



DIREZIONE AMBIENTE ED ENERGIA
SETTORE SISMICA – UFFICIO PREVENZIONE SISMICA

GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 IN REGIONE TOSCANA

V. D'Intinosante , P. Fabbroni & M. Baglione

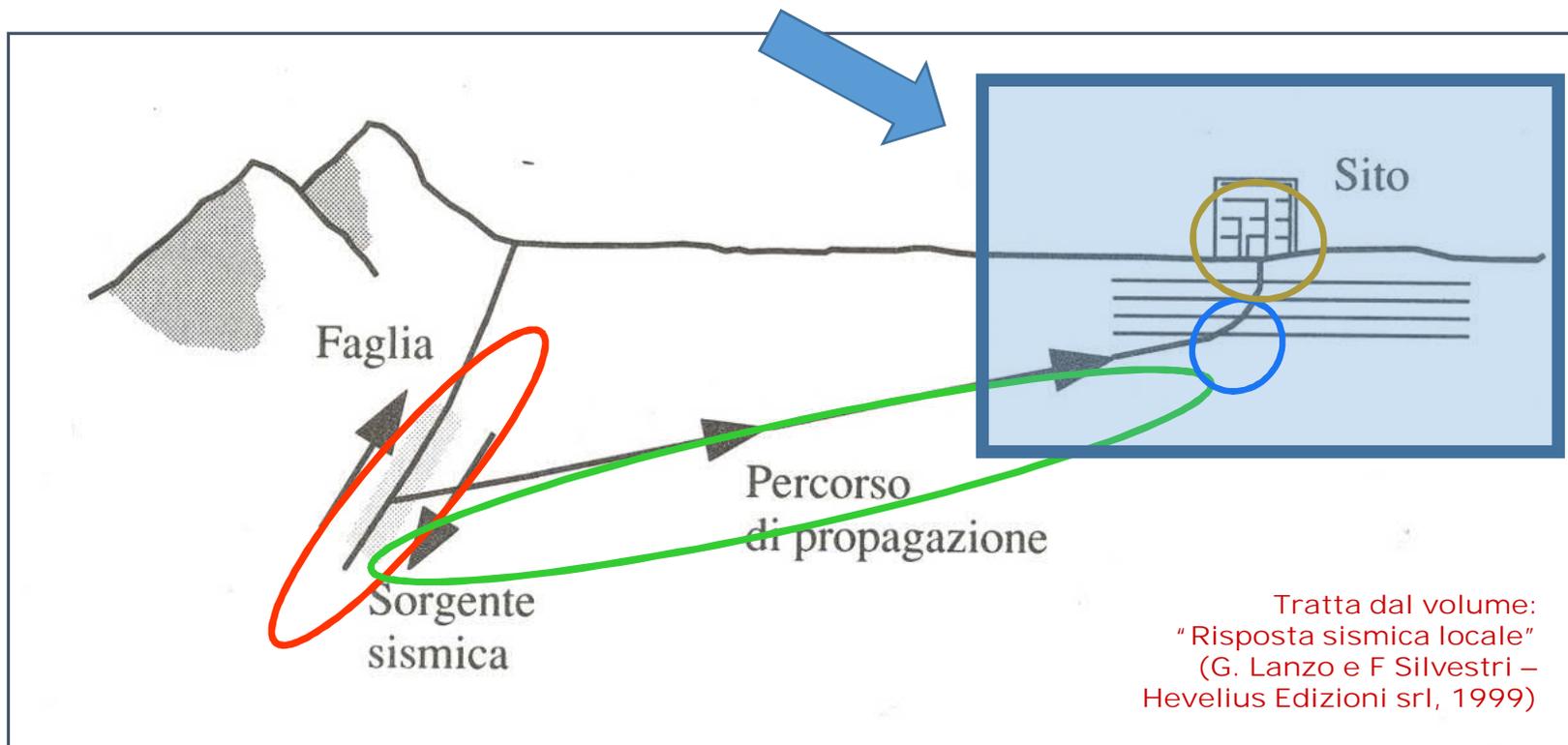
Regione Toscana, Settore Sismico Regionale - Ufficio Prevenzione sismica

Convegno La prevenzione del rischio sismico e gli studi di pericolosità sismica del Mugello

FIRENZE, 23 settembre 2019



Le caratteristiche del moto del terreno registrato in superficie sono il risultato di un insieme di fenomeni (complessi) che possono essere raggruppati in quattro categorie:



• Sorgente

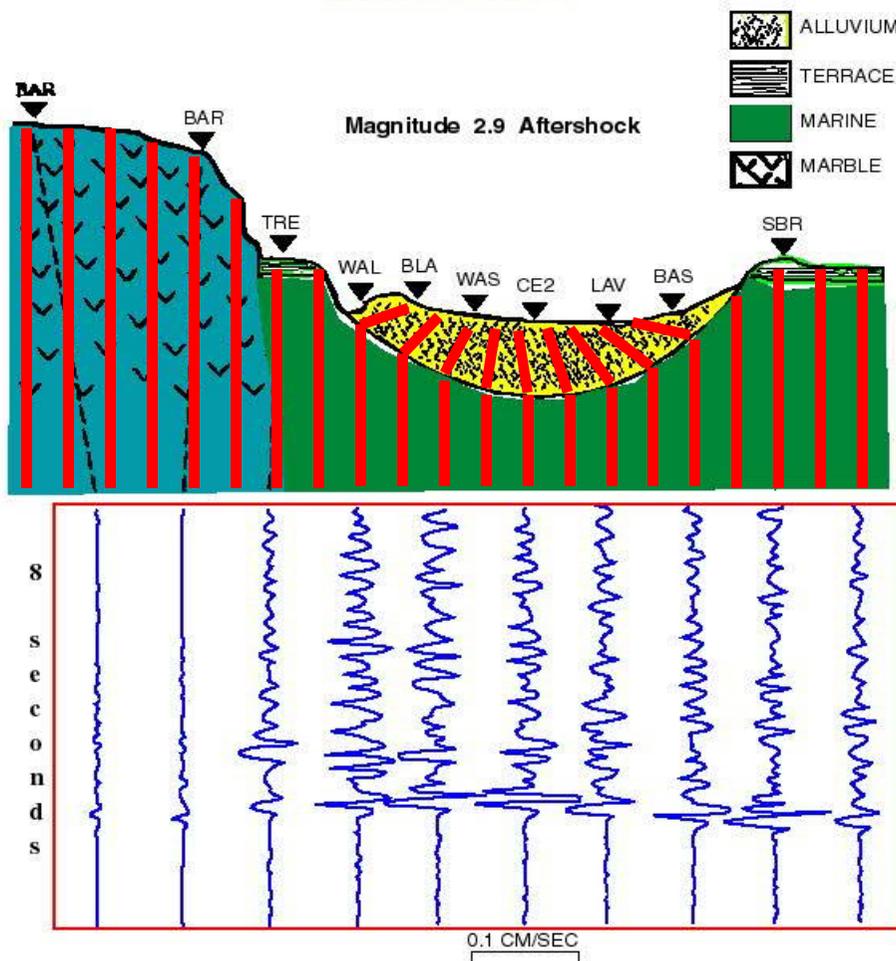
• Effetti Locali

• Propagazione

• Risposta strumentale



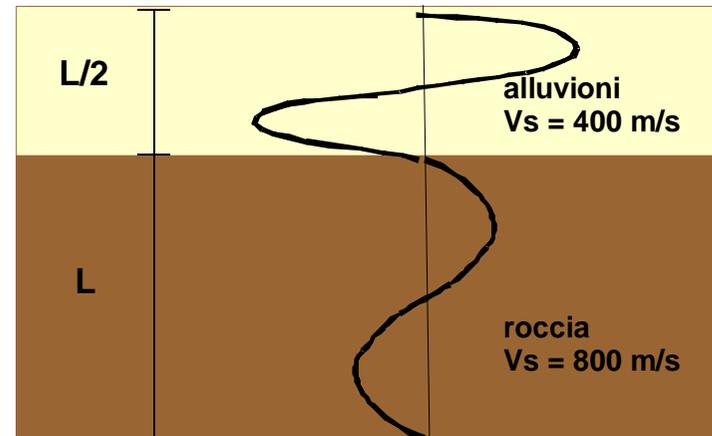
Site Response Across The Downtown Santa Cruz Alluvial Basin



North/South Velocity Component S-wave: 4 Hz Low-pass Filtered

U.S. Geological Survey

Effetti locali dovuti alle
differenti condizioni geologiche



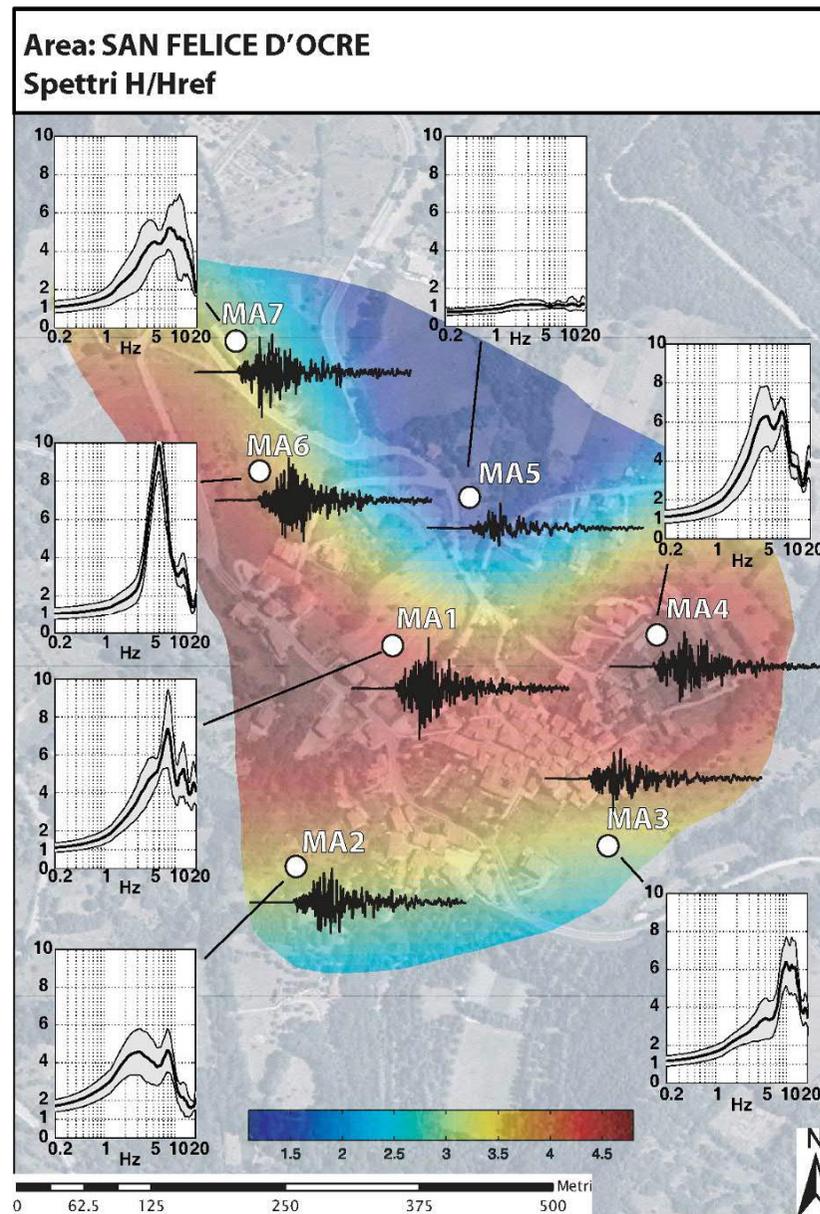
Ripepe, 2008



RSL DA MONITORAGGI SISMICI

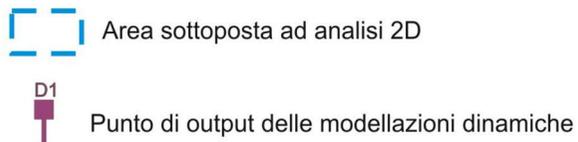
MISURE STRUMENTALI: CONSIDERAZIONI

- I rapporti spettrali H/V eseguiti su rumore evidenziano per quest'area **picchi spettrali di 3-5 Hz** che suggeriscono la presenza di un substrato sismico molto superficiale e di coltri sedimentarie di spessore poco rilevante;
- La mappa dei periodi di risonanza, elaborata tramite l'interpolazione delle singole misure effettuate, è abbastanza omogenea, ma tuttavia **evidenzia in prossimità del centro abitato di S.Felice un lieve aumento dei periodi, suggerendo in questa zona un maggiore spessore della coltre detritica;**
- Le registrazioni di eventi sismici locali evidenziano una marcata disomogeneità della risposta sismica nei vari siti di misura, che determinano i rapporti Z/Zref ed H/Href con forme molto pronunciate e **con valori anche elevati come su MA6. La stazione MA5, posta su substrato in affioramento, presenta invece le ampiezze sismiche minori, e curve H/Href e V/Vref pressoché piatte;**
- Dai rapporti H/Href e V/Vref, eseguiti su 4 terremoti locali, è stata stimata la mappa del fattore d'amplificazione, evidenziando **le aree di maggior amplificazione quelle che probabilmente hanno un maggior spessore di coltre detritico – sedimentaria.**

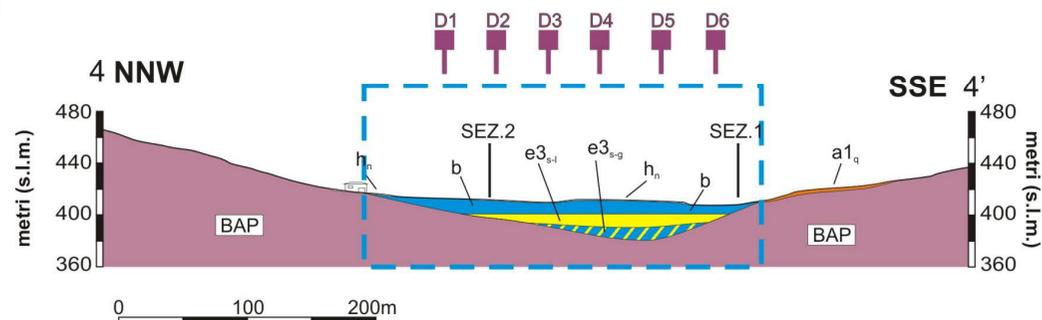
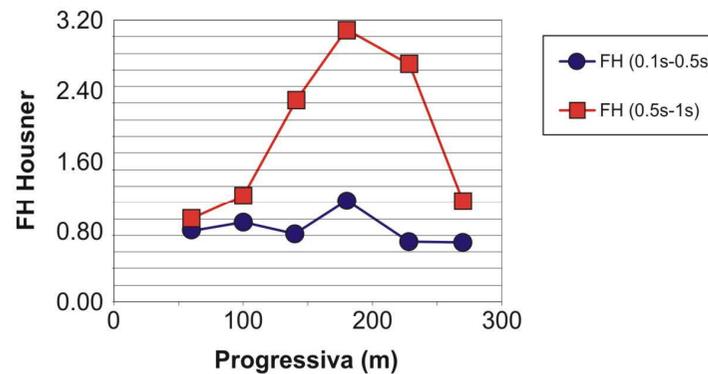




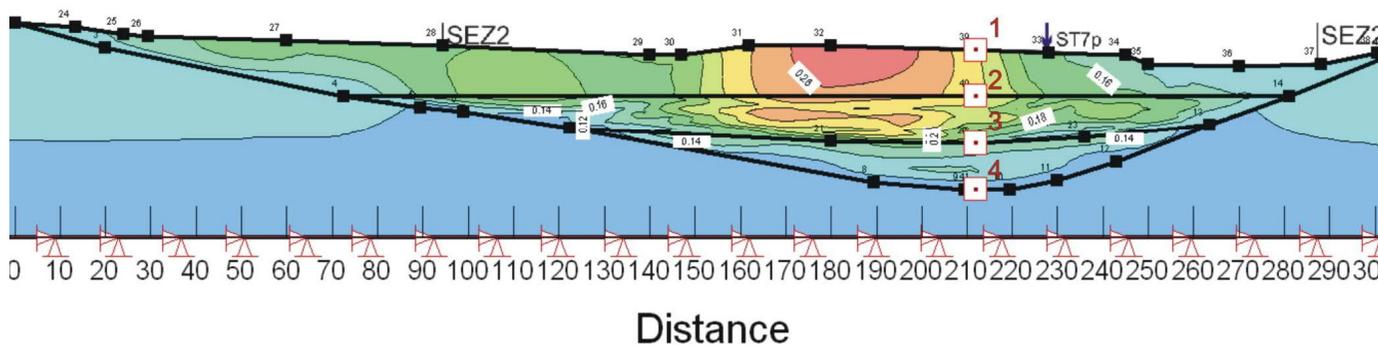
RSL DA SIMULAZIONI NUMERICHE



Firenzuola (FI) sezione 4 - FH Housner

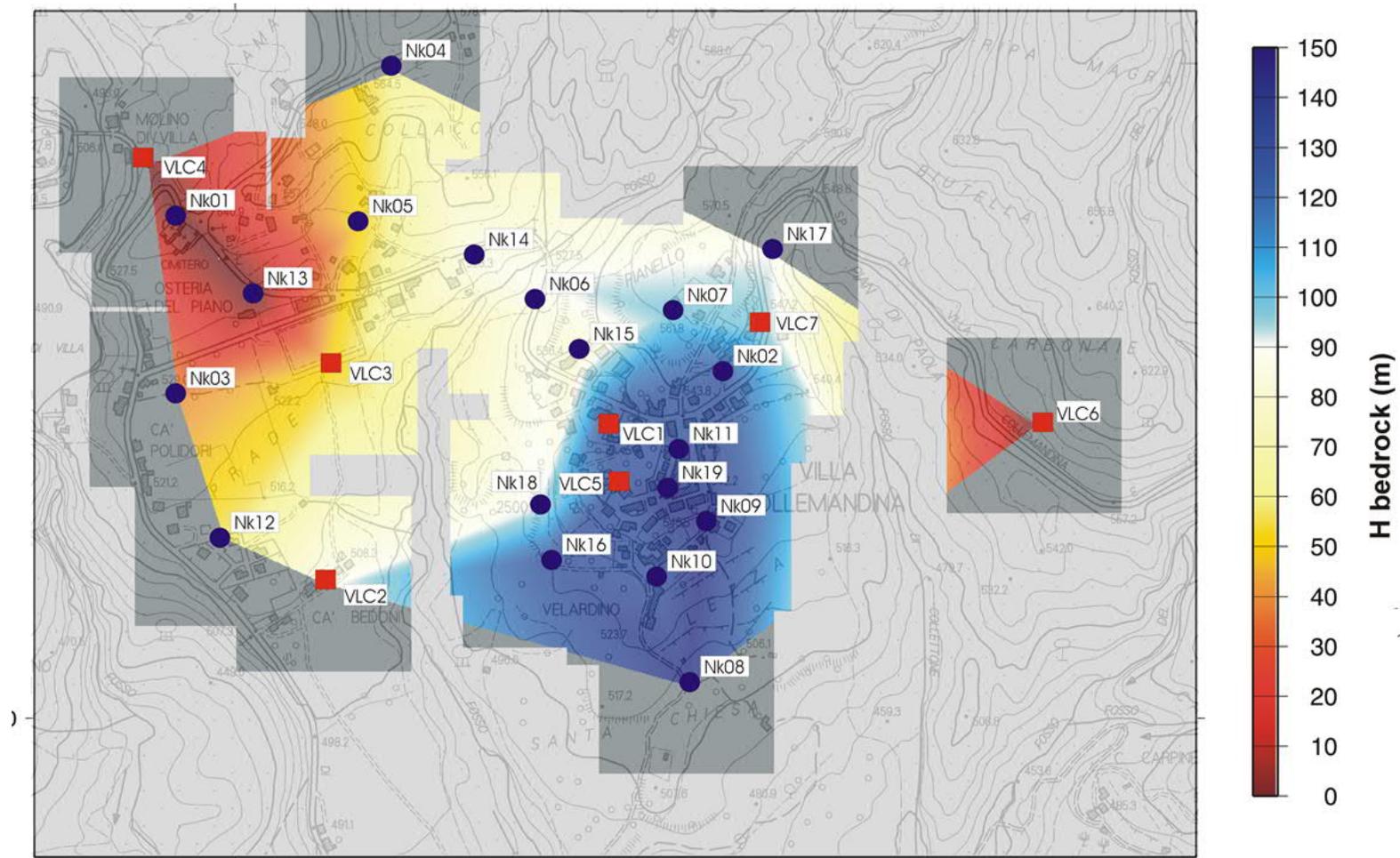


SEZIONE N°4 - INPUT SISMICO N°1





RSL DA MONITORAGGI SISMICI



Mappa della profondità del bedrock sismico (discontinuità depositi fluvio-lacustri – Complesso di Base), realizzata sulla base del monitoraggio di weak motions e microtrempi nel comune di Villacollemandina (DISTAV, UniGE, 2008)



MICROZONAZIONE SISMICA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

LIVELLO 1

(programmazione di emergenza, preliminare pianificazione territoriale)

- Orienta la scelta delle aree di nuova previsione;
- Definisce gli interventi ammissibili in una determinata area;
- Predisporre eventuali livelli di approfondimento di indagine;
- Orienta la localizzazione degli elementi primari di carattere infrastrutturale

LIVELLO 2

(pianificazione territoriale + emergenza)

- Regole e prescrizioni finalizzate alla riduzione del rischio sismico per gli ambiti urbani e le aree di nuova previsione;
- Aree ad elevato rischio che necessitano di approfondimenti particolari;
- Priorità di intervento per edifici strategici e rilevanti;
- scenari di danno

LIVELLO 3

(pianificazione territoriale, emergenza ed indicazioni progettuali)

- individuazione di aree ad alta esposizione e vulnerabilità sismica;
- procedure per la regolamentazione degli interventi diretti;
- individuazione di regole e prescrizioni per la progettazione;
- individuazione di regole per la diminuzione della vulnerabilità mediante specifici interventi.



Microzonazione Sismica di I Livello

Definisce in maniera **qualitativa** e sulla base prevalentemente di **indagini pregresse** e nuove **indagini geofisiche di superficie** l'assetto geologico-tecnico dell'area nella **prospettiva futura** di realizzarvi una **carta di microzonazione sismica**.

Valutazione basata sulle caratteristiche geologiche s.l. del sito

Microzonazione
Sismica di II
Livello

Contesto geologico "**semplice**"

Microzonazione
Sismica di III
Livello

Contesto geologico "**difficile**"



RIFERIMENTI NORMATIVI STATALI

- 1) D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le costruzioni (NTC'08): par. 3.2 Azioni Sismiche par.7.11.3 Risposta sismica
- 2) Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica Nazionale (novembre 2008);
- 3) O.P.C.M. 3907 del 13 novembre 2010 – Istituzione del Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.
- 4) O.P.C.M. 4007 del 29 febbraio 2012 – Finanziamenti annualità 2011 relativa al Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.
- 5) O.C.D.P.C. 52 del 20 febbraio 2013 – Finanziamenti annualità 2012 relativa al Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.
- 6) O.C.D.P.C. 171 del 9 giugno 2014 – Finanziamenti annualità 2013 relativa al Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.
- 7) O.C.D.P.C. 293 del 26 ottobre 2015 – Finanziamenti annualità 2014 relativa al Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.
- 8) O.C.D.P.C. 344 del 9 maggio 2016 – Finanziamenti annualità 2015 relativa al Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.
- 9) O.C.D.P.C. 532 del 12 luglio 2018 – Finanziamenti annualità 2016 relativa al Fondo Nazionale per La Prevenzione del Rischio Sismico.



Commissione tecnica per la microzonazione sismica
(articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)

Microzonazione sismica

Linee guida
per la gestione del territorio in aree interessate da
instabilità di versante sismoindotte (FR)

versione 1.0

Commissione tecnica per la microzonazione sismica
(articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)

Microzonazione sismica

Linee guida
per la gestione del territorio in aree interessate da
instabilità di versante sismoindotte (LQ)

versione 1.0

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

sate da



MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELLE INDAGINI E STUDI DI MS

Il documento tecnico di riferimento per la realizzazione degli studi è rappresentato dagli **"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"** (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

Le **Zone Stabili**, sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

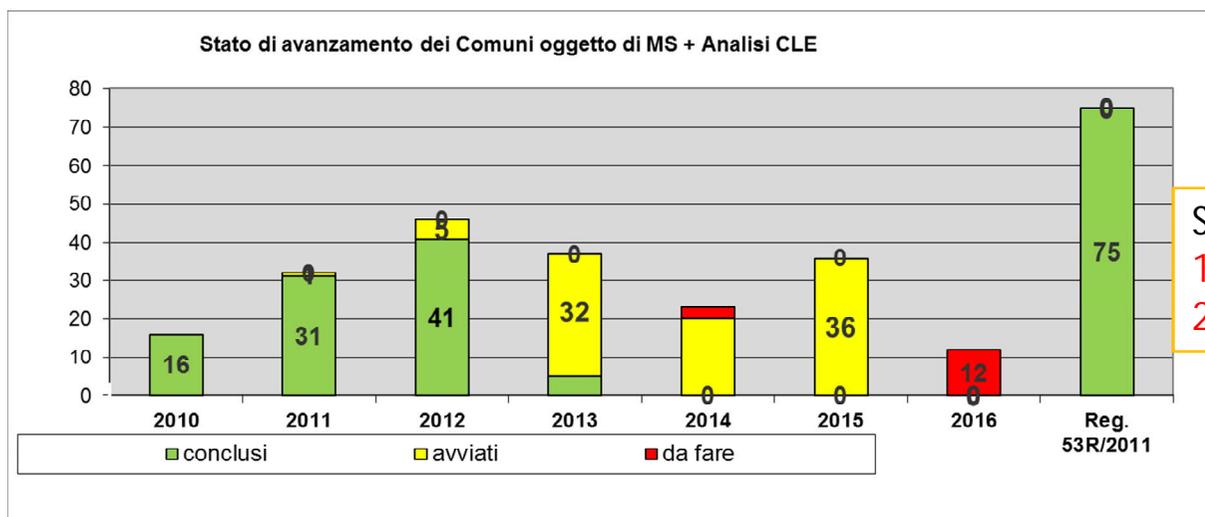
Le **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica**, sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;

Le **Zone suscettibili di instabilità**, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiale).



