



In-Spector

un software di supporto alla selezione di
accelerogrammi naturali spettrocompatibili
per analisi geotecniche e strutturali



*Gianluca Acunzo
Alessandro Pagliaroli
Giuseppe Scasserra*

Scelta dell'input sismico nelle NTC08



Bologna
25-27 Nov
2014

Le NTC08 al § 3.2.3.6 recitano quanto segue:

"L'uso di accelerogrammi artificiali **NON È AMMESSO** nelle analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici.

L'uso di accelerogrammi generati mediante simulazione del meccanismo di sorgente e della propagazione è ammesso a condizione che siano adeguatamente giustificate le ipotesi relative alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente e del mezzo di propagazione.

L'uso di accelerogrammi registrati è ammesso, a condizione che la loro scelta **sia rappresentativa della sismicità del sito e sia adeguatamente giustificata in base alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente, alle condizioni del sito di registrazione, alla magnitudo, alla distanza dalla sorgente** e alla massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

Gli accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati **in modo da approssimare gli spettri di risposta** nel campo di periodi di interesse per il problema in esame."

Database nazionali e internazionali di accelerogrammi naturali

Stati Uniti

- Pacific Earthquake Engineering Research Center (**PEER**)
- COSMOS
- California Geological Survey

Giappone

- Kyoshin Net (**K-NET**)

Europa

- European Strong Motion Database (**ESD**)
- Turkish Strong Motion Dataset (**TSMD**)

Italia

- ITalian ACcelerometric Archive (**ITACA**)

Software disponibili per la selezione di accelerogrammi naturali

ASCONA (Corigliano et al., 2012)

- Preselezione su varie banche dati basata su parametri sismologici
- Include solo registrazioni su roccia
- Compatibilità con spettro di risposta in accelerazione/spostamento
- Ulteriori parametri per la selezione: F scala, esame visuale, ripetizioni evento, compatibilità spettro medio δ e massima deviazione del *set* rispetto spettro obiettivo δ_{\max}

SEISM-HOME



EUCENTRE[®]

European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

- per utenti non esperti
- algoritmo ASCONA
- Set di 7 acc su roccia compatibili con spettro NTC08 (475 anni)
- Basato su zonazione sismogenetica ZS9

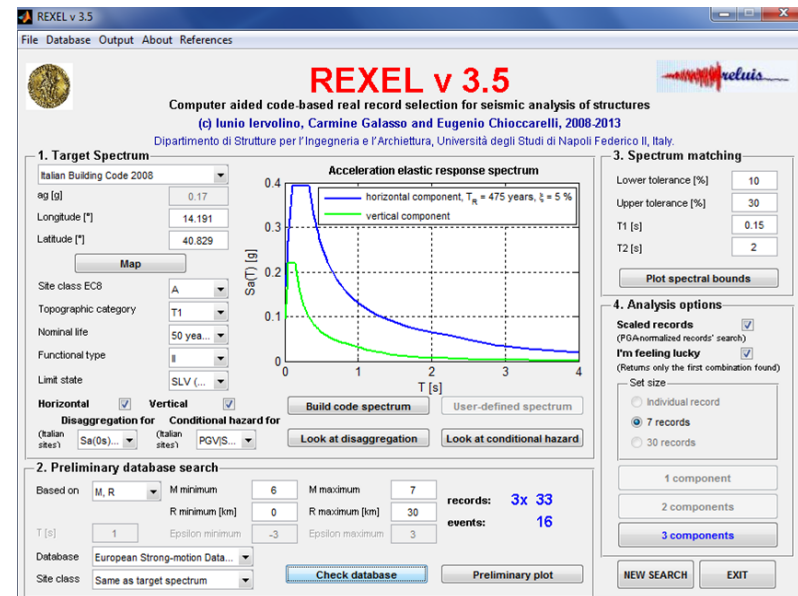
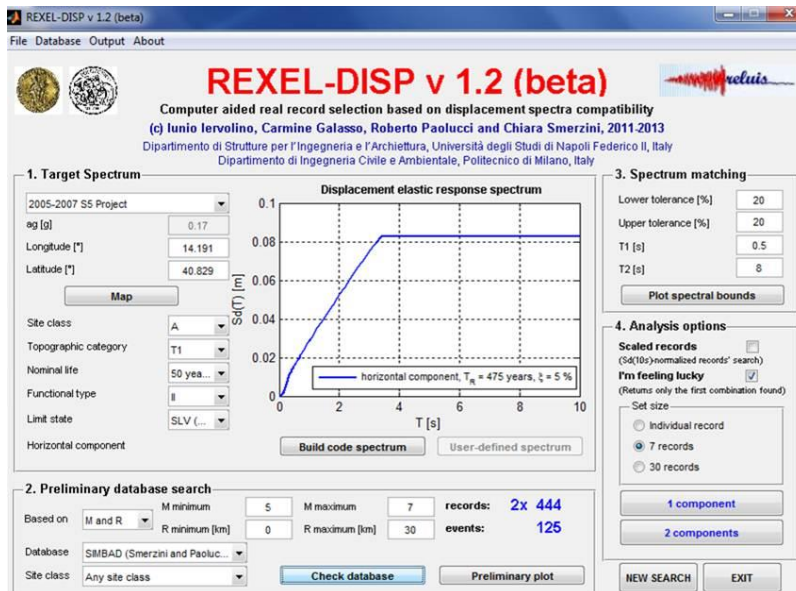
Software disponibili per la selezione di accelerogrammi naturali



Bologna
25-27 Nov
2014

REXEL (Iervolino et al., 2009) e
REXEL-DISP (Smerzini et al 2013)

- Preselezione su varie banche dati basata su M e d
- Include registrazioni su tutte le categorie di sottosuolo
- Compatibilità con spettro di risposta in accelerazione (NTC, EC8, definito da utente) o in spostamento
- Ulteriori parametri per la selezione: F scala medio



