



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
dell'Università degli Studi di Pavia

via Ferrata, 3 – 27100 Pavia ITALIA – Tel. (0382) 985.300 – 985.400 – 985.450

Fax (0382) 985589 – 528422 – 985419

Codice Fiscale 80007270186 Partita IVA 00462870189

DICAR

Rapporto Scientifico

“PROSECUZIONE DELLE ATTIVITÀ DI DEFINIZIONE DI INPUT SISMICI SISMOCOMPATIBILI E SPETTROCOMPATIBILI PER I COMUNI DELLA REGIONE TOSCANA”

*Accordo di Collaborazione Scientifica tra la Regione Toscana ed il
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia*

Responsabile: Prof. Carlo G. Lai, PhD
Collaboratrice: Dr. Elisa Zuccolo, PhD

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Normativa	5
2.2	Letteratura tecnica.....	5
2.3	Codici di calcolo.....	6
2.4	Banche-dati	6
2.5	Altri documenti	6
3	CRONOPROGRAMMA.....	7
4	INDICAZIONI NORMATIVE.....	8
5	AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO UNIPV (2012)	11
6	MESONAZIONE DEL TERRITORIO.....	15
7	DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RIFERIMENTO	21
8	SELEZIONE DEGLI ACCELEROGRAMMI NATURALI – PROGRAMMA ASCONA.....	25
9	PROGRAMMA SCALCONA-3.0	29
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	34
11	APPENDICE A – RISULTATI	35
11.1	Periodo di Ritorno di 75 anni	36
11.2	Periodo di Ritorno di 201 anni	44
11.3	Periodo di Ritorno di 475 anni	52
11.4	Periodo di Ritorno di 712 anni	61
11.5	Periodo di Ritorno di 949 anni	70
11.6	Periodo di Ritorno di 1462 anni	79
11.7	Periodo di Ritorno di 1950 anni	88
11.8	Periodo di Ritorno di 2475 anni	97
12	APPENDICE B – RISULTATI ISOLE.....	106
	APPENDICE C – MANUALE INSTALLAZIONE E D’USO DI SCALCONA-3.0	117
12.1	Prerequisiti.....	117
12.2	Installazione	117
12.3	Utilizzo.....	118

1 INTRODUZIONE

Questo documento costituisce la relazione tecnica finale del “Programma delle attività” relativo all’Accordo di Collaborazione Scientifica tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell’Università degli Studi di Pavia (UNIPV) per la “*Prosecuzione delle attività di definizione di input sismici sismo-compatibili e spettro-compatibili per i Comuni della Regione Toscana*” sottoscritto tra le parti il 22 Dicembre 2014 (RT-DICAR, 2014) e finalizzato alla prosecuzione dello studio “*Definizione di input sismici sismo-compatibili e spettro-compatibili per i Comuni della Regione Toscana*” (UNIPV, 2012; Zuccolo et al., 2014), realizzato nell’ambito di una precedente Convenzione tra la Regione Toscana e l’Università degli Studi di Pavia (Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura).

Nell’ambito della precedente Convenzione tra la Regione Toscana e l’Università degli Studi di Pavia era stato sviluppato il software SCALCONA-2.0, che consente di ottenere un set di 7 accelerogrammi naturali registrati su roccia affiorante (categoria di terreno A secondo le NTC, 2008) e soddisfacenti al requisito della spettro-compatibilità allo spettro di risposta di normativa (NTC, 2008) per un qualsiasi sito ricadente all’interno della Regione Toscana (incluse le isole) per i periodi di ritorno di 50, 75, 101, 475, 712 e 949 anni.

Nell’ambito della presente Convenzione, il software SCALCONA-2.0 è stato potenziato mediante l’integrazione di input sismici sismo- e spettro-compatibili (per la categoria di sottosuolo A ai sensi delle NTC, 2008) per i periodi di ritorno di 201, 1462, 1950 e 2475 anni, definiti con una procedura analoga a quella utilizzata in precedenza, che comprende:

- la meso-zonazione del territorio in terraferma appartenente alla Regione Toscana per ciascuno dei 4 periodi di ritorno di interesse (in modo da raggruppare gli spettri dei nodi del reticolo di riferimento delle NTC (2008) interni al territorio toscano in gruppi caratterizzati da forme spettrali simili e ampiezza limitata) e identificazione di uno spettro di risposta di riferimento per ciascun gruppo individuato;
- la selezione, mediante il software ASCONA (Corigliano et al., 2012), di un gruppo di 7 accelerogrammi naturali spettro-compatibili per ciascuno spettro di risposta di riferimento individuato e per gli spettri della normativa NTC (2008) definiti per le isole dell’arcipelago Toscano.

Data la difficoltà di selezionare registrazioni spettro-compatibili con bassi fattori di scala per i lunghi periodi di ritorno (1462, 1950 e 2475 anni), dovuta principalmente alla mancanza di registrazioni su roccia caratterizzate da elevati valori del picco di accelerazione del suolo (PGA - componente orizzontale), nella *Relazione tecnico-illustrativa con indicazione del cronoprogramma delle attività* (Pavia, 20 Gennaio 2015) era stata inserita come attività l’aggiornamento della banca dati accelerometrica utilizzata da ASCONA, mediante l’inserimento degli eventi sismici più recenti (fino al 2015), in modo da incrementare il numero di registrazioni disponibile e quindi agevolare la selezione con fattori di scala relativamente bassi. Tuttavia, nel corso dello studio, è emerso che alcune stazioni sismiche utilizzate in SCALCONA-2.0, e quindi ritenute situate su roccia affiorante, sono state recentemente riclassificate come poste su suoli diversi dalla categoria di sottosuolo A (ai sensi delle NTC, 2008) e/o all’interno di strutture. **Si è deciso pertanto a) di creare un database ex-novo di ASCONA utilizzando le versioni più recenti delle banche-dati accelerometriche disponibili e b) di ri-effettuare la selezione degli accelerogrammi per tutti i 41 spettri di riferimento identificati nello studio UNIPV (2012). Per i segnali non corretti nella banca accelerometrica originale, sono state preliminarmente applicate le operazioni di rimozione della linea base e filtraggio. La nuova banca dati di ASCONA, aggiornata al 2015, include pertanto SOLO accelerogrammi corretti.**

Il software SCALCONA-2.0 è stato quindi aggiornato alla versione 3.0, che effettua automaticamente la scalatura lineare degli accelerogrammi selezionati in modo da ottenere l'input sismico per un sito qualsiasi ricadente all'interno del territorio toscano (incluse le isole) per i periodi di ritorno di 50, 75, 101, 201, 475, 712, 949, 1462, 1950 e 2475 anni. Rispetto alla versione 2.0, SCALCONA 3.0 fornisce l'input sismico non solo in termini di accelerazione (sismogrammi e spetti di risposta), ma anche in termini di storie temporali in velocità e spostamento.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA

- EC8-1 “*Design of Structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*” Pr-EN 1998-1. Final Draft. December 2003.
- NTC08. *Norme tecniche per le Costruzioni*, D.M. 14.1.2008.
- Circolare NTC (2009). Circolare , n. 617, 2 febbraio 2009, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*”.

2.2 LETTERATURA TECNICA

- Barani S., Spallarossa D., Bazzurro P. (2009). *Disaggregation of Probabilistic Ground-Motion Hazard in Italy*. Bull. Seism. Soc. Am., 99 (5), 2638-2661.
- Bommer J.J., Acevedo A.B (2004). *The use of real earthquake accelerograms as input to dynamic analysis*. Journal of Earthquake Engineering, 8, 43-92.
- Burkhard M., Grunthal G. (2009). *Seismic source zone characterization for the seismic hazard assessment project PEGASOS by the Expert Group 2 (EG 1b)*. Swiss J. Geosci., 102, 149–188.
- Chioccarelli E., Iervolino I., Convertito V. (2010). *Italian Map of Design Earthquakes from Multimodal Disaggregation Distributions: Preliminary Results*. Proceedings of the 14th European Conference On Earthquake Engineering - 14ECEE, 30 Agosto - 3 Settembre 2010, Ohrid, Macedonia.
- Corigliano M., Lai C.G., Rota M., Strobbia C (2012). *ASCONA: Automated Selection of Compatible Natural Accelerograms*. Earthquake Spectra, 28(3), 965-987.
- Dawood H.M., Rodriguez-Marek A., Bayless J., Goulet C., Thompson E. (2015). *A Flatfile for the KiK-net Database Processed Using an Automated Protocol*. Earthquake Spectra In-Press.
- Iervolino I., Cornell C.A. (2005). *Record selection for nonlinear seismic analysis of structures*. Earthquake Spectra, 21(3), 685-713.
- Iervolino I., Maddaloni G., Cosenza E. (2008). *Eurocode 8 Compliant Real Record Sets for Seismic Analysis of Structures*. Journal of Earthquake Engineering, 12, 54-90.
- Lai C.G., Strobbia, C., Dall'Ara A. (2008). *Definizione dell'input sismico nei territori toscani della Lunigiana e Garfagnana*. Rivista Italiana di Geotecnica, 1, pag 9-29.
- Luzi L., Hailemichael S., Bindi D., Pacor F., Mele F., Sabetta F. (2008). *ITACA (Italian ACcelerometric Archive): A Web Portal for the Dissemination of Italian Strong-motion Data*. Seismological Research Letters, 79(5), 716–722. Doi: 10.1785/gssrl.79.5.716
- Montaldo V., Meletti C., Martinelli F., Stucchi M., Locati M. (2007). *On-Line seismic hazard data for the new Italian building code*. Journal of Earthquake Engineering, 11, 119–132.
- Pacor F., Paolucci R., Luzi L., Sabetta F., Spinelli A., Gorini A., Nicoletti M., Marcucci S., Filippi L., Dolce M. (2011). *Overview of the Italian strong motion database ITACA 1.0*. Bull Earthquake Eng, 9(6), 1723–1739. Doi: 10.1007/s10518-011-9327-6

- Progetto INGV-DPC S1 (2006). Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi. Convenzione INGV-DPC (2004-2006). Task 1 – *Completamento delle elaborazioni relative a MPS04*. <http://esse1.mi.ingv.it>
- UNIPV (2012). *Definizione di input sismici sismo-compatibili e spettro-compatibili per i comuni della Regione Toscana*. Convenzione tra Regione Toscana ed Università degli Studi di Pavia. Rapporto tecnico finale a cura di C.G. Lai ed E. Zuccolo, pp. 112.
- Zuccolo E., Corigliano M., Lai C.G. (2014). Selection of spectrum- and seismo-compatible accelerograms for the Tuscany region in Central Italy. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 66, 305-313.

2.3 CODICI DI CALCOLO

- ASCONA: Automated Selection of COmpatible Natural Accelerograms.
- SCALCONA-3.0: SCALing of COmpatible Natural Accelerograms.

2.4 BANCHE-DATI

- ESM - European Strong-Motion database - versione 0.1 (<http://esm.mi.ingv.it>). ESM working group (2015). European Strong-Motion database, version 0.1, Network Activity 3: Networking acceleration networks and SM data users. Project NERA (www.nera-eu.org)
- ITACA - ITalian ACcelerometric Archive - versione 2.0 (<http://itaca.mi.ingv.it>, Luzi et al., 2008; Pacor et al., 2011)
- NGA-West2 (peer.berkeley.edu/ngawest2). PEER 2013/03 – PEER NGA-West2 Database , by: Timothy D. Ancheta, Robert B. Darragh, Jonathan P. Stewart, Emel Seyhan, Walter J. Silva, Brian S.J. Chiou, Katie E. Wooddell, Robert W. Graves, Albert R. Kottke, David M. Boore, Tadahiro Kishida, and Jennifer L. Donahue.
- KiK-net (Kiban-Kyoshin network, <http://www.kyoshin.bosai.go.jp>).

2.5 ALTRI DOCUMENTI

- Confini amministrativi (Regioni, Province e Comuni) in formato Shape-file forniti dal sito ISTAT: <http://www.istat.it/ambiente/cartografia/>

3 CRONOPROGRAMMA

TASK	DESCRIZIONE ATTIVITÀ	dic-14	gen-15	feb-15	mar-15	apr-15	mag-15	giu-15	lug-15	ago-15	set-15	ott-15	nov-15	dic-15
1	Redazione della relazione tecnico-illustrativa con indicazione del cronoprogramma													
2	Aggiornamento della banca dati di ASCONA e correzione di tutti i segnali inclusi													
3	Definizione di set composti da 7 accelerogrammi reali registrati su roccia affiorante sismocompatibili e spettrocompatibili agli spettri di normativa per ciascun punto del reticolo di riferimento ricadente su territorio toscano (Allegato B del D.M. 14.1.2008), relativi al periodo di ritorno di 201 anni													
4	Definizione di set composti da 7 accelerogrammi reali registrati su roccia affiorante sismocompatibili e spettrocompatibili agli spettri di normativa per ciascun punto del reticolo di riferimento ricadente su territorio toscano (Allegato B del D.M. 14.1.2008), relativi ai periodi di ritorno di 1462, 1950 e 2475 anni													
5	Aggiornamento del software SCALCONA-2.0 per i periodi di ritorno di 201, 1462, 1950 e 2475 anni.													
6	Correzione dei segnali già inclusi in SCALCONA 2.0 (relativi ai periodi di ritorno di 50, 75, 101, 475, 712 e 949 anni)													
7	Redazione della relazione finale contenente i risultati dello studio													

4 INDICAZIONI NORMATIVE

La normativa cui si fa riferimento nel presente studio è rappresentata dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (2008) (NTC08 - D.M. 14/01/2008) e dalle istruzioni per la loro applicazione, pubblicate sulla Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 (Circolare NTC, 2009).

Le NTC08 definiscono l'azione sismica in termini di spettri di risposta elastici, approssimando gli spettri a pericolosità uniforme prodotti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) per l'intero territorio nazionale (Montaldo et al. 2007). Gli spettri di risposta sono caratterizzati da un'espressione analitica che dipende da tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi parametri sono definiti per 10751 nodi del reticolo di riferimento e per i 9 periodi di ritorno (da 30 a 2475 anni) considerati dall'INGV per la valutazione della pericolosità sismica. I loro valori sono contenuti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC08. I punti del reticolo di riferimento sono caratterizzati da un ID e definiti in termini di Latitudine e Longitudine, ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine. L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10, F_0 è adimensionale e T_C^* è espresso in secondi. Un estratto dell'Allegato B è mostrato in Figura 4.1.

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6,5448	45,134	0,263	2,50	0,18	0,340	2,51	0,21	0,394	2,55	0,22	0,469	2,49	0,24
13333	6,5506	45,085	0,264	2,49	0,18	0,341	2,51	0,21	0,395	2,55	0,22	0,469	2,49	0,24
13555	6,5564	45,035	0,264	2,50	0,18	0,340	2,51	0,20	0,393	2,55	0,22	0,466	2,50	0,24
13777	6,5621	44,985	0,263	2,50	0,18	0,338	2,52	0,20	0,391	2,55	0,22	0,462	2,51	0,24
12890	6,6096	45,188	0,284	2,46	0,19	0,364	2,51	0,21	0,431	2,50	0,22	0,509	2,48	0,24
13112	6,6153	45,139	0,286	2,46	0,19	0,366	2,51	0,21	0,433	2,50	0,22	0,511	2,48	0,24
13334	6,621	45,089	0,288	2,46	0,19	0,367	2,51	0,21	0,434	2,50	0,22	0,511	2,49	0,24
13556	6,6268	45,039	0,288	2,46	0,19	0,367	2,51	0,21	0,433	2,51	0,22	0,510	2,49	0,24
13778	6,6325	44,989	0,288	2,46	0,19	0,366	2,52	0,21	0,430	2,51	0,22	0,507	2,50	0,24
14000	6,6383	44,939	0,286	2,47	0,19	0,363	2,52	0,21	0,426	2,52	0,22	0,502	2,50	0,24
14222	6,6439	44,889	0,284	2,47	0,19	0,360	2,53	0,21	0,421	2,53	0,22	0,497	2,50	0,24

Figura 4.1 Estratto della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodo di ritorno (T_R) e per ogni nodo del reticolo di riferimento (identificato dalle coordinate geografiche e da un ID).

Inoltre, per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri, gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g , F_0 e T_C^* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola. La tabella contenente i valori di a_g , F_0 e T_C^* per le isole è riportata in Figura 4.2.

Isole	T _R =30			T _R =50			T _R =72			T _R =101			T _R =140			T _R =201			T _R =475			T _R =975			T _R =2475		
	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Figura 4.2 Tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica per le isole, per diversi periodo di ritorno (T_R).

Indicazioni sull'impiego di accelerogrammi sono fornite nelle NTC08 al paragrafo 3.2.3.6. Per l'analisi dinamica delle strutture e terreni è consentito l'utilizzo di diversi tipi di accelerogrammi: artificiali, sintetici e registrati. Tuttavia, è ampiamente riconosciuto nella comunità scientifica che l'utilizzo di accelerogrammi registrati (o naturali) è preferibile rispetto alle altre due tipologie sia per problemi strutturali che geotecnici in quanto posseggono un più realistico contenuto in frequenza, una corretta correlazione temporale tra le componenti orizzontale e verticale dello scuotimento, ed un realistico contenuto energetico in relazione ai parametri sismogenetici (EC8-1 Parte 5, Bommer e Acevedo 2004). Inoltre, le NTC08 non permettono l'uso di accelerogrammi artificiali nelle analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici, tra cui ricadono le analisi di risposta sismica locale. Per questi motivi nel progetto si farà riferimento solo ad accelerogrammi naturali.

Per quanto riguarda gli accelerogrammi naturali, le NTC08 ammettono il loro utilizzo 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 naturali devono poi essere scalati in modo da approssimare gli spettri di risposta nel campo di periodi di interesse per il problema in esame.

Queste prescrizioni rappresentano la prassi corrente per la selezione degli accelerogrammi naturali, nella quale il gruppo di accelerogrammi deve essere selezionato in modo da riflettere la magnitudo, distanza e altri parametri che dominano la pericolosità sismica al sito. Tuttavia, alcuni studi hanno dimostrato che, in alcune condizioni, rispettare magnitudo e distanza del terremoto di scenario (ottenuti dalla disaggregazione nel caso di analisi probabilistica) può non essere soddisfacente per una corretta stima della risposta strutturale (Iervolino e Cornell 2005). Pertanto, la Circolare NTC (2009) precisa che è “possibile, in alternativa, utilizzare le condizioni di compatibilità spettrale media definite per i segnali artificiali anche per quelli naturali, avendo cura in ogni caso di rispettare le condizioni geologiche di sito e di scegliere accelerogrammi il cui spettro è, per quanto possibile, generalmente simile a quello di riferimento. Se ciò richiede che gli accelerogrammi siano scalati linearmente in ampiezza è opportuno limitare il fattore di scala nel caso di segnali provenienti da eventi di piccola magnitudo”.

Le NTC08 ammettono infatti l'utilizzo di accelerogrammi artificiali imponendo che essi rispettino il criterio di spettro-compatibilità media con lo spettro di risposta elastico di riferimento. La spettro-compatibilità deve essere verificata “in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi, per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ del 5%. L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10%, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico, in alcun punto del maggiore tra gli intervalli $0.15s \div 2.0s$ e $0.15s \div 2T$, in cui T è il periodo fondamentale di vibrazione della struttura in campo elastico, per le verifiche agli stati limite ultimi, e $0.15s \div 1.5T$, per le verifiche agli stati limite di esercizio. Nel caso di costruzioni con isolamento sismico, il limite superiore dell'intervallo di coerenza è assunto pari a $1.2T_{is}$,

essendo T_{is} il periodo equivalente della struttura isolata, valutato per gli spostamenti del sistema d'isolamento prodotti dallo stato limite in esame”.

Al paragrafo 7.3.5 delle NTC08 si specifica inoltre che “le due componenti accelerometriche orizzontali (e quella verticale, ove necessario) sono applicate simultaneamente a formare un gruppo di accelerogrammi e gli effetti sulla struttura sono rappresentati dai valori medi degli effetti più sfavorevoli ottenuti dalle analisi, se si utilizzano almeno 7 diversi gruppi di accelerogrammi, dai valori più sfavorevoli degli effetti, in caso contrario. In nessun caso si possono adottare meno di tre gruppi di accelerogrammi”.

5 AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO UNIPV (2012)

Nello studio UNIPV (2012) l'input sismico era stato definito in termini di 7 accelerogrammi reali in media spettro-compatibili agli spettri di normativa (spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali definiti dalle NTC08 per sito rigido con superficie topografica orizzontale - sottosuolo di categoria 'A') relativi ai periodi di ritorno di 50, 75, 101, 475, 712 e 949 anni per:

- i nodi del reticolo di riferimento interni al territorio toscano più quelli ricadenti entro una distanza di 0.1 gradi (Figura 5.1), per un totale di 923 nodi;
- le isole dell'Arcipelago Toscano.

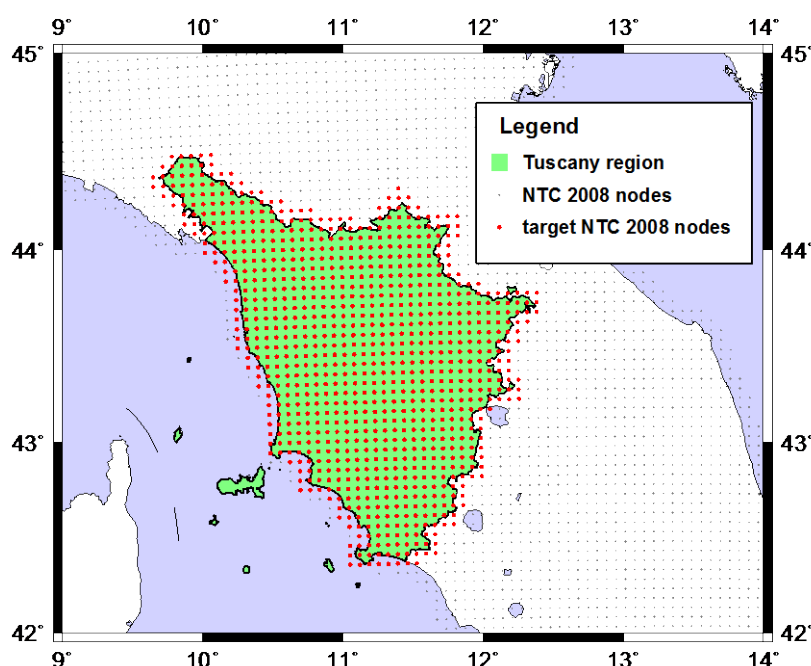


Figura 5.1 Reticolo di riferimento utilizzato dalle NTC08. Sono evidenziati in rosso i 923 nodi considerati nel presente studio.

Per tenere conto della variabilità sia delle forme che dei valori delle ordinate spettrali degli spettri di risposta associati ai 923 nodi, si era deciso di adottare la seguente procedura, articolata in 4 passi principali:

1. mesozonazione del territorio in modo da raggruppare gli spettri dei 923 nodi del reticolo di riferimento considerati in gruppi caratterizzati da forme spettrali simili e ampiezza limitata; questa operazione era stata effettuata indipendentemente per ciascun periodo di ritorno considerato;
2. definizione di uno spettro di risposta di riferimento per ciascun gruppo individuato;
3. selezione di un gruppo di 7 accelerogrammi naturali spettro-compatibili per ciascuno spettro di risposta di riferimento individuato, considerando le prescrizioni delle NTC08 (ossia lo scarto tra lo spettro medio ottenuto dai 7 accelerogrammi e lo spettro di riferimento non deve superare una specifica soglia all'interno di un prefissato campo di periodi);
4. scalatura lineare degli accelerogrammi selezionati in modo da ottenere un gruppo di 7 accelerogrammi spettro-compatibili per uno spettro di risposta qualsiasi all'interno della regione Toscana.

Per quanto riguarda le isole dell'Arcipelago Toscano, per le quali le NTC08 definiscono un'unica forma spettrale in funzione del periodo di ritorno, era stato selezionato un gruppo di 7 accelerogrammi naturali spettro-compatibili per ciascun periodo di ritorno considerato.

In questo studio, l'analisi è stata estesa ai periodi di ritorno di 201, 1462, 1950 e 2475 anni. Gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali per sito rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria 'A') associati ai 923 nodi per i 4 periodi di ritorno ($T_R=201, 1462, 1950$ e 2475 anni) di interesse sono mostrati nei grafici dalla Figura 5.2 alla Figura 5.5, sia ancorati al valore di a_g fornito dalle NTC08, sia normalizzati al valore di a_g al fine di evidenziare le differenze nella forma dello spettro. I parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno non corrispondenti a quelli considerati nelle NTC08 (ossia 1462 e 1950 anni) sono stati ricavati per interpolazione a partire dai dati relativi ai periodi di ritorno previsti dalle NTC08 utilizzando l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08.

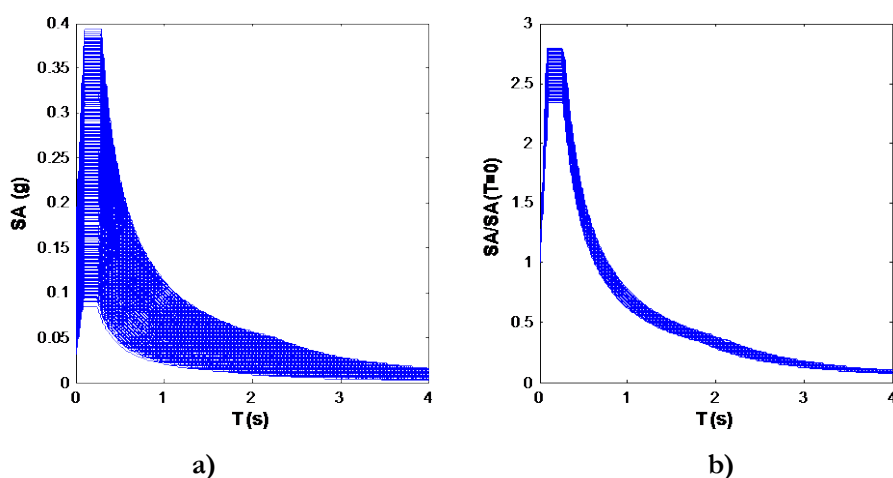


Figura 5.2 Spettri di risposta per $T_R=201$ anni per i 923 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

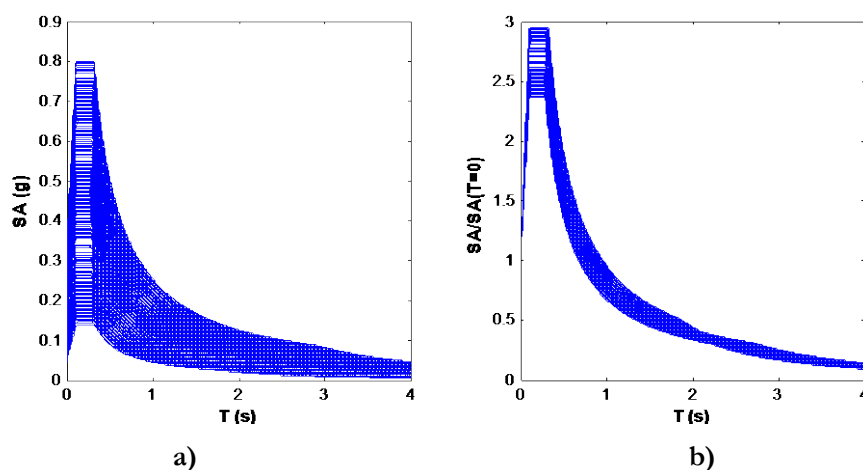


Figura 5.3 Spettri di risposta per $T_R=1462$ anni per i 923 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

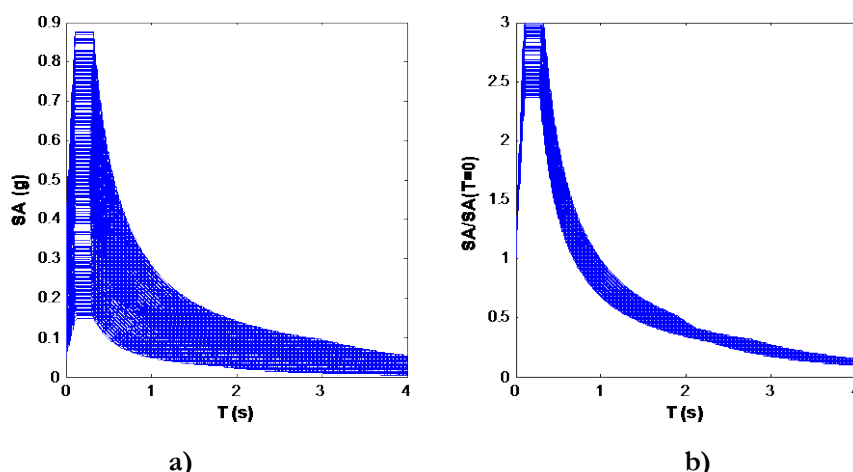


Figura 5.4 Spettri di risposta per $T_R=1950$ anni per i 923 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

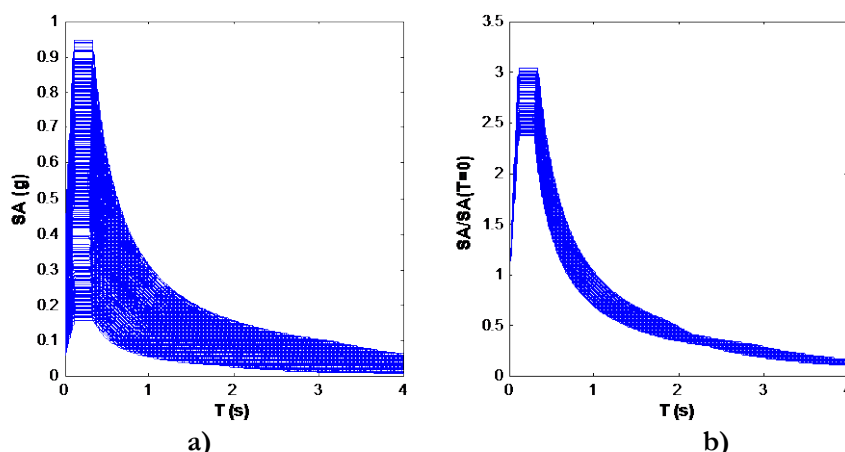


Figura 5.5 Spettri di risposta per $T_R=2475$ anni per i 923 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

È importante ricordare che i due aspetti chiave della procedura utilizzata per la definizione dell'input sismico sono i criteri adottati per definire i gruppi (punto 1) e gli spettri di risposta di riferimento per ciascun gruppo (punto 2). Entrambi gli aspetti sono fondamentali per contenere i fattori di scala che devono essere applicati agli accelerogrammi selezionati (punto 3) in modo da renderli spettro-compatibili ad altri spettri del gruppo diversi dallo spettro di riferimento sul quale è basata la selezione (punto 4).

L'operazione di scalatura degli accelerogrammi viene ora effettuata dal programma SCALCONA-3.0 (SCALing of COmpatible Natural Accelerograms, versione 3.0), che fornisce l'input sismico compatibile con le NTC08 in funzione della posizione geografica del sito (località o coordinate geografiche) e del periodo di ritorno specificati dall'utente.

Per quanto riguarda le isole dell'Arcipelago Toscano, è stato direttamente selezionato un gruppo di 7 accelerogrammi naturali spettro-compatibili per ciascuno dei 4 periodi di ritorno considerati nel presente studio. I 4 spettri di risposta utilizzati sono mostrati in Figura 5.6, insieme a quelli adottati in UNIPV (2012). Pertanto, nel caso in cui l'utente richieda l'input sismico per un sito interno alle isole dell'Arcipelago Toscano, SCALCONA-3.0 fornisce semplicemente il gruppo di 7 accelerogrammi

selezionati per il periodo di ritorno di specificato.

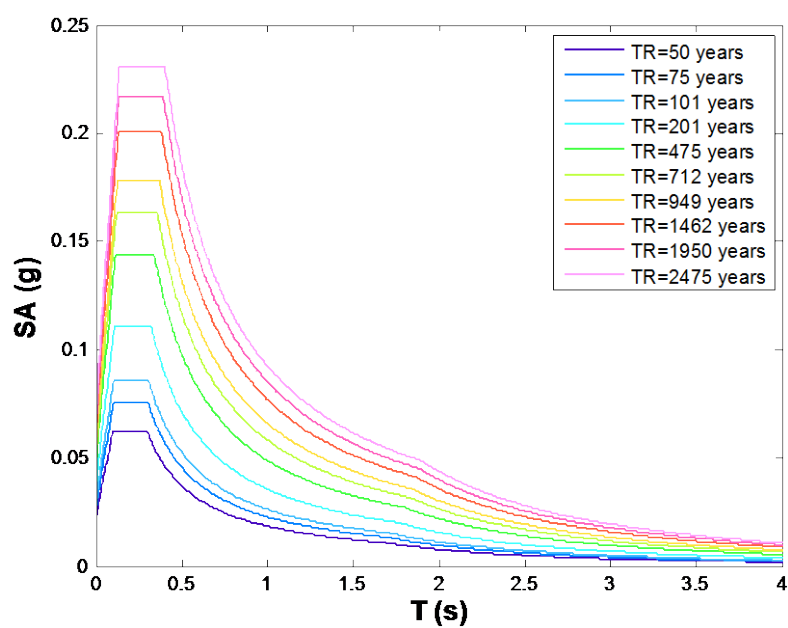


Figura 5.6 Spettri di risposta definiti dalle NTC08 per le isole dell'Arcipelago Toscano.

6 MESOZONAZIONE DEL TERRITORIO

L'operazione di mesozonazione del territorio toscano ha richiesto la definizione di gruppi di spettri di risposta omogenei aventi forma, ampiezza e caratteristiche simili tra loro. Analogamente a quanto effettuato nello studio UNIPV (2012), l'identificazione dei gruppi è avvenuta sulla base di tre parametri, ovvero:

- 1) deviazione spettrale media δ (Iervolino et al., 2008);
- 2) parametro T_C^* (NTC08);
- 3) parametro F_0 (NTC08) – introdotto per limitare i fattori di scala applicati agli spettri di risposta diversi da quelli di riferimento.

I valori di soglia adottati per i tre parametri sono derivati dall'esigenza di trovare un compromesso tra il numero di gruppi omogenei indipendenti (che deve essere limitato per ridurre il numero di selezioni richieste) e la necessità che lo spettro di riferimento sia sufficientemente rappresentativo degli altri spettri del gruppo (per far sì che gli accelerogrammi selezionati siano spettro-compatibili a tutti gli spettri del gruppo).

L'algoritmo utilizzato è stato applicato indipendentemente per ciascun periodo di ritorno e si è articolato nell'implementazione dei seguenti passi:

1. identificazione dello spettro ($S_{\max}$) caratterizzato dalla massima ordinata spettrale (determinata dal prodotto $a_g \cdot F_0$ maggiore);
2. per ciascuno spettro S_k , calcolo della sua deviazione spettrale media δ rispetto a $S_{\max}$ mediante:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{S_k(T_i) - S_{\max}(T_i)}{S_{\max}(T_i)} \right)^2}$$

dove N rappresenta il numero di periodi T_i (equi-spaziati) che sono stati assunti per discretizzare lo spettro. Il valore di δ è calcolato nell'intervallo di periodi rilevanti ai fini della spettro-compatibilità, ovvero tra 0.15s e 2s. Un esempio del calcolo della deviazione spettrale media δ è riportato in Figura 6.1.

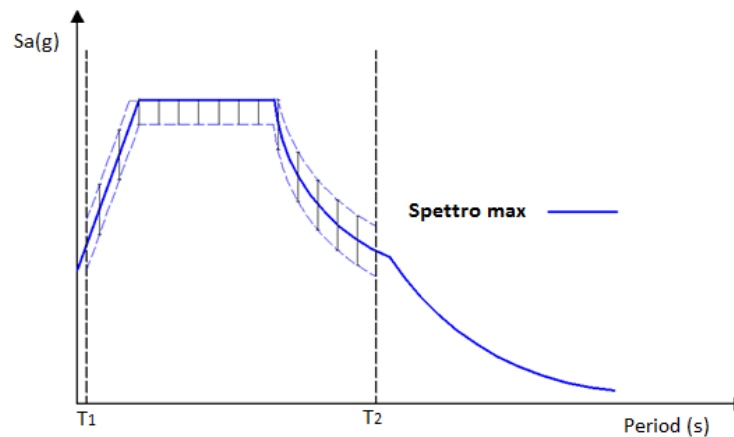


Figura 6.1 Rappresentazione grafica del controllo effettuato sulla deviazione spettrale media, δ , utilizzando come spettro di riferimento quello massimo, nell'intervallo di periodi $T_1 \div T_2$.

3. individuazione degli spettri caratterizzati da $\delta < 0.2$;
4. identificazione del valore di T_C^* associato allo spettro $S_{\max}$, ovvero $T_{C,\max}^*$;

5. individuazione degli spettri caratterizzati da valori di $T_{C,k}^*$, $T_{C,k}^*$, tali che (vedi Figura 6.2):

$$|T_{c,max}^* - T_{c,k}^*| \leq 0.05$$

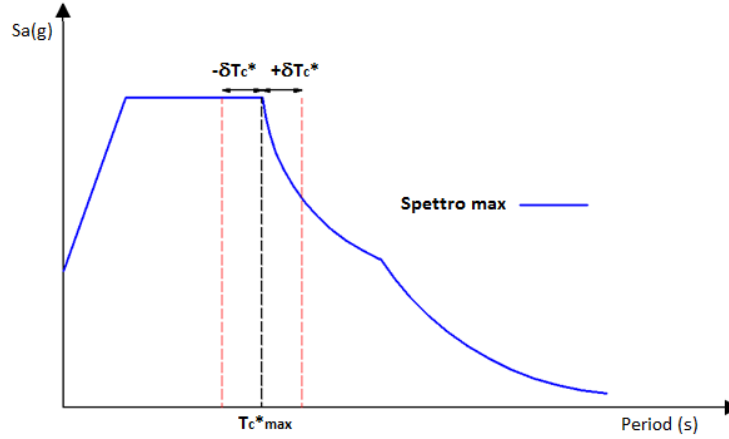


Figura 6.2 Rappresentazione grafica del controllo sulla forma spettrale effettuato dal parametro $T_{C,k}^*$. Lo spettro massimo è assunto come spettro di riferimento (colore blu). In figura è indicata la fascia dei valori di $T_{C,k}^*$ che appartengono all'intervallo considerato (colore rosso). Nel caso in esame $\delta T_{C,k}^* = 0.05$.

6. identificazione dei valori di F_0 e a_g associati allo spettro S_{max} , ovvero $F_{0,max}$ e $a_{g,max}$, rispettivamente;

7. individuazione degli spettri caratterizzati da valori di F_0 e a_g ($F_{0,k}$ e $a_{g,k}$) tali che (vedi Figura 6.3):

$$(a_{g,k} \cdot F_{0,k}) > a_{g,max} \cdot (F_{0,max} - 0.5)$$

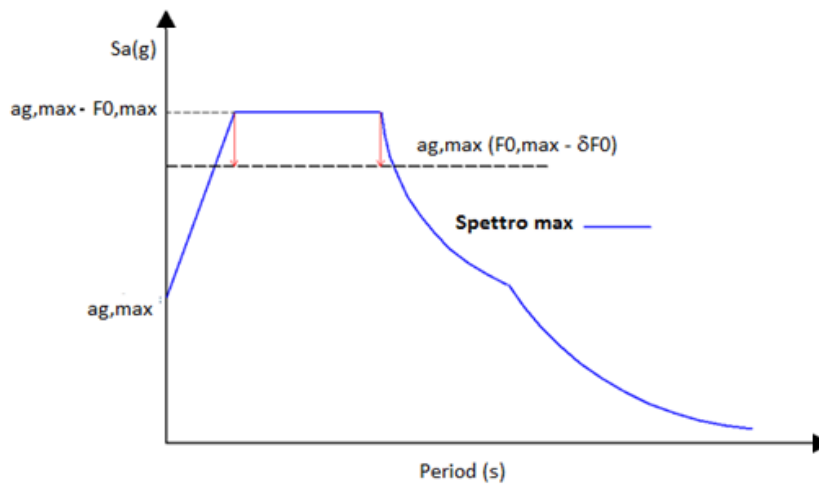


Figura 6.3 Rappresentazione grafica del controllo sulla forma spettrale effettuato dal parametro F_0 , ottenuto limitando i valori nel tratto dello spettro ad accelerazione costante.

8. definizione di un primo gruppo di spettri di risposta composto dallo spettro massimo e dagli spettri che soddisfano contemporaneamente le condizioni descritte ai punti 3, 5 e 7.

Una volta definito il primo gruppo, caratterizzato da n spettri, il secondo gruppo è determinato applicando la procedura sopra descritta a tutti gli spettri non inclusi nel primo gruppo ($923-n$), e così via fino ad esaurimento di tutti gli spettri di risposta. Per evitare la formazione di gruppi composti da un numero ridotto di spettri o addirittura da un solo spettro, è stato fissato pari a 4 il numero minimo di spettri necessari per formare un gruppo. Pertanto, se $n < 4$ non viene formato alcun gruppo ma gli spettri di questo gruppo “mancato” vengono inclusi nel gruppo precedente.

Attraverso questa procedura, per la Regione Toscana, sono stati individuati 8 gruppi per il periodo di ritorno di 201 anni e 9 gruppi per i periodi di ritorno di 1462 anni, 1950 anni e 2475 anni. In Figura 6.4, Figura 6.5, Figura 6.6 e Figura 6.7 è mostrata, per ciascun periodo di ritorno, la posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza.

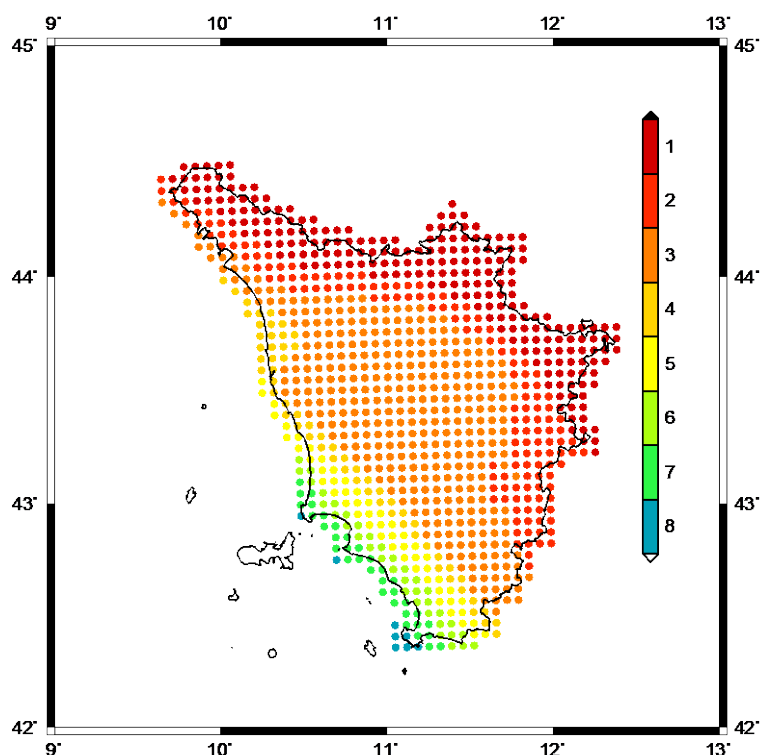


Figura 6.4 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=201$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

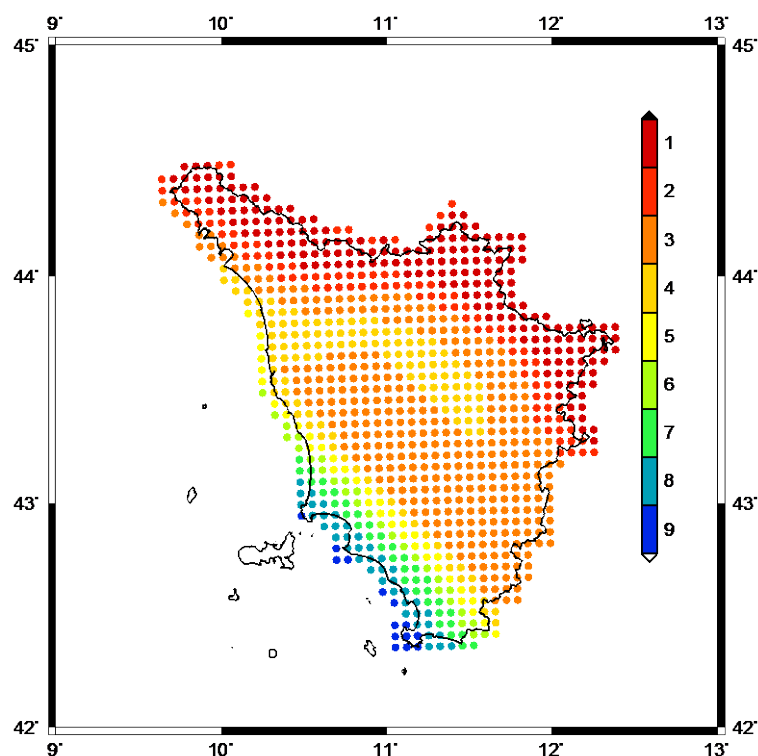


Figura 6.5 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=1462$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

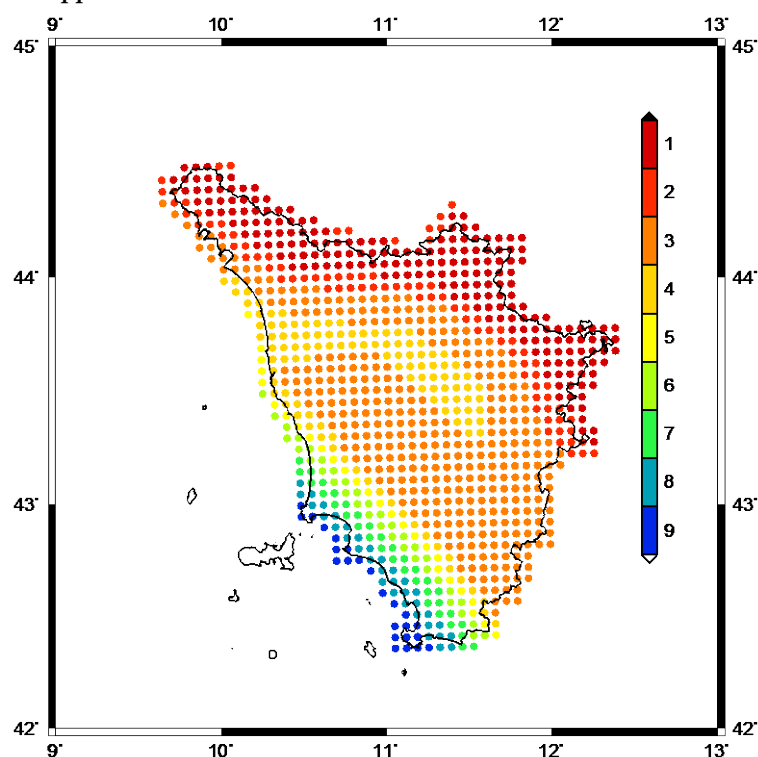


Figura 6.6 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=1950$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

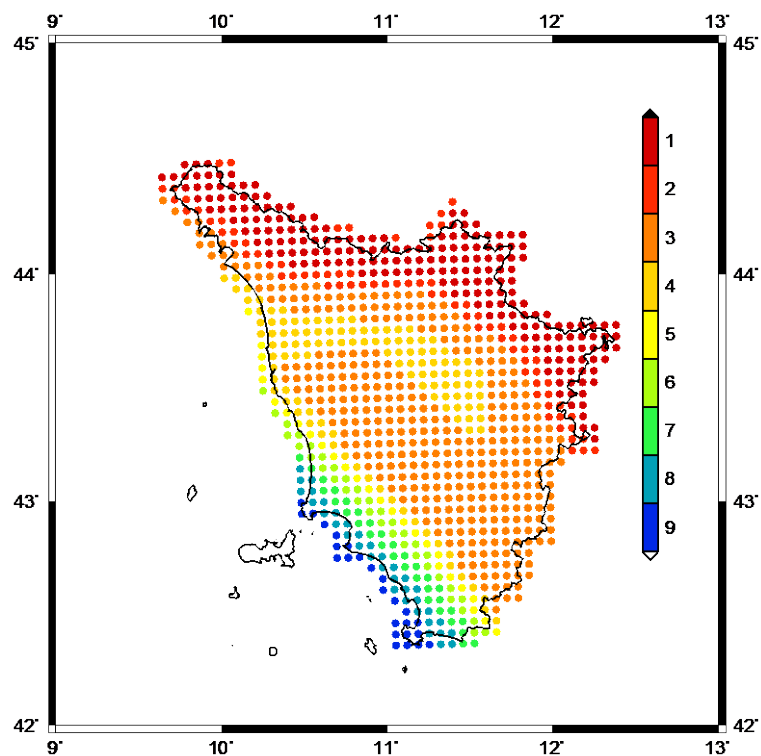


Figura 6.7 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=2475$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

Si può osservare come la distribuzione sul territorio dei gruppi rifletta la variabilità spaziale dei valori di a_g (Progetto INGV-DPC S1, 2006).

Il numero di nodi appartenenti a ciascun gruppo, per ciascuno dei periodi di ritorno considerati, è mostrato in Tabella 6.1.

Tabella 6.1 Numero di nodi del reticolo di riferimento appartenenti a ciascun gruppo.

T_R	Gruppo	Numero di nodi	T_R	Gruppo	Numero di nodi
201	1	221	1462	1	197
	2	145		2	94
	3	366		3	349
	4	61		4	127
	5	52		5	37
	6	36		6	29
	7	34		7	36
	8	8		8	40
	-	-		9	14
1950	1	202	2475	1	206
	2	85		2	76
	3	365		3	366
	4	116		4	120
	5	27		5	27
	6	36		6	36
	7	34		7	32
	8	34		8	35
	9	24		9	25

7 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RIFERIMENTO

Per ciascuno dei gruppi individuati è stato quindi selezionato uno spettro di riferimento da utilizzare per la selezione e scalatura lineare degli accelerogrammi naturali. Lo spettro di riferimento, che deve rappresentare al meglio le caratteristiche e l'ampiezza delle forme spettrali presenti all'interno di ogni singolo gruppo omogeneo, è stato scelto tra quelli appartenenti al gruppo stesso. Analogamente allo studio UNIPV (2012), la scelta è stata effettuata sulla base dei seguenti passi:

1. calcolo dello spettro medio del gruppo, S_{med} :

$$S_{med}(T_i) = \frac{\sum_{k=1}^n S_k}{n}$$

dove n rappresenta il numero di spettri del gruppo composto dagli spettri S_k ;

2. calcolo della deviazione spettrale media δ di ogni spettro del gruppo, S_k , rispetto a S_{med} :

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{S_k(T_i) - S_{med}(T_i)}{S_{med}(T_i)} \right)^2}$$

3. lo spettro caratterizzato dal δ minore è scelto come spettro di riferimento del gruppo.

Gli spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi e gli spettri di riferimento calcolati in questo studio sono mostrati in Figura 7.1, Figura 7.2, Figura 7.3 e Figura 7.4.

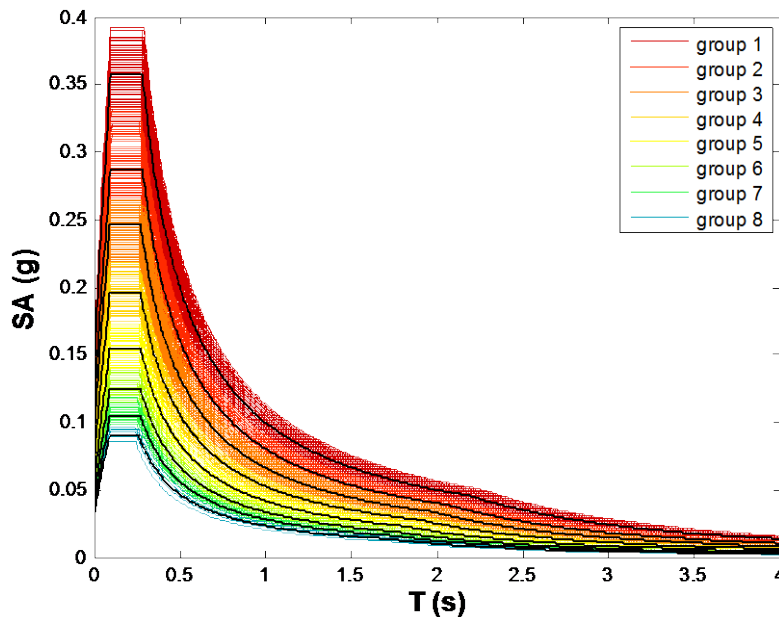


Figura 7.1 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=201$ anni.

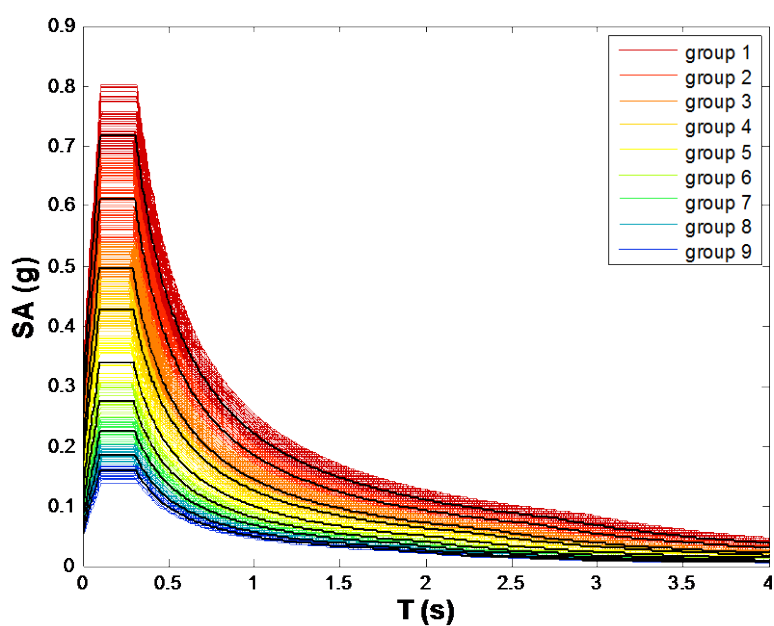


Figura 7.2 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=1462$ anni.