QUADRO DEI FINANZIAMENTI MS

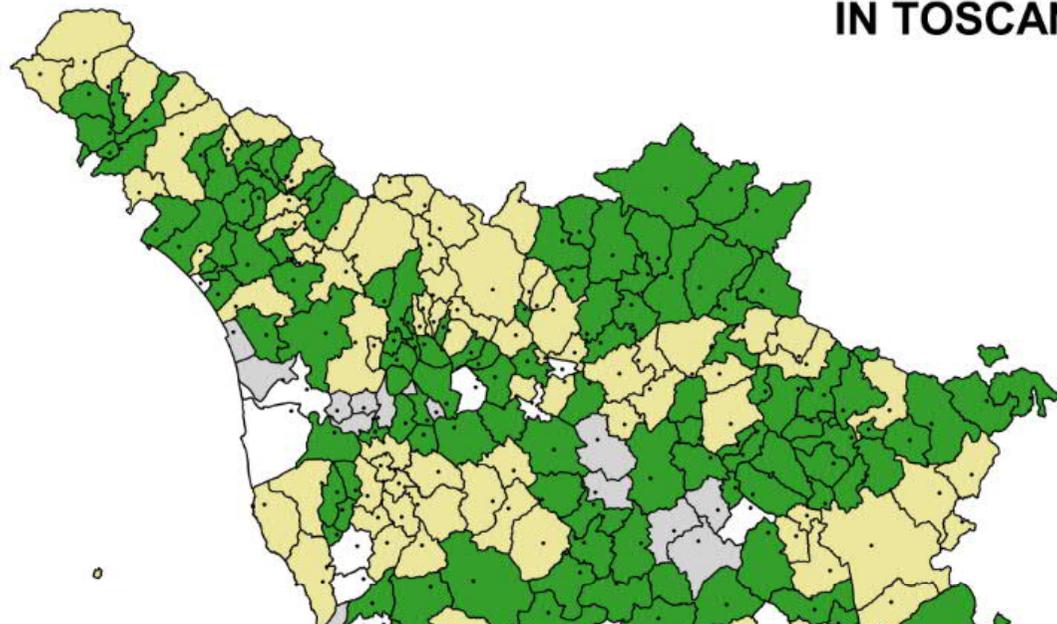
Risorse stanziare per la MS+CLE						
Annualità - D.L. 39/2009 - art.11	Normativa	Statali	Regionali	Comunali	Totali	N. Comuni
2010	O.P.C.M. 3907/2010	€ 137 860.97	€ 137 860.97	€ 0.00	€275 721.94	16
2011	O.P.C.M. 4007/2012	€ 411 582.52	€ 0.00	€ 137 750.00	€549 332.52	32
2012	O.C.D.P.C. 52/2013	€ 658 532.03	€ 0.00	€ 220 575.00	€879 107.03	46
2013	O.C.D.P.C. 171/2014	€ 609 283.00	€ 0.00	€ 181 650.00	€790 933.00	37
2014	O.C.D.P.C. 293/2015	€ 658 532.03	€ 0.00	€ 117 817.00	€776 349.03	23
2015	O.C.D.P.C. 344/2016	€ 551 565.03	€ 0.00	€ 184 000.00	€735 565.03	36
2016	O.C.D.P.C. 532/2018	€ 271 200.64	€ 0.00	€ 88 000.00	€359 200.64	12
Regolamento 53R/2011		€ 0.00	€ 0.00	€ 600 000.00	€600 000.00	75
TOTALE		€ 3 298 556.22	€ 137 860.97	€ 1 529 792.00	€4 966 209.19	277



Sono stati eseguiti studi di MS sul
100% dei comuni in zona sismica
2 e sul **89% dei comuni in toscana.**



STATO DI ATTUAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN TOSCANA



Regione Toscana



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

	MS approvati e/o in corso	senza MS	non finanziabili	TOT	% studi MS per prov
Arezzo	37	1	1	39	97.4
Firenze	39	3	2	44	92.9
Grosseto	13	5	10	28	72.2
Livorno	3	0	17	20	100.0
Lucca	33	1	1	35	97.1
Massa Carrara	17	0	0	17	100.0
Pisa	25	7	7	39	78.1
Prato	7	0	0	7	100.0
Pistoia	22	0	0	22	100.0
Siena	26	8	2	36	76.5
	222	25	40	287	77.4
	90%	10%			



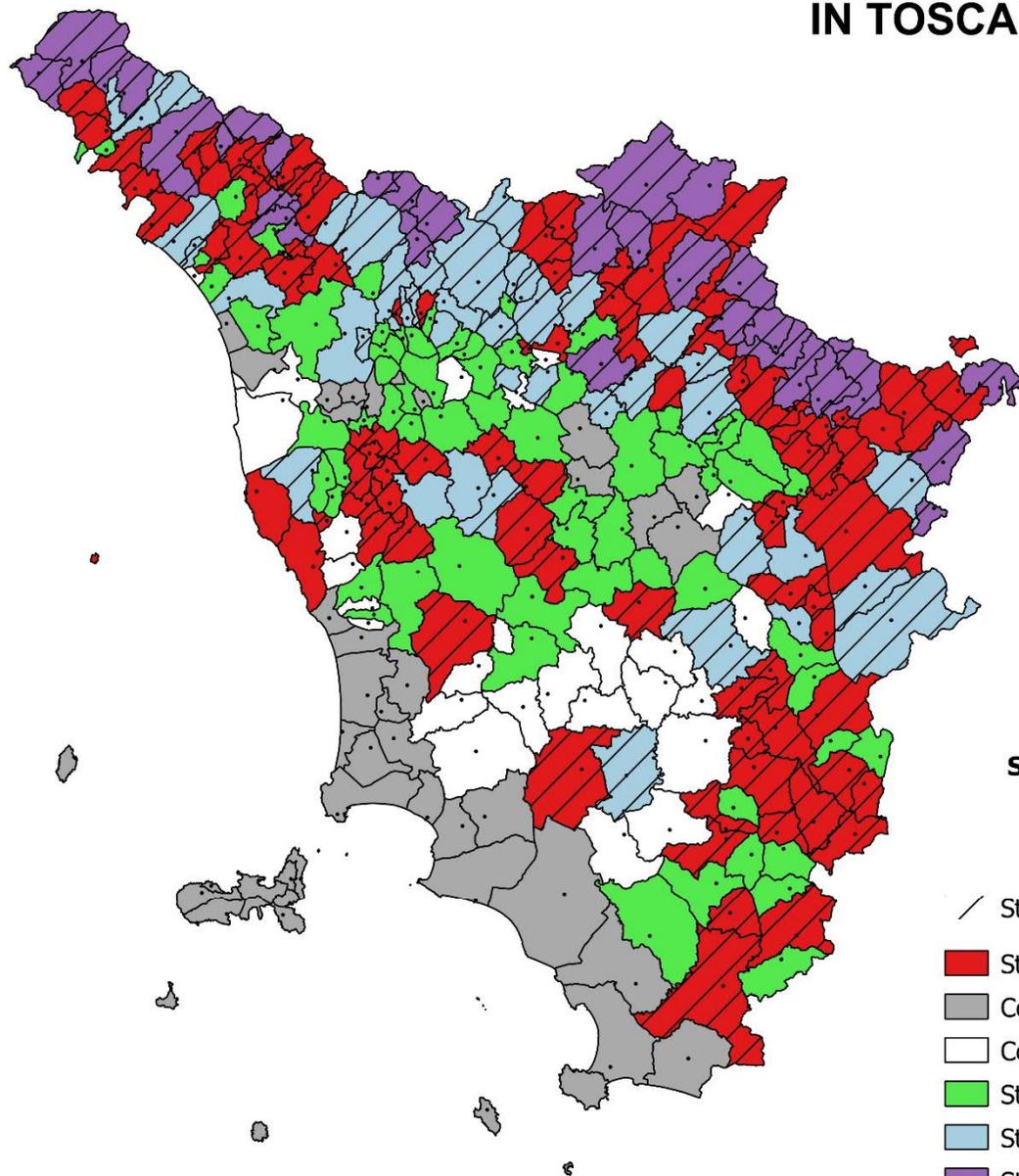
STATO DI ATTUAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN TOSCANA



Regione Toscana

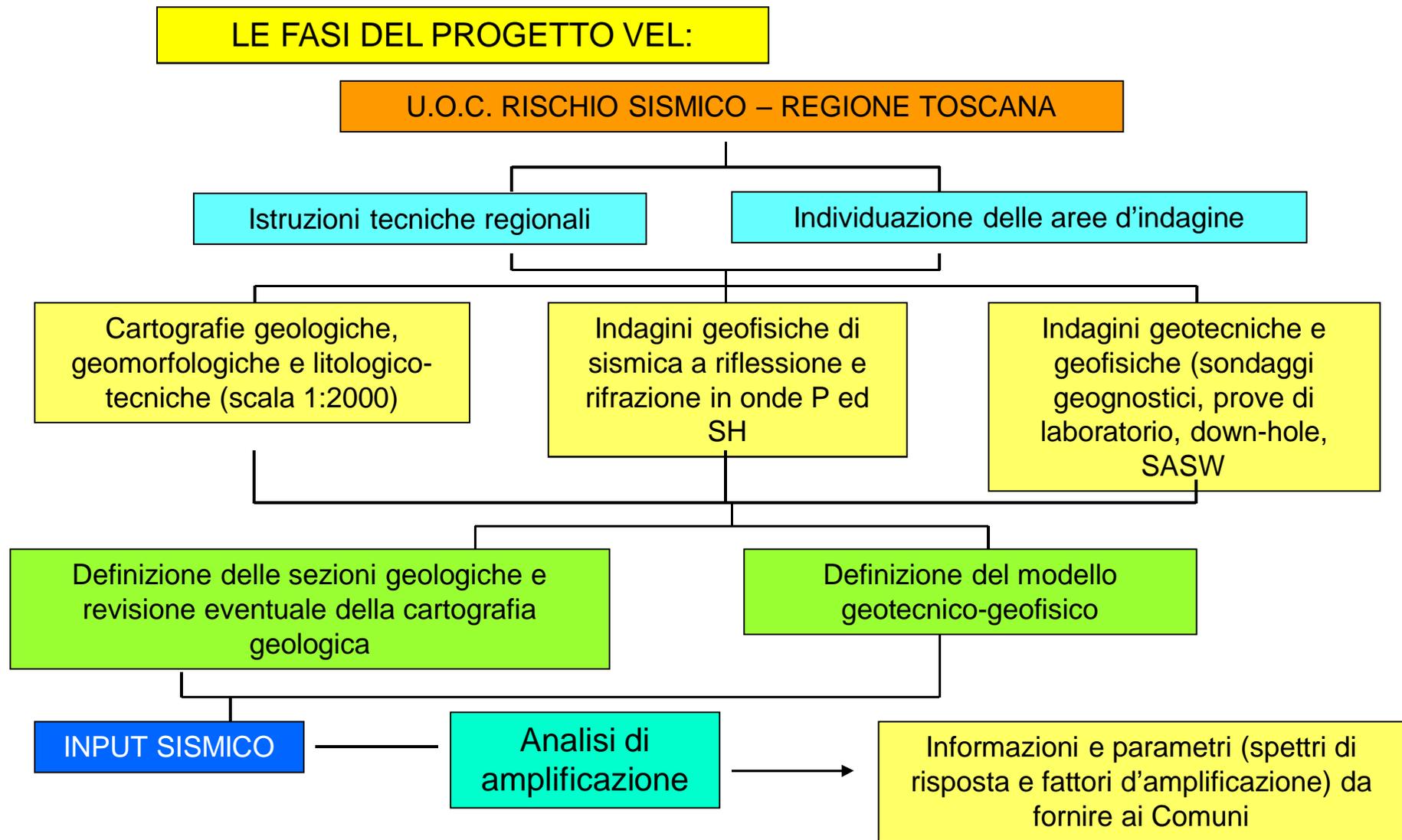


PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Stato di attuazione Studi di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1, 2 e 3 (aggiornamento 08/05/2019)

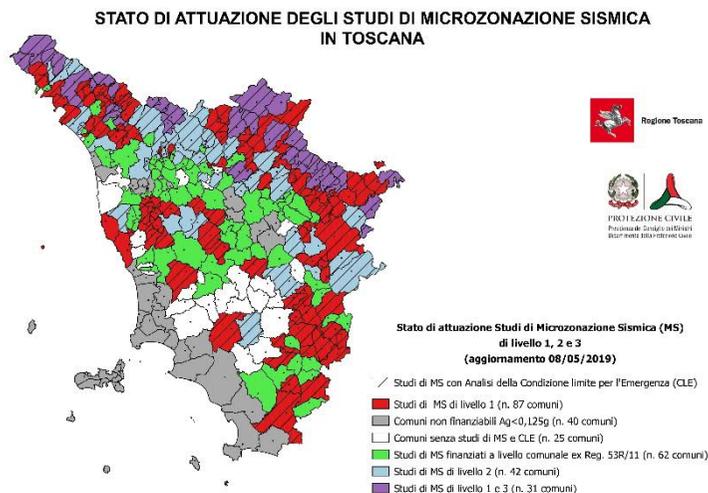
- / — Studi di MS con Analisi della Condizione limite per l'Emergenza (CLE)
- Studi di MS di livello 1 (n. 87 comuni)
- Comuni non finanziabili Ag<0,125g (n. 40 comuni)
- Comuni senza studi di MS e CLE (n. 25 comuni)
- Studi di MS finanziati a livello comunale ex Reg. 53R/11 (n. 62 comuni)
- Studi di MS di livello 2 (n. 42 comuni)
- Studi di MS di livello 1 e 3 (n. 31 comuni)





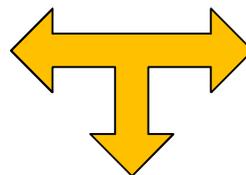
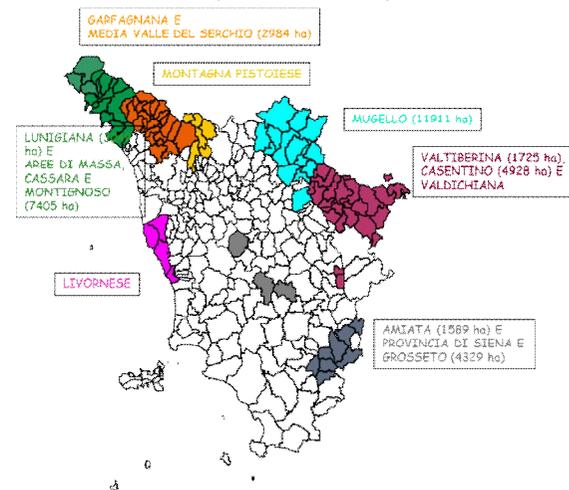
IL QUADRO CONOSCITIVO DEL TERRENO

Studi di Microzonazione Sismica



Per entrambi i programmi è stata fatta la scelta di adottare le medesime metodologie di indagini (stima della V_s con indagini di sismica attiva), secondo le I.T. del Programma VEL e nel rispetto di rigidi protocolli di controllo/collaudo.

Programma regionale VEL (L.R. 56/1997)



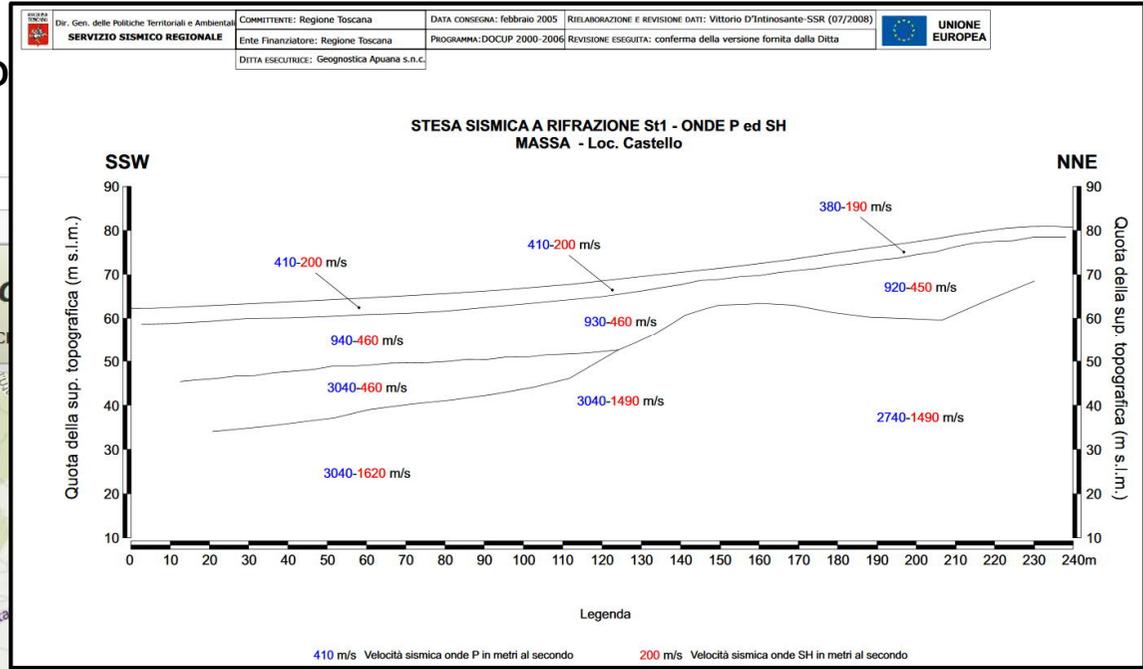
BANCA DATI SUL TERRENO

(omogenea sui centri urbani, di elevata qualità/quantità, accessibile a tutti)

- Circa 1650 linee di sismica a rifrazione con onde P e SH;
- circa 600 sondaggi geotecnici (più di 1400 prove SPT) con relative prove down-hole in foro;
- più di 500 campioni indisturbati prelevati su cui sono state eseguite circa 500 prove statiche e 299 prove dinamiche;
- 15 comuni indagati mediante campagne di misura di eventi sismici;
- 222 comuni con le frequenze naturali di sito (alcune migliaia di misure HVSR);
- ulteriori prove geofisiche (MASW e/o ESAC)



SVILUPPO



150.217.73.23/BancaDatiVEL/

mailbox:///C:/Users/Vi...

Regione Toscana - Settore Sismica

Università di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra

BANCA DATI

INDAGINI GEOLOGICHE

RICERCA

GEOGRAFICA

PROVINCIA
scegli provincia...

AREA GEOGRAFICA
scegli area...

COMUNE
scegli comune...

LOCALITA'
scegli località...

SCELTA CAMPIONI
Banca dati curve dinamiche di laboratorio

Selezione singola su Mappa
In base ai seguenti criteri

LITOLOGIA
USGS Pura
USGS Modif. scegli litologia...

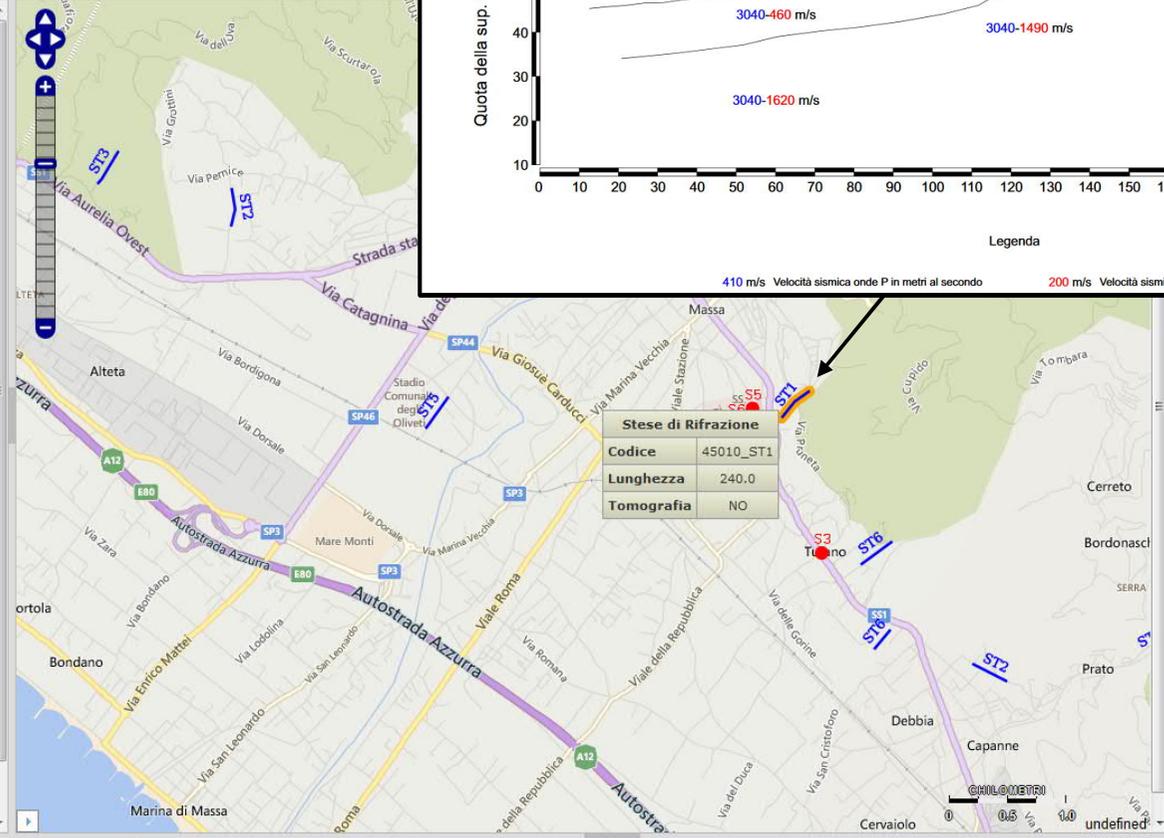
FORMAZIONE
scegli formazione...

AREA GEOGRAFICA
scegli area...

COMUNE
scegli comune...

LEGENDA

- Sondaggi
- Sismica di Rifrazione
- Sismica di Rifrazione



INDICAZIONI STESA DI RIFRAZIONE

Codice	45010_ST1
Comune	Massa
Località	Castello
Data	19-12-2004
Lunghezza	240
Ditta	Geognostica Apuana
Programma	DOCUP
Distanza Intergeofonica	10

DOCUMENTI

- SISMOSTRATIGRAFIA
- SEZIONE SISMICA RIVISTA



Microzonazione Sismica di I Livello

Definisce in maniera **qualitativa** e sulla base prevalentemente di **indagini pregresse** e nuove **indagini geofisiche di superficie** l'assetto geologico-tecnico dell'area nella **prospettiva futura** di realizzarvi una **carta di microzonazione sismica**.

