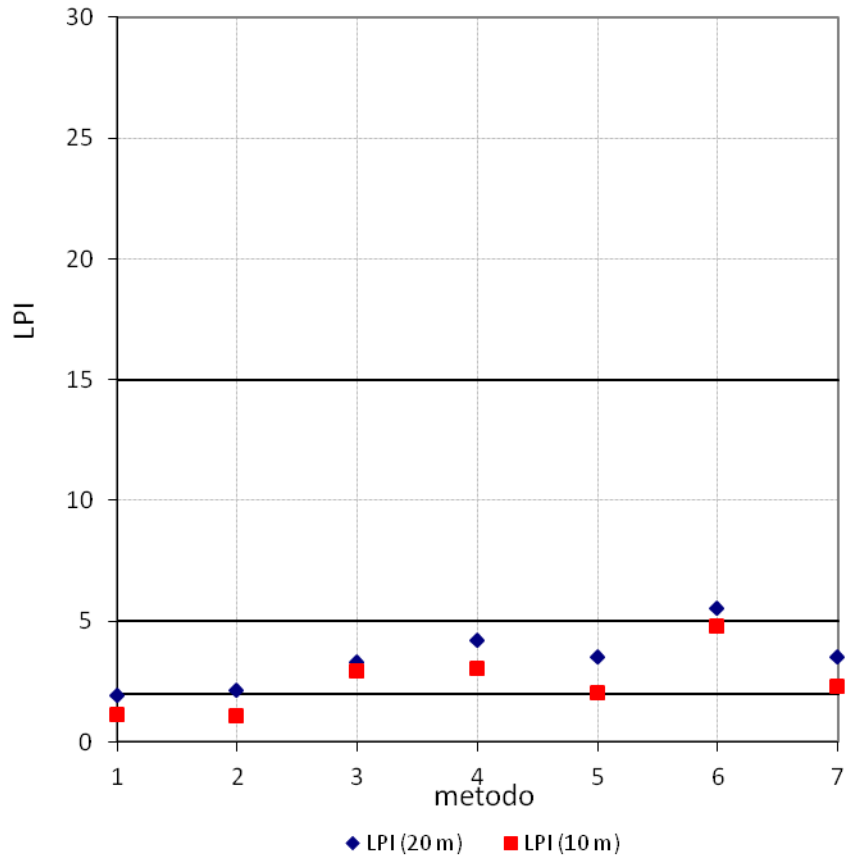
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	12.67	14.21	15.73	29.72	24.64	29.50	23.97
LPI ₁₀ =	12.14	12.99	16.34	22.65	21.26	27.49	20.99
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	17.18	19.02	19.06	19.98	19.98	19.48	19.60
ΣH_L (m) =	12.24	12.64	12.80	16.42	14.38	14.98	15.58
LPbl ₂₀ =	34.38	36.97	-999.00	-999.00	35.46	51.04	-999.00
LPbl ₁₀ =	28.55	29.47	-999.00	-999.00	29.46	42.53	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: San Pietro
in Vincoli
Codice: SCPTU13B
Accelerazione di
picco: 0.24 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.20 m

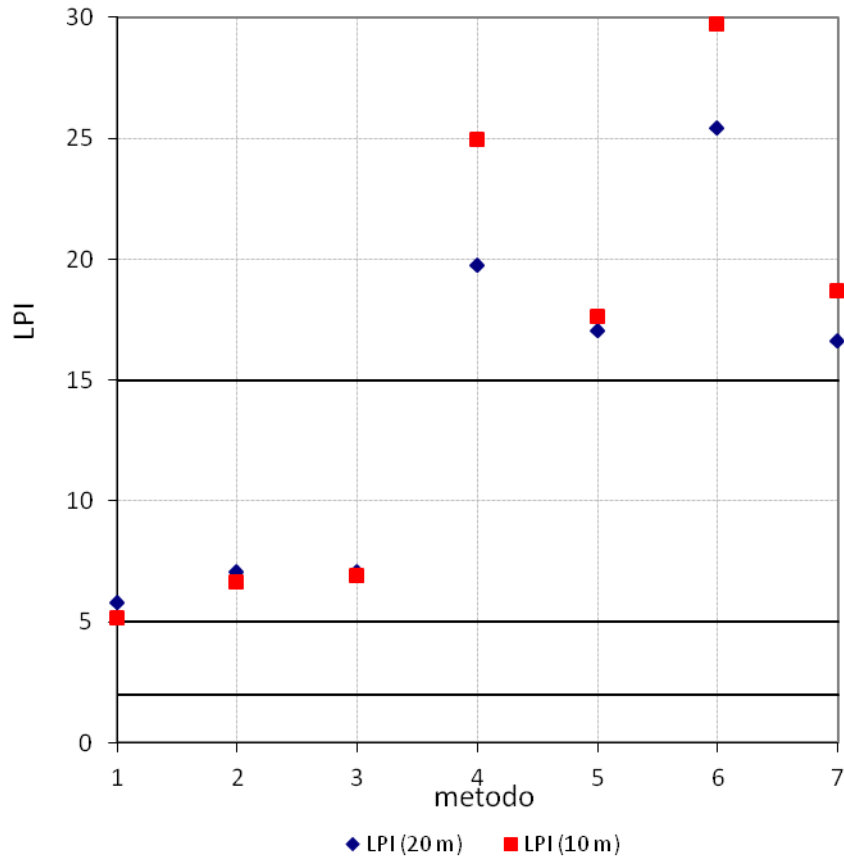
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	1.89	2.10	3.27	4.18	3.47	5.52	3.48
LPI ₁₀ =	1.10	1.08	2.91	3.04	2.01	4.75	2.28
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	moderato	moderato	moderato	moderato	alto	moderato
z_{min} (m) =	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
z_{max} (m) =	19.48	18.76	19.48	19.48	19.98	19.48	19.48
ΣH_L (m) =	2.00	1.92	2.24	2.20	2.06	2.22	2.16
LPbl ₂₀ =	5.46	5.55	-999.00	-999.00	5.12	9.22	-999.00
LPbl ₁₀ =	2.84	2.82	-999.00	-999.00	2.94	6.97	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Marina di
Ravenna
Codice: SCPTU14B
Accelerazione di
picco: 0.18 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.20 m

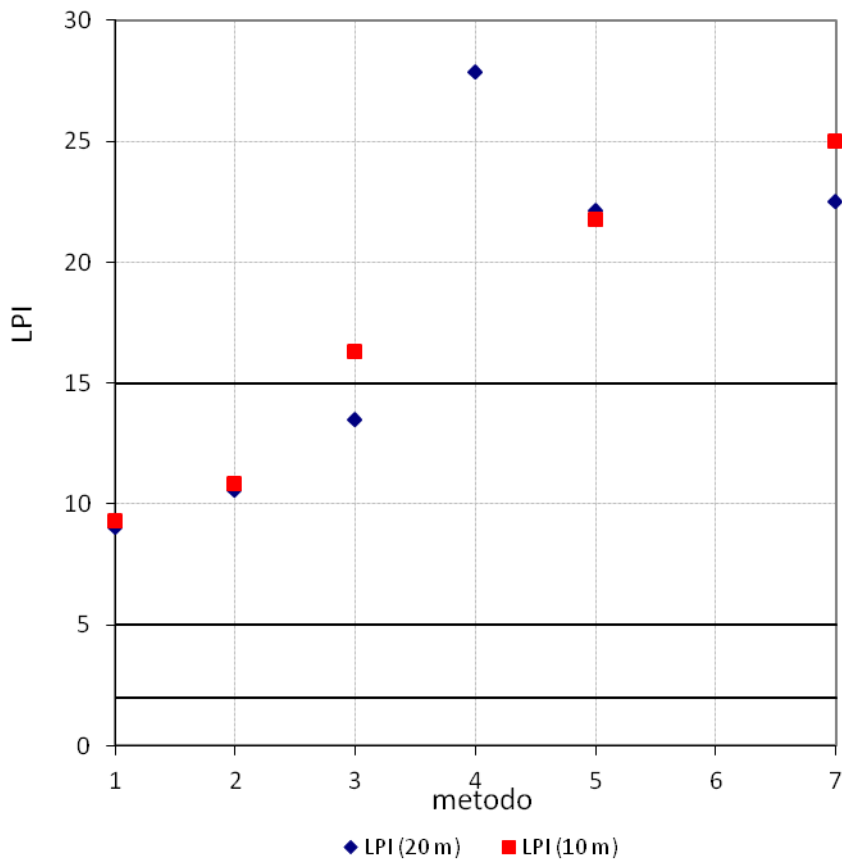
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	5.76	7.03	7.07	19.73	17.02	25.42	16.58
LPI ₁₀ =	5.14	6.63	6.91	24.93	17.61	29.68	18.68
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto	molto	molto	molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	17.40	17.40	17.42	17.42	19.98	17.42	17.40
ΣH_L (m) =	6.18	6.74	7.98	8.64	7.48	8.72	8.40
LPbl ₂₀ =	21.34	23.18	-999.00	-999.00	25.53	49.09	-999.00
LPbl ₁₀ =	20.61	23.08	-999.00	-999.00	26.74	59.73	-999.00



Dott. Paolo Castellani
 Dott. Stefano Nastasi
 Dott. Damiano Guarguaglini
 Dott. Annalisa Fontanelli
 Dott. Andrea Castellani

Località: Porto
 Fuori
 Codice: SCPTU15B
 Accelerazione di
 picco: 0.206 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 0 m
 Lunghezza
 massima: 20.20 m

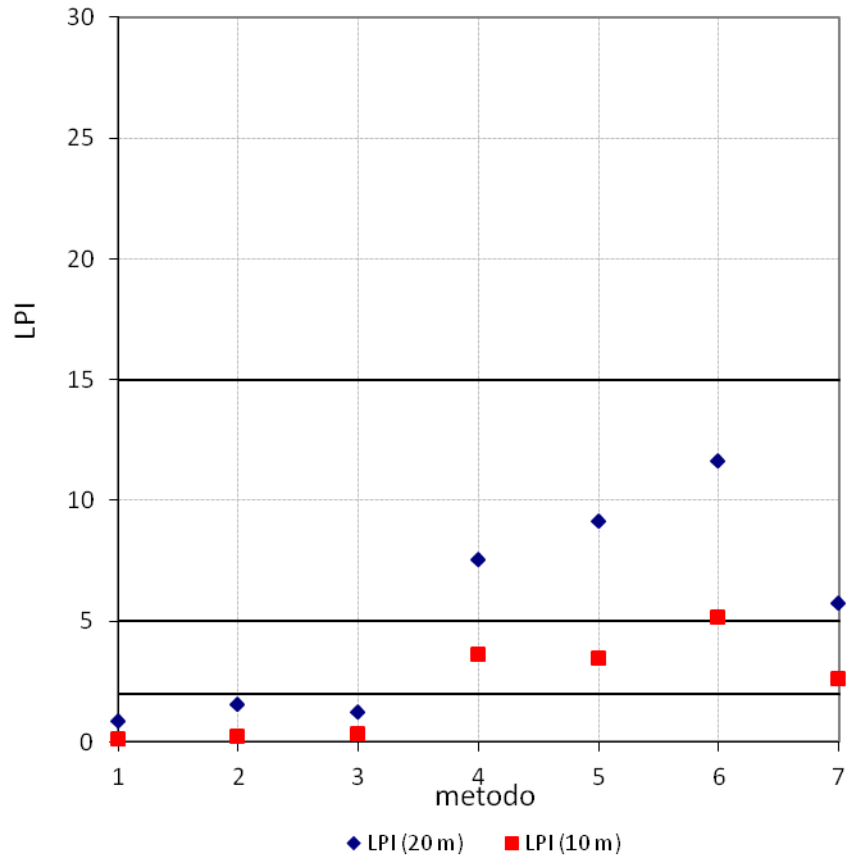
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	8.99	10.54	13.49	27.86	22.13	30.79	22.46
LPI ₁₀ =	9.27	10.80	16.27	30.02	21.75	34.36	25.01
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	19.84	19.84	19.84	19.84	19.98	19.84	19.84
ΣH_L (m) =	11.18	11.30	11.90	13.92	13.26	13.26	13.58
LPbl ₂₀ =	28.78	31.96	-999.00	-999.00	32.91	56.43	-999.00
LPbl ₁₀ =	29.53	32.44	-999.00	-999.00	32.08	60.80	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: San Romualdo
Codice: SCPTU1C
Accelerazione di picco: 0.196 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 2.5 m
Lunghezza massima: 20.02 m

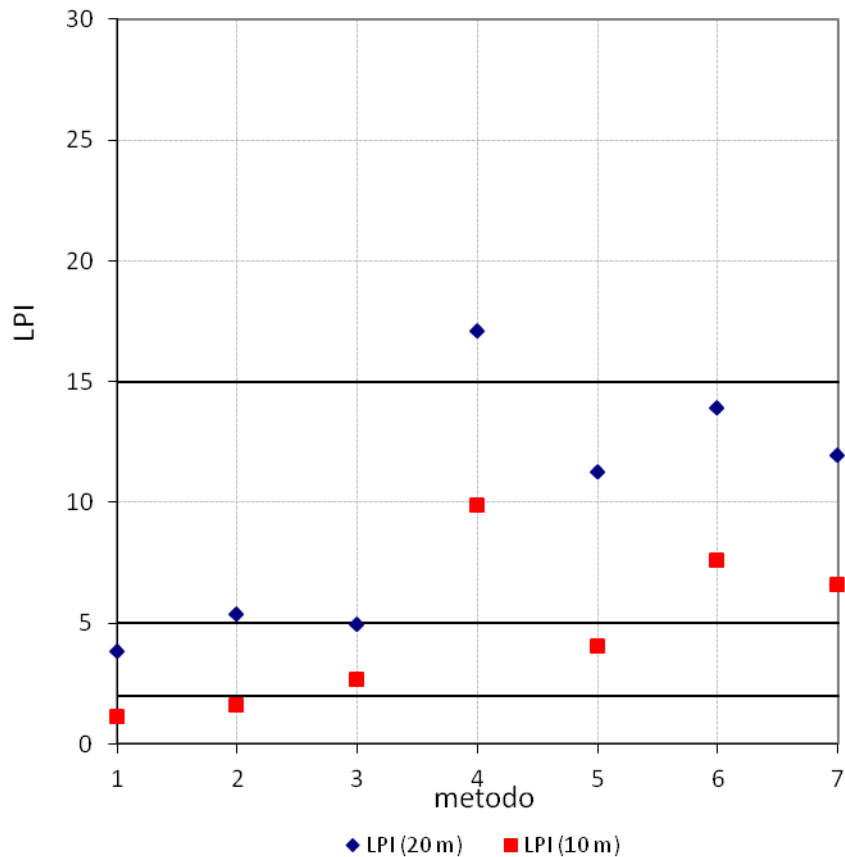
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.82	1.51	1.20	7.51	9.12	11.62	5.70
LPI ₁₀ =	0.11	0.24	0.33	3.60	3.45	5.14	2.61
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	3.64	3.64	3.64	3.64	3.62	3.64	3.64
z_{max} (m) =	18.76	18.82	19.14	19.16	19.98	19.16	19.14
ΣH_L (m) =	6.02	6.58	5.94	9.24	7.94	8.18	8.02
LPbl ₂₀ =	5.80	8.03	-999.00	-999.00	14.23	24.75	-999.00
LPbl ₁₀ =	0.69	1.31	-999.00	-999.00	5.49	10.63	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Camerlona
Codice: SCPTU2C
Accelerazione di
picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1 m
Lunghezza massima: 20.02 m

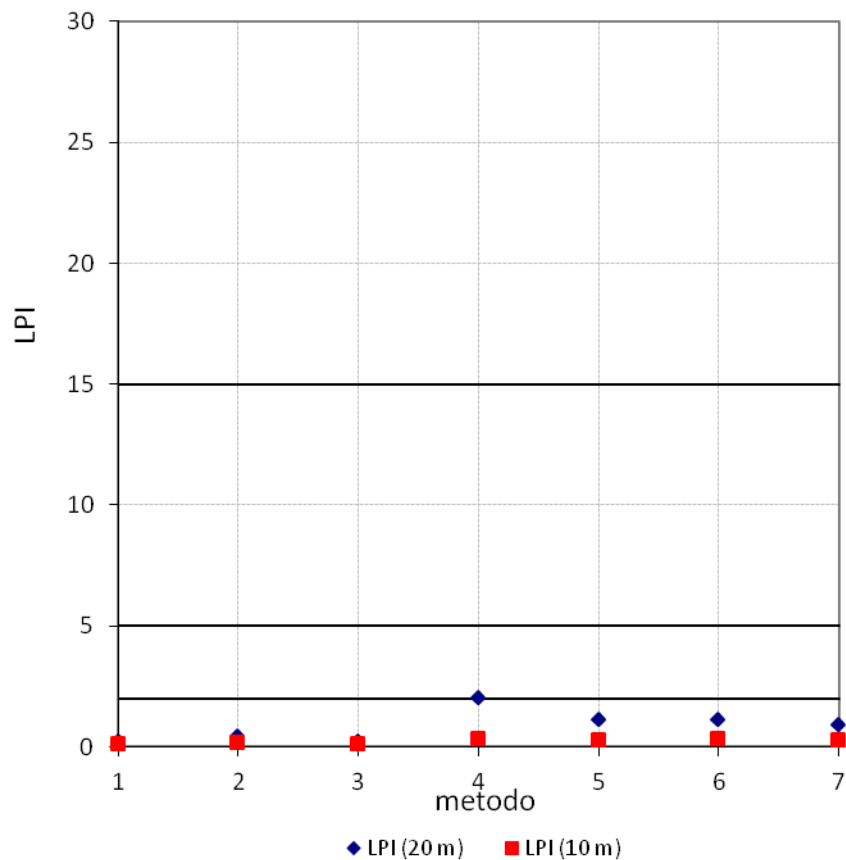
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	3.83	5.33	4.91	17.06	11.24	13.89	11.96
LPI ₁₀ =	1.11	1.57	2.62	9.87	4.00	7.60	6.56
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	alto	moderato	molto alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	1.18	2.84
z_{max} (m) =	17.48	17.72	17.46	19.20	18.44	18.44	18.50
ΣH_L (m) =	9.84	10.48	10.96	12.52	10.92	11.50	12.40
LPbl ₂₀ =	14.77	19.03	-999.00	-999.00	17.53	29.49	-999.00
LPbl ₁₀ =	5.71	8.01	-999.00	-999.00	6.65	16.89	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Fornace
Località: Zarattini
Codice: SCPTU3C
Accelerazione di
picco: 0.214 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 2.5 m
Lunghezza massima: 20.02 m

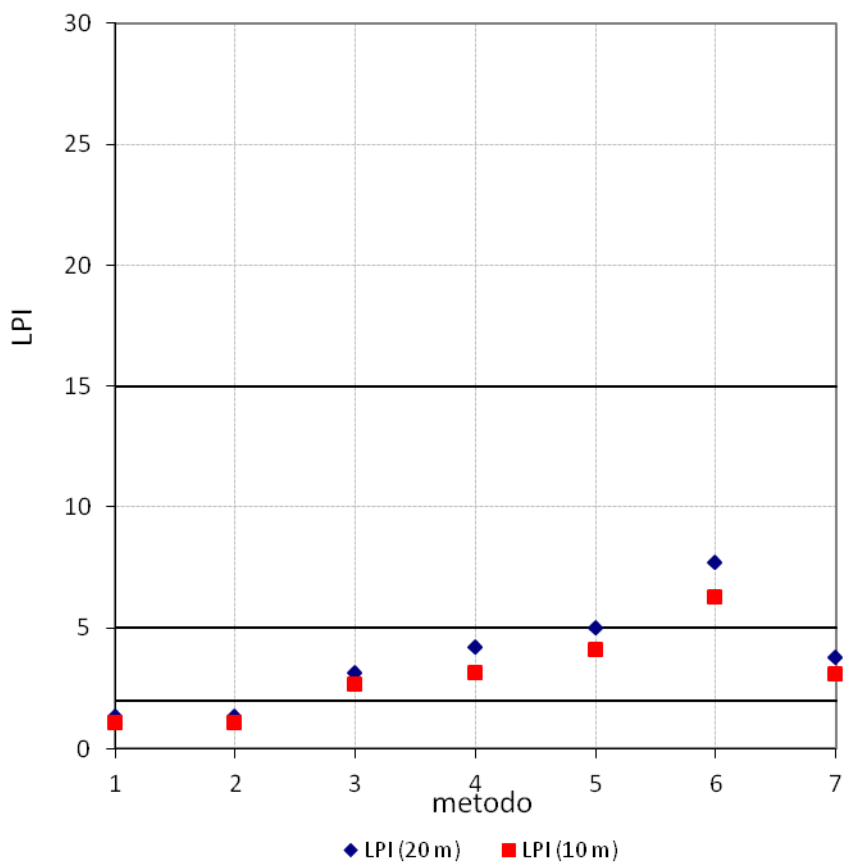
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.24	0.40	0.22	2.01	1.11	1.11	0.89
LPI ₁₀ =	0.10	0.16	0.09	0.32	0.28	0.32	0.28
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	moderato	basso	basso	basso
z _{min} (m) =	8.54	8.54	8.54	8.54	8.54	8.54	8.54
z _{max} (m) =	14.72	16.06	16.08	19.98	16.14	16.14	17.44
ΣH _L (m) =	0.94	1.16	0.88	5.24	1.42	1.52	1.86
LPbl ₂₀ =	1.07	1.50	-999.00	-999.00	1.76	2.46	-999.00
LPbl ₁₀ =	0.39	0.46	-999.00	-999.00	0.42	0.64	-999.00