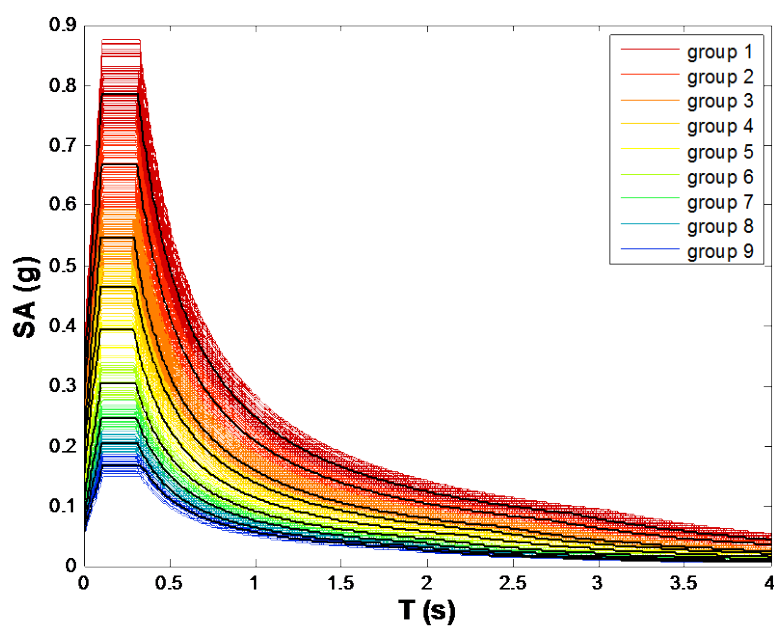


Figura 7.3 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=1950$ anni.

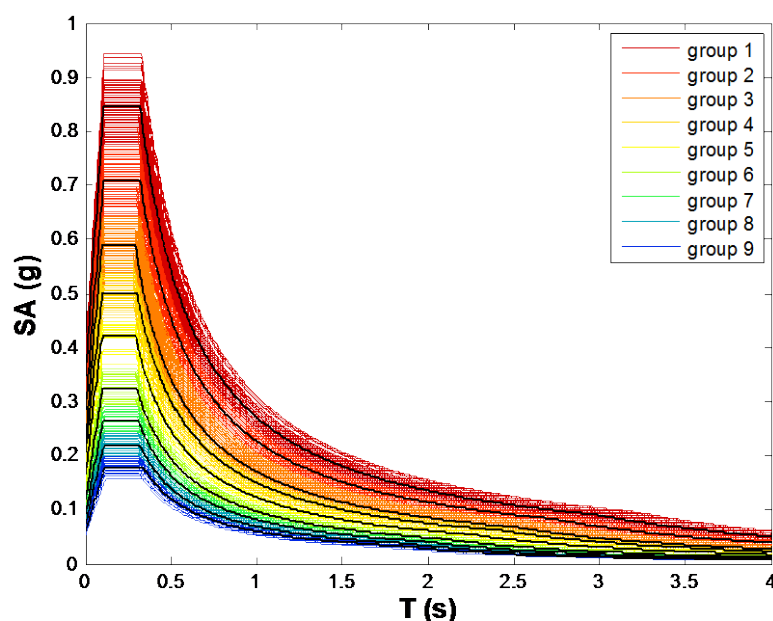


Figura 7.4 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=2475$ anni.

Le caratteristiche principali degli spettri di riferimento sono riportate in Tabella 7.1.

Tabella 7.1 Caratteristiche principali degli spettri di riferimento per ciascun gruppo e periodo di ritorno.

T_R	gruppo	ID	Longitudine (°)	Latitudine (°)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
201	1	19397	11.547	43.919	0.149	2.40	0.28
	2	18266	10.077	44.136	0.118	2.43	0.28
	3	20496	10.795	43.654	0.099	2.50	0.27
	4	24499	11.311	42.764	0.077	2.54	0.27
	5	24497	11.174	42.762	0.058	2.69	0.27
	6	26054	11.390	42.416	0.046	2.72	0.27
	7	25829	11.186	42.462	0.038	2.74	0.27
	8	26272	11.122	42.360	0.033	2.74	0.26
1462	1	18729	11.403	44.066	0.288	2.48	0.31
	2	19169	11.129	43.961	0.255	2.39	0.30
	3	25394	11.793	42.572	0.196	2.54	0.29
	4	20273	10.724	43.702	0.176	2.43	0.29
	5	25835	11.592	42.469	0.130	2.61	0.29
	6	24720	11.244	42.713	0.100	2.76	0.29
	7	24941	11.178	42.662	0.077	2.91	0.30

	8	24716	10.972	42.707	0.064	2.89	0.30
	9	24268	10.696	42.801	0.055	2.90	0.31
1950	1	18729	11.403	44.066	0.313	2.51	0.31
	2	18490	10.219	44.090	0.278	2.40	0.31
	3	23393	11.575	43.019	0.213	2.57	0.29
	4	20273	10.724	43.702	0.191	2.43	0.30
	5	22046	10.536	43.297	0.153	2.57	0.29
	6	24943	11.314	42.664	0.110	2.76	0.30
	7	25164	11.248	42.613	0.084	2.95	0.31
	8	24939	11.042	42.659	0.069	2.93	0.31
	9	26273	11.189	42.362	0.057	2.92	0.33
2475	1	20068	11.898	43.774	0.347	2.44	0.32
	2	22069	12.116	43.327	0.284	2.50	0.32
	3	23172	11.642	43.070	0.228	2.58	0.29
	4	20274	10.793	43.704	0.206	2.44	0.30
	5	22046	10.536	43.297	0.164	2.58	0.29
	6	24943	11.314	42.664	0.117	2.77	0.30
	7	22489	10.472	43.196	0.092	2.88	0.31
	8	25162	11.112	42.610	0.073	2.97	0.32
	9	26273	11.189	42.362	0.060	2.95	0.34

8 SELEZIONE DEGLI ACCELEROGRAMMI NATURALI – PROGRAMMA ASCONA

La selezione degli accelerogrammi è stata effettuata mediante il programma ASCONA (Automated Selection of COmpatible Natural Accelerograms, Corigliano et al., 2012), che implementa una procedura semi-automatica per la selezione degli accelerogrammi reali spettro-compatibili. La procedura consente di scegliere, da una banca-dati predefinita, un set di accelerogrammi naturali che soddisfano diversi criteri, con l'ulteriore condizione di spettro-compatibilità rispetto ad uno spettro di riferimento in uno specificato campo di periodi.

La banca-dati utilizzata da ASCONA è formata da accelerogrammi naturali provenienti da banche-dati “strong-motion” accreditate. In essa sono presenti solo accelerogrammi registrati da stazioni poste su sito roccioso affiorante (suolo di categoria ‘A’) e quindi assunti non influenzati da eventuali fenomeni di amplificazione sismica locale.

Tuttavia, le banche-dati “strong motion” vengono periodicamente aggiornate non solo con l'inserimento di nuove registrazioni ma anche con l'aggiunta o revisione delle informazioni relative ai terremoti e alle stazioni sismiche. Alcune delle banche-dati utilizzate nello studio UNIPV (2012), quali ITACA - ITalian ACcelerometric Archive e PEER-NGA - Pacific Earthquake Engineering Research Centre, sono state recentemente aggiornate modificando le informazioni sulle stazioni sismiche. In particolare, per quanto riguarda ITACA, la versione corrente, denominata ITACA 2.0, è stata rilasciata a Febbraio 2014 con una revisione delle categorie di suolo di fondazione EC8 per diverse stazioni sismiche. Dalla Tabella 8.1 si può notare come la maggior parte delle stazioni associate agli accelerogrammi selezionati in UNIPV (2012) sia stata riclassificata come non situata su roccia affiorante.

Tabella 8.1 Classificazione EC8 e ubicazione delle stazioni sismiche di ITACA 2.0 associate agli accelerogrammi selezionati in UNIPV (2012).

Stazione	EC8	Ubicazione
NAS	B*	Structure related free-field
ARQ	B*	Free-field
ATN	A*	Free-field
CSC	B*	Structure related free-field
CLN	B*	Free-field
MTR	B*	Free-field
AQP	A	Free-field
AQM	B*	Free-field

Pertanto, è stato ritenuto opportuno compilare *ex-novo* la banca-dati accelerometrica, aggiornata al 2015, utilizzando le seguenti banche-dati:

- ESM (European Strong-Motion database – versione 0.1). Questa banca-dati è stata rilasciata per la prima volta nel Luglio 2015. Contiene le forme d'onda di eventi registrati principalmente nelle regioni Europa-Mediterraneo e Medio-Oriente. Include dati resi disponibili dalle principali reti sismiche locali e diversi database, tra cui l'European Strong-Motion Database (FP5 1998-2002) e ITACA. Da questa banca-dati sono stati scaricati 596 accelerogrammi già corretti. Delle stazioni riportate in Tabella 8.1, solo 2 (ATN ed AQP) sono state incluse nel nuovo data-base di ASCONA.
- PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center) NGA-West2 strong ground motion database. Include un ampio insieme di registrazioni 'strong-motion' registrate nel mondo in regimi tettonici attivi caratterizzati da terremoti crostali superficiali. Da questa banca-dati sono stati scaricati 134 accelerogrammi già corretti.
- KiK-net (Kiban-Kyoshin network) strong ground motion database. Comprende le forme d'onda registrate dalla rete giapponese KiK-net. A differenza delle altre due banche-dati utilizzate, le registrazioni non sono né processate né ben caratterizzate in termini di metadati. Per questo motivo, è stato fatto riferimento ai metadati compilati da Dawood et al. (2015), disponibili su NEEShub (<https://nees.org/dataviewer/view/1050:ds/1094/>), che includono, tra le tante, anche le informazioni sulla velocità delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo associata alle stazioni sismiche, la tipologia di terremoto (ad es. crostale/subduzione) e la frequenza d'angolo da utilizzare per il filtro passa-alto, individuata mediante una procedura automatica. Dalla banca-dati KiK-net sono stati scaricati 280 accelerogrammi non corretti provenienti da terremoti crostali. Su questi accelerogrammi sono state eseguite le seguenti operazioni: conversione in unità di accelerazione, rimozione della linea base, applicazione di un filtro passa banda Butterworth del quarto ordine con frequenza inferiore pari a quella riportata in Dawood et al. (2015) e frequenza superiore fissata a 50 Hz. In questo modo la banca-dati di ASCONA compilata nel presente studio contiene solo segnali corretti.

La distribuzione magnitudo-distanza degli accelerogrammi inclusi nella banca-dati così compilata è mostrata in Figura 8.1.

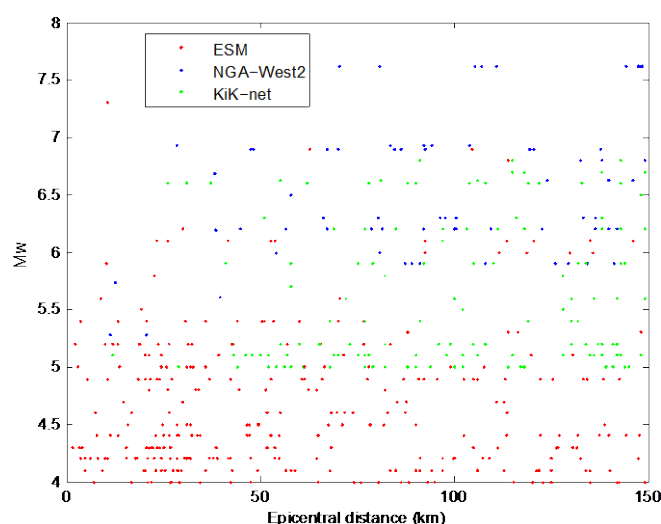


Figura 8.1 Distribuzione magnitudo-distanza degli accelerogrammi inclusi nella banca-dati di ASCONA compilata in questo studio. La profondità massima adottata nella selezione degli eventi è 35 km.

ASCONA richiede che siano stabiliti i criteri di selezione, ovvero il numero di accelerogrammi da includere nel gruppo (tipicamente 7 per i motivi precedentemente esposti), gli intervalli di magnitudo e

distanza epicentrale, i valori massimo e minimo dei fattori di scala, lo spettro di riferimento per la verifica della spettro-compatibilità, l'ordinata spettrale rispetto a cui scalare gli accelerogrammi, l'intervallo di periodi rispetto a cui deve essere operato il controllo della spettro-compatibilità, il valore massimo dello scarto negativo tra lo spettro medio ottenuto dagli accelerogrammi selezionati e lo spettro di riferimento (affinché la spettro-compatibilità sia verificata) e il valore massimo accettabile della deviazione δ (Iervolino et al., 2008).

ASCONA impone inoltre una serie di vincoli alla selezione delle registrazioni accelerometriche che consentono di evitare che nello stesso gruppo di accelerogrammi siano presenti due componenti della stessa registrazione e storie temporali registrate durante la stessa sequenza sismica, in modo da escludere registrazioni tra loro fortemente correlate. Per questo motivo è stato necessario identificare le registrazioni appartenenti alla stessa sequenza sismica. Questa operazione è stata eseguita mediante l'implementazione, e la successiva applicazione, dell'algoritmo di declustering descritto in Burkhard e Grunthal (2009).

Il programma è basato su un approccio di tipo Monte Carlo per la determinazione del gruppo di accelerogrammi che meglio soddisfa i requisiti imposti dall'utente. L'algoritmo genera in modo sequenziale un numero elevato di combinazioni di accelerogrammi naturali che rispettano i criteri di selezione, ne calcola lo spettro di risposta medio (scalato al valore dell'ordinata spettrale dello spettro di riferimento scelta) e lo confronta con lo spettro di riferimento calcolandone lo scarto medio, lo scarto negativo massimo, la deviazione spettrale media e la deviazione spettrale massima, all'interno di un prefissato campo di periodi (ad es. tra 0.15 e 2s).

Se il massimo scarto negativo non eccede lo scarto ammissibile (ad es. $\leq 10\%$), il set di accelerogrammi rispetta il criterio di spettro-compatibilità. La procedura viene ripetuta più volte fino a trovare un numero di gruppi prefissato che rispettano i requisiti di spettro-compatibilità. Il gruppo restituito in uscita da ASCONA è quello caratterizzato dal minimo scarto medio.

La Figura 8.2 illustra in modo schematico l'algoritmo implementato da ASCONA.

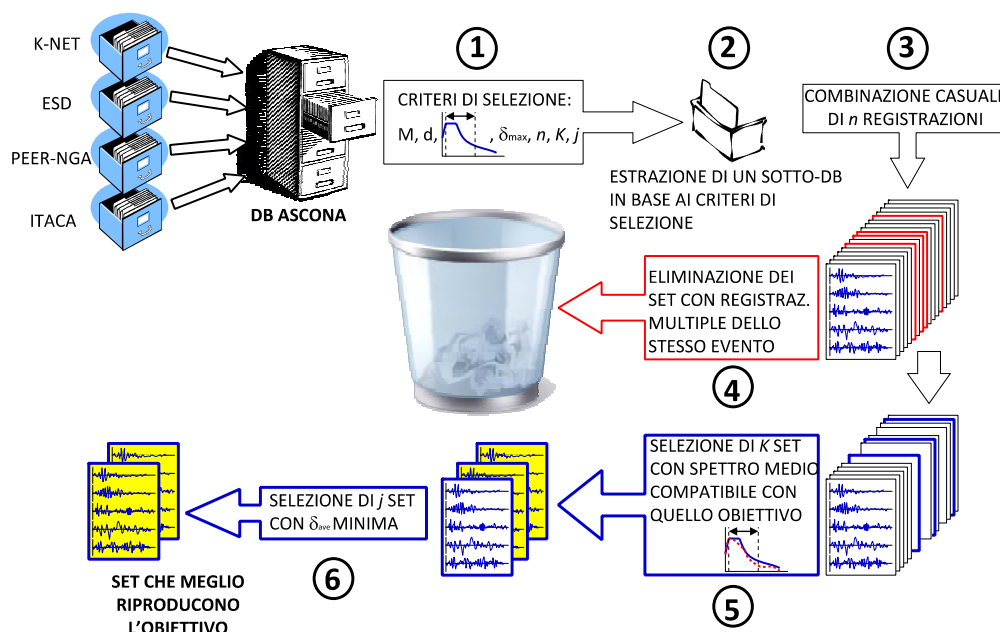


Figura 8.2 Diagramma di flusso dell'algoritmo implementato in ASCONA (Corigliano et al., 2012).

In accordo alle NTC08, la spettro-compatibilità è stata valutata controllando che lo spettro medio non presentasse uno scarto in difetto superiore al 10% rispetto allo spettro di riferimento,

nell'intervallo di periodi $0.15s \div 2.0s$, mentre il numero di accelerogrammi da includere in un gruppo è stato fissato pari a 7.

Gli accelerogrammi sono stati scalati linearmente imponendo che la loro accelerazione di picco in valore assoluto fosse pari al valore di a_g dello spettro di riferimento oppure imponendo che l'ordinata spettrale in corrispondenza del periodo T_c^* dello spettro di riferimento fosse pari a quella dello spettro di riferimento. Il periodo spettrale a cui è stata effettuata la scalatura è stato scelto indipendentemente per ciascuna selezione in modo da ottenere dei risultati soddisfacenti.

Per quanto riguarda la definizione degli intervalli di magnitudo e distanza epicentrale da utilizzare è stato inizialmente fatto riferimento ai risultati dello studio di disaggregazione di Barani et al. (2009). La disaggregazione è un'operazione che consente di separare i diversi contributi alla pericolosità sismica individuando, per un prefissato tasso di eccedenza annuale del parametro di scuotimento considerato, quale sorgente sismica (definita dalla coppia magnitudo(M) – distanza(d)) ha la maggiore probabilità di contribuire alla pericolosità del sito di riferimento. Tale studio è stato condotto per diversi periodi di ritorno con riferimento al periodo corrispondente al valore di a_g (e cioè $T=0$).

Tuttavia, i risultati della disaggregazione cambiano al variare del periodo considerato (Chioccarelli et al., 2010), e più di un singolo evento di scenario può controllare la pericolosità del sito, specialmente se più sorgenti condizionano la pericolosità del sito. In generale pertanto, al fine di identificare le coppie (M, d) più importanti che contribuiscono alla definizione dello spettro di risposta probabilistico, è necessario eseguire la disaggregazione per valori dell'accelerazione spettrale corrispondenti ad una gamma sufficientemente ampia di periodi. L'ampiezza della gamma è, in ultima analisi, funzione della forma dello spettro di risposta e quindi dalle caratteristiche sismogenetiche e di attenuazione regionali (Lai et al., 2008). In particolare, al crescere del periodo considerato, la coppia magnitudo-distanza che maggiormente condiziona la pericolosità è costituita da un evento di magnitudo maggiore a più grande distanza. Per tale motivo i risultati dello studio di disaggregazione ottenuti per a_g sono stati utilizzati come limite inferiore degli intervalli di magnitudo e distanza ai fini della selezione.

La selezione degli accelerogrammi naturali è stata effettuata per:

- i 35 spettri di riferimento mostrati in Tabella 7.1 di questo rapporto, relativi ai periodi di ritorno di 201, 1462, 1950 e 2475 anni;
- i 35 spettri di riferimento mostrati in Tabella 7.1 del rapporto UNIPV (2012), relativi ai periodi di ritorno di 75, 475, 712 e 949 anni;
- i 10 spettri di riferimento per le isole dell'Arcipelago Toscano mostrati in Figura 5.6, relativi ai periodi di ritorno di 50, 75, 101, 201, 475, 712, 949, 1462, 1950 e 2475 anni;

per un totale di 80 selezioni di accelerogrammi. I risultati della selezione degli accelerogrammi spettro-compatibili ai 70 spettri di riferimento situati sulla terraferma si trovano in Appendice A, mentre i risultati della selezione per i 10 spettri di risposta associati alle isole dell'Arcipelago Toscano si trovano in Appendice B.

9 PROGRAMMA SCALCONA-3.0

Il programma SCALCONA-2.0 (SCALing of COMPatible Natural Accelerograms, versione 2.0), sviluppato nel corso dello studio UNIPV (2012), è stato opportunamente modificato in modo da fornire l'input sismico compatibile con le NTC08 in funzione del sito (all'interno dell'intero territorio toscano) e del periodo di ritorno (a scelta tra 50, 75, 101, 201, 475, 712, 949, 1462, 1950 e 2475 anni) di interesse.

Il manuale della nuova versione di SCALCONA, denominata SCALCONA-3.0, si trova in Appendice C, mentre il suo funzionamento è illustrato in Figura 9.1.

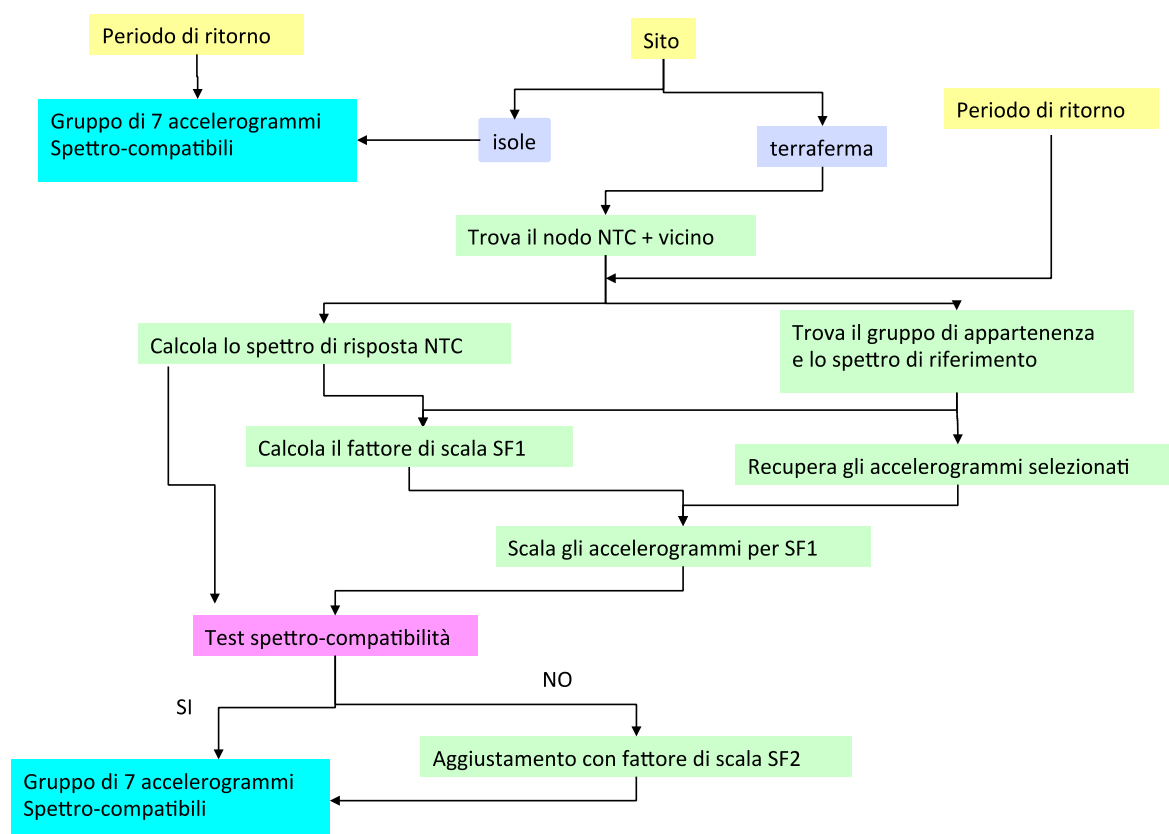


Figura 9.1 Diagramma di flusso che illustra il funzionamento di SCALCONA-3.0.

Il programma richiede come dati di input un sito (espresso in coordinate geografiche o mediante il nome di un comune) e il periodo di ritorno di interesse.

Il programma si comporta diversamente a seconda che il sito sia collocato su un'isola o sulla terraferma. Infatti, nel primo caso restituisce direttamente in uscita il gruppo di 7 accelerogrammi spettro-compatibili selezionati per il periodo di ritorno specificato. Nel secondo caso, invece, esegue le seguenti operazioni:

- individua il nodo delle NTC08 più vicino al sito specificato;
- calcola lo spettro di risposta previsto dalle NTC08 per il nodo individuato e per il periodo di ritorno specificato; chiamiamo quest'ultimo S_{NTC} ;

- ricerca il gruppo di appartenenza del nodo individuato, per il periodo di ritorno specificato. Nel caso in cui il periodo di ritorno di interesse sia 50 anni o 101 anni, il gruppo di appartenenza viene ricercato tra i gruppi associati al periodo di ritorno di 75 anni. A questo punto il programma è in grado di risalire agli spettri e agli accelerogrammi selezionati per lo spettro di riferimento del gruppo di appartenenza del nodo, per il periodo di ritorno specificato. Lo spettro medio derivante dalla selezione è indicato con S_{medio_gruppo} ;
- calcola il fattore di scala SF1 necessario per passare dallo spettro di riferimento allo spettro considerato, ovvero il rapporto tra S_{NTC} e lo spettro di riferimento relativamente all'ordinata spettrale ($T_{scaling}$) rispetto alla quale sono stati scalati gli accelerogrammi in ASCONA (il cui valore coincide con quello di S_{medio_gruppo}): $SF1 = S_{NTC}(T_{scaling}) / S_{medio_gruppo}(T_{scaling})$;
- moltiplica le ordinate spettrali di S_{medio_gruppo} per SF1, ottenendo lo spettro $S_{medio_gruppo_scalato}$;
- valuta la spettro-compatibilità tra $S_{medio_gruppo_scalato}$ e S_{NTC} nell'intervallo di periodi $0.15s \div 2s$;
- Caso 1) Se la spettro-compatibilità è verificata, sia gli spettri che gli accelerogrammi selezionati per lo spettro di riferimento vengono moltiplicati per il fattore di scala SF1, ottenendo in questo modo l'input sismico cercato. Caso 2) Se la spettro-compatibilità non risulta verificata con l'applicazione del solo fattore SF1 (poiché le forme spettrali, per quanto simili, non sono le stesse per tutti i nodi appartenenti ad un gruppo omogeneo), viene applicato a S_{medio_gruppo} un ulteriore fattore di scala, SF2, in modo da garantire la spettro-compatibilità. Tenendo conto che il requisito di spettro-compatibilità riportato nelle NTC08 per gli accelerogrammi artificiali richiede solamente che lo scarto massimo negativo sia minore del 10% in un prefissato intervallo di periodi, il fattore di scala SF2 è stato definito in modo da garantire che il massimo scarto negativo fosse pari al 10%. Più precisamente:

$$SF2 = \frac{S_{NTC}(T_{scarto_max}) - 0.09999 * S_{medio_gruppo_scalato}(T_{scarto_max})}{S_{medio_gruppo_scalato}(T_{scarto_max})}$$

dove T_{scarto_max} rappresenta il periodo spettrale in cui lo scarto in difetto tra $S_{medio_gruppo_scalato}$ e S_{NTC} è massimo. Sia gli spettri che gli accelerogrammi selezionati per lo spettro di riferimento vengono quindi moltiplicati per un fattore di scala calcolato come $SF1 * SF2$, consentendo a SCALCONA-3.0 di fornire, anche in questi casi, un input sismico compatibile con le NTC08.

- In aggiunta a quanto già implementato in SCALCONA-2.0, l'input sismico trovato, espresso in termini di storie temporali in accelerazione, viene integrato nel dominio del tempo in modo da consentire a SCALCONA-3.0 di produrre in output anche storie temporali in velocità e spostamento.

Il campo di variabilità dei fattori di scala SF1 ed SF2 per ciascun gruppo e periodo di ritorno è illustrato in Figura 9.2. I valori minimo e massimo dei due fattori di scala sono riportati anche in Tabella 9.1, in funzione del periodo di ritorno. Per gli spettri che soddisfano la spettro-compatibilità con il solo fattore di scala SF1, è stato assunto $SF2=1$. Si nota come i valori utilizzati per il fattore di scala SF2 sono molto vicini all'unità, per cui le ordinate degli spettri di risposta non sono modificate in modo significativo dall'introduzione di questo fattore di scala.

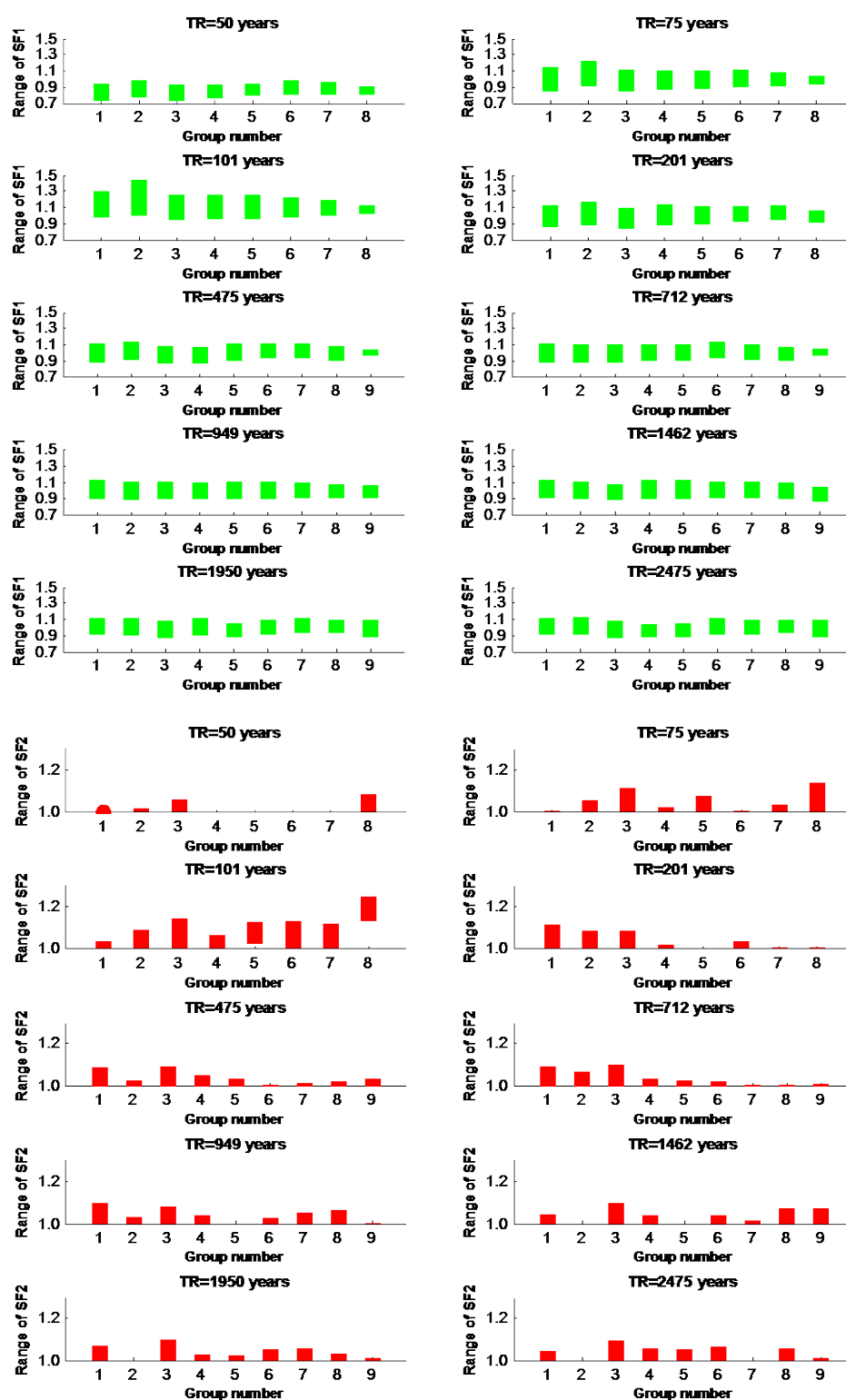


Figura 9.2 Variabilità (valore minimo e massimo per ciascun gruppo e periodo di ritorno) dei fattori di scala SF1 (verde) ed SF2 (rosso), adottati per imporre la spettro-compatibilità degli accelerogrammi selezionati con uno spettro arbitrario del gruppo.

Tabella 9.1 Valore minimo e massimo, per ciascun periodo di ritorno, dei fattori di scala SF1 e SF2.

T_R	SF1		SF2	
	Min	Min	Max	Max
50 anni	0.728	0.994	1.	1.087
75 anni	0.849	1.226	1.	1.142
101 anni	0.939	1.445	1.	1.246
201 anni	0.831	1.176	1.	1.118
475 anni	0.858	1.127	1.	1.093
712 anni	0.877	1.138	1.	1.101
949 anni	0.876	1.120	1.	1.096
1462 anni	0.863	1.127	1.	1.100
1950 anni	0.868	1.117	1.	1.100
2475 anni	0.872	1.139	1.	1.094

Nel caso in cui il periodo di ritorno richiesto sia pari a 75, 201, 475, 712, 949, 1462, 1950 o 2475 anni e le coordinate del sito richiesto coincidano con quelle degli spettri di riferimento (ossia con quelle riportate in Tabella 7.1 di questo rapporto e in Tabella 7.1 del rapporto UNIPV (2012), ovviamente si avrà:

- SF1=1, SF1*SF2=1;
- S_{NTC} coincidente con lo spettro di riferimento del gruppo, per il periodo di ritorno richiesto;
- accelerogrammi e spettri di uscita coincidenti con quelli selezionati da ASCONA per lo spettro di riferimento.

Grazie al raggruppamento degli spettri di risposta simili e alle soglie per i fattori di scala imposti in ASCONA, i fattori di scala finali (SF) tra gli accelerogrammi forniti da SCALCONA-3.0 e gli accelerogrammi originari sono relativamente contenuti e comunque non eccedenti l'intervallo 0.27-6.13. In Figura 9.3 sono mostrati gli intervalli di variabilità di SF in funzione del gruppo/isola e periodo di ritorno, mentre in Tabella 9.2 è riportato il campo di variazione (valore minimo, massimo e medio) di SF in funzione del periodo di ritorno. Si nota come il valore medio presenti una crescita abbastanza regolare e inevitabile con il periodo di ritorno, con una variazione compresa tra 0.91 e 2.35. La Tabella 9.2 riporta anche il numero di casi in cui SF è compreso tra 2/3 e 1.5, mostrando che per i bassi periodi di ritorno (fino a 475 anni) questo numero è circa il 50%, mentre è più basso per i periodi di ritorno più lunghi. Queste considerazioni riflettono la difficoltà nel selezionare registrazioni spettro-compatibili con bassi fattori di scala per i periodi di ritorno più lunghi, dovuta alla mancanza di registrazioni su roccia caratterizzate da grandi valori di PGA.

Va inoltre rimarcato che i fattori di scala calcolati in questo studio sono generalmente più alti di quelli ottenuti in UNIPV (2012). Ciò deriva dal fatto che la banca-dati accelerometrica di ASCONA utilizzata in UNIPV (2012) conteneva accelerogrammi registrati da stazioni recentemente riclassificate come non situate su roccia affiorante (si veda l'esempio mostrato in Tabella 8.1) e che pertanto non sono state incluse nella banca-dati compilata per questo progetto.

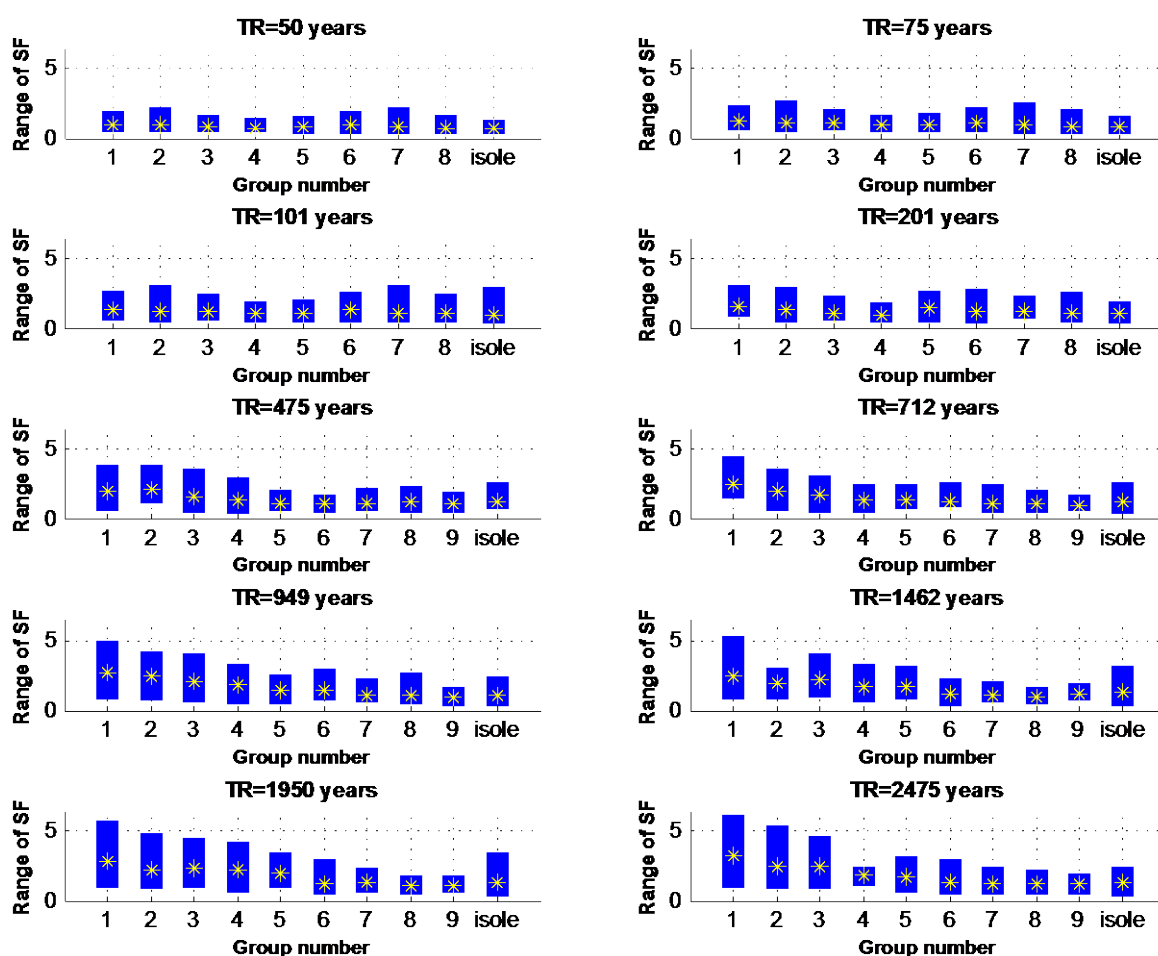


Figura 9.3 Valore medio (asterisco) e variabilità del fattore di scala finale (SF) in funzione del gruppo/isole e periodo di ritorno.

Tabella 9.2 Valore minimo, massimo e medio, per ciascun periodo di ritorno, del fattore di scala finale SF. È anche riportato il valore percentuale dei casi con SF tra 2/3 e 1.5.

T_R (anni)	SF			% di casi con SF tra 2/3 e 1.5
	Min	Max	Medio	
50	0.27	2.28	0.91	43.3
75	0.32	2.69	1.09	52.3
101	0.40	3.17	1.24	58.9
201	0.37	3.11	1.26	66.4
475	0.35	3.86	1.65	42.7
712	0.42	4.47	1.74	29.9
949	0.31	4.97	2.07	22.4
1462	0.36	5.31	1.96	31.6
1950	0.43	5.74	2.26	27.1
2475	0.38	6.13	2.35	25.0

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel corso del presente studio è stato aggiornato il programma SCALCONA-2.0 in modo da fornire l'input sismico necessario all'esecuzione delle analisi di risposta sismica locale per un sito qualsiasi all'interno del territorio toscano per i periodi di ritorno aggiuntivi di 201 anni, 1462 anni, 1950 anni e 2475 anni.

L'input sismico è dato sia in termini di spettri di risposta che di accelerogrammi spettro-compatibili. Sono inoltre fornite anche le corrispondenti storie temporali in velocità e spostamento. Si è optato per gli accelerogrammi *naturali* selezionati da banche dati accelerometriche "strong-motion" accreditate. Essi sono da preferire, secondo la normativa e la letteratura internazionale più avanzata per le analisi geotecniche e di risposta sismica locale, a fronte degli accelerogrammi artificiali.

Per la definizione dell'input sismico è stato fatto riferimento agli spettri di risposta definiti dalle NTC08 per sito rigido con superficie topografica orizzontale. Il territorio toscano (ad esclusione delle isole) è stato suddiviso in aree omogenee dal punto di vista delle forme spettrali prescritte dalle NTC08 (mesozonazione), utilizzando la metodologia sviluppata nell'ambito delle convenzioni precedenti. Per ciascun gruppo di spettri di risposta e ciascun periodo di ritorno è stato quindi definito uno spettro di risposta di riferimento e sono stati selezionati 7 accelerogrammi reali, registrati su roccia, spettro-compatibili, secondo la definizione delle NTC08 per gli accelerogrammi artificiali, allo spettro di riferimento di ciascun gruppo. La selezione di un set di 7 accelerogrammi reali spettro-compatibili per gli spettri di risposta associati alle isole dell'Arcipelago Toscano è stata effettuata separatamente.

La selezione degli accelerogrammi è stata eseguita mediante il codice di calcolo ASCONA utilizzando una banca-dati accelerometrica appositamente compilata per questo studio. Sono state rifatte anche le selezioni per i periodi di ritorno considerati nel progetto precedente (UNIPV, 2012).

La nuova versione di SCALCONA, denominata SCALCONA-3.0, utilizza e scala opportunamente i risultati della selezione degli accelerogrammi, consentendo di restituire, per il sito e periodo di ritorno di interesse, un gruppo di 7 storie temporali che soddisfano i requisiti di spettro-compatibilità prescritti dalle NTC08 e dalla Circolare NTC (2009). Gli accelerogrammi possono essere richiesti per ciascun punto/Comune interno alla Regione Toscana e per ciascuno dei 10 periodi di ritorno considerati nell'ambito delle convenzioni UNIPV-Regione Toscana, ossia 50, 75, 101, 201, 475, 712, 949, 1462, 1950 e 2475 anni.

11 APPENDICE A – RISULTATI

In quest'appendice sono raccolte le figure relative alla selezione degli accelerogrammi per gli spettri di riferimento elencati in Tabella 7.1 di questo rapporto e in Tabella 7.1 del rapporto UNIPV (2012), associati ai periodi di ritorno di 75 anni (Figura 11.1-Figura 11.8), 201 anni (Figura 11.9-Figura 11.16), 475 anni (Figura 11.17-Figura 11.25), 712 anni (Figura 11.26-Figura 11.34), 949 anni (Figura 11.35-Figura 11.43), 1462 anni (Figura 11.44-Figura 11.52), 1950 anni (Figura 11.53-Figura 11.61) e 2475 anni (Figura 11.62-Figura 11.70).

Per ciascun gruppo e periodo di ritorno sono mostrate 3 figure:

- a) gruppo di 7 accelerogrammi (componente orizzontale) selezionato da ASCONA in media spettro-compatibili allo spettro di riferimento. Sopra ogni accelerogramma sono riportati: la magnitudo (M_w) dell'evento, la distanza epicentrale (d) alla quale è avvenuta la registrazione e il fattore di scala (SF_0) tra lo spettro di risposta di riferimento e lo spettro di risposta registrato.
- b) spettri di risposta dei singoli accelerogrammi (linee nere) selezionati per lo spettro di riferimento (linea rossa) e confronto con lo spettro medio (linea blu). In alto sono riportati: il numero corrispondente alla selezione "migliore", lo scarto percentuale medio e lo scarto negativo massimo dello spettro medio rispetto allo spettro di riferimento nell'intervallo di periodi 0.15-2.0s.
- c) Valori della differenza percentuale tra i due spettri ai diversi periodi spettrali. In alto sono riportati: il valore di δ calcolato considerando lo spettro medio e il valore di δ massimo riferito al singolo accelerogramma.

11.1 PERIODO DI RITORNO DI 75 ANNI

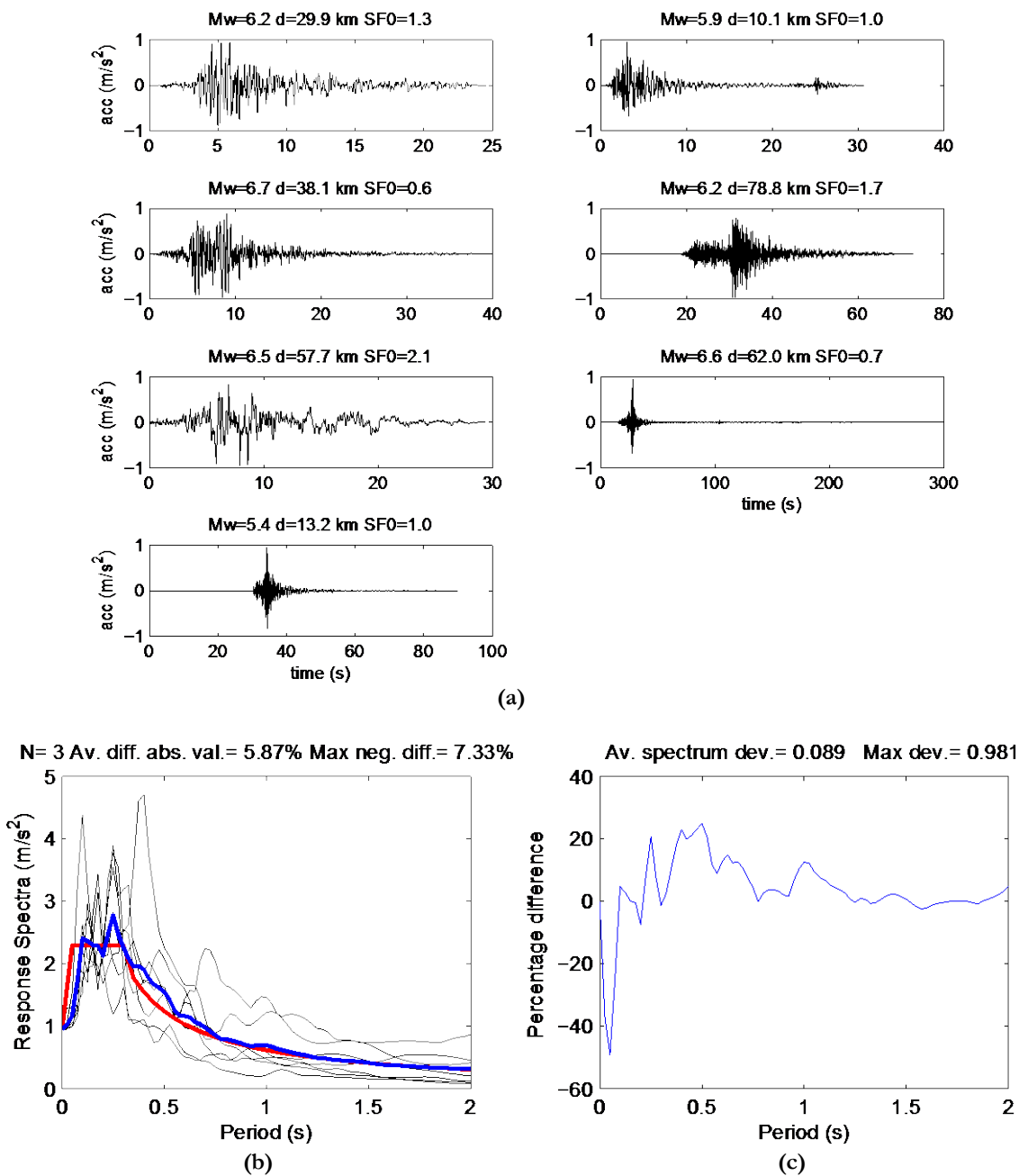


Figura 11.1 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=75$ anni.

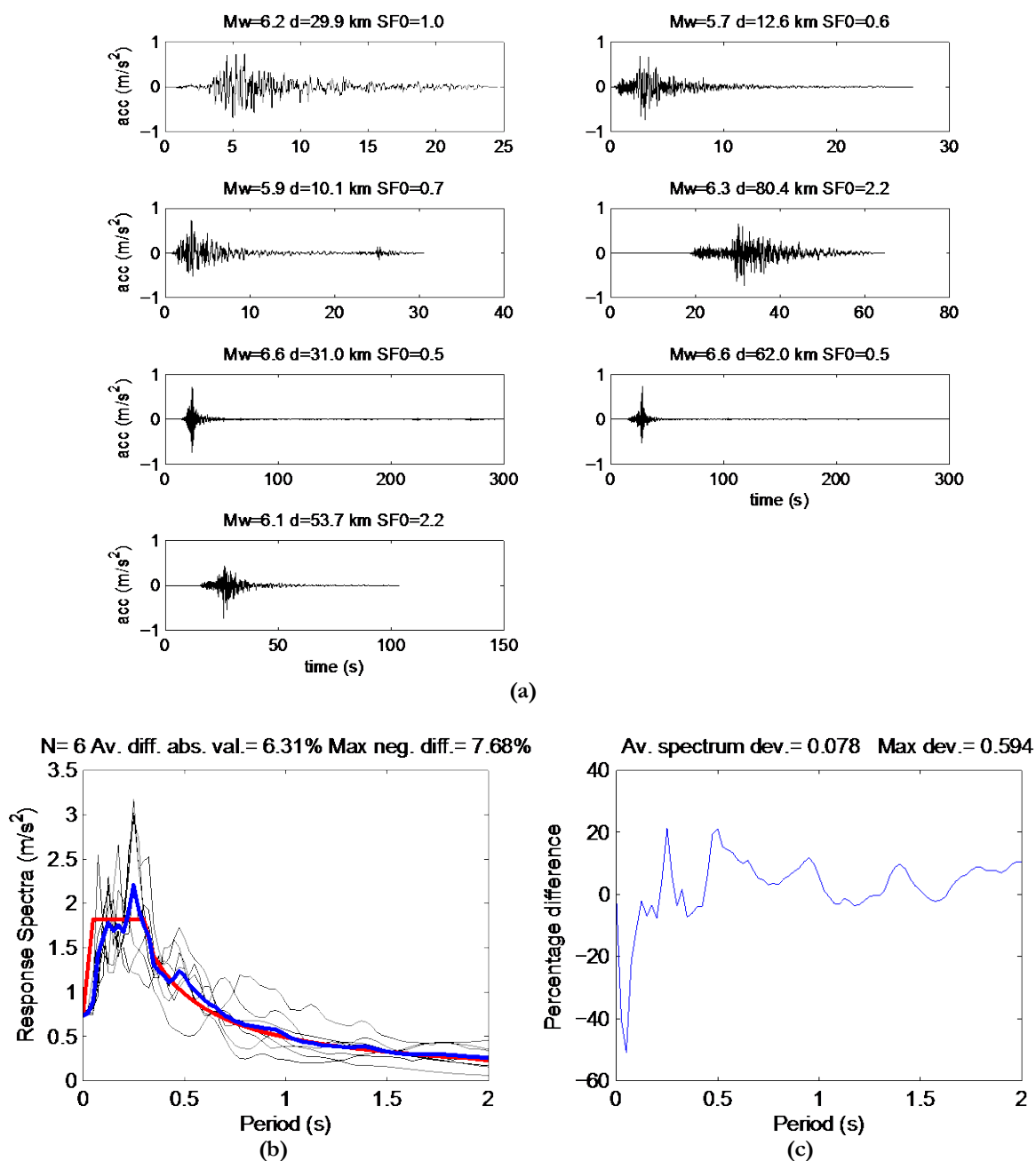


Figura 11.2 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=75$ anni.

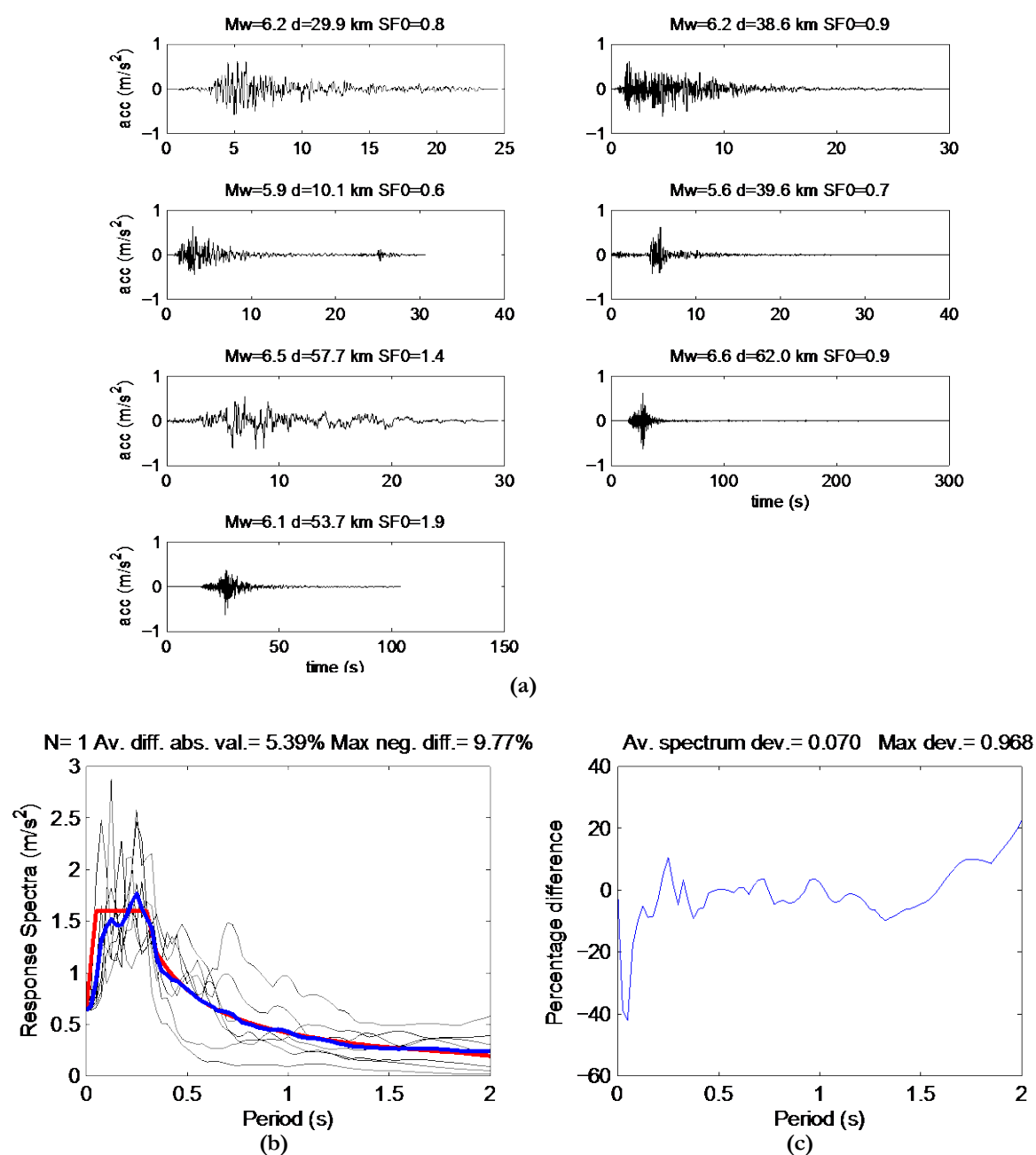


Figura 11.3 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=75$ anni.

