



GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA
33° Convegno Nazionale Bologna

**Abachi per la valutazione dei fattori di
amplificazione per le indagini di
microzonazione sismica di secondo
livello in Emilia-Romagna**

A. Tento¹, L. Martelli², A. Marcellini¹

¹ IDPA – CNR, Milano

² Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei
Suoli, Bologna

Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna

- Nel 2007 sono emanati gli “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica” (DAL 112/2007)
- Criteri e procedure per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali al fine di orientare la pianificazione verso aree a minore pericolosità sismica
- Tre livelli di analisi, con dettaglio e approfondimento crescenti
- Il secondo livello è rivolto alla pianificazione urbanistica comunale e stima la risposta sismica locale stimata con abachi
- Fase di revisione degli abachi

Fattori di Amplificazione

Fattori di Amplificazione : rapporto fra lo scuotimento sismico valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A.

Suolo A : Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m

Norme Tecniche per le Costruzioni, 2008

- F.A. PGA
- F.A. SI 1 : Intensità spettrale $0.1 \text{ s} < T_0 < 0.5 \text{ s}$
- F.A. SI 2 : Intensità spettrale $0.5 \text{ s} < T_0 < 1.0 \text{ s}$
- F.A. SI 3 : Intensità spettrale $0.5 \text{ s} < T_0 < 1.5 \text{ s}$

Utilizzo abachi

Conoscenza geologica di dettaglio e misure di V_s

Fattori di Amplificazione dipendono da:

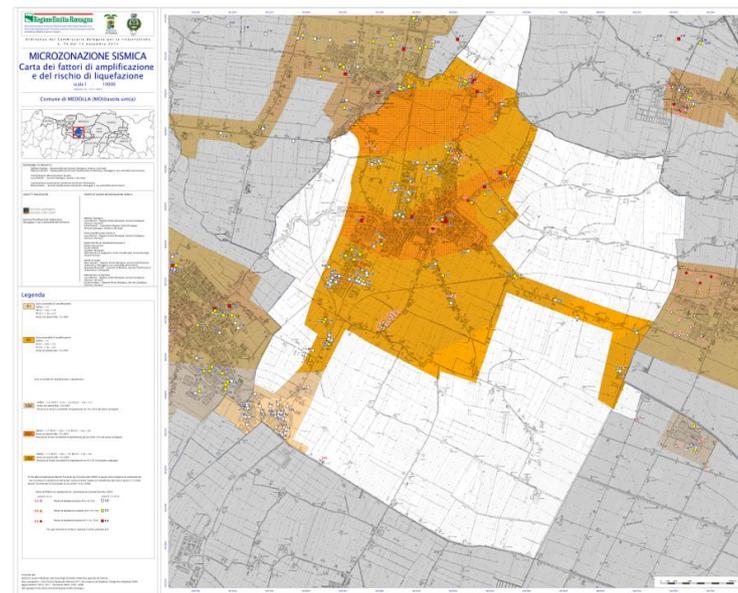
- profondità del substrato, o spessore del terreno di copertura (H)
- V_s media nel terreno di copertura (V_{sH})

oppure:

- V_{s30}

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.1	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.4	2.3	2.1	1.7	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
20	2.4 (2.3)	2.4	2.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
25	2.4 (1.8)	2.4	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0	1.0
30		2.4 (2.2)	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
35		2.3 (2.0)	2.3 (2.2)	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.0
40		2.2 (2.0)	2.2 (2.1)	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
50		2.1 (1.8)	2.1 (1.9)	2.1 (2.0)	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.0

Tabella 2: Substrato marino $V_s \geq 800m/s$. Tabella dei Fattori di Amplificazione **SI1**. Colonna 1 $H(m)$, riga 1 $V_{sH}(m/s)$