Valutazione basata sulle caratteristiche geologiche s.l. del sito

~~Microzonazione
Sismica di II
Livello~~

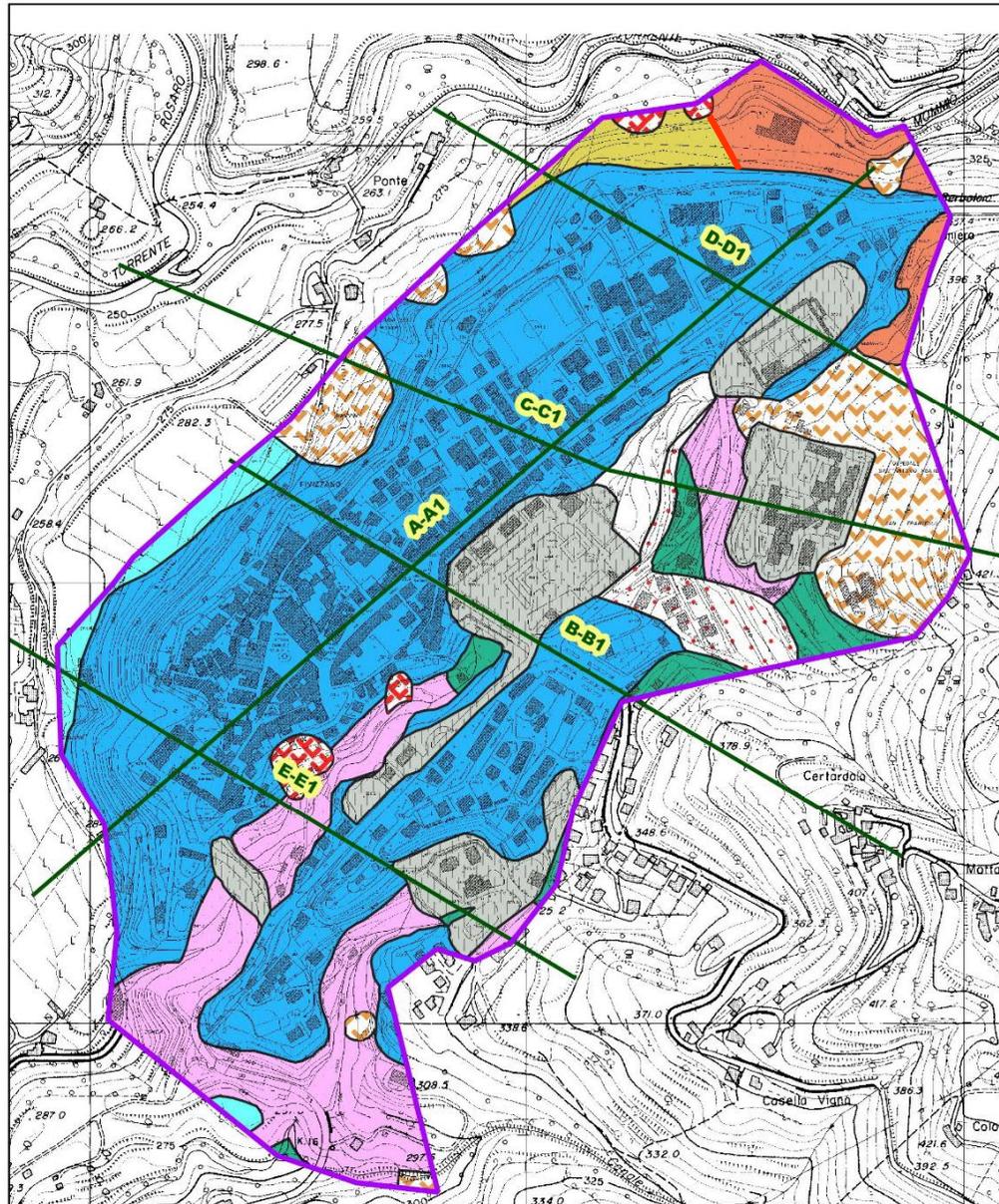
~~Contesto geologico "semplice"~~

Microzonazione
Sismica di III
Livello

Contesto geologico "difficile"



MODELLO GEOLOGICO - TECNICO



Legenda

- area di studio
- sezioni geologico-tecniche

formazioni geologiche

- a1a
- a1q
- Hr
- a
- b
- bn
- bna
- OTO
- ACC
- CGV
- MAC
- contatto tettonico presunto

DAL MODELLO DI SOTTOSUOLO ALLA MS1

CARTA GEOLOGICO-TECNICA

Legenda

Terreni di copertura

- RI Terreni contenenti resti di attività antropica
- GM Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
- GP Ghiaie pulite con grandimetria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
- GW Ghiaie pulite con grandimetria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
- SM Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
- SW Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose

Ambienti generico deposizionali:
 M: falda detritica
 Tf: terrazzo fluviale
 es: argine
 zz: altro

Substrato geologico

- ALS alternanza di litotipi, stratificato
- LPS Lapideo, stratificato
- SF Molto fratturato/alterato
- SFALS alternanza di litotipi stratificato fratturato o alterato

Instabilità di versante

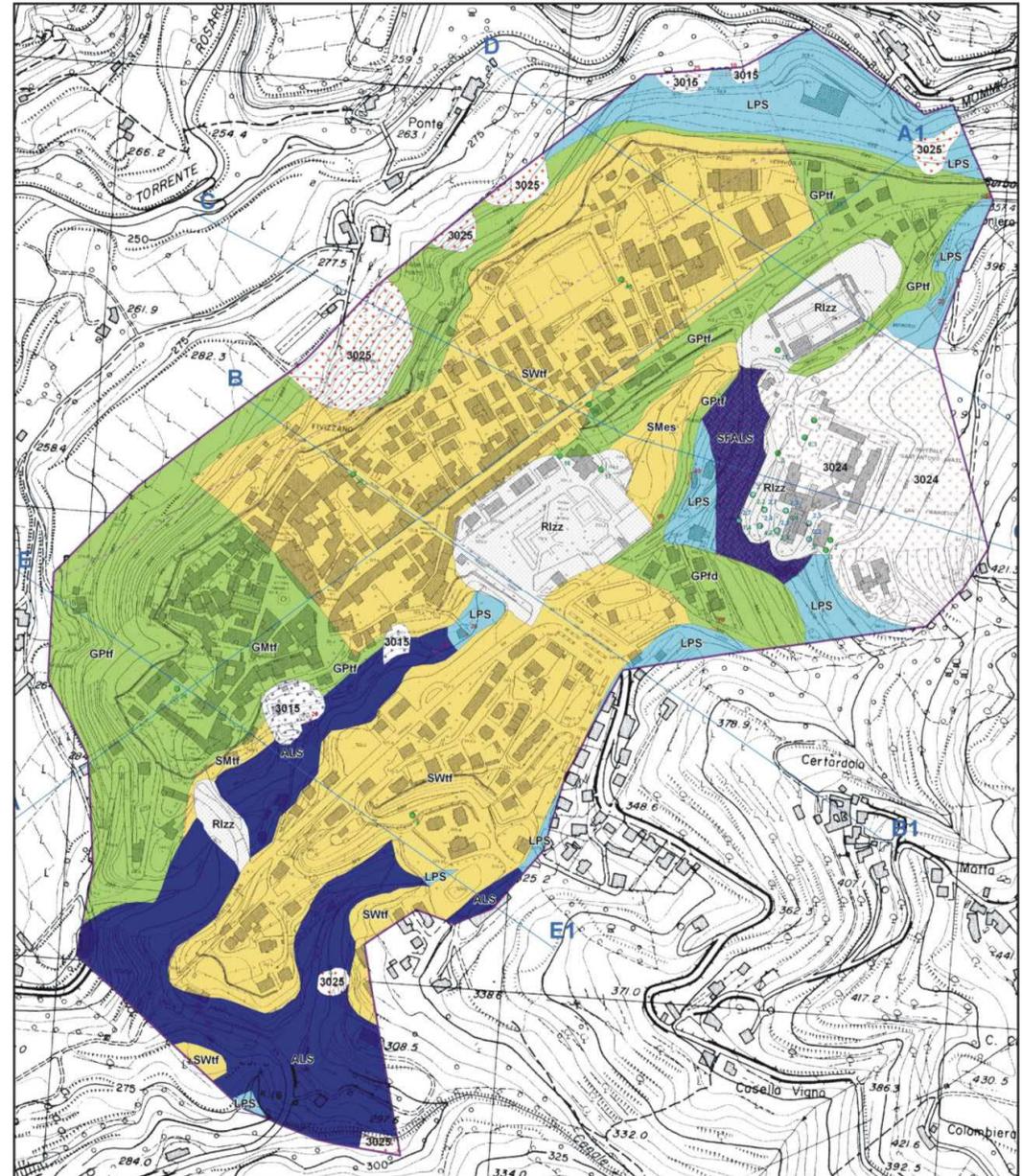
- 3015 Non definita - attiva
- 3024 Complessa - quiescente
- 3025 Non definita - quiescente

Elementi geologici e idrogeologici

- Giacitura strati
- Profondità del substrato geologico raggiunto dal sondaggio (m)
- Profondità della falda (m)

Elementi tettonico strutturali

- Orlo di terrazzo fluviale (10-20m)
- Orlo di terrazzo fluviale (>20m)
- Faglia diretta potenzialmente attiva certa
- Faglia diretta potenzialmente attiva presunta
- Traccia delle sezioni geologiche





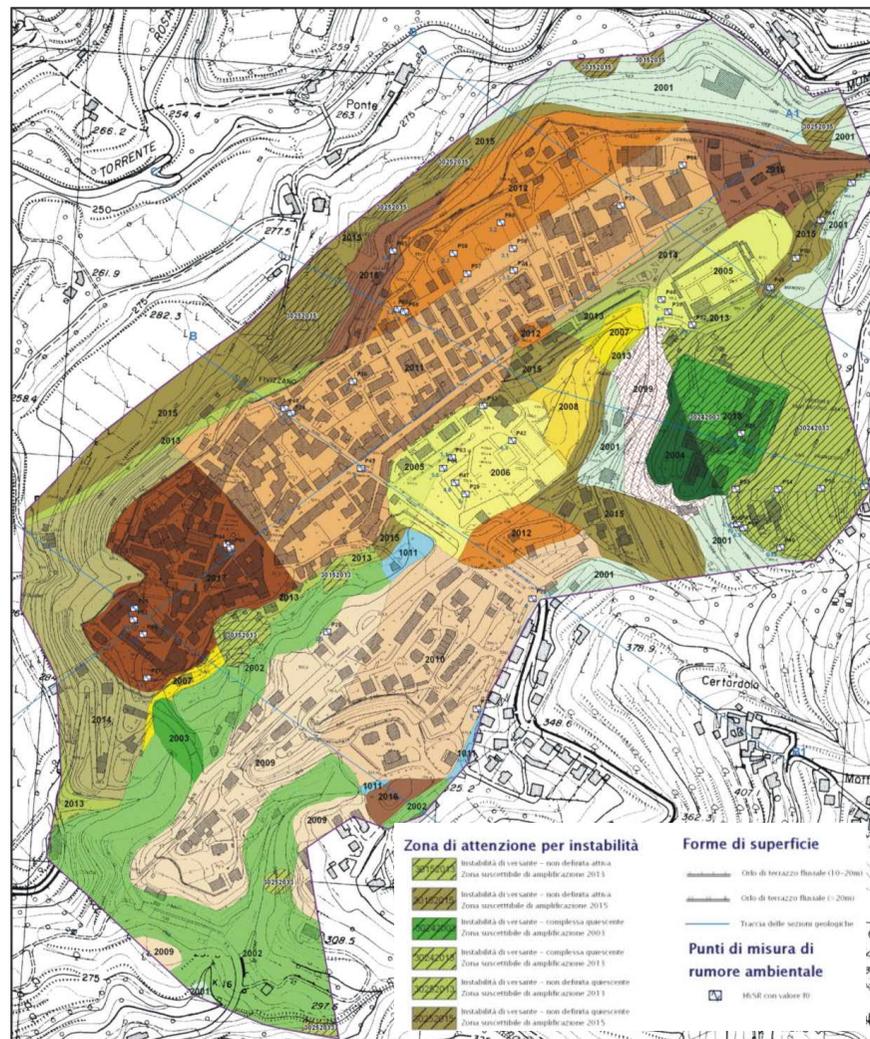
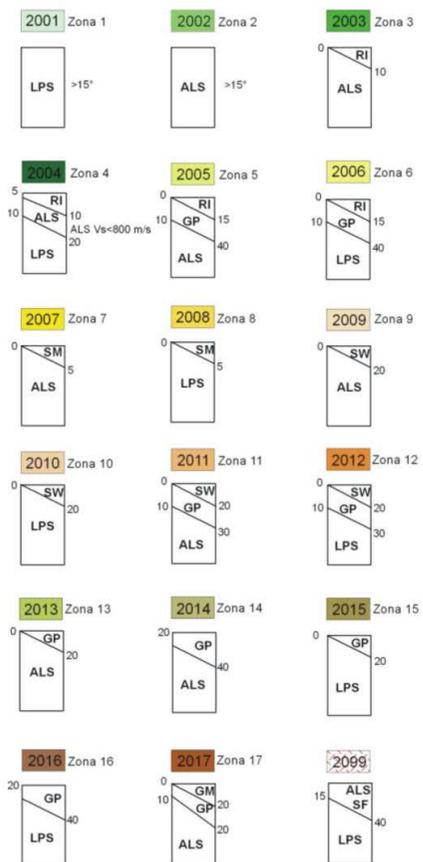
MS1

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Zone stabili

1011

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali





FAGLIE ATTIVE E CAPACI

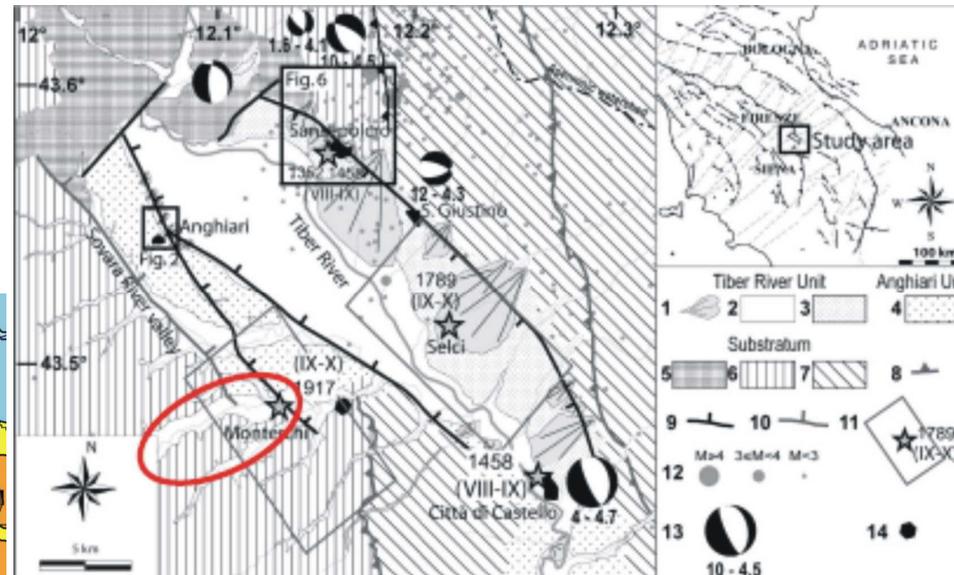
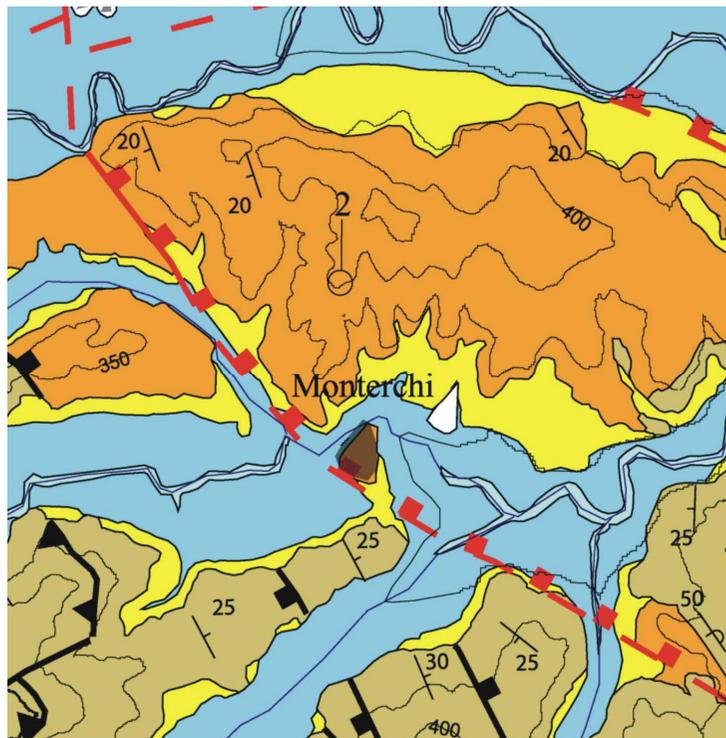
Indagini di tipo 1 e 2

(Remote sensing, rilievo di campagna, ..)

Studio della Faglia di Mercatale



Terremoto di
Monterchi (1917)
Mw 5.73-5.89, I_{max} 9-10



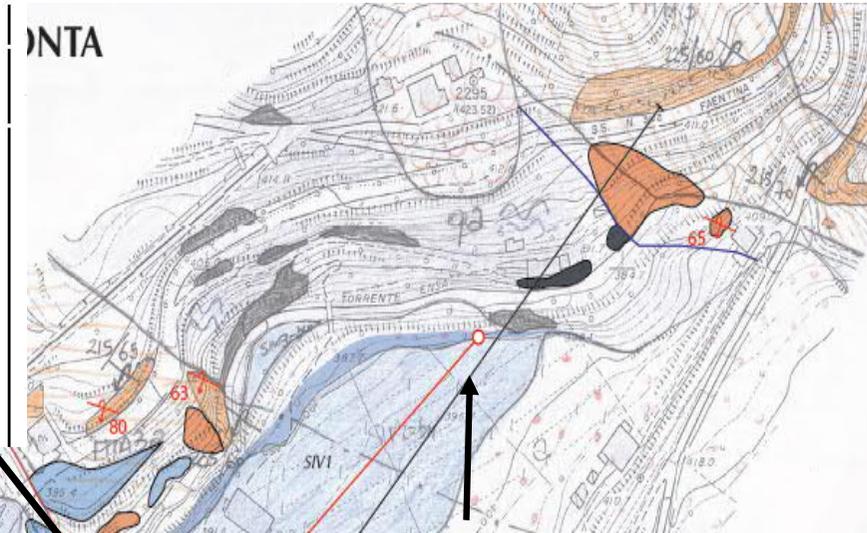
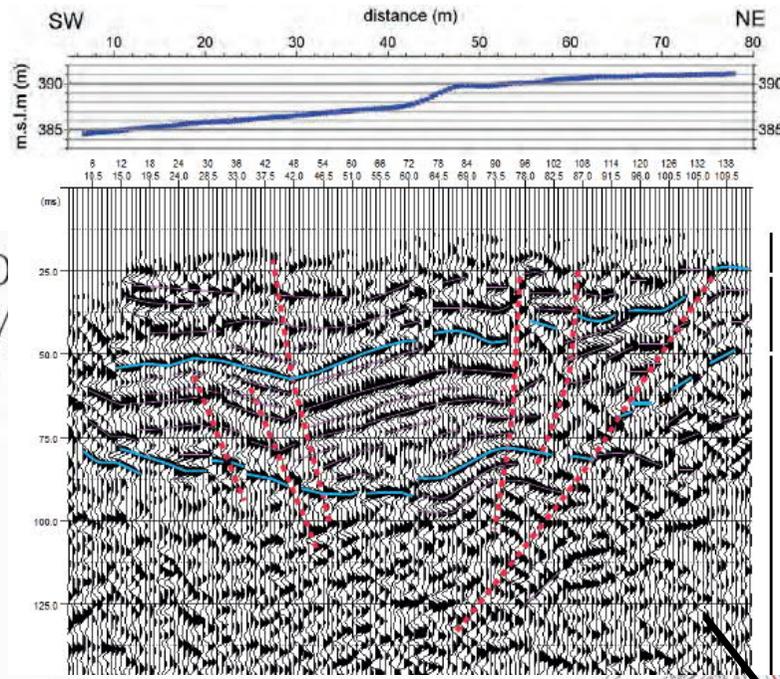
Valensise G. & Pantosti D. (Eds) (2001): Database of potential sources for earthquakes larger than M 5,5 in Italy. Ann. Geofis., Suppl. Vol., 47.

La faglia di **Mercatale**, fa parte del sistema di strutture normali del sistema di Anghiari, sismogenetiche, che hanno controllato l'innalzamento dei rilievi di Anghiari-Citerna e che hanno prodotto il terremoto del 1917.



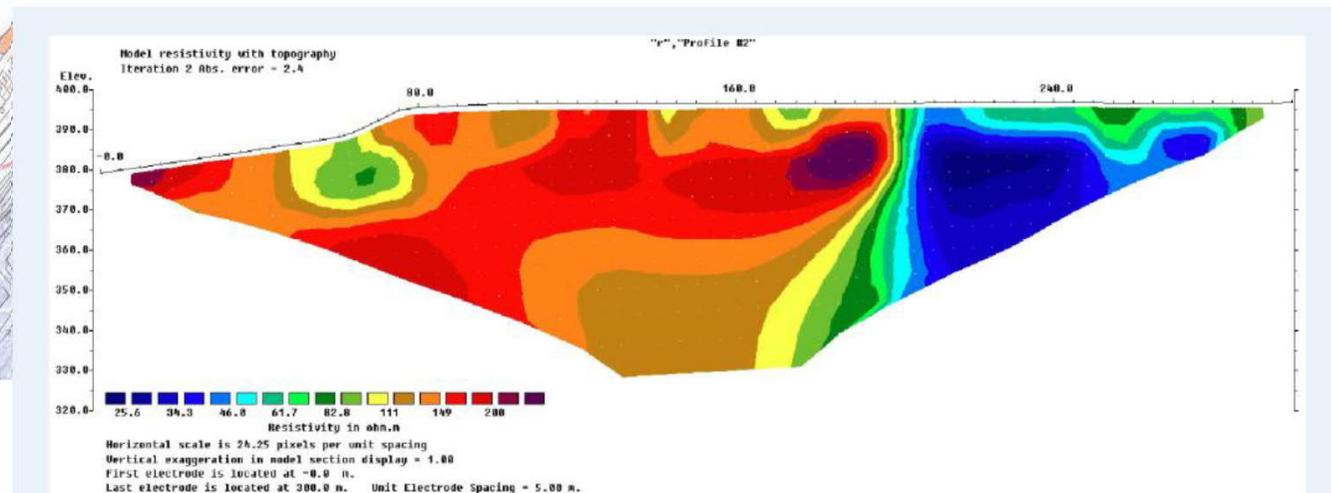
Indagini di tipo 3 (indagini geognostiche e geofisiche)

TAVO
(CON
SCALA



2

2'





LIQUEFAZIONE DINAMICA DEI TERRENI

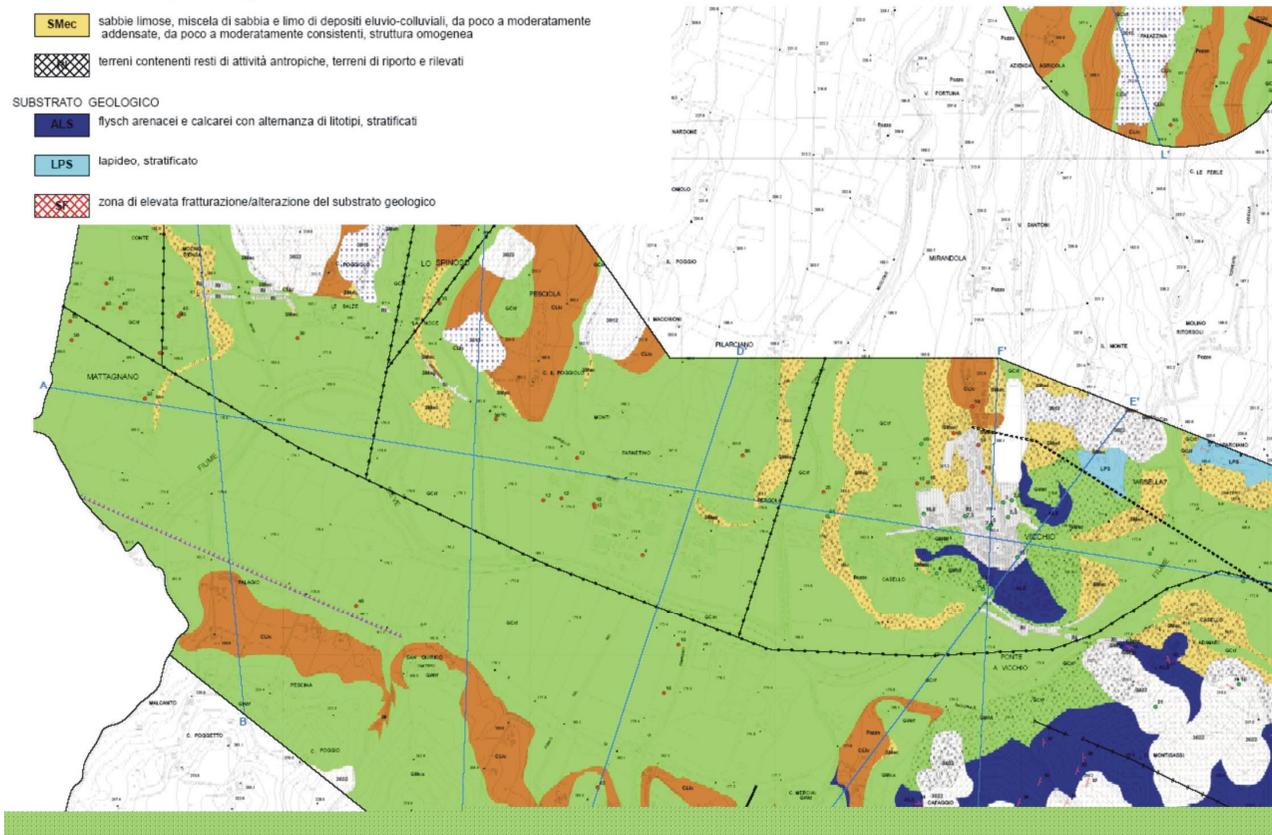
COMUNE DI VICCHIO (FI)