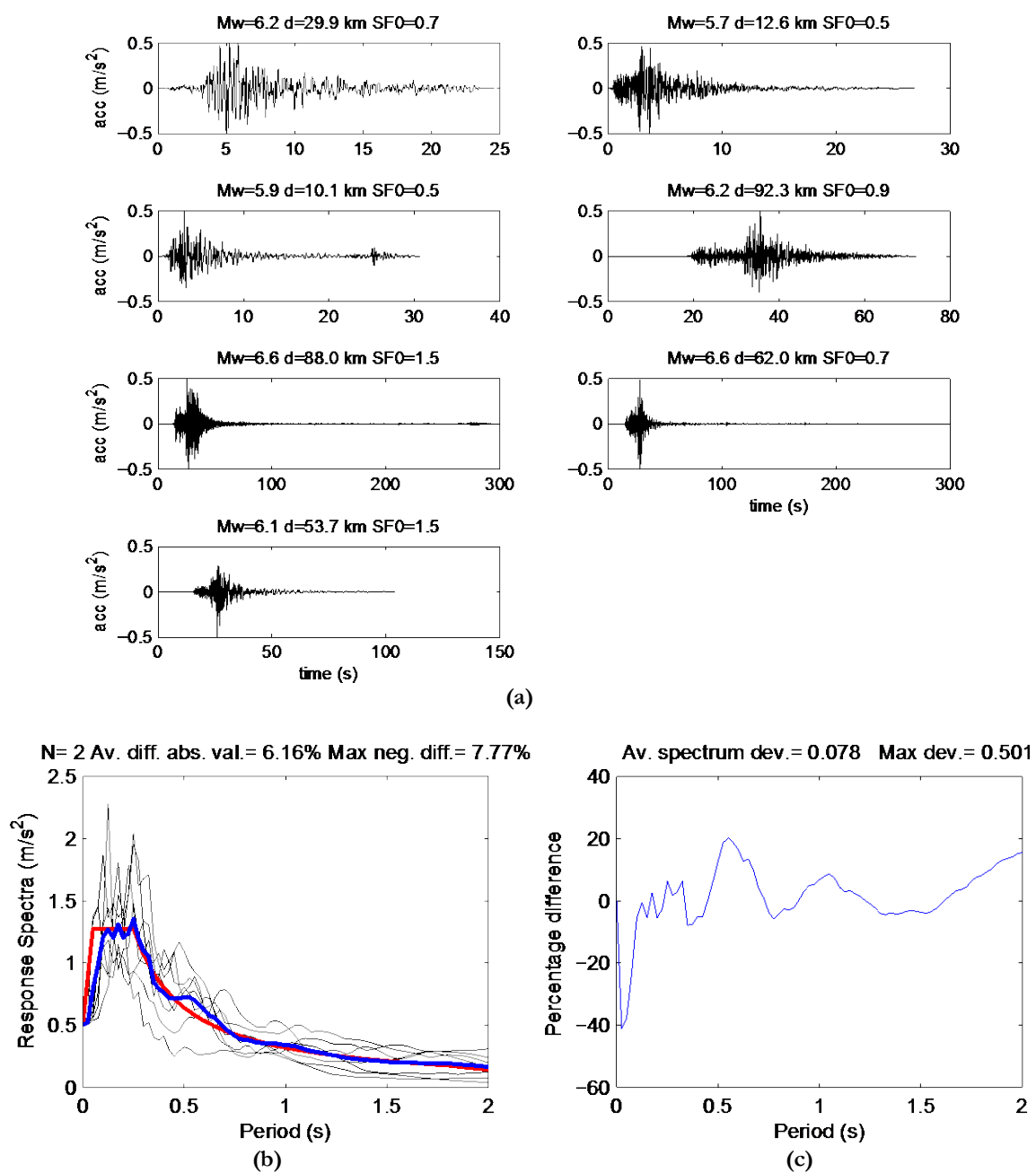


Figura 11.4 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=75$ anni.

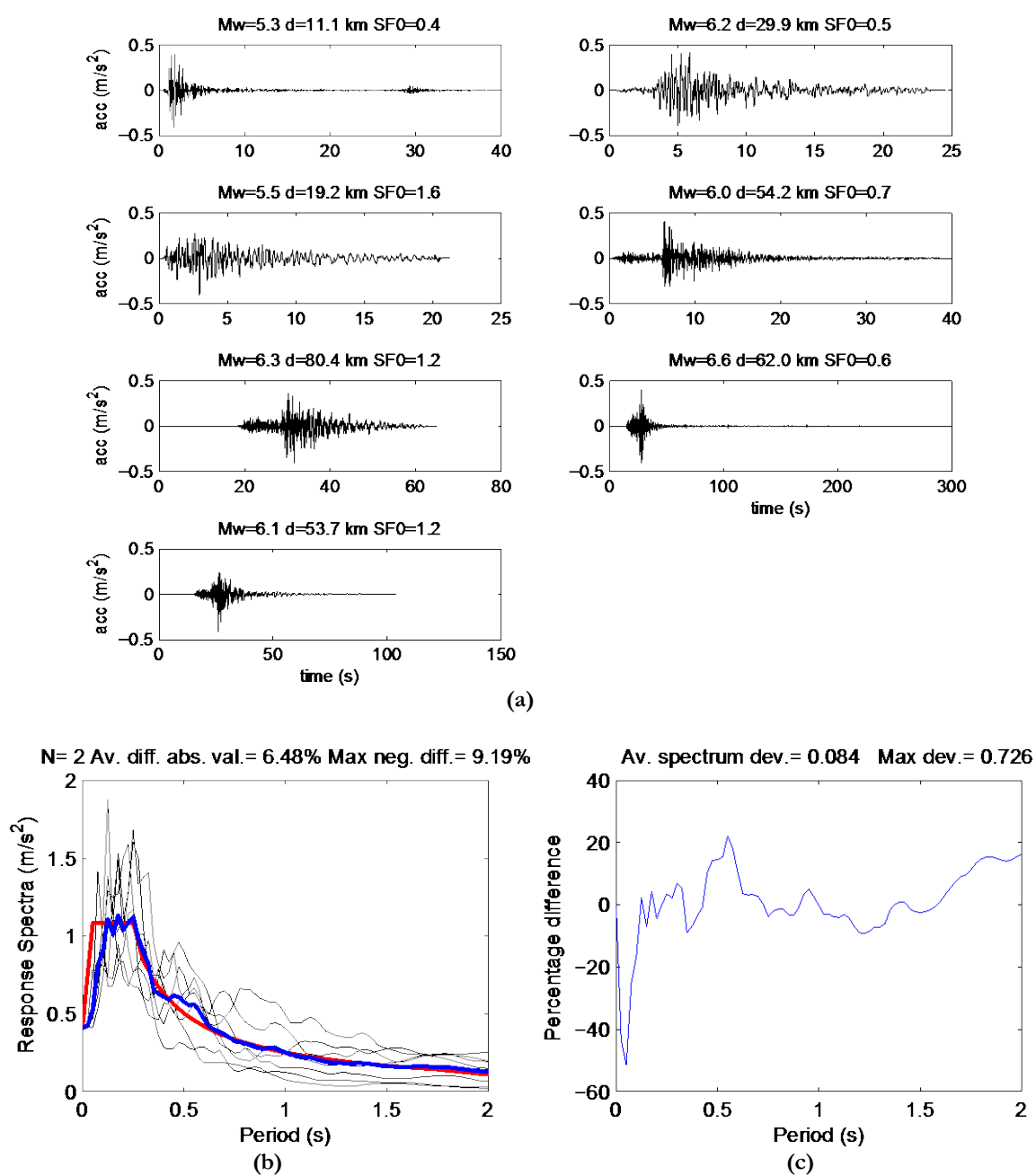


Figura 11.5 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=75$ anni.

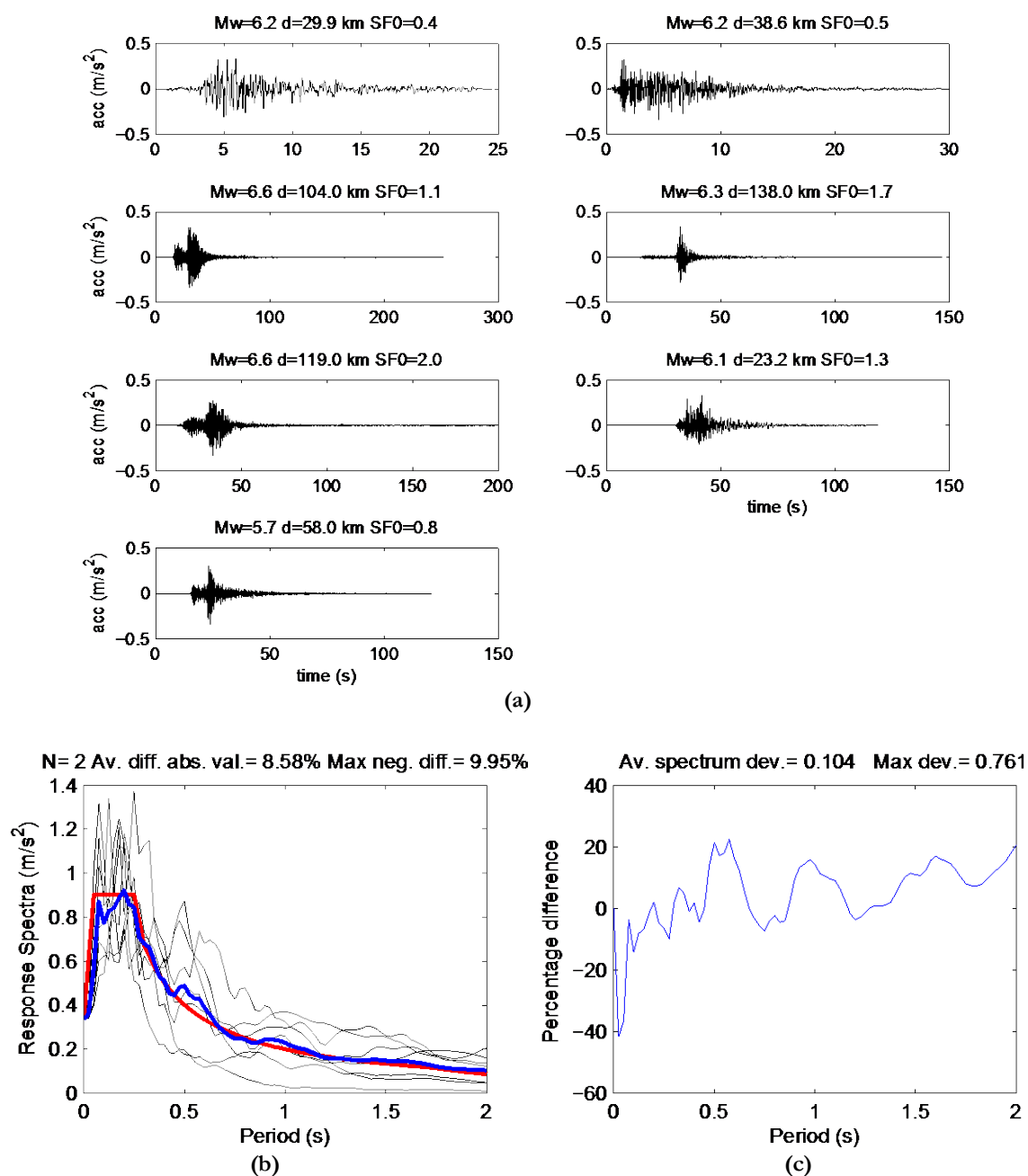


Figura 11.6 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=75$ anni.

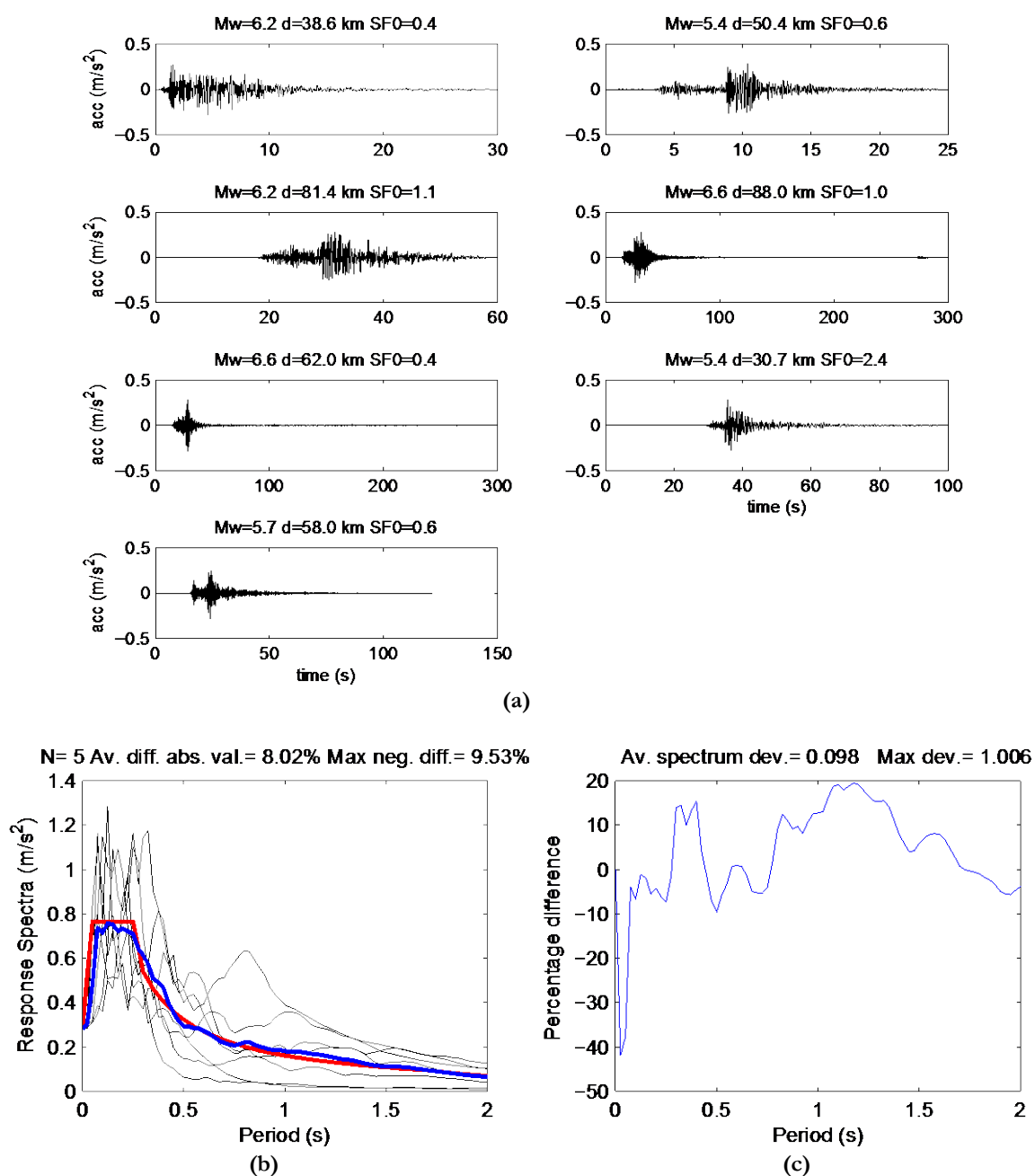


Figura 11.7 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=75$ anni.

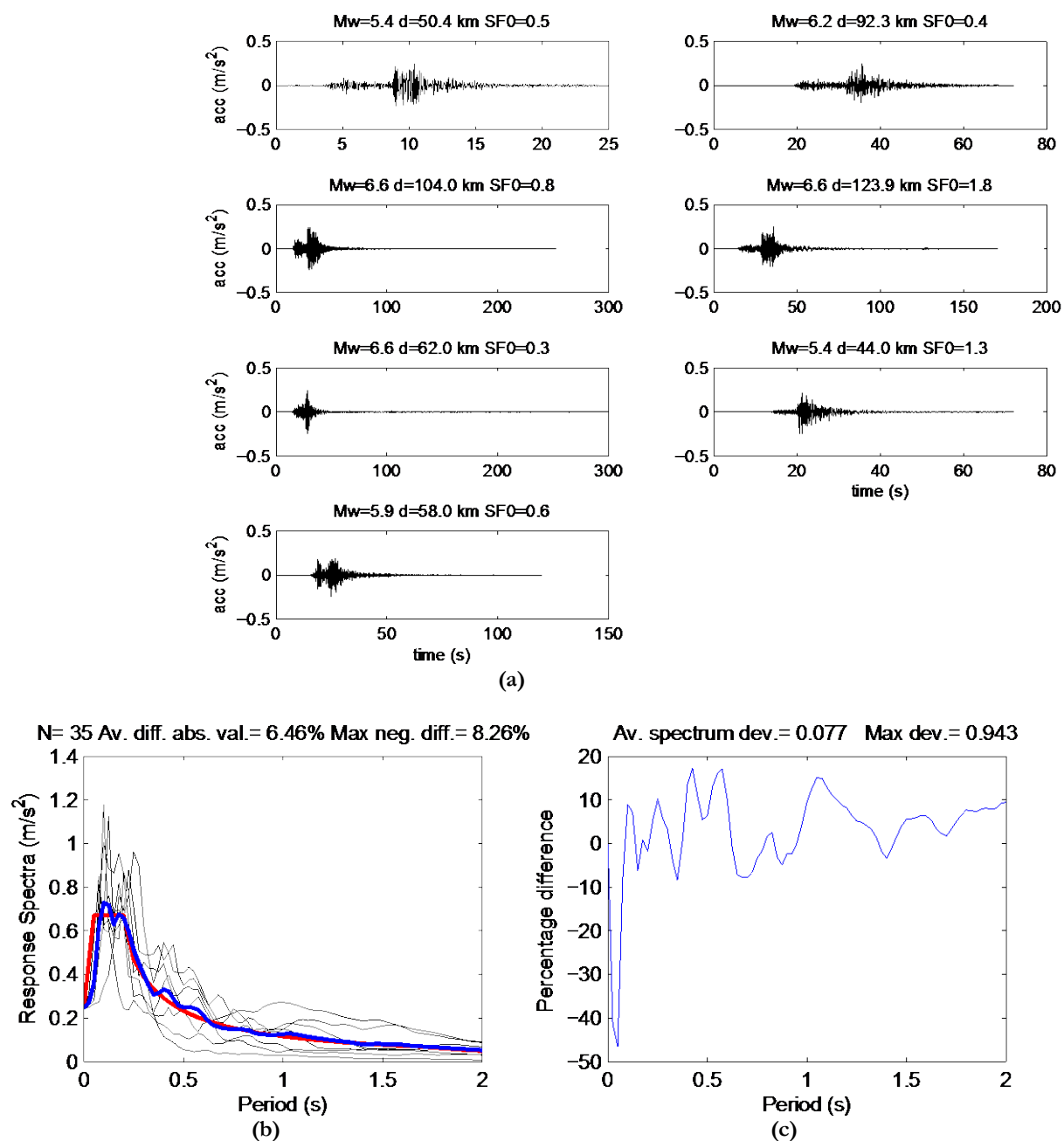


Figura 11.8 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=75$ anni.

11.2 PERIODO DI RITORNO DI 201 ANNI

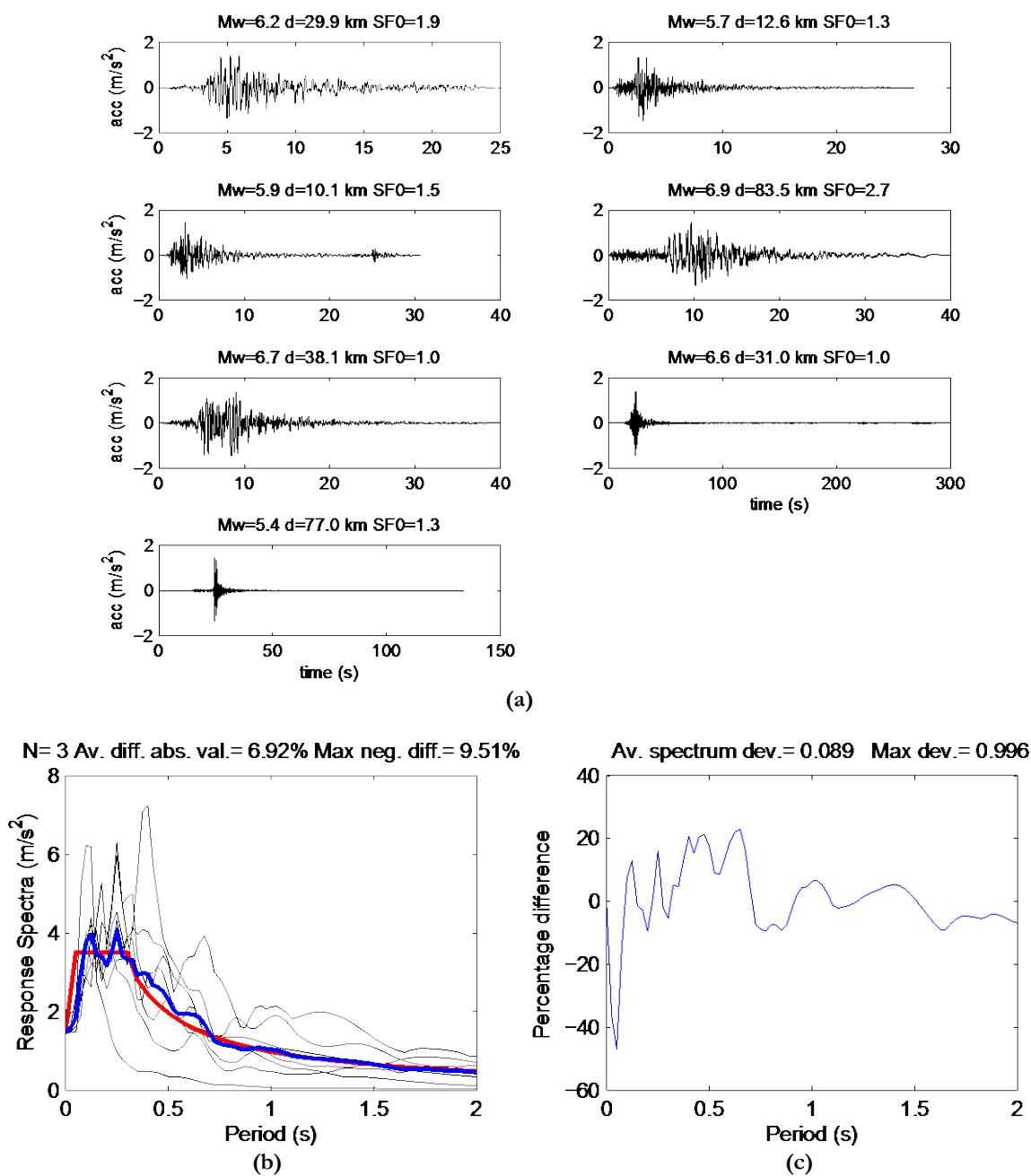


Figura 11.9 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=201$ anni.

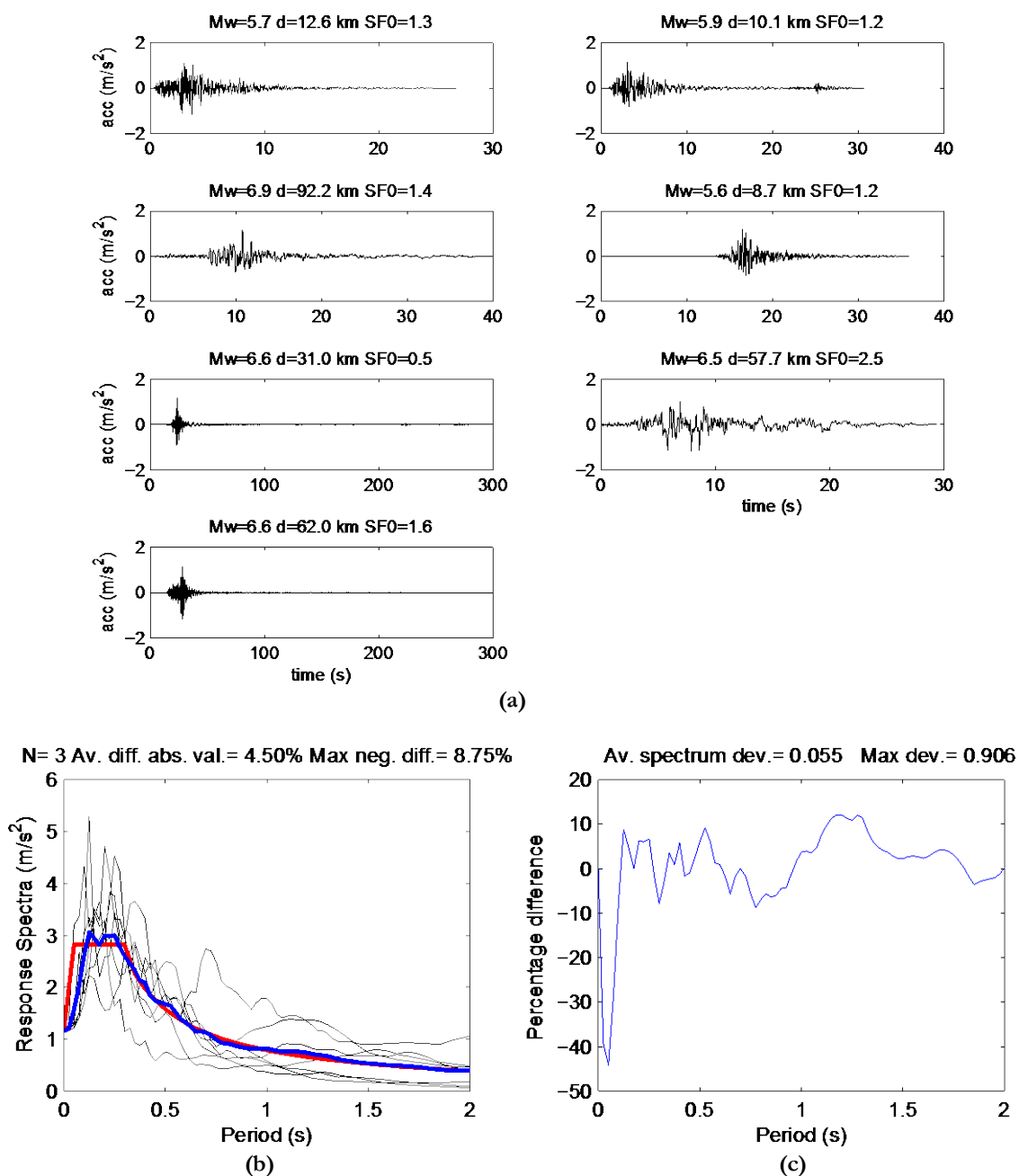


Figura 11.10 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=201$ anni.

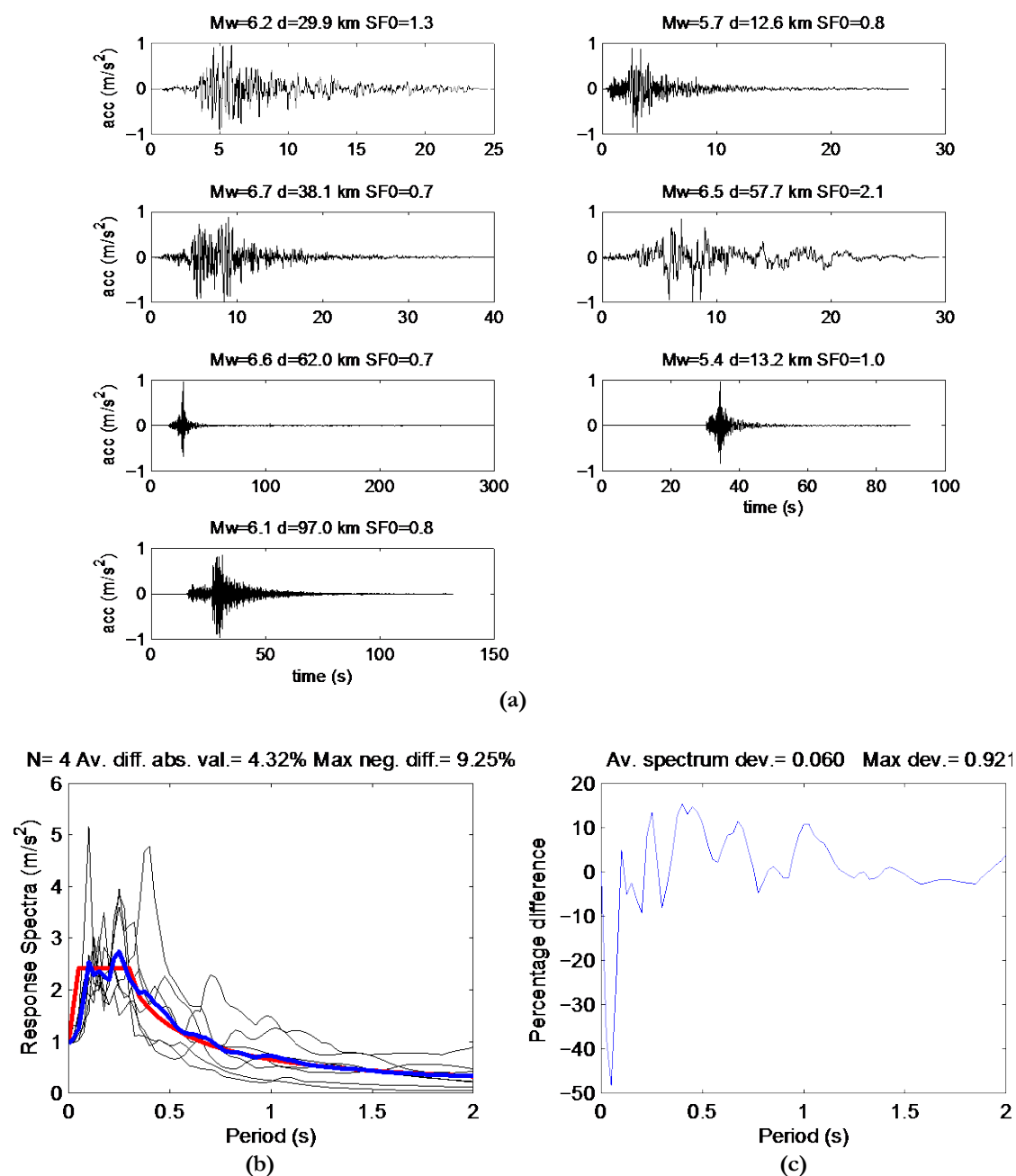


Figura 11.11 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=201$ anni.

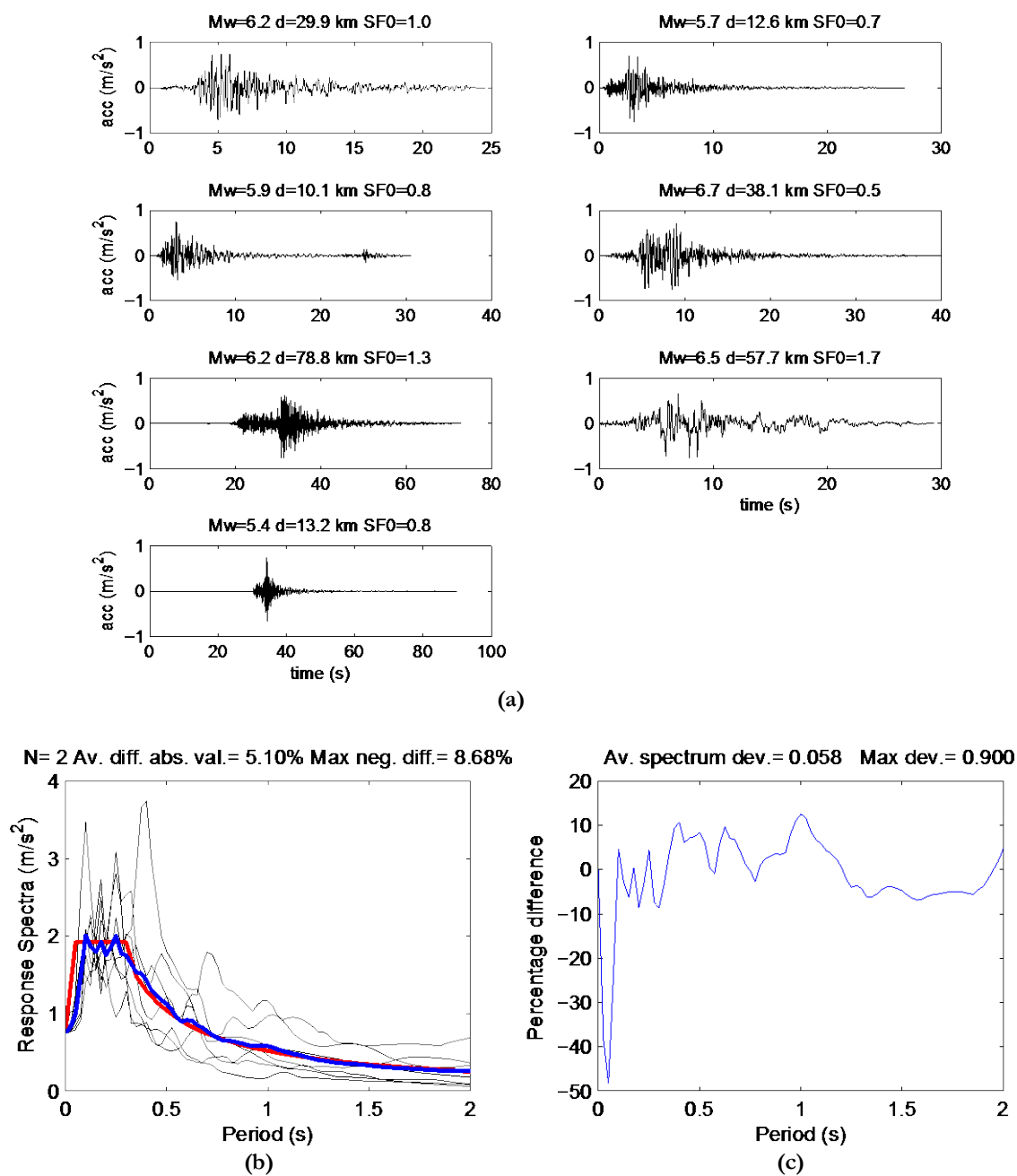


Figura 11.12 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=201$ anni.

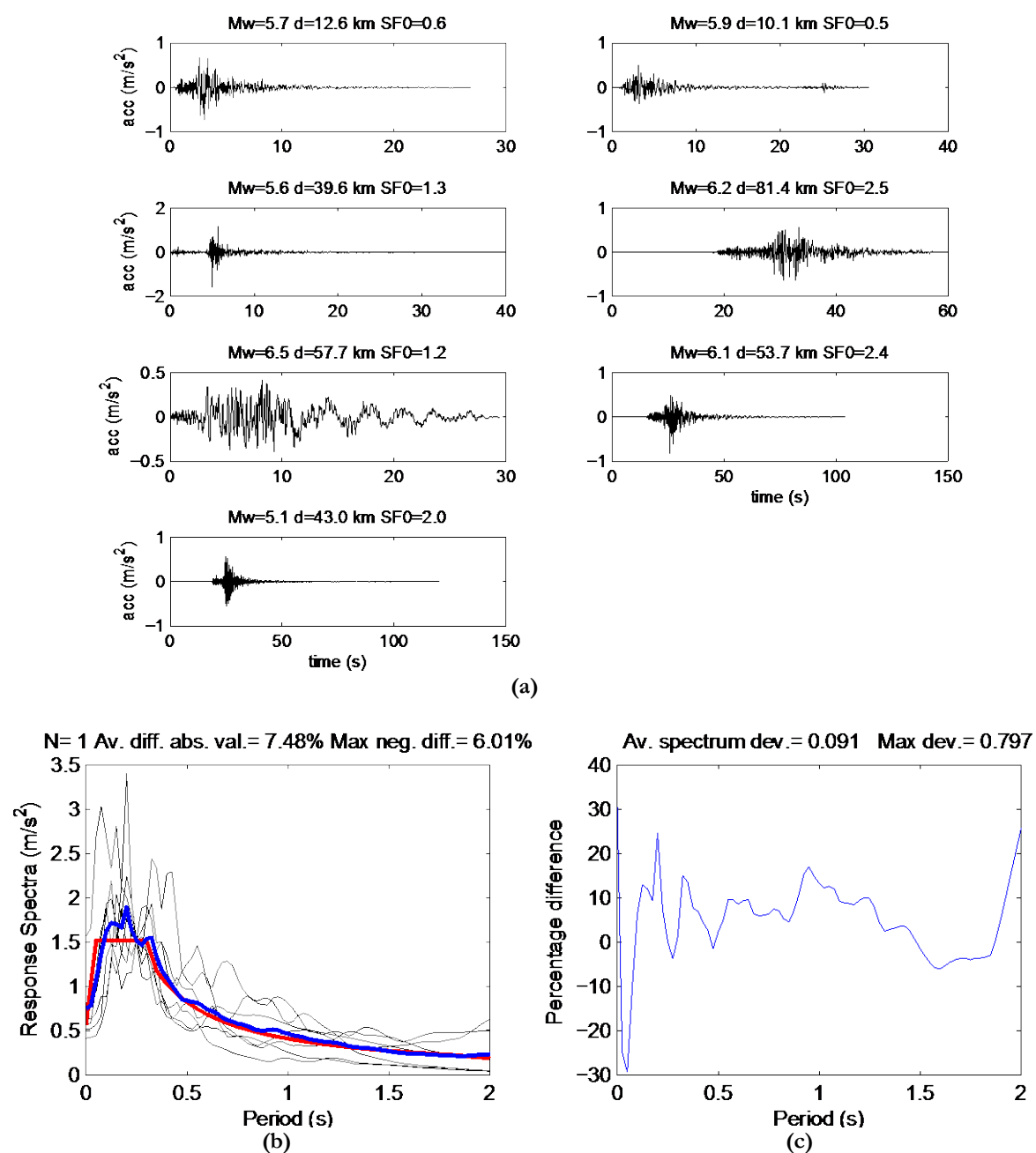


Figura 11.13 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=201$ anni.

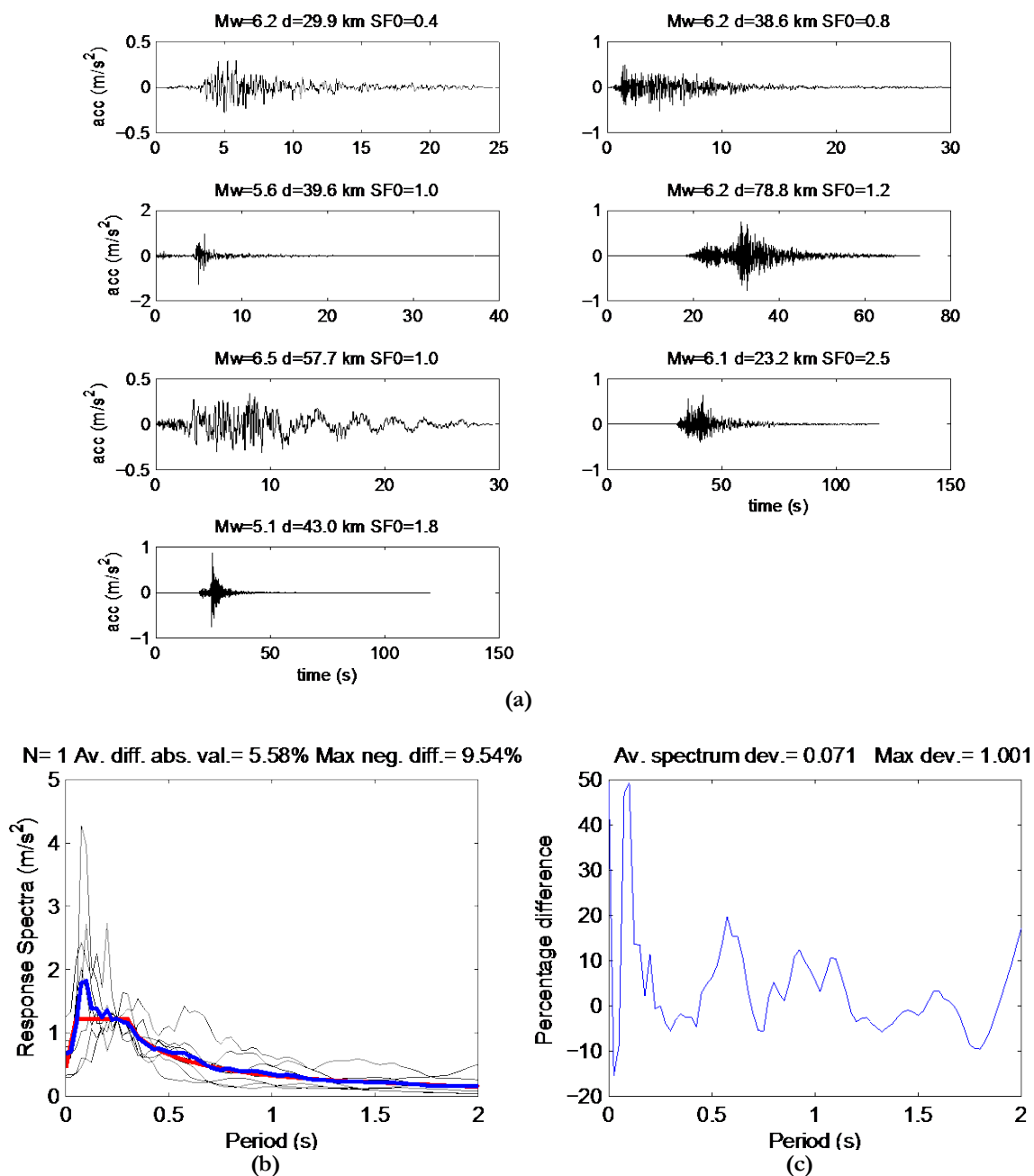


Figura 11.14 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=201$ anni.

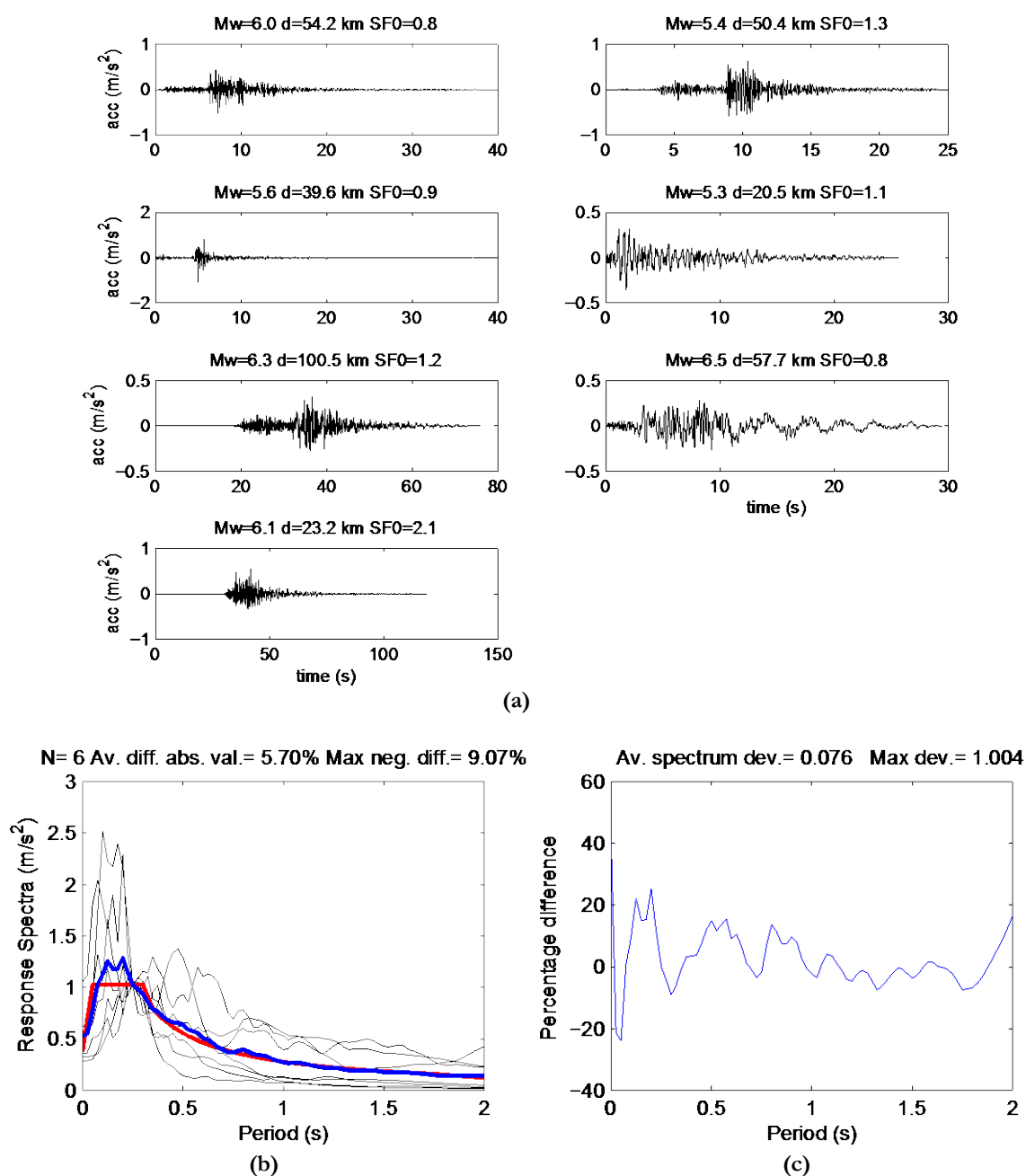


Figura 11.15 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=201$ anni.

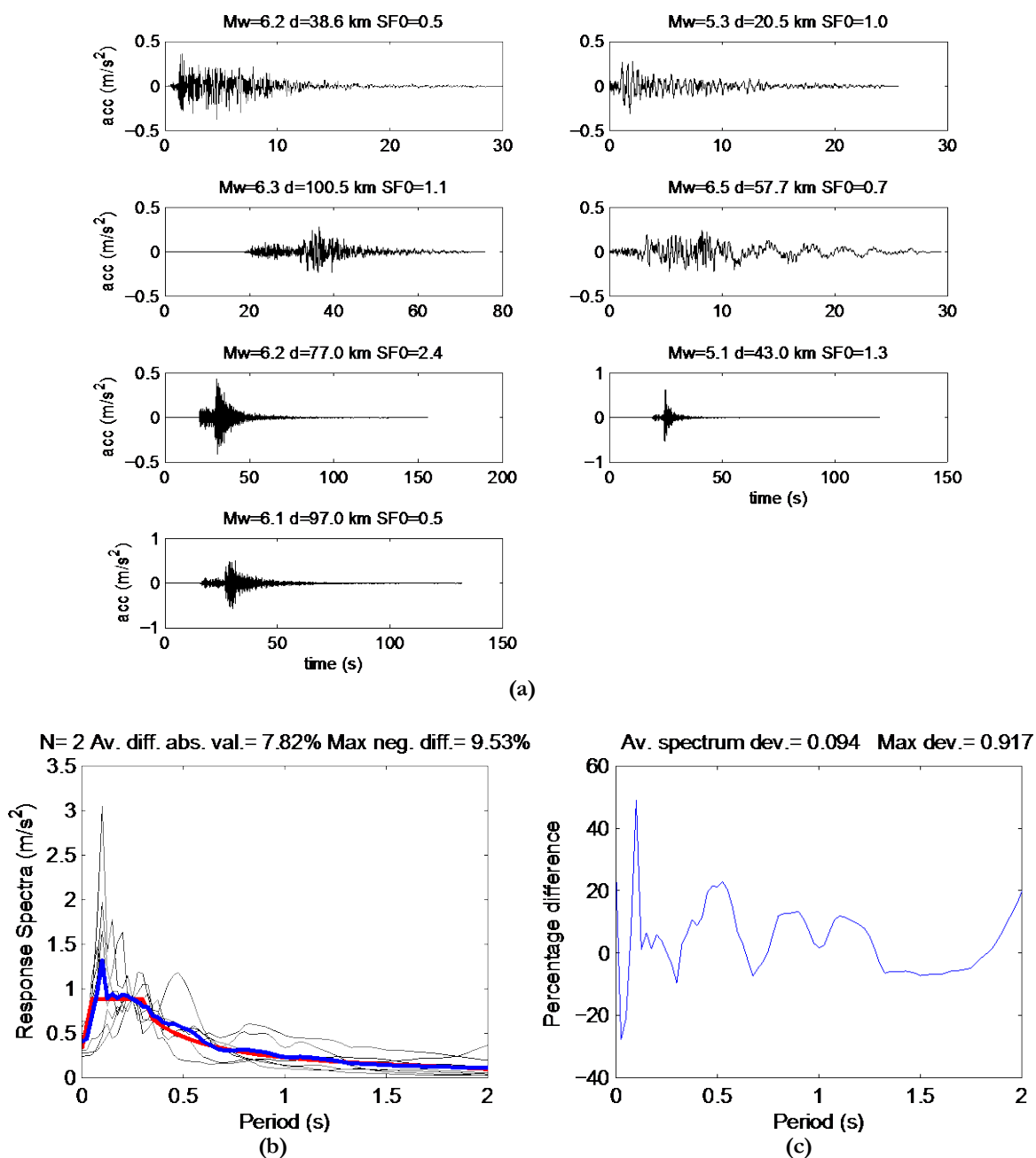


Figura 11.16 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=201$ anni.

11.3 PERIODO DI RITORNO DI 475 ANNI

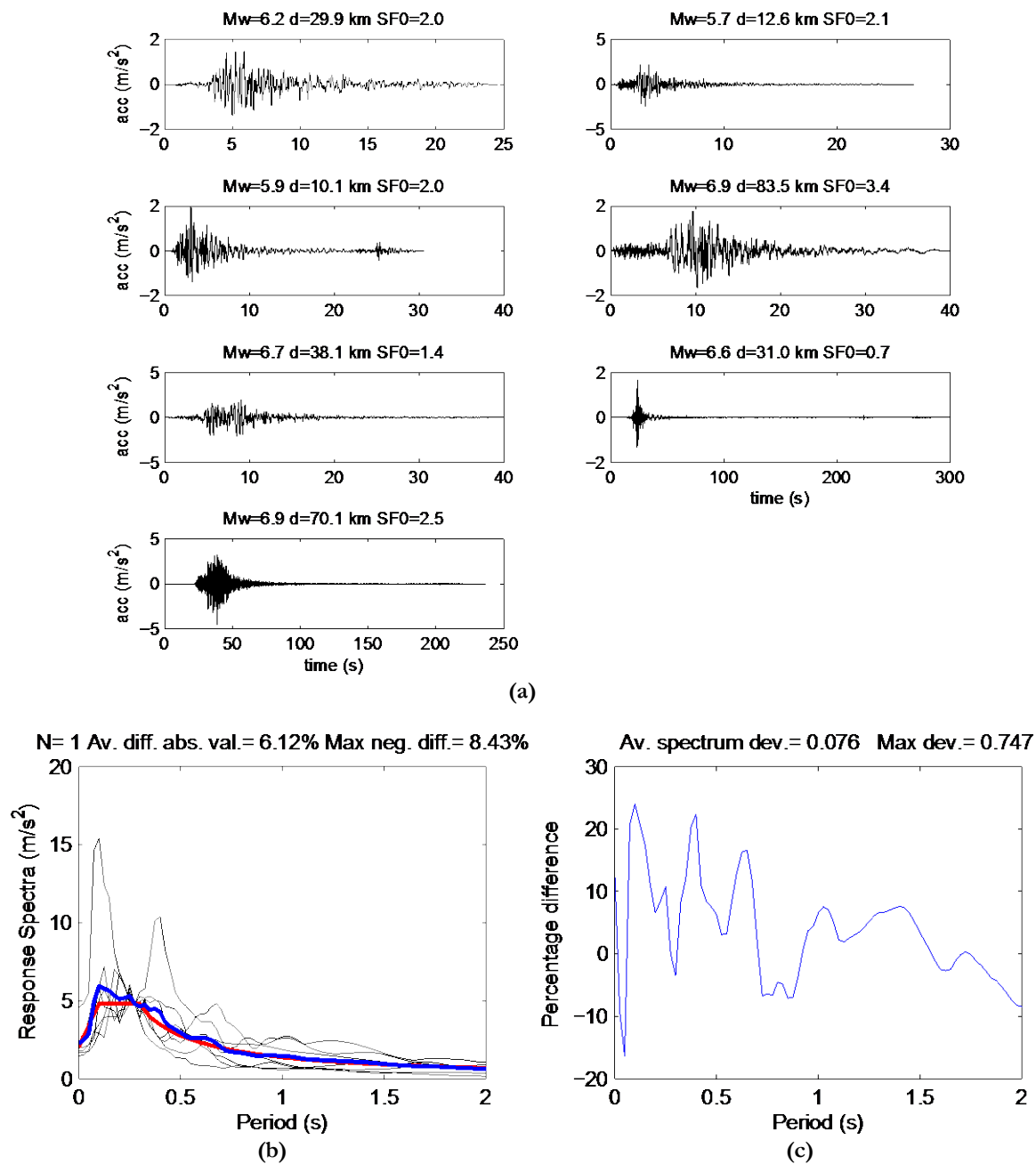


Figura 11.17 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=475$ anni.