Procedura di selezione mediante *In-Spector*

Fase 1

Fase 2

Fase 3

Fase 4

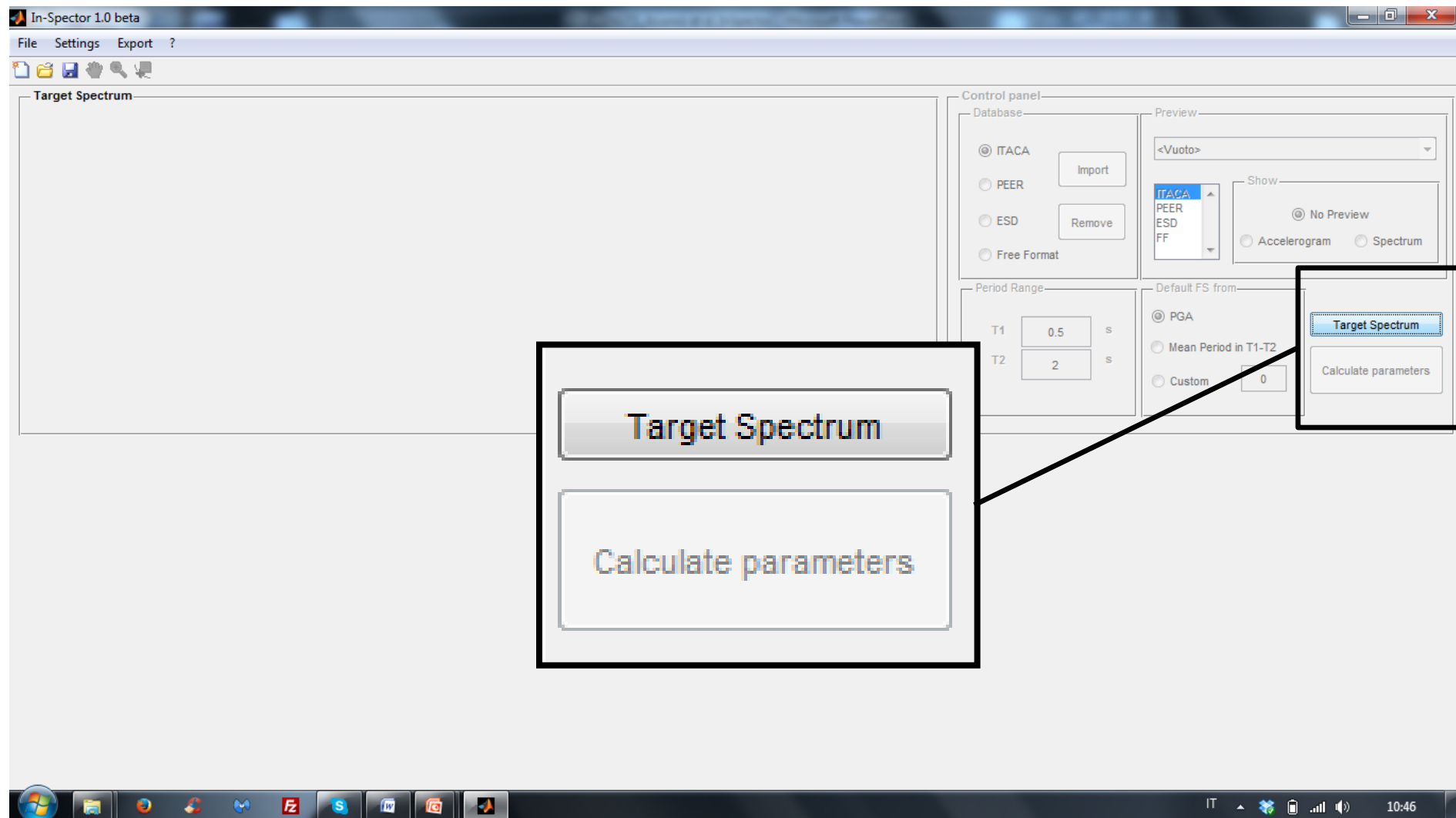
Fase 5

Fase 6



Bologna
25-27 Nov
2014

Importazione dello Spettro Target



Fase 1

Fase 2

Fase 3

Fase 4

Fase 5

Fase 6



Bologna
25-27 Nov
2014

Importazione dello Spettro Target $T(s)$ $Sa(g)$

In-Spector 1.0 beta

File Settings Export ?

Target Spectrum

Choose target spectrum file

Organizza Nuova cartella

Nome Ultima modifica

Arezzo 30 09/06/2014 14:1

Arezzo 201 12/05/2014 13:0

Arezzo 712 06/05/2014 16:3

Cosenza_30 22/09/2014 12:2

Cosenza_201 22/09/2014 12:2

Cosenza_712 22/09/2014 12:2

Crotone_30 22/09/2014 10:2

Crotone_201 22/09/2014 10:2

Crotone_712 22/09/2014 10:1

Gerace_30 04/09/2014 11:2

Gerace_201 04/09/2014 11:3

Gerace_712 04/09/2014 11:2

Nome file: Arezzo 712

File di test

Apri

Arezzo 712 - Blocco note

File	Modifica	Formato	Visualizza ?
0.000	0.182		
0.099	0.441		
0.298	0.441		
0.394	0.333		
0.491	0.267		
0.588	0.223		
0.684	0.192		
0.781	0.168		
0.878	0.150		
0.975	0.135		
1.071	0.123		
1.168	0.112		
1.265	0.104		
1.361	0.096		
1.458	0.090		
1.555	0.084		
1.652	0.080		
1.748	0.075		
1.845	0.071		
1.942	0.068		
2.038	0.064		
2.135	0.062		
2.232	0.059		
2.329	0.056		
2.408	0.053		
2.488	0.049		
2.567	0.046		
2.647	0.044		
2.727	0.041		
2.806	0.039		
2.886	0.037		
2.965	0.036		
3.045	0.036		
3.125	0.036		
3.204	0.036		