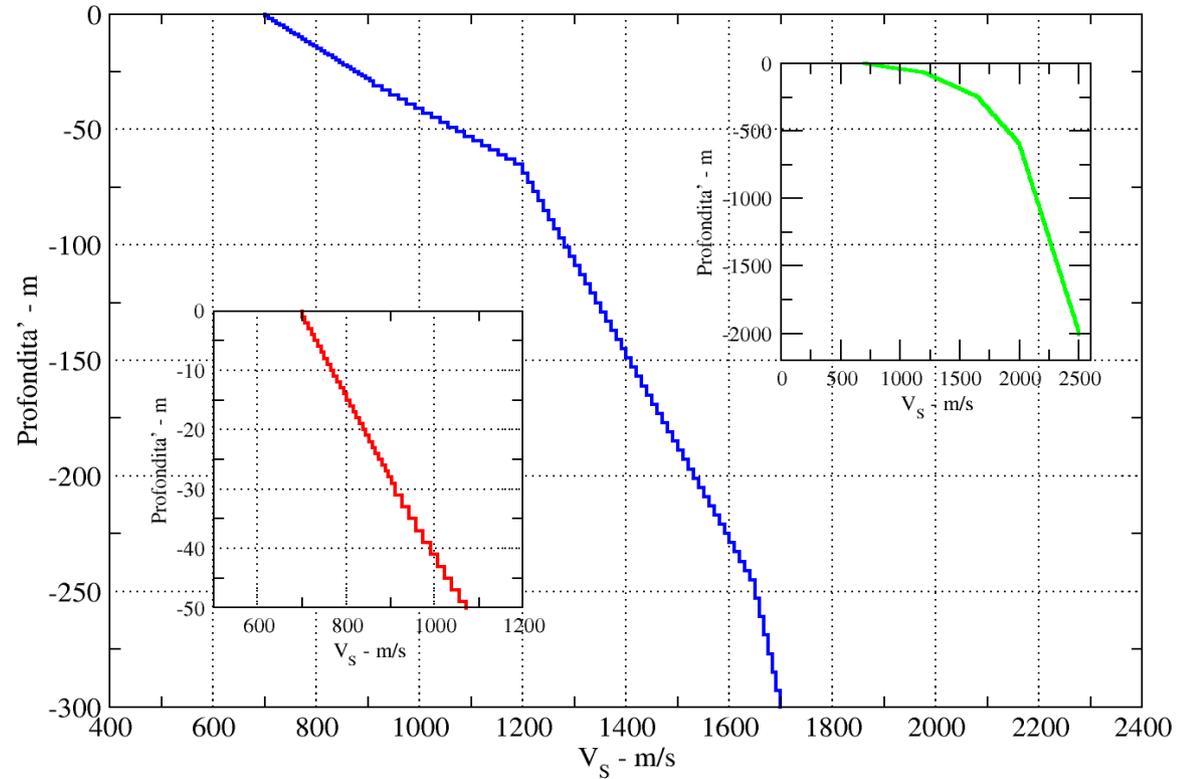
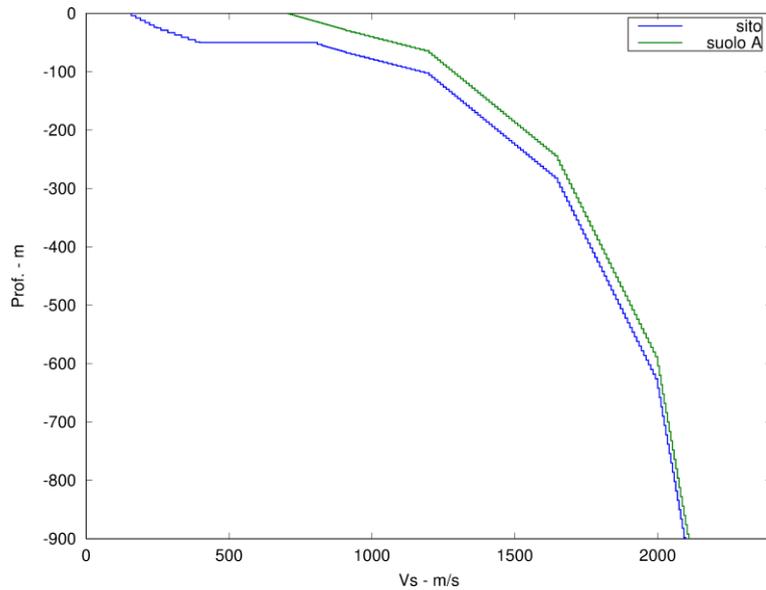


Costruzione abachi

- Profilo suolo di riferimento
- Input sismico
- Ambienti geo-litologici
- Profili di V_s
- Calcolo Fattori di Amplificazione
- Fattori di Amplificazione abachi

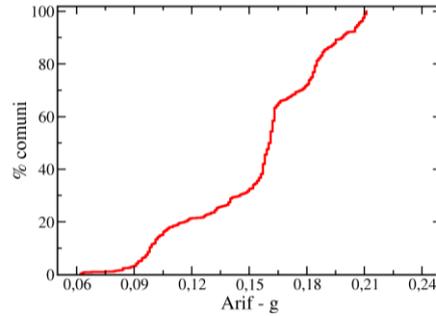
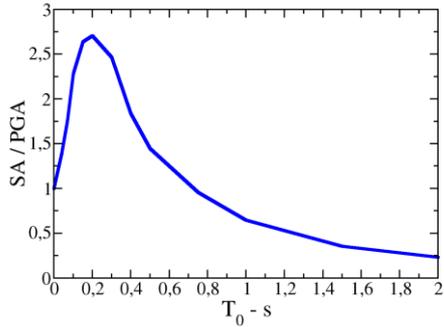
Profilo di riferimento