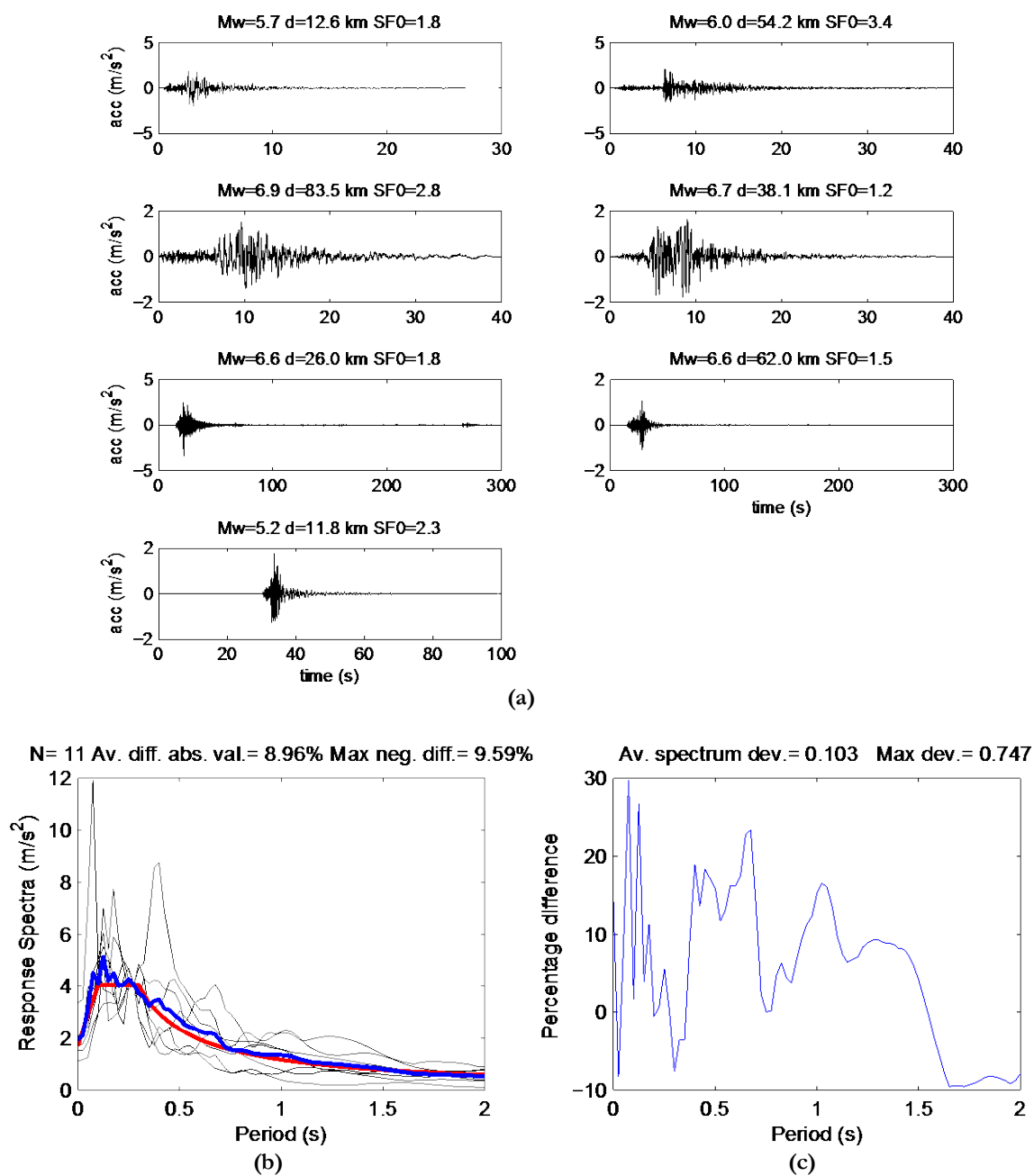


Figura 11.18 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=475$ anni.

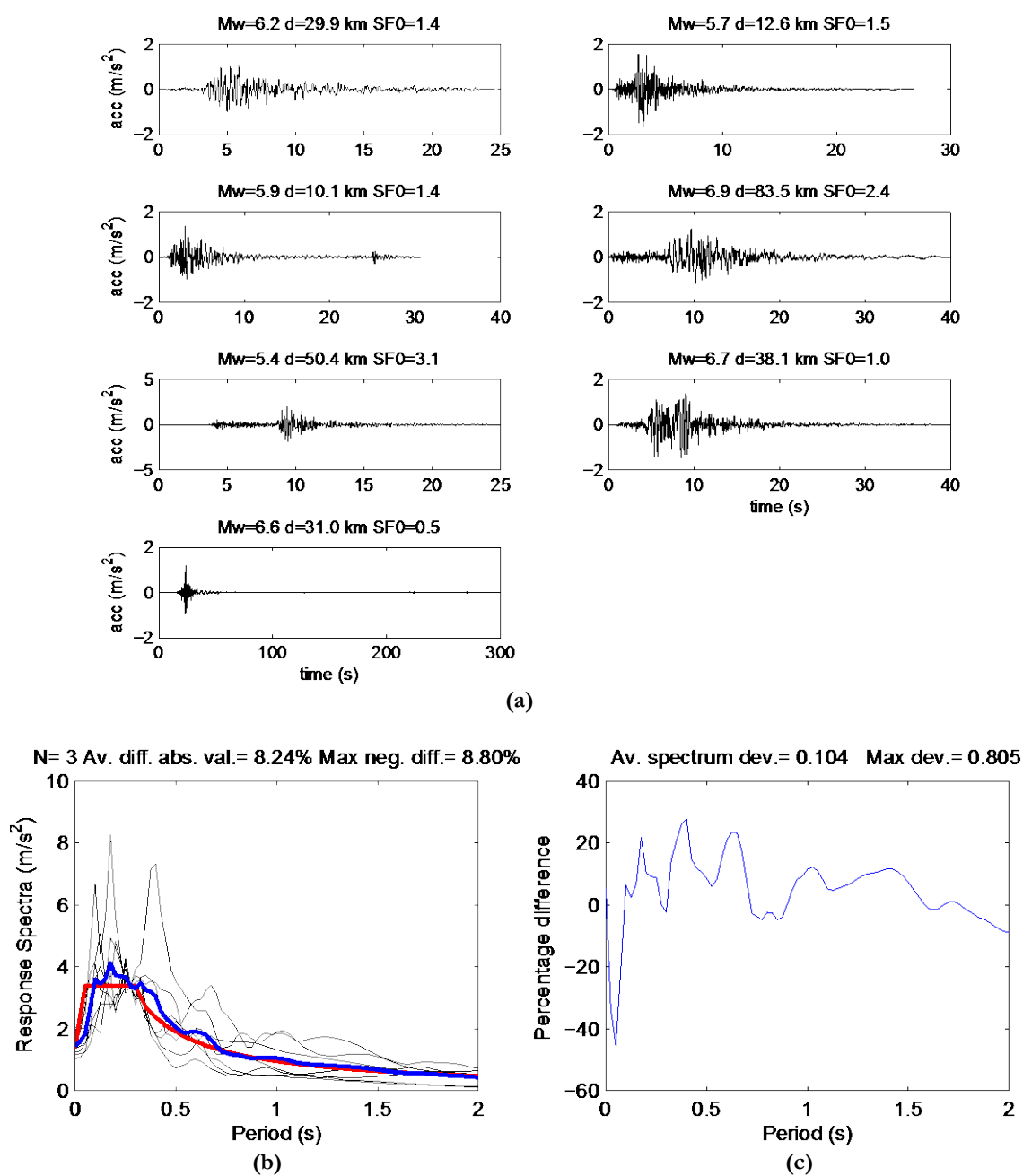


Figura 11.19 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=475$ anni.

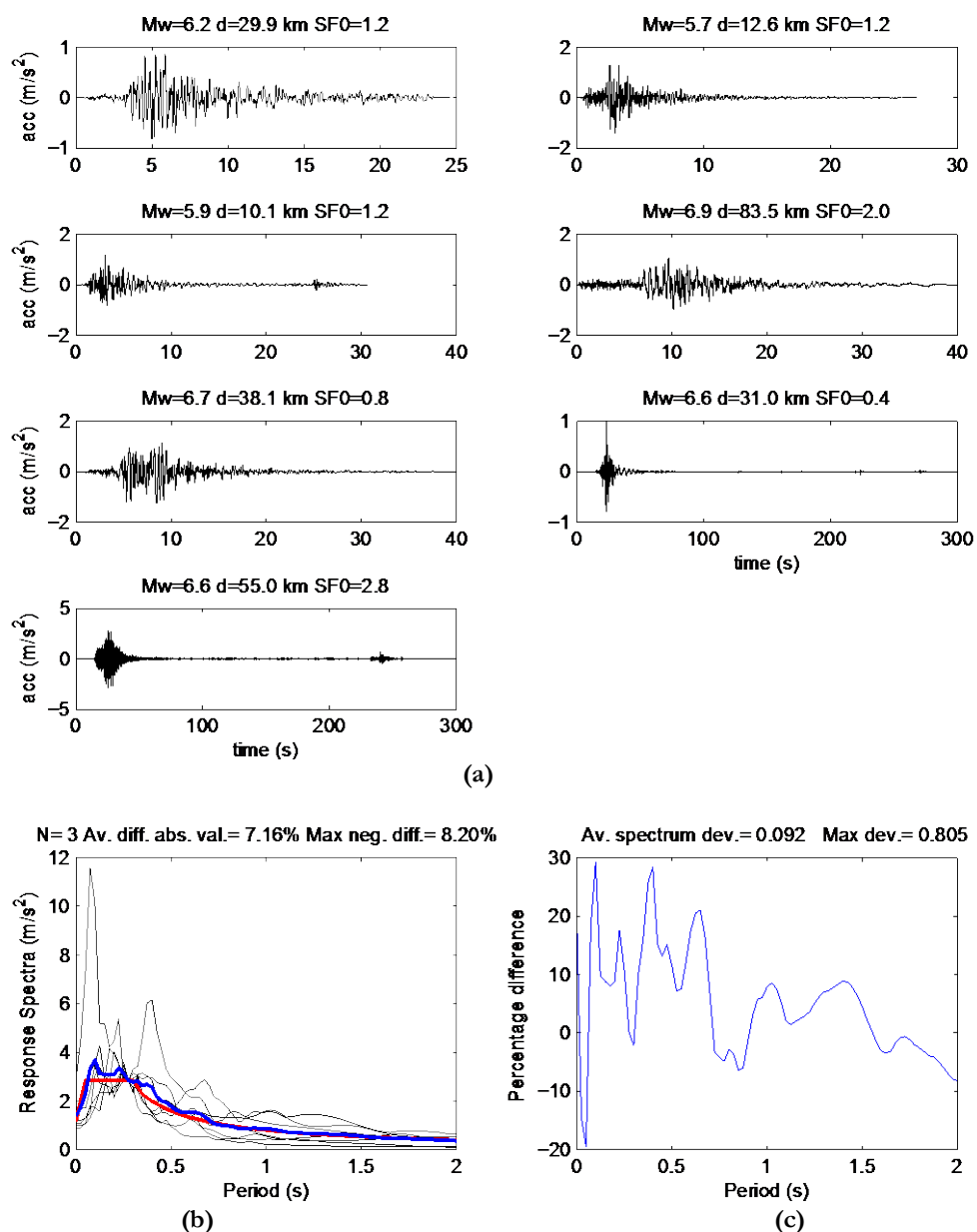


Figura 11.20 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=475$ anni.

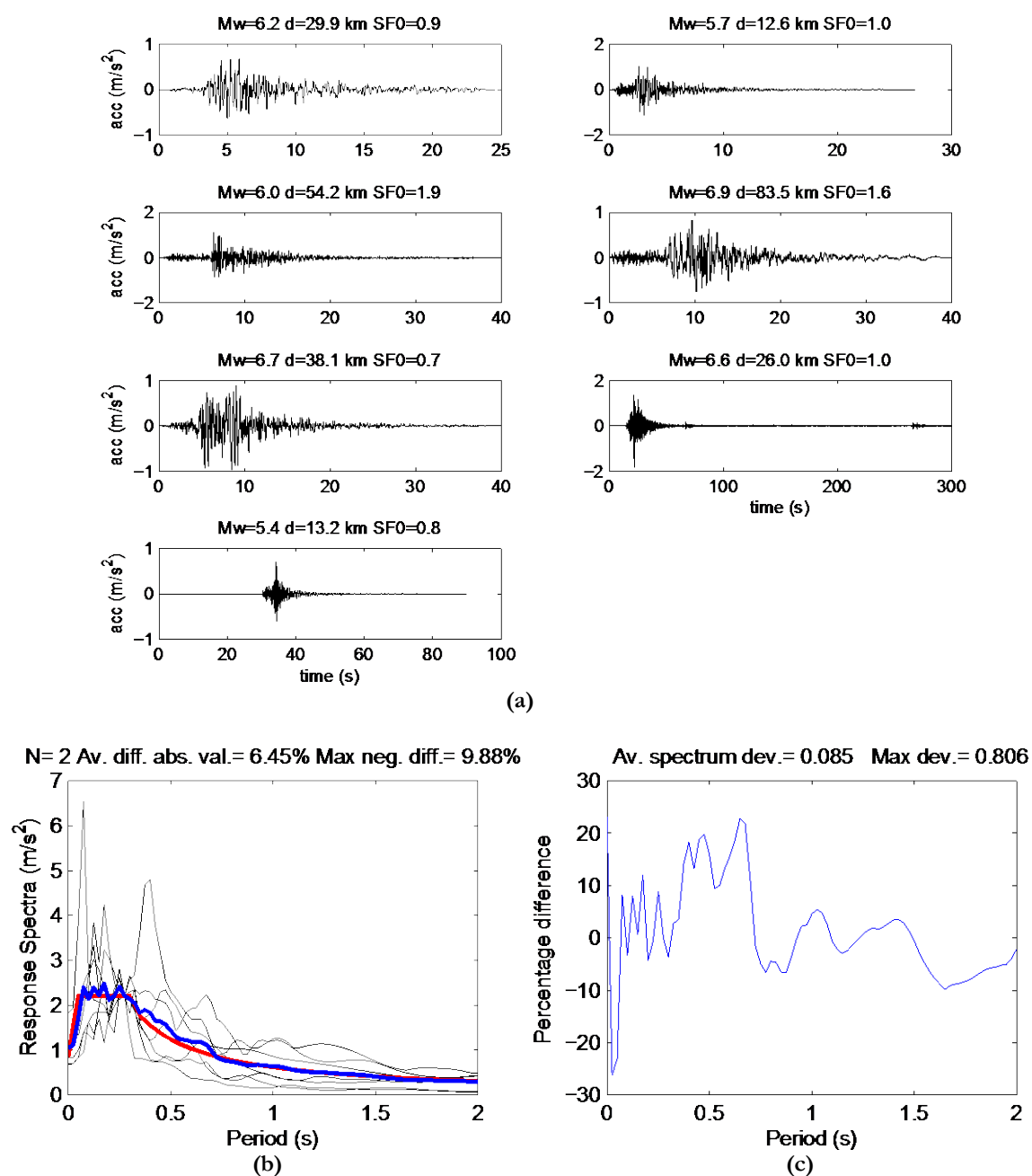


Figura 11.21 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=475$ anni.

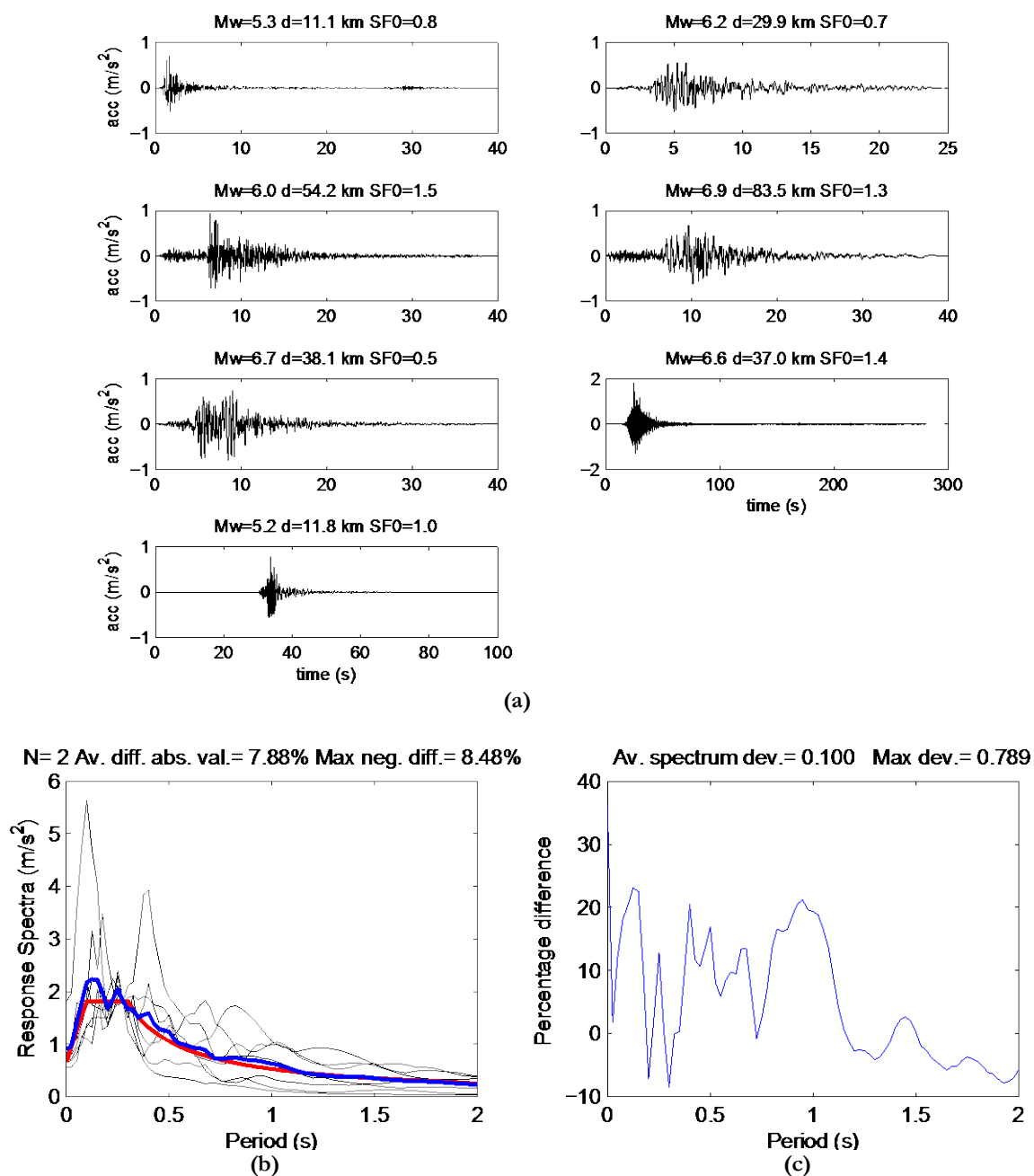


Figura 11.22 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=475$ anni.

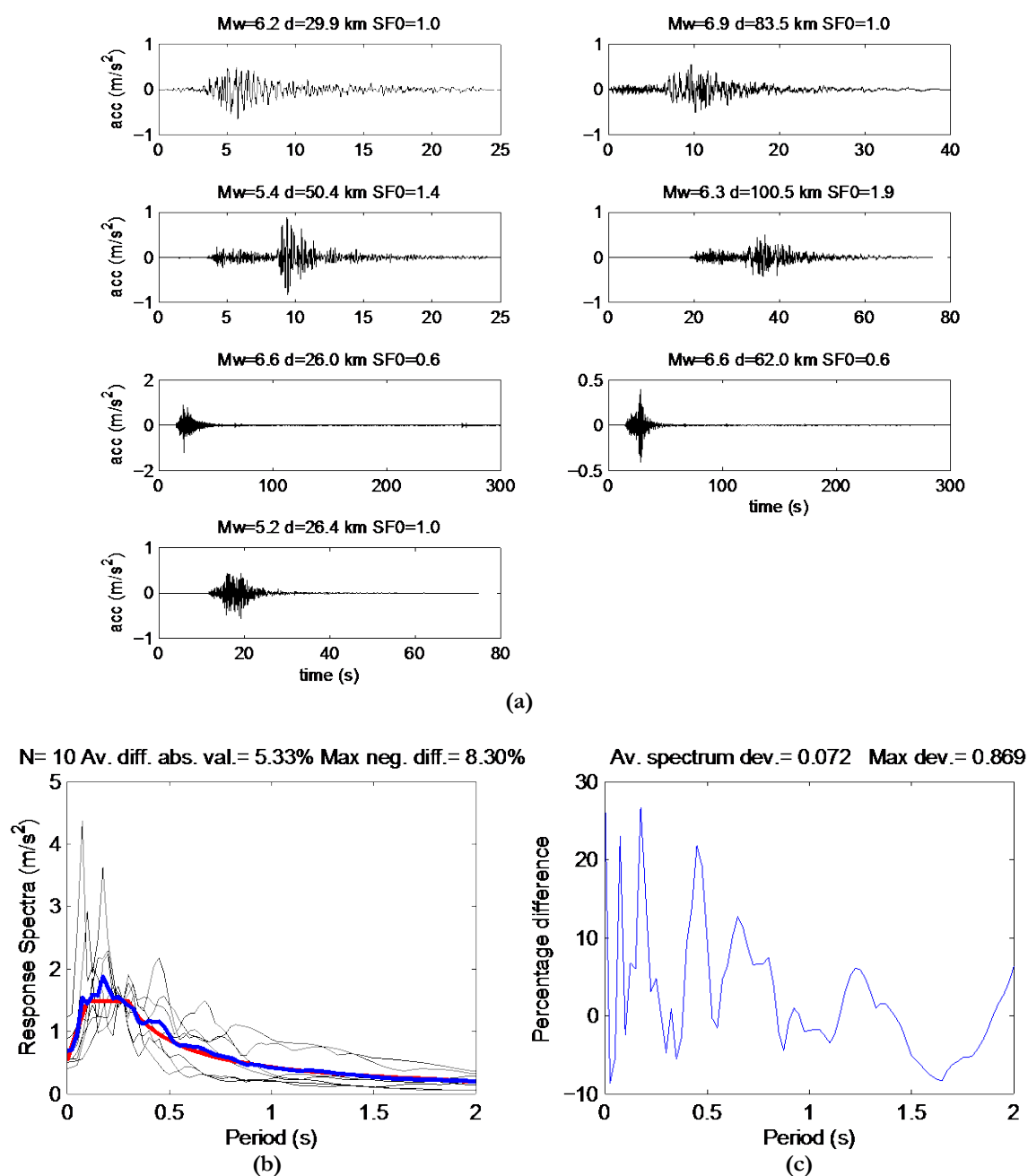


Figura 11.23 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=475$ anni.

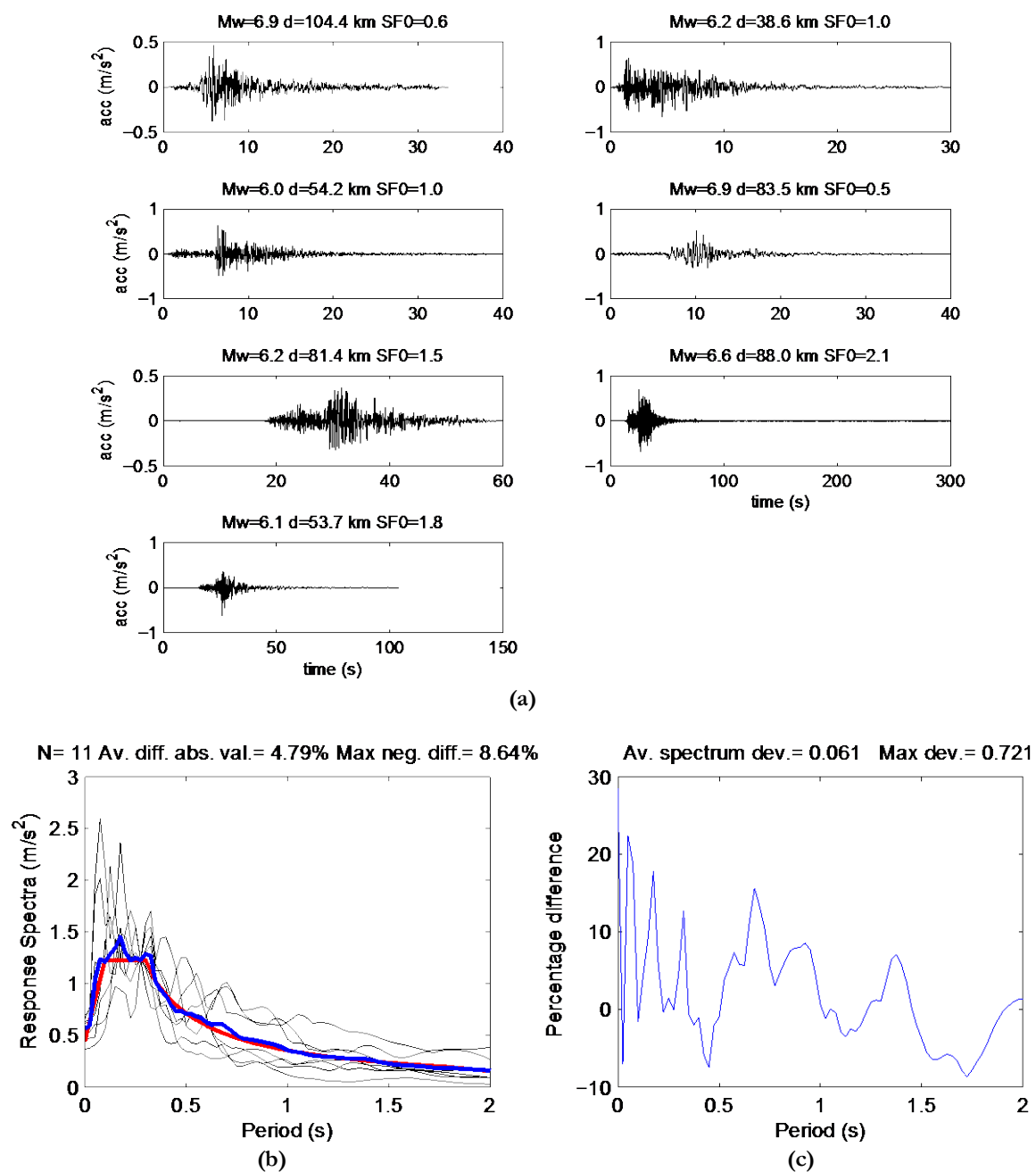


Figura 11.24 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=475$ anni.

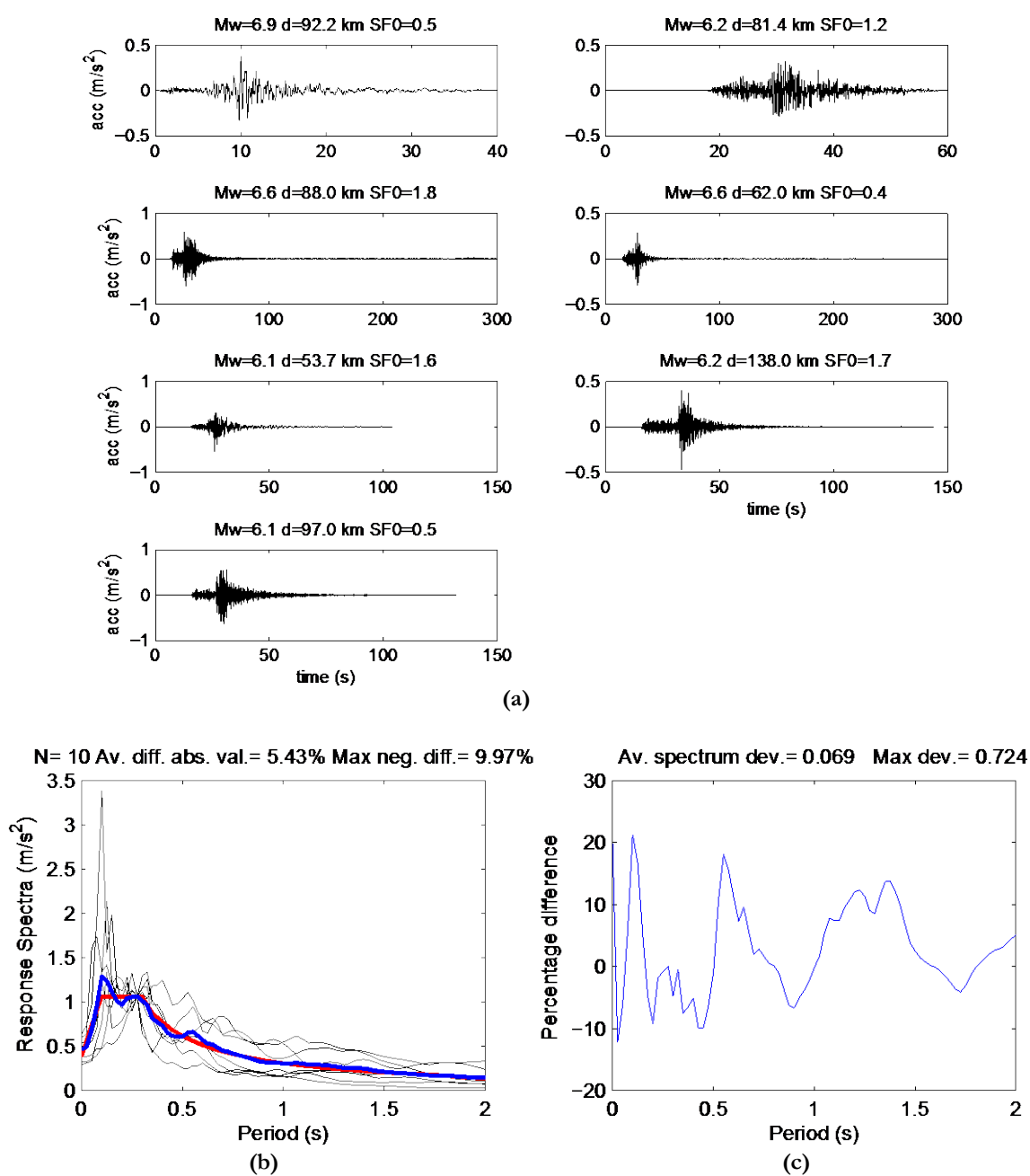


Figura 11.25 Risultato della selezione relativa al gruppo 9 - $T_R=475$ anni.

11.4 PERIODO DI RITORNO DI 712 ANNI

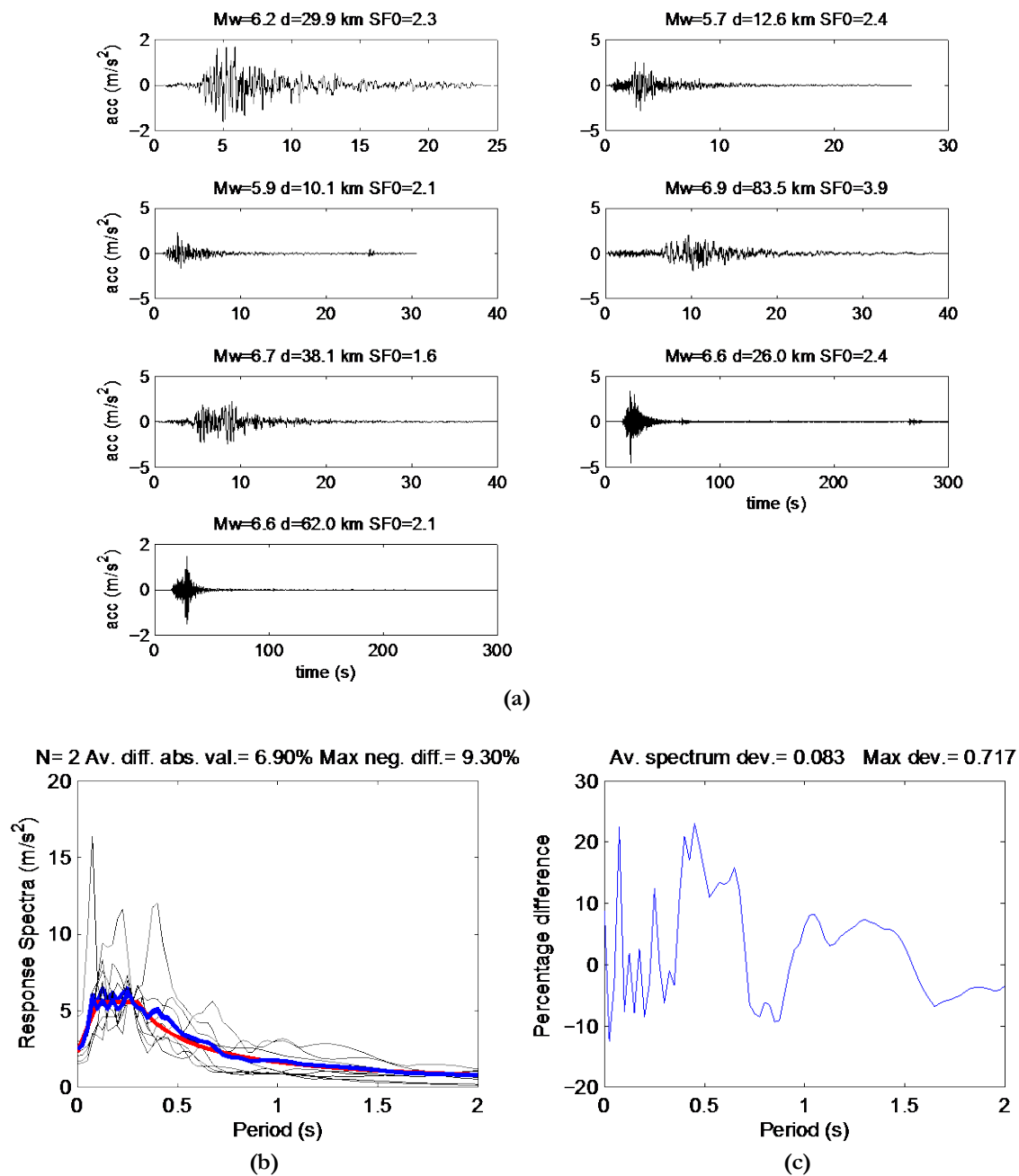


Figura 11.26 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=712$ anni.

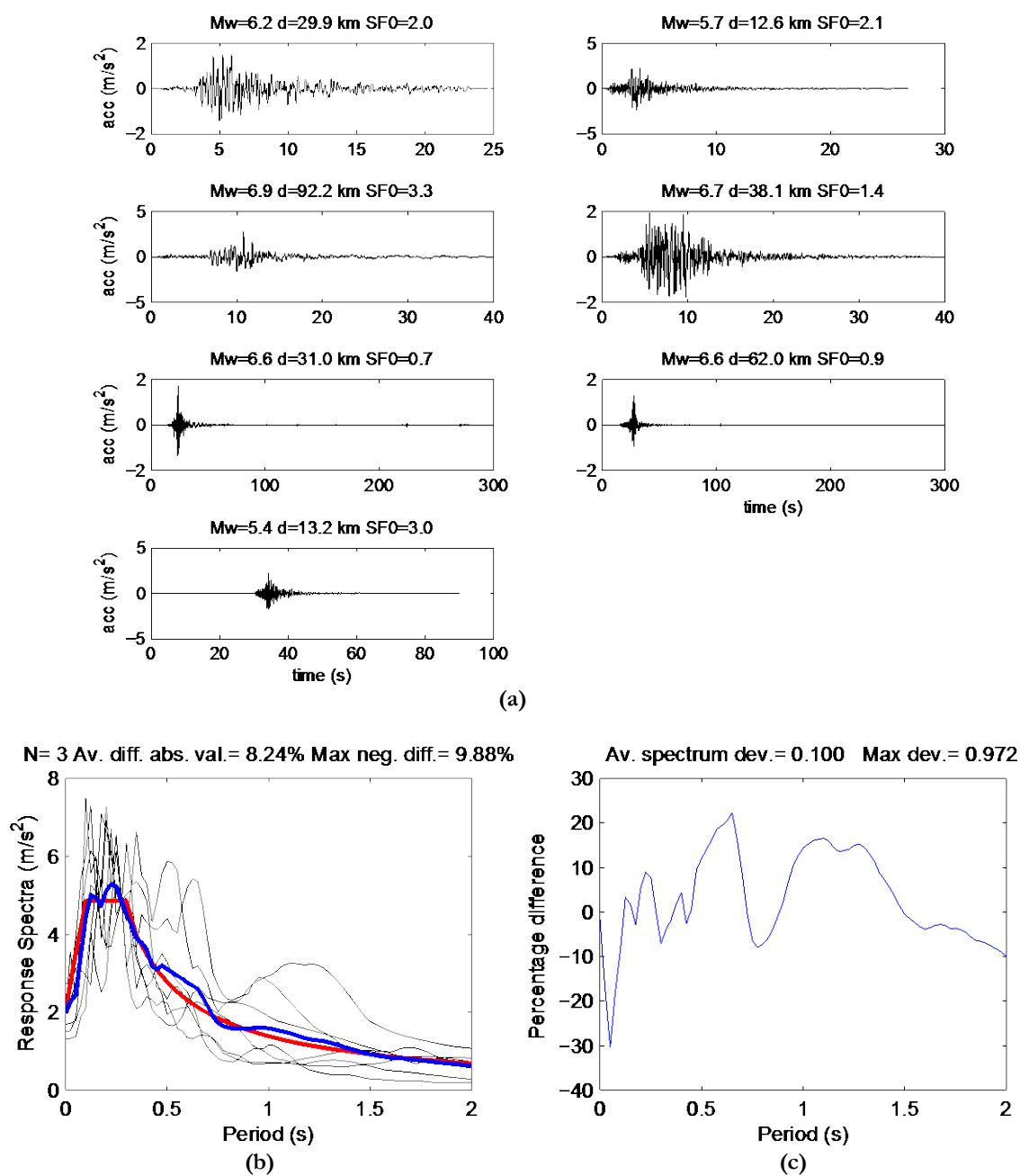


Figura 11.27 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=712$ anni.

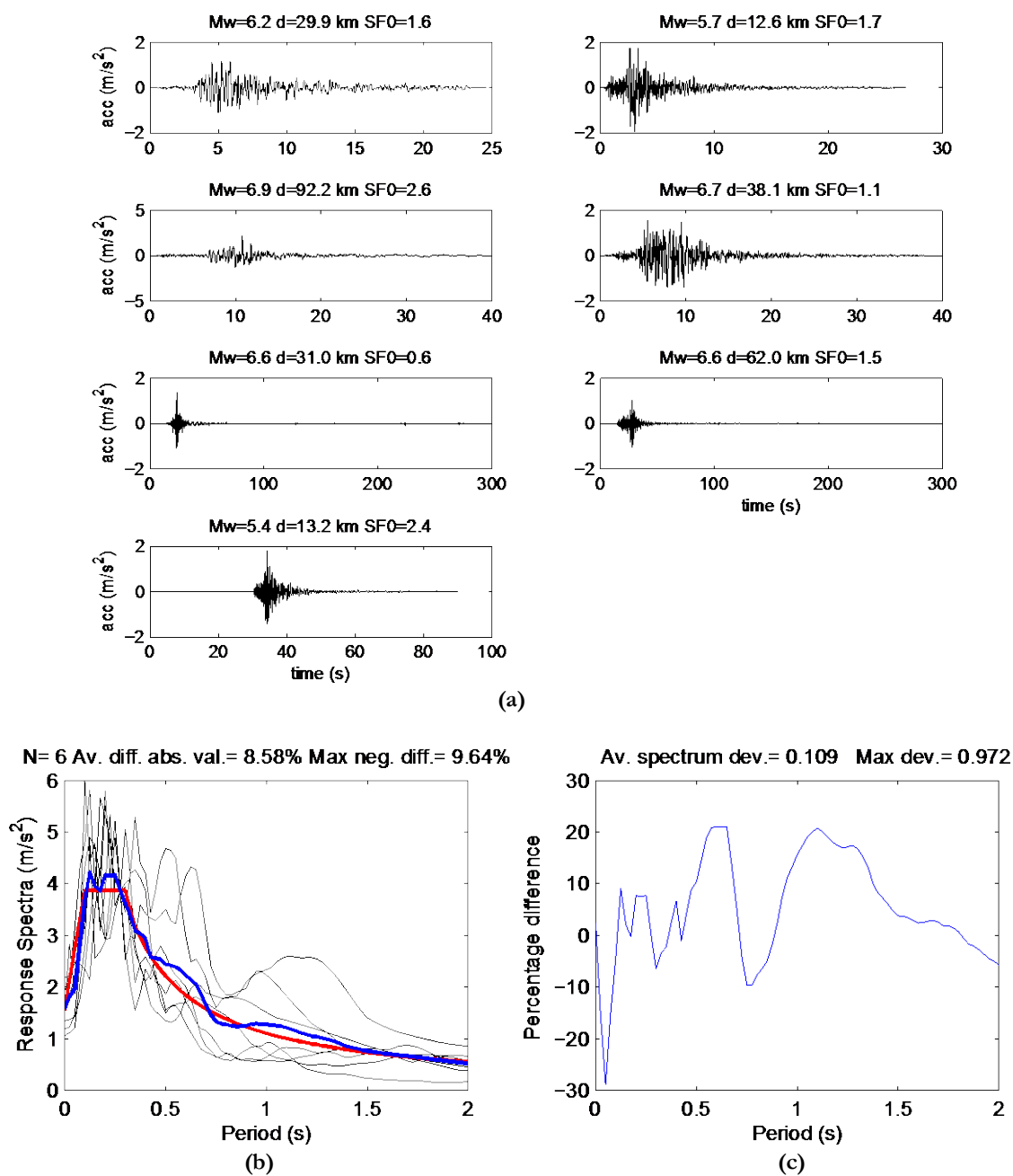


Figura 11.28 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=712$ anni.

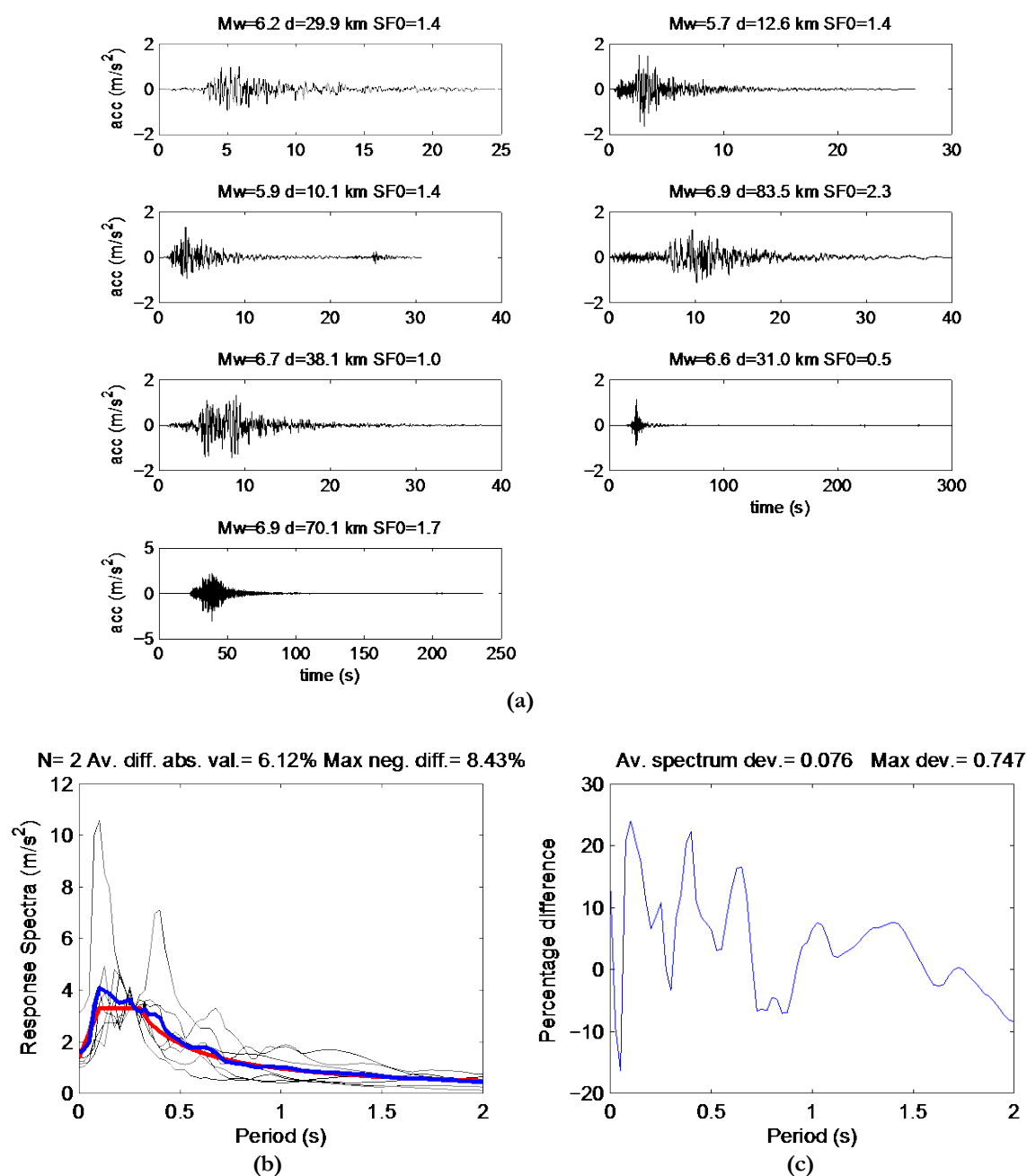


Figura 11.29 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=712$ anni.

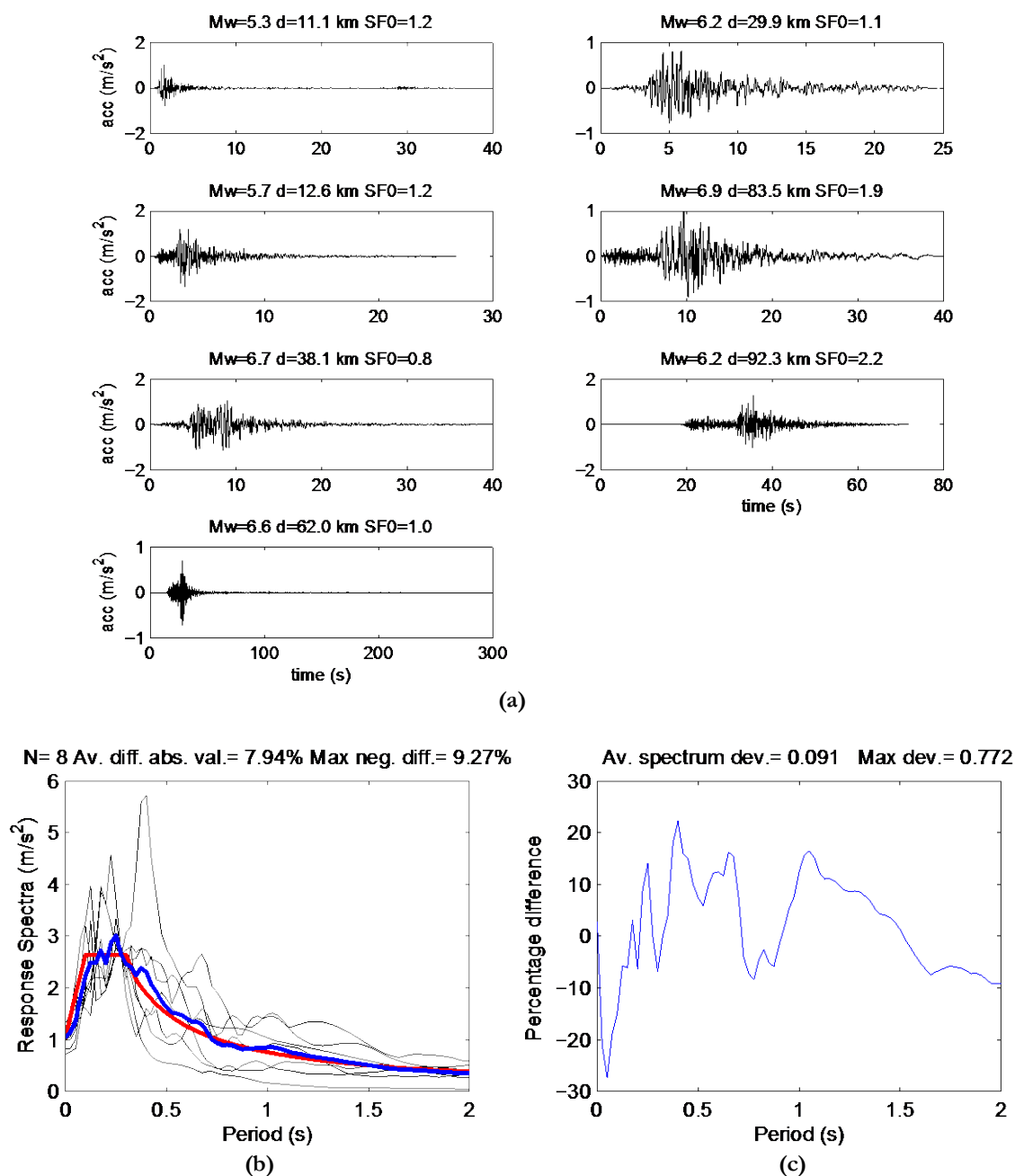


Figura 11.30 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=712$ anni.

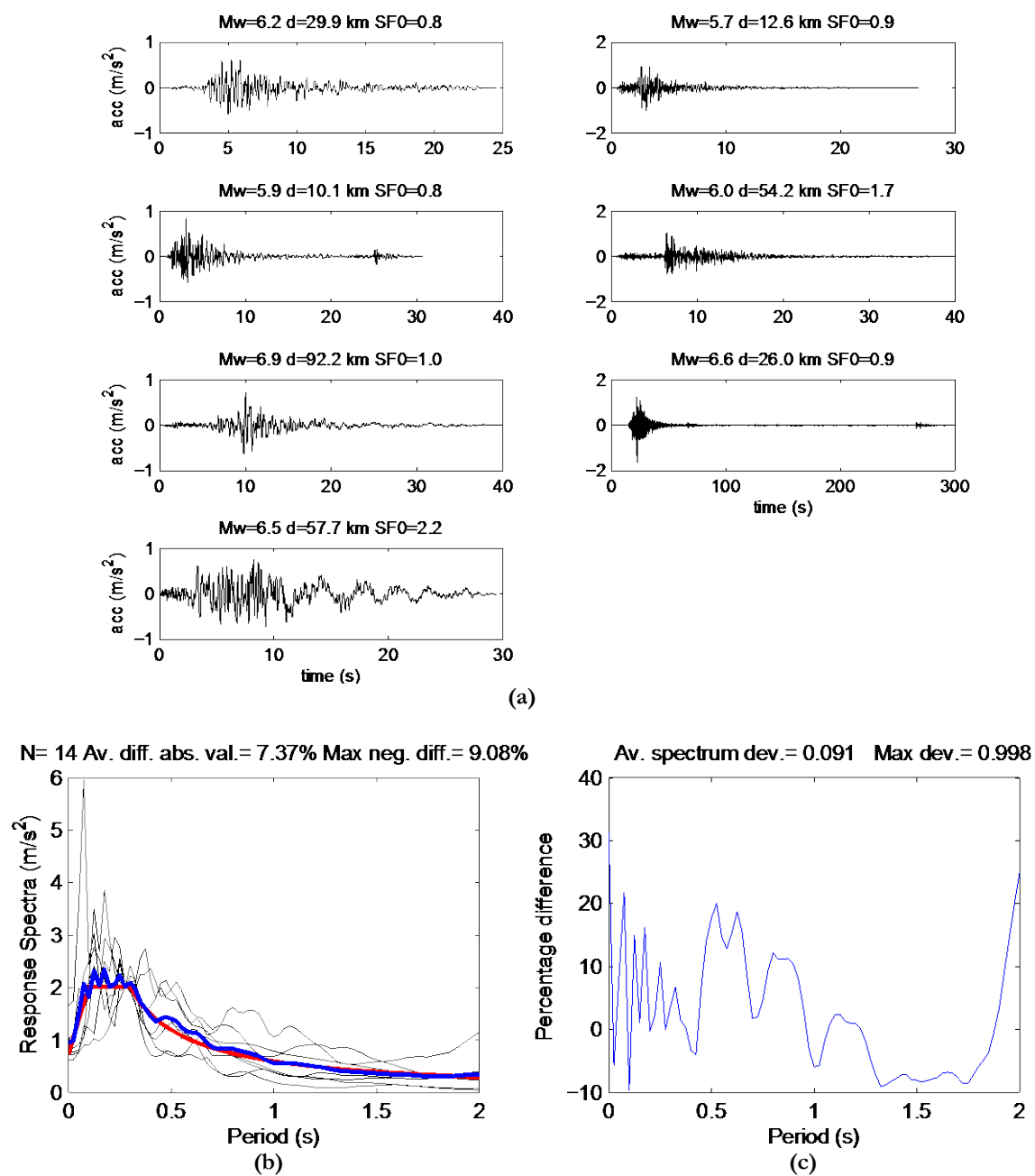


Figura 11.31 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=712$ anni.