TERRENI DI COPERTURA

- GCin ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla di depositi di piana intermontana, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, stratificate
- Gctf ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla di depositi alluvionali terrazzati, da moderatamente addensate ad addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, stratificate
- GMca ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di conoide alluvionale, da moderatamente addensate ad addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, struttura omogenea
- GMfd ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di detrito di versante, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- GWtf ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia di depositi alluvionali terrazzati, da moderatamente addensate ad addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, struttura omogenea
- CLic argille di media-bassa plasticità, argille giallose o sabbiose di origine lacustre, da moderatamente consistenti a consistenti, struttura omogenea
- SPca sabbie pulite con granulometria poco assortita di conoide alluvionale, da moderatamente addensate ad addensate, struttura omogenea
- SMec sabbie limose, miscela di sabbia e limo di depositi eluvio-colluviali, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- XXXX terreni contenenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati

SUBSTRATO GEOLOGICO

- ALS flysch arenacei e calcarei con alternanza di litotipi, stratificati
- LPS lapideo, stratificato
- XXXX zona di elevata fratturazione/alterazione del substrato geologico

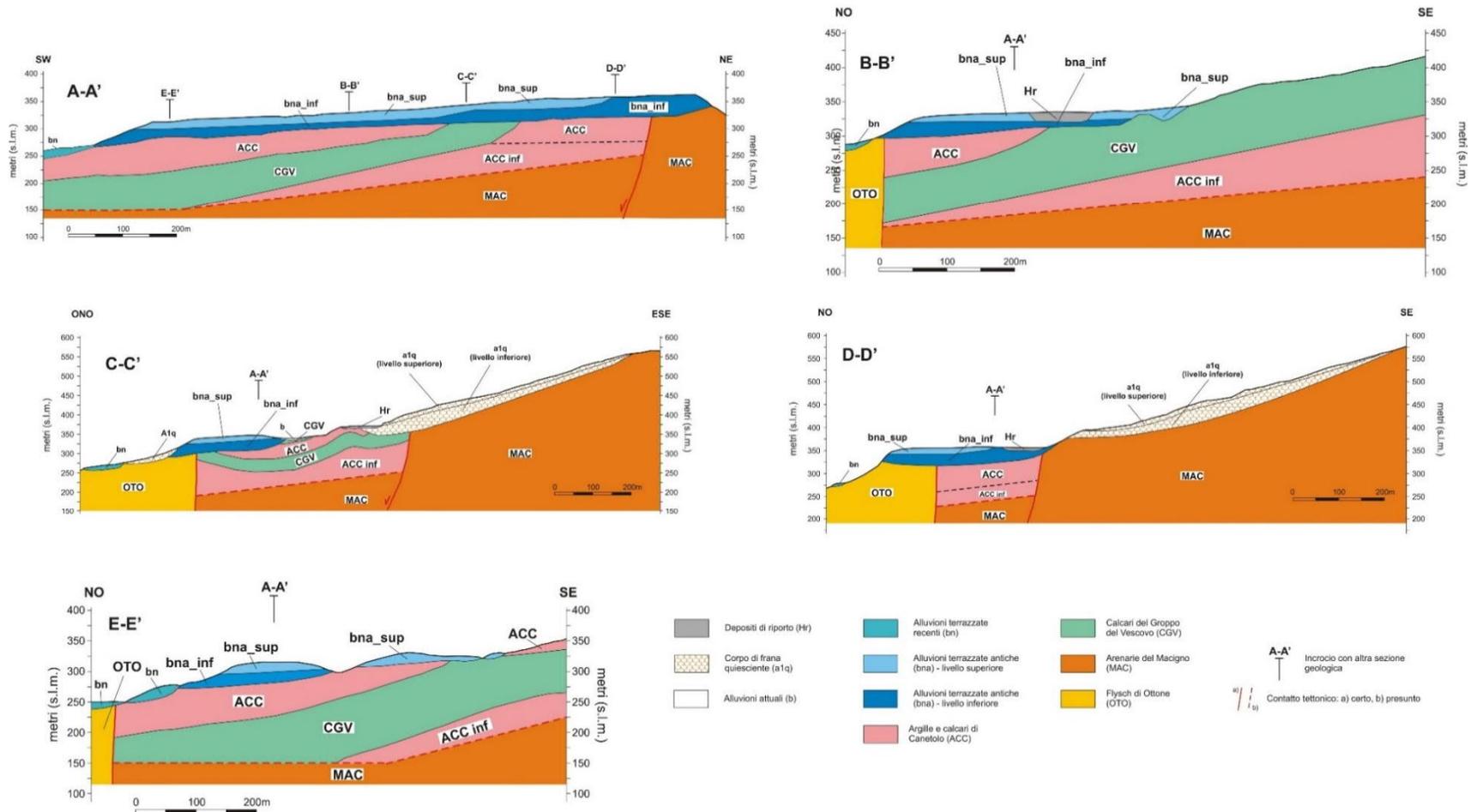




MODELLO GEOLOGICO - TECNICO

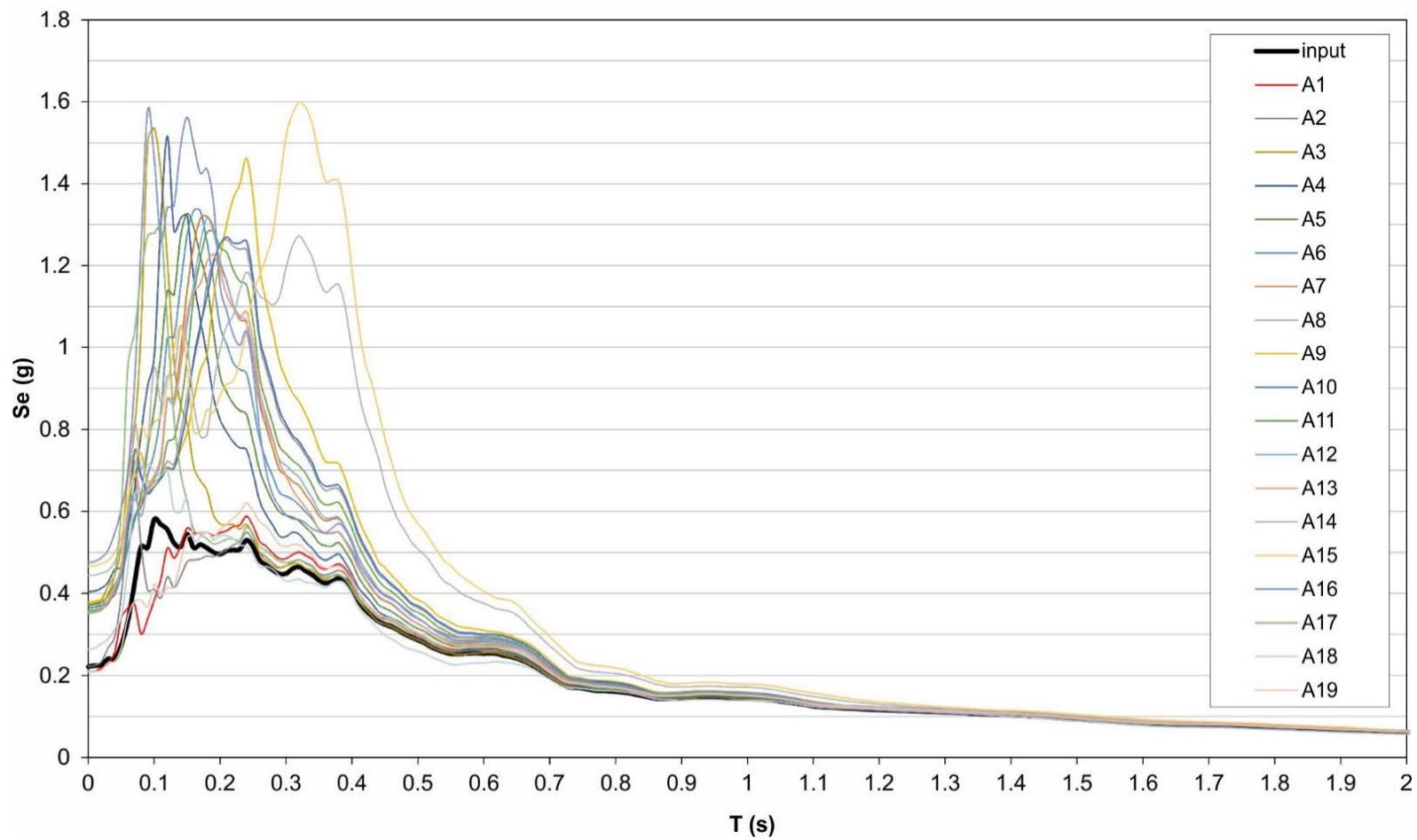
FIVIZZANO (MS)

SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE



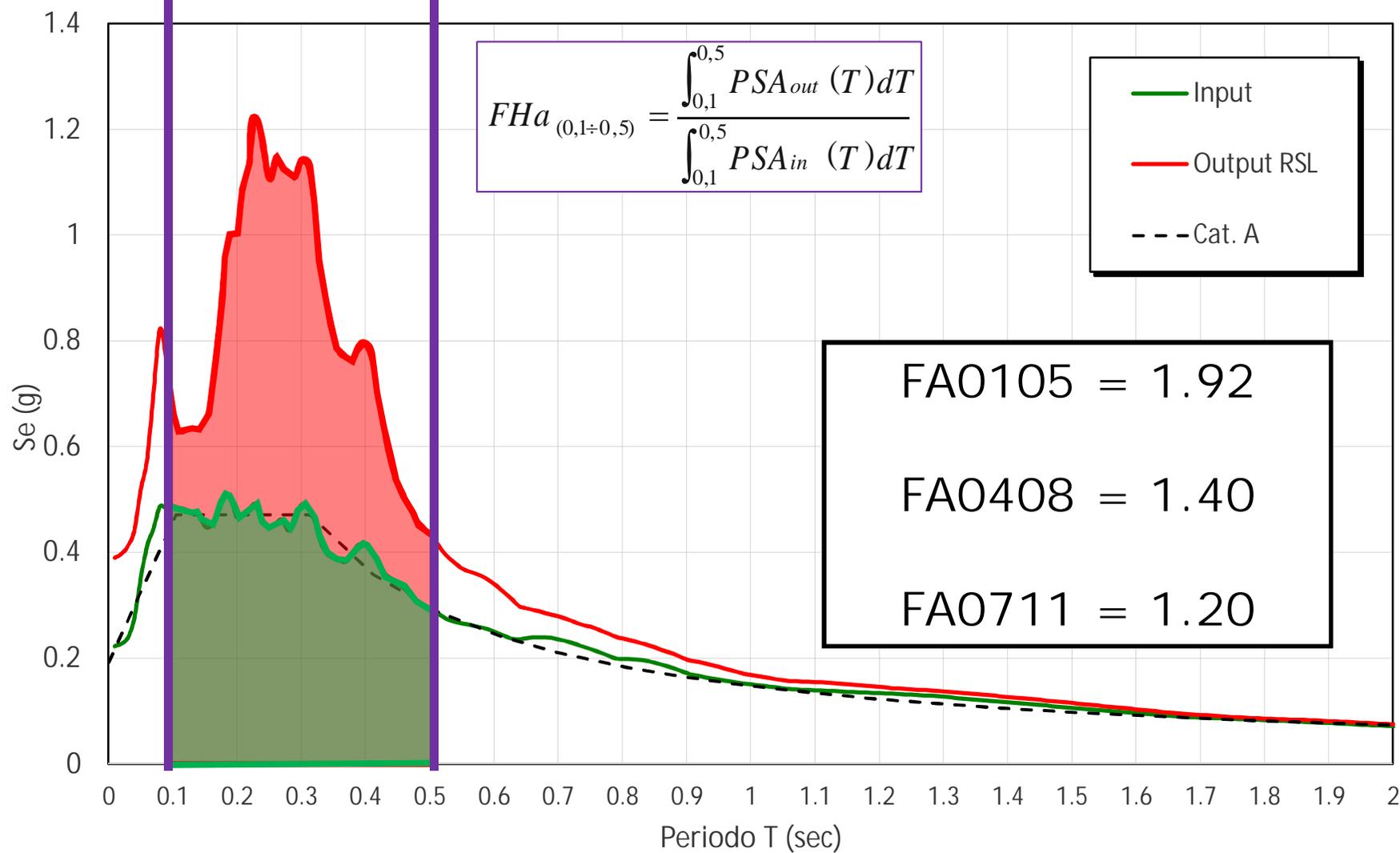


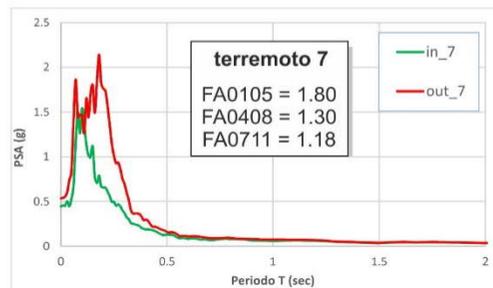
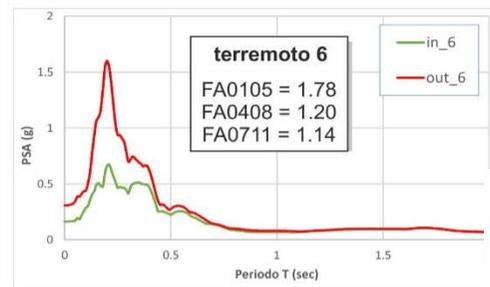
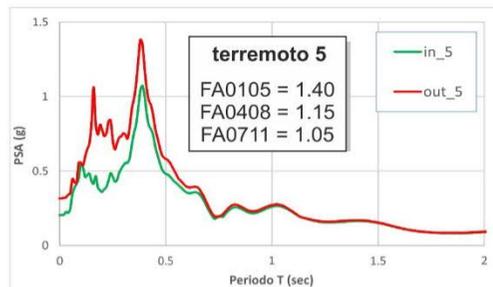
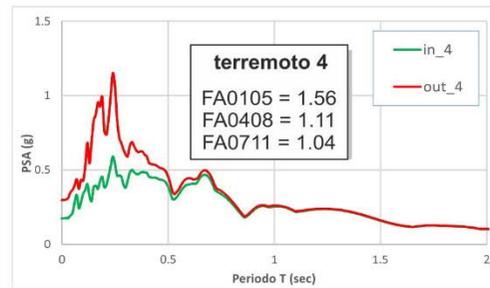
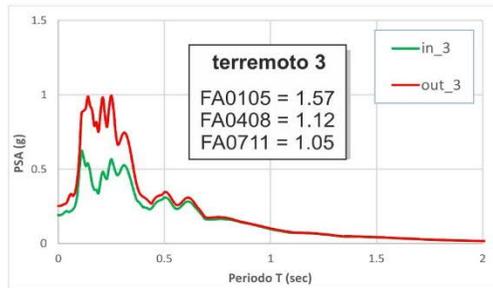
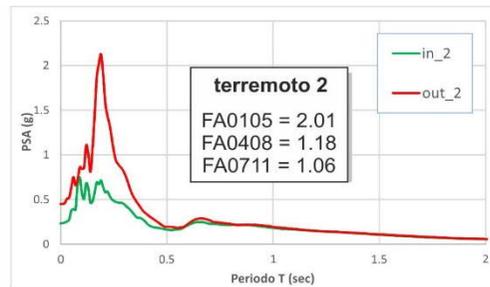
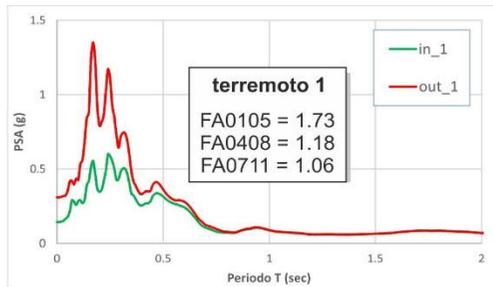
analisi di RSL - spettri medi di risposta elastici (damping=5%) da analisi bidimensionali



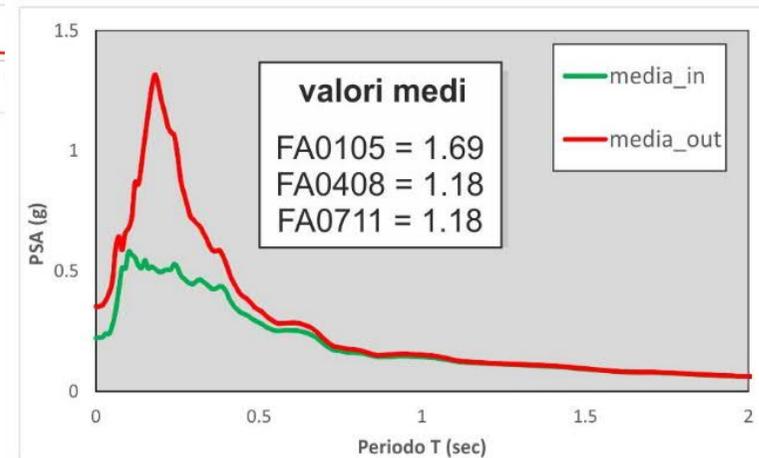


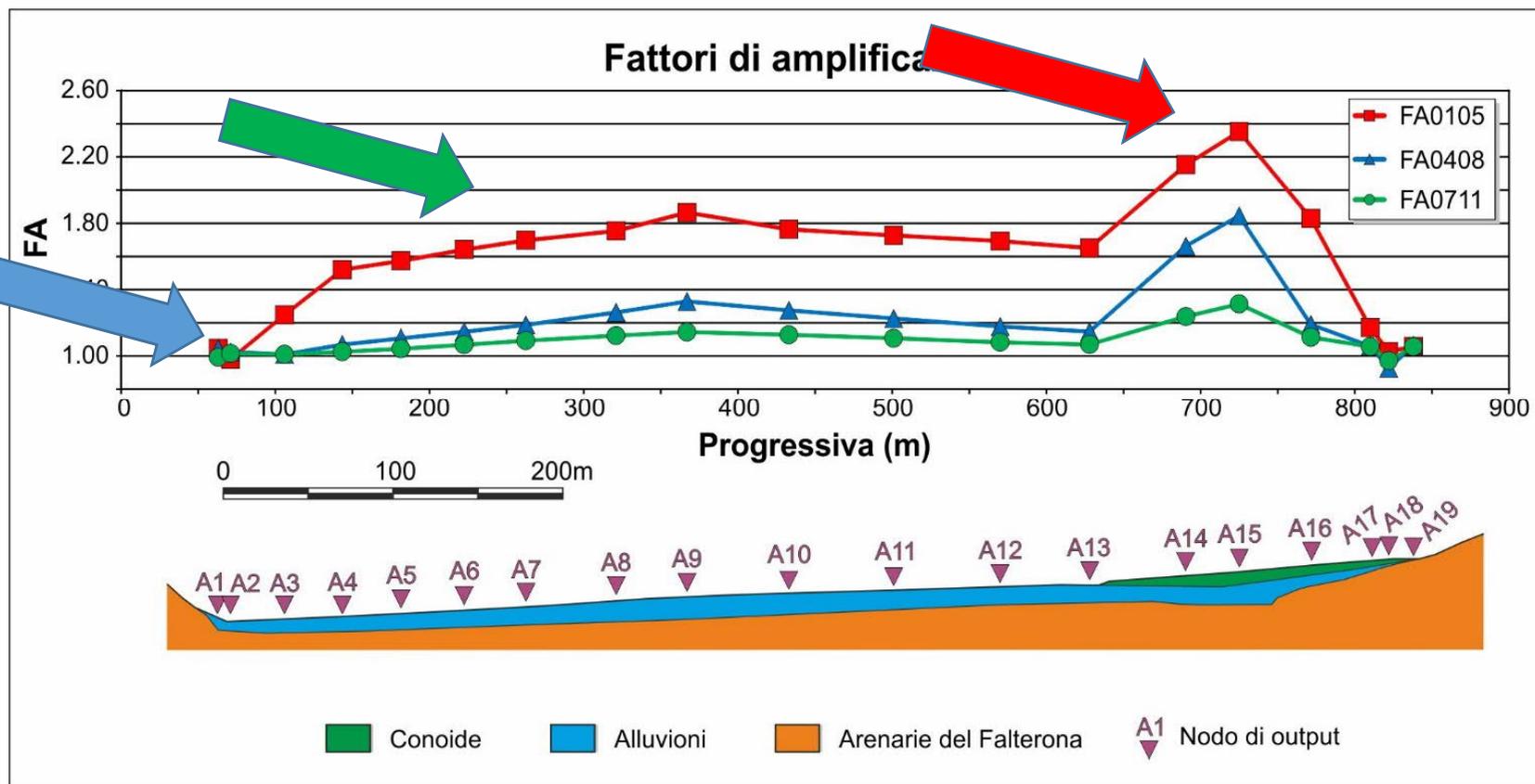
CALCOLIAMO I FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DAGLI SPETTRI DI RSL

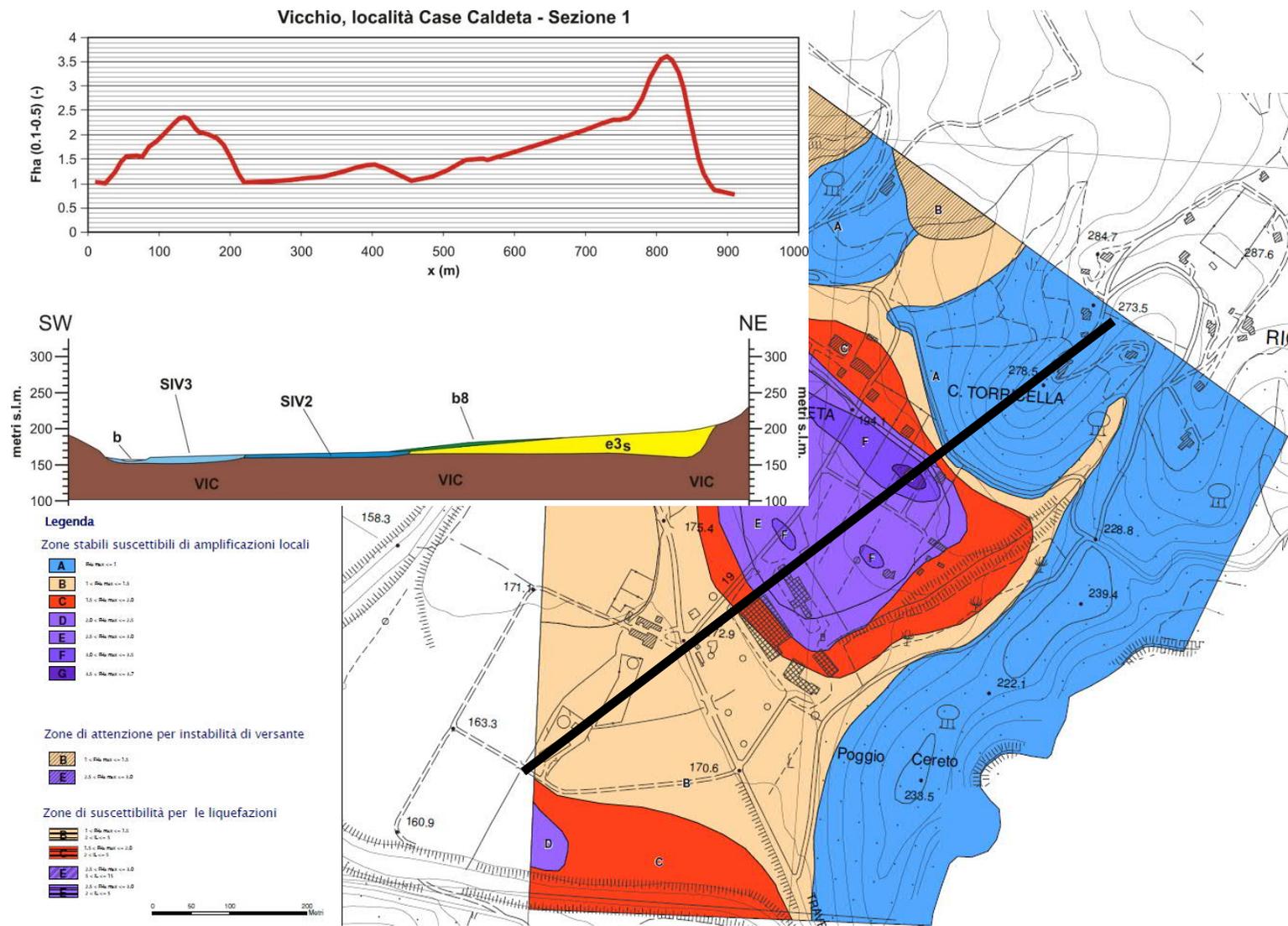




**MEDIA
FATTORI**





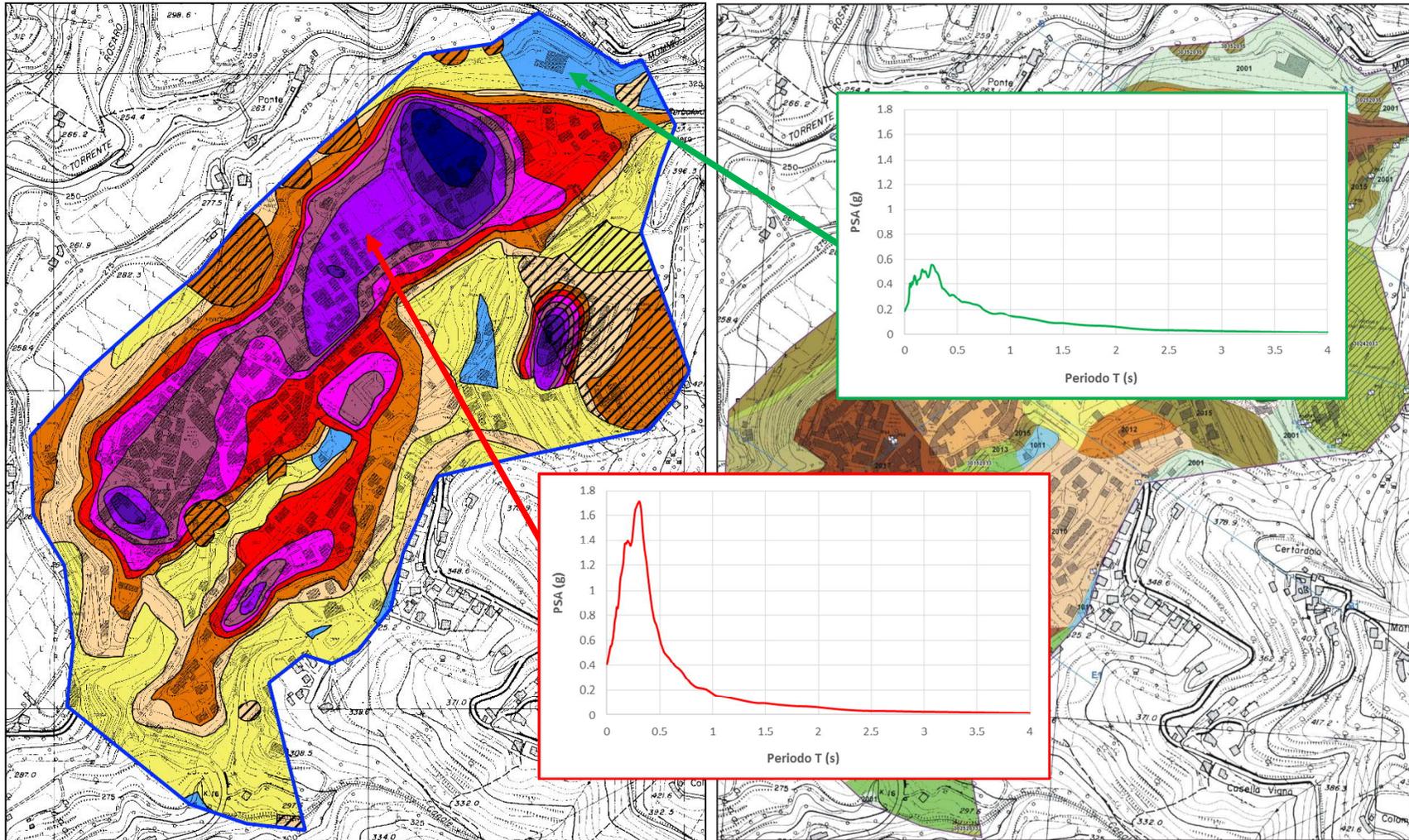


CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3- VICCHIO (FI)