suolo A - $V_{s30} = 800 \text{ m/s}$



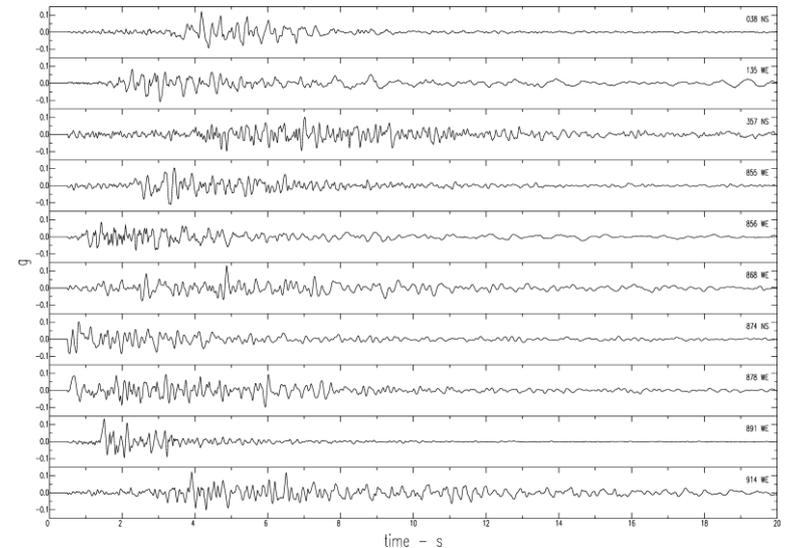
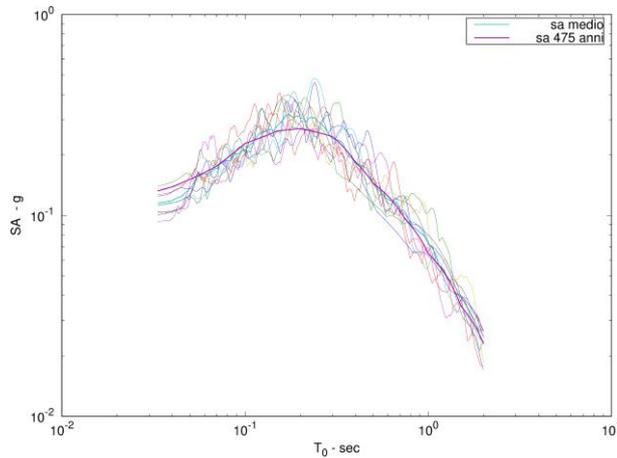
- Profili sismici siti si congiungono con profilo di riferimento
- Incidenza verticale onde S

Input sismico



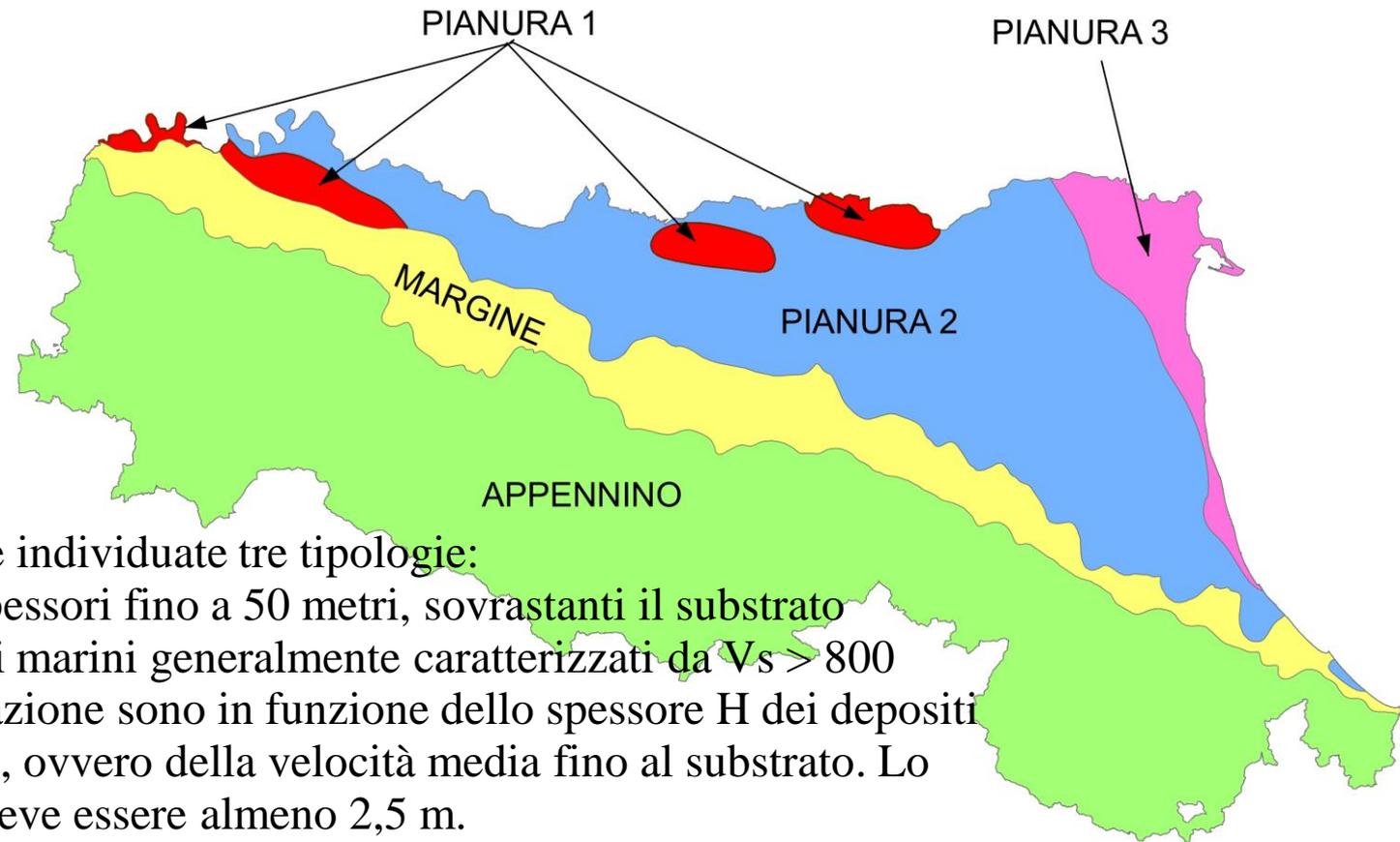
- Pianificazione territoriale e urbanistica → 475 anni
- Forma spettrale unica
- Aref per ogni comune
- Suolo A ($V_{s30} \geq 800$ m/s)