Preview

<Vuoto>

Show

☒ No Preview

☐ Accelerogram ☐ Spectrum

Default FS from

☒ PGA

☐ Mean Period in T1-T2

☐ Custom 0

Target Spectrum

Calculate parameters

IT 10:48

In-Spector. G.Acunzo, A.Pagliaroli, G.Scasserra

CNR-IGAG

Fase 1

Fase 2

Fase 3

Fase 4

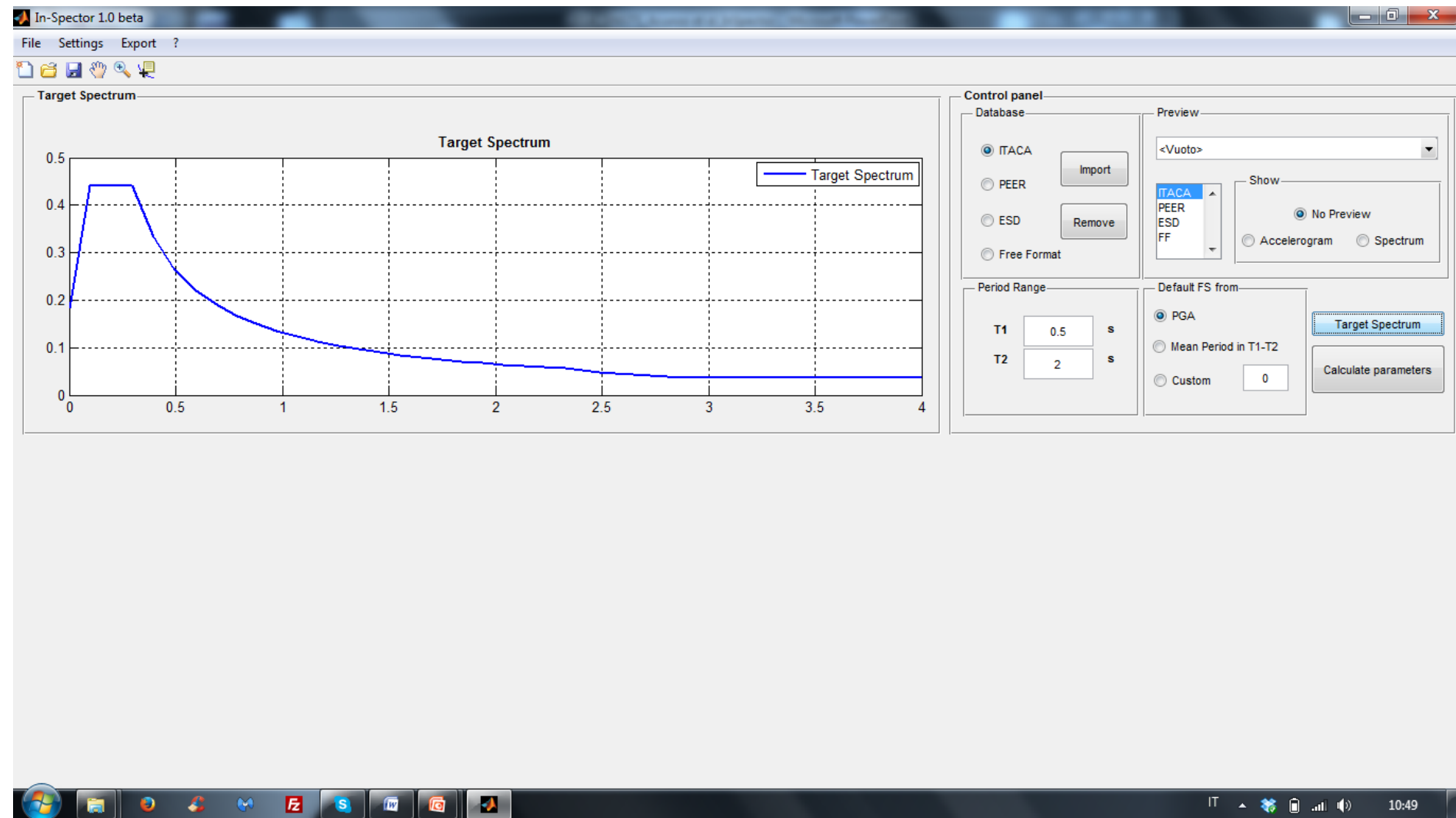
Fase 5

Fase 6



Bologna
25-27 Nov
2014

Importazione dello Spettro Target



Fase 1

Fase 2

Fase 3

Fase 4

Fase 5

Fase 6

Bologna
25-27 Nov
2014

Importazione Accelerogrammi

In-Spector 1.0 beta

File Settings Export ?

Target Spectrum

Control panel

Database

- ☒ ITACA
- ☐ PEER
- ☐ ESD
- ☐ Free Format

Import

Remove

Period Range

T1 0.5 s

T2 2 s

Preview

<Vuoto>

Show

- ☒ No Preview
- ☐ Accelerogram
- ☐ Spectrum

Default FS from

- ☒ PGA
- ☐ Mean Period in T1-T2
- Custom 0

Target Spectrum

Calculate parameters

Database

- ☐ ITACA
- ☐ PEER
- ☐ ESD
- ☒ Free Format

Import

Remove

In-Spector. G.Acunzo, A.Pagliaroli, G.Scasserra

CNR-IGAG

Importazione Accelerogrammi

In-Spector 1.0 beta

File Settings Export ?

Target Spectrum

Target Spectrum

Control panel

Database

ITACA
PEER
ESD
Free Format

Import
Remove

Preview

<Vuoto>

Show

No Preview
Accelerogram
Spectrum

Free format

Settings

First line: 56
Last line: 10000
Time Step: 0.005
Units: cm/s²

File format

Single value per line
Multiple values per line
Time values included

Time column: 1
Acceleration column: 1

Import file
Preview
Show preview

Time history preview

```
Line 1 : EVENT_NAME: UMBRIA_MARCHE_1ST_SHOCK
Line 2 : EVENT_ID: IT-1997-0004
Line 3 : EVENT_DATE_YYYYMMDD: 19970926
Line 4 : EVENT_TIME_HHMMSS: 003312
Line 5 : EVENT_LATITUDE_DEGREE: 43.0230
Line 6 : EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 12.8920
Line 7 : EVENT_DEPTH_KM: 5.7
Line 8 : HYPOCENTER_REFERENCE: Chiaraluce_et_al_2004
Line 9 : MAGNITUDE_W: 5.7
Line 10 : MAGNITUDE_W_REFERENCE: RCMT-INGV
Line 11 : MAGNITUDE_L: 5.6
```

Open file

Organizza Nuova cartella

Nome Ultima modifica Tipo

IT.FHC..HNE.D.19970926.003312.C.ACC	06/05/2014 16:30	File ASC
IT.FHC..HNN.D.19970926.003312.C.ACC	06/05/2014 16:30	File ASC
IT.FHC..HNZ.D.19970926.003312.C.ACC	06/05/2014 16:30	File ASC
IT.ORT..HNE.D.19840507.174943.C.ACC	06/05/2014 16:28	File ASC
IT.ORT..HNN.D.19840507.174943.C.ACC	06/05/2014 16:28	File ASC
IT.ORT..HNZ.D.19840507.174943.C.ACC	06/05/2014 16:28	File ASC

Nome file: "IT.FHC..HNN.D.19970926.003312.C.ACC" "IT"

All files (*.*)