Dott. Paolo Castellani
 Dott. Stefano Nastasi
 Dott. Damiano Guarguaglini
 Dott. Annalisa Fontanelli
 Dott. Andrea Castellani

Località: San Michele
 Codice: SCPTU4C
 Accelerazione di picco: 0.222 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 2.5 m
 Lunghezza massima: 20.02 m

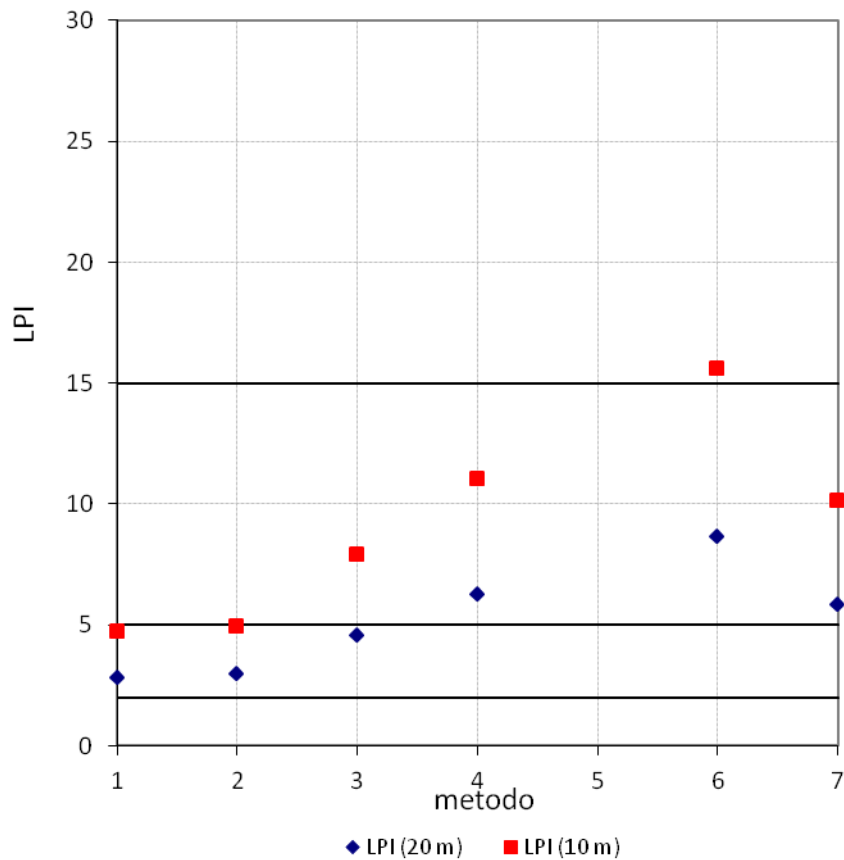
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	1.33	1.35	3.14	4.20	4.99	7.69	3.76
LPI ₁₀ =	1.07	1.05	2.64	3.14	4.10	6.25	3.08
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	moderato	moderato	moderato	alto	moderato
z_{min} (m) =	4.98	4.98	2.64	2.64	4.60	4.98	4.98
z_{max} (m) =	19.62	19.62	19.62	19.62	19.62	19.62	19.62
ΣH_L (m) =	2.80	2.78	2.92	2.86	3.38	2.84	2.84
LPbl ₂₀ =	6.91	6.99	-999.00	-999.00	7.55	12.60	-999.00
LPbl ₁₀ =	5.64	5.58	-999.00	-999.00	6.18	9.80	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Torre
Piezometrica
Codice: SCPTU5C
Accelerazione di
picco: 0.213 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza massima: 9.60 m

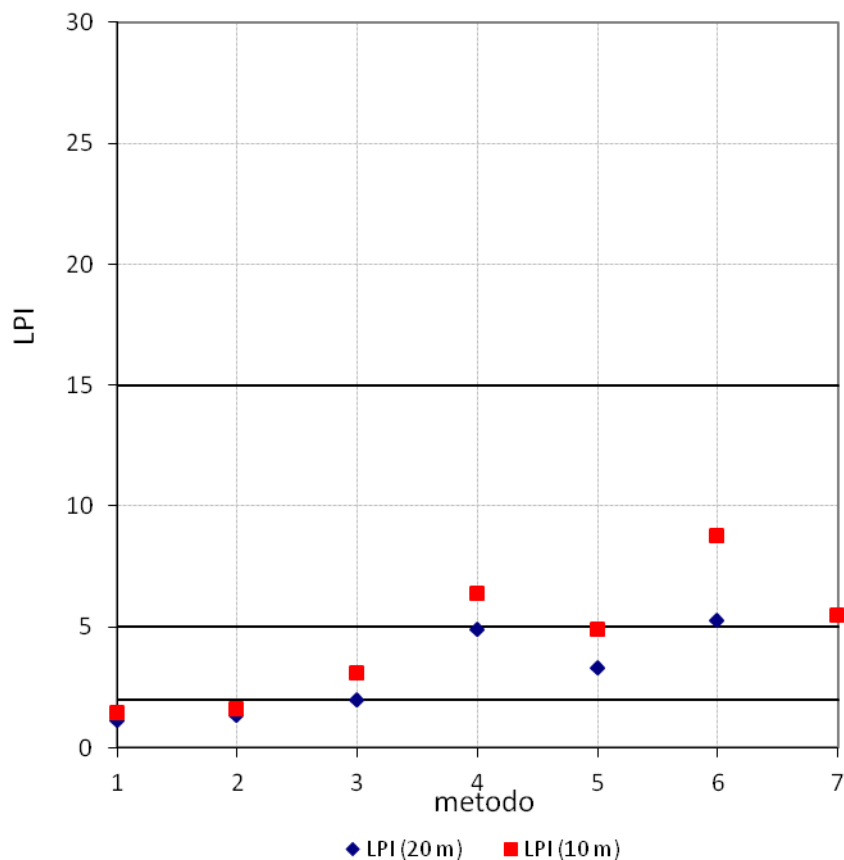
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	2.81	2.99	4.56	6.28	5529.24	8.64	5.81
LPI ₁₀ =	4.70	4.91	7.90	11.01	1337.36	15.60	10.13
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	moderato	alto	molto alto	alto	alto
z_{min} (m) =	0.04	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04	0.04
z_{max} (m) =	8.86	8.86	8.90	8.86	9.50	8.86	8.90
ΣH_L (m) =	1.36	1.36	1.66	1.70	1.68	1.70	1.74
LPbl ₂₀ =	7.26	7.60	-999.00	-999.00	8.93	13.85	-999.00
LPbl ₁₀ =	12.40	12.79	-999.00	-999.00	14.68	24.93	-999.00



Dott. Paolo Castellani
 Dott. Stefano Nastasi
 Dott. Damiano Guarguaglini
 Dott. Annalisa Fontanelli
 Dott. Andrea Castellani

Località: Parco
 Mura
 Codice: SCPTU7C
 Accelerazione di
 picco: 0.212 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 0 m
 Lunghezza massima: 20.02 m

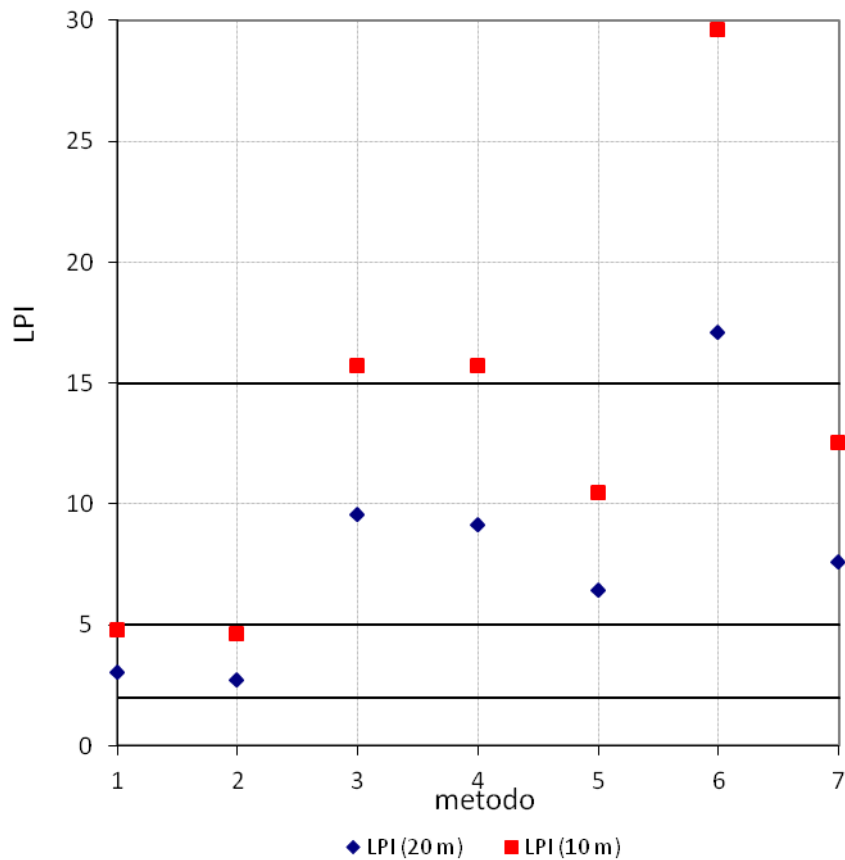
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	1.11	1.31	1.94	4.86	3.26	5.27	1011467.92
LPI ₁₀ =	1.45	1.60	3.06	6.34	4.90	8.74	5.48
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	moderato	moderato	alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
z_{max} (m) =	14.04	15.24	16.14	19.98	16.14	16.14	17.54
ΣH_L (m) =	1.18	1.34	1.84	4.38	1.66	1.86	2.26
LPbl ₂₀ =	3.09	3.59	-999.00	-999.00	4.95	10.09	-999.00
LPbl ₁₀ =	4.06	4.37	-999.00	-999.00	7.42	16.53	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Castiglione
di Ravenna
Codice: SCPTU8C
Accelerazione di
picco: 0.232 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza massima: 20.02 m

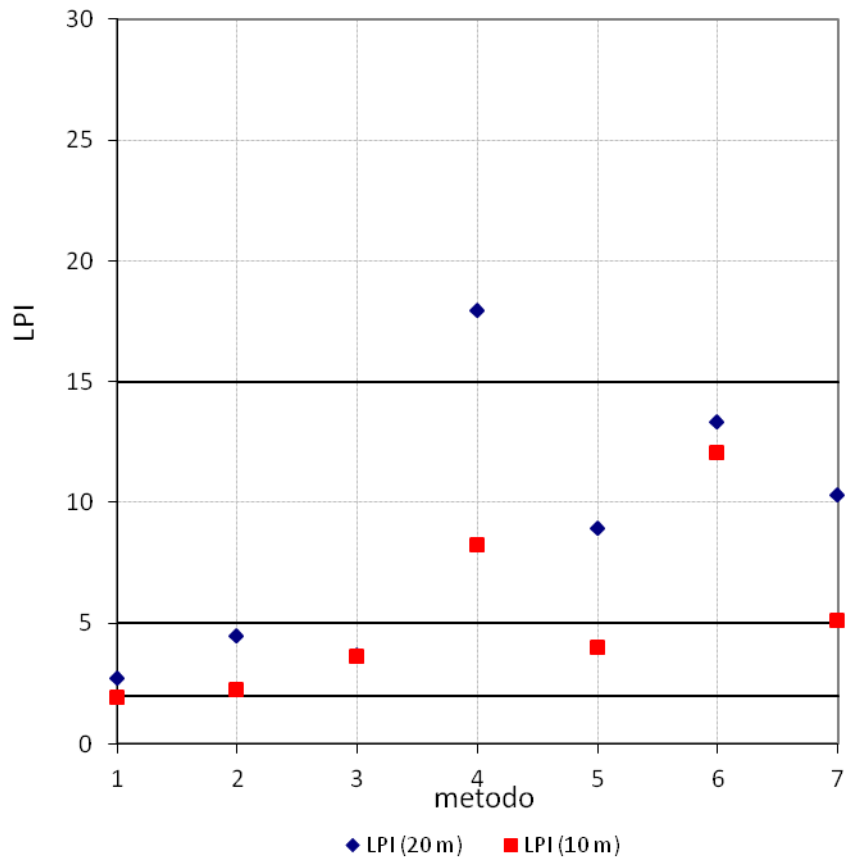
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	3.01	2.72	9.56	9.10	6.43	17.07	7.56
LPI ₁₀ =	4.76	4.59	15.72	15.69	10.43	29.58	12.52
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	alto	alto	alto	molto alto	alto
z_{min} (m) =	0.04	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04	0.04
z_{max} (m) =	7.86	7.84	7.86	7.52	7.90	7.52	7.86
ΣH_L (m) =	1.92	1.98	3.34	3.18	2.30	3.32	3.26
LPbl ₂₀ =	8.55	8.18	-999.00	-999.00	9.43	27.01	-999.00
LPbl ₁₀ =	13.55	13.53	-999.00	-999.00	15.24	47.04	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Classe
Codice: SCPTU10C
Accelerazione di
picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza massima: 20.02 m

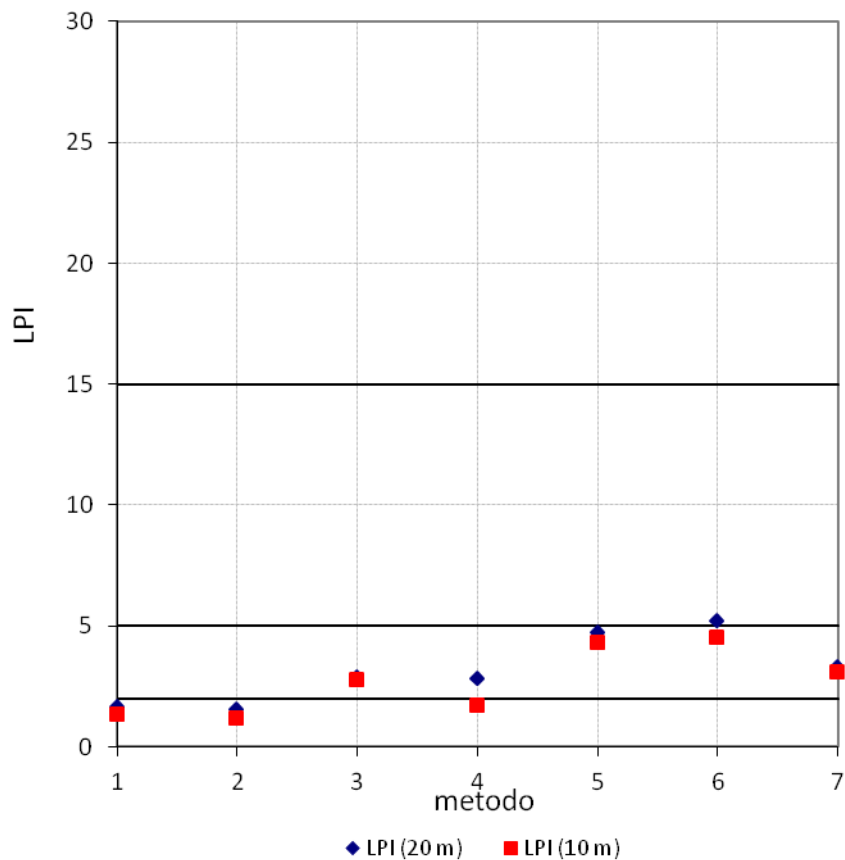
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	2.71	4.48	3.67	17.90	8.91	13.29	10.29
LPI ₁₀ =	1.89	2.23	3.61	8.22	3.96	12.04	5.08
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	moderato	molto alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	2.88	2.88	0.60	0.70	2.86	0.46	0.64
z_{max} (m) =	15.84	16.84	15.84	19.92	19.60	19.60	19.70
ΣH_L (m) =	7.98	8.76	9.96	13.86	8.92	11.16	12.72
LPbl ₂₀ =	11.34	17.10	-999.00	-999.00	13.69	28.68	-999.00
LPbl ₁₀ =	4.89	5.91	-999.00	-999.00	5.77	24.44	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Massa
Castello
Codice: SCPTU11C
Accelerazione di
picco: 0.248 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 2.5 m
Lunghezza massima: 20.02 m

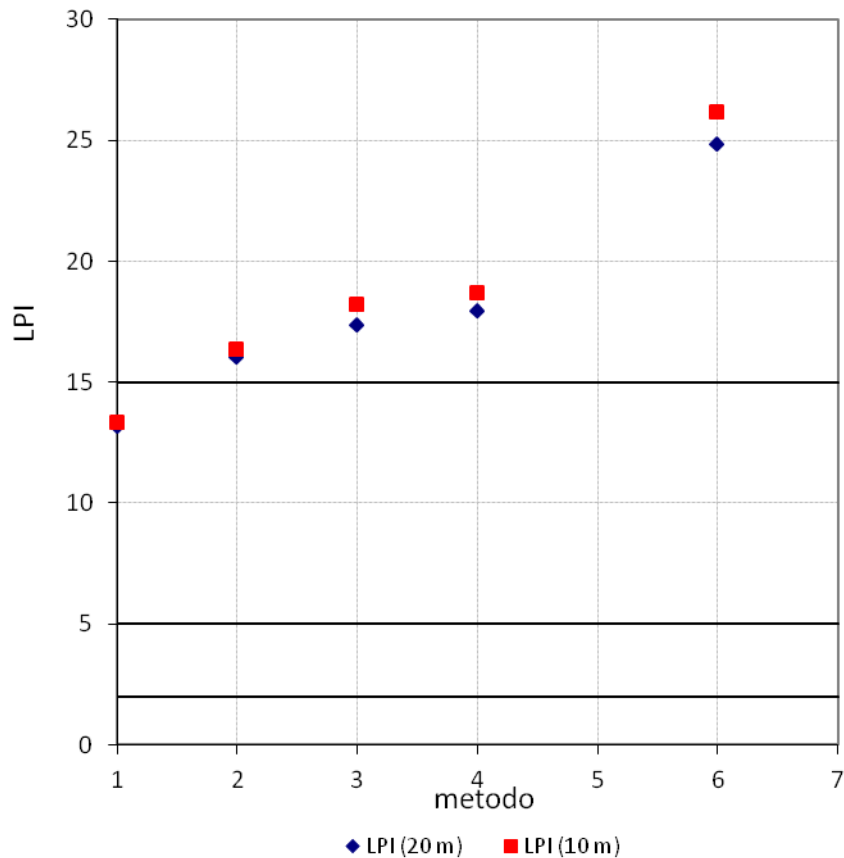
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	1.62	1.55	2.88	2.82	4.74	5.21	3.26
LPI ₁₀ =	1.34	1.15	2.78	1.70	4.27	4.51	3.05
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	moderato	moderato	moderato	alto	moderato
z_{min} (m) =	3.02	3.00	3.02	3.02	2.96	3.02	3.02
z_{max} (m) =	17.92	17.92	17.94	17.94	19.98	17.94	17.92
ΣH_L (m) =	2.50	2.70	2.56	2.44	3.64	2.52	2.50
LPbl ₂₀ =	5.76	5.65	-999.00	-999.00	7.09	8.31	-999.00
LPbl ₁₀ =	4.66	4.17	-999.00	-999.00	6.26	6.32	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