Moto di input per valutazione effetti di sito:
10 accelerogrammi *spettro compatibili*



accelerogrammi reali

Ambienti geo-litologici



Appennino

Per questo ambiente sono state individuate tre tipologie:

depositi di copertura, con spessori fino a 50 metri, sovrastanti il substrato geologico rigido (depositi marini generalmente caratterizzati da $V_s > 800$ m/s); i fattori di amplificazione sono in funzione dello spessore H dei depositi fino al substrato e di $V_s H$, ovvero della velocità media fino al substrato. Lo spessore di copertura H deve essere almeno 2,5 m.

.....

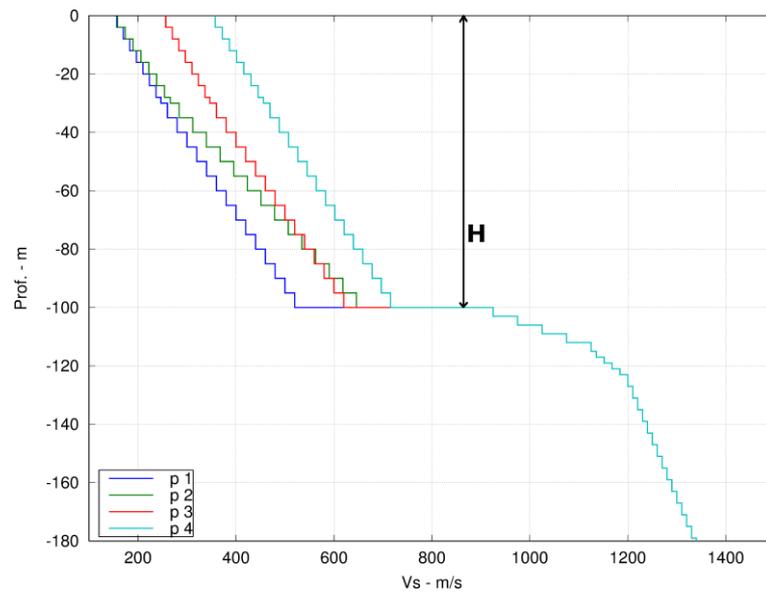
Pianura e zona costiera

Per questo ambiente sono state individuate le seguenti tipologie:

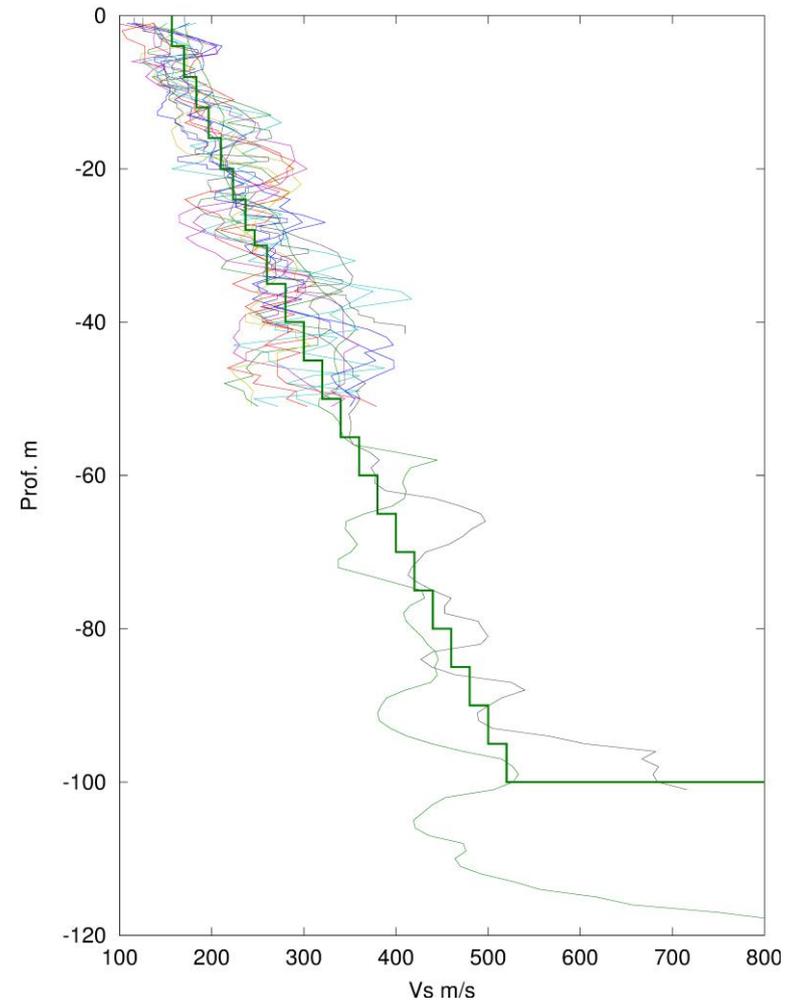
PIANURA 1: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c.; i fattori di amplificazione sono espressi in funzione di V_s30 che varia da 150 a 500 m/s;