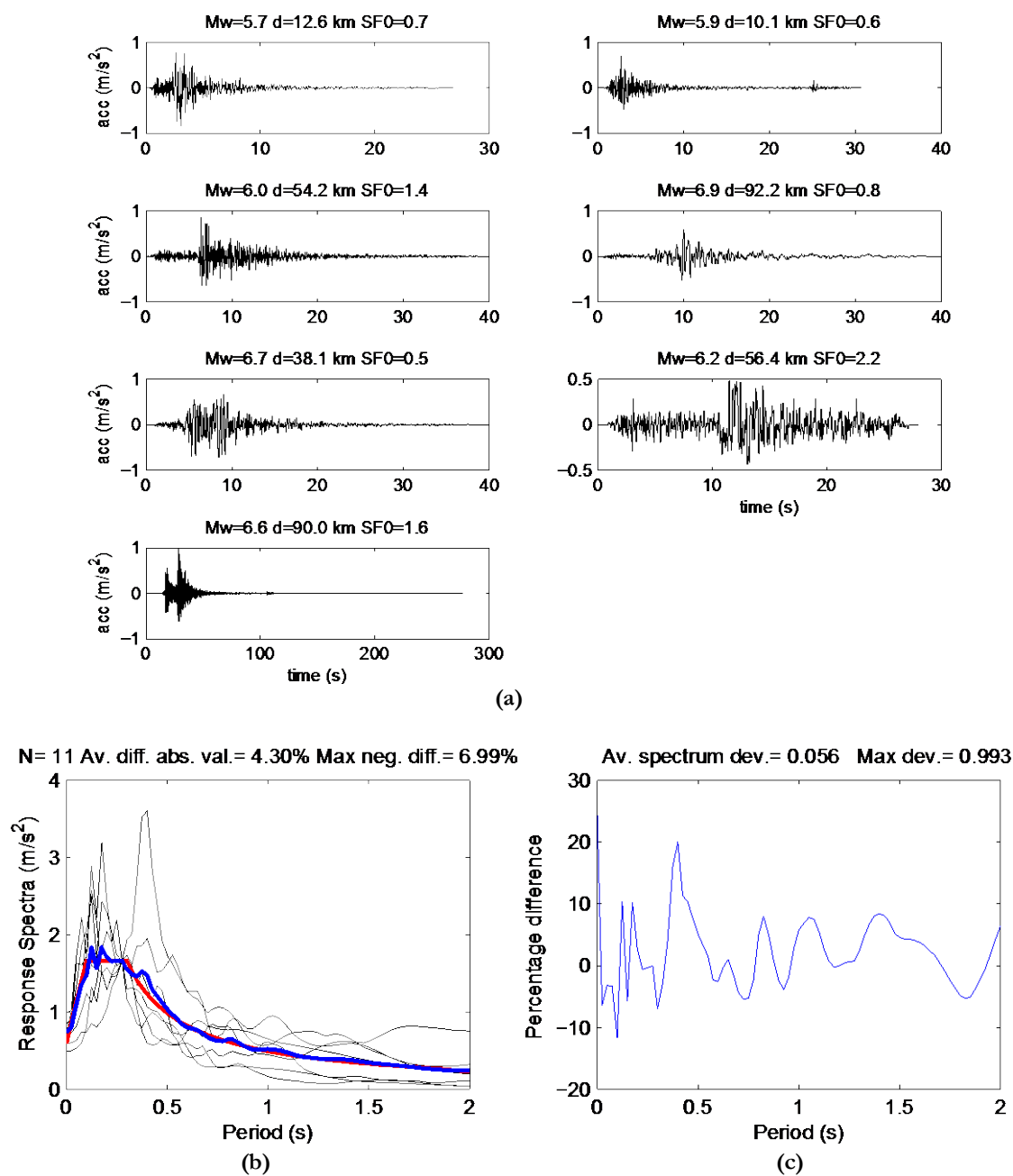


Figura 11.32 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=712$ anni.

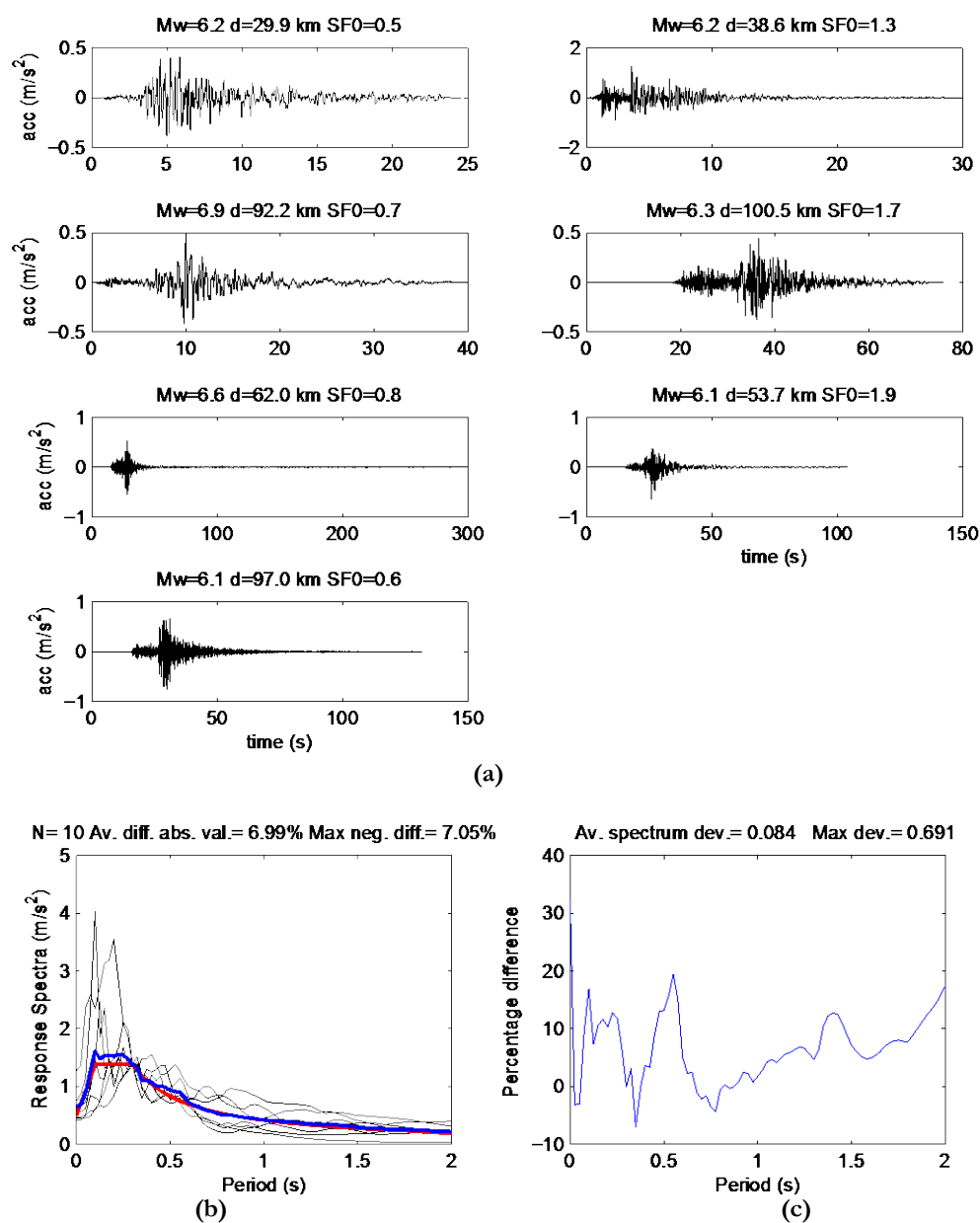


Figura 11.33 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=712$ anni.

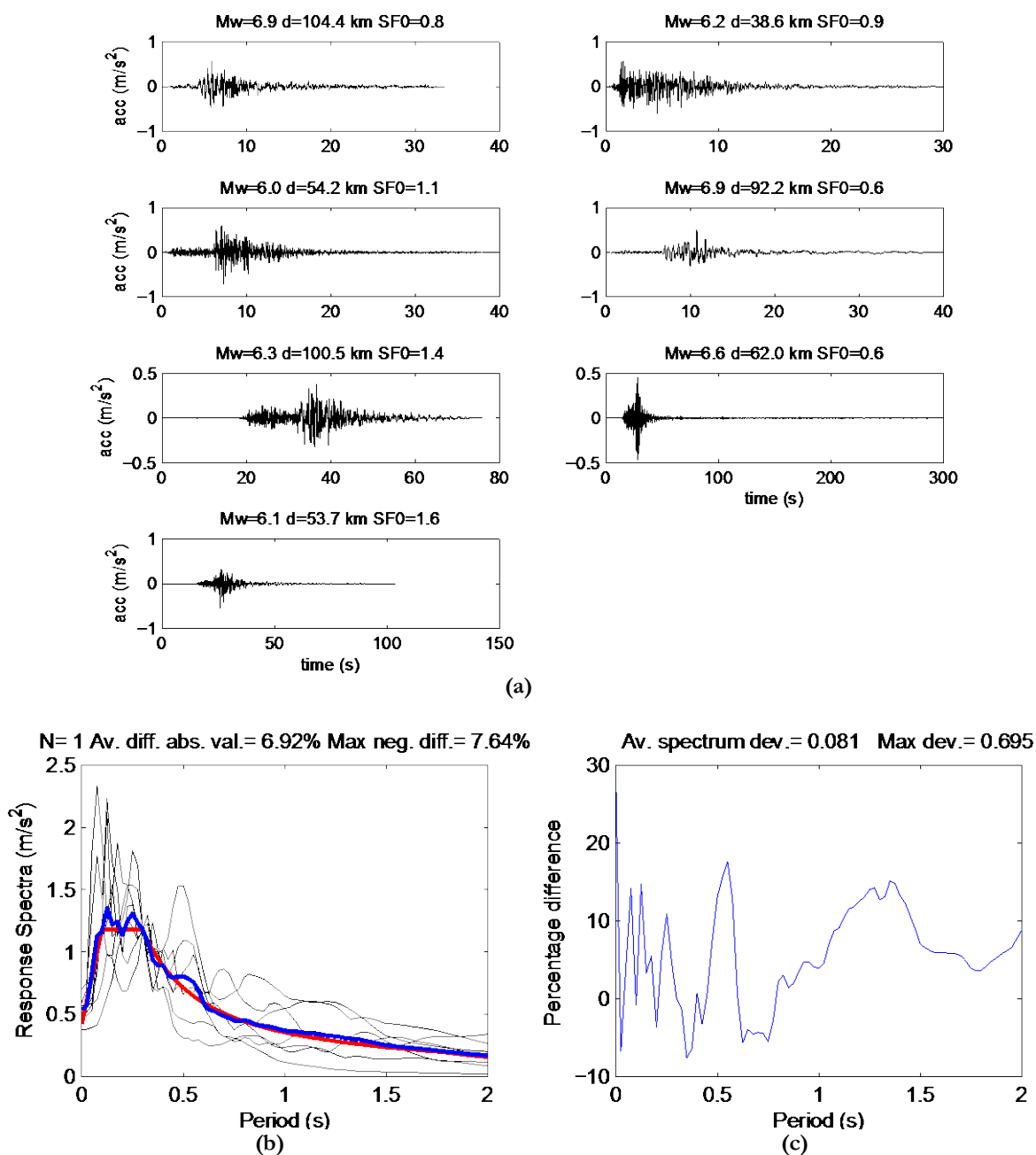


Figura 11.34 Risultato della selezione relativa al gruppo 9 - $T_R=712$ anni.

11.5 PERIODO DI RITORNO DI 949 ANNI

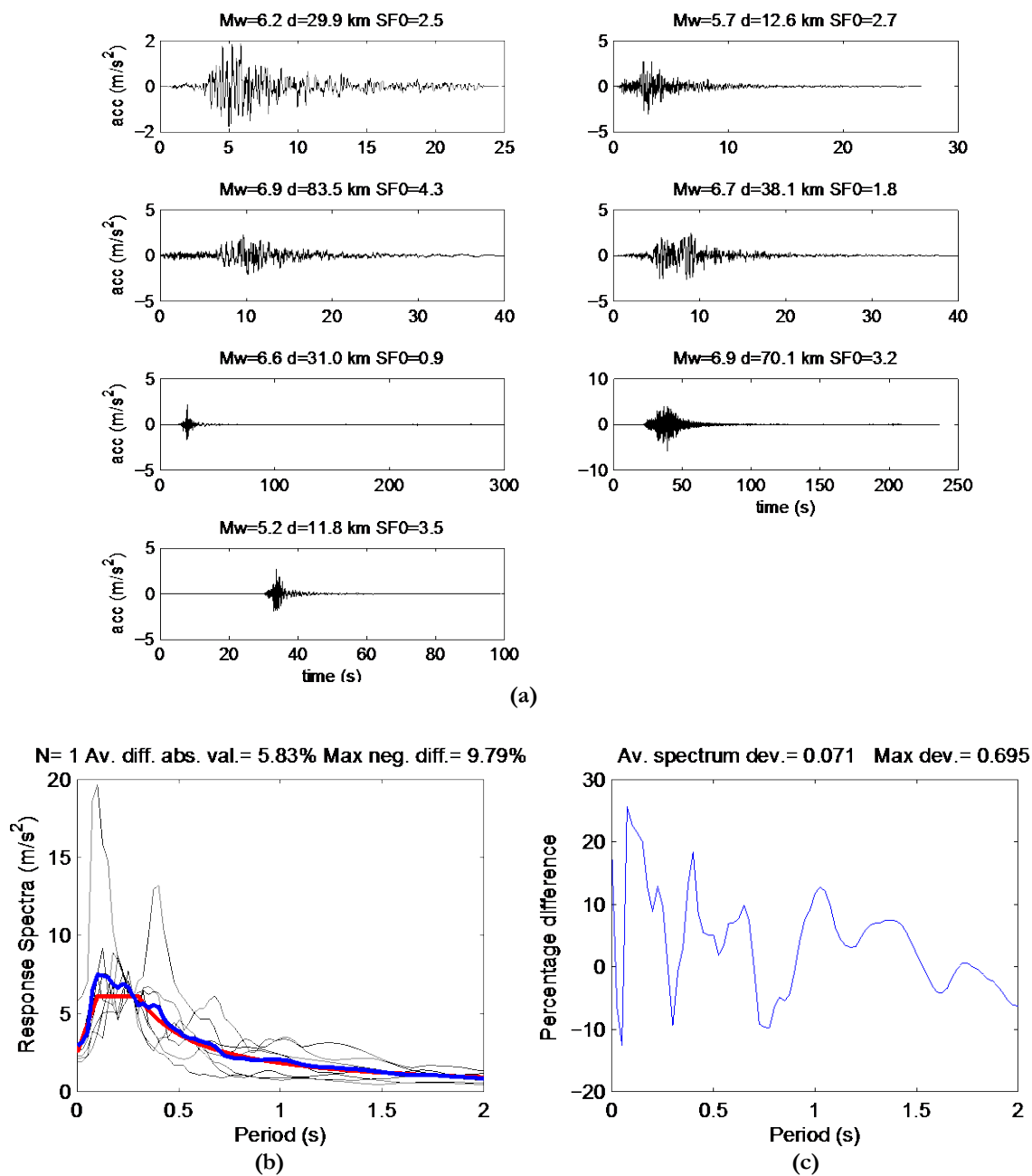


Figura 11.35 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=949$ anni.

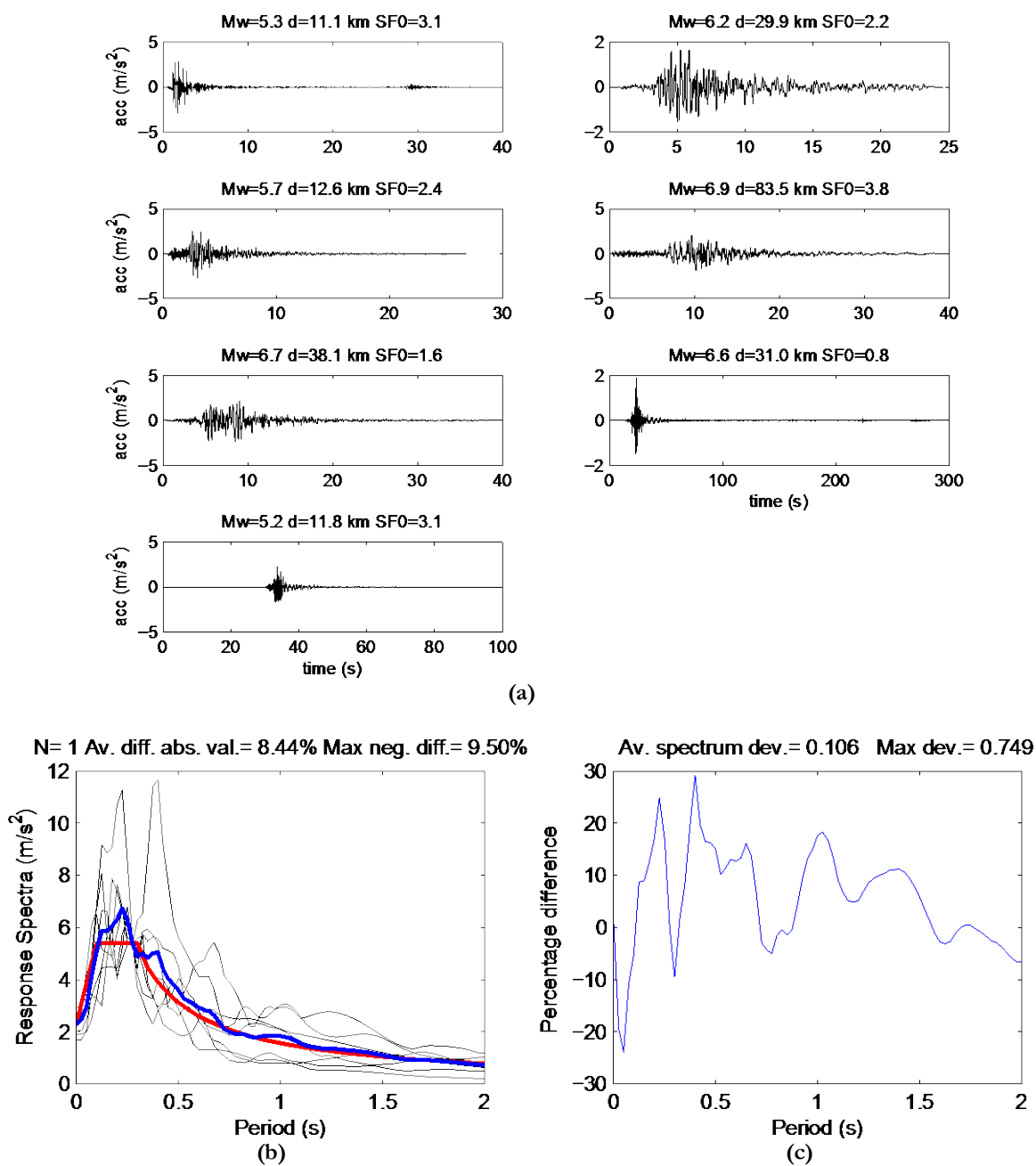


Figura 11.36 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=949$ anni.

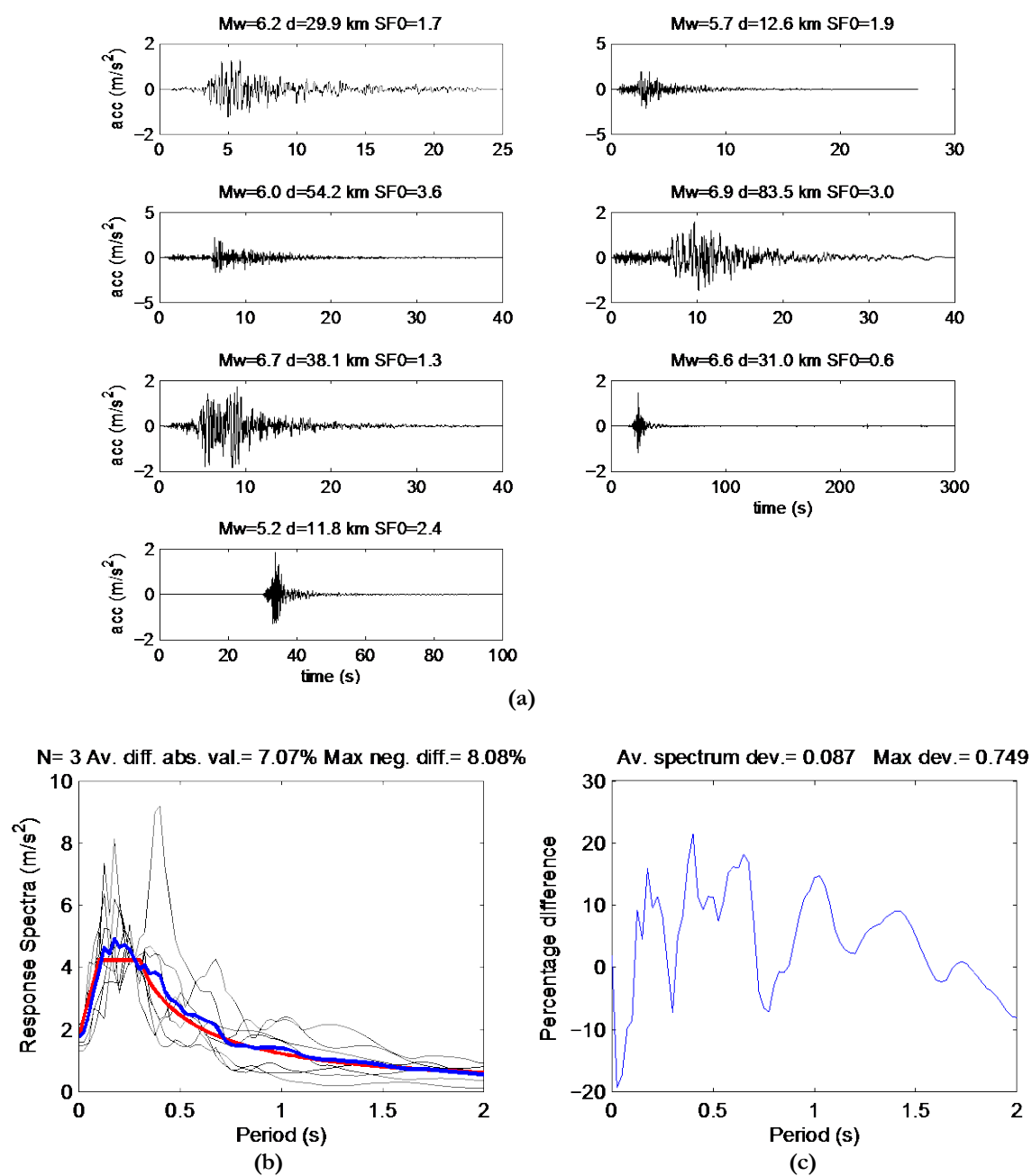


Figura 11.37 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=949$ anni.

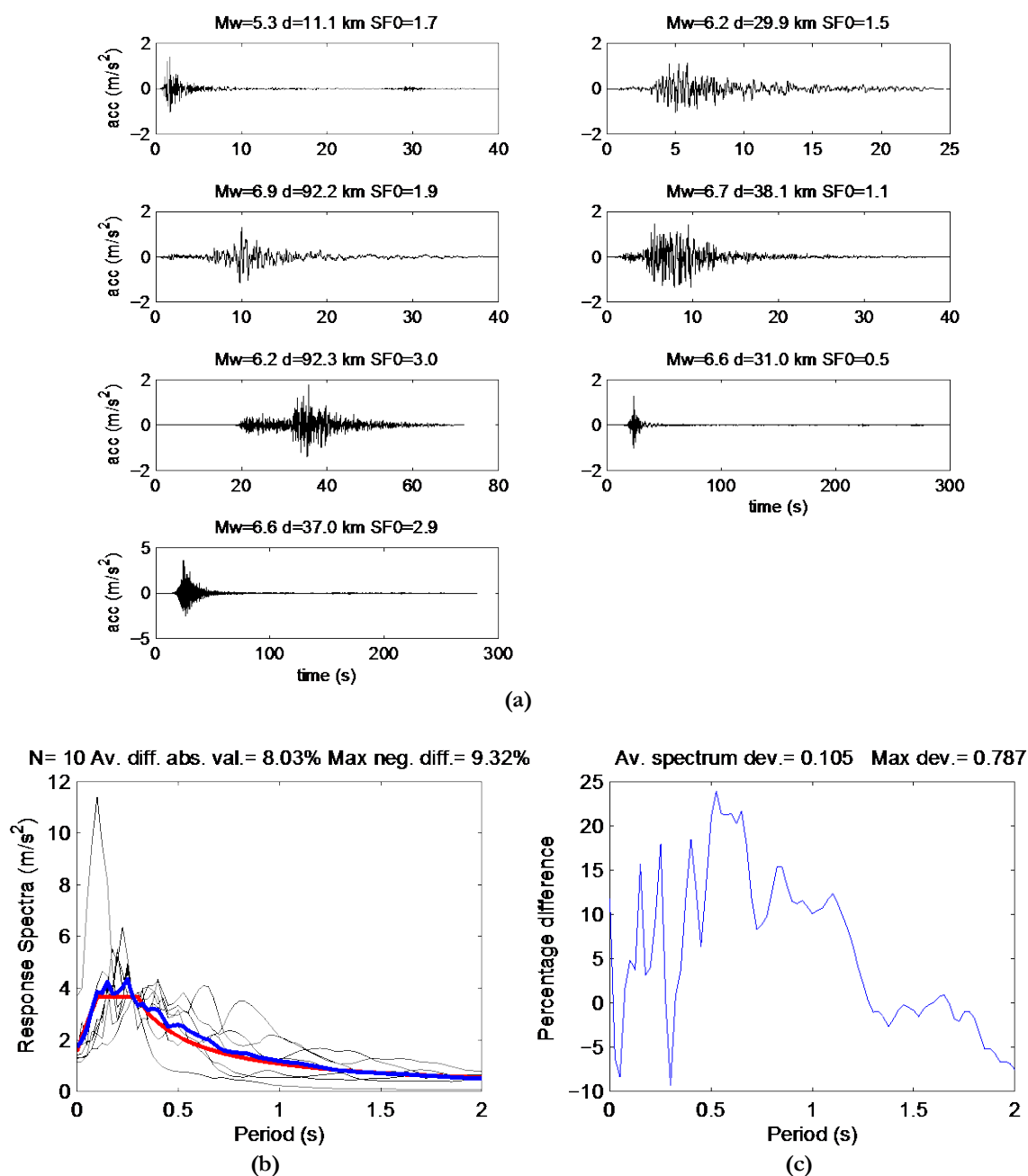


Figura 11.38 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=949$ anni.

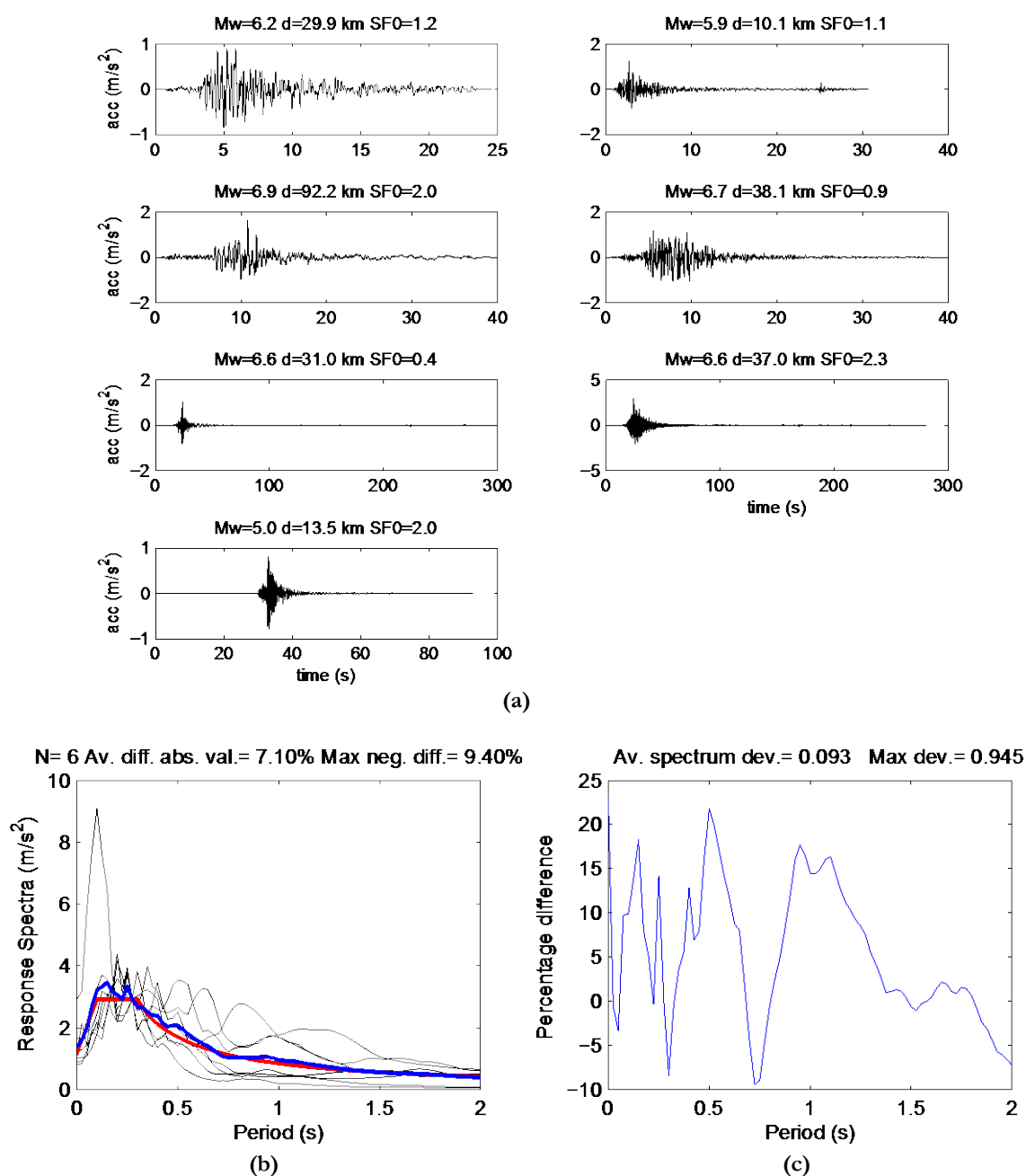


Figura 11.39 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=949$ anni.

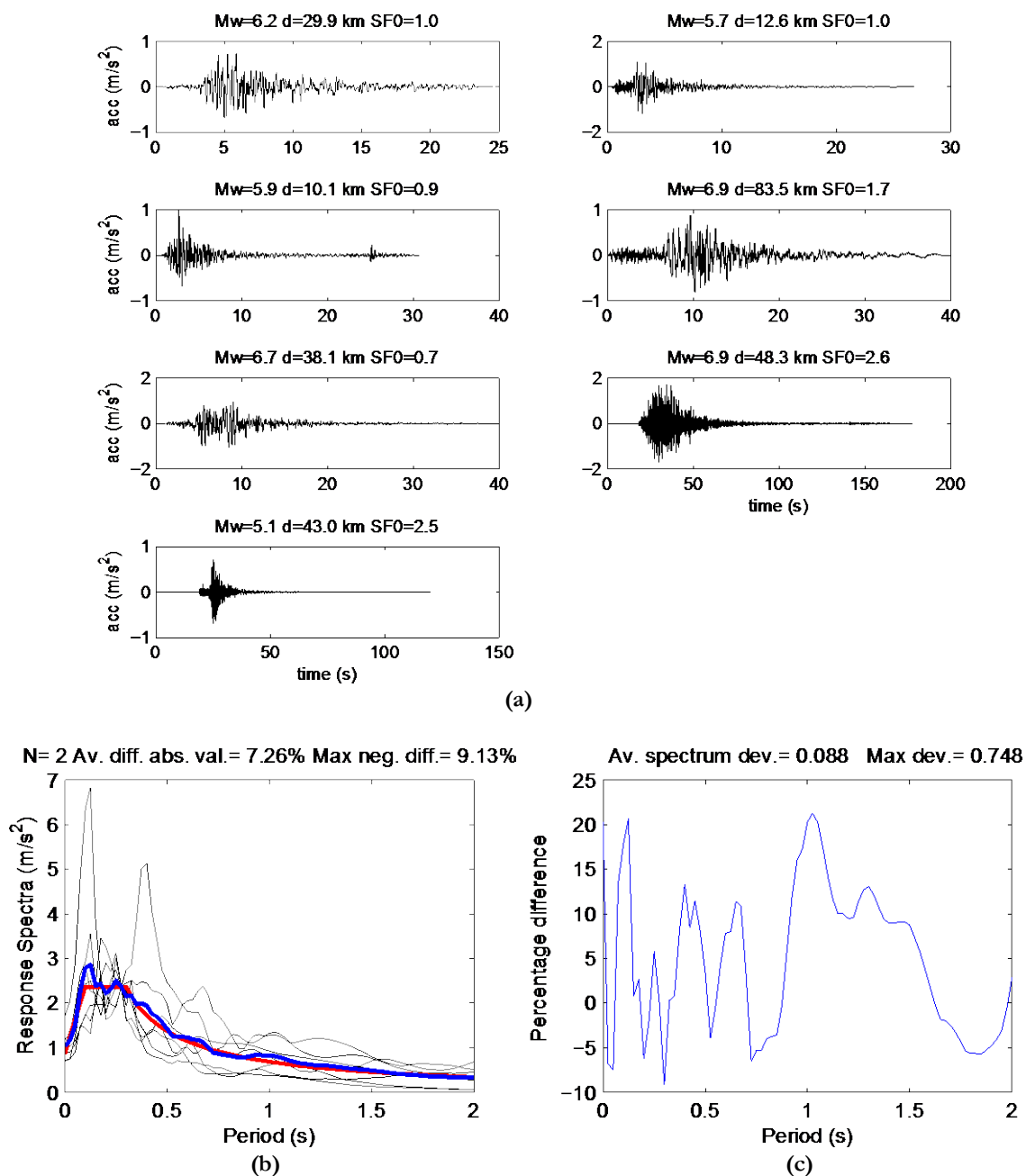


Figura 11.40 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=949$ anni.

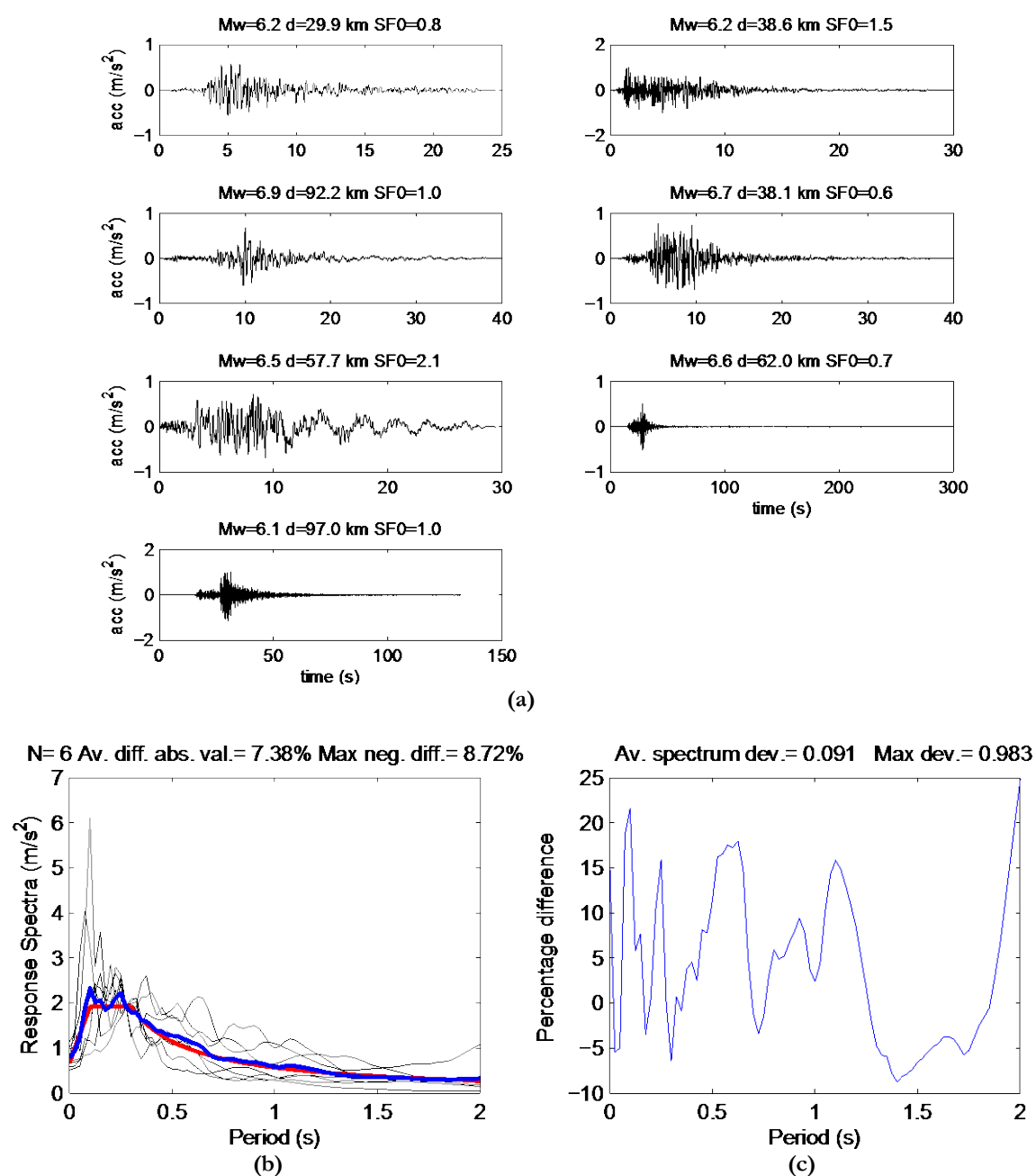


Figura 11.41 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=949$ anni.

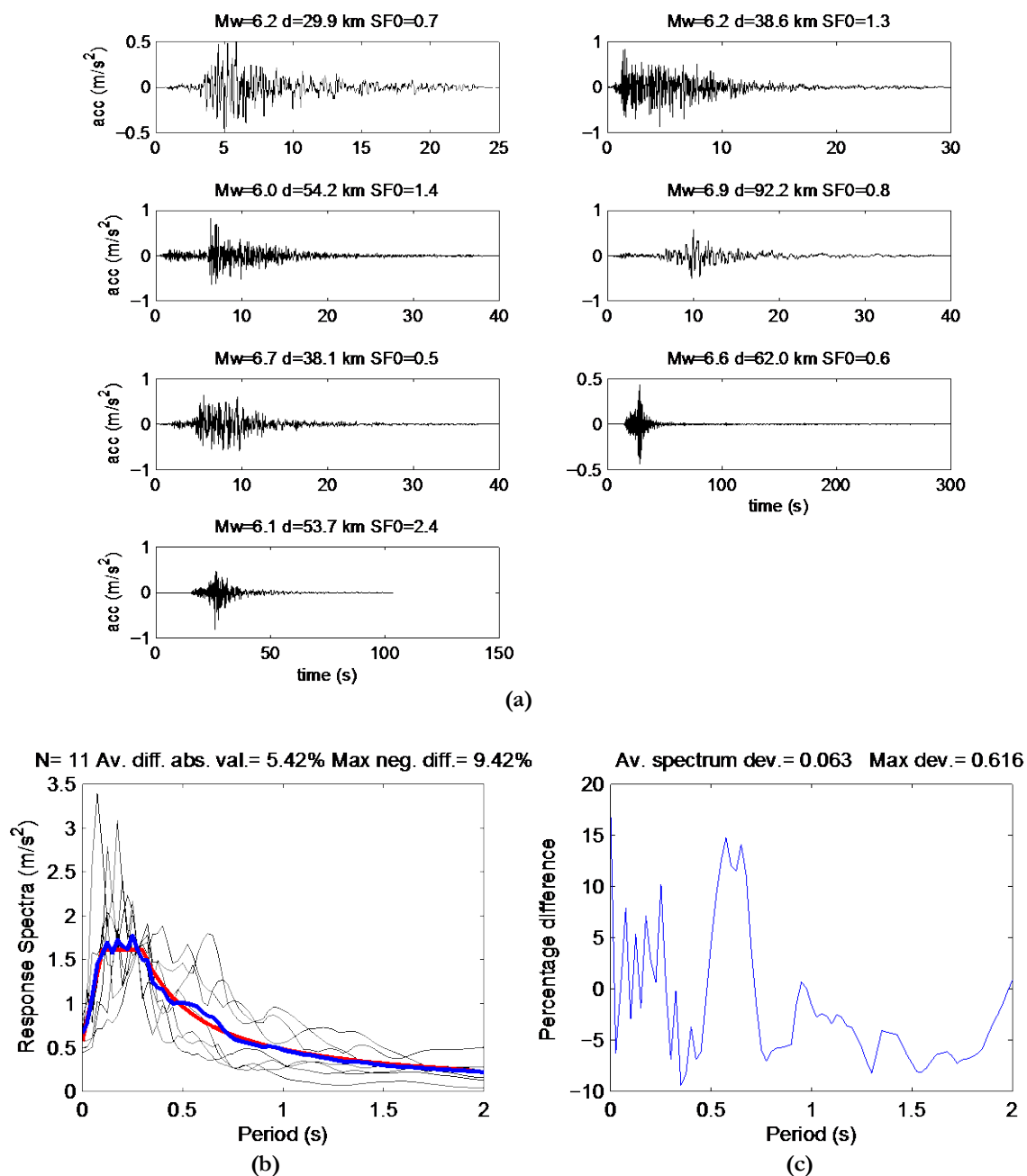


Figura 11.42 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=949$ anni.

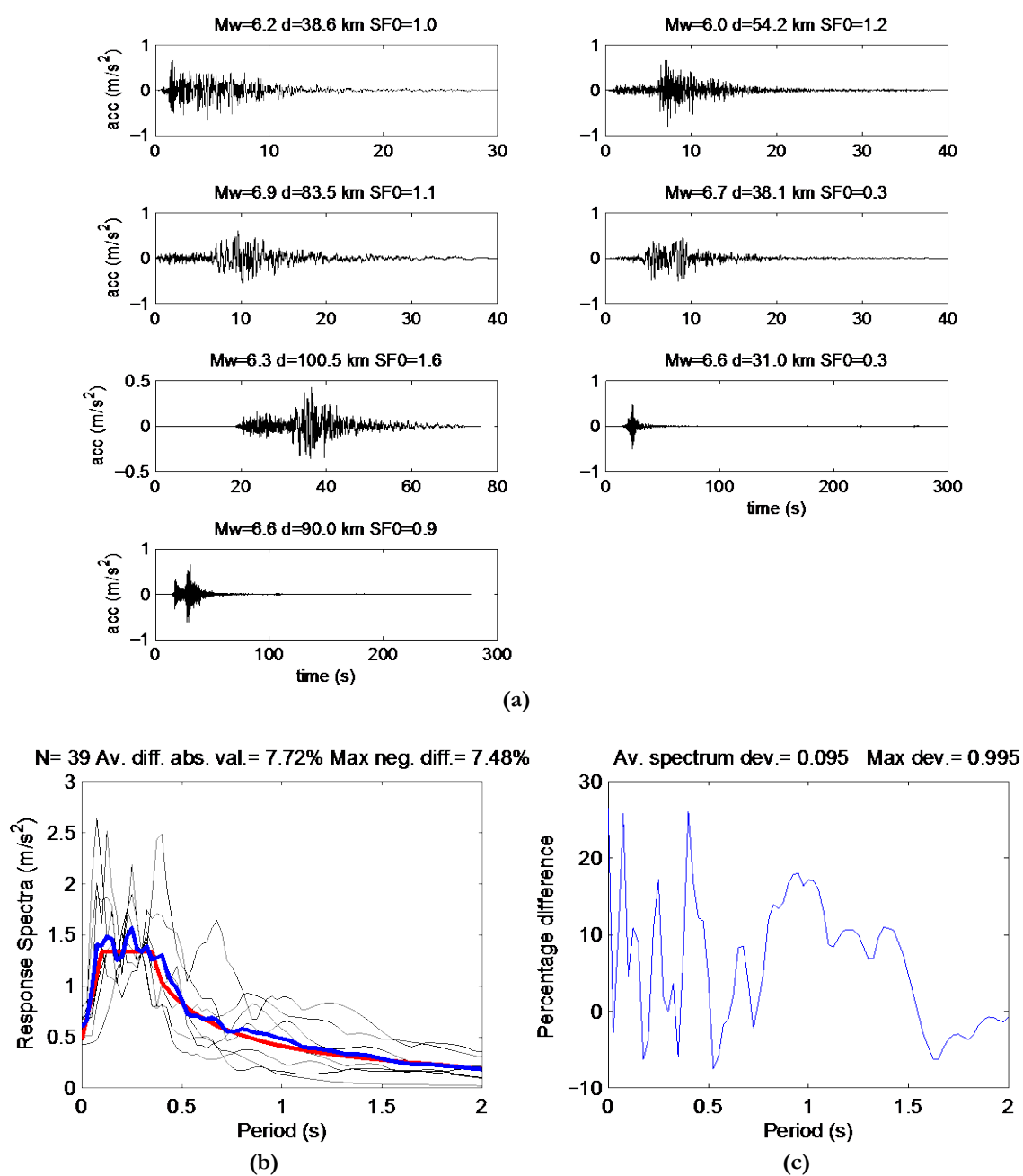


Figura 11.43 Risultato della selezione relativa al gruppo 9 - $T_R=949$ anni.

11.6 PERIODO DI RITORNO DI 1462 ANNI

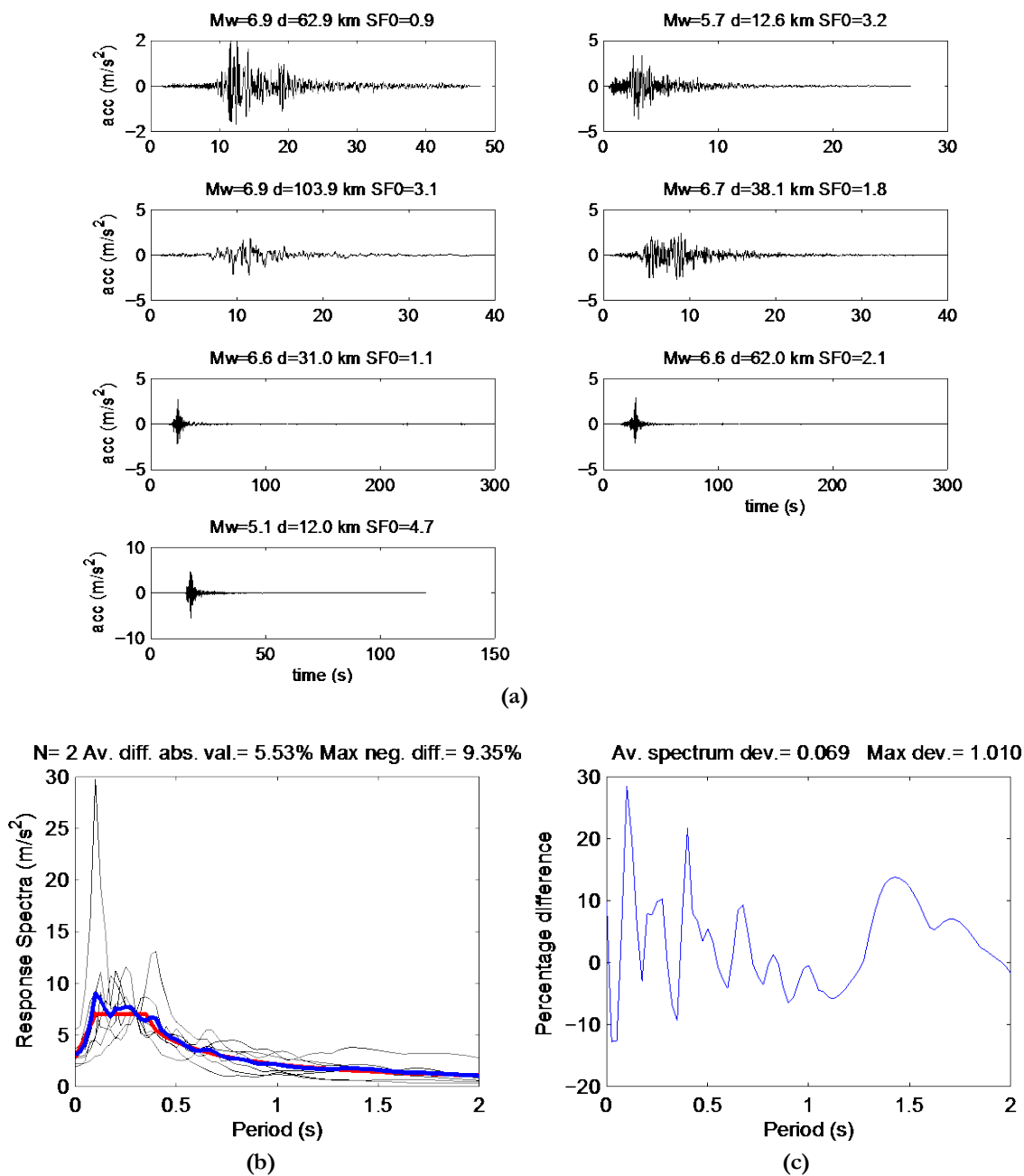


Figura 11.44 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=1462$ anni.

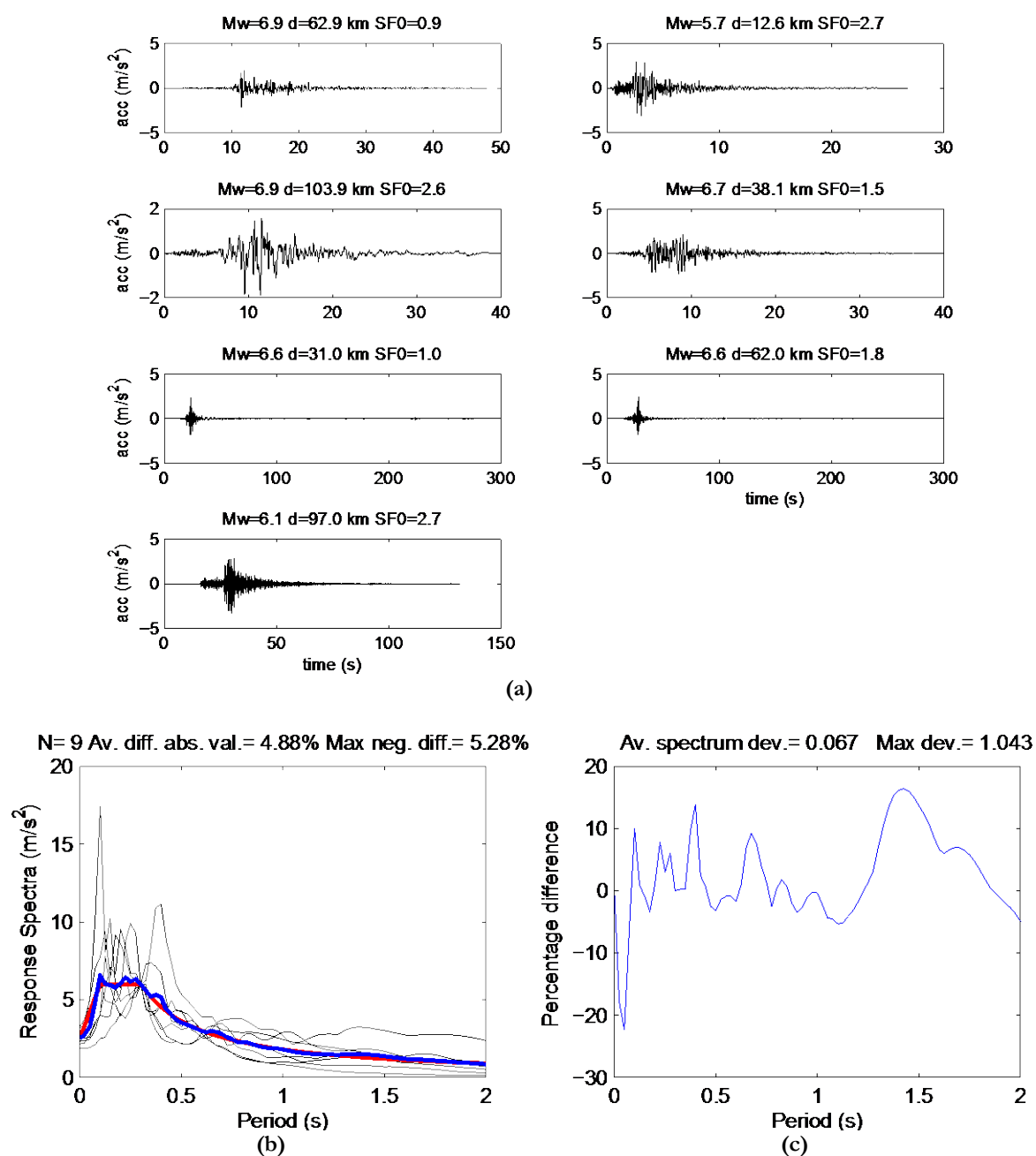


Figura 11.45 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=1462$ anni.