San Pietro
in
Località: Campiano
Codice: SCPTU12C
Accelerazione di
picco: 0.235 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

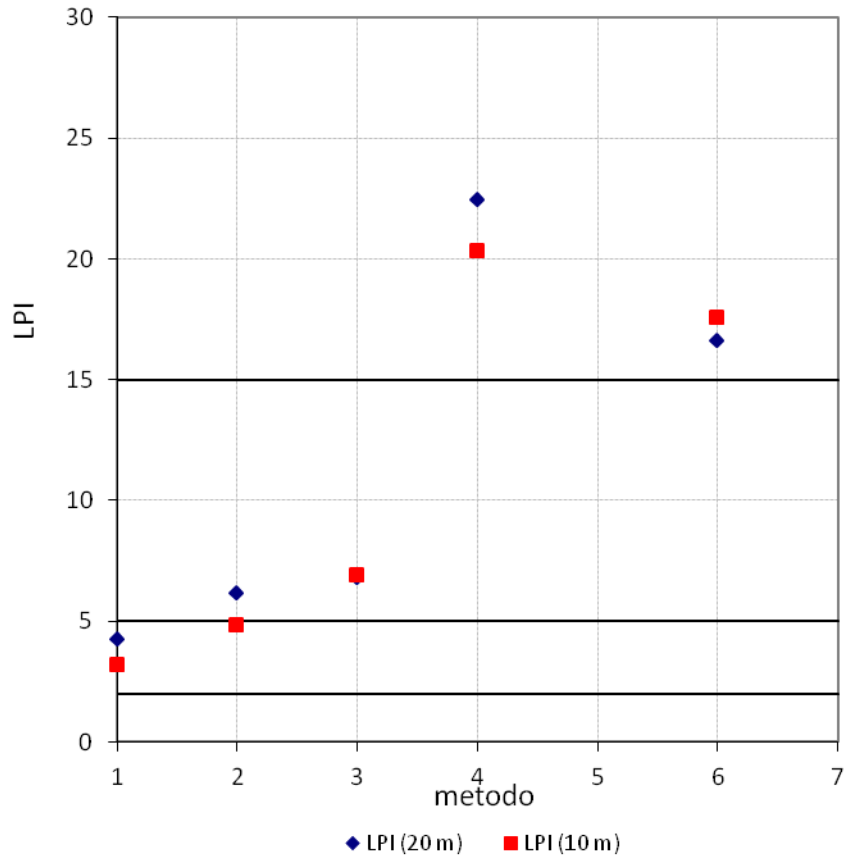
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	13.13	16.00	17.34	17.92	2320.58	24.85	#####
LPI ₁₀ =	13.31	16.33	18.18	18.65	4565.78	26.12	#####
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	molto	molto	molto	molto	molto	molto alto
z _{min} (m) =	0.78	0.72	0.72	0.72	0.18	0.66	0.18
z _{max} (m) =	18.88	18.88	18.88	18.88	18.90	18.88	18.88
ΣH _L (m) =	7.42	8.54	7.72	7.56	9.74	7.76	7.78
LPbl ₂₀ =	25.59	31.95	-999.00	-999.00	36.52	33.99	-999.00
LPbl ₁₀ =	24.56	31.48	-999.00	-999.00	40.15	34.29	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Rotonda
Codice: Doganieri
SCPTU13C
Accelerazione di
picco: 0.196 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 16.60 m

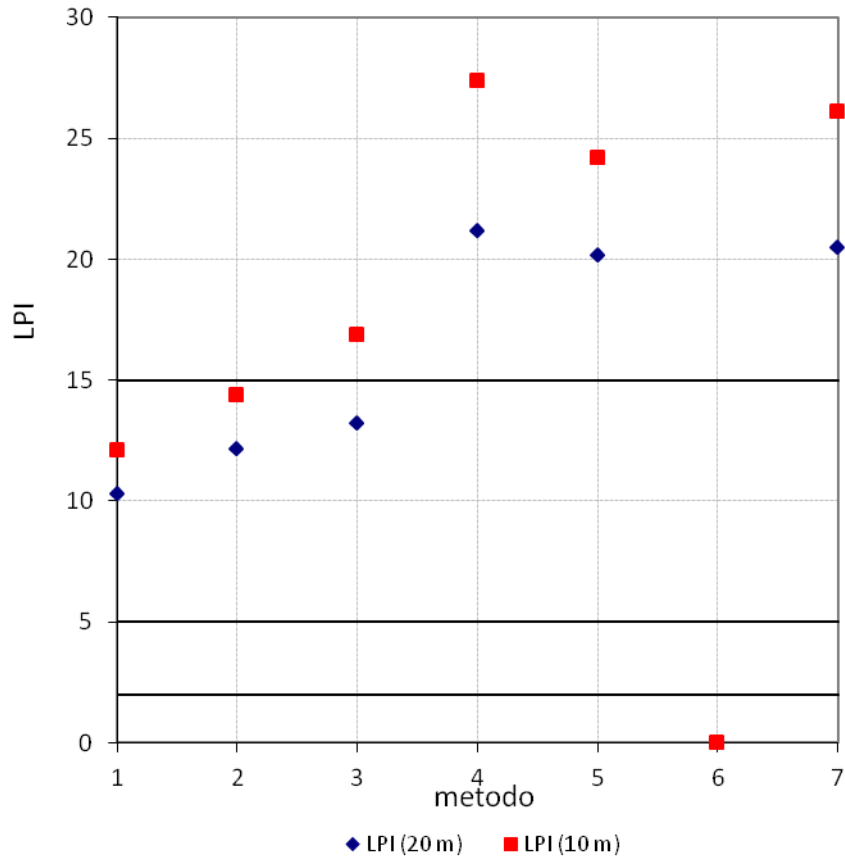
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	4.25	6.18	6.77	22.41	5107.76	16.61	#####
LPI ₁₀ =	3.21	4.83	6.92	20.33	10050.35	17.58	#####
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	alto	alto	alto	alto	alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60
ΣH_L (m) =	7.28	8.22	9.82	11.00	9.06	10.74	11.74
LPbl ₂₀ =	16.15	21.88	-999.00	-999.00	19.50	35.34	-999.00
LPbl ₁₀ =	12.64	18.10	-999.00	-999.00	19.01	36.78	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Marina
Codice: Romea SCPTU14C
Accelerazione di
picco: 0.176 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	10.27	12.17	13.18	21.15	20.13	#DIV/0!	20.49
LPI ₁₀ =	12.08	14.35	16.85	27.36	24.18	#DIV/0!	26.11
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	#DIV/0!	molto alto
z_{min} (m) =	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	#DIV/0!	0.42
z_{max} (m) =	19.58	19.62	19.58	19.58	19.94	#DIV/0!	19.58
ΣH_L (m) =	6.10	6.30	7.46	6.44	7.28	#DIV/0!	7.64
LPbl ₂₀ =	29.07	31.00	-999.00	-999.00	29.23	#DIV/0!	-999.00
LPbl ₁₀ =	35.62	37.71	-999.00	-999.00	35.17	#DIV/0!	-999.00

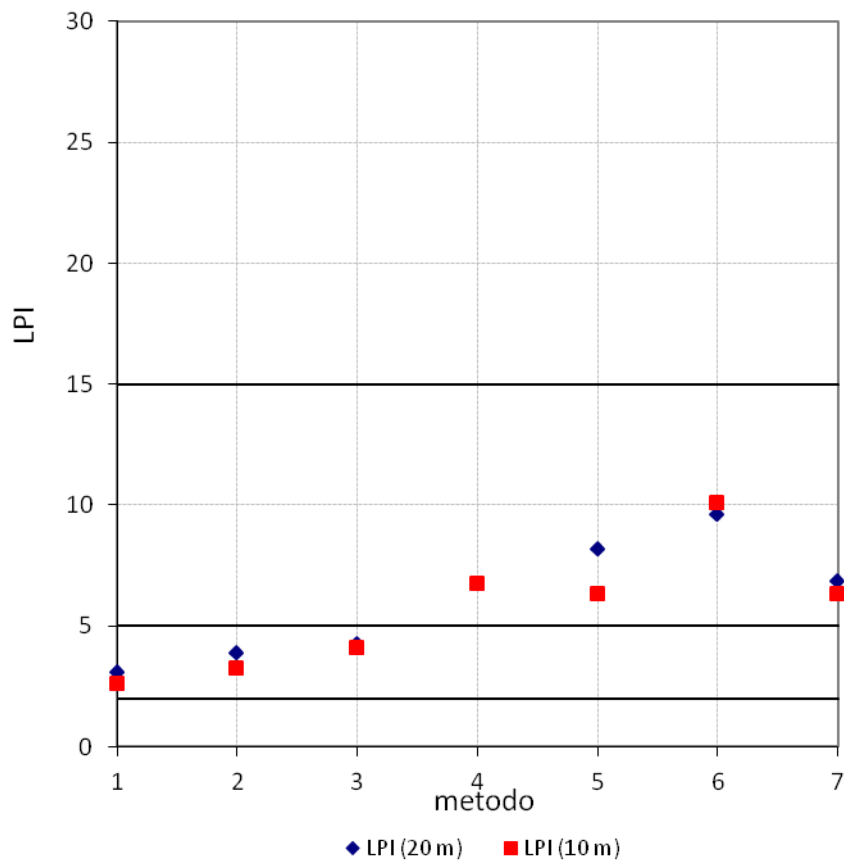


Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Casalborsetti
Codice: SCPTU15C
Accelerazione di
picco: 0.158 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

128

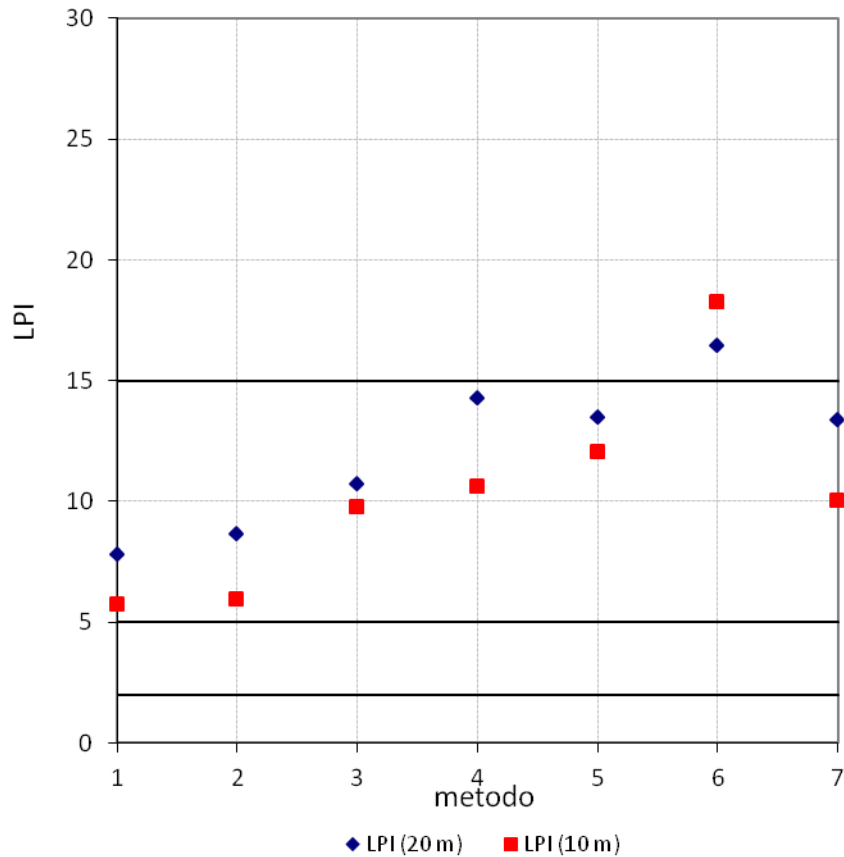
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	3.09	3.88	4.25	6.75	8.19	9.58	6.81
LPI ₁₀ =	2.58	3.22	4.06	6.75	6.32	10.09	6.31
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	moderato	alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	12.42	19.12	12.42	17.68	19.98	12.42	12.42
ΣH_L (m) =	2.58	2.88	3.02	2.94	3.92	3.06	3.00
LPbl ₂₀ =	9.64	11.38	-999.00	-999.00	12.00	17.47	-999.00
LPbl ₁₀ =	8.48	10.08	-999.00	-999.00	9.30	18.57	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Sant'Alberto
Campo
Località: Sportivo
Codice: SCPTU16C
Accelerazione di
picco: 0.193 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	7.78	8.64	10.74	14.28	13.49	16.45	13.38
LPI ₁₀ =	5.72	5.95	9.78	10.62	12.05	18.22	10.04
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	alto	alto	molto alto	alto
z_{min} (m) =	0.16	0.16	0.04	0.16	0.24	0.04	0.16
z_{max} (m) =	15.92	17.98	15.92	15.92	19.90	15.92	15.92
ΣH_L (m) =	5.90	6.14	6.82	6.52	6.90	6.60	6.64
LPbl ₂₀ =	20.74	22.33	-999.00	-999.00	19.49	28.77	-999.00
LPbl ₁₀ =	13.90	14.76	-999.00	-999.00	16.92	29.96	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Sant'Alberto

Casa della

Località: Salute

Codice: SCPTU17C

Accelerazione di

picco: 0.193 a_{max}/g

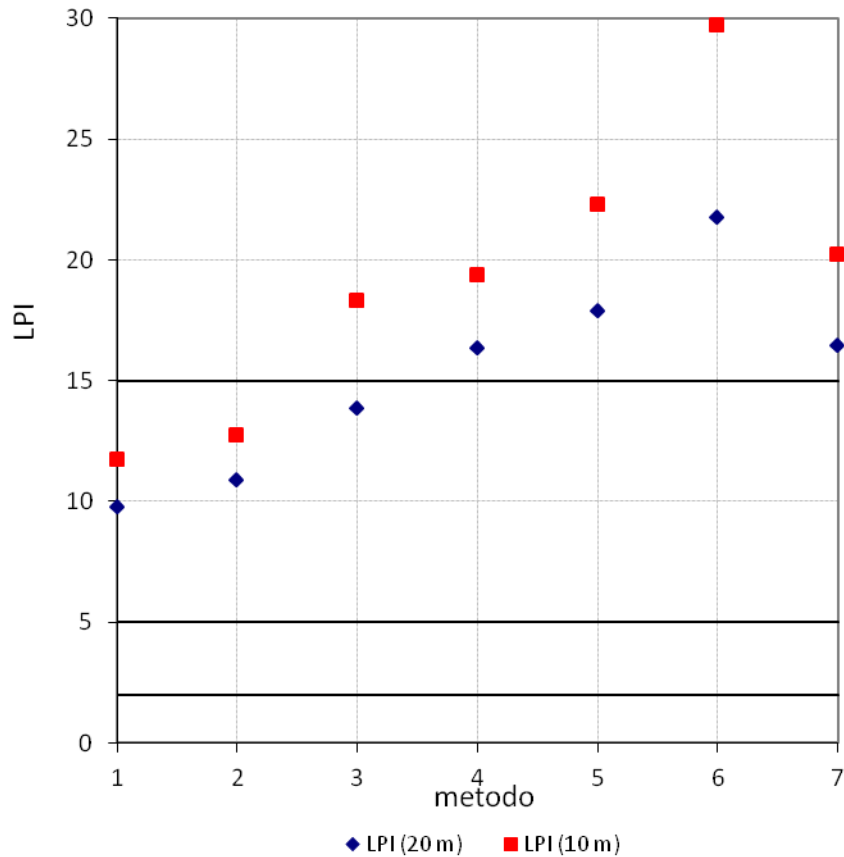
Magnitudo: 5.88

Prof. della falda: 0 m

Lunghezza

massima: 20.02 m

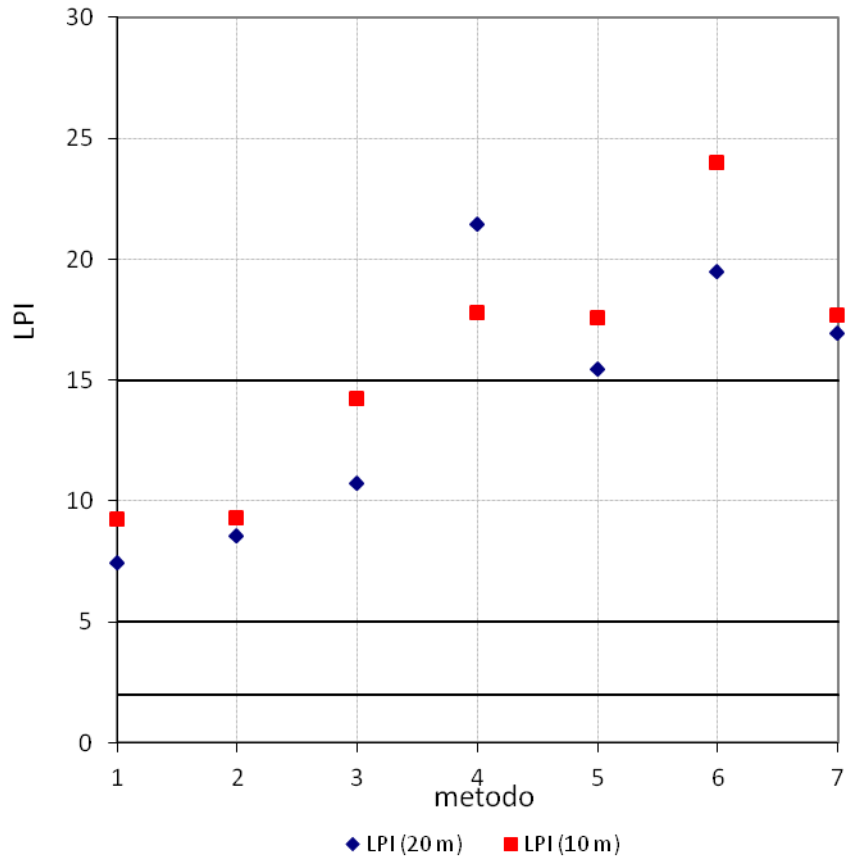
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	9.74	10.86	13.83	16.31	17.88	21.73	16.42
LPI ₁₀ =	11.72	12.74	18.32	19.35	22.28	29.72	20.22
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto	molto	molto	molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.48	0.02	0.02	0.42	0.02	0.02
z_{max} (m) =	12.18	17.70	12.20	17.68	19.98	12.20	12.24
ΣH_L (m) =	4.92	5.10	5.74	5.22	5.92	5.46	5.76
LPbl ₂₀ =	23.76	24.90	-999.00	-999.00	24.97	32.29	-999.00
LPbl ₁₀ =	27.59	28.50	-999.00	-999.00	30.66	41.85	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Scuola
Località: Ricci
Codice: SCPTU18C
Accelerazione di
picco: 0.21 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