Apri Annulla

Fase 1

Fase 2

Fase 3

Fase 4

Fase 5

Fase 6

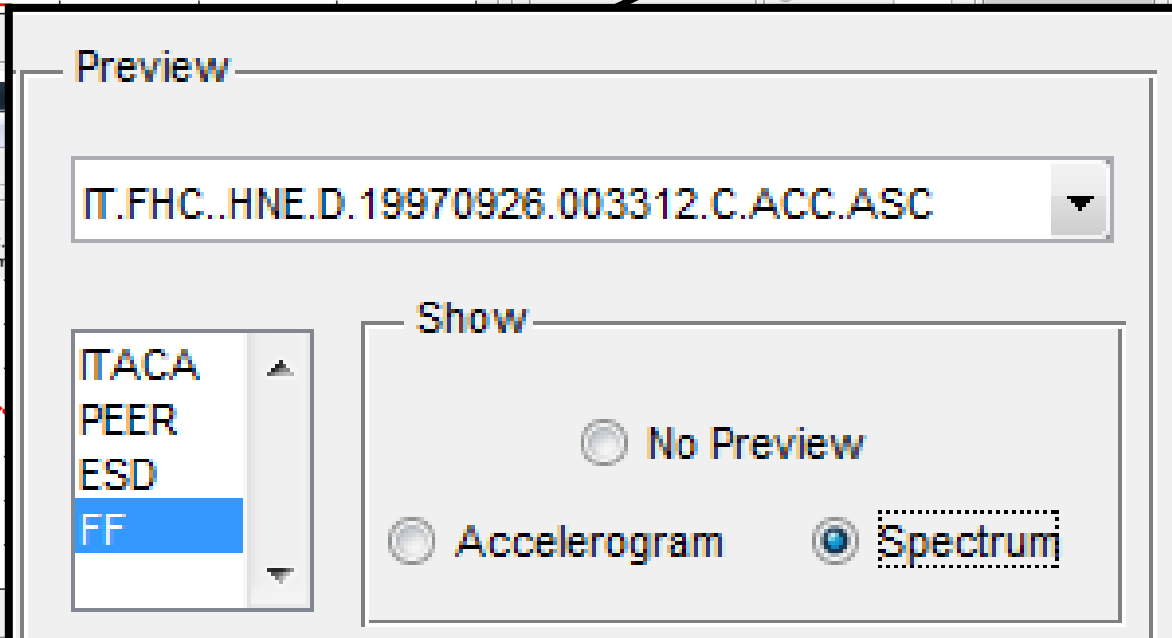
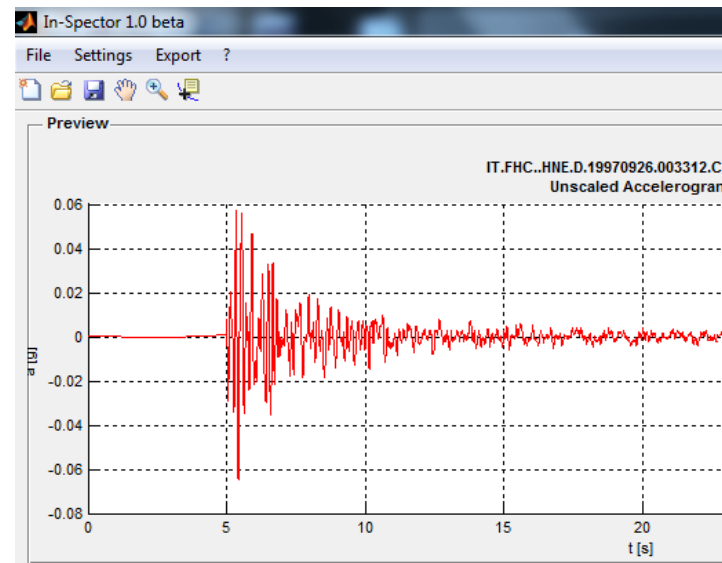
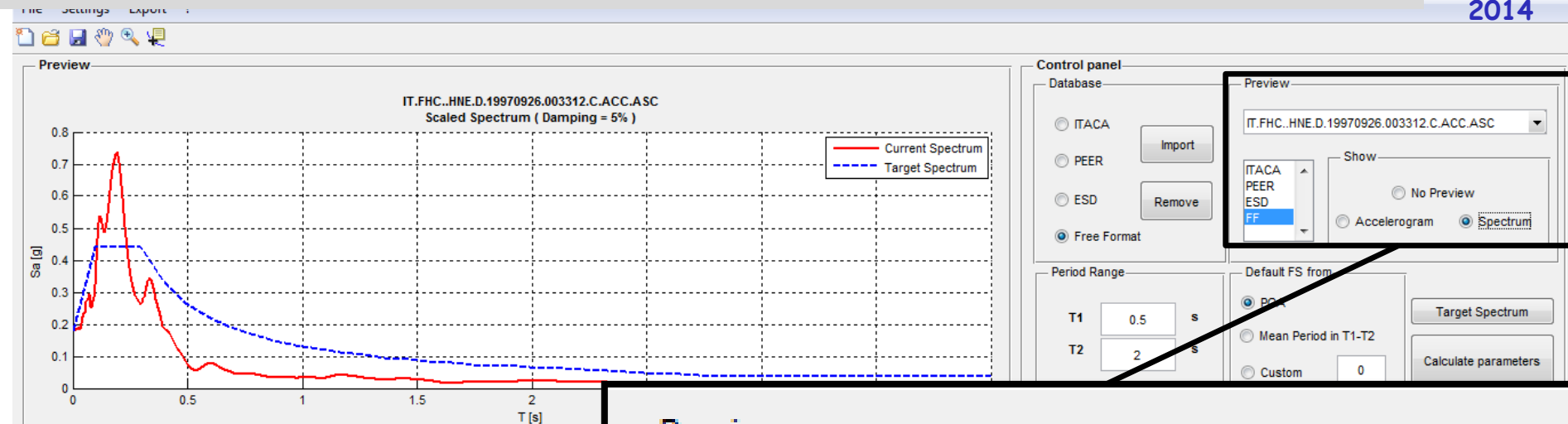