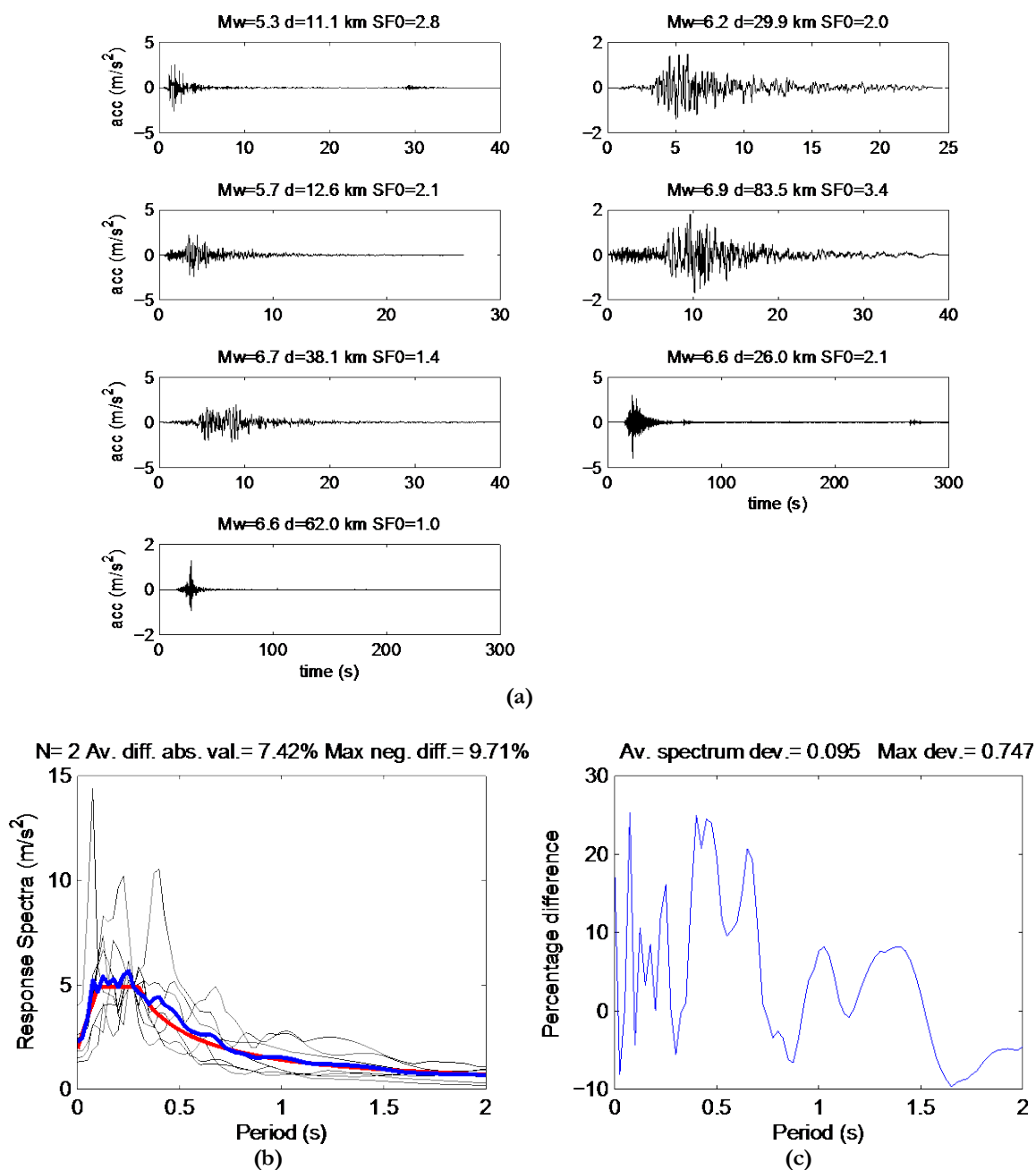


Figura 11.46 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=1462$ anni.

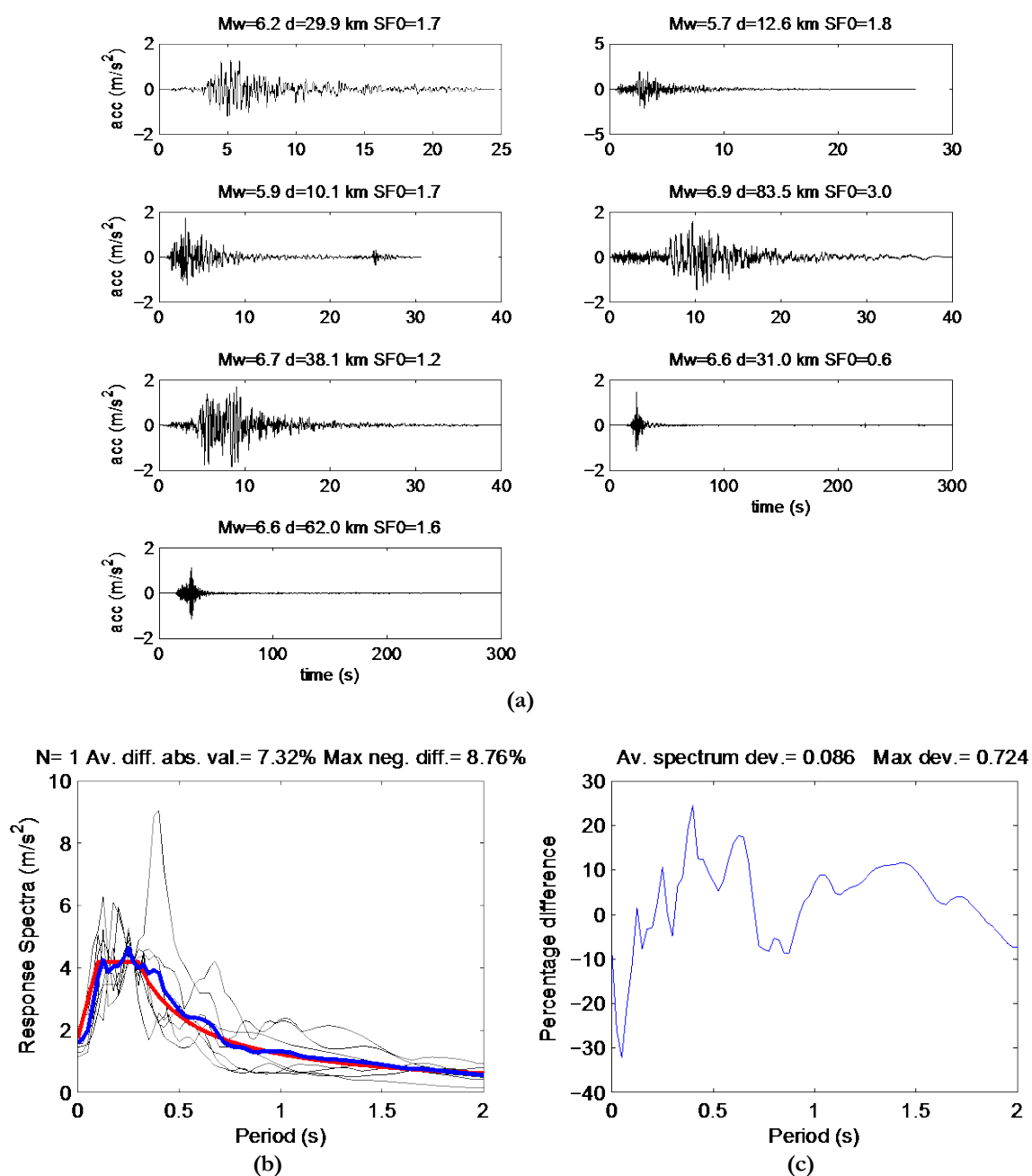


Figura 11.47 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=1462$ anni.

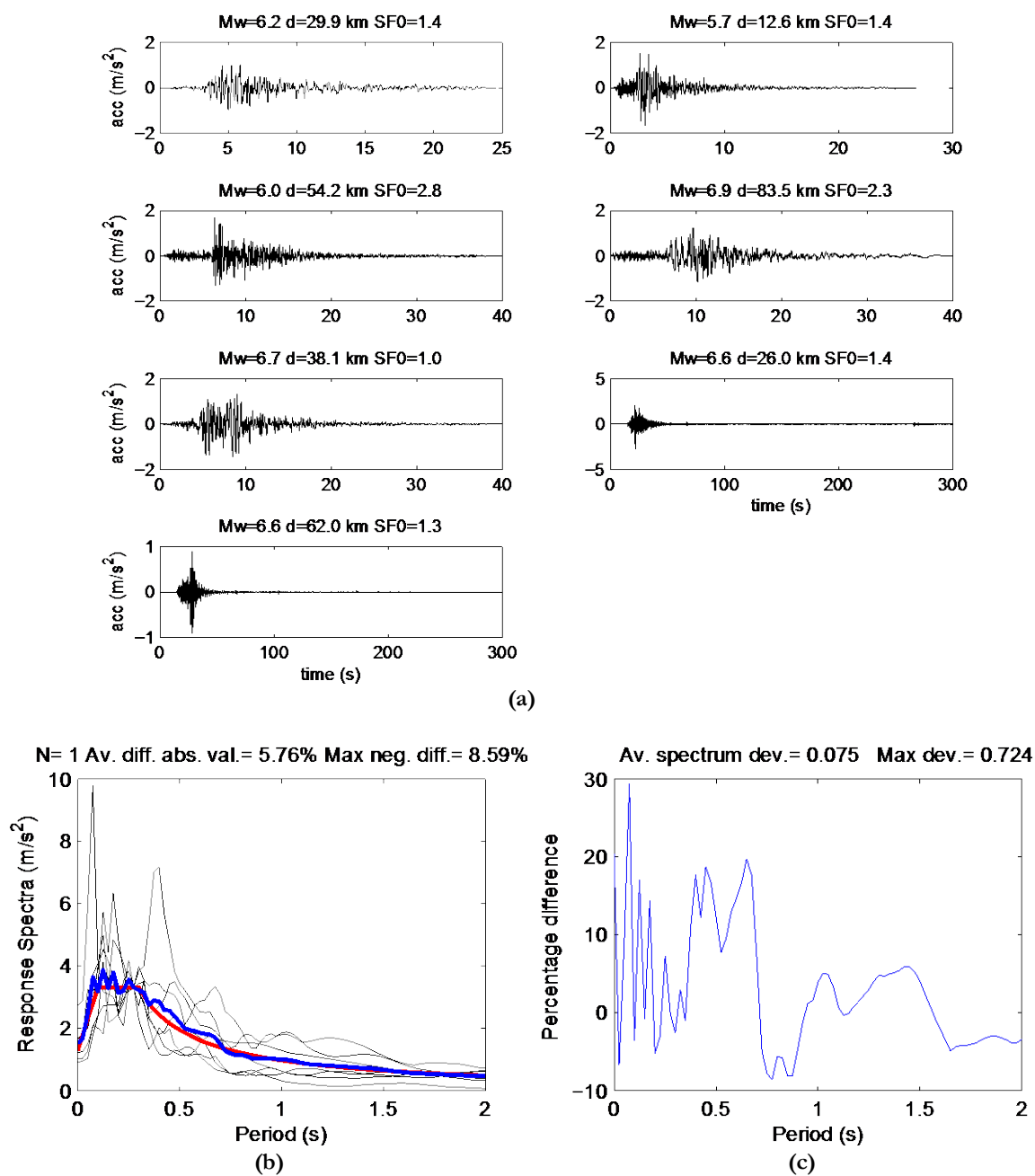


Figura 11.48 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=1462$ anni.

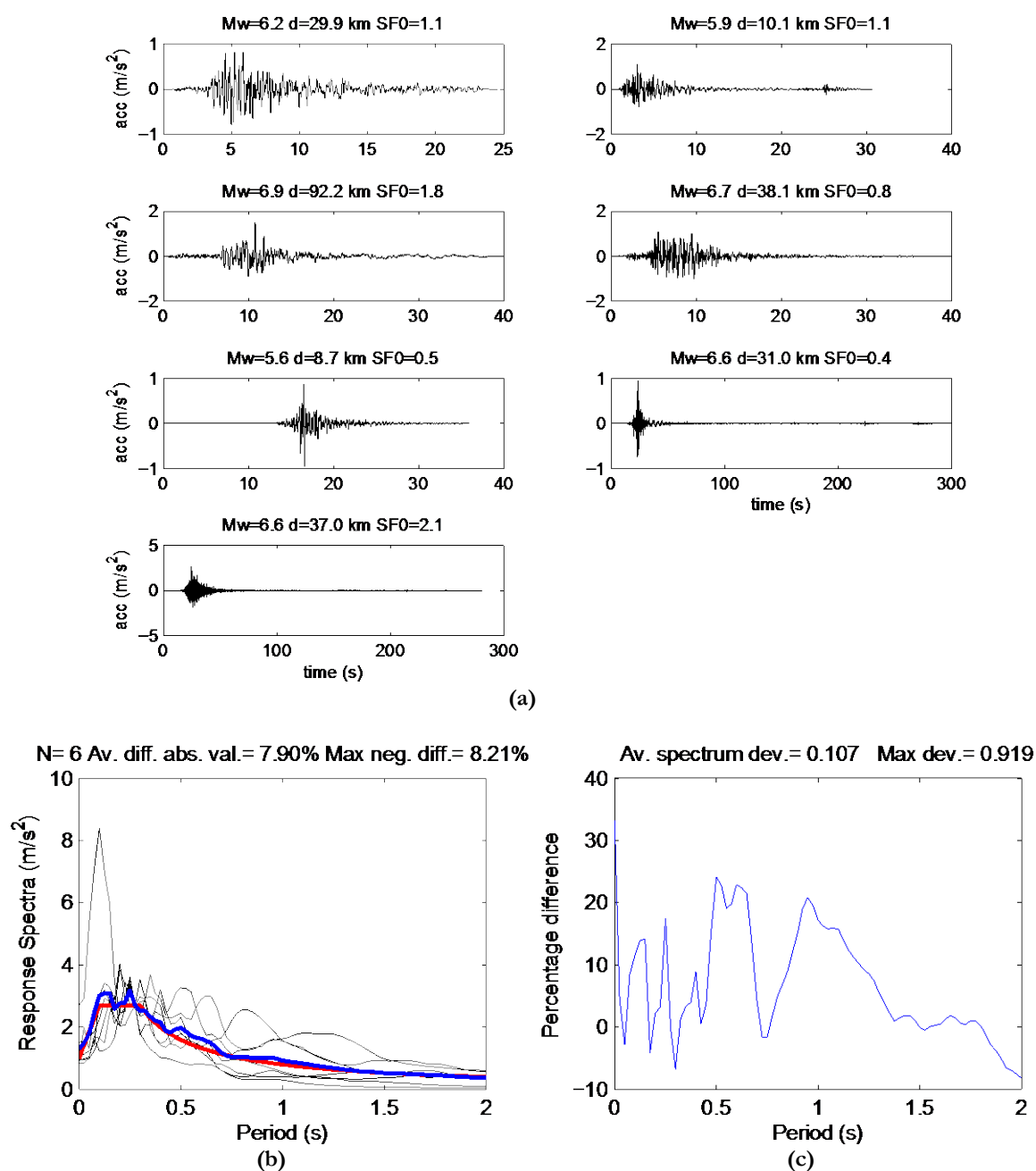


Figura 11.49 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=1462$ anni.

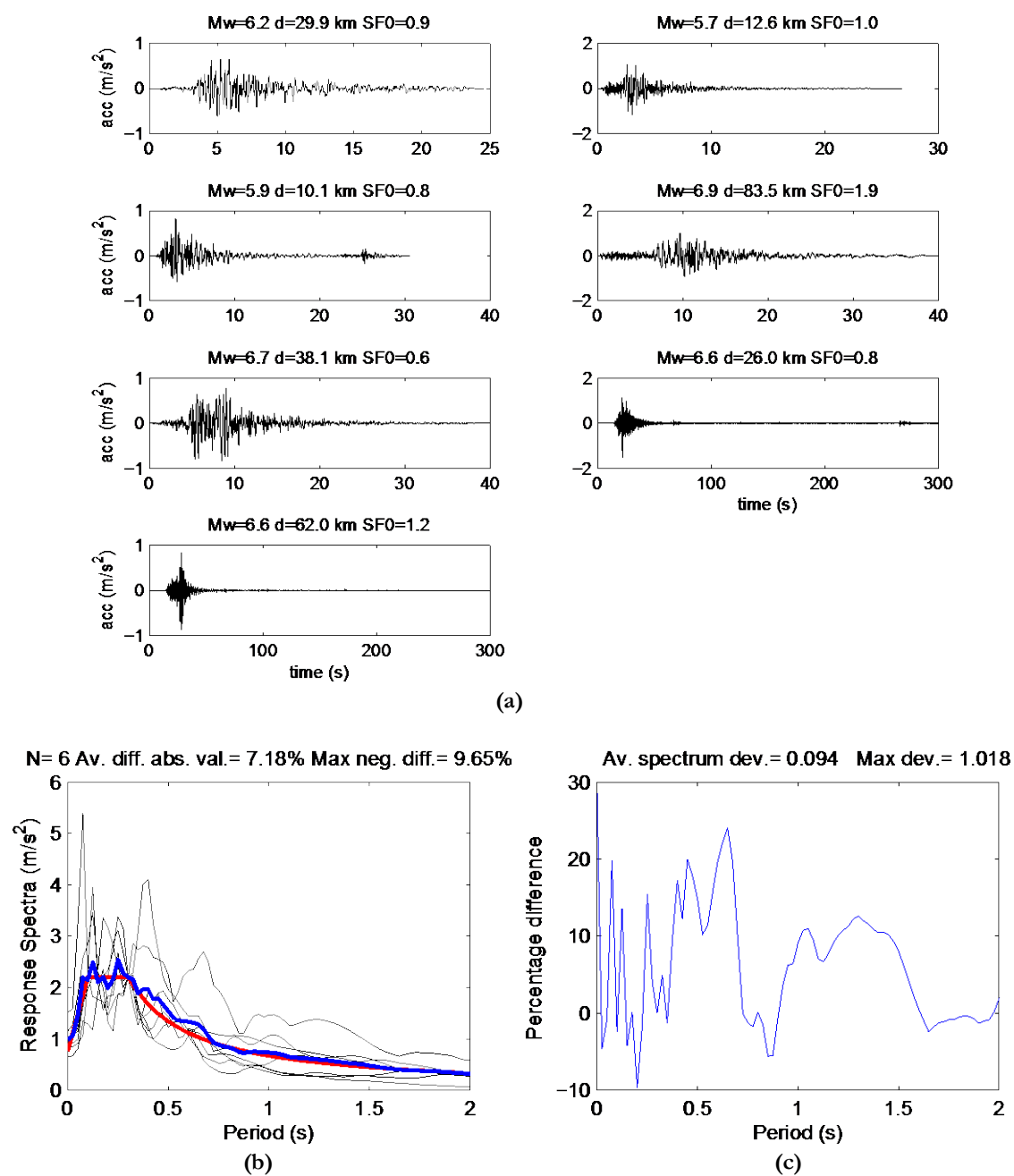


Figura 11.50 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=1462$ anni.

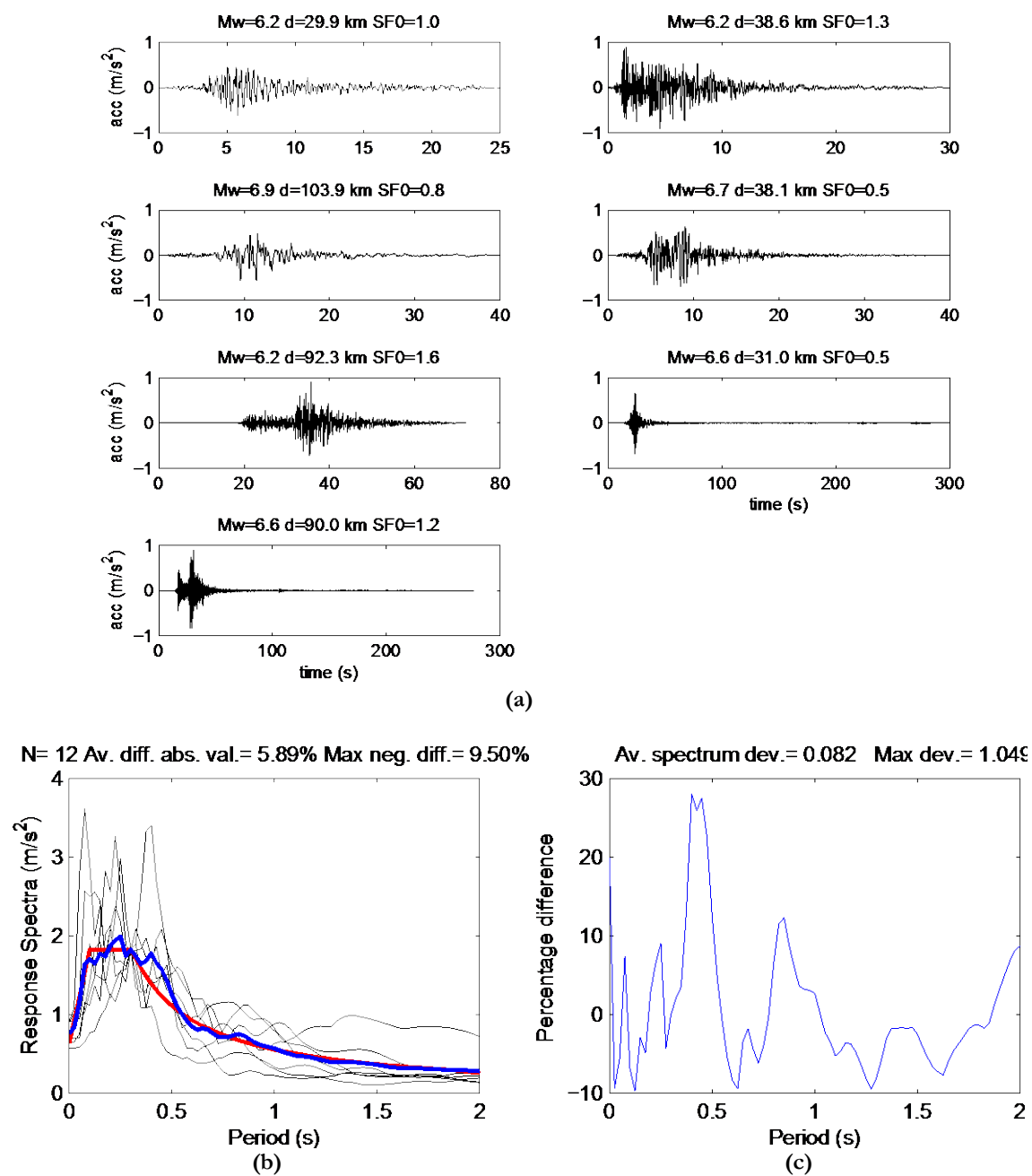


Figura 11.51 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=1462$ anni.

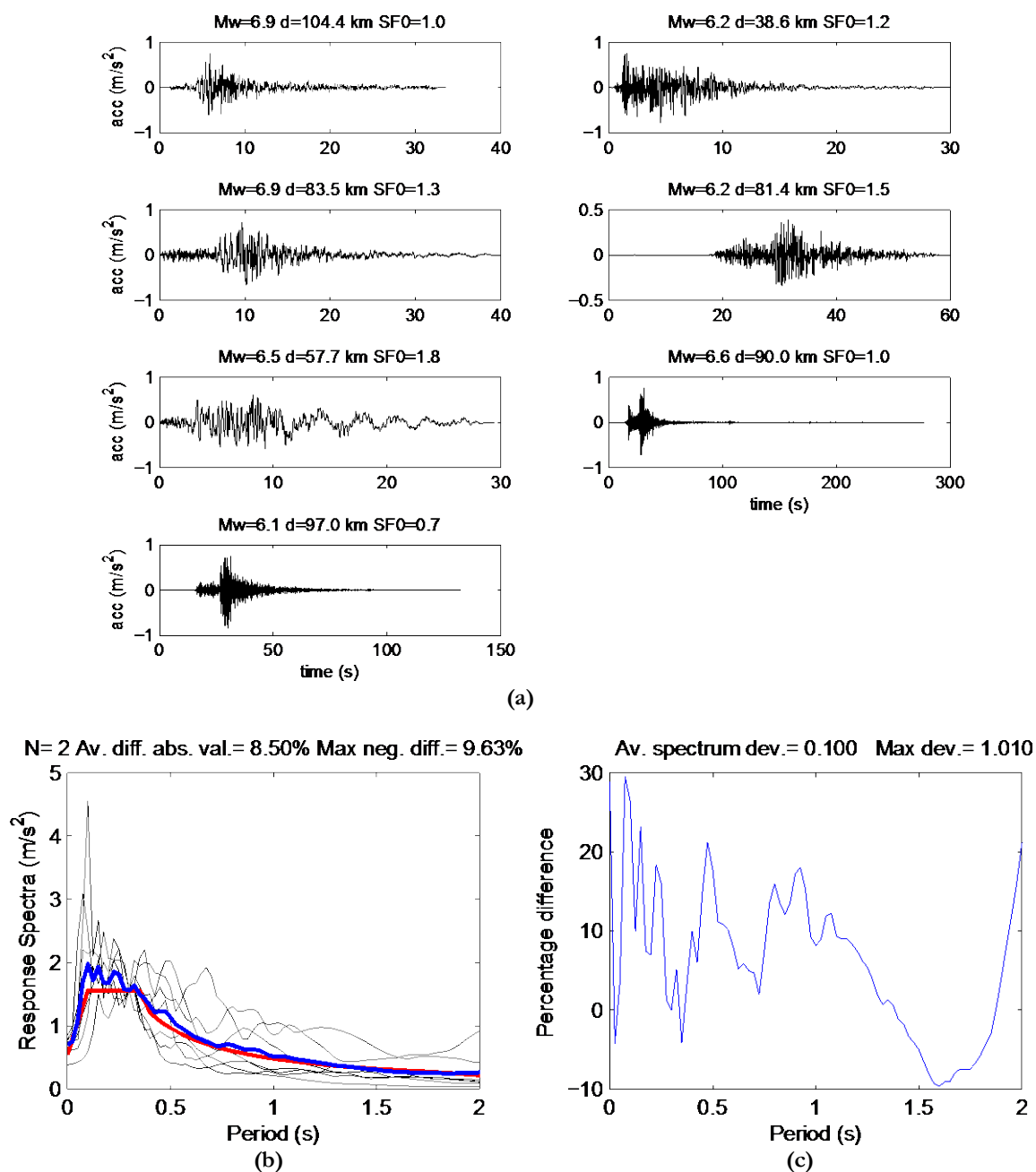


Figura 11.52 Risultato della selezione relativa al gruppo 9 - $T_R=1462$ anni.

11.7 PERIODO DI RITORNO DI 1950 ANNI

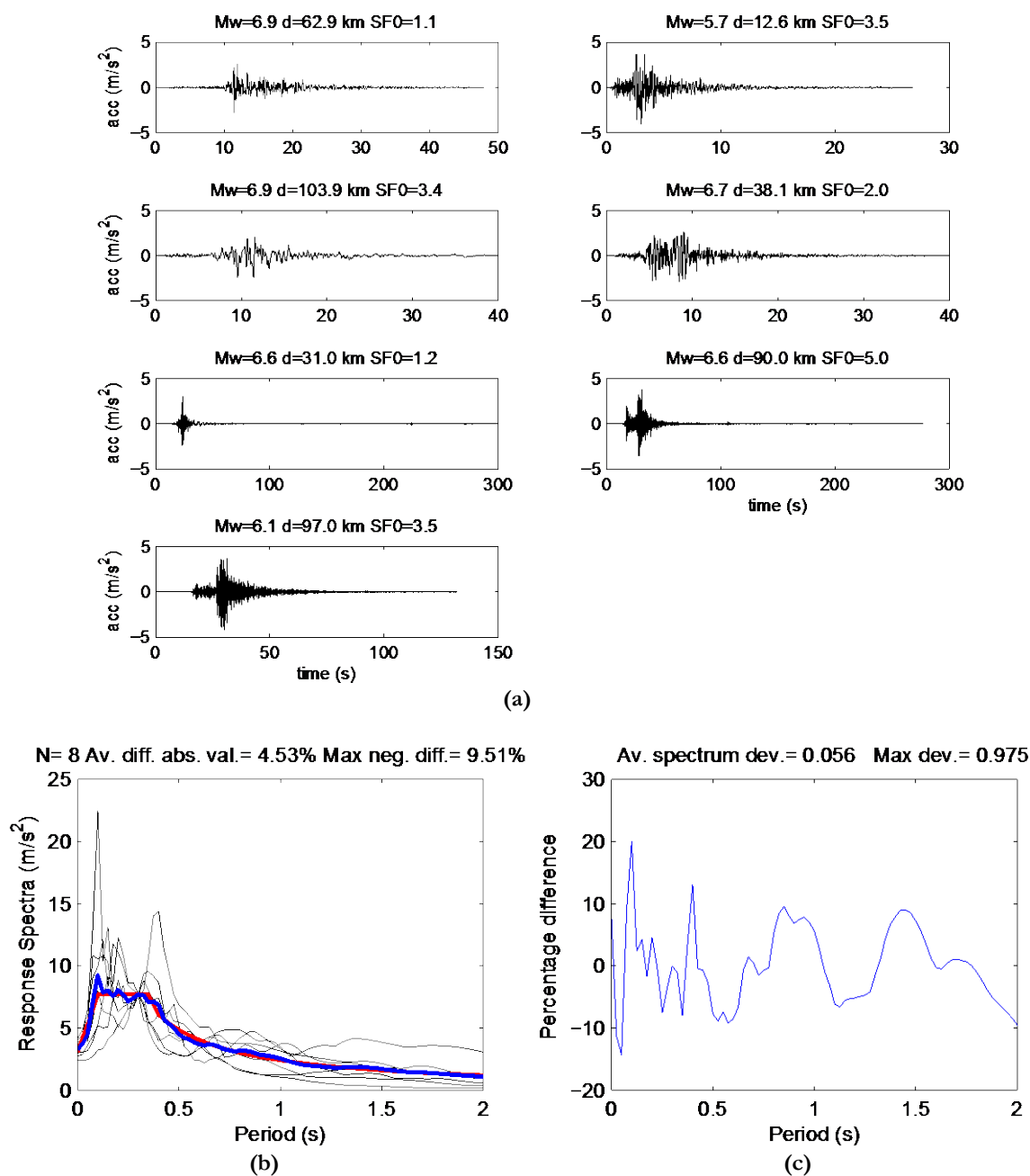


Figura 11.53 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=1950$ anni.

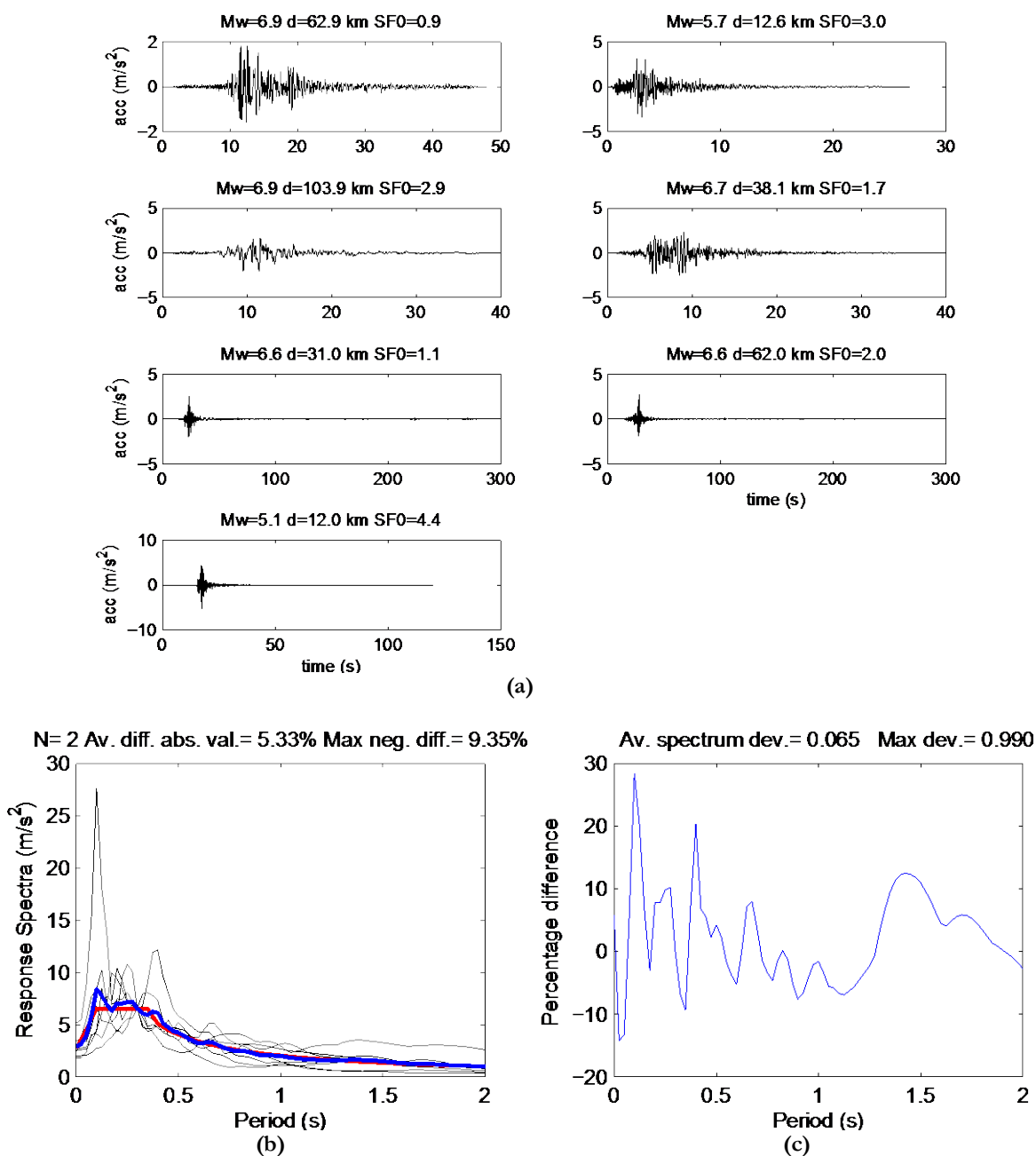


Figura 11.54 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=1950$ anni.

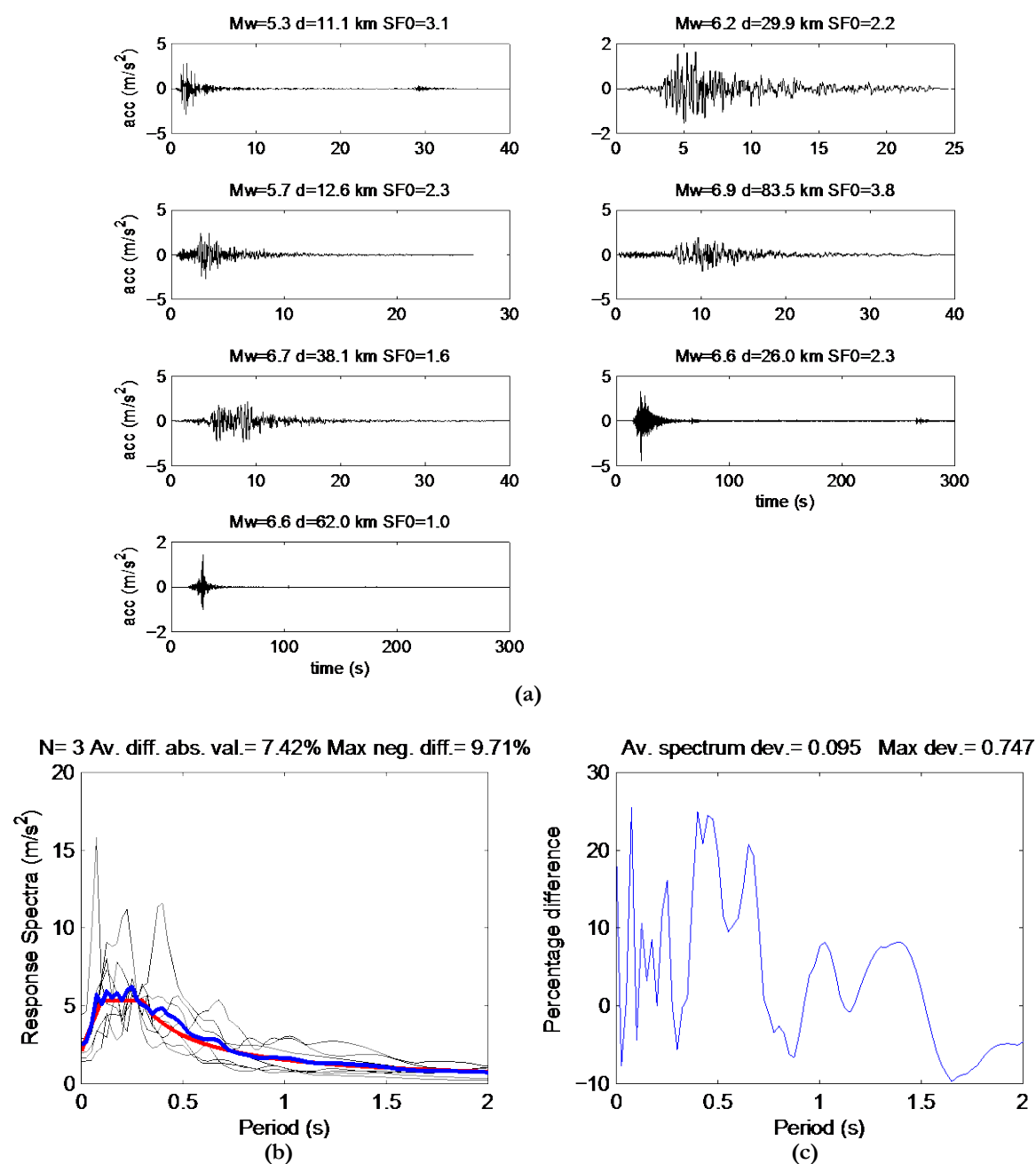


Figura 11.55 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=1950$ anni.

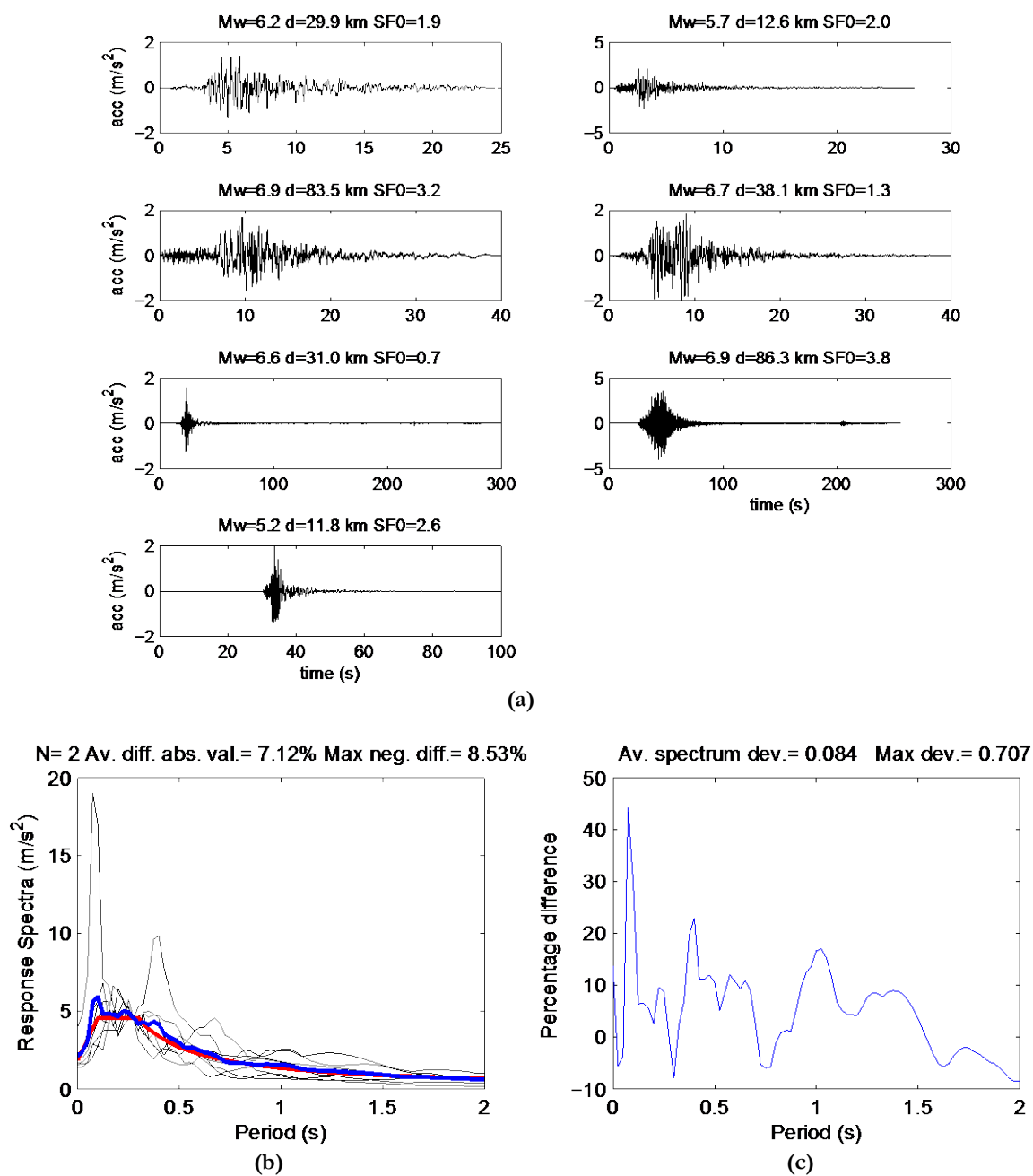


Figura 11.56 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=1950$ anni.

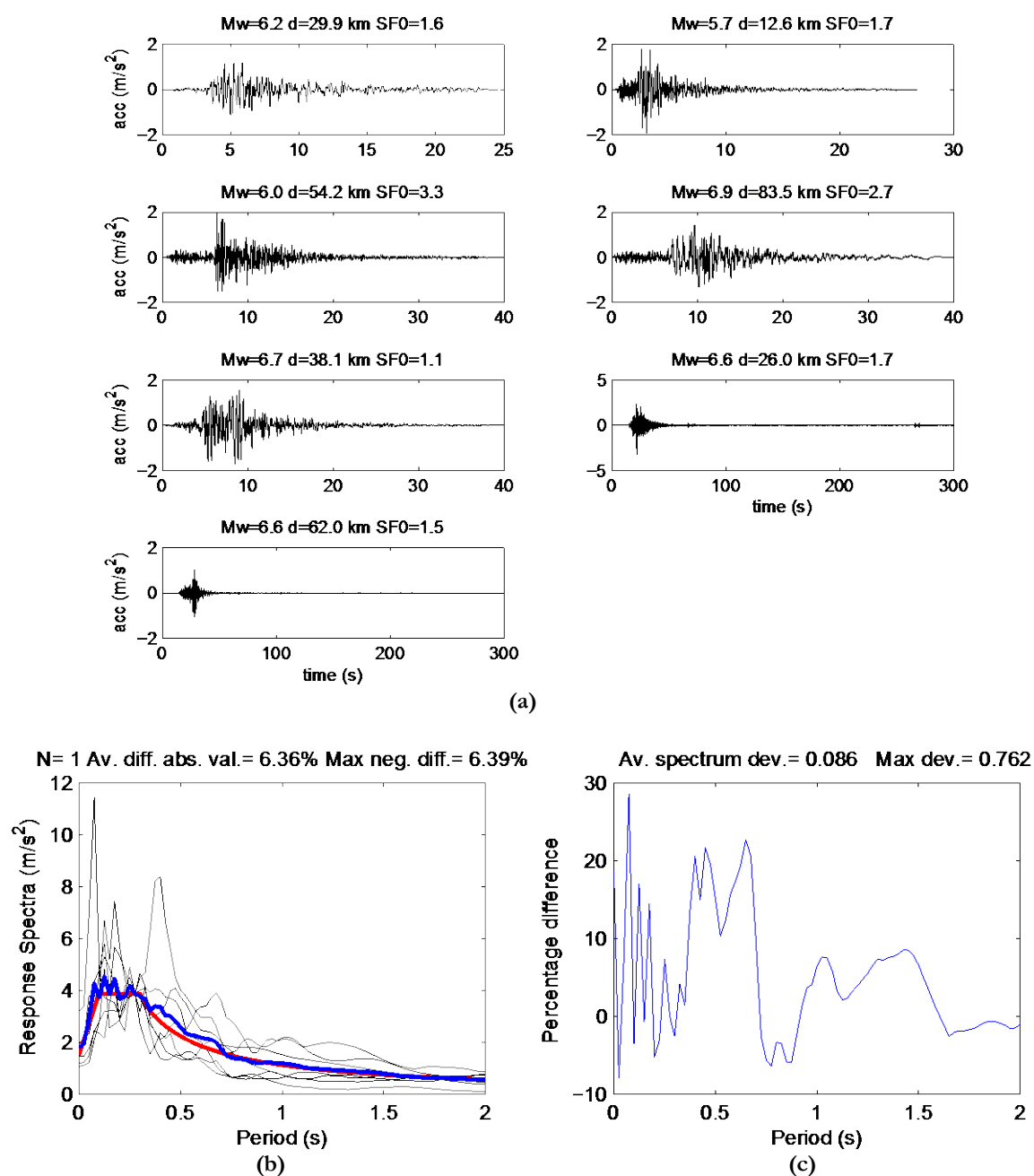


Figura 11.57 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=1950$ anni.

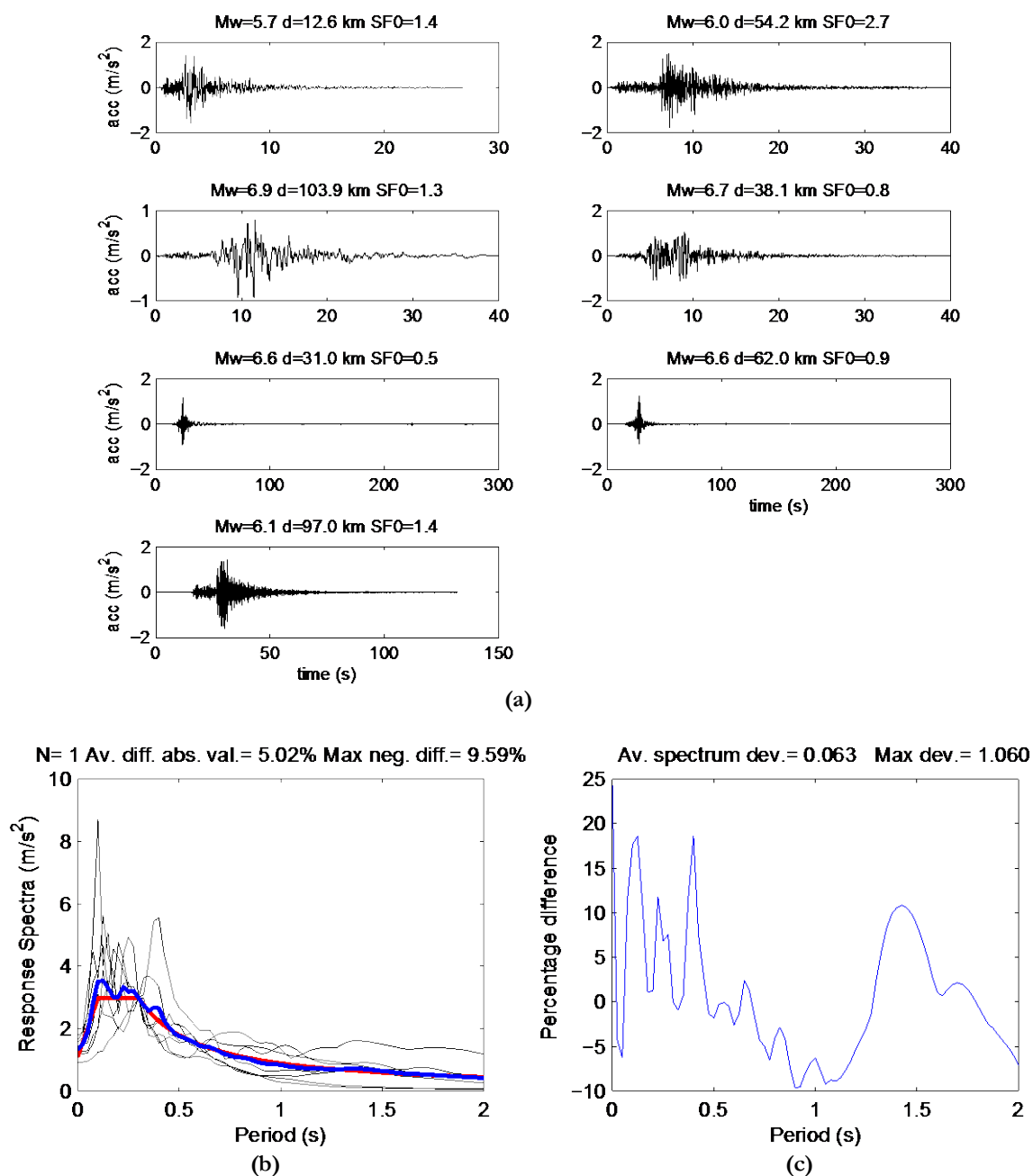


Figura 11.58 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=1950$ anni.

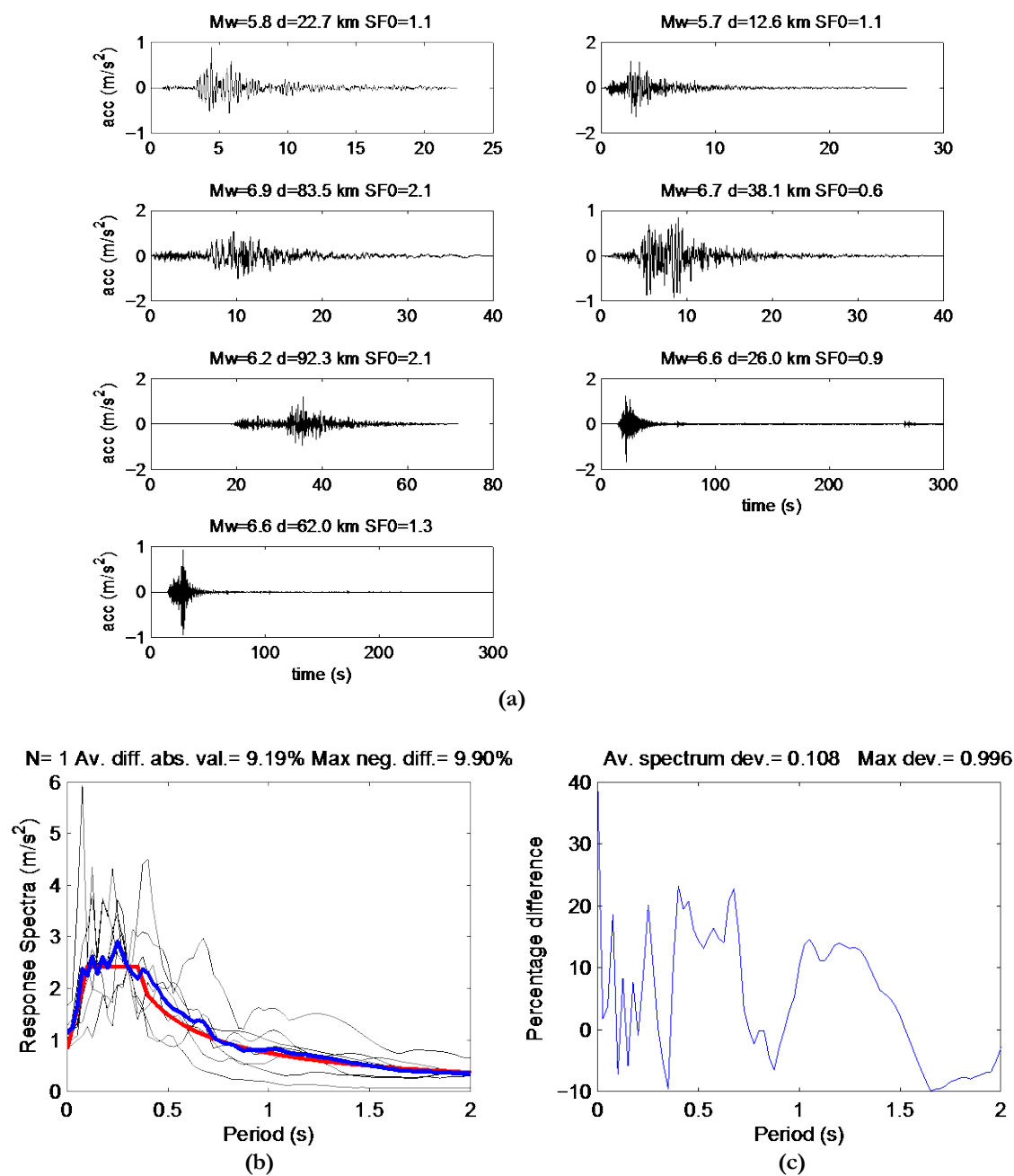


Figura 11.59 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=1950$ anni.

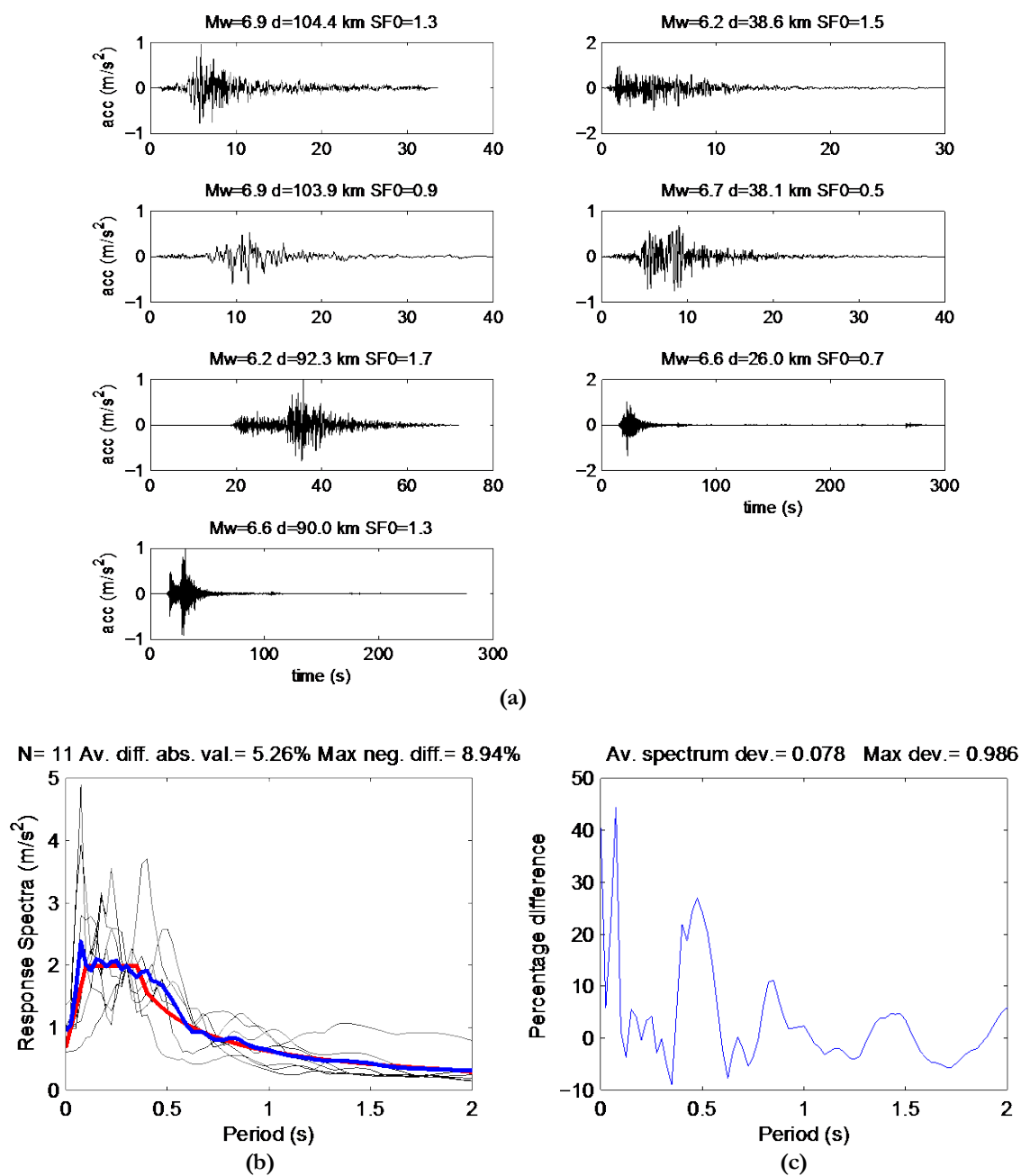


Figura 11.60 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=1950$ anni.