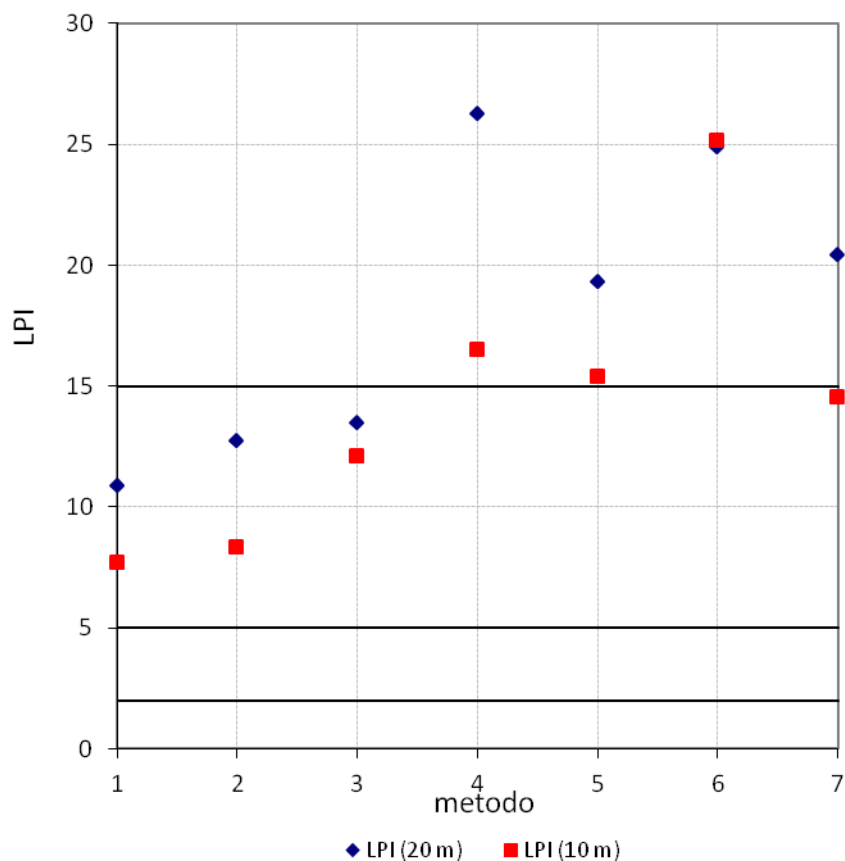
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	7.43	8.54	10.70	21.41	15.43	19.49	16.89
LPI ₁₀ =	9.22	9.28	14.19	17.76	17.55	23.98	17.65
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto molto alto
z_{min} (m) =	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
z_{max} (m) =	17.26	19.68	17.20	19.98	19.88	19.92	19.96
ΣH_L (m) =	9.30	10.22	12.02	14.42	10.94	12.32	14.80
LPbl ₂₀ =	22.69	25.43	-999.00	-999.00	22.39	33.24	-999.00
LPbl ₁₀ =	24.23	23.66	-999.00	-999.00	24.45	35.81	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Scuola Don
Località: Minzoni
Codice: SCPTU19C
Accelerazione di
picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

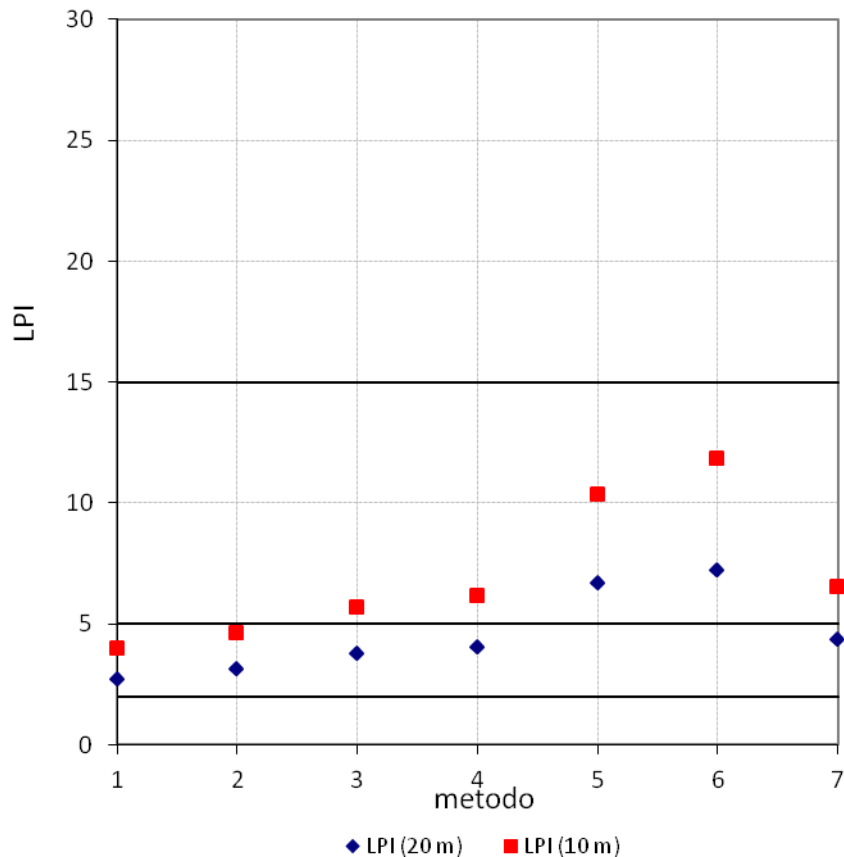
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	10.87	12.75	13.45	26.24	19.32	24.87	20.42
LPI ₁₀ =	7.68	8.32	12.11	16.49	15.38	25.14	14.53
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.98	0.98	0.16	0.72	0.72	0.16	0.14
z_{max} (m) =	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
ΣH_L (m) =	9.86	11.56	11.80	14.90	11.90	13.72	14.06
LPbl ₂₀ =	28.99	32.66	-999.00	-999.00	28.52	47.01	-999.00
LPbl ₁₀ =	19.38	20.38	-999.00	-999.00	22.40	44.78	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Via
Località: Talamone
Codice: SCPTU20C
Accelerazione di
picco: 0.213 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 6.70 m

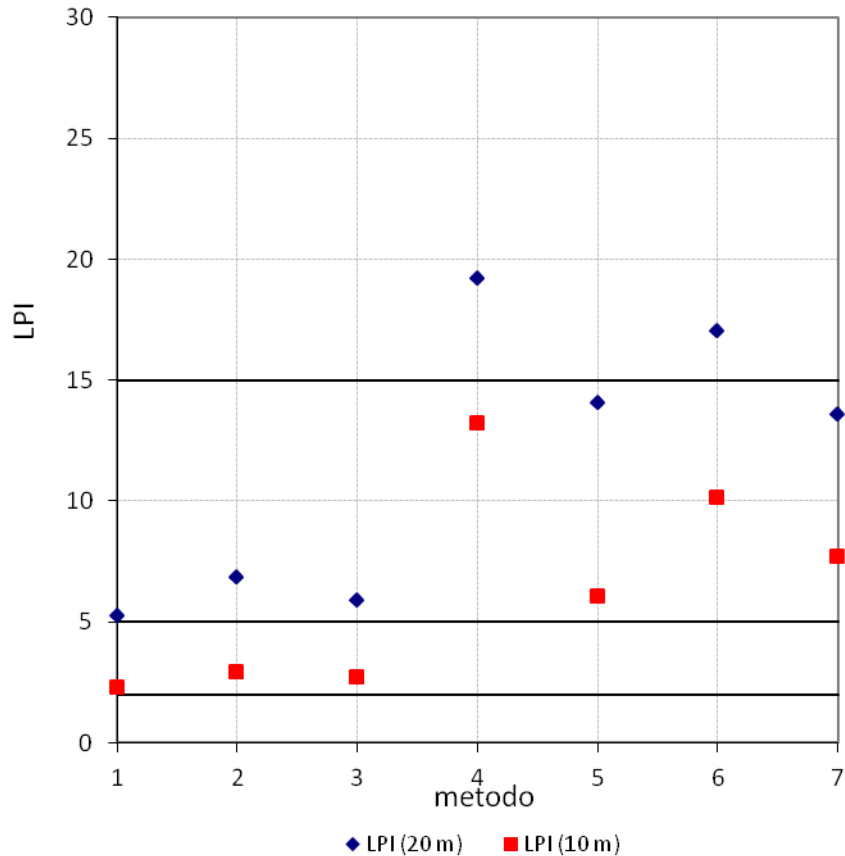
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	2.71	3.15	3.75	4.02	6.68	7.21	4.34
LPI ₁₀ =	3.99	4.62	5.67	6.16	10.34	11.80	6.52
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	moderato	moderato	alto	alto	moderato
z_{min} (m) =	0.14	0.14	0.04	0.04	0.14	0.04	0.14
z_{max} (m) =	5.70	5.74	5.90	5.88	5.66	5.74	5.90
ΣH_L (m) =	0.92	1.08	1.76	1.18	1.68	1.90	1.36
LPbl ₂₀ =	5.79	6.58	-999.00	-999.00	9.26	12.14	-999.00
LPbl ₁₀ =	8.64	9.80	-999.00	-999.00	14.40	20.52	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Pala De
Località: André
Codice: SCPTU21C
Accelerazione di
picco: 0.208 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

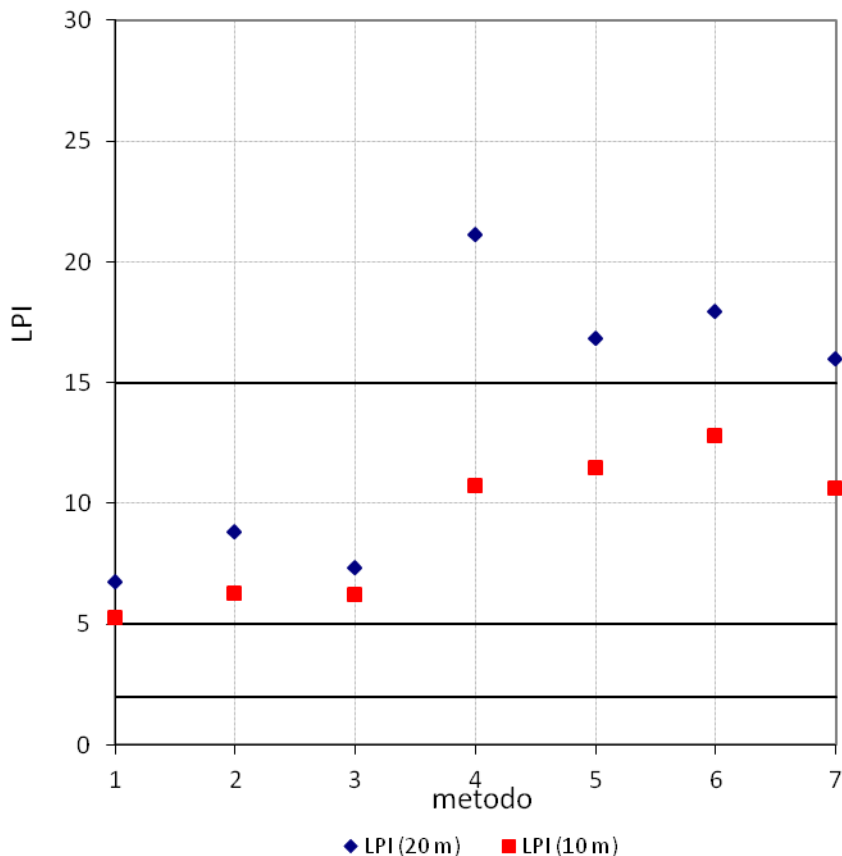
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	5.23	6.84	5.90	19.21	14.03	17.02	13.56
LPI ₁₀ =	2.28	2.94	2.70	13.22	6.05	10.15	7.68
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	alto	molto alto	alto
z_{min} (m) =	2.80	2.56	2.44	1.00	2.46	1.44	2.44
z_{max} (m) =	19.74	19.74	19.74	19.92	19.98	19.92	19.74
ΣH_L (m) =	9.38	10.20	10.34	13.88	11.78	12.54	12.90
LPbl ₂₀ =	17.94	21.97	-999.00	-999.00	21.27	34.34	-999.00
LPbl ₁₀ =	8.26	9.78	-999.00	-999.00	9.44	21.85	-999.00



Dott. Paolo Castellani
 Dott. Stefano Nastasi
 Dott. Damiano Guarguaglini
 Dott. Annalisa Fontanelli
 Dott. Andrea Castellani

Scuola
 Callegari
 Località: Montanari
 Codice: SCPTU22C
 Accelerazione di
 picco: 0.209 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1 m
 Lunghezza
 massima: 20.02 m

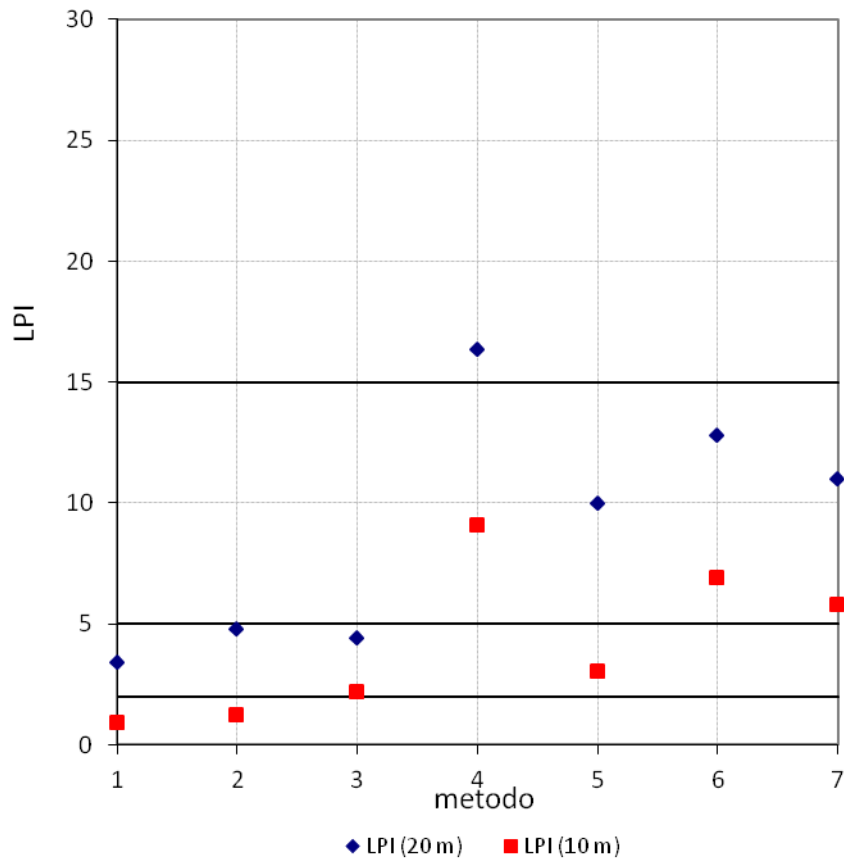
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	6.74	8.82	7.32	21.09	16.79	17.93	15.96
LPI ₁₀ =	5.24	6.25	6.21	10.72	11.44	12.79	10.61
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	molto molto alto
z_{min} (m) =	2.36	4.50	2.36	2.36	2.32	1.48	2.36
z_{max} (m) =	19.74	19.74	19.76	19.76	19.76	19.76	19.74
ΣH_L (m) =	11.18	12.32	11.50	14.24	13.98	14.02	13.82
LPbl ₂₀ =	22.79	26.89	-999.00	-999.00	25.37	35.13	-999.00
LPbl ₁₀ =	16.22	16.90	-999.00	-999.00	16.78	22.52	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Rocca
Brancaleone
Codice: SCPTU23C
Accelerazione di
picco: 0.21 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

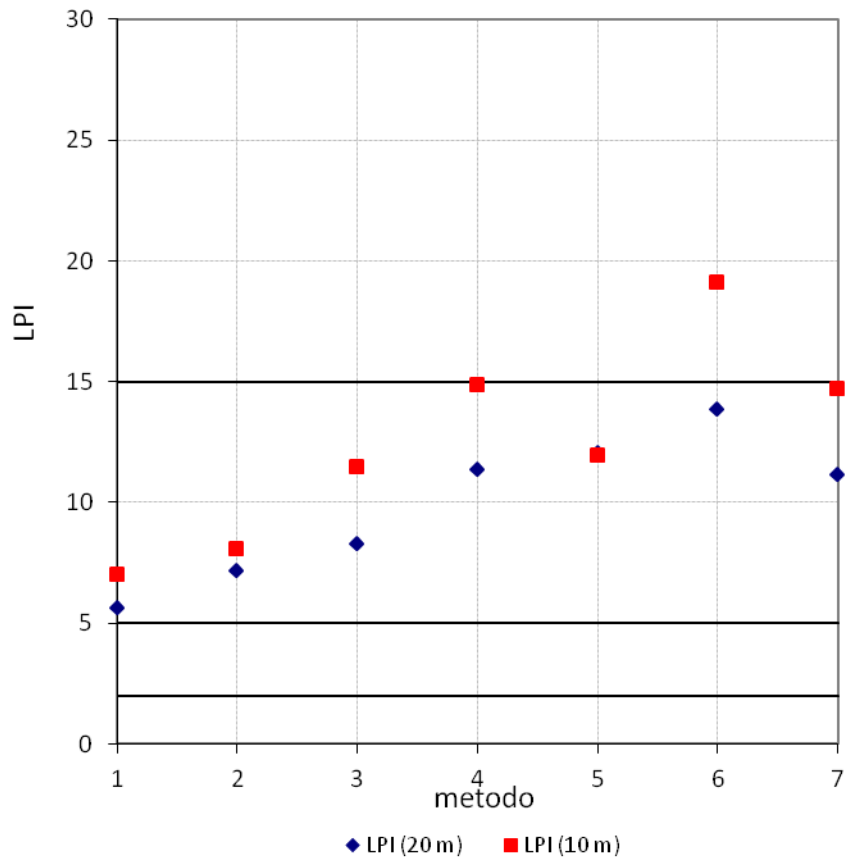
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	3.41	4.79	4.40	16.32	9.99	12.76	11.00
LPI ₁₀ =	0.88	1.24	2.19	9.09	3.04	6.87	5.78
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	moderato	molto alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	1.18	2.84
z_{max} (m) =	17.46	17.54	17.44	19.94	18.50	18.48	18.56
ΣH_L (m) =	9.22	10.08	10.14	12.96	10.74	11.20	12.32
LPbl ₂₀ =	13.50	16.88	-999.00	-999.00	15.81	27.34	-999.00
LPbl ₁₀ =	4.27	5.79	-999.00	-999.00	5.33	15.49	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Marina di
Ravenna
Codice: SCPTU24C
Accelerazione di
picco: 0.18 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

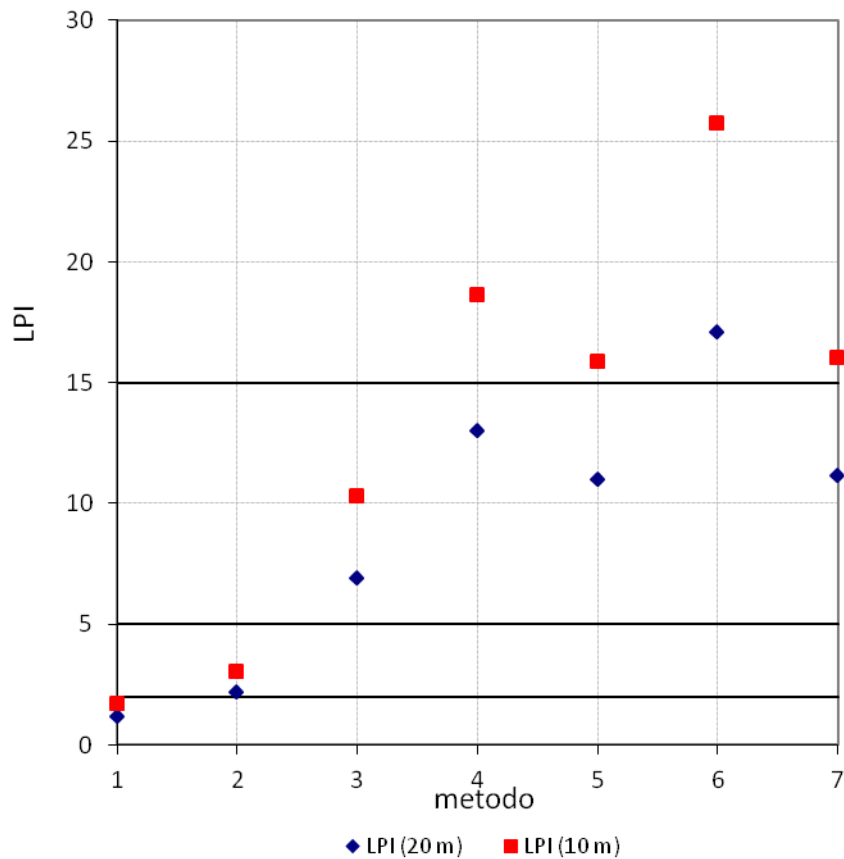
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	5.60	7.18	8.28	11.38	12.05	13.83	11.15
LPI ₁₀ =	7.00	8.03	11.45	14.83	11.92	19.08	14.70
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	0.18	0.18	0.18	0.20	0.18	0.18	0.18
z_{max} (m) =	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
ΣH_L (m) =	3.42	4.04	4.08	3.50	4.64	4.20	4.06
LPbl ₂₀ =	16.02	18.55	-999.00	-999.00	17.36	25.35	-999.00
LPbl ₁₀ =	20.37	21.32	-999.00	-999.00	17.48	34.86	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Marina di
Codice: Ravenna -
Sportivo Campo
SCPTU25C
Accelerazione di
picco: 0.18 a_{max}/g
Magnitudo: 5.03
Prof. della falda: 0 m
Lunghezza
massima: 20.02 m