Profili sismici *tipo*

Ambiente pianura 1

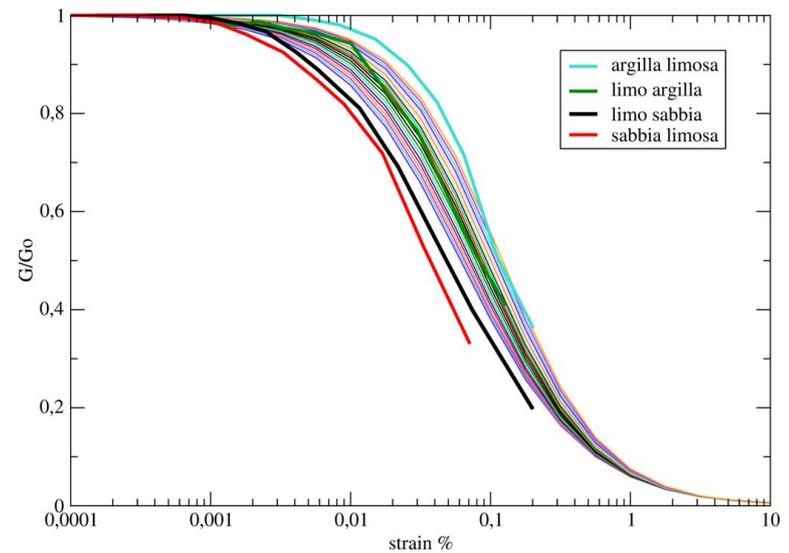
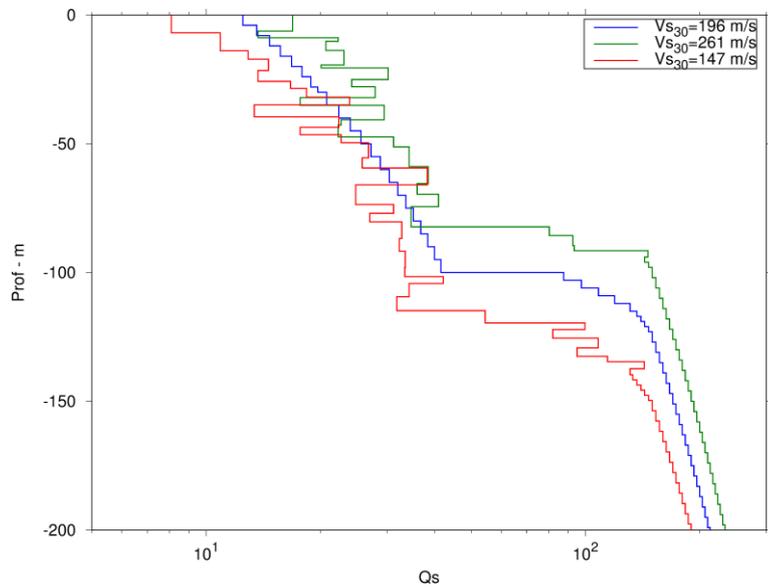
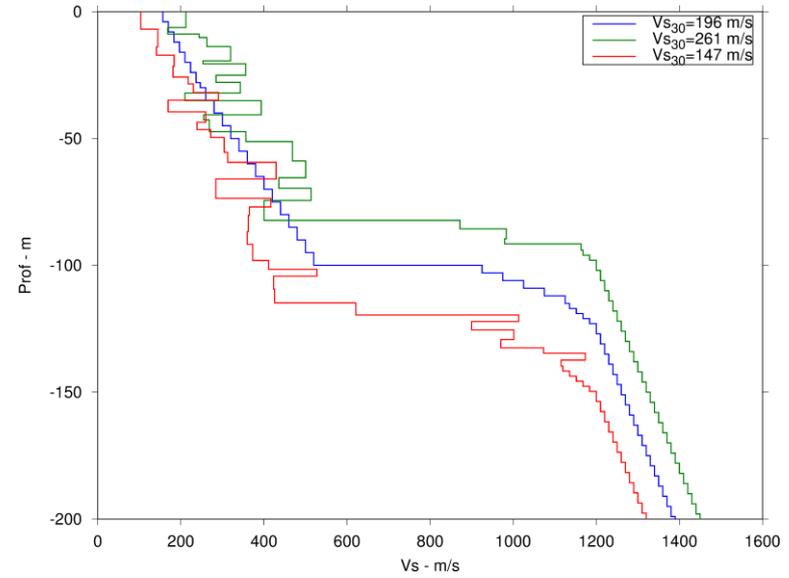
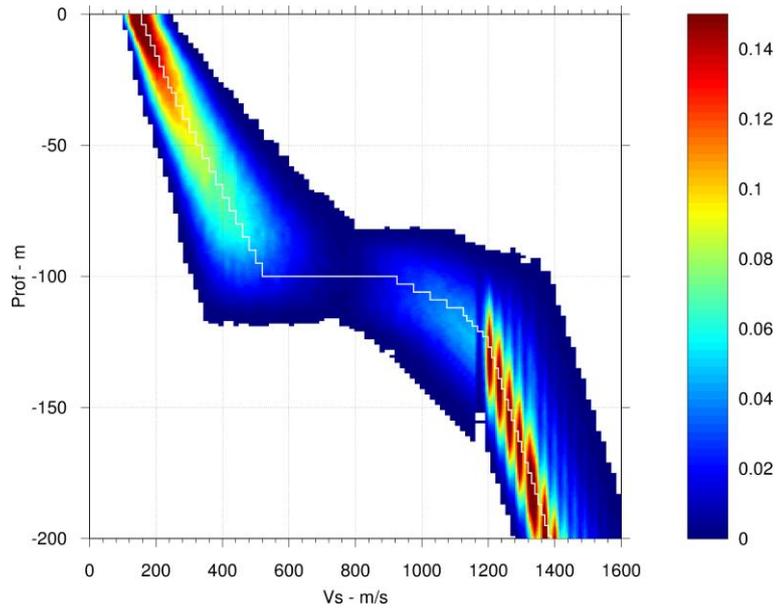