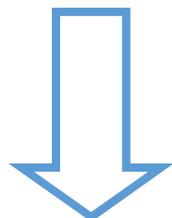
MS3

MS1





ASPETTI NORMATIVI PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E LA PROGETTAZIONE EDILIZIA



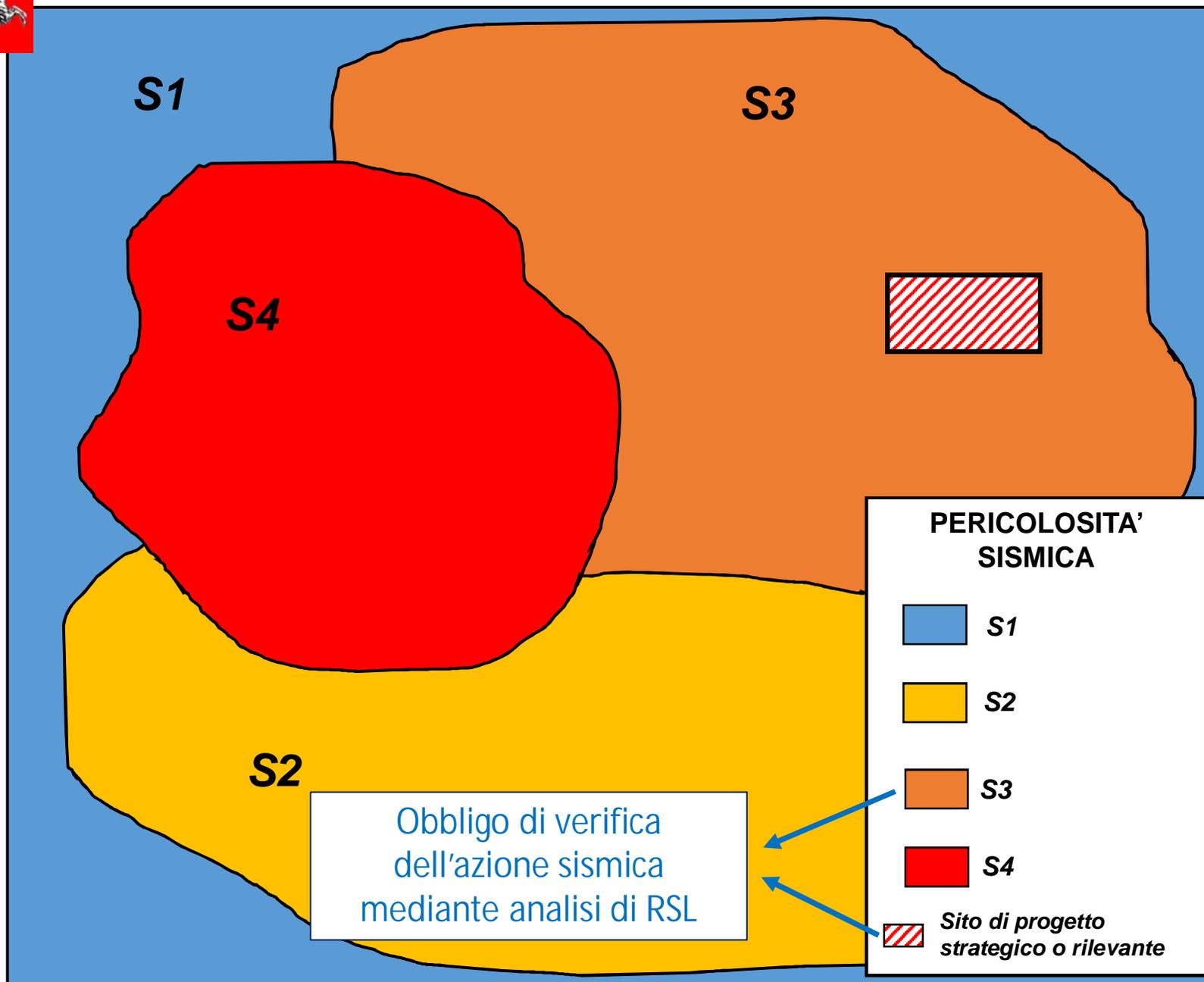
Elementi normativi, Linee guida per la progettazione
e regolamenti per la pianificazione e progettazione



Modifiche alla L.R. n° 65/2014 “Norme per il governo del territorio” – **AGGIORNATA**

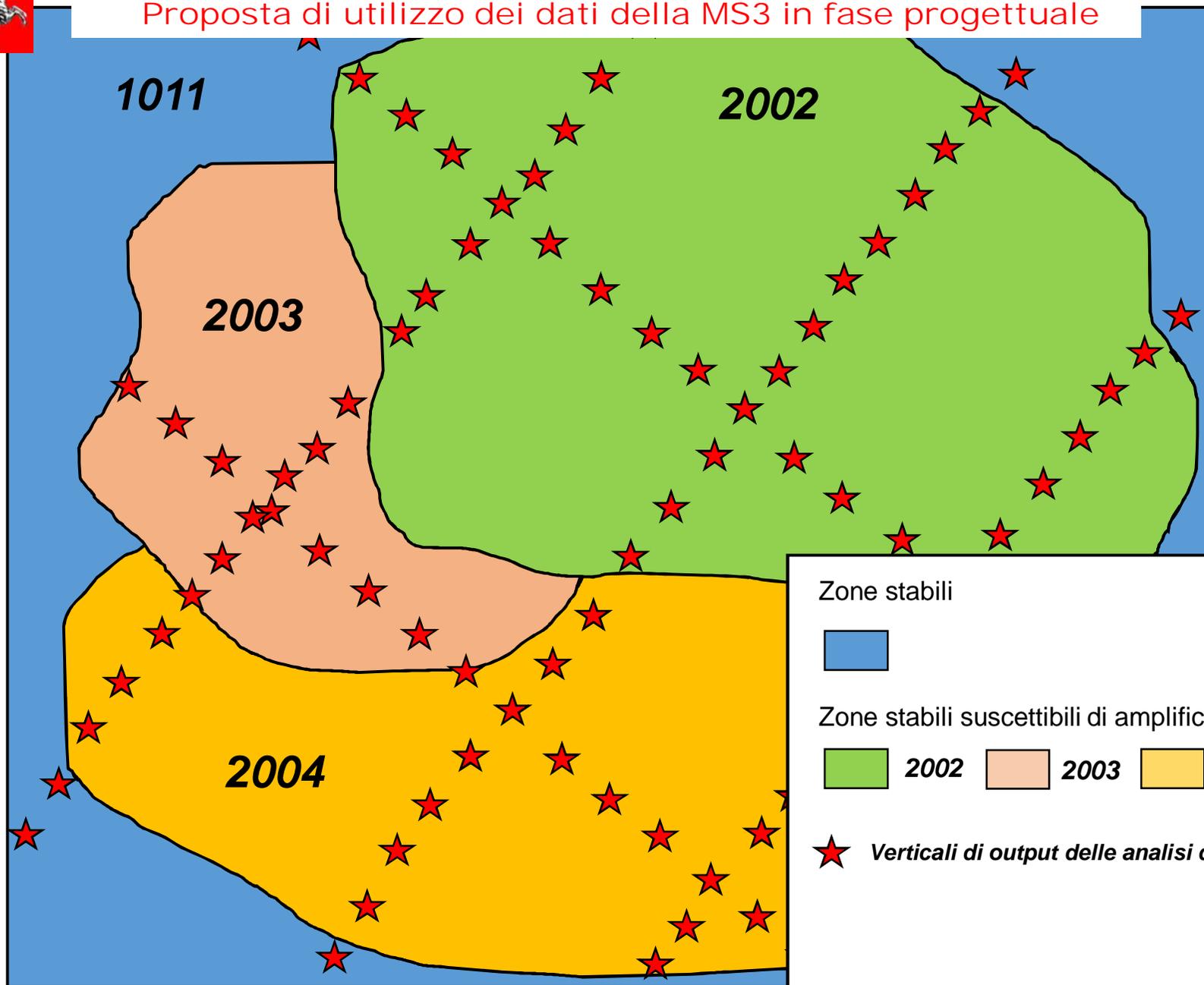
Predisposizione del Regolamento di attuazione dell’ art. 104 della L.R. 65/2014 – **ULTIMATA**
**BOZZA DI AGGIORNAMENTO DEL REGOLAMENTO 53R IN MATERIA DI INDAGINI
GEOLOGICHE PER IL CONTROLLO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI**

Predisposizione del Regolamento di attuazione dell’ art. 181 della L.R. 65/2014 – **DA**
FINALIZZARE BOZZA DI PROPOSTA per l’aggiornamento del Reg. 36R/2009





Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale



Zone stabili



Zone stabili suscettibili di amplificazione



2002



2003



2004

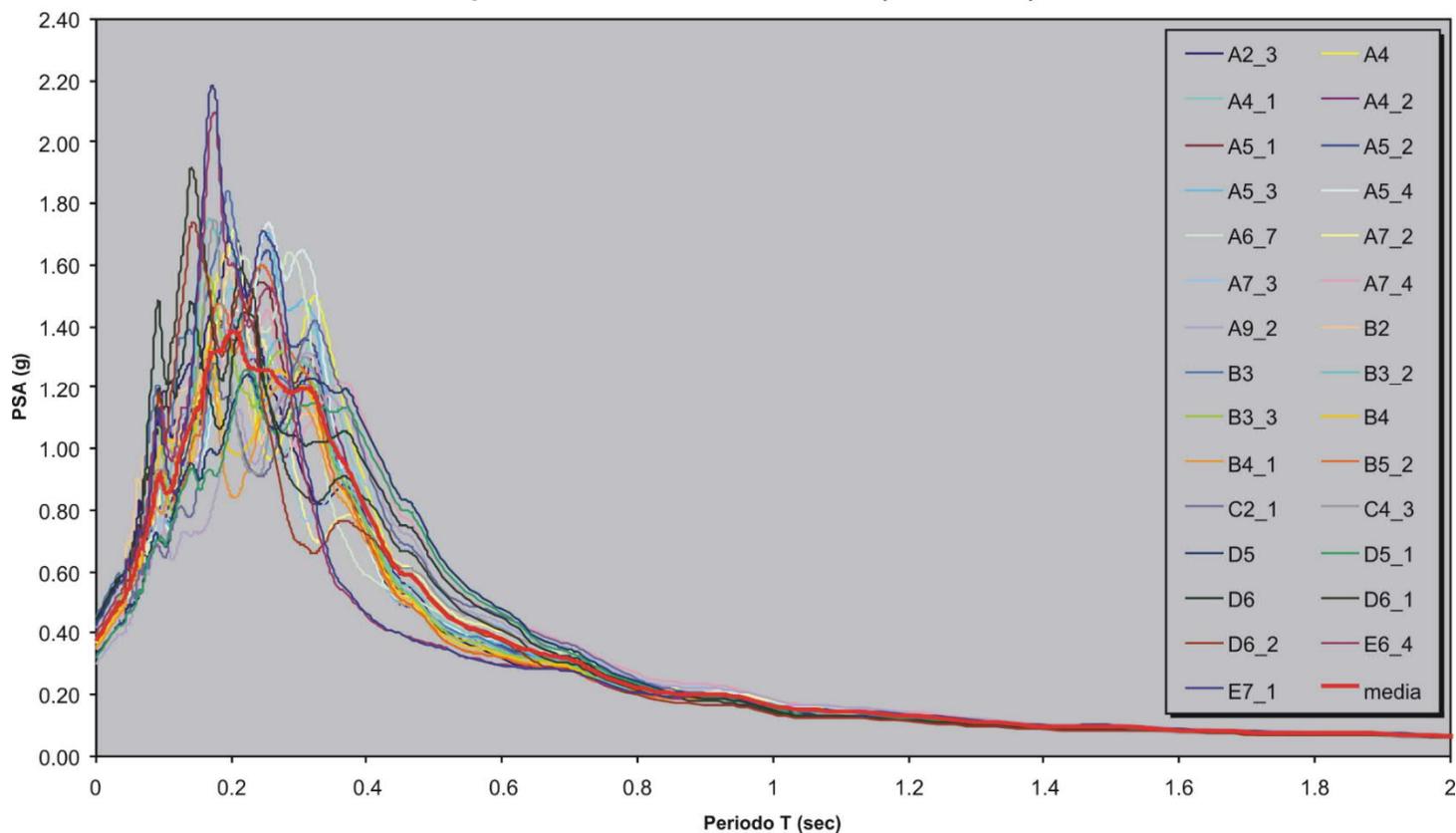


Verticali di output delle analisi di RSL



Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

FIVIZZANO (MS) - Microzonazione sismica di terzo livello spettro medio - microzona F - SLU (Tr=475 anni)



D'Intinosante et al., 2015



Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

Si calcola lo spettro di pseudoaccelerazione (SA) e si determina il periodo proprio (TA) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudoaccelerazione

$$SA_m = \frac{1}{TA} \int_{0.5*TA}^{1.5*TA} SA(T) dT$$

	amax	0.395	g
	TA	0.177	s
	0.5TA	0.089	s
	1.5TA	0.266	s
	SA	1.222	g
	TV	0.309	s
	0.8TV	0.247	s
	1.2TV	0.371	s
	SV	0.066	g*s
	Tc	0.341	s
	Tb	0.114	s
	Td	3.181	s
	F0	3.091	
	ag	0.200	
	S	1.977	

originale RSL				regolarizzato			
T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)	T (s)	Sa (g)	V (g*s)	SDe (m)
0.000	0.395	0.000	0.000	0.000	0.395	0.000	0.0
0.033	0.527	0.003	0.000	0.033	0.638	0.003	0.0
0.035	0.529	0.003	0.000	0.035	0.649	0.004	0.0
0.037	0.527	0.003	0.000	0.037	0.662	0.004	0.0
0.038	0.528	0.003	0.000	0.038	0.674	0.004	0.0
0.040	0.533	0.003	0.000	0.040	0.687	0.004	0.0
0.042	0.540	0.004	0.000	0.042	0.701	0.005	0.0
0.044	0.550	0.004	0.000	0.044	0.716	0.005	0.0
0.046	0.567	0.004	0.000	0.046	0.731	0.005	0.0
0.048	0.571	0.004	0.000	0.048	0.747	0.006	0.0
0.051	0.588	0.005	0.000	0.051	0.764	0.006	0.000

Si calcola il valore medio dello spettro (SA_m) nell'intorno di TA tra 0.5T e 1.5T, questo valore sarà assunto come valore costante del tratto ad accelerazione costante dello spettro standard

$$SV(T) = SA(T) * \frac{T}{2\pi}$$

$$SV_m = \frac{1}{0.4*TV} \int_{0.8*TV}^{1.2*TV} SV(T) dT$$

Si determina lo spettro di pseudovelocità (SV) a partire da quello di accelerazione e quindi il periodo proprio (TV) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudovelocità e si calcola il valore medio dello spettro (SV_m) nell'intorno di TV nell'intorno tra 0.8T e 1.2T:



2.5.3.3.2 Determinazione dei fattori FA e FV con input definito da spettro a probabilità uniforme

ICMS 2008

- a. Si determina il periodo di massimo valore dello spettro di input (TA_i) e di quello di output (TA_o);
- b. Si calcolano i valori medi degli spettri di input ($SA_{m,i}$) e di output ($SA_{m,o}$) nell'intorno di TA_i e TA_o .

$$SA_m = \frac{1}{TA} \int_{0.5 \cdot TA}^{1.5 \cdot TA} SA(T) dT$$

dove:

SA_m è il valore medio dello spettro e può essere $SA_{m,i}$ o $SA_{m,o}$

$SA(T)$ è lo spettro di risposta elastico in accelerazione pari a SA_i per l'input, SA_o per l'output

TA vale TA_i per l'input TA_o per l'output

- c. Si determinano i periodi (TV_i) e (TV_o) di massimo valore degli spettri di pseudovelocità così definiti:

$$SV(T) = SA(T) * \frac{T}{2\pi}$$

dove:

$SV(T)$ corrisponde rispettivamente a $SV_i(T)$ per l'input e $SV_o(T)$ per l'output

- d. Si calcolano i valori medi degli spettri ($SV_{m,i}$) e ($SV_{m,o}$) nell'intorno di TV_i e TV_o :

$$SV_m = \frac{1}{0.4 * TV} \int_{0.8 * TV}^{1.2 * TV} SV(T) dT$$

dove:

SV_m è il valore medio dello spettro e può essere $SV_{m,i}$ o $SV_{m,o}$

TV può essere TV_i e TV_o rispettivamente per l'input e l'output.

L'intervallo di integrazione è ridotto rispetto a quello dell'accelerazione perché lo spettro di velocità ha, generalmente, un andamento più regolare.

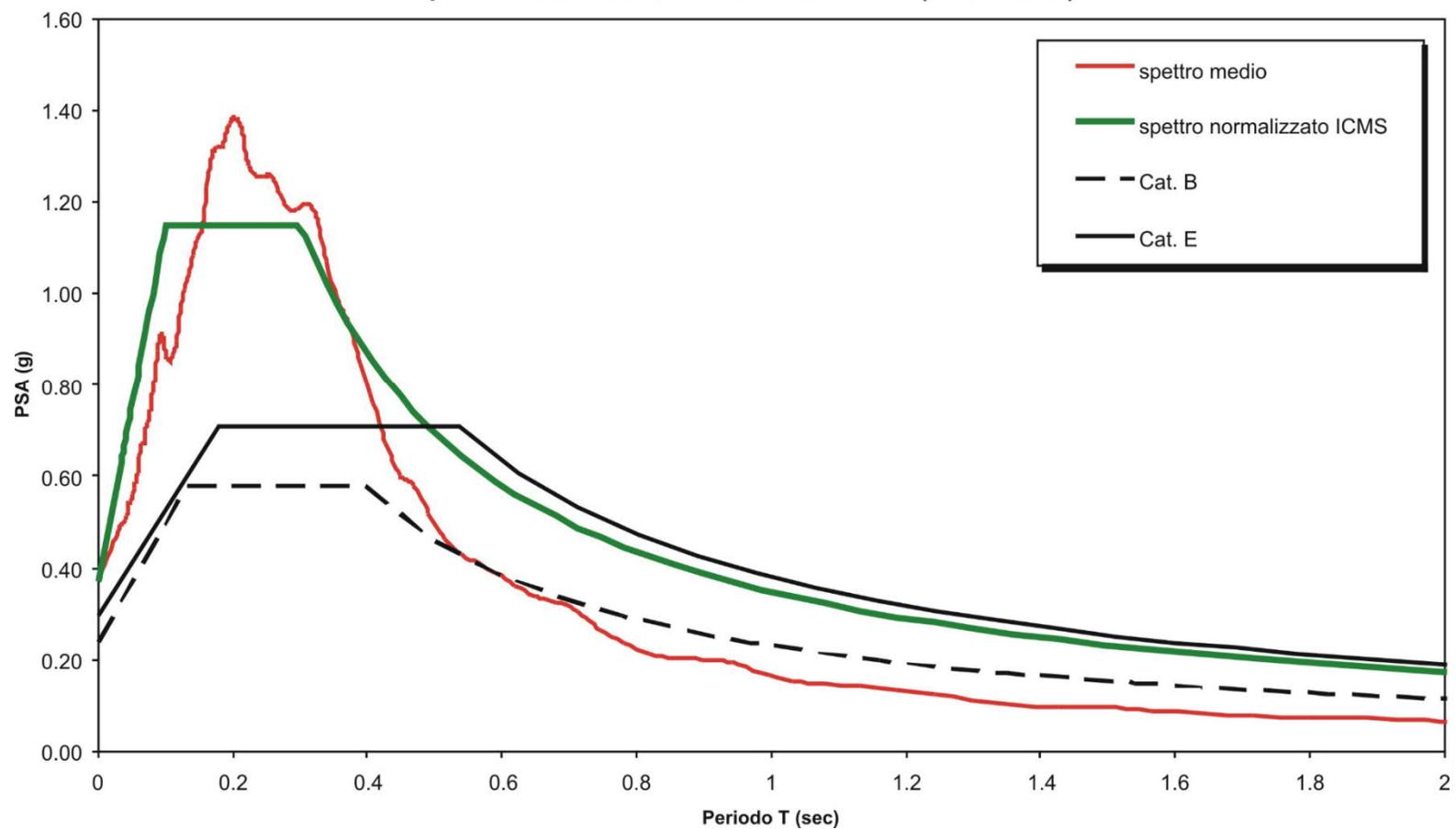
- e. Il valore di FA è pari al rapporto $SA_{m,o} / SA_{m,i}$

- f. Il valore di FV è pari al rapporto $SV_{m,o} / SV_{m,i}$



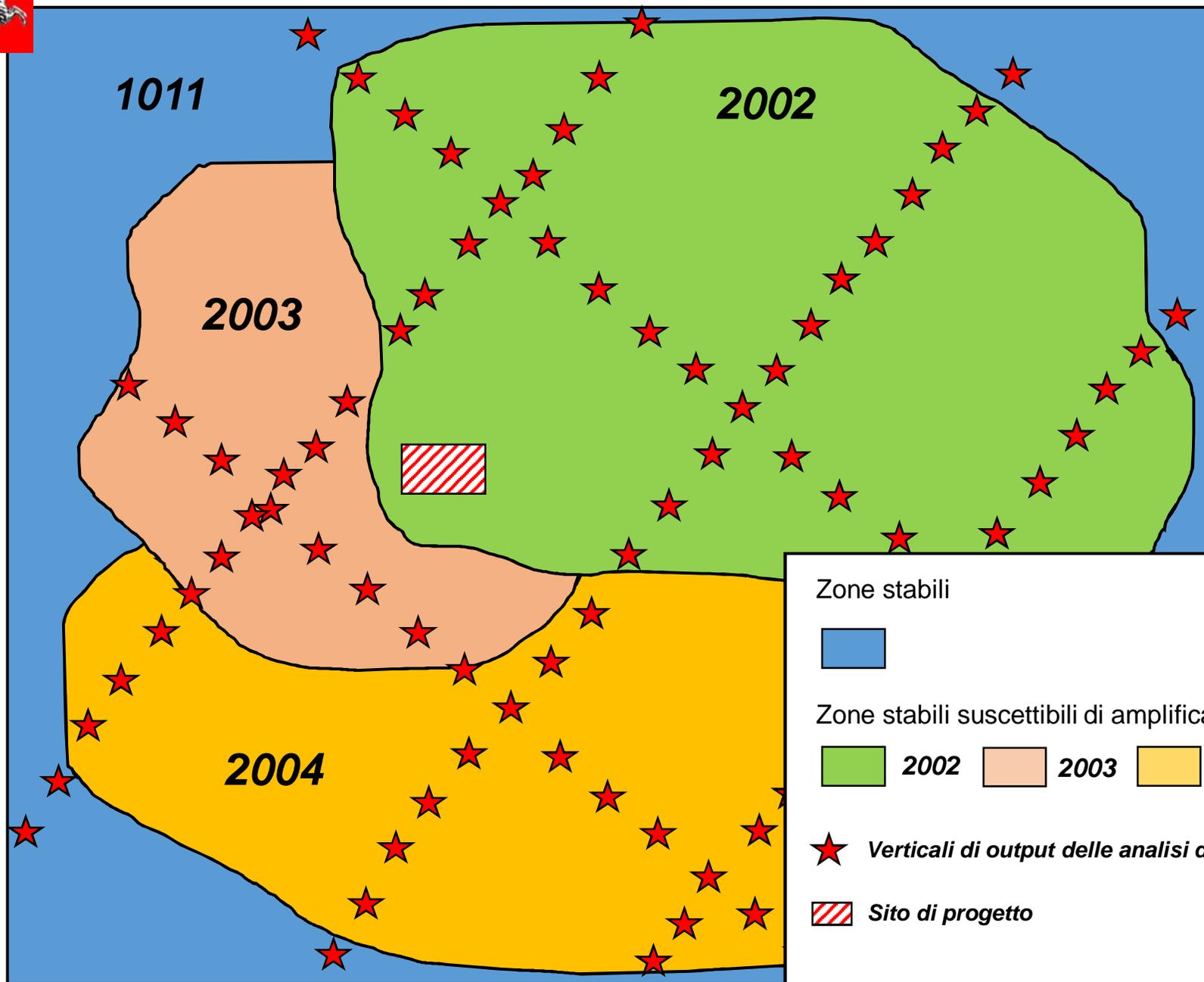
Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

FIVIZZANO (MS) - Microzonazione sismica di terzo livello
spettro caratteristico - microzona F - SLU (Tr=475 anni)





Questo spettro si riferisce ad un periodo di ritorno di **475 anni** e, pertanto, può essere paragonato allo spettro semplificato di normativa relativo all'azione sismica per lo **Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)** per un edificio "ordinario" (Vita nominale **Vn = 50 anni** e Classe d'uso **CU = II**).