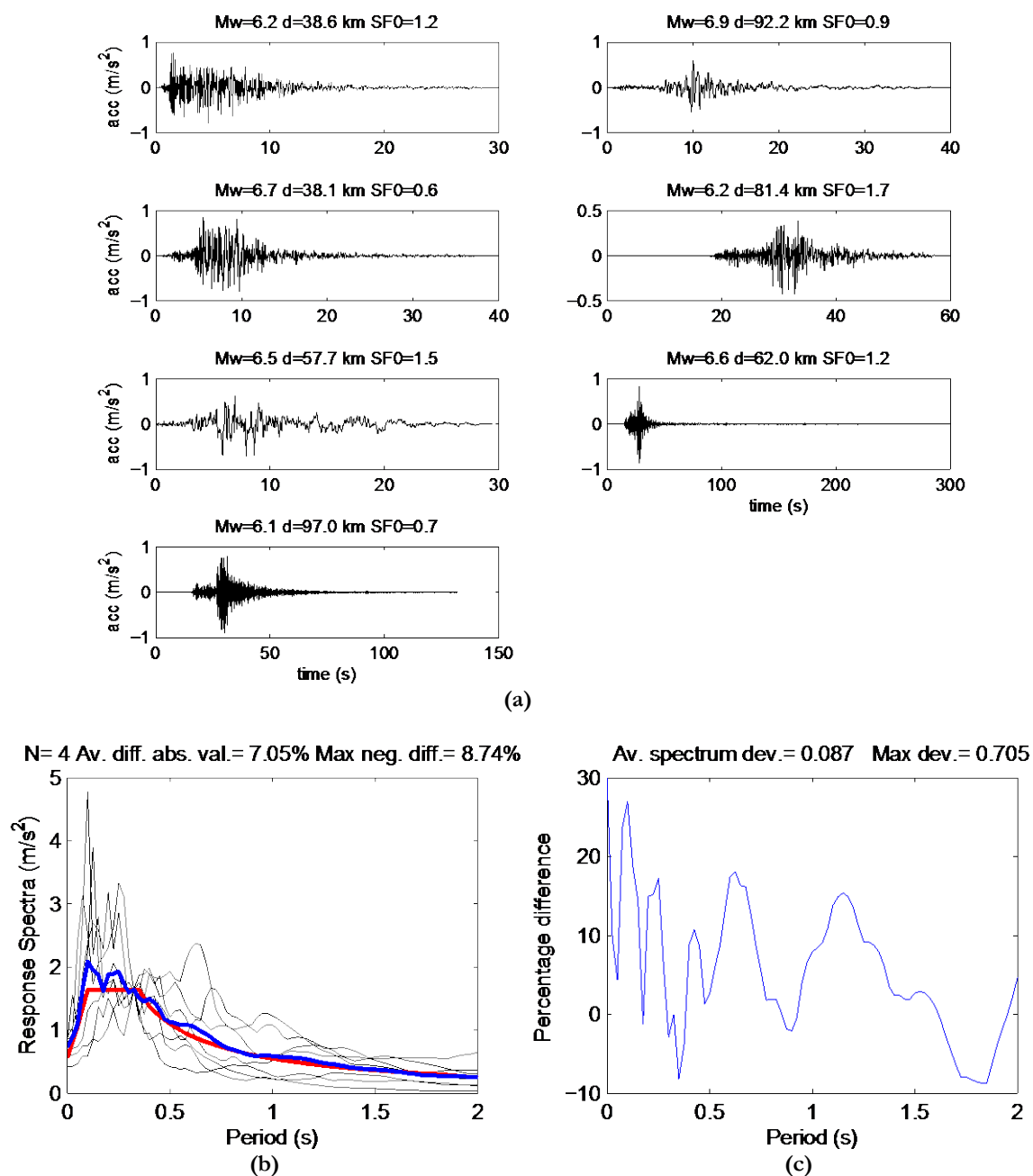


Figura 11.61 Risultato della selezione relativa al gruppo 9 - $T_R=1950$ anni.

11.8 PERIODO DI RITORNO DI 2475 ANNI

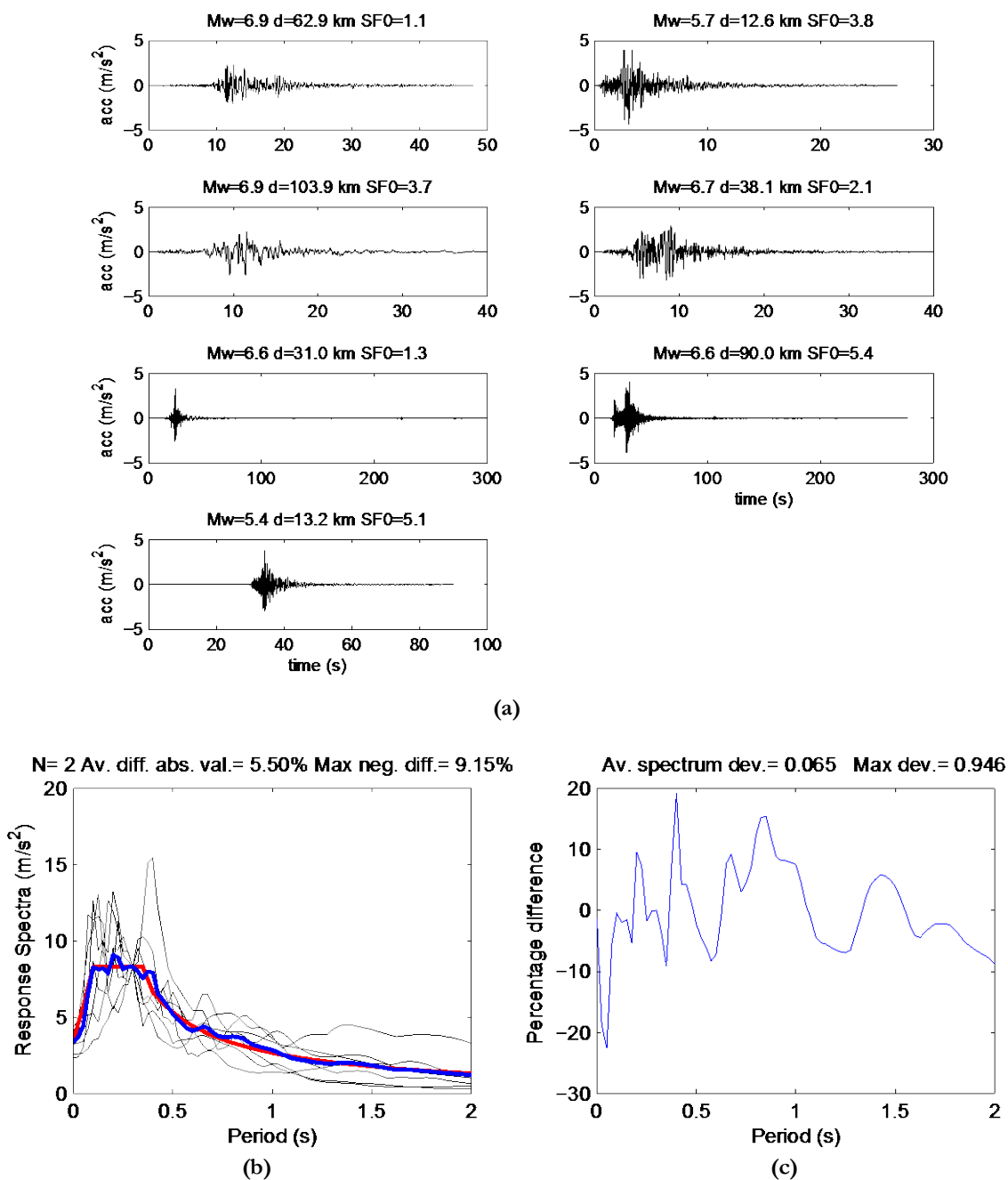


Figura 11.62 Risultato della selezione relativa al gruppo 1 - $T_R=2475$ anni.

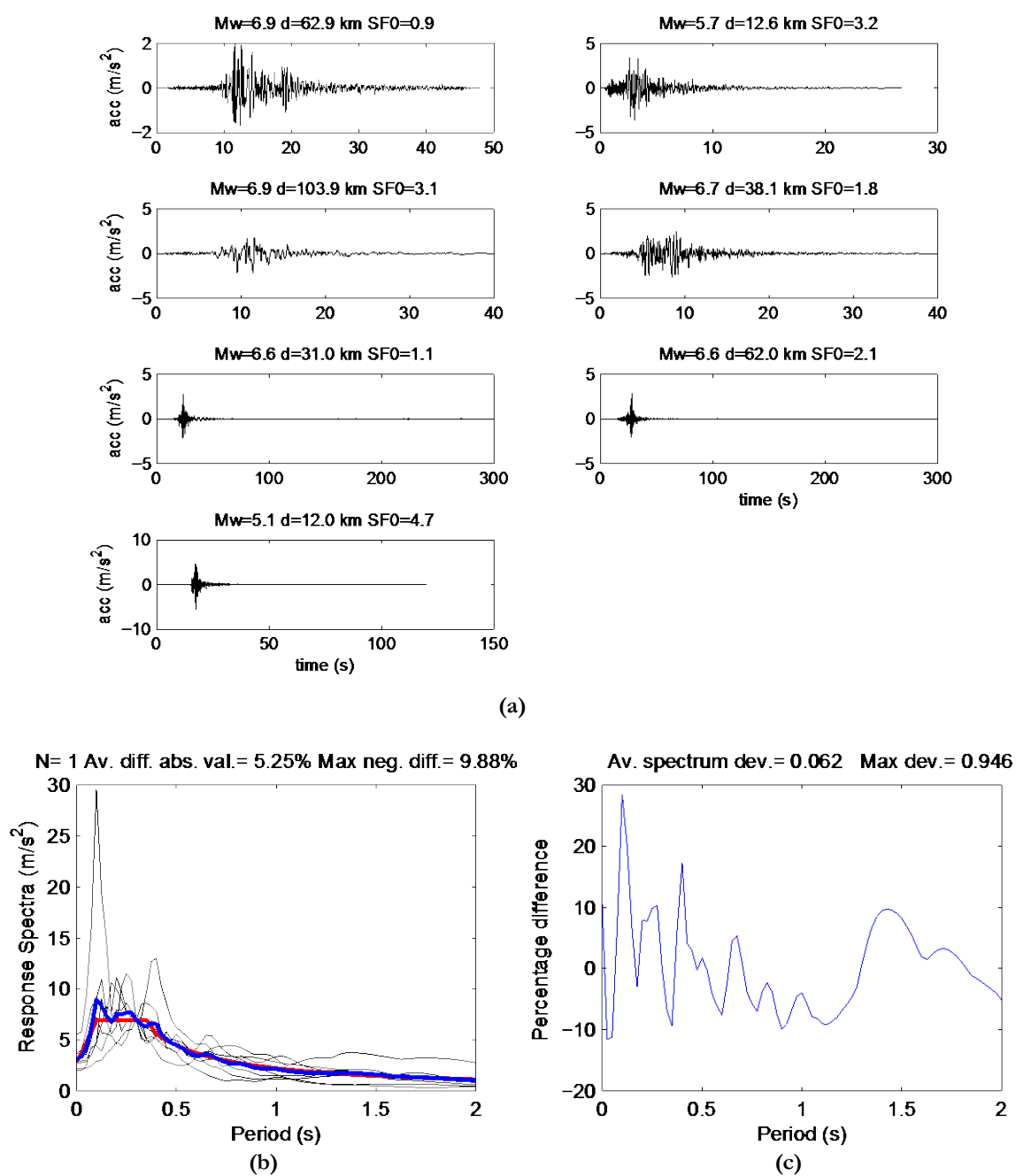


Figura 11.63 Risultato della selezione relativa al gruppo 2 - $T_R=2475$ anni.

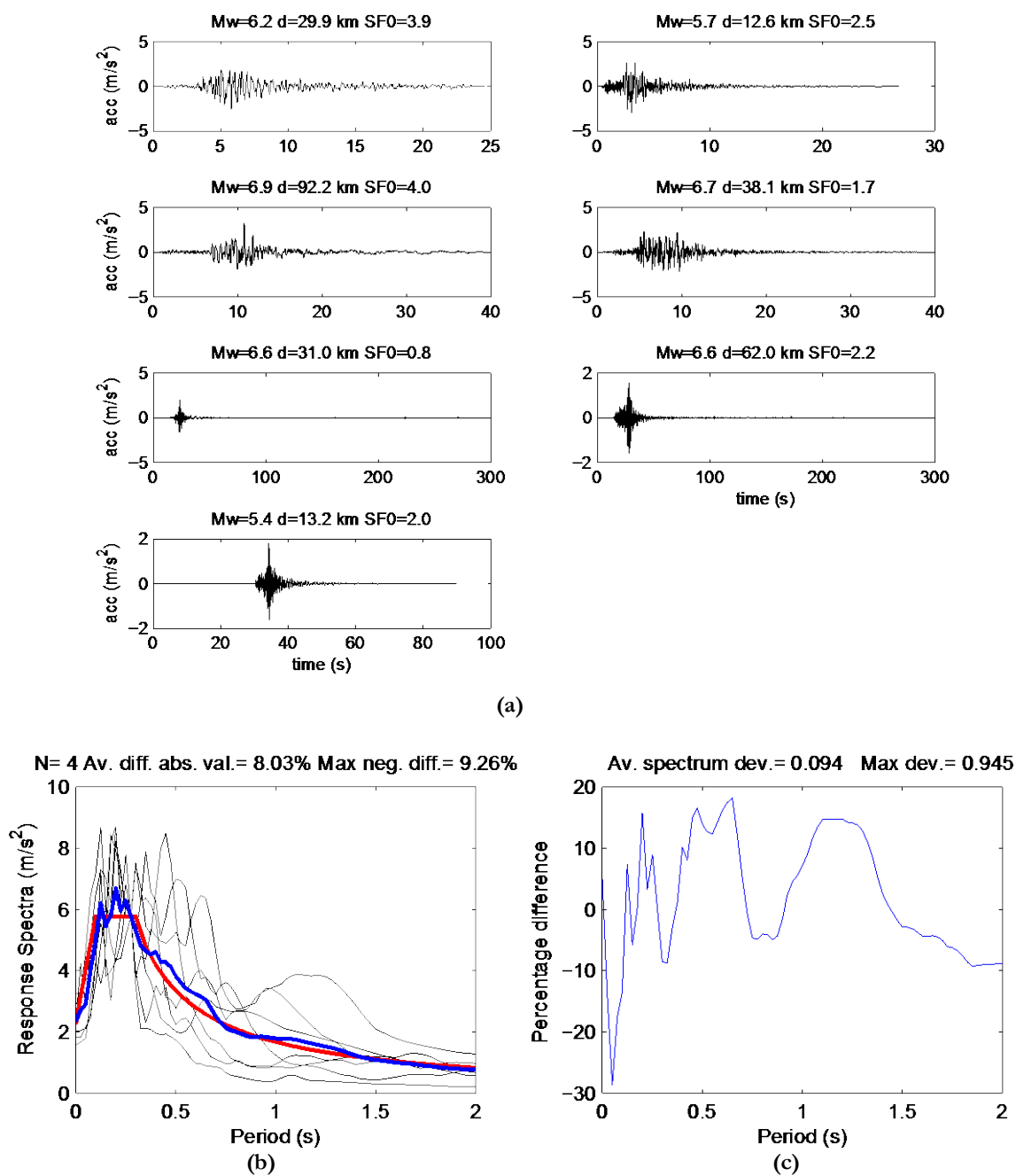


Figura 11.64 Risultato della selezione relativa al gruppo 3 - $T_R=2475$ anni.

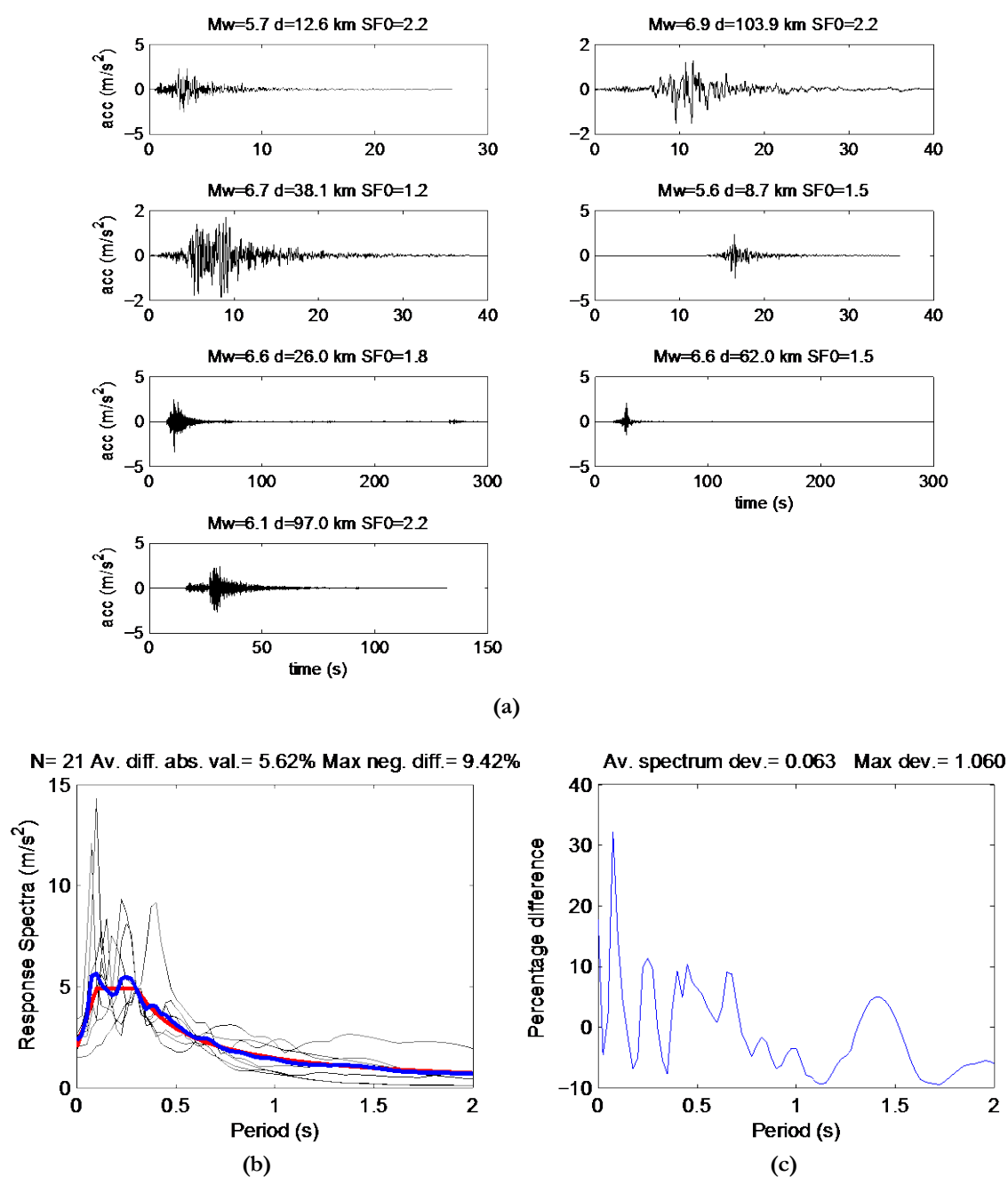
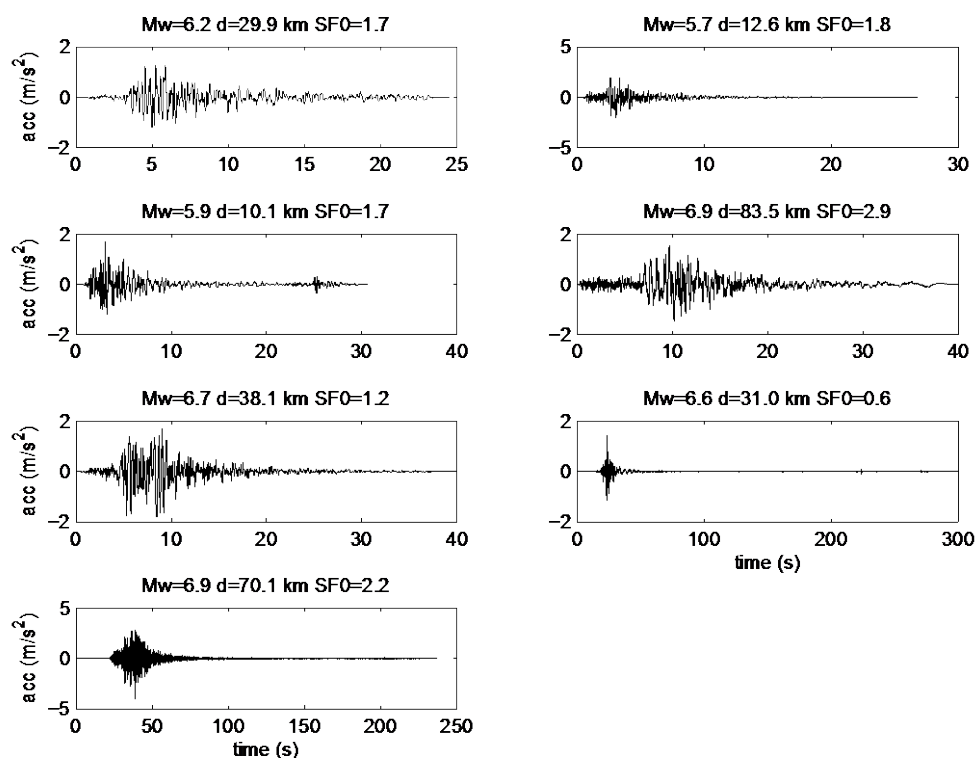


Figura 11.65 Risultato della selezione relativa al gruppo 4 - $T_R=2475$ anni.



(a)

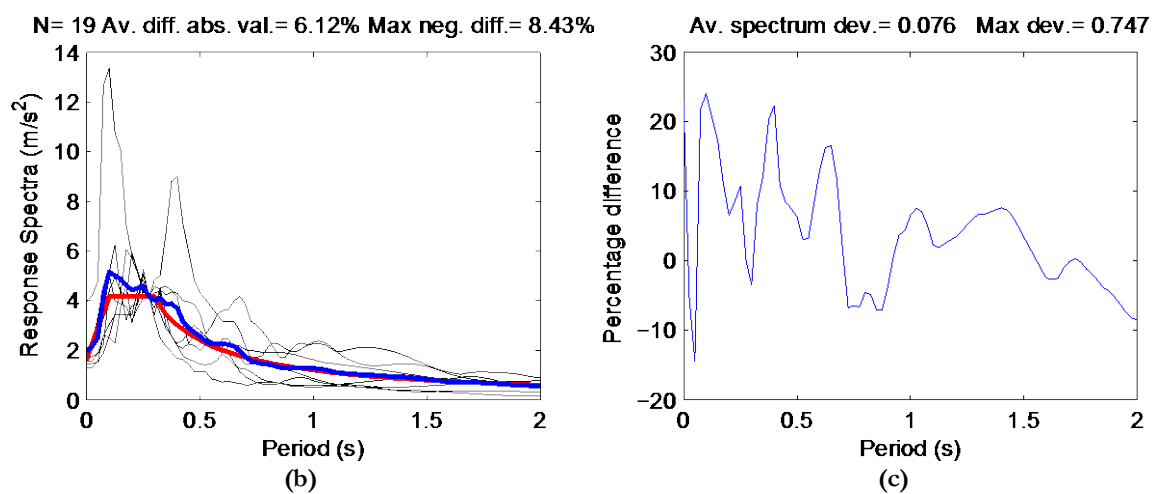


Figura 11.66 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=2475$ anni.

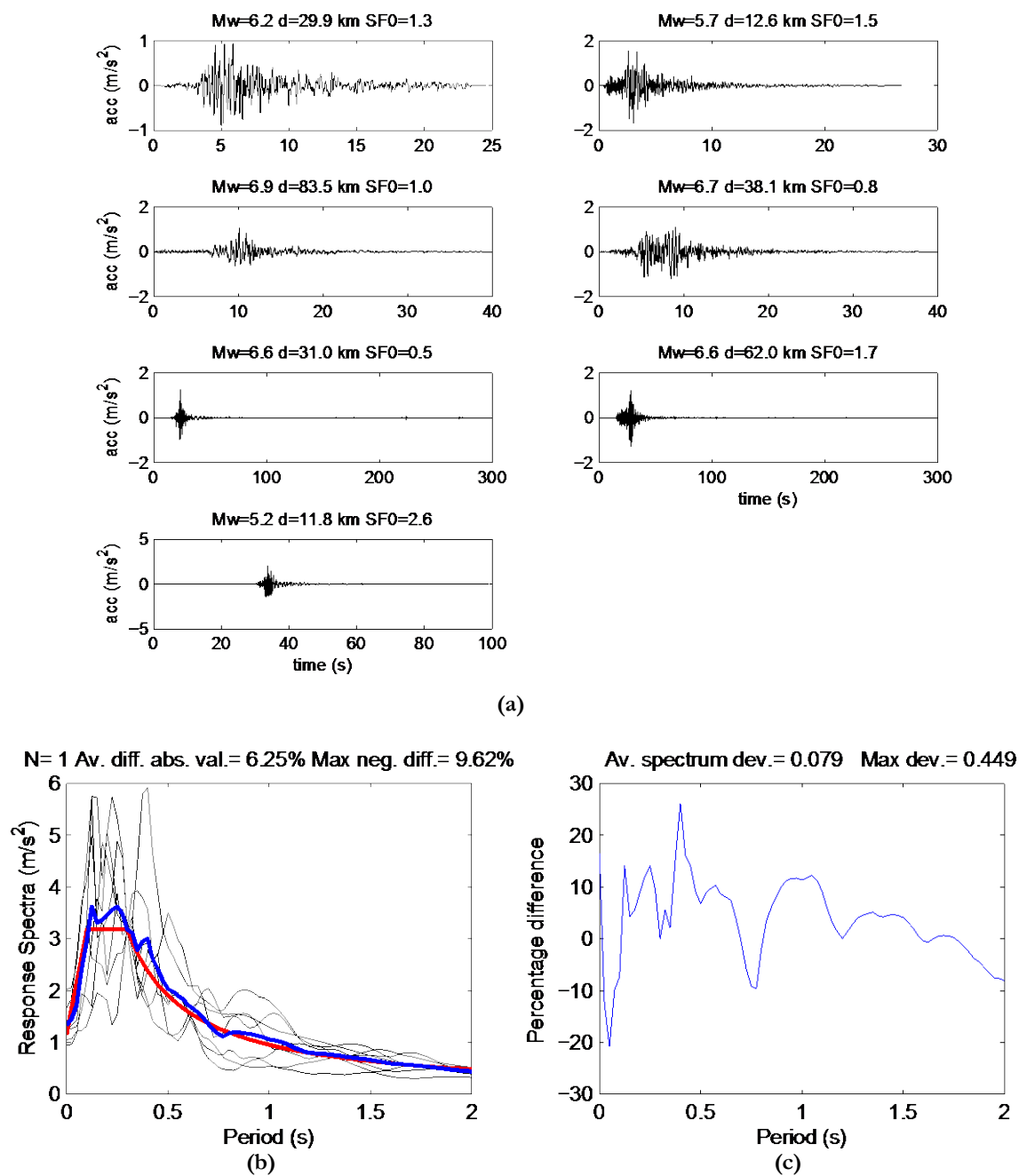


Figura 11.67 Risultato della selezione relativa al gruppo 6 - $T_R=2475$ anni.

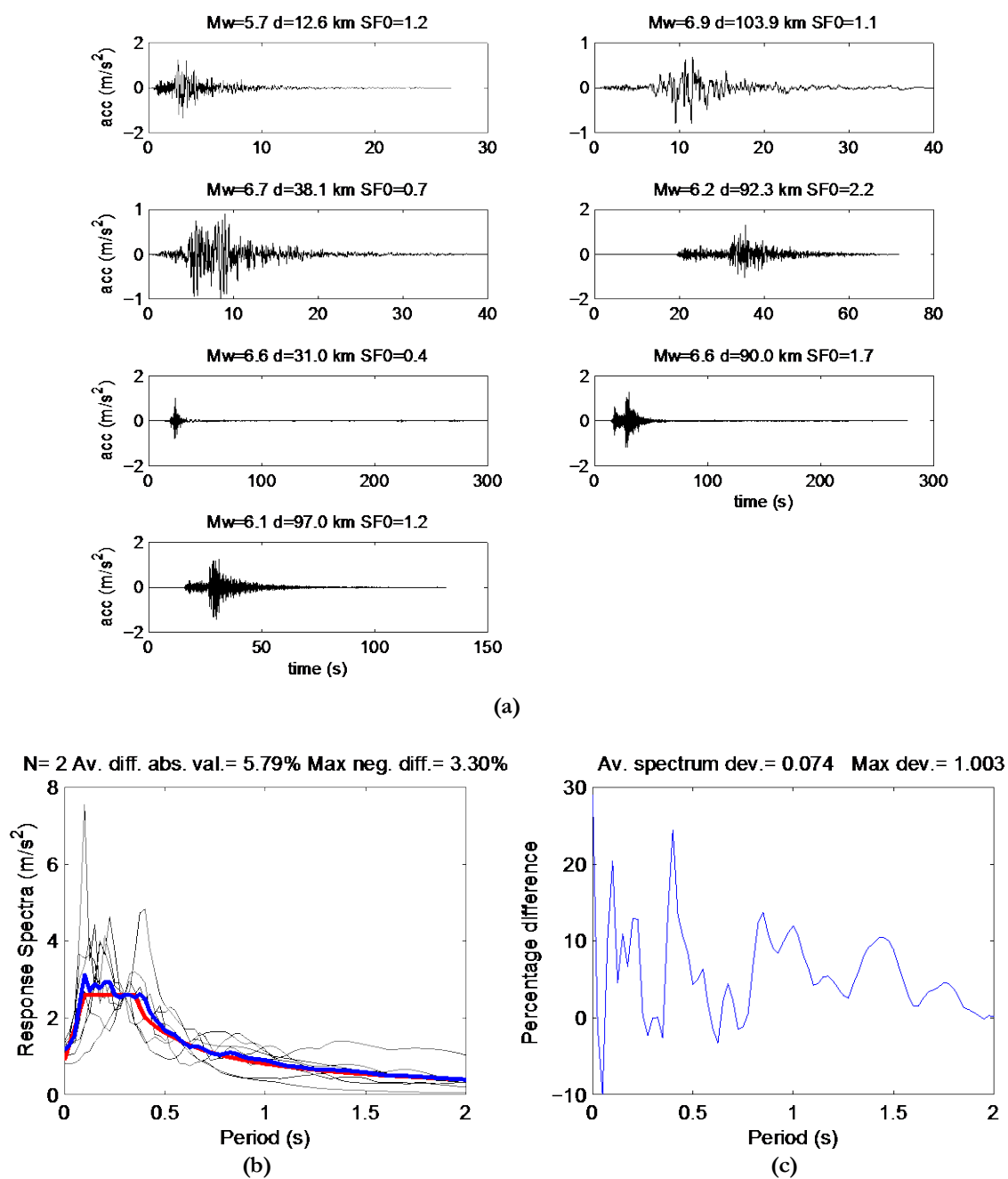
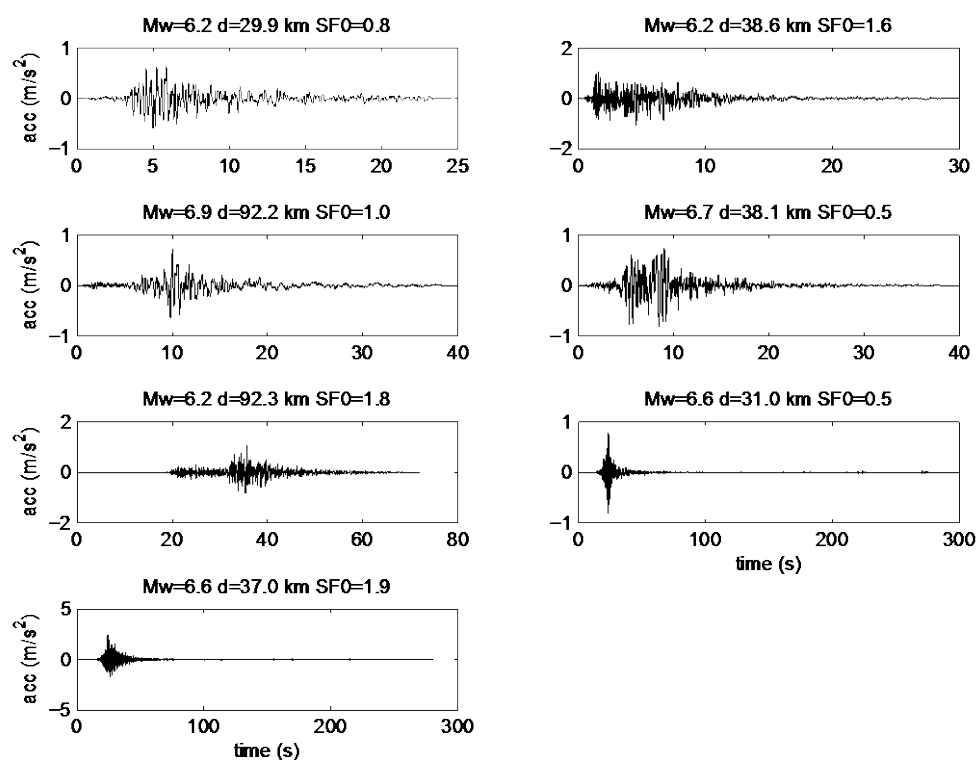


Figura 11.68 Risultato della selezione relativa al gruppo 7 - $T_R=2475$ anni.



(a)

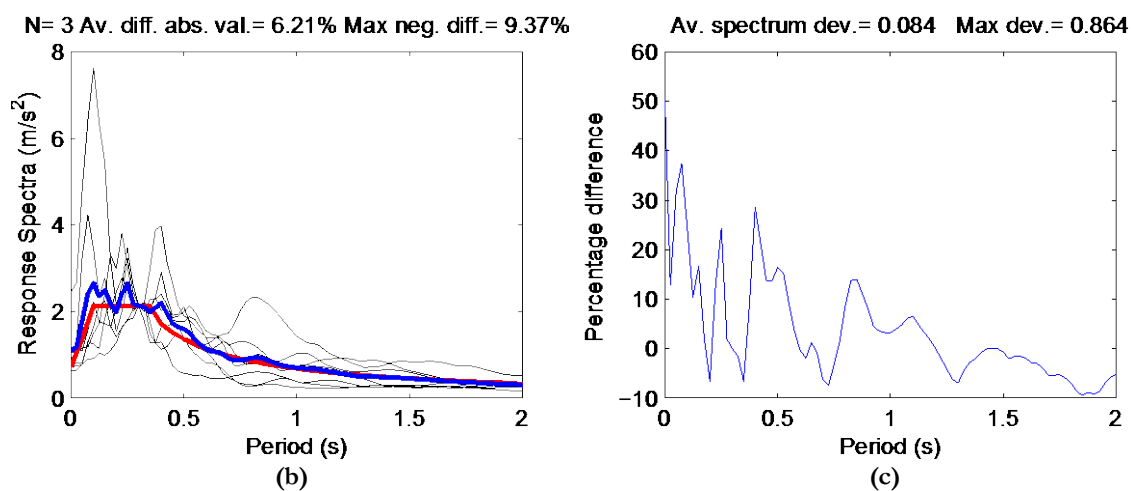


Figura 11.69 Risultato della selezione relativa al gruppo 8 - $T_R=2475$ anni.

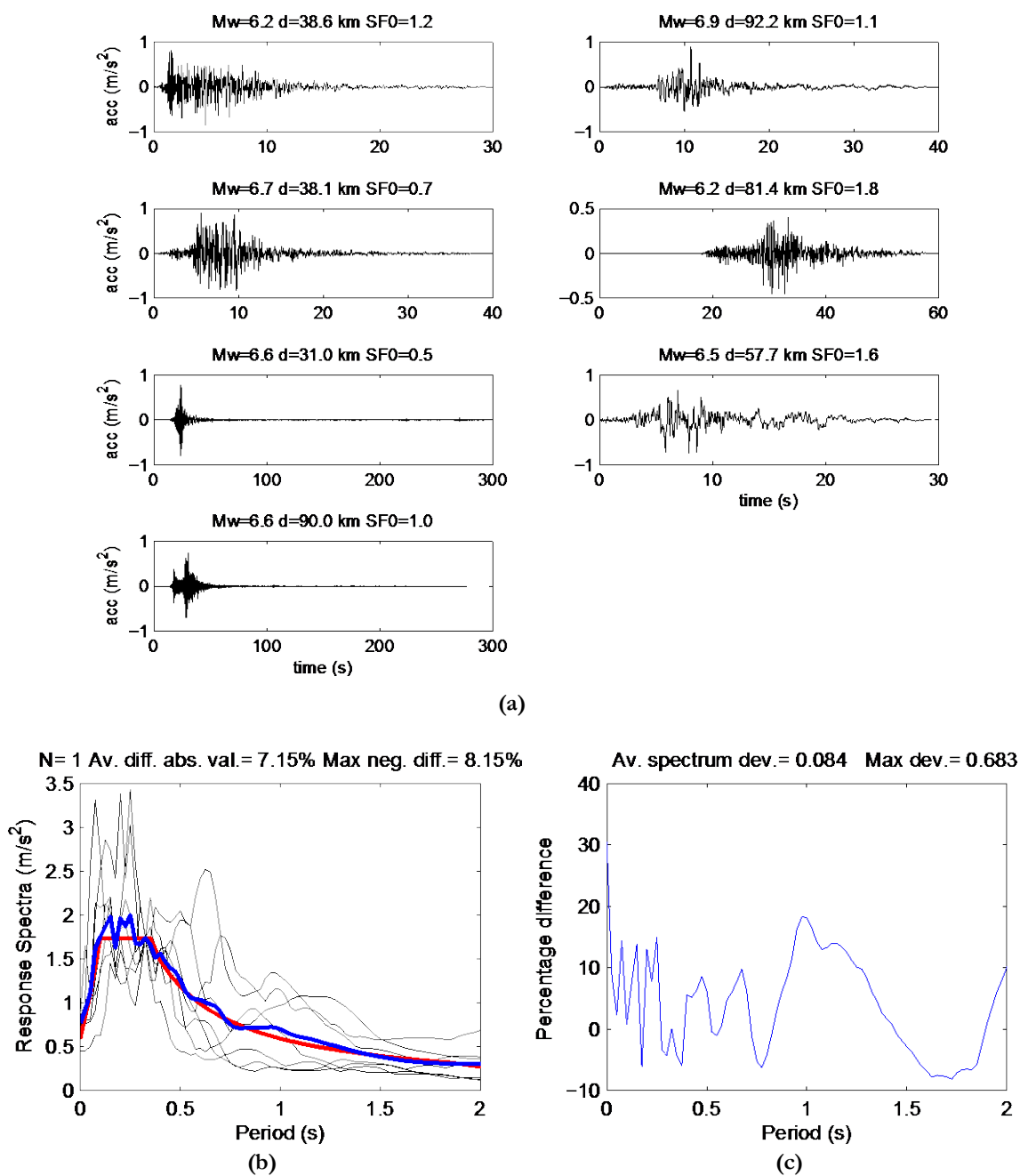


Figura 11.70 Risultato della selezione relativa al gruppo 9 - $T_R=2475$ anni.

12 APPENDICE B – RISULTATI ISOLE

In questa appendice sono raccolte le figure relative alla selezione degli accelerogrammi per gli spettri di risposta associati alle isole dell'Arcipelago Toscano (Figura 5.6), per i periodi di ritorno di 50 anni (Figura 12.1), 75 anni (Figura 12.2), 101 anni (Figura 12.3), 201 anni (Figura 12.4), 475 anni (Figura 12.5), 712 anni (Figura 12.6), 949 anni (Figura 12.7), 1462 anni (Figura 12.8), 1950 anni (Figura 12.9) e 2475 anni (Figura 12.10).

Per ciascun gruppo e periodo di ritorno sono mostrate 3 figure:

- a) gruppo di 7 accelerogrammi (componente orizzontale) selezionato da ASCONA in media spettro-compatibili allo spettro di riferimento. Sopra ogni accelerogramma sono riportati: la magnitudo (M_w) dell'evento, la distanza epicentrale (d) alla quale è avvenuta la registrazione e il fattore di scala (SF_0) tra lo spettro di risposta di riferimento e lo spettro di risposta registrato.
- b) spettri di risposta dei singoli accelerogrammi (linee nere) selezionati per lo spettro di riferimento (linea rossa) e confronto con lo spettro medio (linea blu). In alto sono riportati: il numero corrispondente alla selezione "migliore", lo scarto percentuale medio e lo scarto negativo massimo dello spettro medio rispetto allo spettro di riferimento nell'intervallo di periodi 0.15-2.0s.
- c) Valori della differenza percentuale tra i due spettri ai diversi periodi spettrali. In alto sono riportati: il valore di δ calcolato considerando lo spettro medio e il valore di δ massimo riferito al singolo accelerogramma.

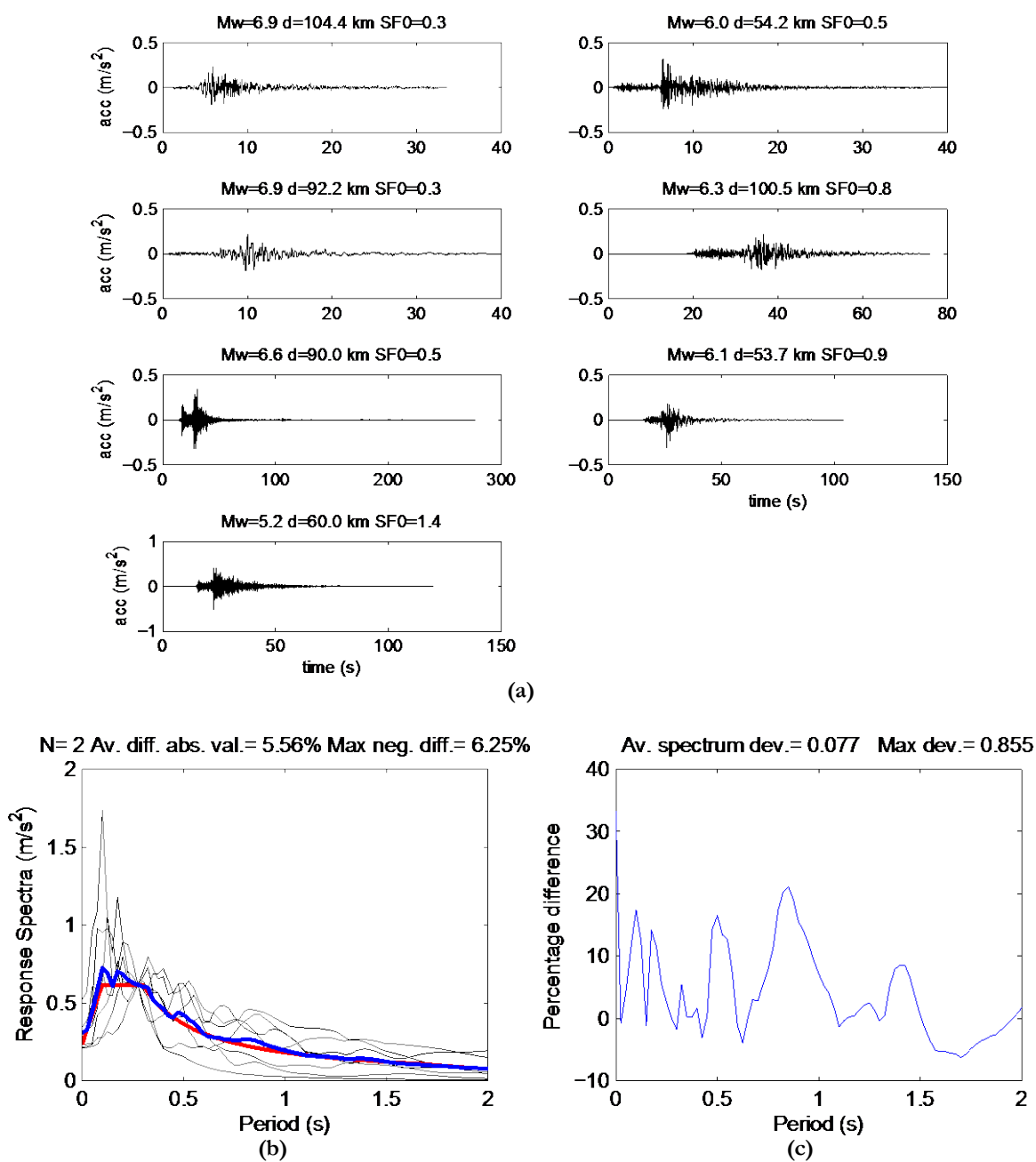


Figura 12.1 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=50$ anni.

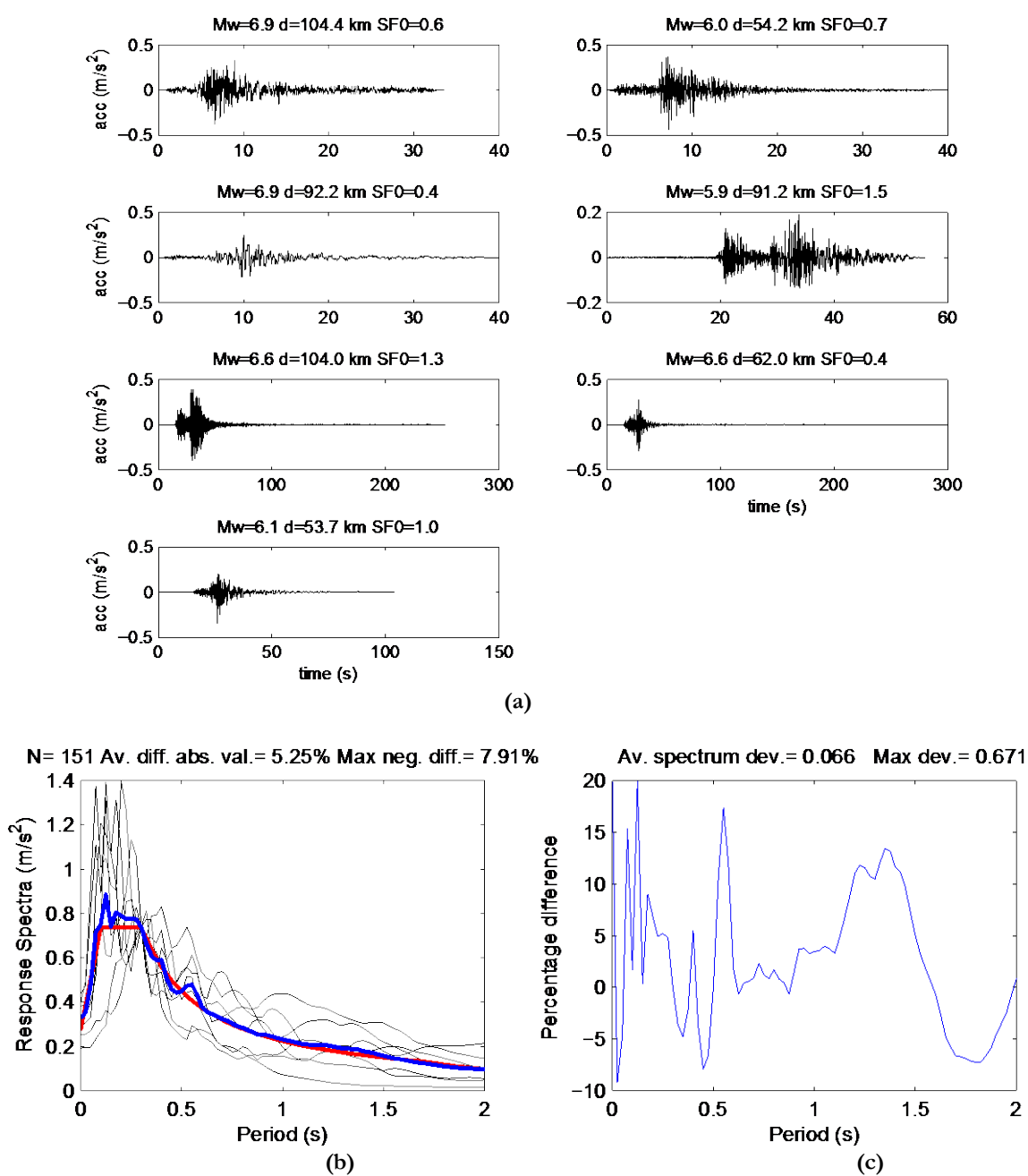


Figura 12.2 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=75$ anni.

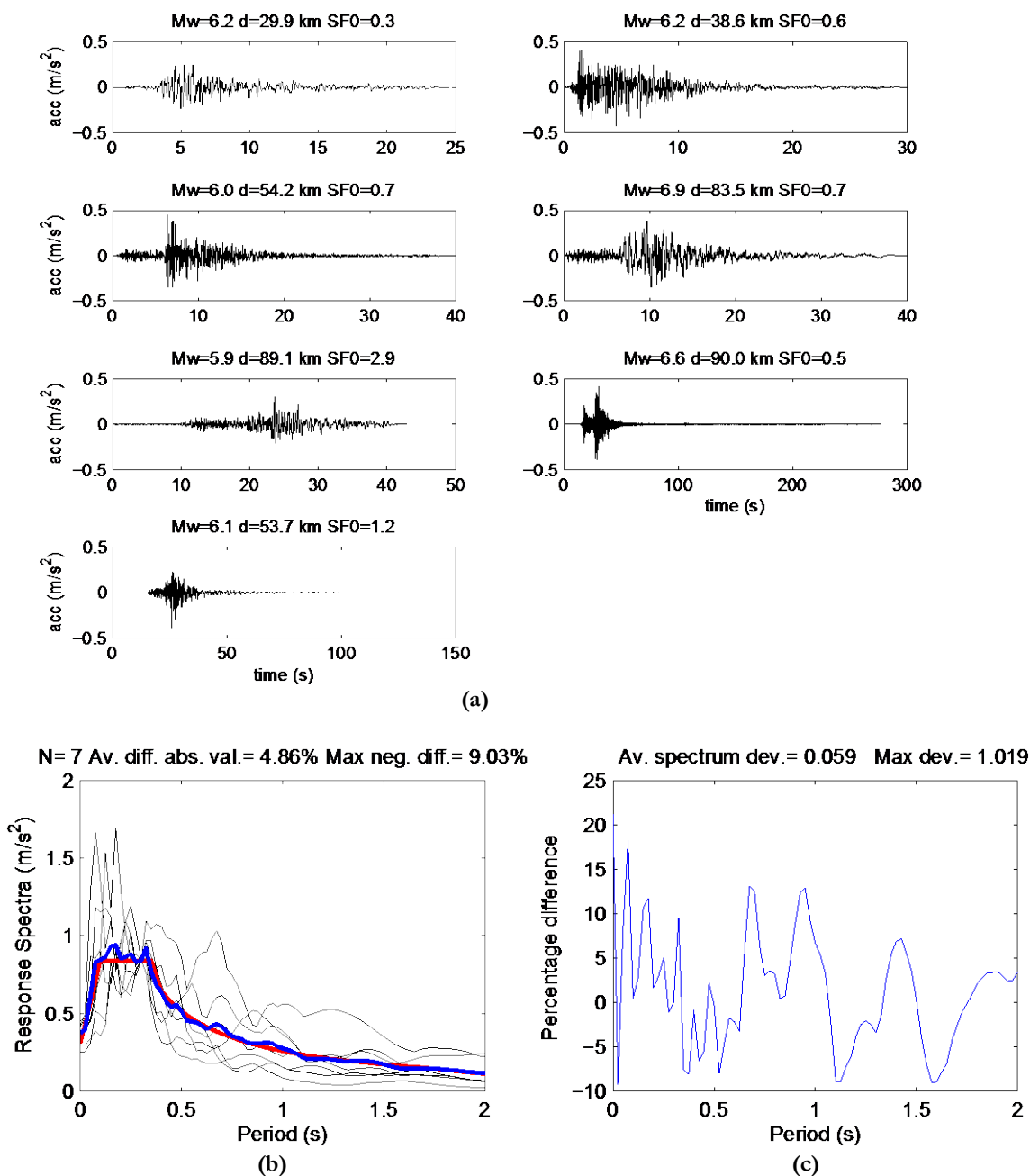


Figura 12.3 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=101$ anni.