Bologna

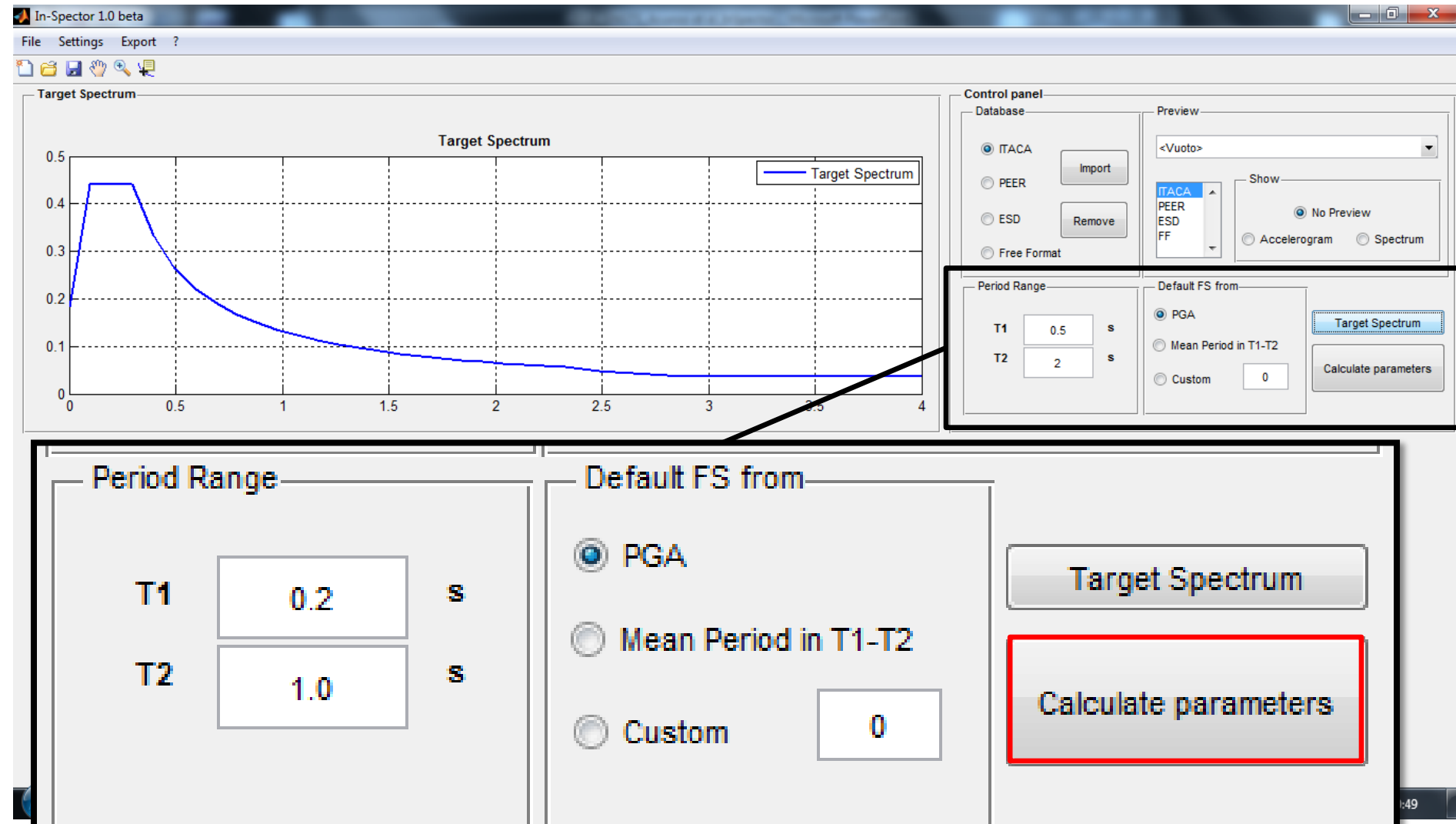
25-27 Nov

2014

Importazione Accelerogrammi



Periodi di Interesse e Calcolo Parametri



Periodi di Interesse e Calcolo Parametri

In-Spector 1.0 beta

File Settings Export ?

Target Spectrum

Control panel

Database

Preview

ITACA

Import

UMBRIA_MARCHE_1ST_SHOCK [26/09/1997 00:...

	Event	MW	Epicentral Distance (Km)	Subsoil class (EC8)	FS	Drms	Arias Intensity (cm/s)	Significant Duration (s)
1	UMBRIA_MARCHE_1ST_SH...	5.7	39.0	A*	2.81	0.0847	16.5146	6.0950
2	UMBRIA_MARCHE_1ST_SH...	5.7	39.0	A*	2.79	0.1035	14.7680	6.7600
3	UMBRIA_MARCHE_1ST_SH...	5.7	39.0	A*	5.81	0.0855	13.4937	10.2350
4	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	2.09	0.0901	12.2979	9.1000
5	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	3.13	0.0277	26.4669	9.9000
6	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	6.46	0.0655	13.4764	10.6100

Parameters table

	Event	MW	Epicentral Distance (Km)	Subsoil class (EC8)	FS	Drms	Arias Intensity (cm/s)	Significant Duration (s)	Include in mean spectrum	Show plot	Database
1	UMBRIA_MARCHE_1ST_SH...	5.7	39.0	A*	2.81	0.0847	16.5146	6.0950	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
2	UMBRIA_MARCHE_1ST_SH...	5.7	39.0	A*	2.79	0.1035	14.7680	6.7600	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
3	UMBRIA_MARCHE_1ST_SH...	5.7	39.0	A*	5.81	0.0855	13.4937	10.2350	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
4	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	2.09	0.0901	12.2979	9.1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
5	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	3.13	0.0277	26.4669	9.9000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
6	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	6.46	0.0655	13.4764	10.6100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA

Order by: Event

☐ Descending order

Include in mean spectrum

Select all

Deselect all

Show plot

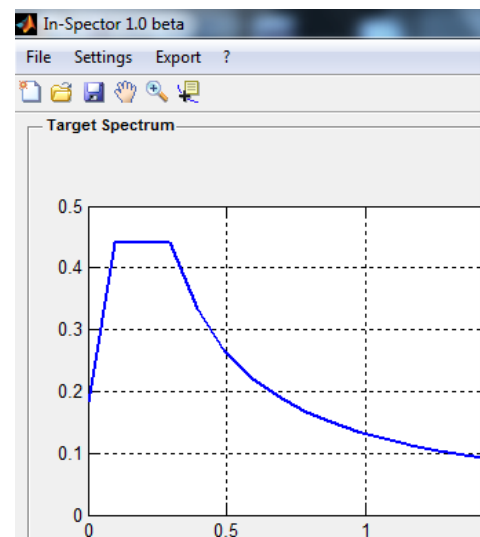
Select all

Deselect all

Refresh plot

Compute Mean Spectrum

Opzioni di Visualizzazione



Parameters table

	Event	MW	Epicentral Distance (Km)	Subsoil class (EC8)	FS
16	CHICHI AFTERSHOCK 09/25/...	N/A	N/A	N/A	3.73
17	WHITTIER 10/01/87 14:42 - S...	N/A	N/A	N/A	3.84
18	NORTHRIDGE EQ 1/17/94 - S...	N/A	N/A	N/A	3.98
19	CHICHI AFTERSHOCK 09/22/...	N/A	N/A	N/A	4.32
20	MORGAN HILL 04/24/84 04:...	N/A	N/A	N/A	4.65
21	WHITTIER 10/01/87 14:42			N/A	4.65
22	CHICHI AFTERSHOCK 09			N/A	4.80
23	WHITTIER 10/01/87 14:42			N/A	5.01
24	BIGBEAR 06/28/92 - Stat			N/A	5.76