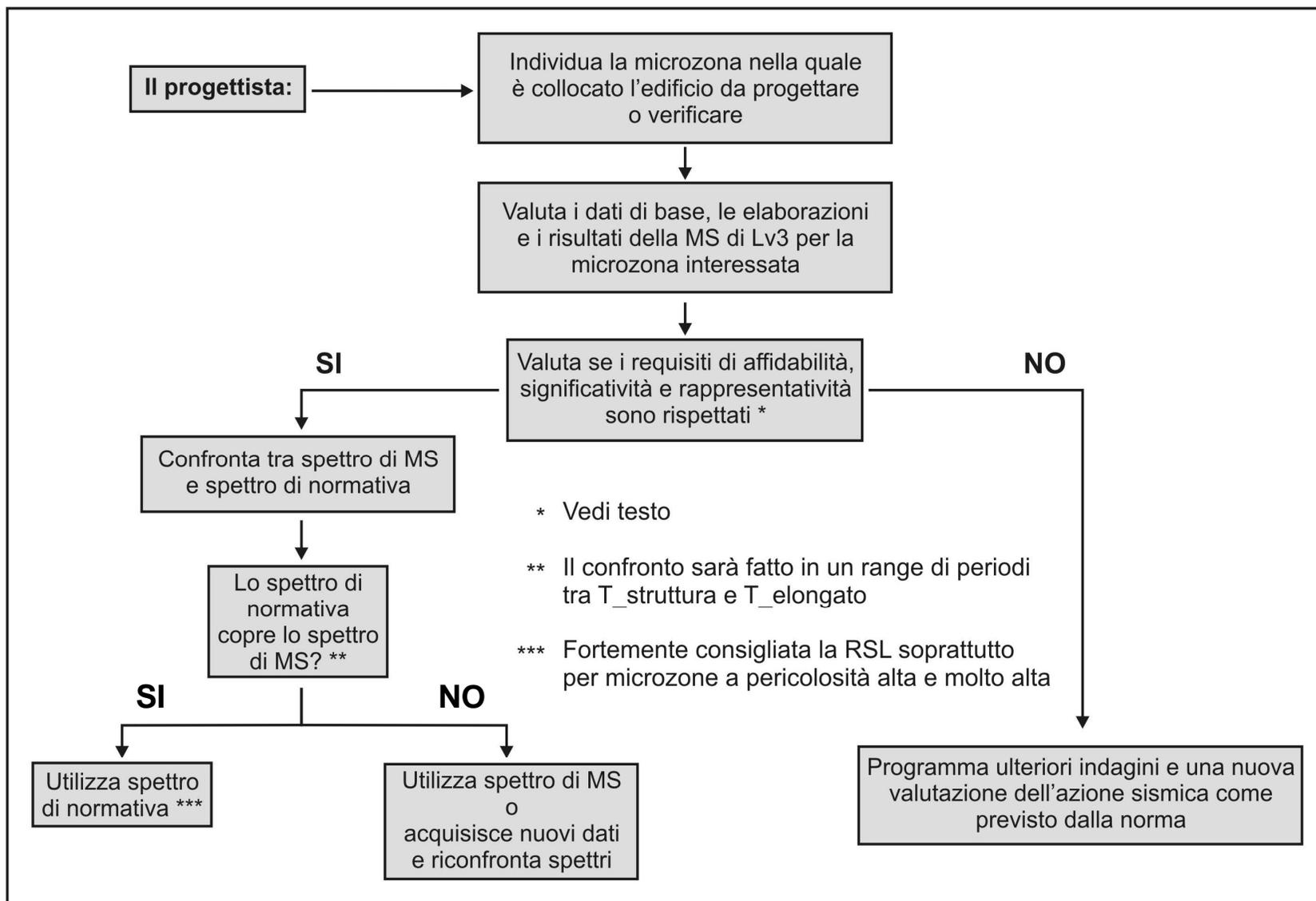
Zone stabili

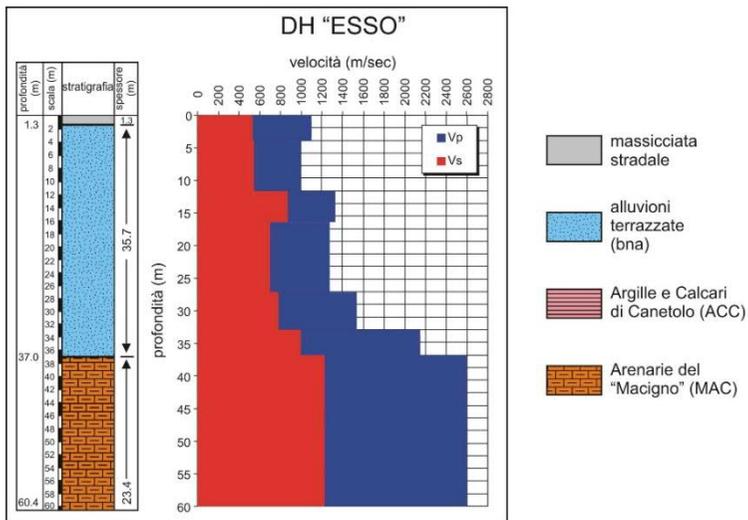
 Zone stabili suscettibili di amplificazione

 **2002**  **2003**  **2004**

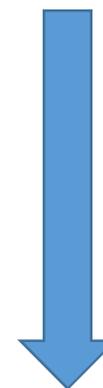
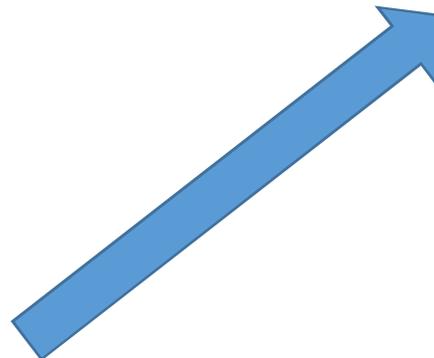
 **Verticali di output delle analisi di RSL**

 **Sito di progetto**

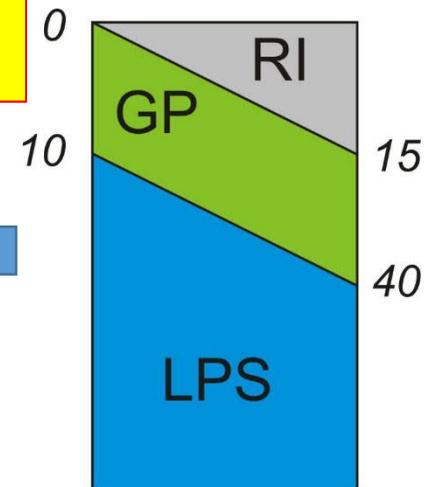
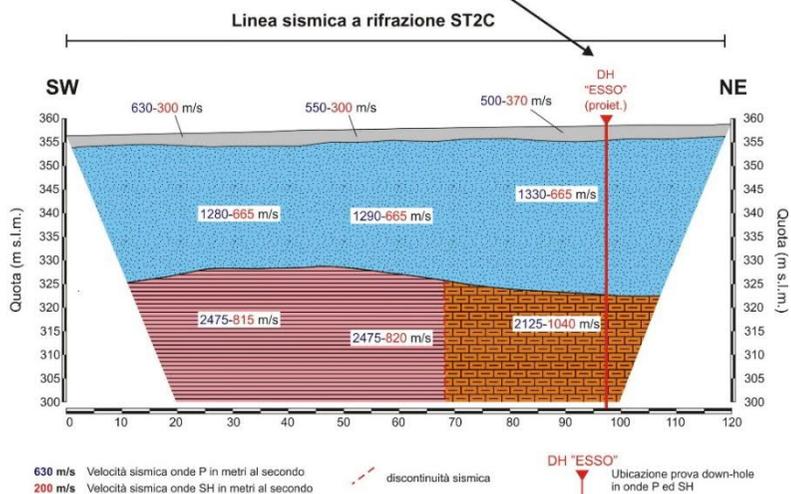