$$80 \text{ m} < H < 120 \text{ m}$$



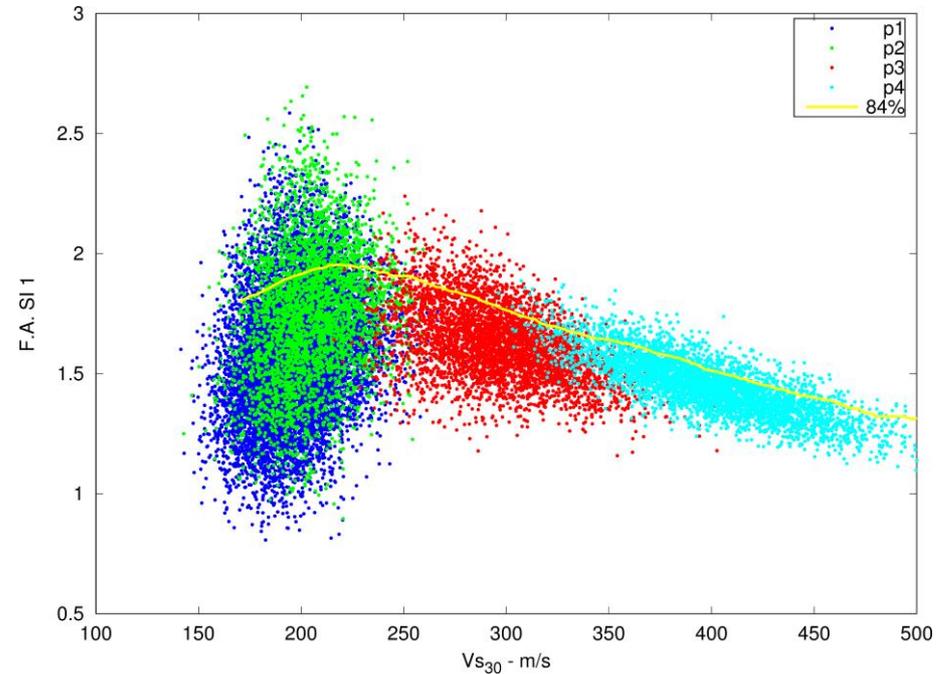
Profili Cross-Hole e Down-Hole di Pianura