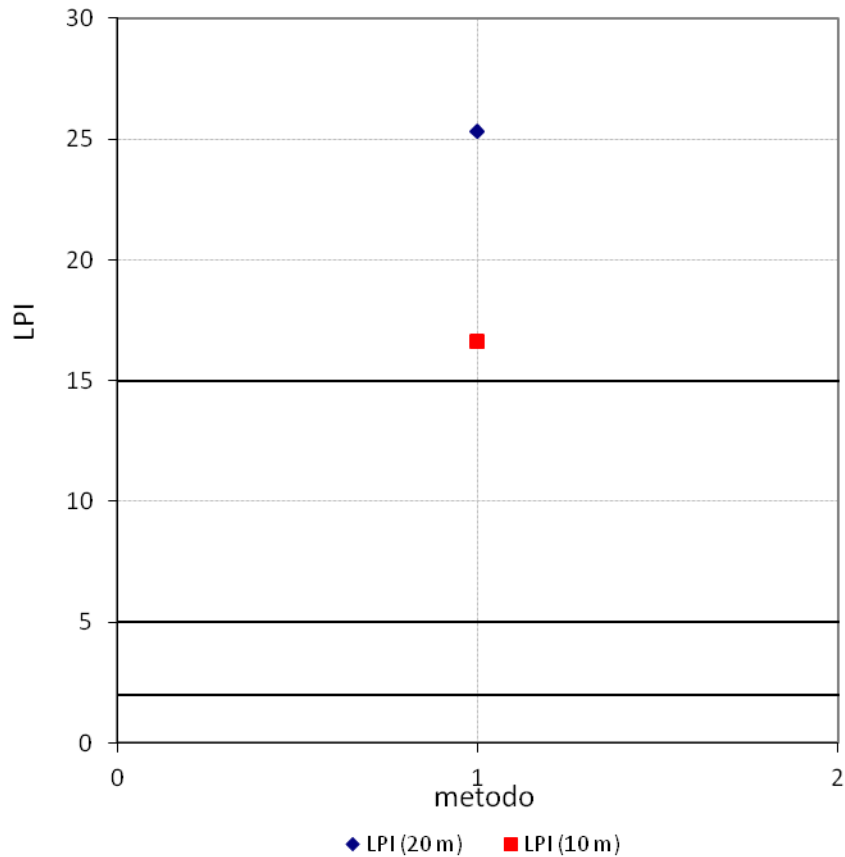
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	1.18	2.15	6.92	13.01	10.98	17.07	11.15
LPI ₁₀ =	1.69	3.03	10.28	18.63	15.83	25.74	15.99
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	moderato	alto	alto	alto	molto alto	alto
z_{min} (m) =	0.52	0.52	0.04	0.04	0.02	0.04	0.24
z_{max} (m) =	18.00	18.00	18.00	18.00	18.14	18.00	18.00
ΣH_L (m) =	2.88	3.00	3.66	3.74	3.66	3.80	3.72
LPbl ₂₀ =	7.50	10.48	-999.00	-999.00	16.18	28.60	-999.00
LPbl ₁₀ =	10.21	13.98	-999.00	-999.00	23.27	42.46	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località:	Classe
Codice:	CPT1A
Accelerazione di picco:	0.217 a_{max}/g
Magnitudo:	5.88
Prof. della falda:	2.45 m
Lunghezza massima:	15.00 m

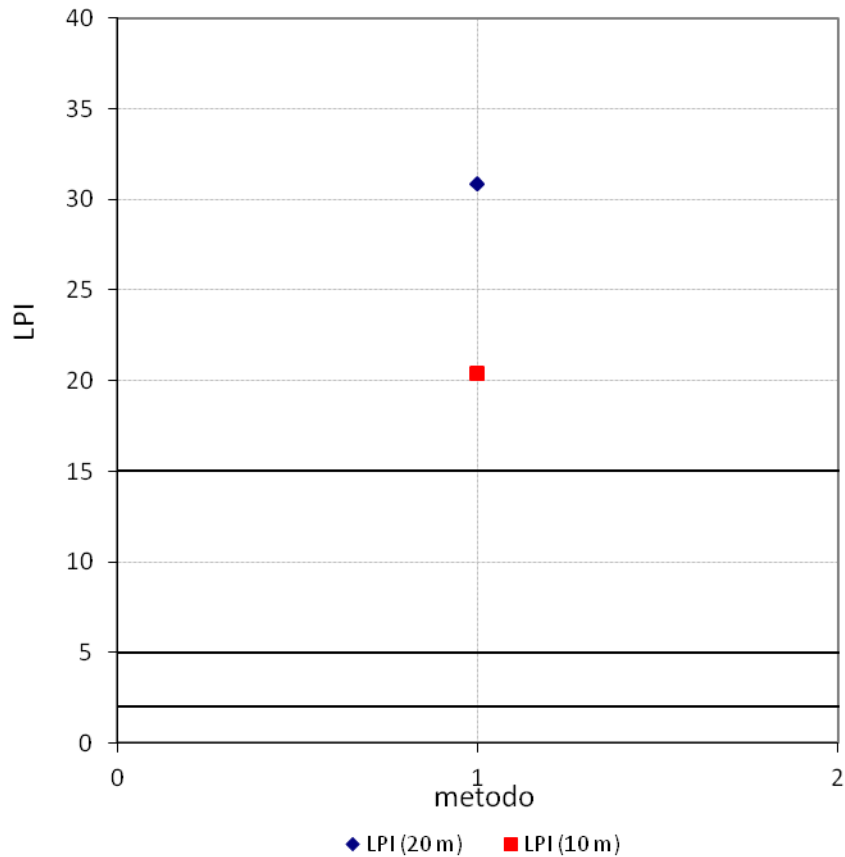
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	25.30
LPI ₁₀ =	16.61
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	3.40
z_{max} (m) =	15.18
SH _L (m) =	11.40
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località:	Classe
Codice:	CPT2A
Accelerazione di picco:	0.217 a_{max}/g
Magnitudo:	5.88
Prof. della falda:	2.4 m
Lunghezza massima:	20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	30.84
LPI ₁₀ =	20.37
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	2.80
z_{max} (m) =	19.78
SH _L (m) =	16.80
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



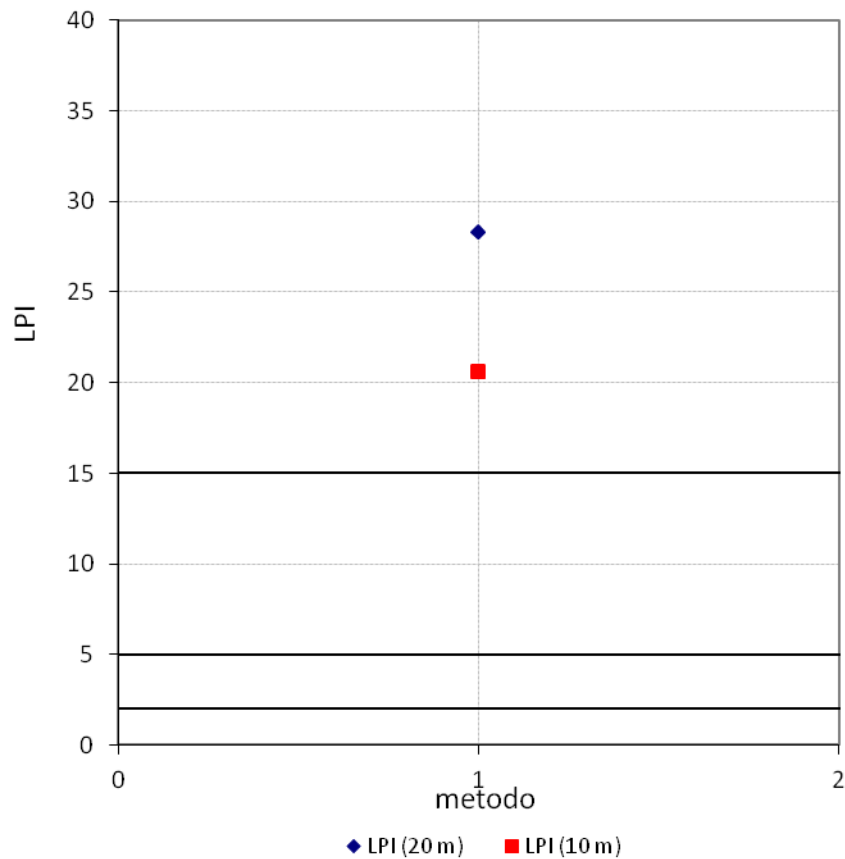
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località:	Classe
Codice:	CPT3A
Accelerazione di picco:	0.217 a_{max}/g
Magnitudo:	5.88
Prof. della falda:	2.5 m
Lunghezza massima:	15.20 m

141

Metodo

	I&B (2014)
$LPI_{20} =$	28.28
$LPI_{10} =$	20.54
Rischio di liquefazione(LPI_{20}):	molto alto
$z_{min} (m) =$	2.50
$z_{max} (m) =$	15.18
$SH_L (m) =$	12.70
$LPbl_{20} =$	-999.00
$LPbl_{10} =$	-999.00

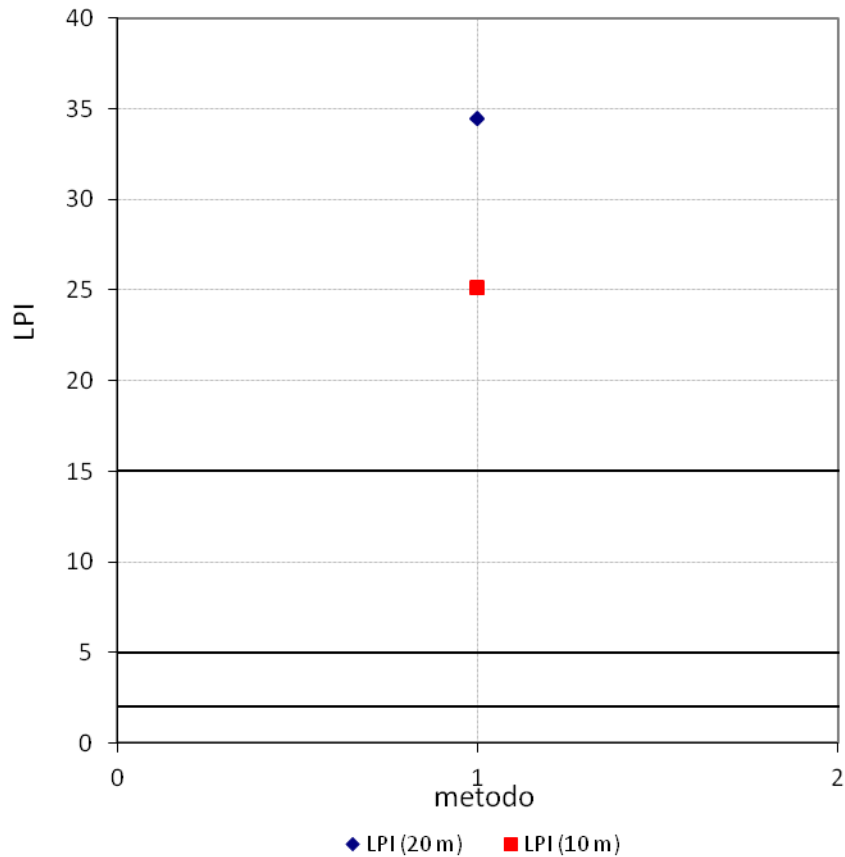


GEOLOGICA TOSCANA
Studio Associato

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Classe
Codice: CPT4A
Accelerazione di picco: 0.217 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.4 m
Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	34.45
LPI ₁₀ =	25.11
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	2.60
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	17.00
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

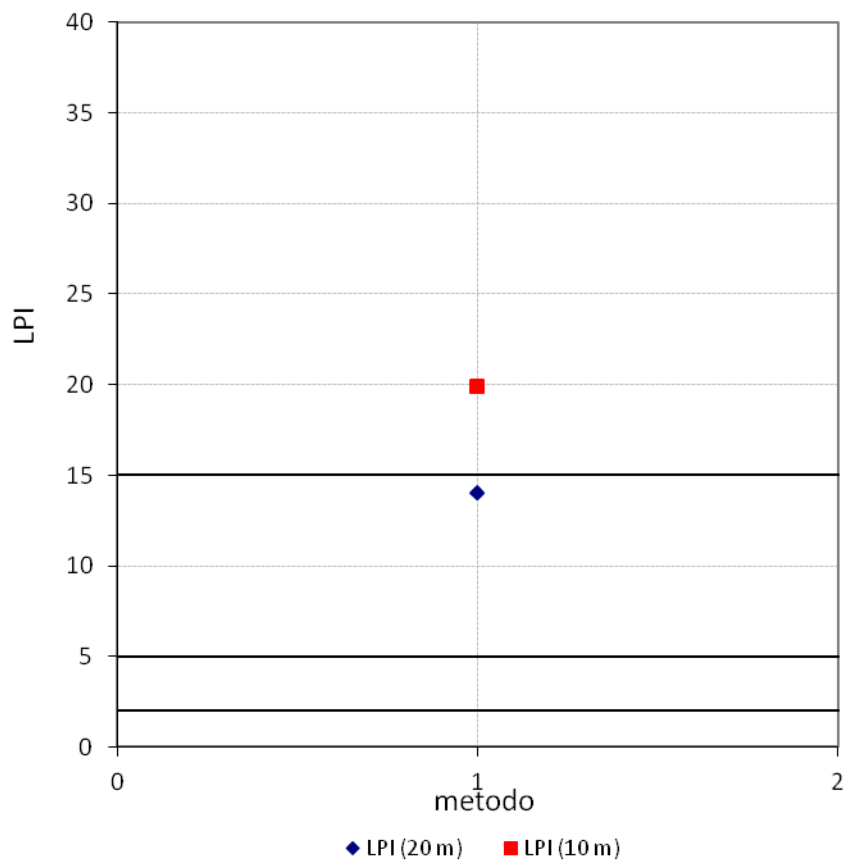
Località: Lido Adriano
Codice: CPT5A
Accelerazione di picco: 0.195 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.6 m
Lunghezza massima: 15.20 m

143

Metodo

I&B (2014)

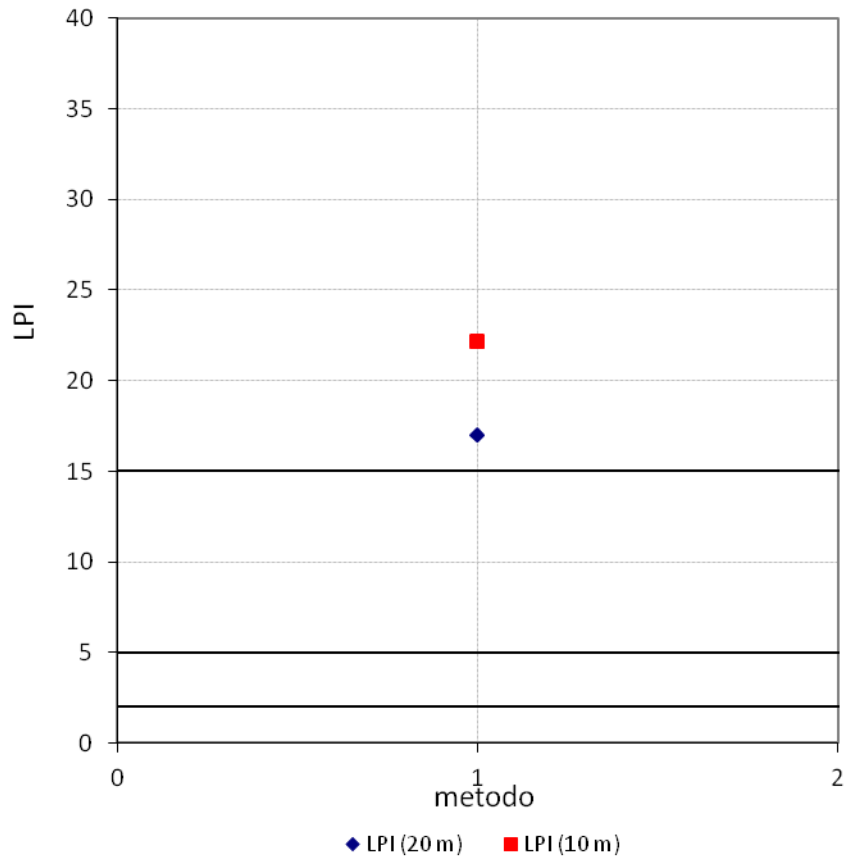
LPI₂₀ = 13.99
LPI₁₀ = 19.88
Rischio di liquefazione(LPI₂₀): alto
 z_{min} (m) = 1.80
 z_{max} (m) = 6.78
 SH_L (m) = 4.80
LPbl₂₀ = -999.00
LPbl₁₀ = -999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Lido Adriano
 Codice: CPT6A
 Accelerazione di picco: 0.196 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.67 m
 Lunghezza massima: 15.20 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	17.00
LPI ₁₀ =	22.16
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.80
z_{max} (m) =	11.58
SH _L (m) =	6.00
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00

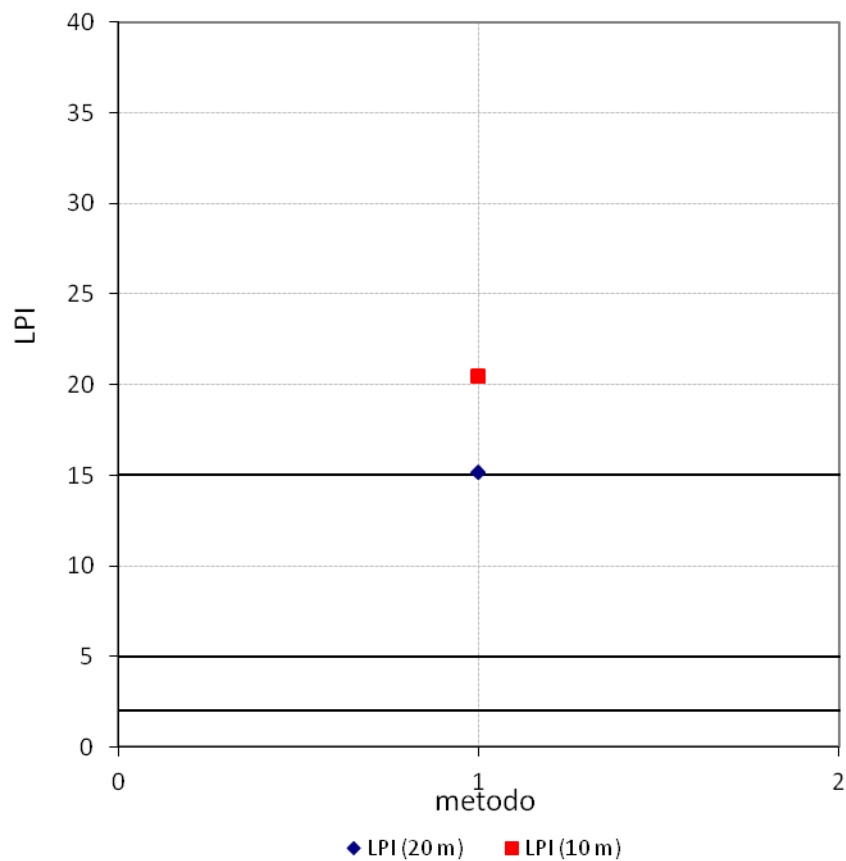


Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Lido Adriano
Codice: CPT7A
Accelerazione di picco: 0.195 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.55 m
Lunghezza massima: 15.20 m