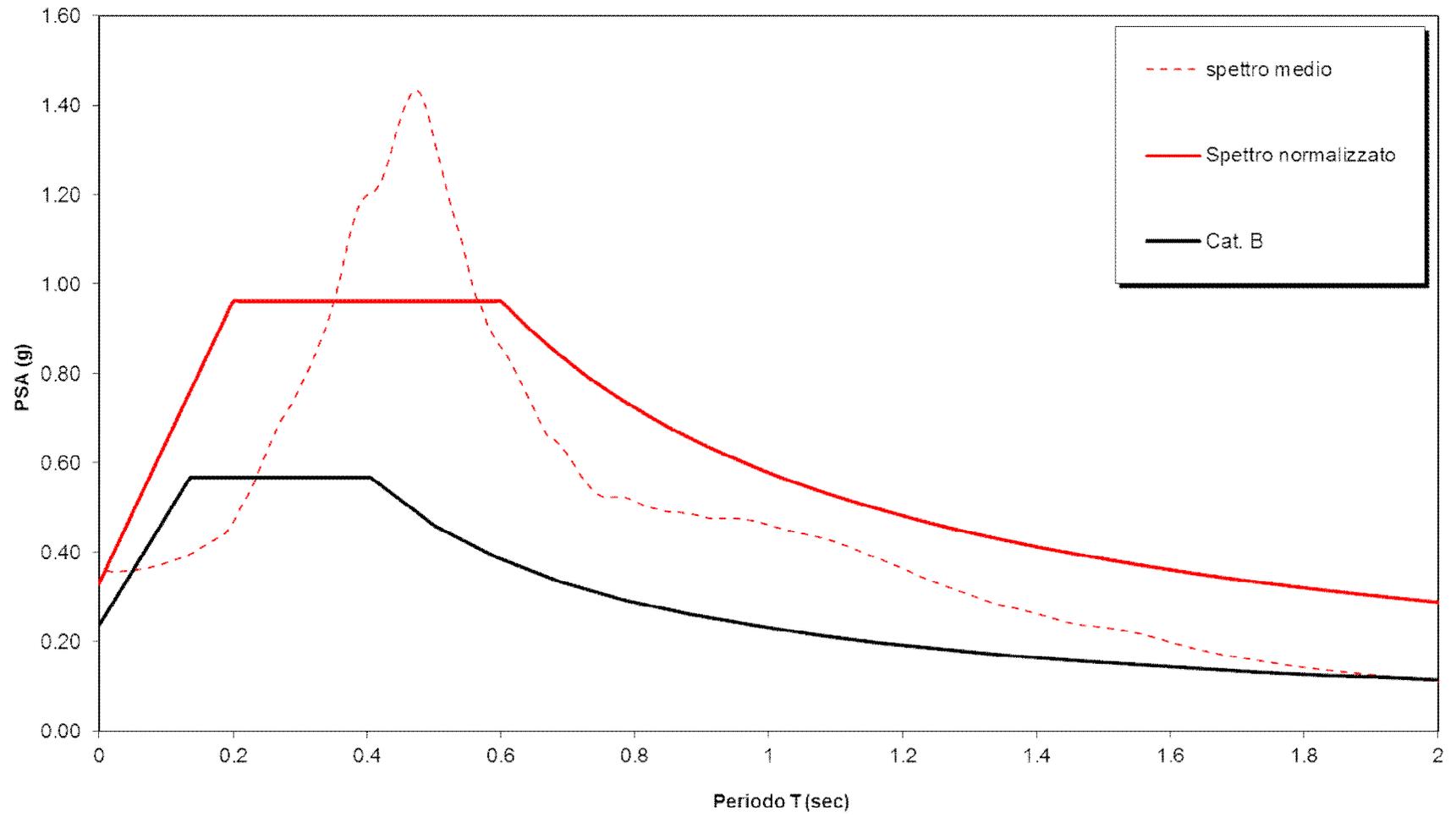


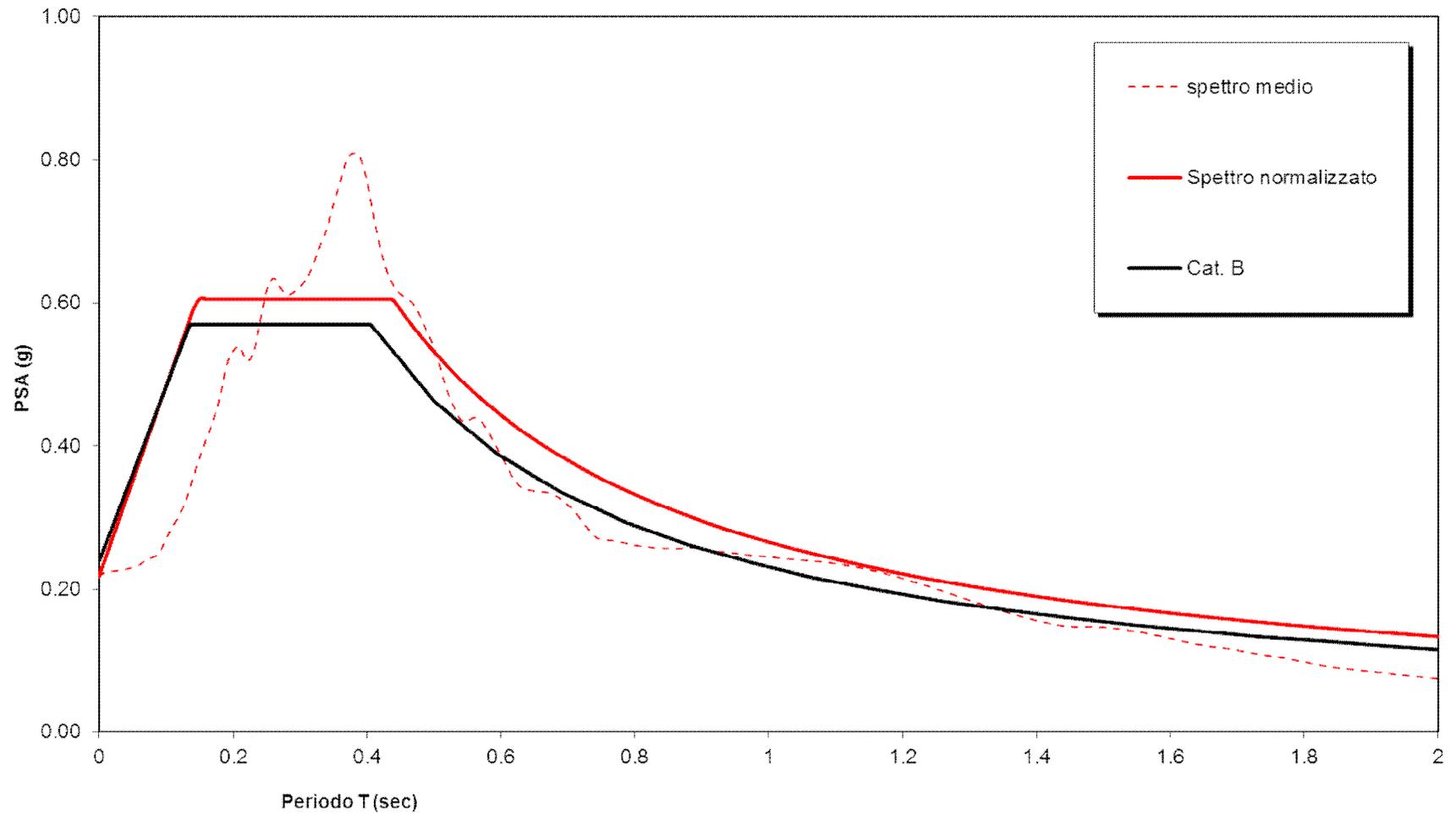
TIPO_Z

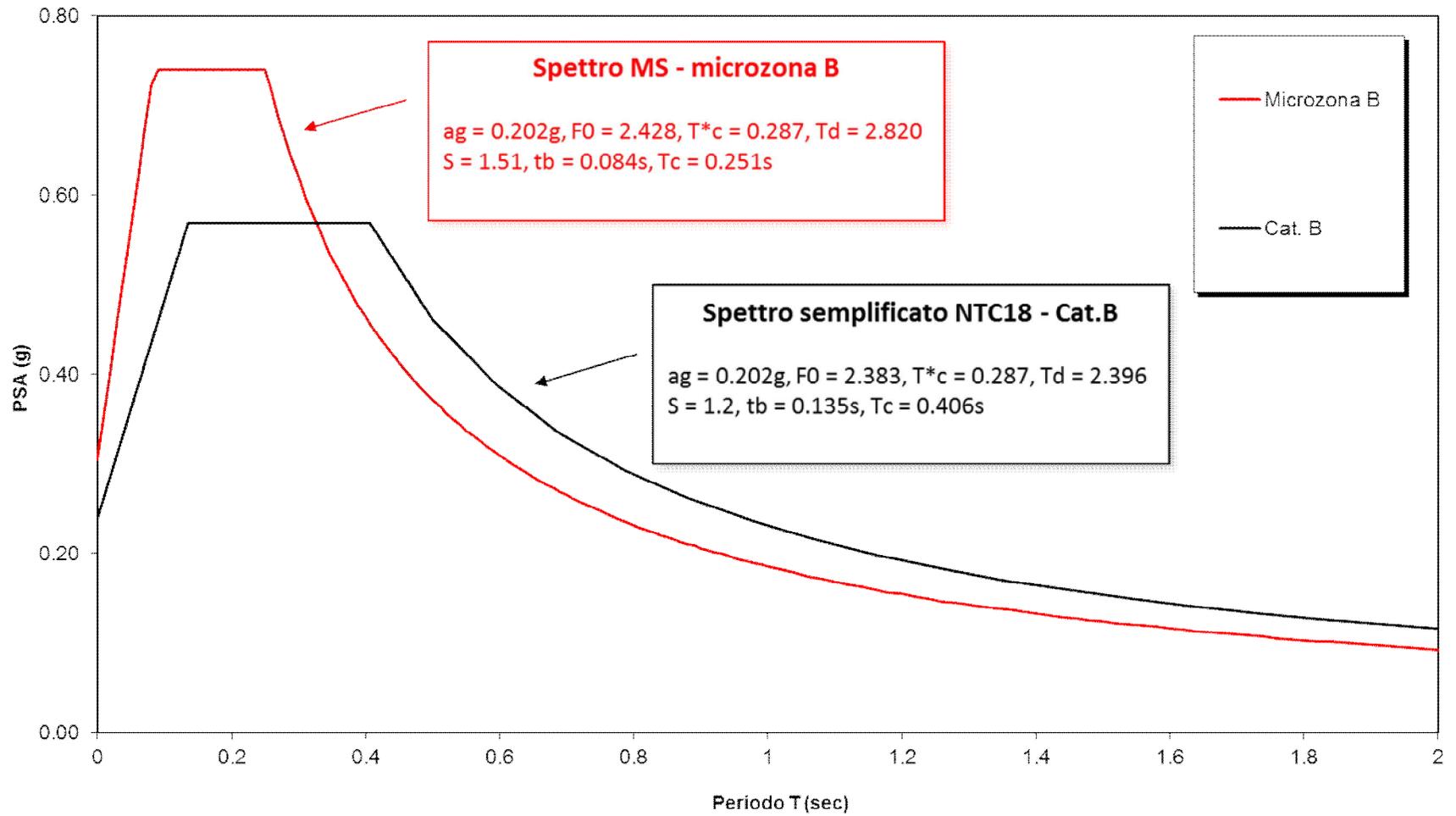


Verifica di affidabilità, significatività e rappresentatività



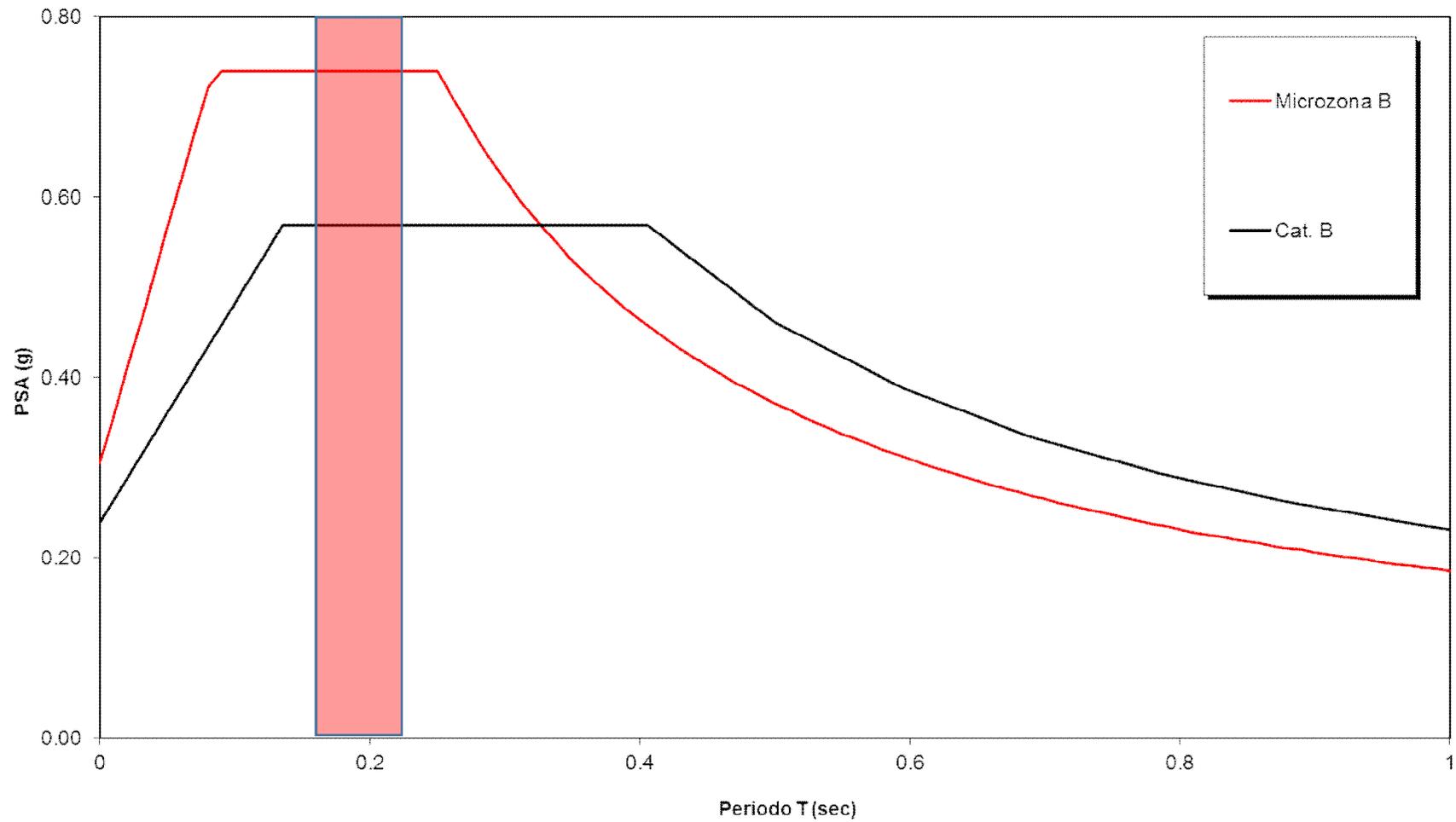






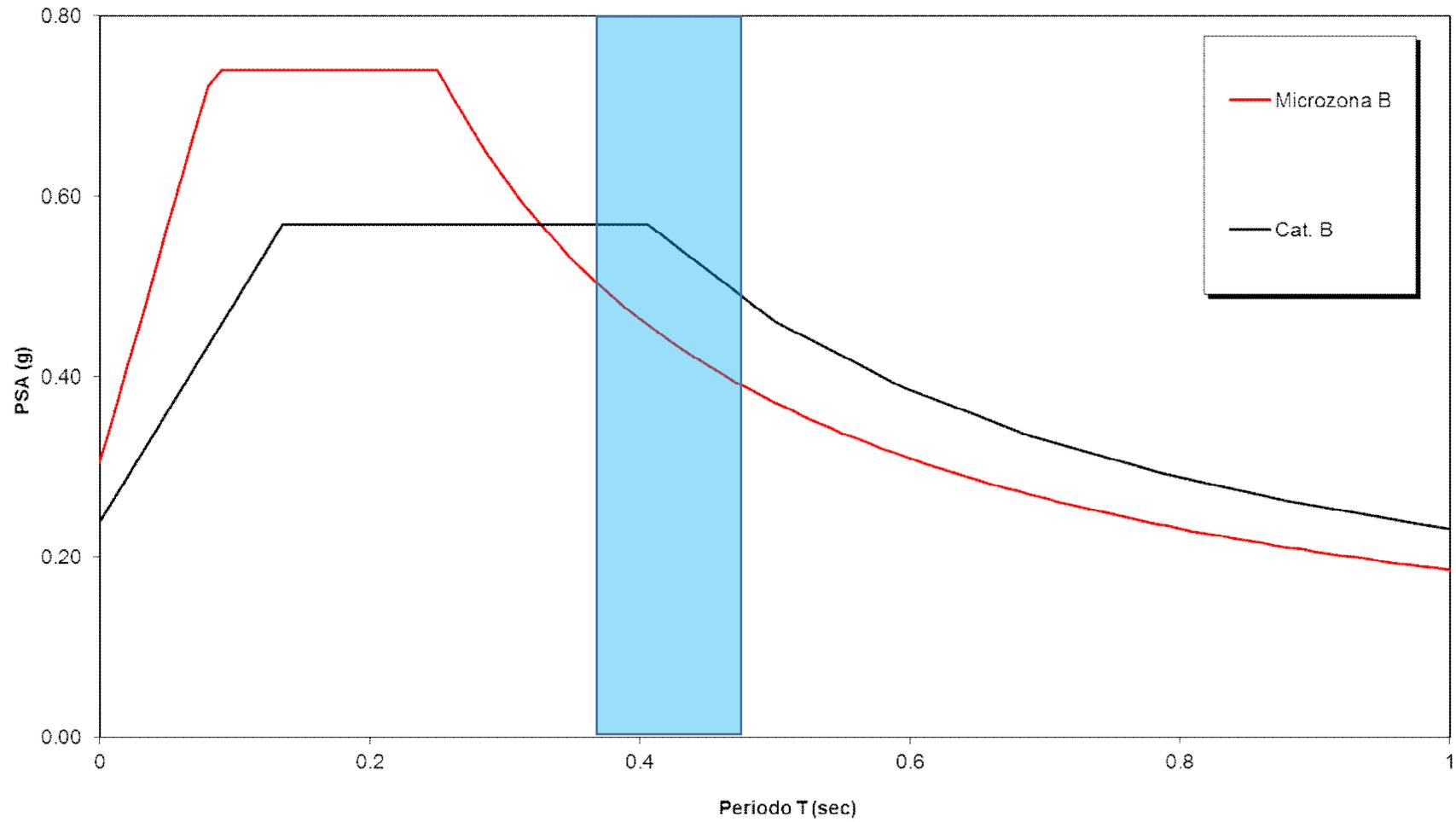


$0.16s < T < 0.24s$ \rightarrow spMS > spNTC18





$0.37s < T < 0.48s$ \rightarrow $spNTC18 > spMS$





Presidenza del Consiglio dei Ministri

IL COMMISSARIO DEL GOVERNO PER LA RICOSTRUZIONE NEI TERRITORI
INTERESSATI DAL SISMA DEL 24 AGOSTO 2016

Ordinanza n. 55 del 24 aprile 2018

Disciplina per la delocalizzazione temporanea delle attività economiche o produttive e dei servizi pubblici danneggiati dal sisma eseguiti e conclusi in data anteriore a quella di entrata in vigore del decreto legge n. 189 del 2016. Modifiche alle ordinanze n. 24 del 12 maggio 2017, n. 39 dell'8 settembre 2017 e n. 51 del 29 marzo 2018. Proroga del termine di cui all'articolo 8, comma 4, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito con modificazioni dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, e s.m.i. Termine per il deposito delle schede AeDES.



Al fine di definire lo spettro elastico di progetto, il progettista delle strutture dovrà confrontare lo spettro di risposta medio regolarizzato (secondo il metodo riportato in Appendice 1) ottenuto dallo studio di MS3 della microzona di interesse con quello ottenuto con l'approccio semplificato della normativa sismica, per la categoria di sottosuolo in corrispondenza del manufatto e per il tempo di ritorno di 475 anni.

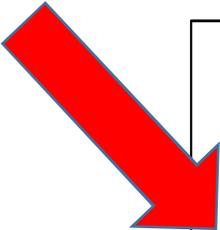
L'intervallo di periodi da considerare per il confronto tra lo spettro di MS3 e quello di norma dell'approccio semplificato è determinato considerando i periodi di vibrazione di interesse dell'opera nelle due direzioni principali, ossia il minore, T_{\min} , e il maggiore, T_{\max} , dei tre periodi di vibrazione dell'edificio (inteso come struttura tridimensionale) con massa partecipante più elevata, tenendo anche conto dell'elongamento degli stessi durante la risposta sismica. Tale intervallo è compreso tra T_{\min} e $2T_{\max}$ ¹.

In questo intervallo dovranno essere valutate le seguenti due condizioni:

1. lo spettro di MS3 supera puntualmente in misura maggiore del 30% lo spettro semplificato di norma;
2. l'integrale dello spettro di MS3 è superiore del 20% rispetto al corrispondente integrale dello spettro semplificato di norma.

Se nessuna delle due condizioni è verificata, è possibile utilizzare l'approccio semplificato della normativa sismica. Se almeno una delle condizioni di cui sopra è verificata, lo spettro previsto dall'approccio semplificato della normativa può ritenersi significativamente meno conservativo di quello di MS3.

In questo caso il progettista, utilizzando i risultati della MS3, dovrà procedere a definire gli approfondimenti geologici, geofisici e geotecnici necessari a dettagliare il modello di sottosuolo nell'area di interesse del manufatto. Sulla base di questi approfondimenti il progettista dovrà valutare le condizioni di applicabilità dell'approccio semplificato della normativa e, nel caso, giustificarne l'adozione in relazione alle caratteristiche stratigrafiche e morfologiche dello specifico sito rispetto alla situazione di riferimento cui si riferisce lo spettro ottenuto dagli studi di microzonazione sismica. In caso contrario, il progettista dovrà necessariamente procedere con un'analisi di risposta sismica locale monodimensionale (1D) o bidimensionale (2D), in base alle caratteristiche del sito. In particolare, i risultati della MS3 saranno utilizzati per definire il volume significativo² di sottosuolo e le caratteristiche morfologiche da considerare per le analisi numeriche della risposta sismica locale, includendo la possibile presenza di effetti 2D.



procedere con un'analisi di risposta sismica locale monodimensionale (1D) o bidimensionale (2D), in base alle caratteristiche del sito. In particolare, i risultati della MS3 saranno utilizzati per definire il volume significativo² di sottosuolo e le caratteristiche morfologiche da considerare per le analisi numeriche della risposta sismica locale, includendo la possibile presenza di effetti 2D.

Infine, ferme restando le prerogative del progettista in merito alle scelte effettuate per la caratterizzazione delle azioni sismiche e sotto la sua completa responsabilità, gli spettri di risposta elastici prodotti dallo studio di MS3 (regolarizzati secondo il metodo riportato in Appendice 1), possono essere usati nella progettazione qualora vengano ritenuti più affidabili di quelli risultanti dall'analisi di risposta sismica locale (RSL) condotti con metodi standard (1D lineare equivalente) e in ogni caso più conservativi di quelli dell'approccio semplificato. La scelta del progettista di utilizzare gli spettri di risposta elastici prodotti dallo studio di MS3

¹ Laddove $2T_{max} > 1.1s$, il confronto non potrà essere effettuato. In questi casi, la MS3 potrà fornire indicazioni riguardo alla possibile presenza di fenomeni di amplificazione relativi ad alti periodi (coltri deformabili di grande spessore) che renderebbero comunque non applicabile l'approccio semplificato della normativa all'analisi della risposta sismica locale.

² Per *volume significativo* di terreno si intende la parte di sottosuolo che, per le sue condizioni sismostratigrafiche, può influenzare le caratteristiche del moto sismico atteso nell'intervallo di periodi di interesse per il singolo manufatto.

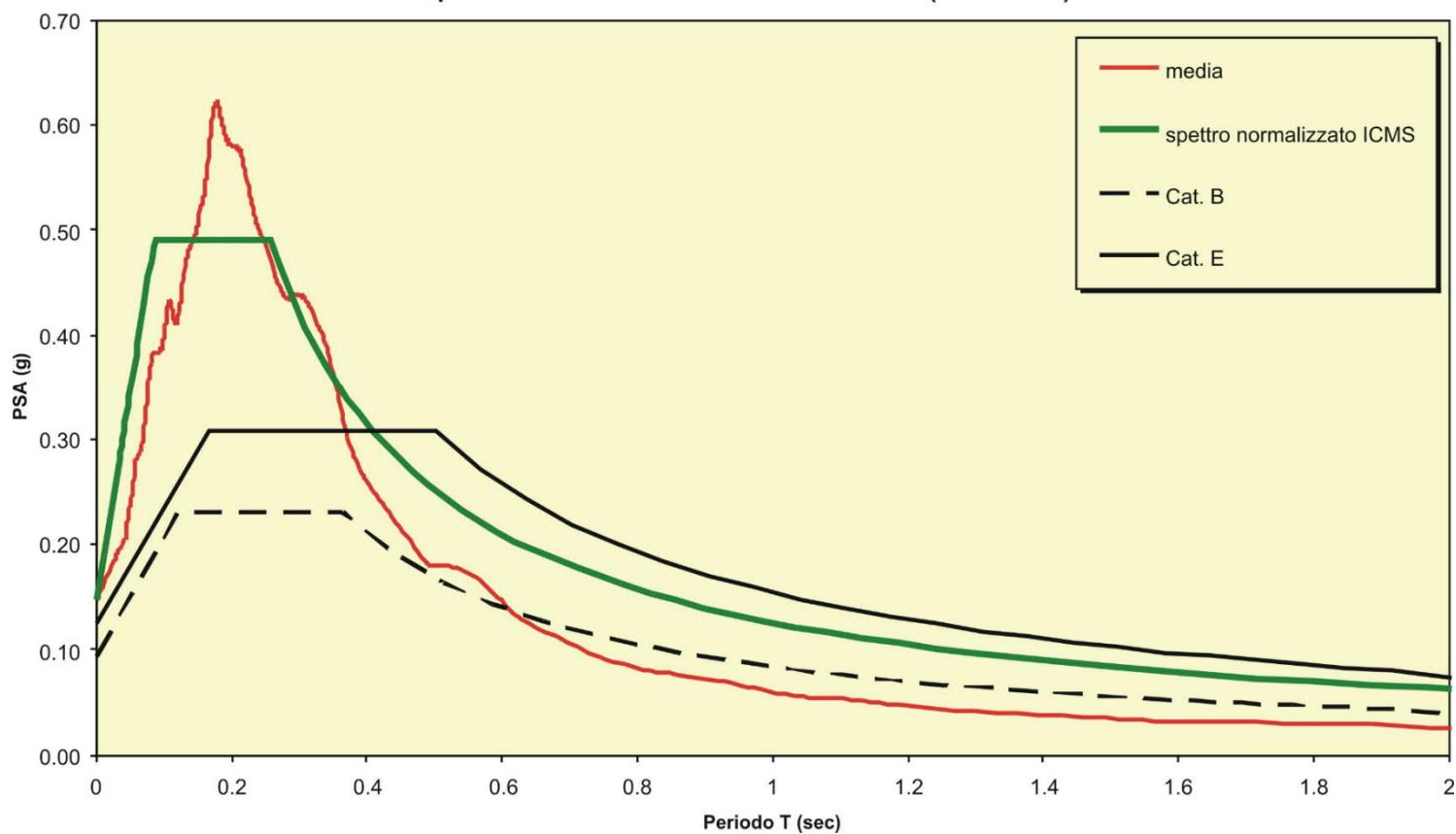


Oltre all'analisi "ufficiale" della **MS3**, (periodo di ritorno di 475 anni) bisognerà realizzare analoghe analisi imponendo come input sismico accelerogrammi spettro-compatibili e sismo-compatibili per periodi di ritorno propri dello Stato Limite di Esercizio (di solito **Stato limite di Danno, SLD**), che nel caso specifico corrispondono ad un **Tr=50 anni**. Operando con la medesima procedura precedentemente illustrata, sarà possibile ricavare spettri caratteristici normalizzati utilizzabili per rappresentare l'azione sismica allo SLE.



Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

FIVIZZANO (MS) - Microzonazione sismica di terzo livello
spettro caratteristico - microzona F - SLE (Tr=50 anni)





Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

esempio_caratteristico_zonaG_slu - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

Fivizzano (MS) . Microzonazione sismica livello 3 - microzona G - SLU
ag = 0.2g, F0 = 3.091, T^c = 0.279, Td = 3.181
S = 1.98, Tb = 0.11s, Tc = 0.34s

0.000	0.395
0.033	0.638
0.035	0.649
0.037	0.662
0.038	0.674
0.040	0.687
0.042	0.701
0.044	0.716
0.046	0.731
0.048	0.747
0.051	0.764
0.053	0.781
0.056	0.799
0.058	0.819
0.061	0.839
0.064	0.860
0.067	0.882
0.070	0.905
0.073	0.929
0.077	0.954
0.080	0.981
0.084	1.009
0.088	1.038
0.092	1.068
0.097	1.100
0.101	1.134
0.106	1.169
0.111	1.205
0.117	1.222
0.122	1.222
0.128	1.222
0.134	1.222
0.140	1.222
0.147	1.222
0.154	1.222
0.161	1.222
0.169	1.222
0.177	1.222
0.185	1.222
0.194	1.222
0.203	1.222
0.213	1.222
0.223	1.222
0.234	1.222
0.245	1.222
0.256	1.222
0.269	1.222
0.281	1.222
0.295	1.222
0.309	1.222
0.323	1.222
0.339	1.222
0.355	1.174
0.372	1.120
0.389	1.070
0.408	1.021
0.427	0.975
0.447	0.931
0.469	0.889
0.491	0.848
0.514	0.810
0.539	0.773

SLU

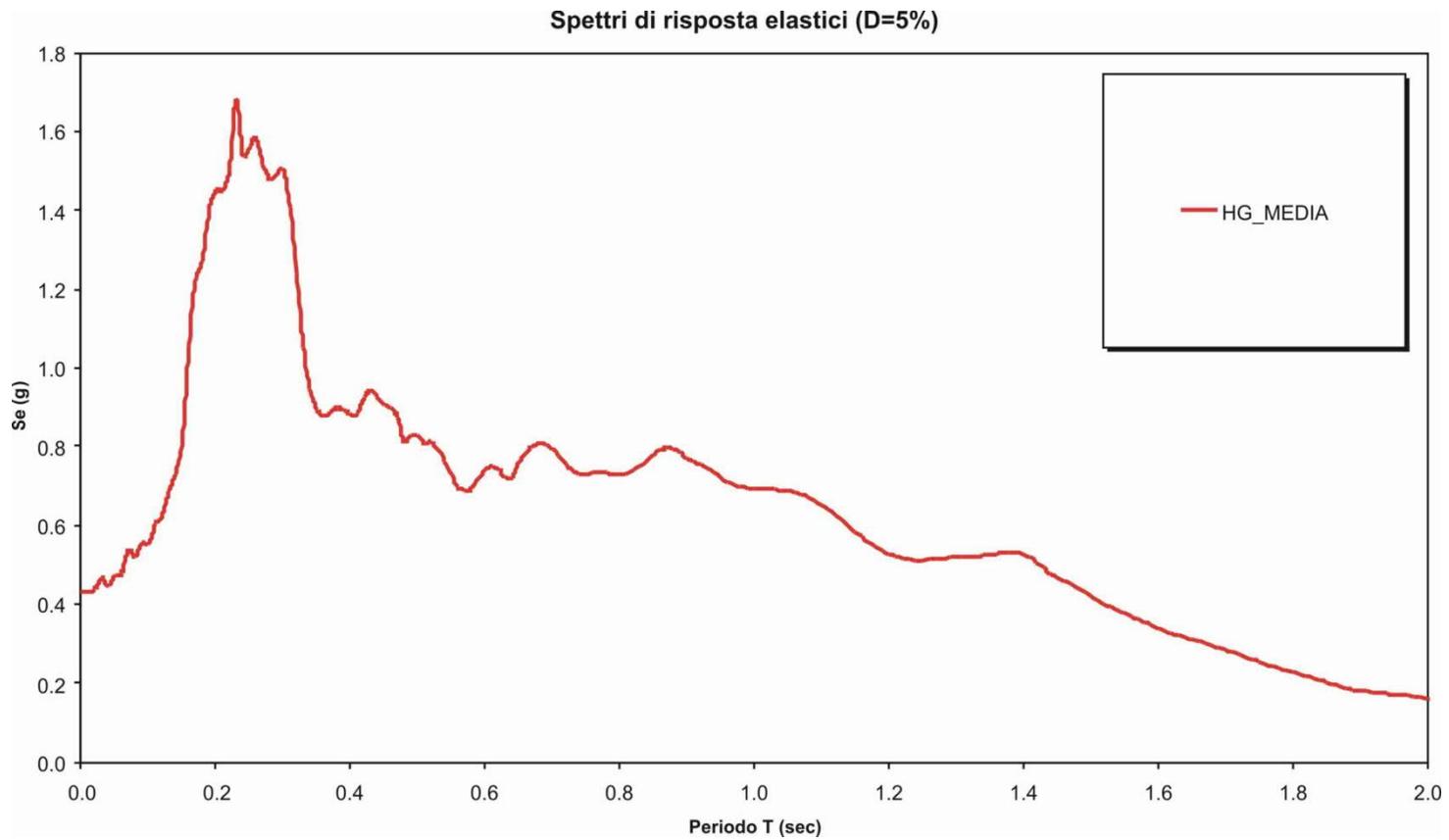
txt_sle - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

Fivizzano (MS) . Microzonazione sismica livello 3 - microzona G - SLE
ag = 0.079g, F0 = 3.42, T^c = 0.251, Td = 2.219
S = 1.96, Tb = 0.09s, Tc = 0.27s

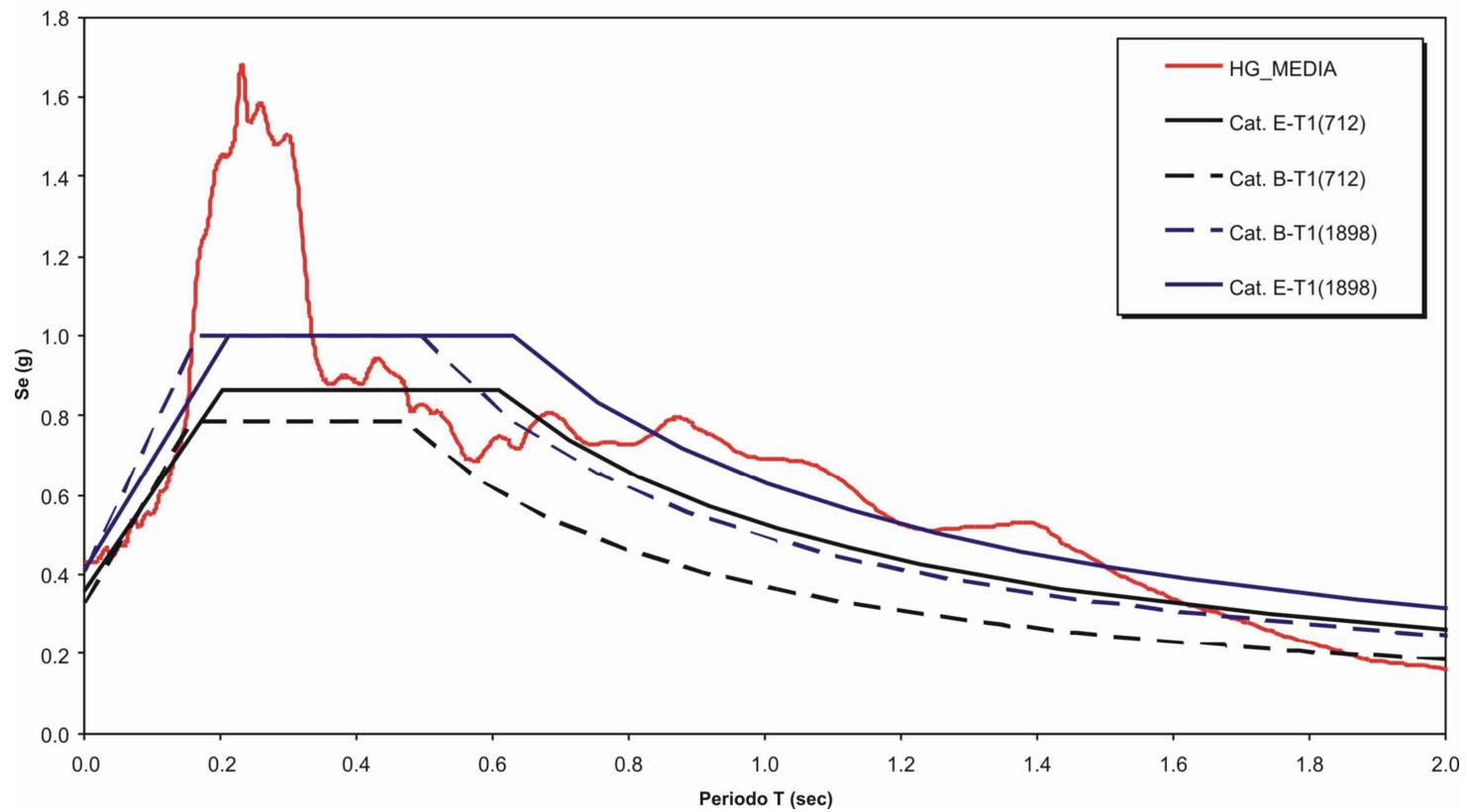
0.000	0.155
0.033	0.294
0.035	0.301
0.037	0.308
0.038	0.315
0.040	0.322
0.042	0.330
0.044	0.339
0.046	0.347
0.048	0.357
0.051	0.366
0.053	0.376
0.056	0.387
0.058	0.398
0.061	0.409
0.064	0.421
0.067	0.434
0.070	0.447
0.073	0.461
0.077	0.476
0.080	0.491
0.084	0.507
0.088	0.524
0.092	0.530
0.097	0.530
0.101	0.530
0.106	0.530
0.111	0.530
0.117	0.530
0.122	0.530
0.128	0.530
0.134	0.530
0.140	0.530
0.147	0.530
0.154	0.530
0.161	0.530
0.169	0.530
0.177	0.530
0.185	0.530
0.194	0.530
0.203	0.530
0.213	0.530
0.223	0.530
0.234	0.530
0.245	0.530
0.256	0.530
0.269	0.530
0.281	0.506
0.295	0.483
0.309	0.461
0.323	0.441
0.339	0.421
0.355	0.402
0.372	0.383
0.389	0.366
0.408	0.349
0.427	0.334
0.447	0.318
0.469	0.304
0.491	0.290
0.514	0.277
0.539	0.265