Profili sismici



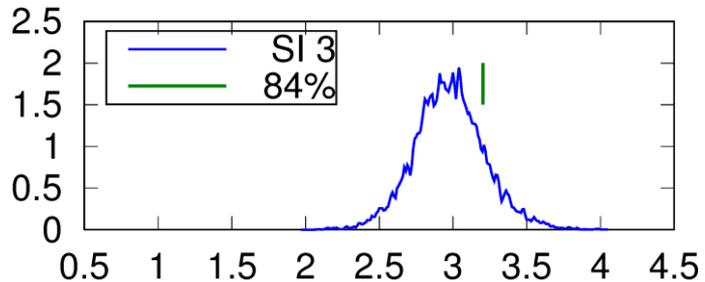
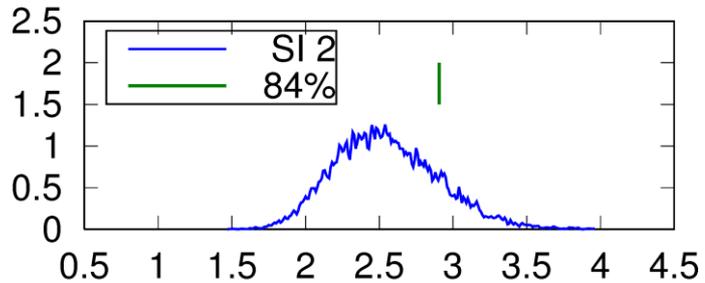
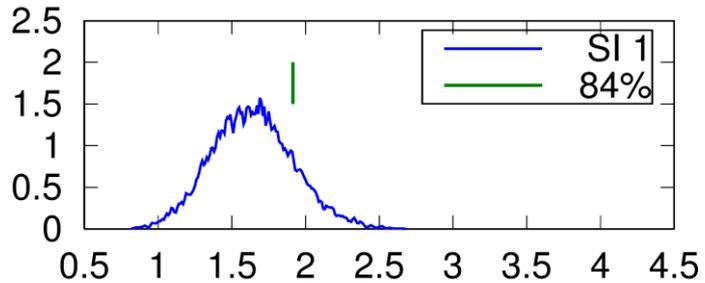
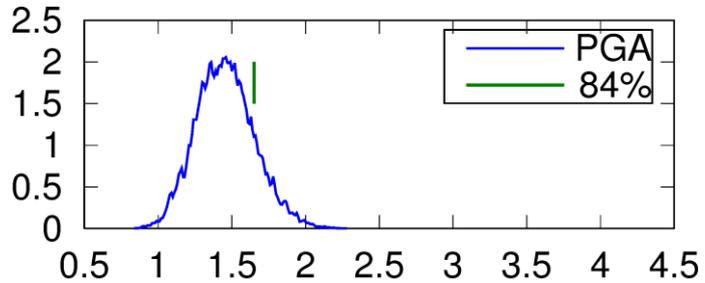
Fattori di Amplificazione

Per ogni profilo generato
l'amplificazione è calcolata come
media dell'amplificazione ottenuta
con i singoli accelerogrammi

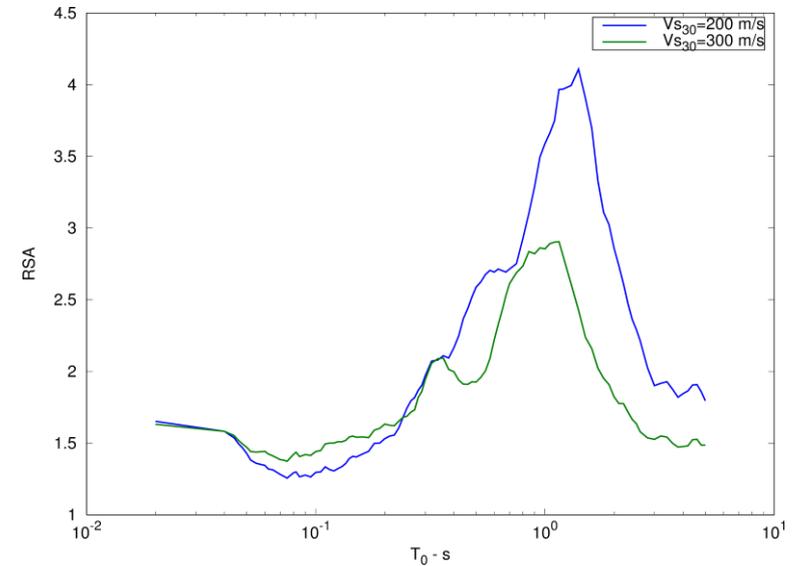


Fattori Amplificazione abachi → 84% percentile amplificazione

Fattori di Amplificazione



F.A



Amplificazioni spettrali

$$V_{s30} = 200 \text{ m/s} \rightarrow 180 \text{ m/s} < V_{s30} < 225 \text{ m/s}$$