145

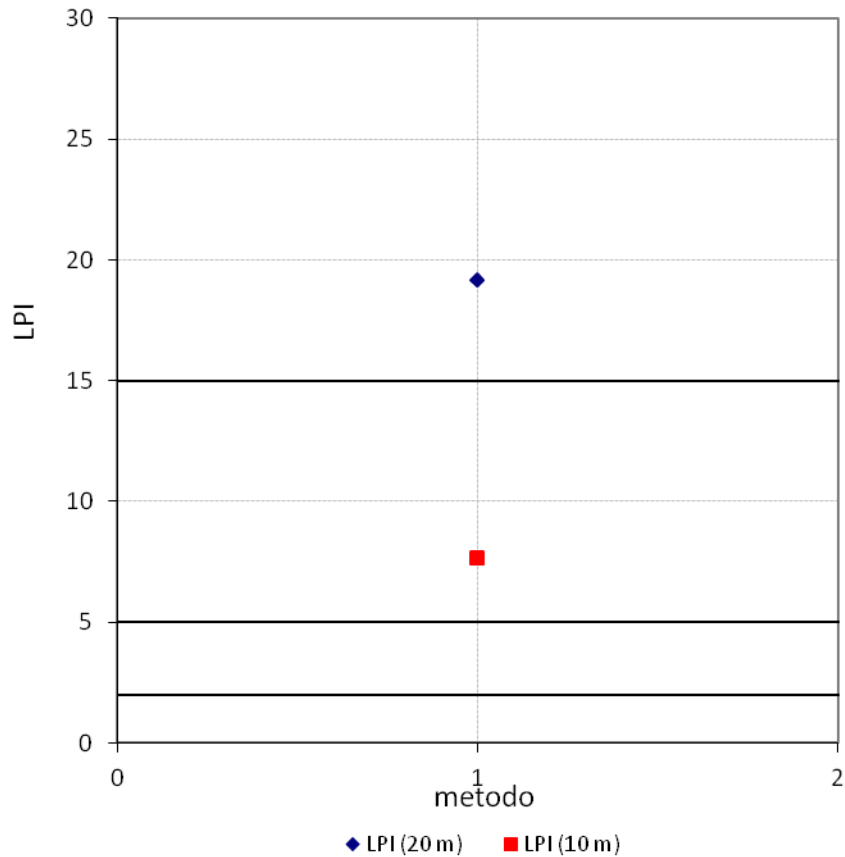
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	15.11
LPI ₁₀ =	20.42
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.80
z_{max} (m) =	10.98
SH _L (m) =	5.20
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT9A
 Accelerazione di picco: 0.212 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.6 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	19.15
LPI ₁₀ =	7.64
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.60
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	12.60
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



GEOLOGICA TOSCANA

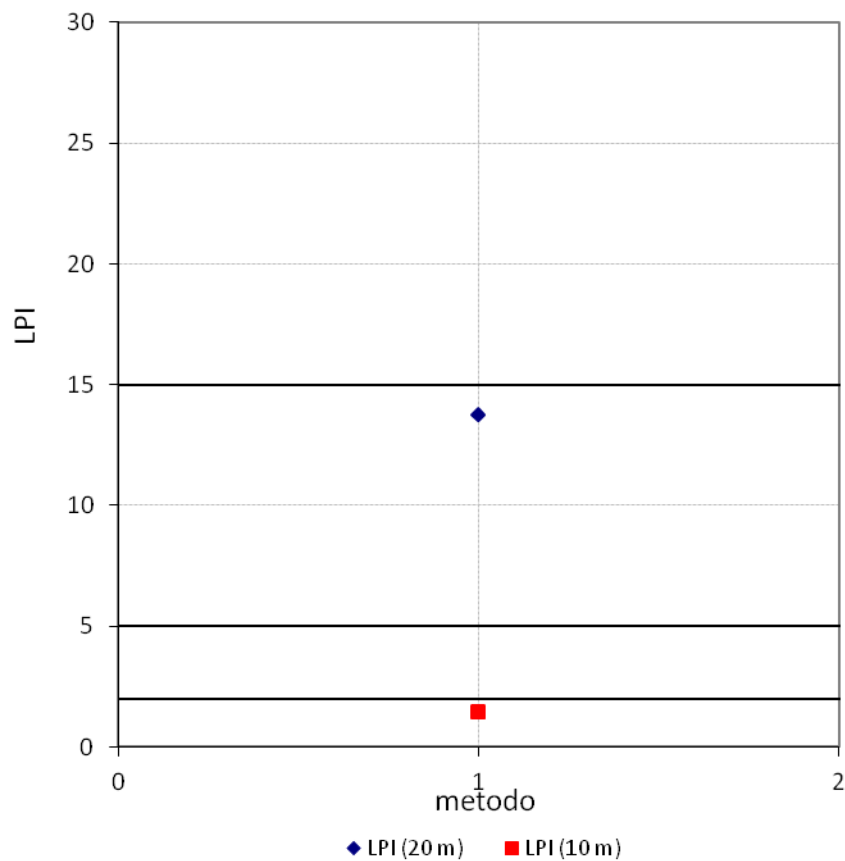
Studio Associato

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPT10A
Accelerazione di picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.65 m
Lunghezza massima: 20.00 m

147

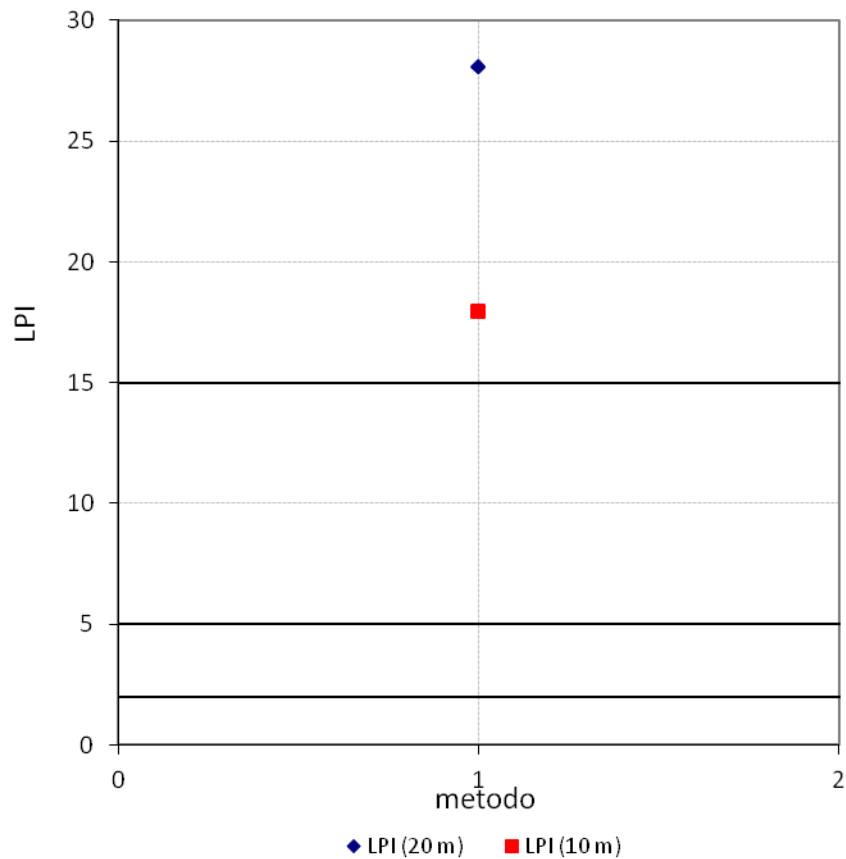
Metodo	I&B (2014)
$LPI_{20} =$	13.75
$LPI_{10} =$	1.43
Rischio di liquefazione(LPI_{20}):	alto
$z_{min} (m) =$	2.40
$z_{max} (m) =$	19.98
$SH_L (m) =$	10.80
$LPbl_{20} =$	-999.00
$LPbl_{10} =$	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT59A
 Accelerazione di picco: 0.211 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 2.2 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	28.04
LPI ₁₀ =	17.93
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	2.20
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	17.60
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



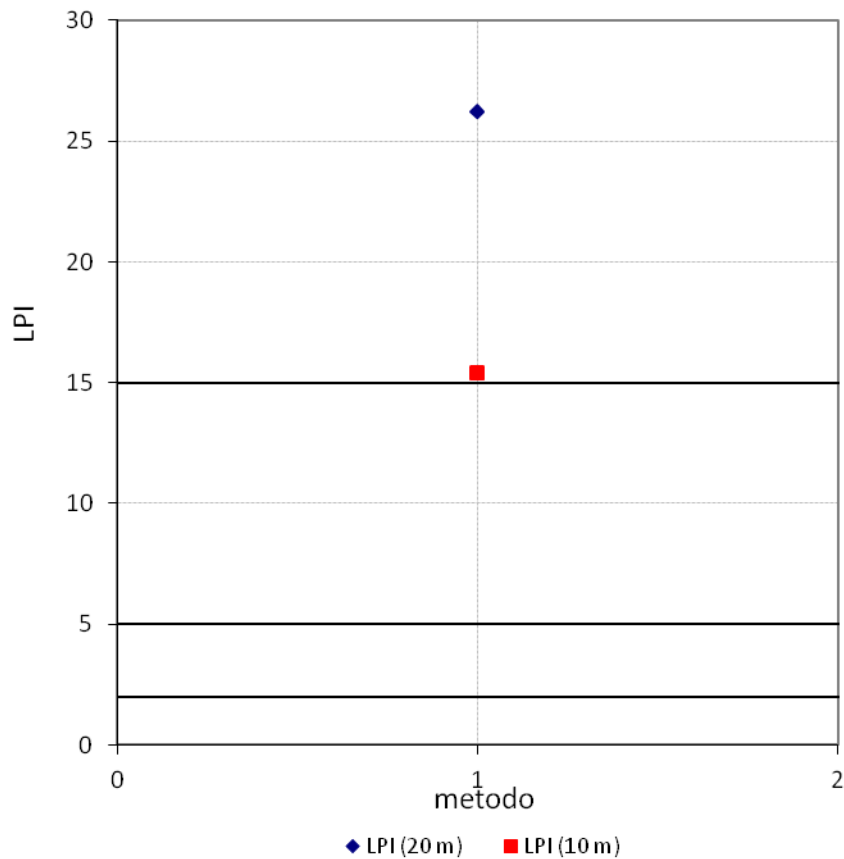
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPT60A
Accelerazione di picco: 0.211 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.4 m
Lunghezza massima: 20.00 m

149

Metodo I&B (2014)

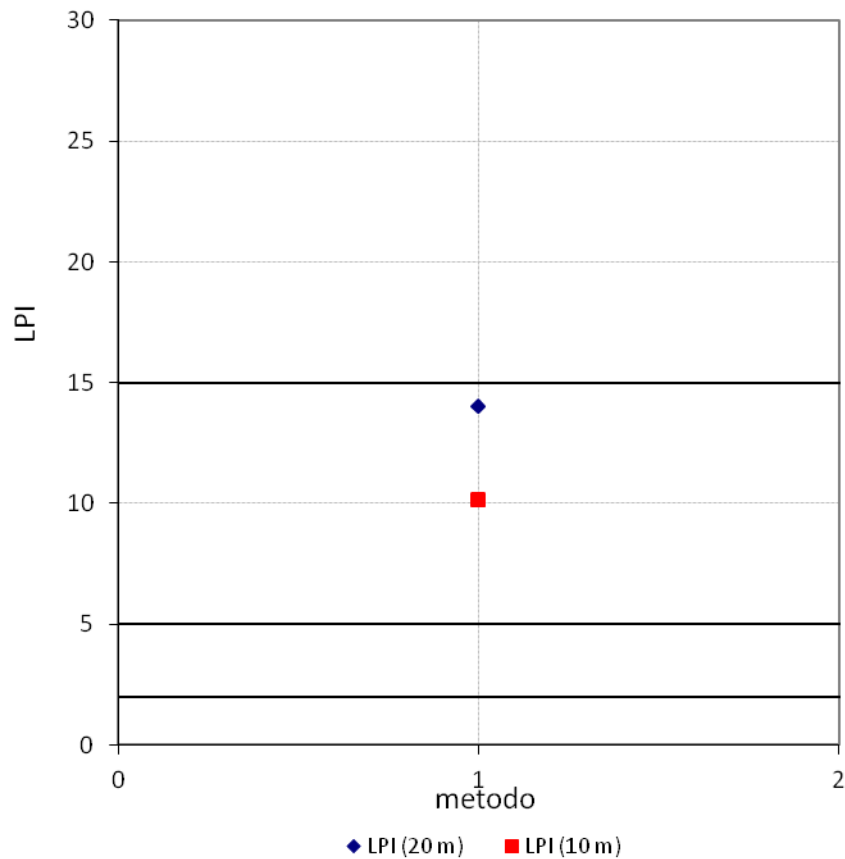
LPI ₂₀ =	26.19
LPI ₁₀ =	15.37
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.60
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	14.60
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT61A
 Accelerazione di picco: 0.211 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.4 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

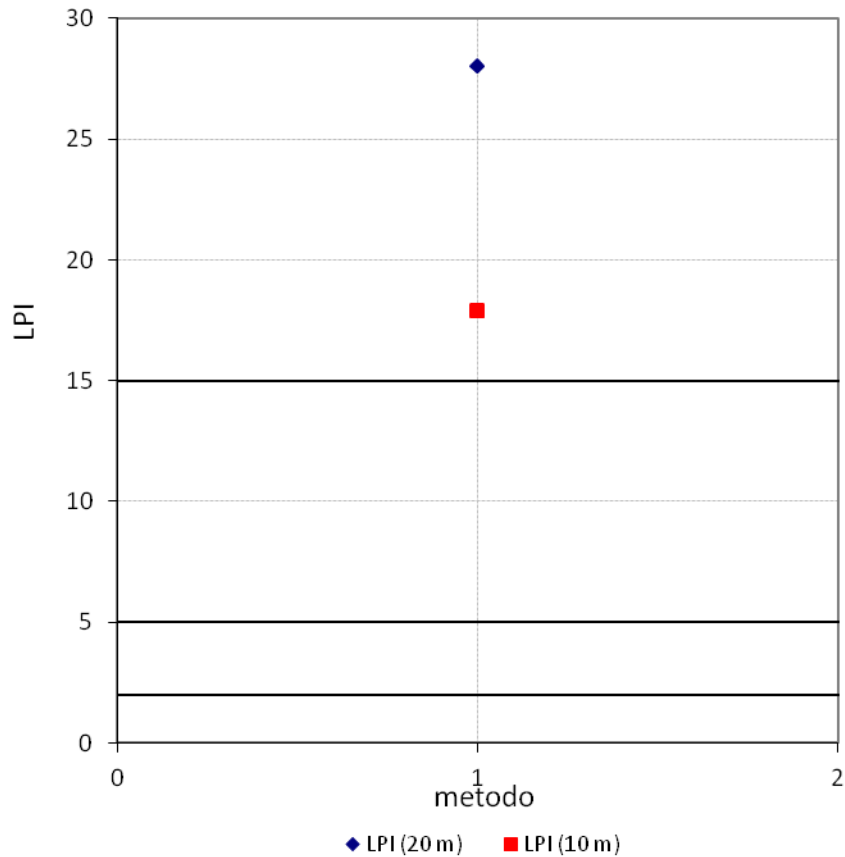
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	13.98
LPI ₁₀ =	10.11
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto
z_{min} (m) =	2.40
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	8.26
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT62A
 Accelerazione di picco: 0.211 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 2.2 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

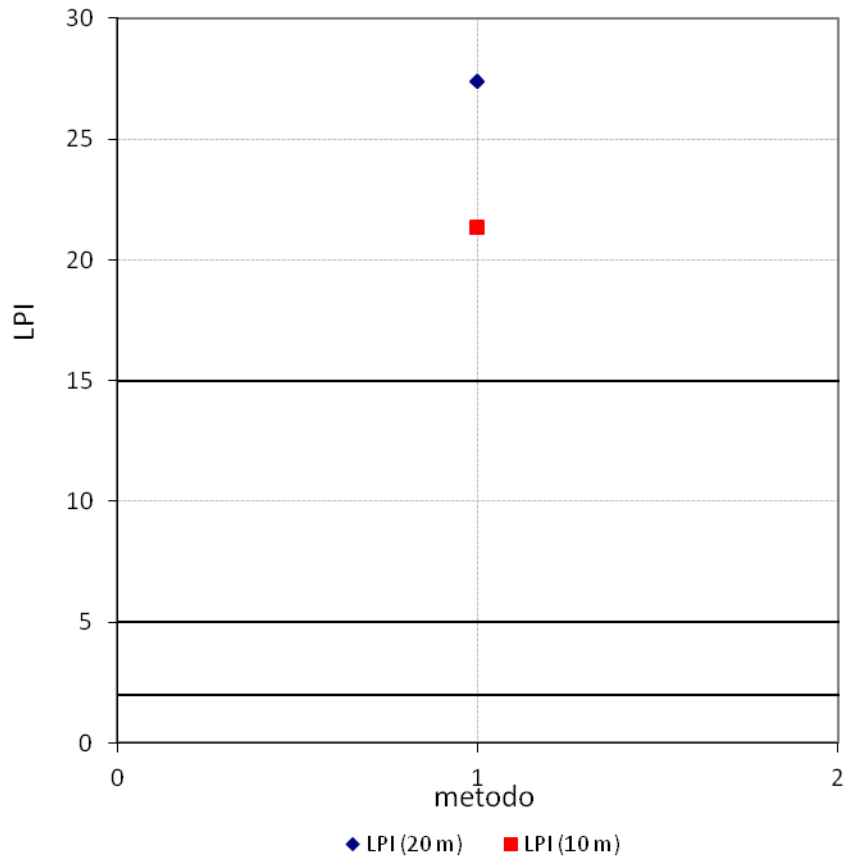
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	27.98
LPI ₁₀ =	17.89
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	2.20
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	17.60
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT65A
 Accelerazione di picco: 0.211 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.4 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

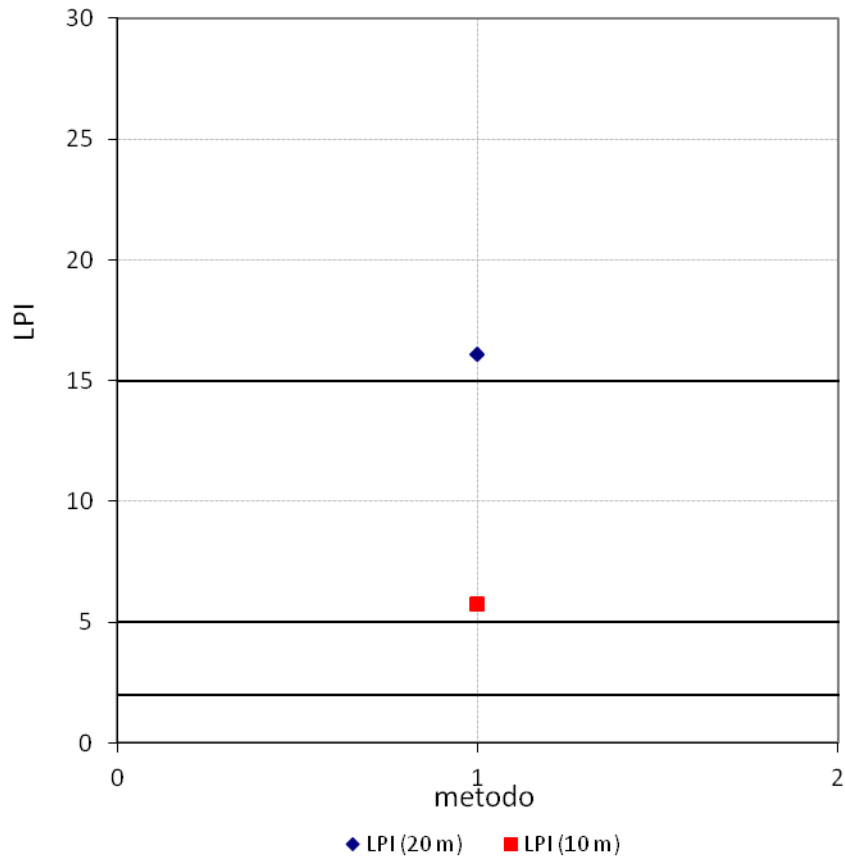
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	27.37
LPI ₁₀ =	21.32
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	2.00
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	13.42
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT66A
 Accelerazione di picco: 0.211 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 2.5 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	16.05
LPI ₁₀ =	5.72
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	4.40
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	11.60
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00