SLE



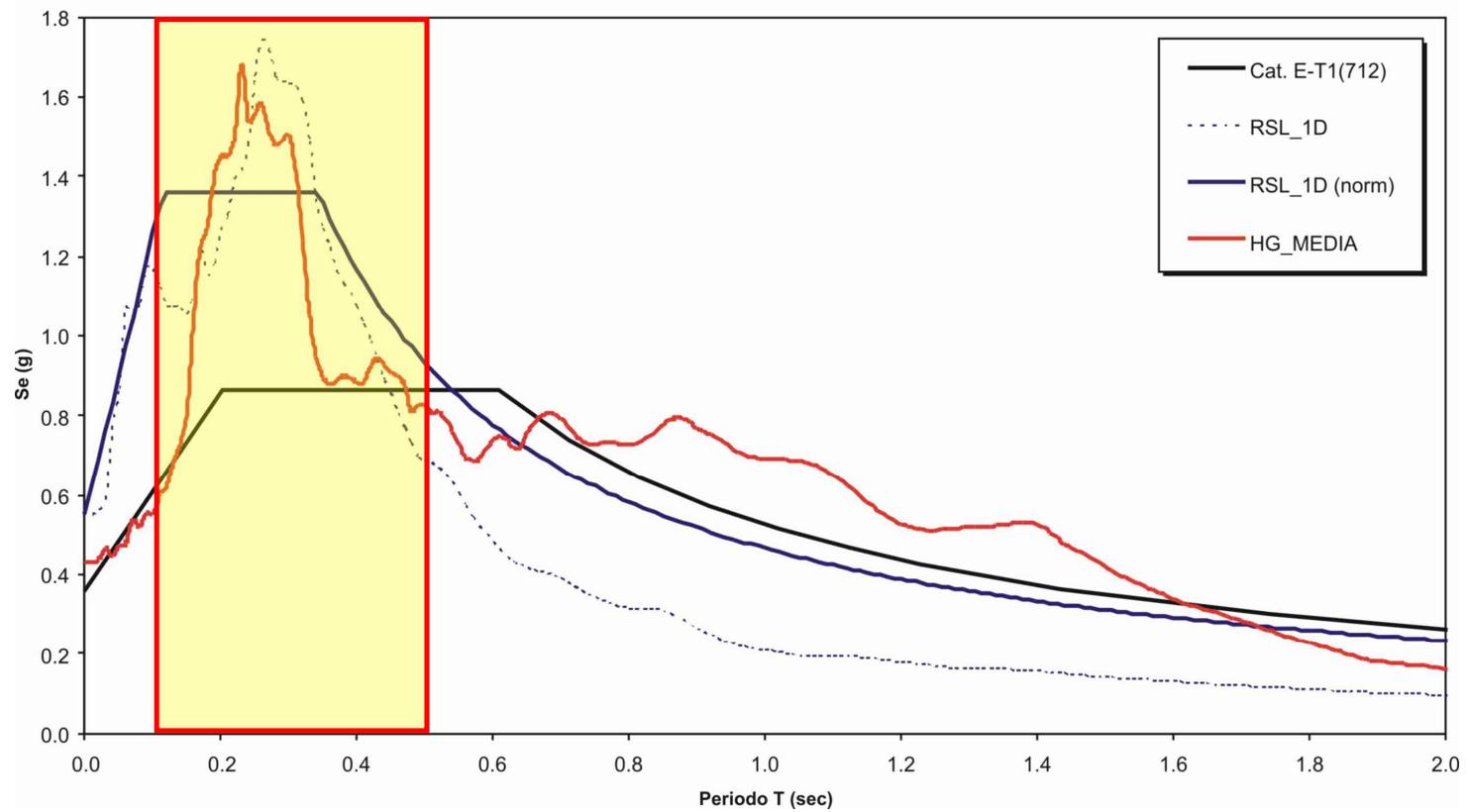


Spettri di risposta elastici (D=5%)





Spettri di risposta elastici (D=5%)



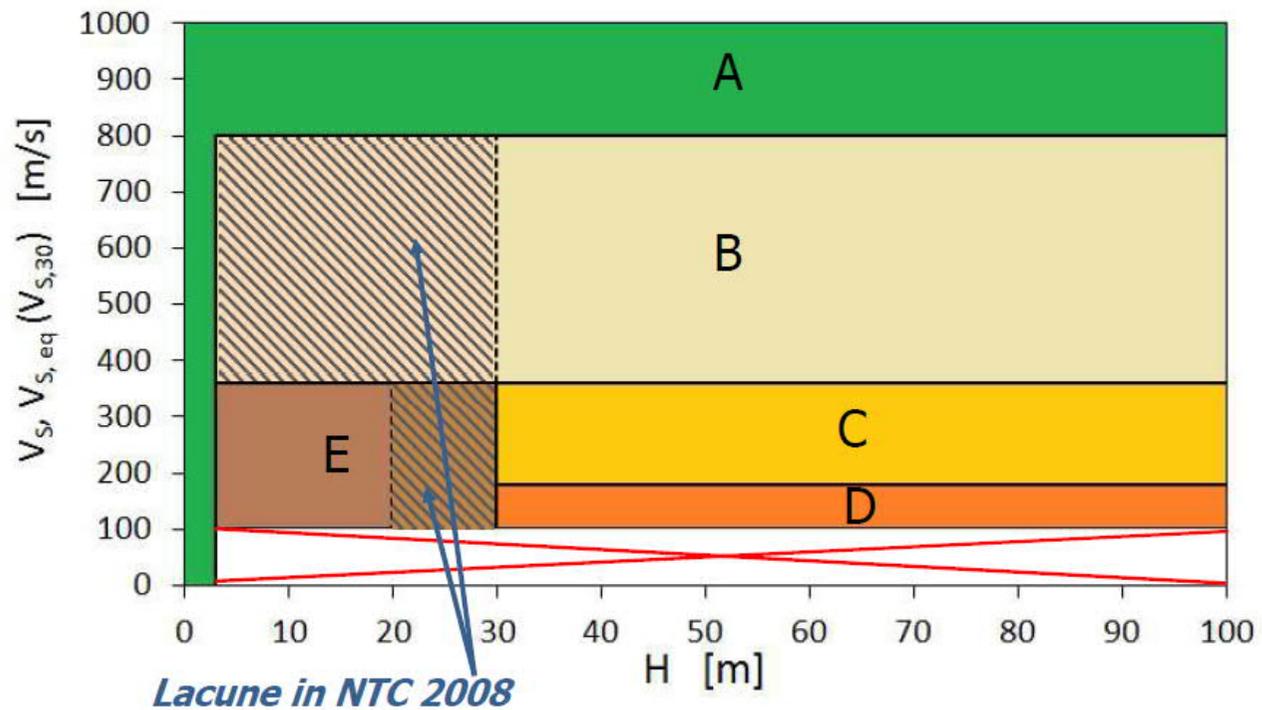


Tab. 3.2.II *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*

Categoria	Descrizione	$V_{S,eq}$		
		$V_{s,30}$ [m/s]	$N_{SPT,30}$ [-]	$C_{u,30}$ [kPa]
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, con eventuale strato di alterazione /terreni di caratteristiche più scadenti di spessore massimo pari a 3 m	>800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessore >30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessore >30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessore >30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180 100-180	<15	<70
E	Terreni riconducibili alle categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 20m 30m	<360	<50	<250
S1	Depositi con strato >8m di argille poco consistenti o >3m di torbe o materiali organici	<100	-	10-20
S2	Depositi suscettibili di liquefazione, argille sensitive o categorie di sottosuolo non classificabili nei tipi precedenti	-	-	-

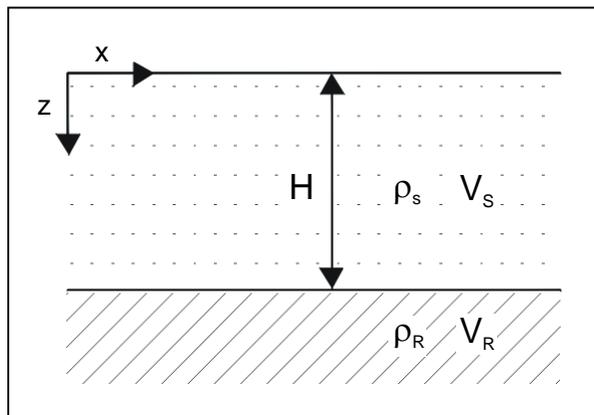


Categorie di sottosuolo ed approccio semplificato (Confronto NTC 2008 – NTC 2018)

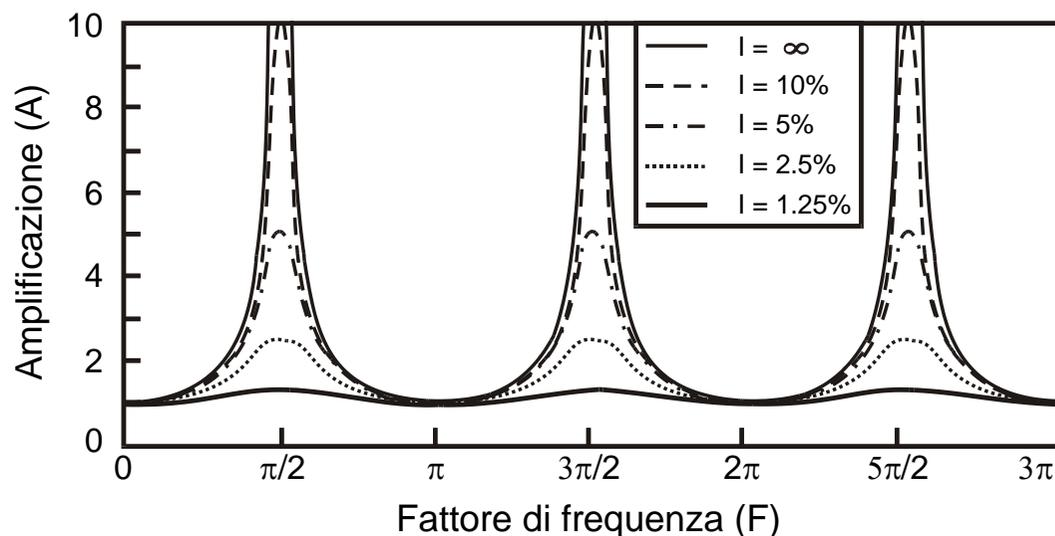




La nuova Categoria B (NTC18), definita dal nuovo parametro V_{SH} , è estesa anche a profili sismostratigrafici caratterizzati da non trascurabili contrasti d'impedenza



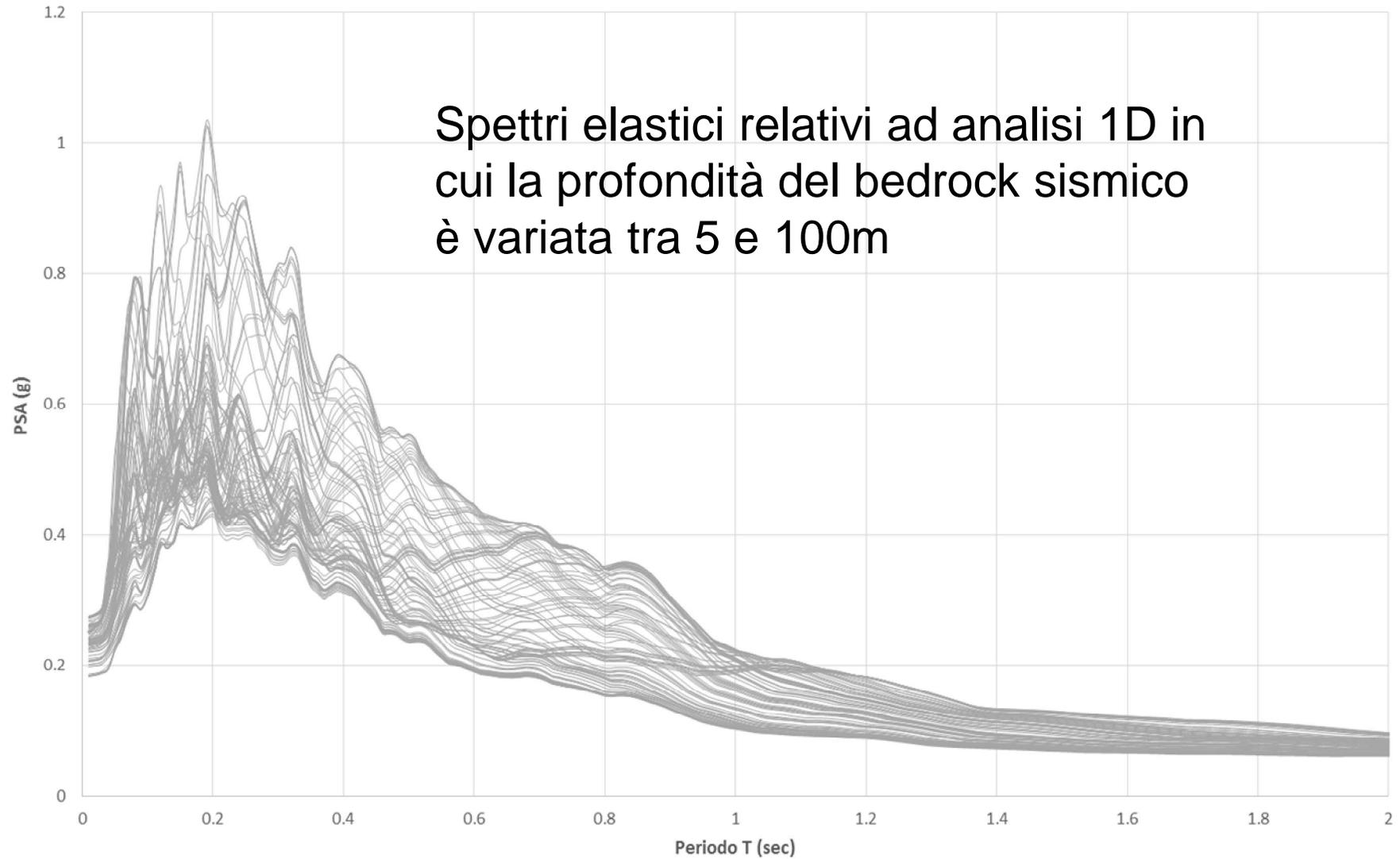
Strato di terreno omogeneo ed uniforme di spessore H , velocità di propagazione delle onde di taglio V_S e densità ρ_S su substrato orizzontale deformabile caratterizzato da densità ρ_R e velocità di propagazione V_R maggiori

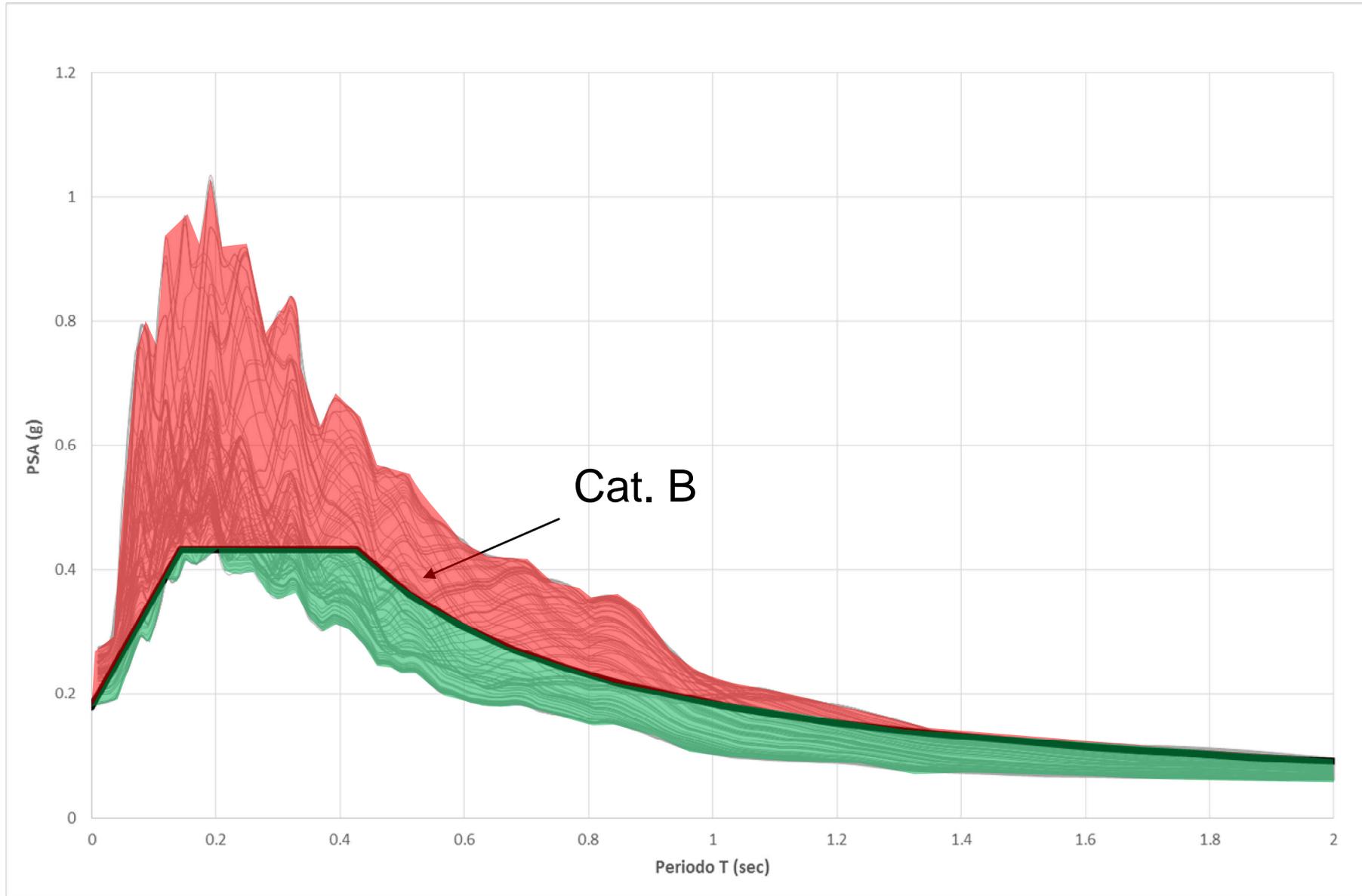


$$v = (2n - 1) \frac{v_s}{4H}$$



Spettri elastici relativi ad analisi 1D in cui la profondità del bedrock sismico è variata tra 5 e 100m







CONCLUSIONI

- Gli studi di Microzonazione Sismica (MS) sono importanti per la definizione del Modello Geologico dell'area;
- Una dettagliata zonazione del territorio in termini di MOPS (MS di primo livello) è fondamentale per la buona riuscita degli studi successivi;
- I livelli II e III quantificano l'amplificazione locale in maniera semplificata (abachi di II Livello) o approfondita (analisi di III Livello);
- Gli studi di III Livello approfondiscono lo studio delle instabilità quantificandone il grado;
- Gli studi di III Livello:
 - ❑ Orientano la progettazione di opere «importanti», imponendo approfondimenti di studio laddove sono segnalati i maggiori livelli di pericolosità sismica locale;
 - ❑ Forniscono approcci alternativi per la quantificazione dell'azione sismica di progetto di edifici «ordinari».

Specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica

www.regione.toscana.it/-/specifiche-tecniche-regionali-per-la-microzonazione-sismica

URP PEC Mappa del sito Amministrazione trasparente Intranet Toscana **Notizie**

Regione Toscana

Home Regione Cittadini Imprese Enti e associazioni ServiziOnline

Sei in: Regione Toscana | Speciali | Rischio sismico | Fattori di rischio | Pericolosità

Speciali | Rischio sismico

Rischio sismico

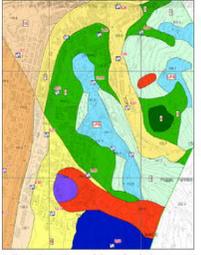
- Informazione e formazione
- Fattori di rischio**
 - Pericolosità
 - Vulnerabilità
 - Esposizione
- Banche dati
- Contributi
- Emergenza
- Normativa e progettazione

Pericolosità

Specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica

Come realizzare gli studi di MS

La Regione Toscana sulla base delle indicazioni di cui all'art. 5 e 6 dell'Ord. 532/2018 e in riferimento alle Linee Guida per la Microzonazione Sismica Nazionali ha predisposto le nuove **specifiche tecniche regionali** la realizzazione dei suddetti studi di MS recependo come documento tecnico di riferimento gli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome.



Tale documento sostituisce integralmente ed amplia le precedenti specifiche tecniche regionali per la redazione degli studi di MS di cui alla Del. GRT n. 971/2013.

Nell'ambito di tale documentazione rientrano le "linee guida nazionali per la gestione del territorio interessato da faglie attive e capaci (FAC)", approvate dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome, nella seduta del 7/5/2015.

Inoltre è disponibile la documentazione inerente le "Linee guida nazionali per la gestione del territorio interessato da frane".

Nello specifico ad integrazione di quanto riportato nei suddetti documenti, si riportano di seguito alcuni documenti tecnici utili per la realizzazione delle cartografie di microzonazione sismica:

- Standard per l'informatizzazione degli studi per la MS
- Procedura per la stima del livello di qualità delle cartografie di microzonazione sismica di livello 1
- Vademecum operativo per la realizzazione delle cartografie di Microzonazione Sismica di livello 1 - 2 - 3
- Realizzazione di studi della suscettibilità alla liquefazione dei terreni
- Redazione delle analisi delle condizioni limite per l'emergenza (CLE) nell'ambito degli studi di MS

delle cartografie MOPS. Tale procedura serve al professionista principalmente per stabilire se la disponibilità (sia in termini quantitativi che qualitativi) dei dati a disposizione sono sufficienti per la stesura di uno studio di MS di buon dettaglio.

Tale procedura è stata definita dal Gruppo di Lavoro Nazionale per la Microzonazione Sismica e rappresenta una integrazione agli Indirizzi e Criteri Nazionali per la Microzonazione Sismica (ICMS); è stata recentemente pubblicata sul **Volume di Ingegneria Sismica 2/2011**.

Si allega, infine, un foglio di calcolo in excel per la valutazione della Carta di Microzonazione sulla base delle Indagini nuove e/o pregresse in possesso del Professionista allatto della Redazione del Livello di MS e un secondo foglio excel con alcuni esempi di calcolo.

Vademecum operativo per la realizzazione delle cartografie di Microzonazione Sismica di livello 1

Con l'obiettivo di fornire ai Professionisti uno strumento operativo per la realizzazione del Livello 1 di MS secondo le Specifiche Tecniche Regionali di cui alle Del.GRT.n.261/2011 e Del.GRT.n.741/2012, Del. GRT. n.971/2013 e Del. GRT 144/2015, la Regione Toscana ha predisposto due documenti: un vademecum operativo per la realizzazione delle cartografie di Microzonazione Sismica di livello 1 e un documento sui criteri e sulle metodologie operative per la perimetrazione delle cartografie di livello 1. Si invitano i Professionisti di seguire quanto indicato all'interno.

Realizzazione di studi di Microzonazione Sismica di livello 2

Con Del. GRT. n.144/2015 è stata inserita la procedura per la predisposizione degli studi di Microzonazione Sismica di livello 2. La realizzazione delle cartografie di livello 2 prevede l'utilizzo degli abachi litostatigrafici regionali, definiti nell'ambito di un Accordo di Collaborazione Scientifica tra Regione Toscana e DICTA dell'Università di Siena.

Realizzazione di studi di Microzonazione Sismica di livello 3

Con Del. GRT. n. 468/2018 sono stati inseriti le procedure per la predisposizione degli studi di microzonazione sismica di livello 3. Per l'effettuazione delle analisi di risposta sismica locale 2D e la conseguente redazione delle cartografie, sono state predisposte dal settore regionale competente specifiche Linee Guida per la Valutazione dell'amplificazione sismica negli studi di microzonazione sismica di livello 3 a cui è opportuno fare riferimento nell'ambito della stesura di tali studi.

Realizzazione di studi della suscettibilità alla liquefazione dei terreni

 REGIONE TOSCANA
SETTORE SISMICA – Ufficio prevenzione sismica

INDICAZIONI SULLA VALUTAZIONE DELL'AMPLIFICAZIONE SISMICA IN RIFERIMENTO AGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI III LIVELLO IN REGIONE TOSCANA

A CURA DI VITTORIO D'INTINOSANTE - UFFICIO PREVENZIONE SISMICA, SETTORE SISMICA – REGIONE TOSCANA

La Microzonazione Sismica (di seguito MS) permette di simulare l'accadimento di un evento sismico compatibile con la pericolosità sismica di un determinato sito, valutandone i principali effetti tra cui le modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche locali e dalle condizioni topografiche locali (valutazione degli effetti locali). Tali valutazioni possono essere effettuate mediante diversi livelli di approfondimento: dalle analisi di I Livello basate su un approccio qualitativo, fino allo studio parametrico rigoroso, proprio del III Livello.

Uno studio di microzonazione sismica di III Livello (di seguito MS3) prevede la disamina di tutti gli aspetti propri di una microzonazione sismica (stima dell'azione sismica e, quindi, dell'eventuale livello di amplificazione sismica e definizione delle aree di rispetto e/o suscettibilità per le aree instabili) mediante procedure avanzate finalizzate ad una parametrizzazione quantitativa.

Il documento tecnico di riferimento generale per la realizzazione degli studi è rappresentato dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. Nella sua interezza il documento nazionale intende costituire un elemento utile all'approfondimento della pericolosità sismica locale, necessario all'analisi del rischio sismico, applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell'emergenza e della normativa tecnica per la progettazione. Il documento individua e determina criteri, metodi e procedure per l'esecuzione di azioni di microzonazione a diverse scale e con diversi livelli di approfondimento.

Gli ICMS sono stati aggiornati, modificati e implementati nel corso degli ultimi anni mediante





<http://www.regione.toscana.it/-/specifiche-tecniche-regionali-per-la-microzonazione-sismica>