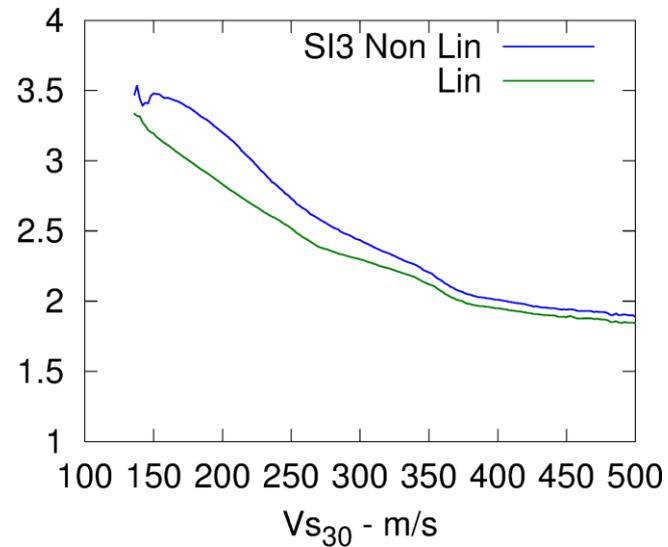
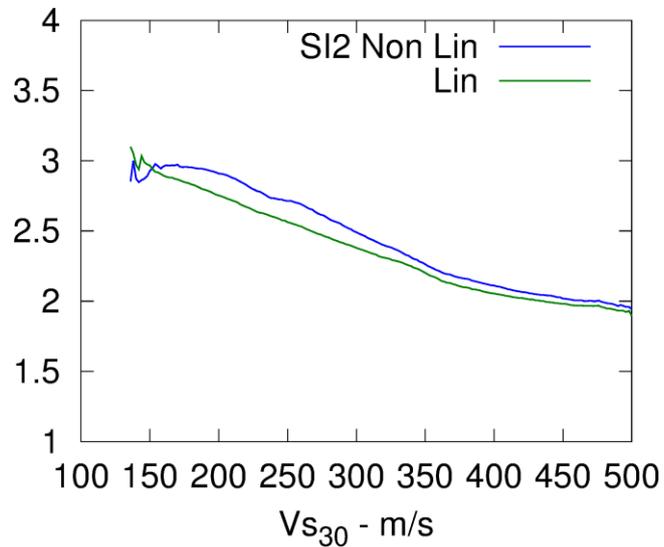
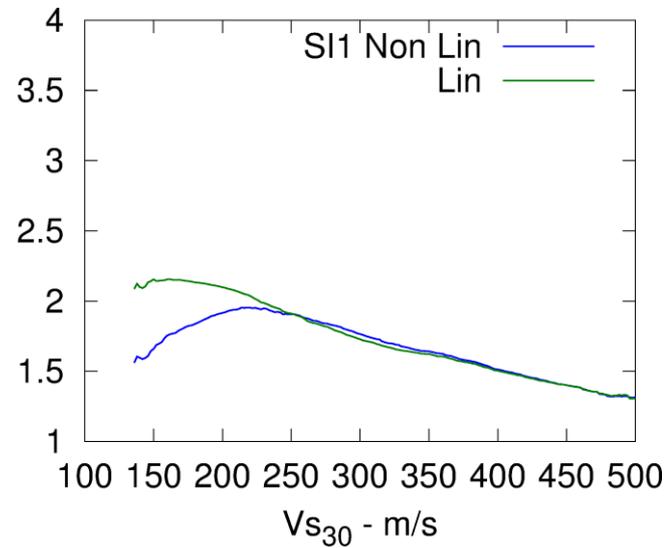
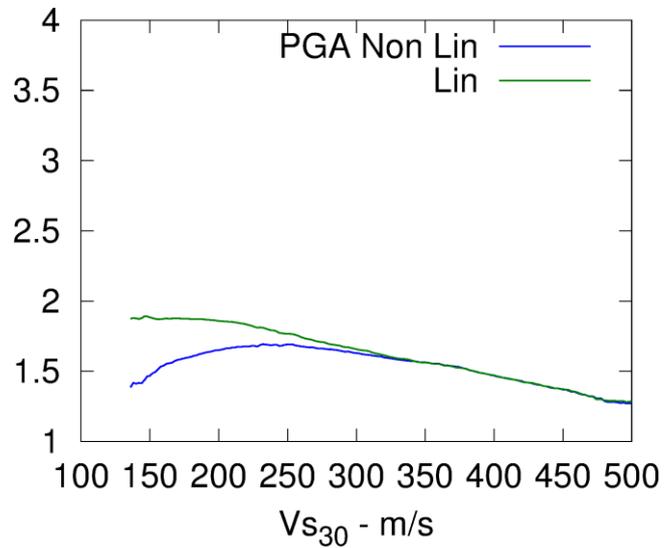
$$V_{s30} = 300 \text{ m/s} \rightarrow 275 \text{ m/s} < V_{s30} < 325 \text{ m/s}$$

F.A. - $V_{s30} = 200$ m/s

$\rightarrow 180 \text{ m/s} < V_{s30} < 225 \text{ m/s}$

Non linearità

Pianura 1



Conclusioni

Revisione tabelle “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”

- attività prevista dall’art. 17 dell’OPCM 4007/2012 (attuazione della seconda annualità del fondo per studi di riduzione del rischio sismico previsto dall’art. 11 L. 77/2009)
 - Ambienti geo-litologici
 - Profili di Vs
 - Calcolo Fattori di Amplificazione
- fase di verifica prima dell'inizio dell'iter legislativo necessario per approvazione e emanazione.