Order by FS ☐ Descending order

Parameters table

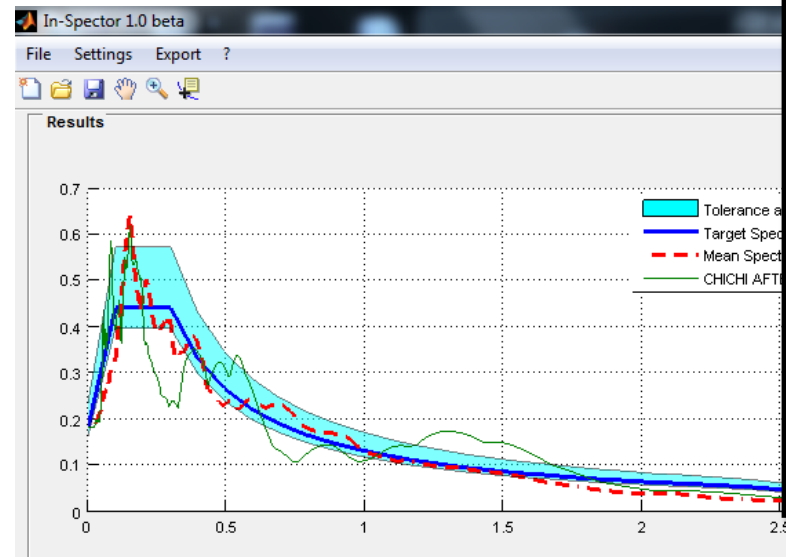
	Event	MW	Epicentral Distance (Km)	Subsoil class (EC8)	FS	Peaks	Arias Intensity (cm/s)	Significant Duration (s)	Include in mean spectrum	Show plot	Database
16	CHICHI AFTERSHOCK 09/25/...	N/A	N/A	N/A	3.73	0.0997	46.6156	26.1300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
17	WHITTIER 10/01/87 14:42 - S...	N/A	N/A	N/A	3.84	0.0557	16.5008	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
18	NORTHRIDGE EQ 1/17/94 - S...	N/A	N/A	N/A	3.98	0.0519	48.1226	15.1400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
19	CHICHI AFTERSHOCK 09/22/...	N/A	N/A	N/A	4.32	0.0733	58.3694	23.0750	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
20	MORGAN HILL 04/24/84 04:...	N/A	N/A	N/A	4.65	0.0719	52.4377	7.8150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
21	WHITTIER 10/01/87 14:42			N/A	4.65	0.0543	27.5269	6.7000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
22	CHICHI AFTERSHOCK 09			N/A	4.80	0.1280	40.1697	11.6360	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
23	WHITTIER 10/01/87 14:42			N/A	5.01	0.0741	25.6976	9.5400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
24	BIGBEAR 06/28/92 - Stat			N/A	5.76	0.0600	80.7545	25.6200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER

Order by FS ☐ Descending order

Include in mean spectrum:

Show plot:

Opzioni di Visualizzazione



Significant Duration (s)	Include in mean spectrum	Show plot	Database
9.9000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
17.3280	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
14.4840	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PEER
21.5100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
11.6200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
13.9480	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
17.9400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
6.7000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER

Include in mean spectrum

Select all
Deselect all

Show plot

Select all
Deselect all

Refresh plot
Compute Mean Spectrum

Parameters table

	Event	MW	Epicentral Distance (Km)	Subsoil class (EC8)	FS	Drms	Arias Intensity (cm/s)
1	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	3.13	0.0360	26.4669
2	CHICHI AFTERSHOCK 09/22/...	N/A	N/A	N/A	7.24	0.0389	57.2625
3	CHICHI AFTERSHOCK 09/20/...	N/A	N/A	N/A	7.68	0.0437	31.4761
4	CHICHI AFTERSHOCK 09/22/...	N/A	N/A	N/A	2.84	0.0439	29.6138
5	WHITTIER 10/01/87 14:42 - S...	N/A	N/A	N/A	8.95	0.0480	45.0676
6	CHICHI AFTERSHOCK 09/20/...	N/A	N/A	N/A	7.63	0.0627	36.1235
7	CHICHI AFTERSHOCK 09/20/...	N/A	N/A	N/A	7.70	0.0628	31.1420
8	WHITTIER 10/01/87 14:42 - S...	N/A	N/A	N/A	3.84	0.0677	16.5008
9	WHITTIER 10/01/87 14:42 - S...	N/A	N/A	N/A	4.65	0.0677	27.5269

Order by: Drms

☐ Descending order

Significant Duration (s)	Include in mean spectrum	Show plot	Database
9.9000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ITACA
17.3280	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
14.4840	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PEER
21.5100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
11.6200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
13.9480	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
17.9400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER
6.7000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEER