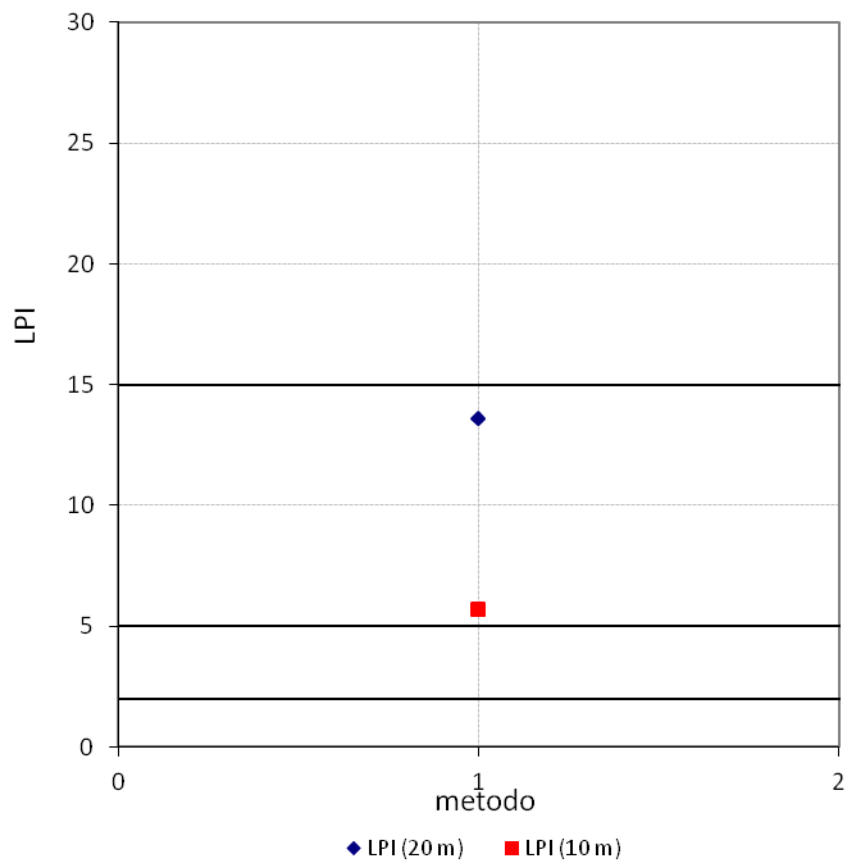


Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPT89A
Accelerazione di picco: 0.213 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.1 m
Lunghezza massima: 20.00 m

154

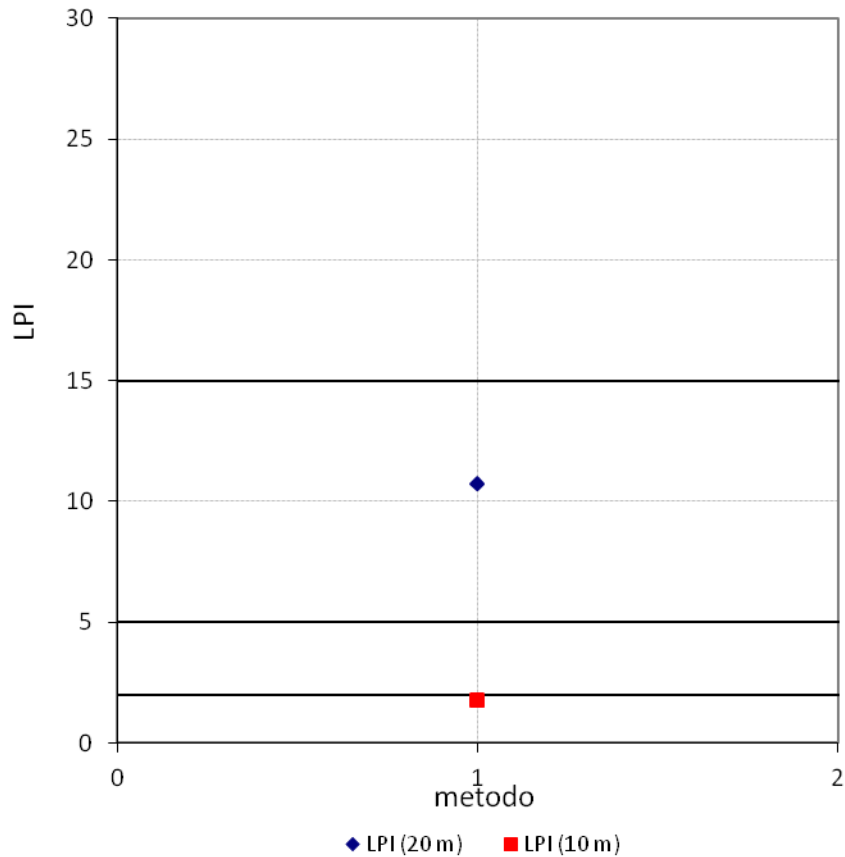
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	13.56
LPI ₁₀ =	5.68
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto
z_{min} (m) =	1.10
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	10.10
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT90A
 Accelerazione di picco: 0.213 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 0.95 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

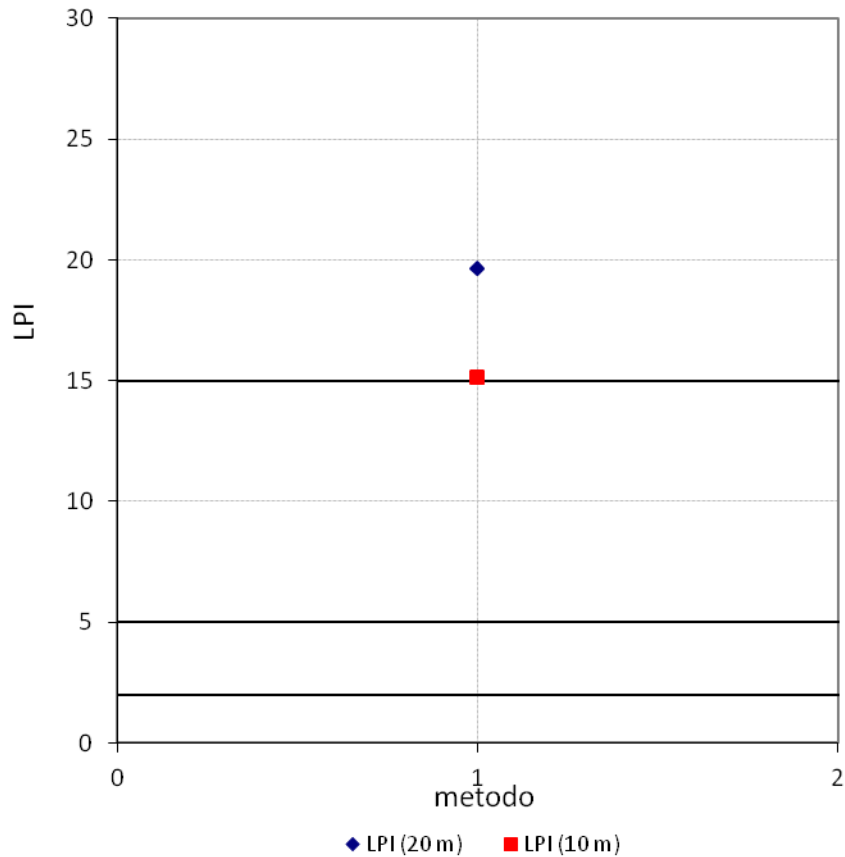
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	10.71
LPI ₁₀ =	1.75
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto
z_{min} (m) =	1.20
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	9.20
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT91A
 Accelerazione di picco: 0.213 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 0.85 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	19.63
LPI ₁₀ =	15.12
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	0.86
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	11.34
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00

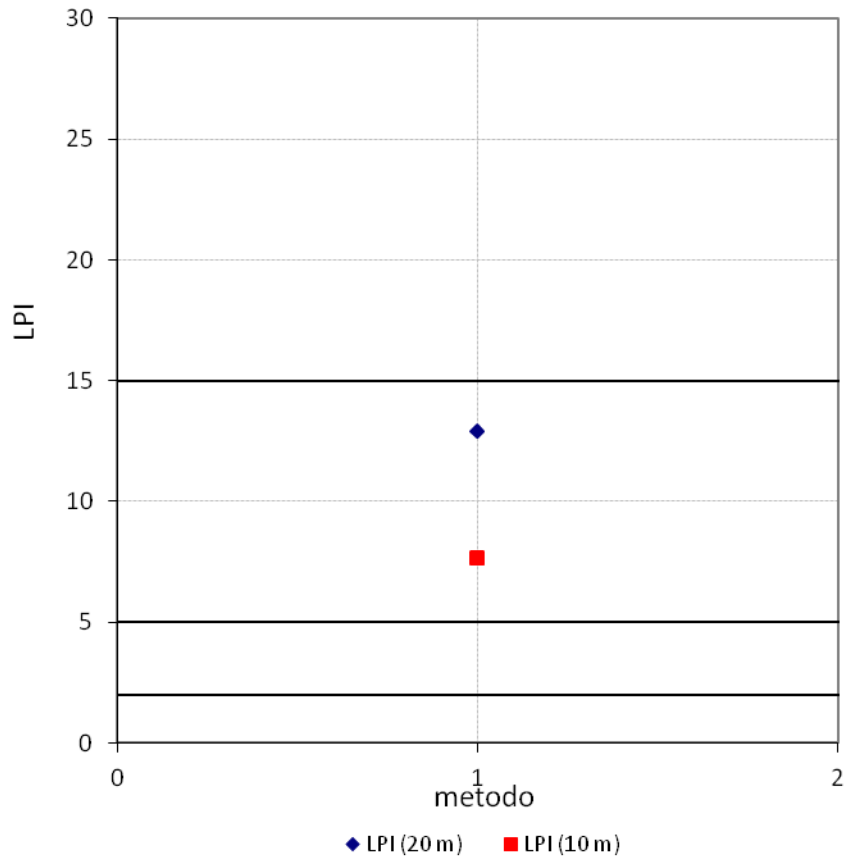


GEOLOGICA TOSCANA
Studio Associato

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPT92A
Accelerazione di picco: 0.213 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.45 m
Lunghezza massima: 20.00 m

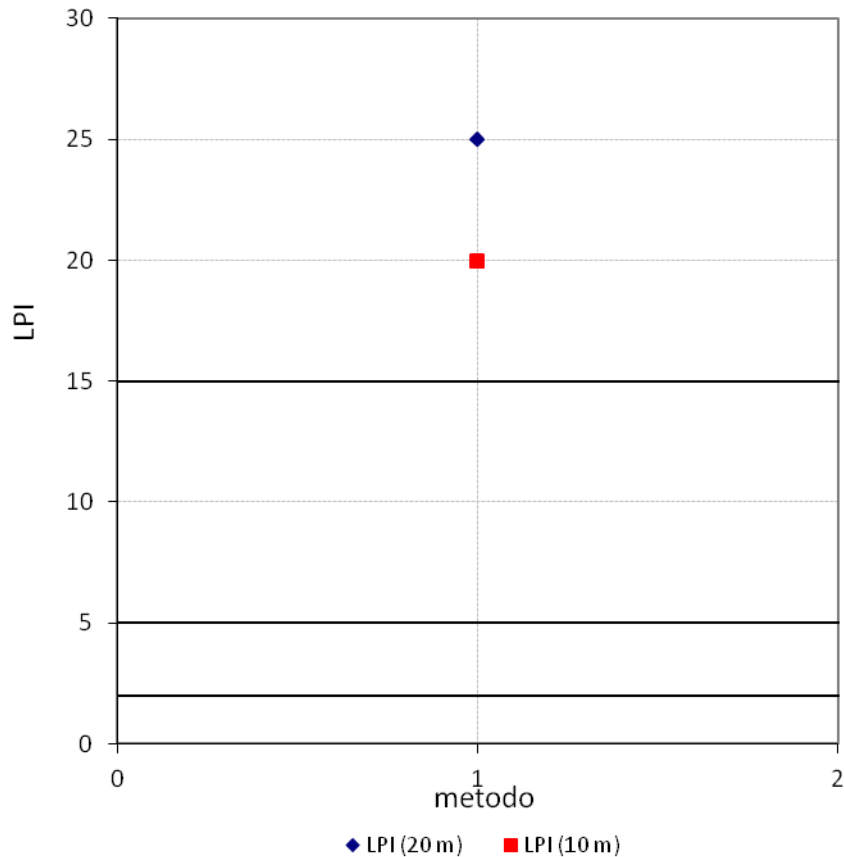
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	12.89
LPI ₁₀ =	7.62
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto
z_{min} (m) =	2.00
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	9.40
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT93A
 Accelerazione di picco: 0.213 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.05 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

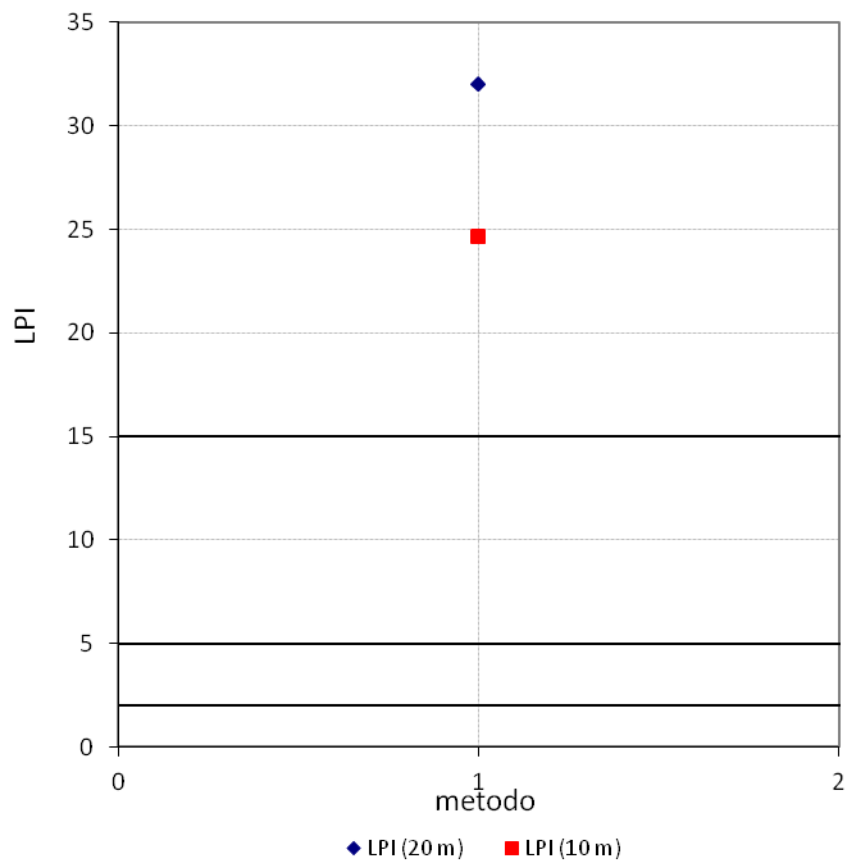
Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	24.96
LPI ₁₀ =	19.93
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.06
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	13.14
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
 Codice: CPT95A
 Accelerazione di picco: 0.2 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.65 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	31.98
LPI ₁₀ =	24.60
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.66
z_{max} (m) =	19.98
SH _L (m) =	18.34
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



GEOLOGICA TOSCANA

Studio Associato

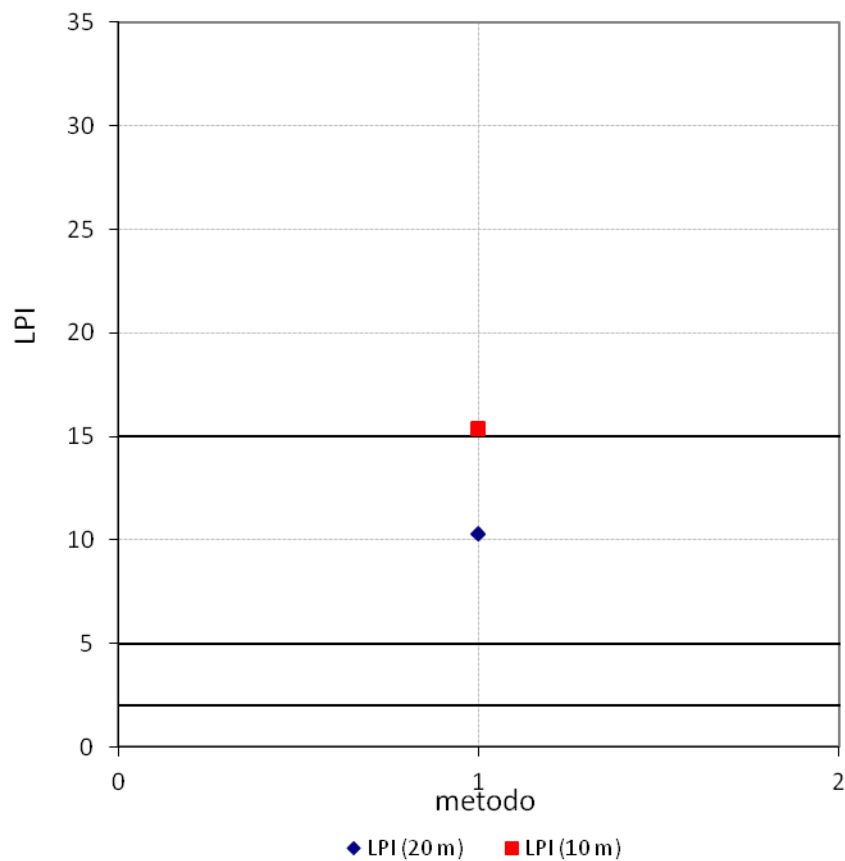
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPT99A
Accelerazione di picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1 m
Lunghezza massima: 10.00 m

Metodo

I&B (2014)

LPI₂₀ = 10.28
LPI₁₀ = 15.34
Rischio di liquefazione(LPI₂₀): alto
 z_{min} (m) = 1.00
 z_{max} (m) = 8.58
SH_L (m) = 3.20
LPbl₂₀ = -999.00
LPbl₁₀ = -999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

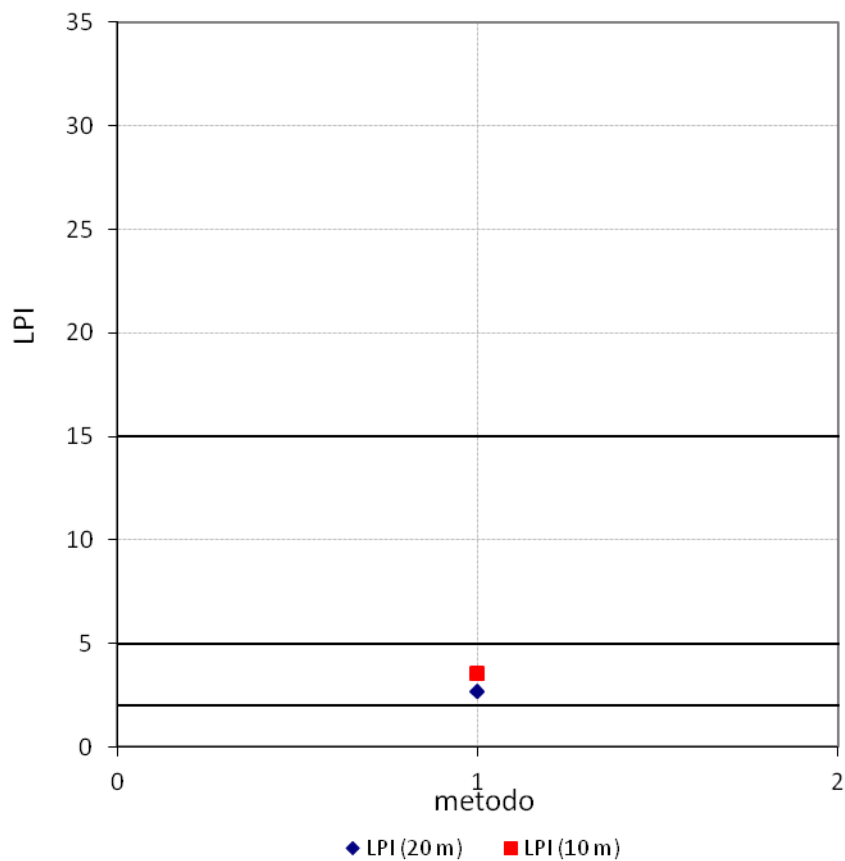
Località: Ravenna
Codice: CPT100A
Accelerazione di picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1 m
Lunghezza massima: 10.00 m