Include in mean spectrum

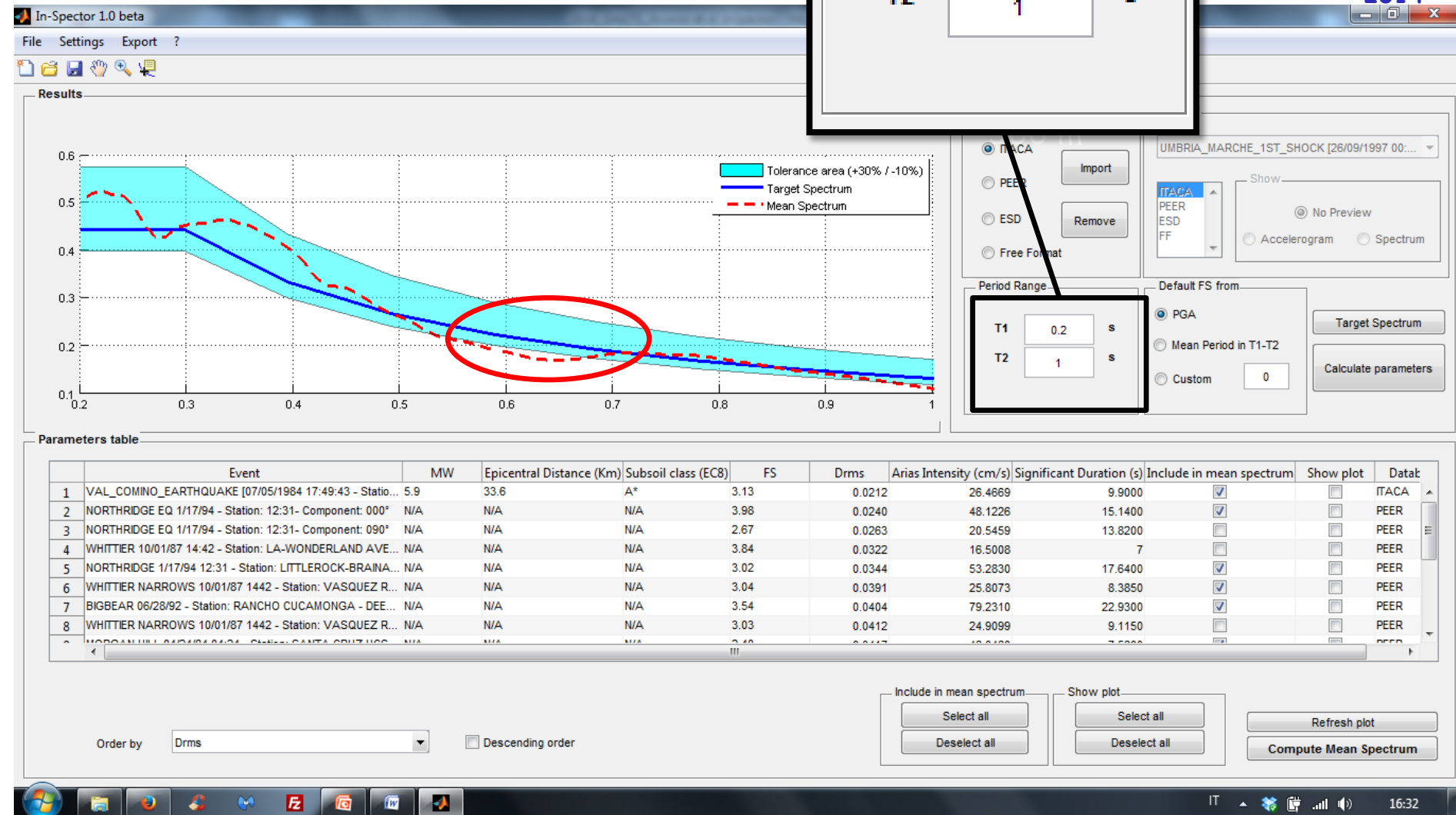
Select all
Deselect all

Show plot

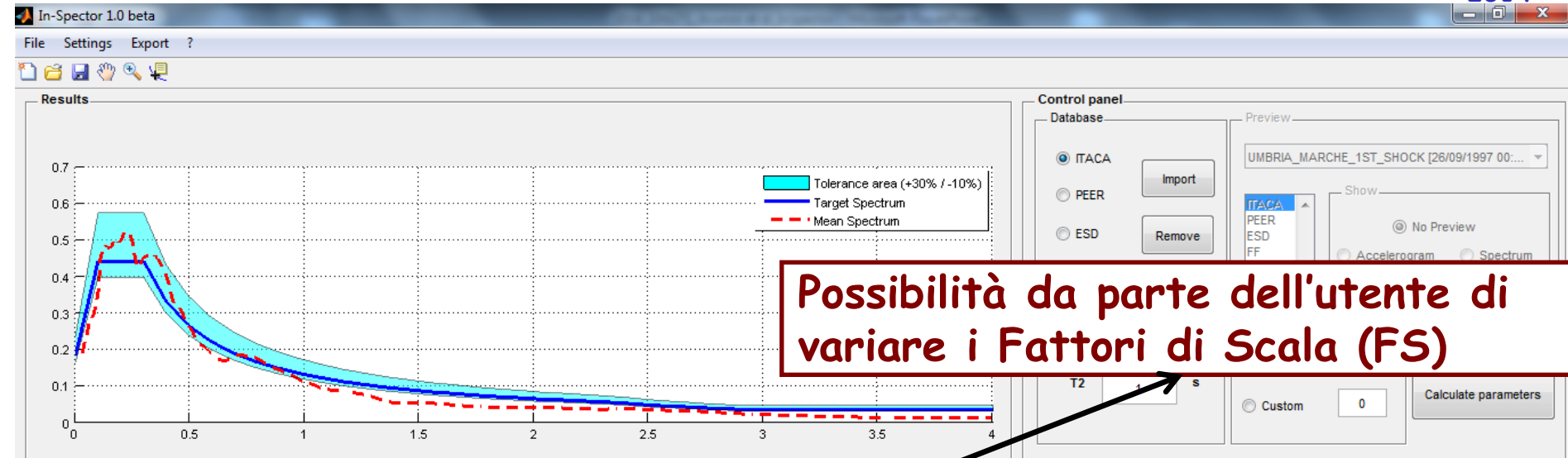
Select all
Deselect all

Refresh plot
Compute Mean Spectrum

Selezione e Controllo



Selezione e Controllo

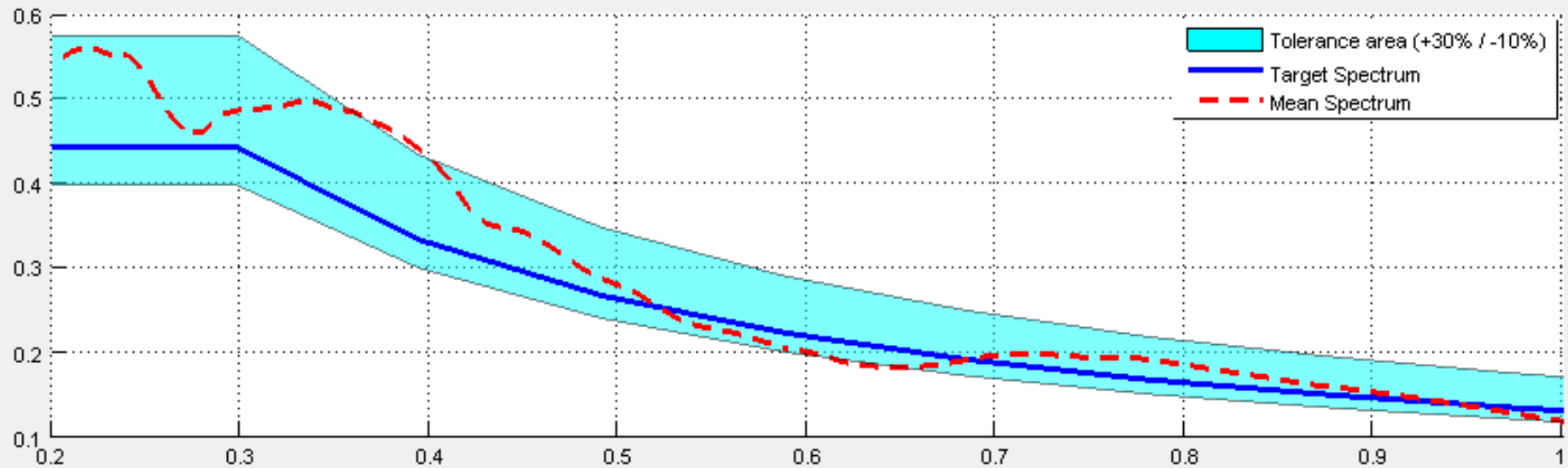


Parameters table

	Event	MW	Epicentral Distance (Km)	Subsoil class (EC8)	FS	Drms	Arias
1	VAL_COMINO_EARTHQUAK...	5.9	33.6	A*	3.50	0.0277	
2	NORTHRIDGE EQ 1/17/94 - S...	N/A	N/A	N/A	4.00	0.0519	
3	NORTHRIDGE EQ 1/17/94 - S...	N/A	N/A	N/A	2.67	0.0263	
4	WHITTIER 10/01/87 14:42 - S...	N/A	N/A	N/A	3.84	0.0322	
5	NORTHRIDGE 1/17/94 12:31 ...	N/A	N/A	N/A	3.40	0.0755	
6	WHITTIER NARROWS 10/01/...	N/A	N/A	N/A	3.40	0.0688	
7	BIGBEAR 06/28/92 - Station:...	N/A	N/A	N/A	3.54	0.0404	
8	WHITTIER NARROWS 10/01/...	N/A	N/A	N/A	3.03	0.0412	
9	MORGAN HILL 04/24/84 04:...	N/A	N/A	N/A	2.80	0.0937	

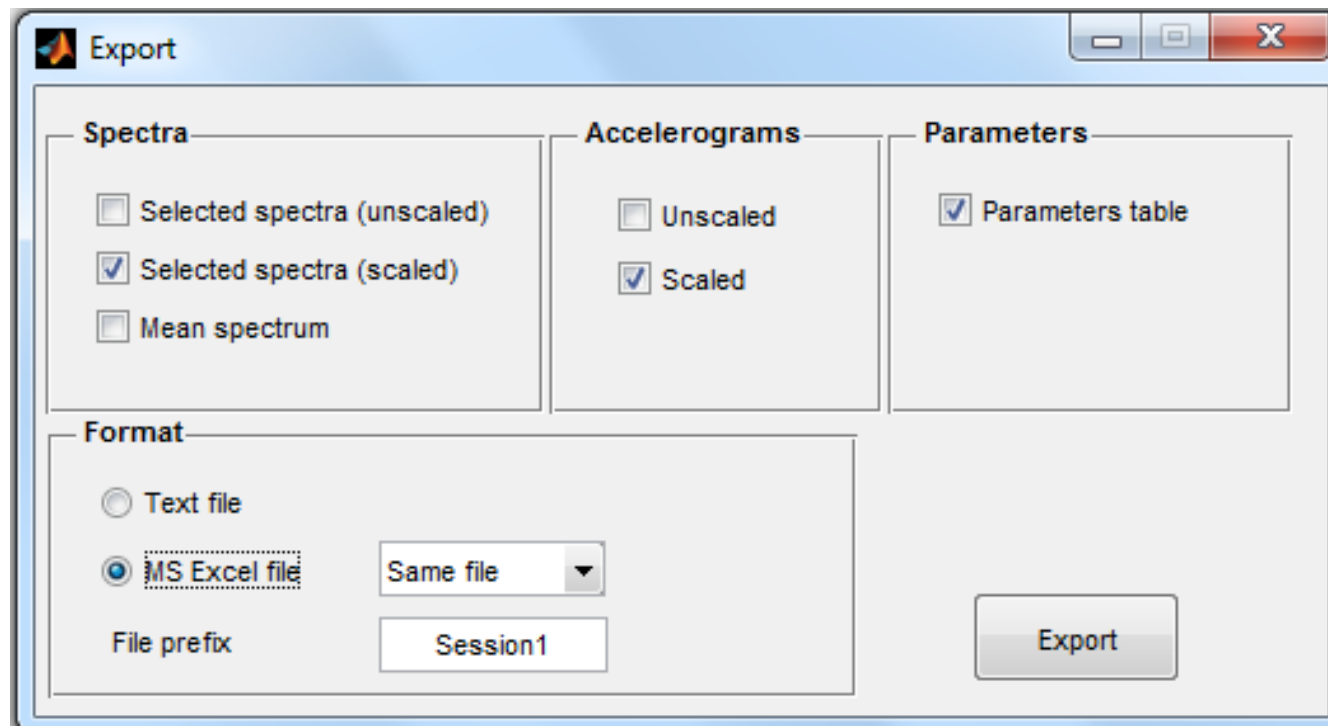
Selezione e Controllo

Tornando al caso precedente:
variando gli FS quanto necessario, la selezione può essere adeguata



Esportazione della Selezione

Attraverso il comando **Export** è possibile salvare i segnali selezionati in formato *.txt* e *.xls*



Peculiarità di In-Spector

- Preselezione (criteri sismologici) degli accelerogrammi effettuata dall'utente in banche dati esterne al software
- Importazione di segnali da qualsiasi banca dati e relativi a qualsiasi classe di sottosuolo
- Possibile utilizzo tra i criteri di selezione anche di **intensità di Arias e durata significativa**
- Eventuale modifica dei singoli **FS** e aggiornamento in tempo reale
- Selezione finale affidata al giudizio esperto dell'utente e non a combinazioni automatiche
- Possibile utilizzo come **strumento di verifica** da parte di Enti o Soggetti Valutatori



GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA

33° Convegno Nazionale Bologna

INFO

Per richiedere **In-Spector**, per informazioni o segnalazioni di *bug* mandate una mail a:

inspector.igag@gmail.com

• Approccio per la scelta di accelerogrammi naturali

• Spectral matching

- La congruenza tra la forma spettrale di normativa e quella del singolo accelerogramma selezionato può essere basata sul **parametro D_{rms}** (*average root-mean square deviation*)

N = numero dei periodi per i quali è specificato lo spettro

$$D_{rms} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{SA_0(T_i)}{PGA_0} - \frac{SA_s(T_i)}{PGA_s} \right)^2}$$

Media degli scarti quadratici medi tra le accelerazioni spettrali dell'accelerogramma selezionato e quelle dello spettro di riferimento

D_{rms} quantifica lo scostamento tra le forme spettrali

(Pagliaroli & Lanzo, 2008)