161

Metodo

I&B (2014)

LPI₂₀ = 2.66
LPI₁₀ = 3.50
Rischio di liquefazione(LPI₂₀): moderato
 z_{min} (m) = 1.00
 z_{max} (m) = 8.18
 SH_L (m) = 1.00
LPbl₂₀ = -999.00
LPbl₁₀ = -999.00



GEOLOGICA TOSCANA

Studio Associato

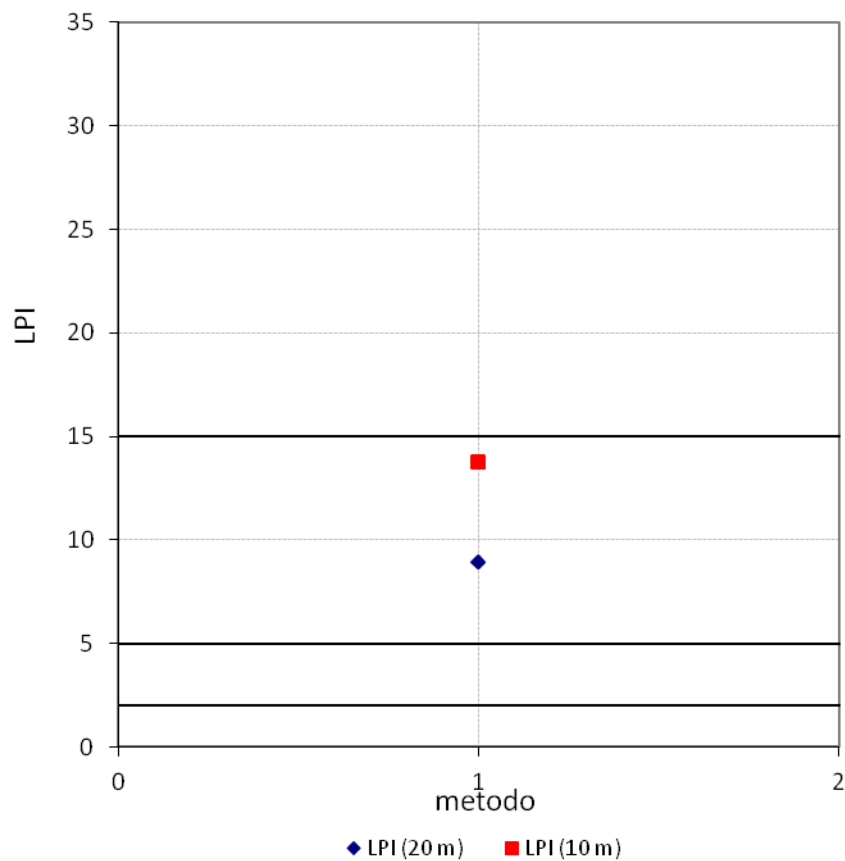
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPT101A
Accelerazione di picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1 m
Lunghezza massima: 10.00 m

Metodo

I&B (2014)

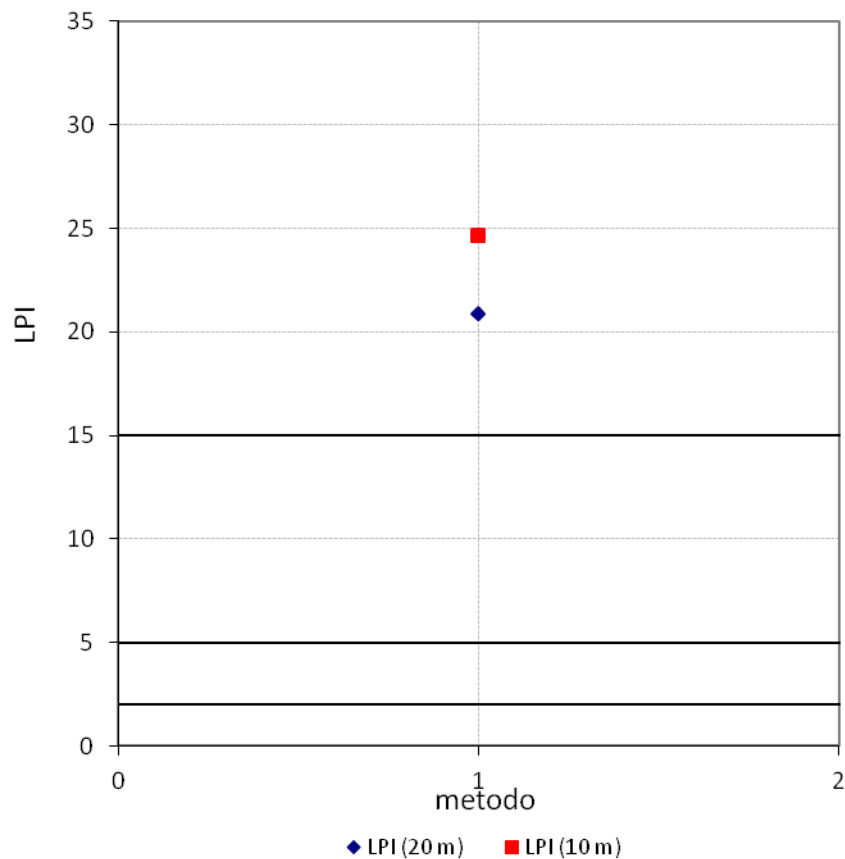
LPI₂₀ = 8.89
LPI₁₀ = 13.73
Rischio di liquefazione(LPI₂₀): alto
 z_{min} (m) = 1.00
 z_{max} (m) = 6.98
SH_L (m) = 2.80
LPbl₂₀ = -999.00
LPbl₁₀ = -999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Marina di
 Ravenna
 Codice: CPT106A
 Accelerazione di picco: 0.187 a_{max}/g
 Magnitudo: 5.88
 Prof. della falda: 1.3 m
 Lunghezza massima: 20.00 m

Metodo	I&B (2014)
LPI ₂₀ =	20.83
LPI ₁₀ =	24.62
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.30
z_{max} (m) =	10.38
SH _L (m) =	7.80
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



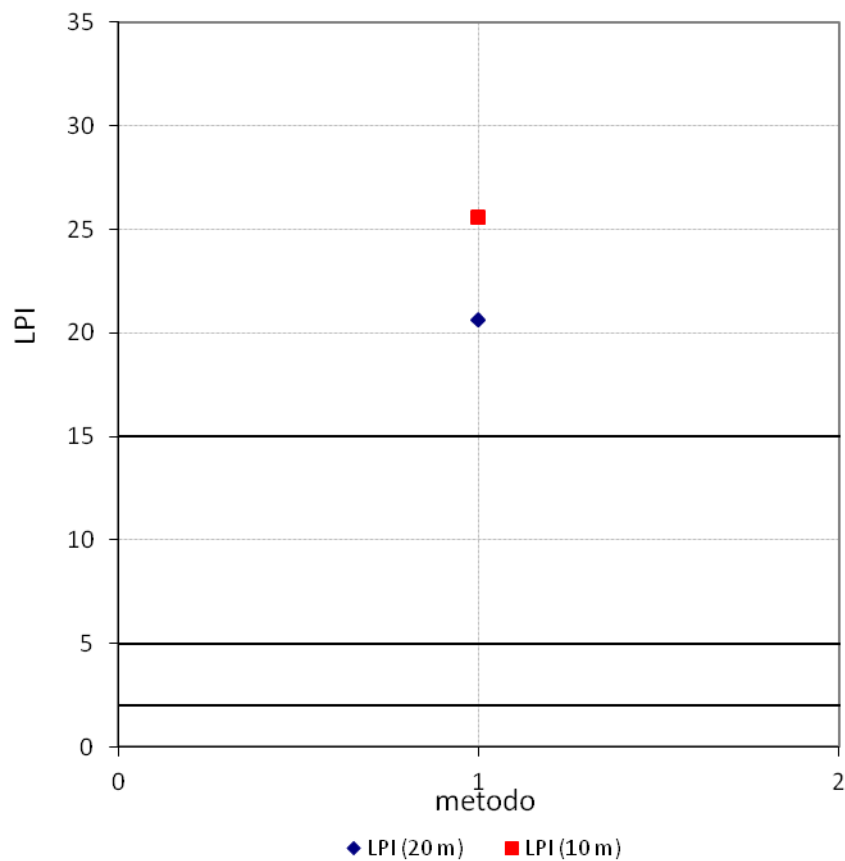
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Lido di Savio
Codice: CPT107A
Accelerazione di picco: 0.216 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.2 m
Lunghezza massima: 20.00 m

164

Metodo I&B (2014)

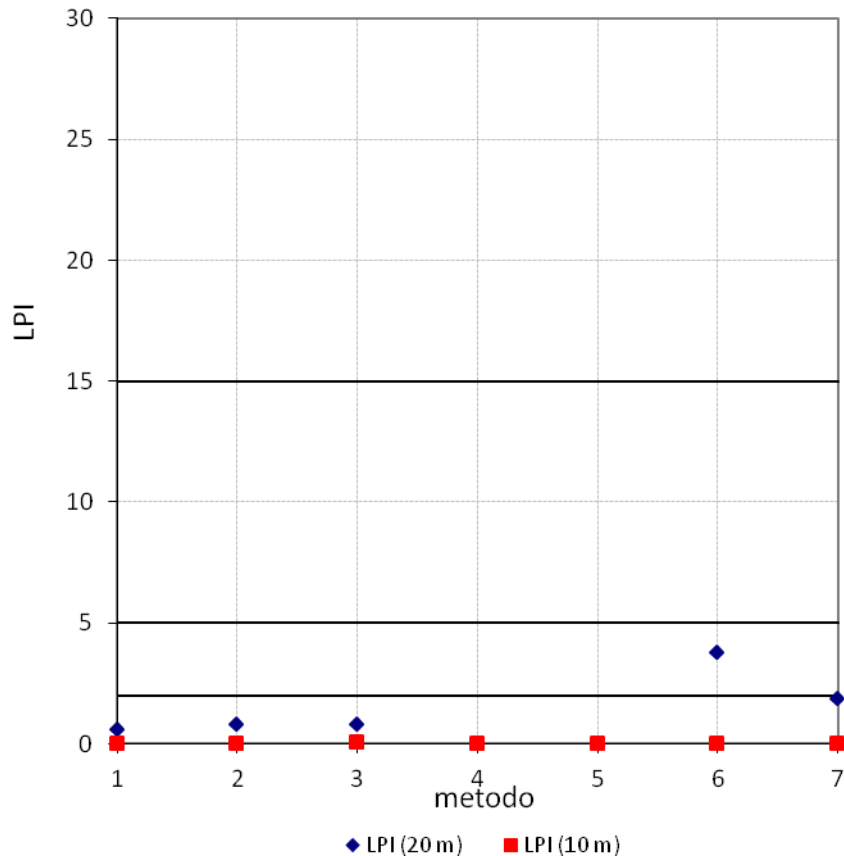
LPI ₂₀ =	20.58
LPI ₁₀ =	25.58
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto alto
z_{min} (m) =	1.20
z_{max} (m) =	19.38
SH _L (m) =	7.82
LPbl ₂₀ =	-999.00
LPbl ₁₀ =	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPTU1A
Accelerazione di
picco: 0.212 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.64 m
Lunghezza
massima: 16.83 m

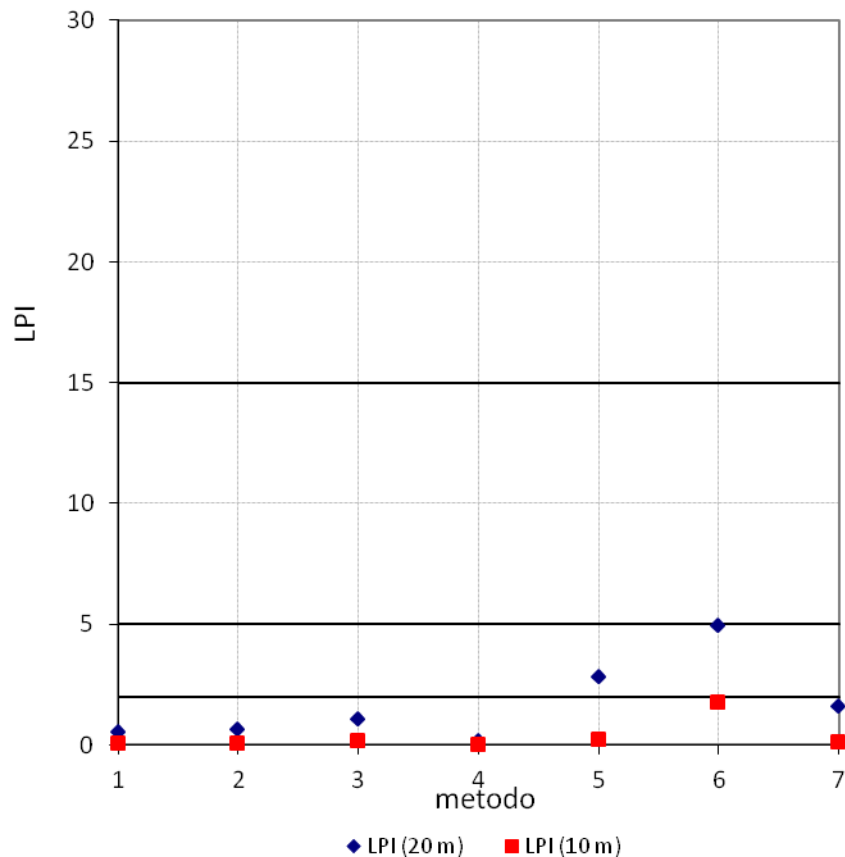
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.55	0.78	0.80	0.00	#NUM!	3.78	1.86
LPI ₁₀ =	0.00	0.00	0.04	0.00	#NUM!	0.00	0.01
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	basso	#NUM!	moderato	basso
z _{min} (m) =	12.00	12.00	3.79	0.00	#NUM!	12.00	3.79
z _{max} (m) =	15.91	15.99	15.95	0.00	#NUM!	16.77	16.37
SH _L (m) =	3.26	3.32	3.33	0.00	#NUM!	4.35	4.25
LPbl ₂₀ =	3.30	4.20	-999.00	-999.00	#NUM!	8.20	-999.00
LPbl ₁₀ =	0.00	0.00	-999.00	-999.00	#NUM!	0.00	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPTU21A
Accelerazione di
picco: 0.204 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0.9 m
Lunghezza
massima: 16.90 m

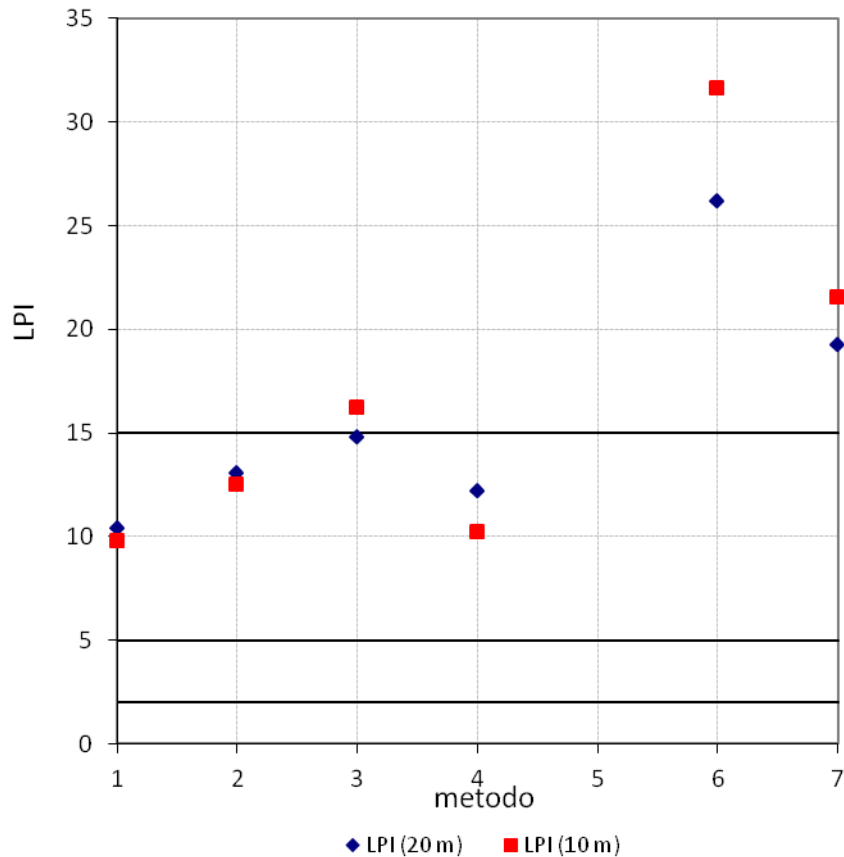
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.54	0.61	1.08	0.17	2.82	4.96	1.58
LPI ₁₀ =	0.04	0.03	0.16	0.02	0.20	1.73	0.08
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	basso	moderato	moderato	basso
z_{min} (m) =	8.49	6.06	1.72	1.73	6.04	0.90	8.49
z_{max} (m) =	15.79	15.80	15.78	8.56	16.59	16.90	15.96
SH _L (m) =	2.87	2.88	3.23	0.17	4.16	5.32	4.58
LPbl ₂₀ =	2.53	2.87	-999.00	-999.00	4.47	10.44	-999.00
LPbl ₁₀ =	0.17	0.11	-999.00	-999.00	0.31	3.82	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPTU22A
Accelerazione di picco: 0.204 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 0.99 m
Lunghezza massima: 14.41 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	10.40	13.03	14.76	12.21	41.39	26.20	19.22
LPI ₁₀ =	9.80	12.49	16.20	10.21	43.00	31.59	21.52
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto
z_{min} (m) =	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
z_{max} (m) =	14.41	14.41	14.41	9.32	14.19	14.41	14.41
SH_L (m) =	5.92	7.17	6.08	4.35	11.79	6.09	5.99
LPbl ₂₀ =	25.53	32.17	-999.00	-999.00	57.97	38.10	-999.00
LPbl ₁₀ =	26.29	34.40	-999.00	-999.00	60.37	45.08	-999.00



Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

Località: Ravenna
Codice: CPTU23A
Accelerazione di
picco: 0.204 a_{max}/g
Magnitudo: 5.88
Prof. della falda: 1.05 m
Lunghezza
massima: 16.13 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
	NCEER	Rob	I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI ₂₀ =	0.18	0.23	1.61	0.96	#NUM!	6.23	1.38
LPI ₁₀ =	0.06	0.05	0.65	0.21	#NUM!	1.37	0.48
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso	basso	#NUM!	alto	basso
z_{min} (m) =	4.58	4.59	3.72	3.72	#NUM!	4.58	3.72
z_{max} (m) =	15.94	15.95	16.02	9.45	#NUM!	16.02	15.98
SH_L (m) =	2.14	2.23	3.76	0.51	#NUM!	5.32	4.66
LPbl ₂₀ =	1.61	1.65	-999.00	-999.00	#NUM!	12.62	-999.00
LPbl ₁₀ =	0.45	0.29	-999.00	-999.00	#NUM!	2.24	-999.00