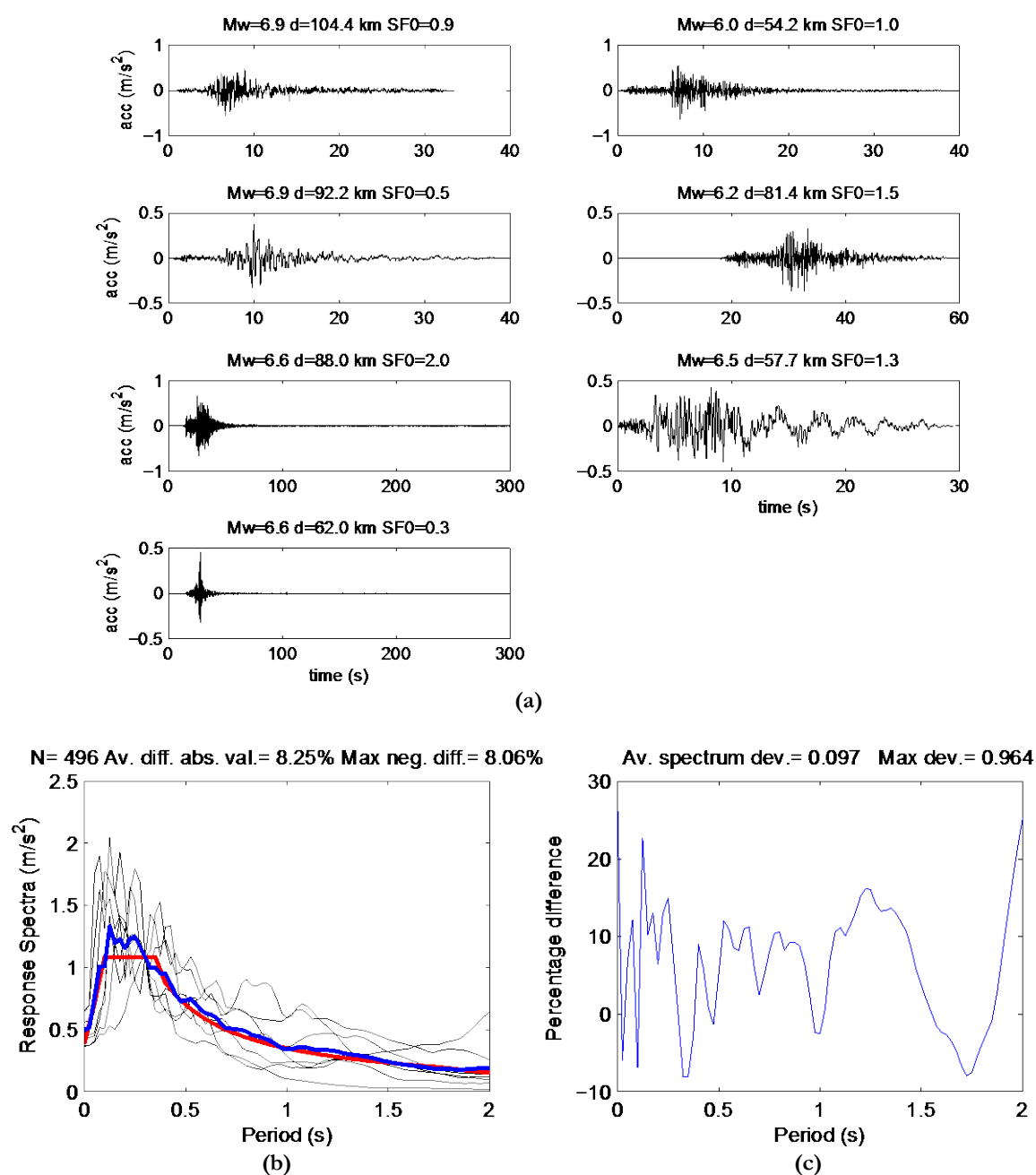


Figura 12.4 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=201$ anni.

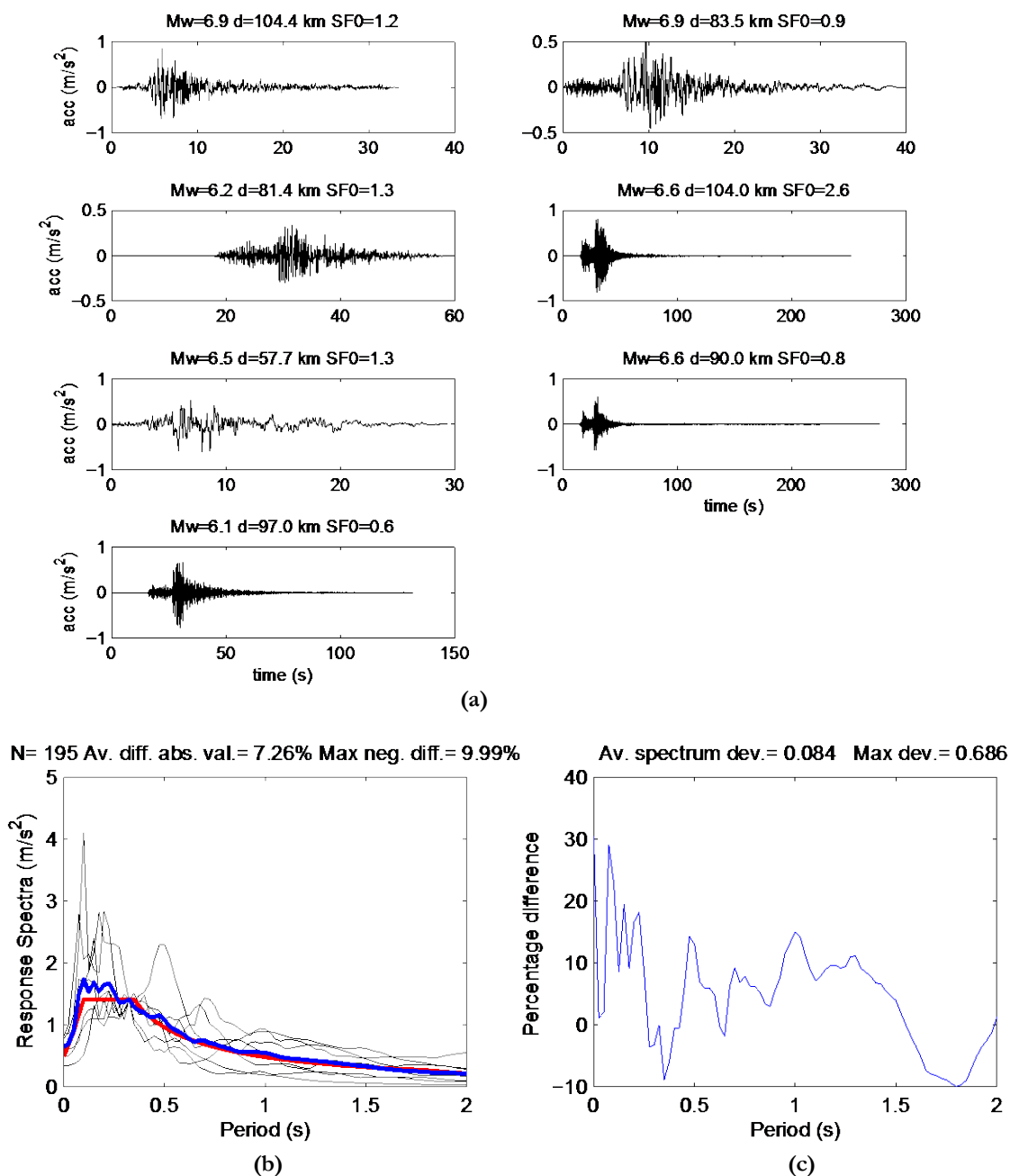


Figura 12.5 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=475$ anni.

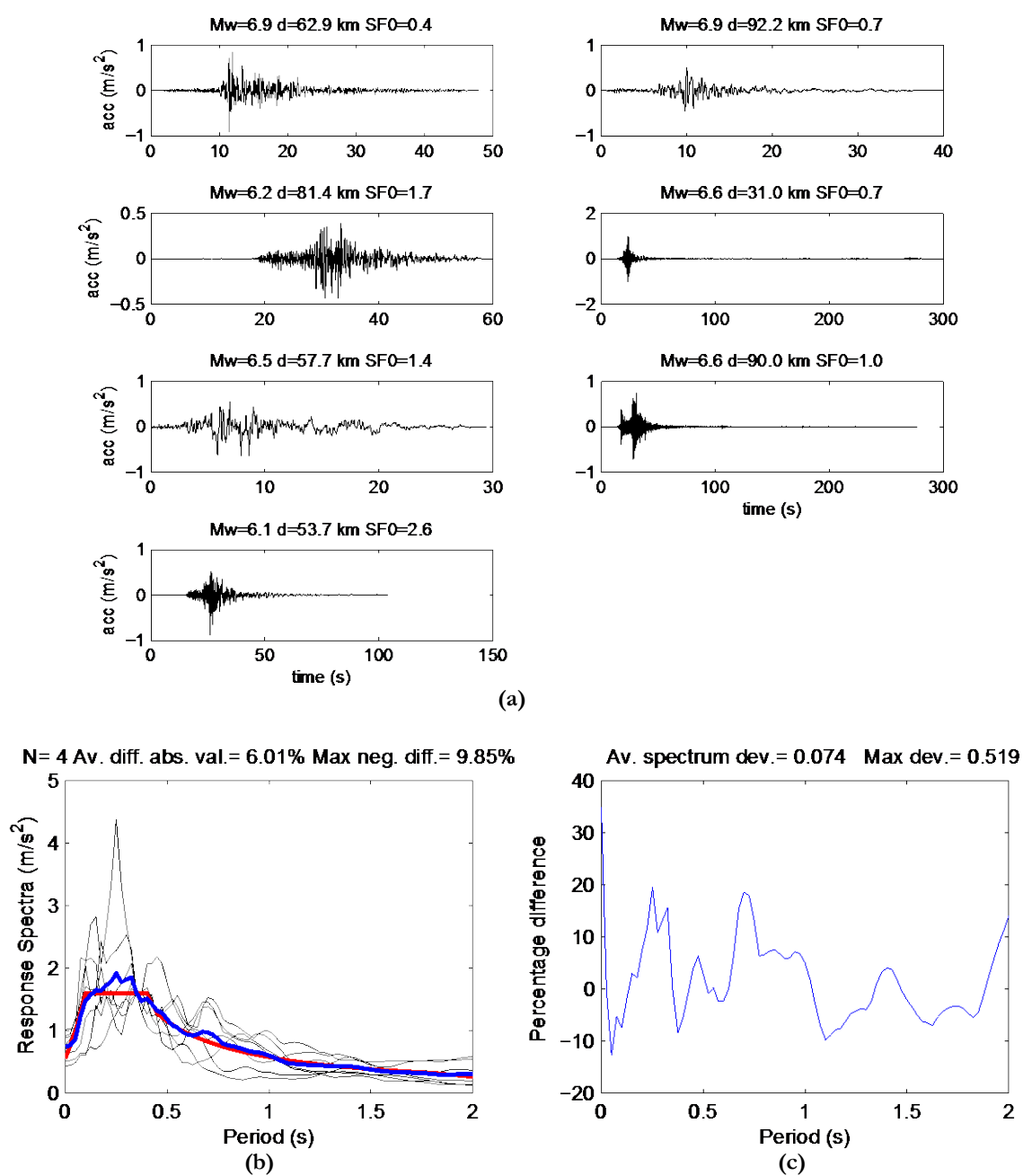


Figura 12.6 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=712$ anni.

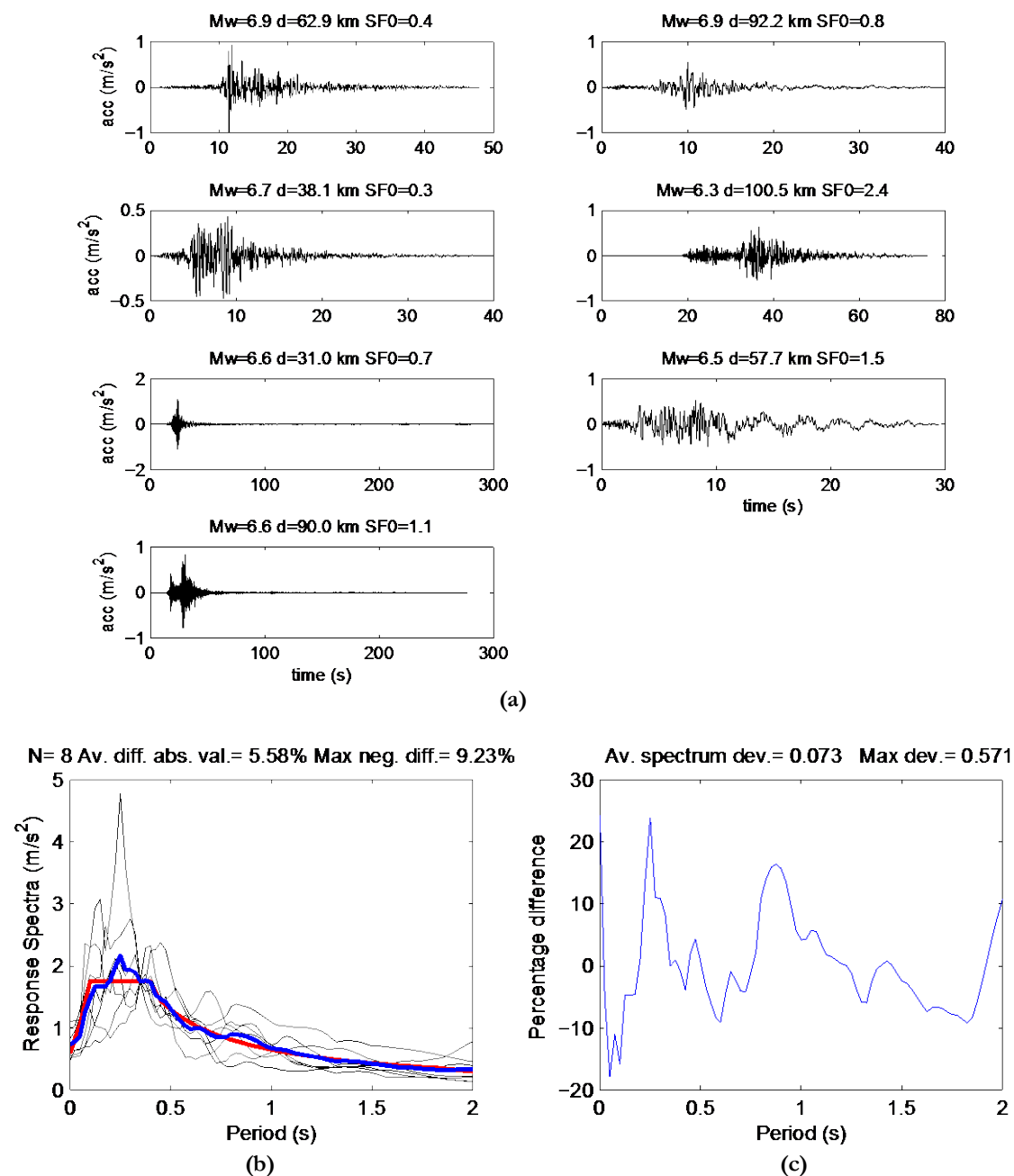


Figura 12.7 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=949$ anni.

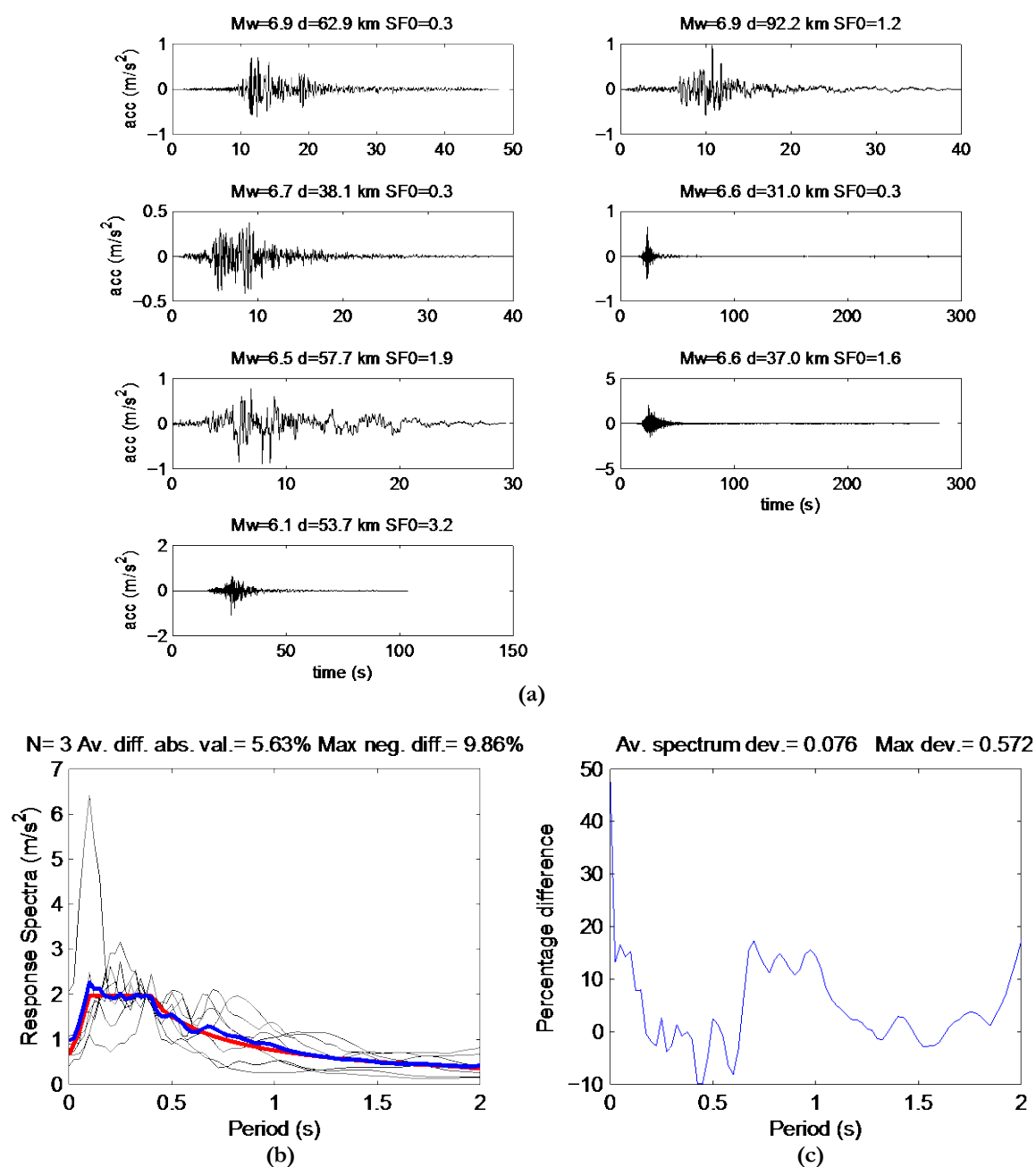


Figura 12.8 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=1462$ anni.

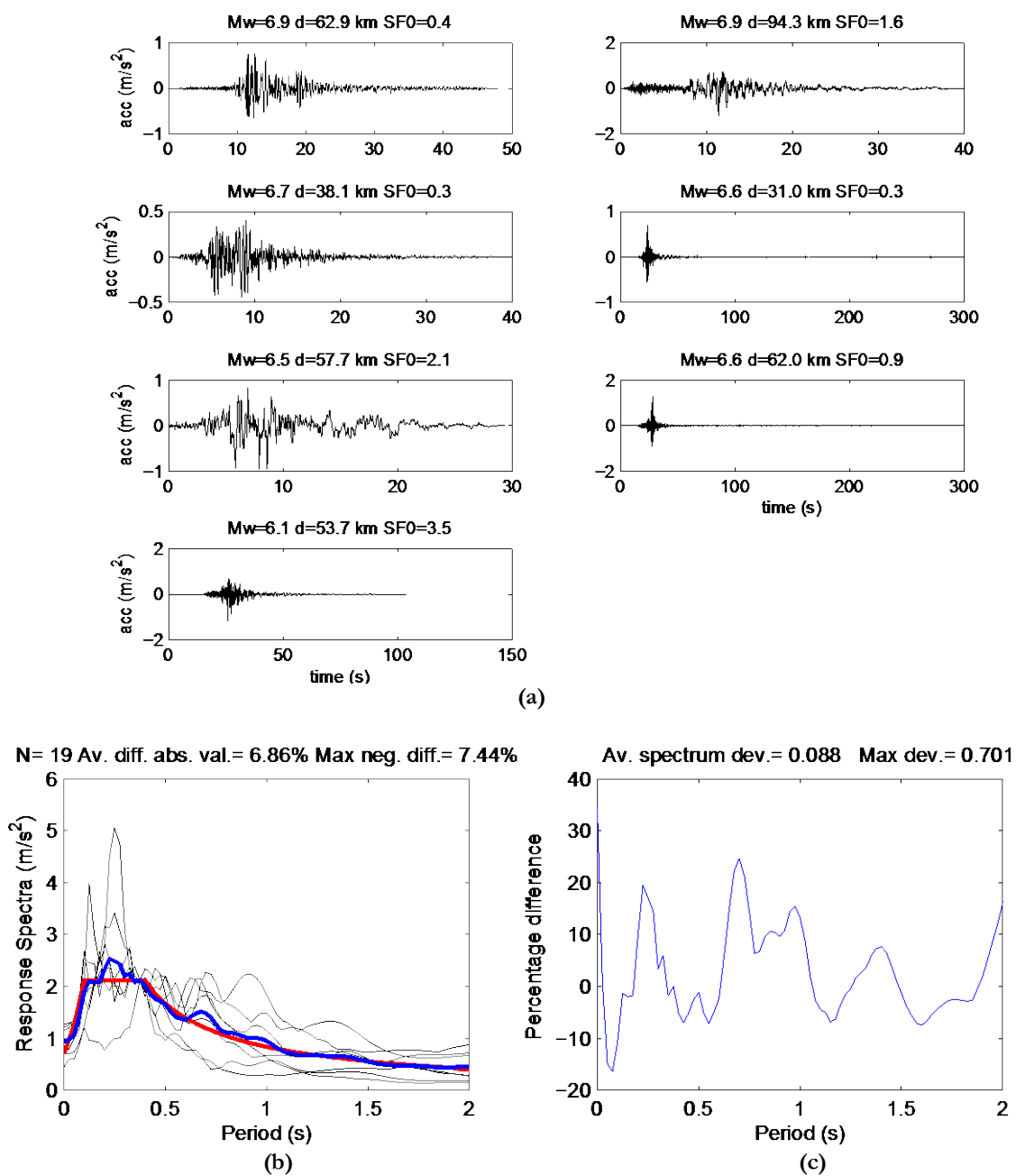


Figura 12.9 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=1950$ anni.

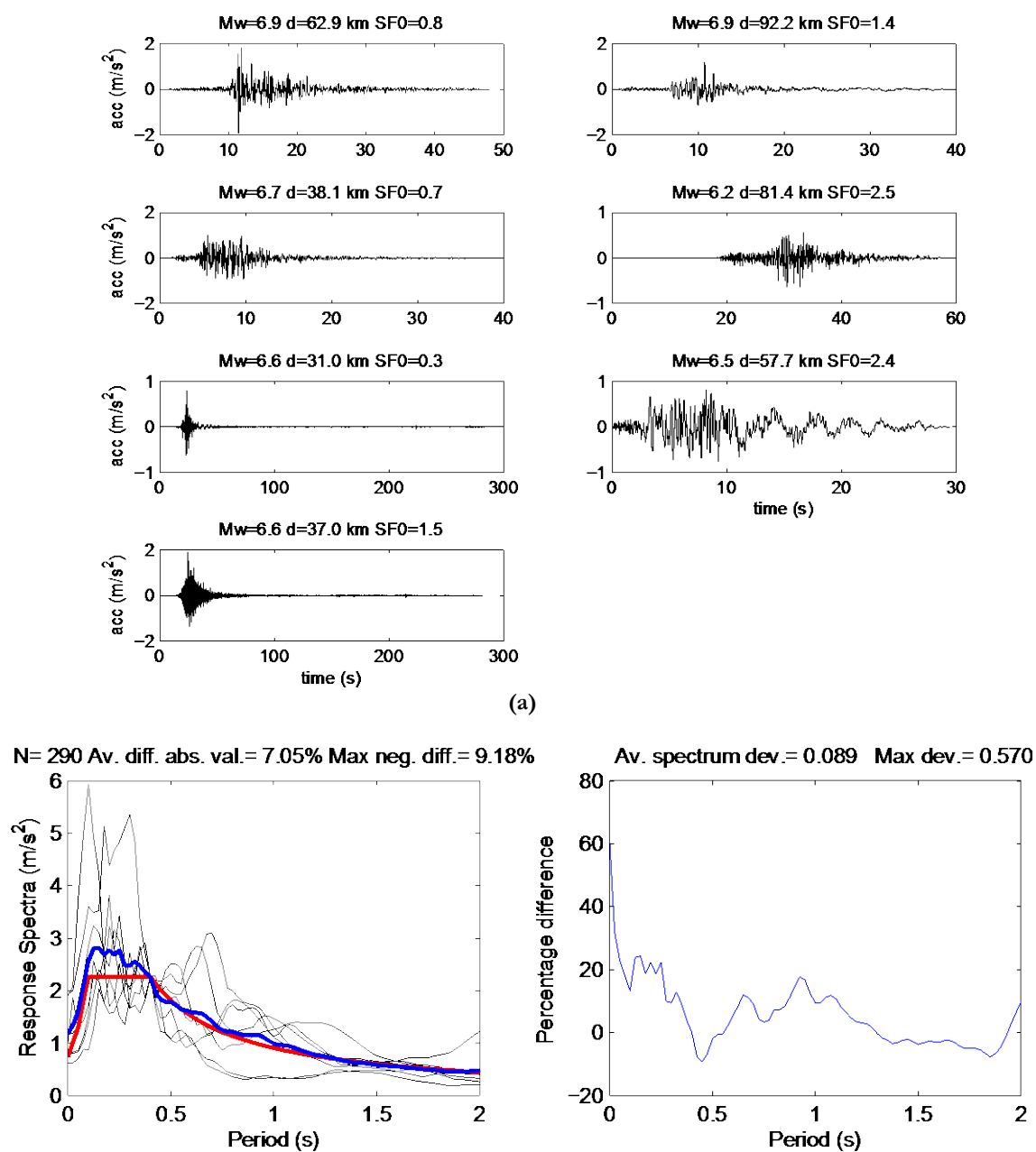


Figura 12.10 Risultato della selezione relativa alle isole dell'Arcipelago Toscano per $T_R=2475$ anni.

APPENDICE C – MANUALE INSTALLAZIONE E D'USO DI SCALCONA-3.0

12.1 PREREQUISITI

Sistema Operativo: Microsoft Windows

Spazio disponibile sull'hard disk: 205 Mb circa

12.2 INSTALLAZIONE

Decomprimere il contenuto dell'archivio SCALCONA-3.0.zip in una cartella a piacere.

La cartella conterrà i seguenti files:

- SCALCONA-3.0.exe (programma principale)
- cyggcc_s-1.dll (file di supporto)
- cyggfortran-3.dll (file di supporto)
- cygwin1.dll (file di supporto)
- INPUT (cartella contenente i files di input)

La cartella INPUT contiene 734 files di testo:

- AllegatoB.txt - rappresenta l'Allegato B delle NTC08 e contiene i parametri che definiscono l'azione sismica per i nodi del reticolo di riferimento;
- comuni_mare.txt – file contenente le coordinate e i nomi dei comuni situati sulle isole;
- comuni_terra.txt - file contenente le coordinate e i nomi dei comuni situati sulla terraferma;
- toscana_mare.txt – file contenente le coordinate dei poligoni che definiscono le isole;
- toscana_terra.txt – file contenente le coordinate dei poligoni che definiscono la porzione di territorio della regione Toscana situata sulla terraferma;
- scaling_period.txt – file contenente i periodi T_C^* utilizzati per la scalatura degli accelerogrammi in ASCONA;
- gruppi_TR75.txt, gruppi_TR201.txt, gruppi_TR475.txt, gruppi_TR712.txt, gruppi_TR949.txt, gruppi_TR1462.txt, gruppi_TR1950.txt, gruppi_TR2475.txt - contengono l'assegnazione del gruppo di appartenenza a ciascun nodo del reticolo di riferimento definito in AllegatoB.txt e incluso nel territorio di interesse. Ciascun file si riferisce ad uno specifico periodo di ritorno, indicato nel nome stesso del file;
- Response_spectrum_TR*_gruppo0?.txt - 80 files contenenti gli spettri di risposta ottenuti dalla selezione degli accelerogrammi (gruppo di 7 spettri di risposta e lo spettro medio). Ciascun file si riferisce ad una specifica coppia gruppo-periodo di ritorno. Il periodo di ritorno e il gruppo sono indicati nel nome del file nelle posizioni definite dai simboli * e ?, rispettivamente (es. Response_spectrum_TR00475_gruppo1.txt contiene gli spettri di risposta relativi al periodo di ritorno di 475 anni e al gruppo 1). Il gruppo 0 si riferisce alle isole dell'Arcipelago Toscano.
- Accelerogram_TR*_gruppo0?_#.txt - 560 files contenenti gli accelerogrammi selezionati. Ciascun file si riferisce ad una specifica coppia gruppo-periodo di ritorno e ad uno specifico

accelerogramma. Il periodo di ritorno e il gruppo sono indicati nel nome del file nelle posizioni definite dai simboli * e ?, rispettivamente; l'indice dell'accelerogramma è indicato nel nome del file nella posizione definita dal simbolo # (es. Accelerogram_TR00475_gruppo01_7.txt contiene il settimo accelerogramma selezionato relativo al periodo di ritorno di 475 anni e al gruppo 1). Il gruppo 0 si riferisce alle isole dell'Arcipelago Toscano.

- Readme_TR*_gruppo0?.txt - 80 files contenenti le informazioni sui gruppi di 7 accelerogrammi selezionati. Ciascun file si riferisce ad una specifica coppia gruppo-periodo di ritorno. Il periodo di ritorno e il gruppo sono indicati nel nome del file nelle posizioni definite dai simboli * e ?, rispettivamente (es. Readme_TR00475_gruppo1.txt contiene le informazioni sul gruppo di 7 accelerogrammi selezionati per il periodo di ritorno di 475 anni e il gruppo 1). Il gruppo 0 si riferisce alle isole dell'Arcipelago Toscano.

12.3 UTILIZZO

Il programma si avvia facendo doppio click sul file SCALCONA-3.0.exe.

Una volta avviato compare una finestra di dialogo che permette di inserire le informazioni necessarie (periodo di ritorno e sito di interesse):

SCALCONA-3.0 (SCALing of COmpatible Natural Accelerograms)

Per interrompere premere CTRL+C in qualsiasi momento

La prima informazione richiesta è il periodo di ritorno:

Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,201,475,712,949,1462,1950,2475):

Sono ammessi solo i 10 periodi di ritorno riportati. Se viene immesso un periodo di ritorno diverso, il programma restituisce un messaggio di errore, chiedendo nuovamente di immettere il periodo di ritorno:

Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,201,475,712,949,1462,1950,2475):
3000

Il periodo di ritorno non e' corretto o non e' ammesso

Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,201,475,712,949,1462,1950,2475):

Dopo aver immesso il periodo di ritorno corretto, viene richiesto di inserire il sito:

Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,201,475,712,949,1462,1950,2475):
475

Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:

Il sito può essere immesso specificando le coordinate geografiche o il nome comune.

Per quanto riguarda le coordinate geografiche, il sito deve essere espresso in termini di longitudine e latitudine (coordinate sessadecimali):

Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:

11.254167 43.771389

Sono ammessi solo i siti situati all'interno della Regione Toscana, ossia i punti interni ai due poligoni riportati in Figura 0.1.

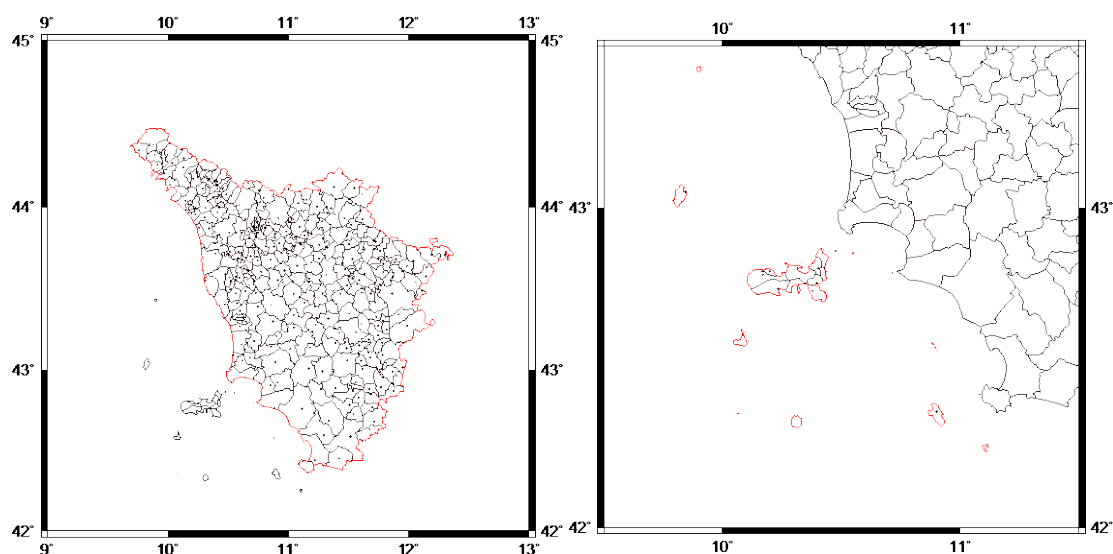


Figura 0.1 Poligoni utilizzati da SCALCONA-3.0 (linee rosse) per identificare un sito come collocato sulla terraferma (sinistra) o su un'isola (destra). Sono mostrati anche i 287 comuni della regione Toscana (linee nere).

Se vengono immesse coordinate non valide, il programma restituisce un messaggio di errore, chiedendo nuovamente di immettere le coordinate geografiche o il nome del comune:

Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:

10.00 44.0

Le coordinate non sono corrette o non sono ammesse

Per quanto riguarda i comuni, il programma riconosce come validi solo i 287 comuni della Regione Toscana, riportati nei files comuni_mare.txt (277 comuni) e comuni_terra.txt (10 comuni). Per comodità essi sono riportati in Tabella 0.1.

Tabella 0.1 Comuni riconosciuti da SCALCONA-3.0. Sono riportate anche le coordinate (longitudine e latitudine) che SCALCONA-3.0 associa a ciascun comune.

Nome comune	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Nome comune	Latitudine (°)	Longitudine (°)
Abbadia San Salvatore	42.8831296	11.6706481	Montecarlo	43.8523703	10.6693888
Abetone	44.1456415	10.6649791	Montecatini Val di Cecina	43.392473	10.749653
Agliana	43.9075	11.0073703	Montecatini-Terne	43.884537	10.7747037
Altopascio	43.814484	10.674472	Montelupo Fiorentino	43.7339315	11.0213697
Anghiari	43.5418888	12.0606481	Montemignaio	43.7409629	11.6198518
Arcidosso	42.872677	11.5378432	Montemurlo	43.925668	11.040384
Arezzo	43.4712011	11.8630617	Montepulciano	43.092926	11.782389
Asciano	43.233379	11.56151	Monterchi	43.4893888	12.1122037
Aulla	44.2055326	9.9698068	Monteriggioni	43.3896642	11.2244584
Badia Tedalda	43.7089577	12.1864914	Monteroni d'Arbia	43.2303148	11.4220555
Bagni di Lucca	44.011949	10.5907796	Monterotondo Marittimo	43.1466284	10.855959
Bagno a Ripoli	43.7536638	11.3226104	Montescudaio	43.327037	10.627037
Bagnone	44.3153196	9.9956531	Montespertoli	43.642935	11.07658
Barberino di Mugello	44.001045	11.238543	Montevarchi	43.5287701	11.5700069
Barberino Val d'Elsa	43.5420555	11.1707962	Monteverdi Marittimo	43.1784242	10.7156392
Barga	44.0753333	10.4818888	Monticiano	43.1406257	11.1799937
Bibbiena	43.6975	11.814537	Montieri	43.1311555	11.0166408
Bibbona	43.2694489	10.5952101	Montignoso	44.016089	10.170191

Bientina	43.7099866	10.6197221	Montopoli in Val d'Arno	43.6747609	10.745318
Borgo a Mozzano	43.9800185	10.5467222	Mulazzo	44.3148394	9.8883558
Borgo San Lorenzo	43.9564259	11.384537	Murlo	43.168716	11.3910389
Bucine	43.4775185	11.6159629	Orbetello	42.4422682	11.2206616
Buggiano	43.8764013	10.7345354	Orciano Pisano	43.4954857	10.5130156
Buonconvento	43.1347037	11.4845555	Ortignano Raggiolo	43.6809444	11.7498518
Buti	43.726964	10.588882	Palaia	43.6051815	10.7743454
Calci	43.7265439	10.515977	Palazzuolo sul Senio	44.1134723	11.5480254
Calcinaia	43.683083	10.617305	Peccioli	43.546615	10.719196
Calenzano	43.8570555	11.1637592	Pelago	43.7721781	11.5040349
Camaiore	43.9382162	10.3040819	Pergine Valdarno	43.4714074	11.6867222
Campagnatico	42.8838153	11.2735283	Pescaglia	43.9673703	10.4122037
Campi Bisenzio	43.8256481	11.1334444	Pescia	43.8981481	10.6914074
Campiglia Marittima	43.060321	10.6144677	Pian di Sco	43.6429814	11.5462592
Camporgiano	44.1592696	10.3333732	Piancastagnaio	42.8517407	11.6859444
Cantagallo	44.0219504	11.0800925	Piazza al Serchio	44.1844018	10.2978229
Capalbio	42.4542235	11.4215347	Pienza	43.0789259	11.6789074
Capannoli	43.5905529	10.6706662	Pietrasanta	43.9566592	10.2266416
Capannori	43.842662	10.569406	Pieve a Nievole	43.8728333	10.8025
Capolona	43.569866	11.866892	Pieve Fosciana	44.1319737	10.4104628
Capraia e Limite	43.7452534	10.9844628	Pieve Santo Stefano	43.671143	12.040796
Caprese Michelangelo	43.6409629	11.9859629	Piombino	42.925851	10.525432
Careggine	44.1209444	10.3264074	Pisa	43.716135	10.3966024
Carmignano	43.8123518	11.016574	Pistoia	43.9321551	10.9185234
Carrara	44.079337	10.101236	Piteglio	44.027879	10.7649057
Casale Marittimo	43.2977012	10.6158225	Pitigliano	42.6359629	11.674537
Casciana Terme	43.5284629	10.6192222	Podenzana	44.2073703	9.9431481
Cascina	43.676627	10.546802	Poggibonsi	43.4734444	11.1467407

Casola in Lunigiana	44.2014074	10.1778148	Poggio a Caiano	43.8147037	11.0517222
Casole d'Elsa	43.3407853	11.0438161	Pomarance	43.3000185	10.8739259
Castagneto Carducci	43.1597248	10.610966	Ponsacco	43.6248518	10.6301666
Castel del Piano	42.8911111	11.539537	Pontassieve	43.774638	11.440445
Castel Focognano	43.653711	11.7888798	Ponte Buggianese	43.8439259	10.7487777
Castel San Niccolò	43.74248	11.706013	Pontedera	43.6626666	10.6328333
Castelfiorentino	43.610994	10.969047	Pontremoli	44.3755565	9.8783017
Castelfranco di Sopra	43.6211197	11.5570531	Poppi	43.7327705	11.7640259
Castelfranco di Sotto	43.698988	10.742423	Porcari	43.8451666	10.6175185
Castell'Azzara	42.772846	11.698326	Prato	43.8796987	11.0963121
Castellina in Chianti	43.4714322	11.285394	Pratovecchio	43.7878148	11.724537
Castellina Marittima	43.4126615	10.5765108	Quarrata	43.8509629	10.9817222
Castelnuovo Berardenga	43.3473518	11.5043888	Radda in Chianti	43.4864945	11.3732326
Castelnuovo di Garfagnana	44.109253	10.411184	Radiconfani	42.896574	11.7711111
Castelnuovo di Val di Cecina	43.2120555	10.9028148	Radicondoli	43.261491	11.0448017
Castiglion Fibocchi	43.5273964	11.7595306	Rapolano Terme	43.285569	11.604801
Castiglion Fiorentino	43.342325	11.916067	Reggello	43.6822078	11.5309341
Castiglione d'Orcia	43.0081185	11.615604	Rignano sull'Arno	43.722037	11.4525185
Castiglione della Pescaia	42.7658642	10.8823578	Riparbella	43.3657962	10.6003148
Castiglione di Garfagnana	44.1492689	10.4110921	Roccalbegna	42.7858201	11.5078745
Cavriglia	43.5212592	11.4879814	Roccastrada	43.0104718	11.1683094
Cecina	43.310402	10.517785	Rosignano Marittimo	43.405624	10.473952

Cerreto Guidi	43.7598248	10.8801659	Rufina	43.8253333	11.4861111
Certaldo	43.547391	11.038561	Sambuca Pistoiese	44.1053148	11.0006296
Cetona	42.965316	11.900409	San Casciano dei Bagni	42.871562	11.8752113
Chianciano Terme	43.0450185	11.8134444	San Casciano in Val di Pesa	43.66	11.1906481
Chianni	43.486038	10.642304	San Gimignano	43.4703333	11.0437592
Chiesina Uzzanese	43.8390271	10.7194804	San Giovanni d'Asso	43.1537099	11.589189
Chitignano	43.6634629	11.8823518	San Giovanni Valdarno	43.5645555	11.5328148
Chiusdino	43.1543425	11.0801146	San Giuliano Terme	43.762515	10.440353
Chiusi	43.017037	11.9484444	San Godenzo	43.9260883	11.6180187
Chiusi della Verna	43.6984444	11.9361111	San Marcello Pistoiese	44.05556	10.792851
Cinigiano	42.8906762	11.3930021	San Miniato	43.679363	10.85133
Civitella in Val di Chiana	43.4181237	11.7243339	San Piero a Sieve	43.9623518	11.3254814
Civitella Paganico	42.9949096	11.28154	San Quirico d'Orcia	43.0576666	11.6059629
Colle di Val d'Elsa	43.4162777	11.1325185	San Romano in Garfagnana	44.1703436	10.3473931
Collesalveti	43.5898518	10.4759629	San Vincenzo	43.0939259	10.5418888
Comano	44.2943888	10.1322037	Sansepolcro	43.5756296	12.144074
Coreglia Antelminelli	44.0647037	10.526574	Santa Croce sull'Arno	43.7203333	10.7728333
Cortona	43.2740814	11.9877538	Santa Fiora	42.8319541	11.5851816
Crespina	43.574074	10.5653148	Santa Luce	43.4721969	10.564734
Cutigliano	44.1004814	10.7564074	Santa Maria a Monte	43.7009444	10.69
Dicomano	43.8920555	11.5222037	Sarteano	42.989227	11.866929
Empoli	43.7186111	10.9425185	Sassetta	43.1291462	10.6432402
Fabbriche di Vallico	43.9971876	10.4285418	Scandicci	43.753486	11.18916
Fauglia	43.570469	10.513954	Scansano	42.6887071	11.334761

Fiesole	43.8069331	11.2927658	Scarlino	42.9090207	10.850567
Figline Valdarno	43.6206481	11.4703148	Scarperia	43.9929814	11.3548518
Filattiera	44.3311111	9.9342407	Seggiano	42.9284906	11.5604867
Firenze	43.7687324	11.2569013	Semproniano	42.729914	11.540671
Firenzuola	44.1206516	11.3802761	Seravezza	43.9945216	10.2274851
Fivizzano	44.2393888	10.127037	Serravalle Pistoiese	43.9061464	10.8343093
Foiano della Chiana	43.250456	11.818152	Sestino	43.7106296	12.2989259
Follonica	42.918916	10.761376	Sesto Fiorentino	43.8356481	11.1962592
Forte dei Marmi	43.9659629	10.1734444	Siena	43.3186614	11.3305135
Fosciandora	44.1159432	10.4595427	Signa	43.7813712	11.0970101
Fosdinovo	44.1332732	10.0176036	Sillano	44.224334	10.3015898
Fucecchio	43.7289259	10.8112777	Sinalunga	43.214915	11.743505
Gaiole in Chianti	43.469303	11.4333039	Sorano	42.6825789	11.713699
Galliciano	44.060834	10.440026	Sovicille	43.2792251	11.2277212
Gambassi Terme	43.540104	10.954871	Stazzema	43.9928812	10.3111963
Gavorrano	42.9253333	10.9103333	Stia	43.7985299	11.7092642
Giuncugnano	44.2102192	10.2472286	Subbiano	43.575577	11.871327
Greve in Chianti	43.5850969	11.3153622	Suvereto	43.0782962	10.6792407
Grosseto	42.7628597	11.1127828	Talla	43.6028148	11.7881296
Guardistallo	43.3137592	10.6337777	Tavarnelle Val di Pesa	43.5628148	11.1725
Impruneta	43.685975	11.254211	Terranuova Bracciolini	43.5533553	11.5898485
Incisa in Val d'Arno	43.6561359	11.449096	Terricciola	43.523921	10.676411
Lajatico	43.476239	10.729047	Torrita di Siena	43.1712592	11.7804814
Lamporecchio	43.8098703	10.8897037	Trequanda	43.1887592	11.6686111
Larciano	43.8338586	10.8896919	Tresana	44.2553333	9.9139074
Lari	43.5689074	10.5937777	Uzzano	43.8822542	10.7104263
Lastra a Signa	43.769793	11.105177	Vagli Sotto	44.1095921	10.2891549
Laterina	43.5079617	11.7198223	Vaglia	43.9114259	11.2801666
Licciana Nardi	44.2646187	10.035774	Vaiano	43.9691679	11.1234113
Livorno	43.551876	10.3080108	Vecchiano	43.780988	10.383387

Londa	43.8618723	11.5701216	Vergemoli	44.0531605	10.380789
Lorenzana	43.5437842	10.5267442	Vernio	44.045044	11.151041
Loro Ciuffenna	43.5926435	11.6328913	Viareggio	43.874537	10.2568888
Lucca	43.8430139	10.507994	Vicchio	43.932619	11.4671869
Lucignano	43.2746981	11.7459853	Vicopisano	43.6871451	10.582597
Magliano in Toscana	42.599074	11.2934629	Villa Basilica	43.9258262	10.6445029
Manciano	42.5888023	11.5173102	Villa Collemantina	44.159537	10.3987777
Marciano della Chiana	43.3059444	11.7875185	Villafranca in Lunigiana	44.2959629	9.95
Marliana	43.9337158	10.7694476	Vinci	43.7798518	10.9234444
Marradi	44.0756481	11.6131296	Volterra	43.4014259	10.8611111
Massa	44.0386917	10.1441887	Zeri	44.341733	9.7591059
Massa e Cozzile	43.909386	10.744135	Portoferraio	42.8125113	10.3156225
Massa Marittima	43.05	10.8939259	Rio nell'Elba	42.8142407	10.4023703
Massarosa	43.8687777	10.3407962	Campo nell'Elba	42.7489397	10.2343727
Minucciano	44.1714074	10.2087777	Capoliveri	42.742873	10.378997
Molazzana	44.0728333	10.4189259	Marciana	42.793128	10.1686095
Monsummano Terme	43.8714259	10.8134629	Marciana Marina	42.8037592	10.1973518
Montaione	43.5536111	10.9117222	Porto Azzurro	42.7679814	10.3967222
Montalcino	43.0605903	11.4889829	Rio Marina	42.8145555	10.4273703
Montale	43.936574	11.0181296	Isola del Giglio	42.3656142	10.9015253
Monte Argentario	42.4356673	11.1206568	Capraia Isola	43.050583	9.8429944
Monte San Savino	43.329742	11.7313103			

La Tabella 0.1 riporta anche le coordinate (longitudine e latitudine) che il programma associa ad ogni comune. I nomi dei comuni devono essere immessi con gli stessi caratteri riportati nella tabella:

Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:

Firenze

Se il nome del comune non viene digitato correttamente o viene inserito un comune non presente in Tabella 0.1, il programma restituisce un messaggio di errore, chiedendo nuovamente di immettere le coordinate geografiche o il nome del comune:

```
Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:
```

```
Firenze2
```

```
Il comune non e' corretto o non e' ammesso
```

```
Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:
```

Una volta inseriti correttamente sia il periodo di ritorno che il sito di interesse, SCALCONA-3.0 fornisce l'input sismico compatibile con le NTC08 sia in termini spettrali che di accelerogrammi spettro-compatibili.

Il programma genera 9 files di uscita nella cartella corrente:

- un file di testo contenente gli spettri di risposta:

rs_TR[periodo di ritorno immesso]_[sito immesso].txt

Questo file è formato da 3 righe di intestazione e da 161 righe suddivise in 10 colonne. La prima colonna riporta i periodi spettrali (in s), la colonna 10 contiene le ordinate spettrali dello spettro delle NTC08 per il sito di interesse (in m/s^2), mentre le colonne dalla 2 alla 9 riportano i valori degli spettri di risposta ottenuti dalla selezione degli accelerogrammi e scalati per il sito di interesse (in m/s^2). Le colonne dalla 3 alla 9 contengono i valori degli spettri di risposta associati ai 7 accelerogrammi individuati, mentre la colonna 2 contiene i valori dello spettro di risposta medio, calcolato come media aritmetica degli altri 7 spettri.

Un esempio è mostrato in Figura 0.2.

rs_TR00475_Firenze.txt

%Scaled acceleration response spectrum
 %Period Spectral acceleration (NB: the first column of RS is the average, the last column is the NTC08 spectrum)
 % (sec) (m/s²)

0.000	1.3774	0.9996	1.6193	1.3304	1.2133	1.9320	1.4160	1.1313	1.2767
0.025	1.5038	1.0173	1.7935	1.3622	1.2243	2.0558	1.9239	1.1495	1.7236
0.050	1.7620	1.2337	2.6231	1.4720	1.4712	2.3981	1.9451	1.1912	2.1705
0.075	2.5851	2.0524	3.6288	1.7285	2.0110	4.4226	2.7760	1.4767	2.6173
0.100	3.4427	1.9673	4.0117	3.4582	2.3640	6.3883	3.9166	1.9931	3.0642
0.125	3.3168	1.7946	4.8672	3.8402	2.6685	4.2299	3.1056	2.7116	3.0642
0.150	3.4544	2.9232	3.3222	3.3906	2.6952	5.3952	3.0281	3.4268	3.0642
0.175	3.9471	3.6120	4.7315	2.5197	2.6872	7.9313	2.9386	3.2094	3.0642
0.200	3.5735	2.4144	4.4481	2.9690	2.6746	5.3991	2.4975	4.6113	3.0642
0.225	3.5359	3.1485	3.9882	2.9949	3.4633	4.2101	2.8841	4.0625	3.0642
0.250	3.5240	4.0940	3.3825	3.9501	3.7664	3.0225	3.2116	3.2406	3.0642
0.275	3.2400	3.2400	3.2400	3.2400	3.2400	3.2400	3.2400	3.2400	3.0642
0.300	3.1651	3.3585	3.0955	3.5693	2.6545	2.8260	3.7637	2.8885	3.0642
0.325	3.3408	3.4236	2.7247	3.4791	3.4580	2.8725	3.9123	3.5150	2.8285
0.350	3.1242	2.3461	2.2333	2.6756	3.2932	2.5013	5.2494	3.5702	2.6264
0.375	3.0613	1.9905	2.0318	1.9871	3.3936	1.7195	6.8611	3.4460	2.4513
0.400	2.8985	1.7723	1.7257	1.7023	3.3511	1.4888	7.0121	3.2370	2.2981
0.425	2.4575	1.8755	1.3846	1.6249	3.1239	1.2590	5.5331	2.4021	2.1629
0.450	2.2531	2.1819	1.2811	1.7811	3.0823	1.0382	4.6540	1.7535	2.0428
0.475	2.1187	2.3400	1.2132	2.0074	3.0070	0.7987	3.7556	1.7090	1.9353
0.500	1.9683	2.1894	1.1285	2.1442	2.7061	0.6873	3.3611	1.5611	1.8385
0.525	1.8343	1.9832	1.1058	2.0104	2.0743	0.7696	3.1602	1.7362	1.7510
0.550	1.7850	1.8632	1.1428	1.6535	2.3291	0.8134	2.9129	1.7803	1.6714
0.575	1.8171	1.7828	1.2491	1.6976	2.6835	0.9472	2.6856	1.6740	1.5987
0.600	1.8263	1.6820	1.4772	1.9300	2.8077	0.9678	2.4795	1.4397	1.5321
0.625	1.7942	1.4828	1.6538	1.9132	2.8399	0.9028	2.4673	1.2993	1.4708
0.650	1.7204	1.1974	1.7285	1.6359	3.1046	0.7915	2.4717	1.1132	1.4142
0.675	1.5778	0.8922	1.6926	1.3591	3.2601	0.6637	2.1806	0.9962	1.3619
0.700	1.3873	0.7305	1.5841	1.1232	3.0114	0.6005	1.6951	0.9659	1.3132
0.725	1.2167	0.6412	1.5581	1.1218	2.4811	0.5335	1.2988	0.8827	1.2679

Figura 0.2 Prime righe del file rs_TR00475_Firenze.txt.

- 7 files di testo contenenti ciascuno un accelerogramma e le corrispondenti storie temporali in velocità e spostamento:

w_TR[periodo di ritorno immesso]_[sito immesso]_[indice accelerogramma].txt

[indice accelerogramma] è un numero intero che varia da 1 a 7. Ciascun file è formato da 4 righe di intestazione (nella seconda è riportato il fattore di scala rispetto agli accelerogrammi originari) e da un numero variabile di righe suddivise in quattro colonne. La prima colonna contiene la serie temporale (in s), la seconda i valori di accelerazione (in m/s²), la terza i valori di velocità (in m/s) e la quarta i valori di spostamento (in m).

Un esempio è mostrato in Figura 0.3.

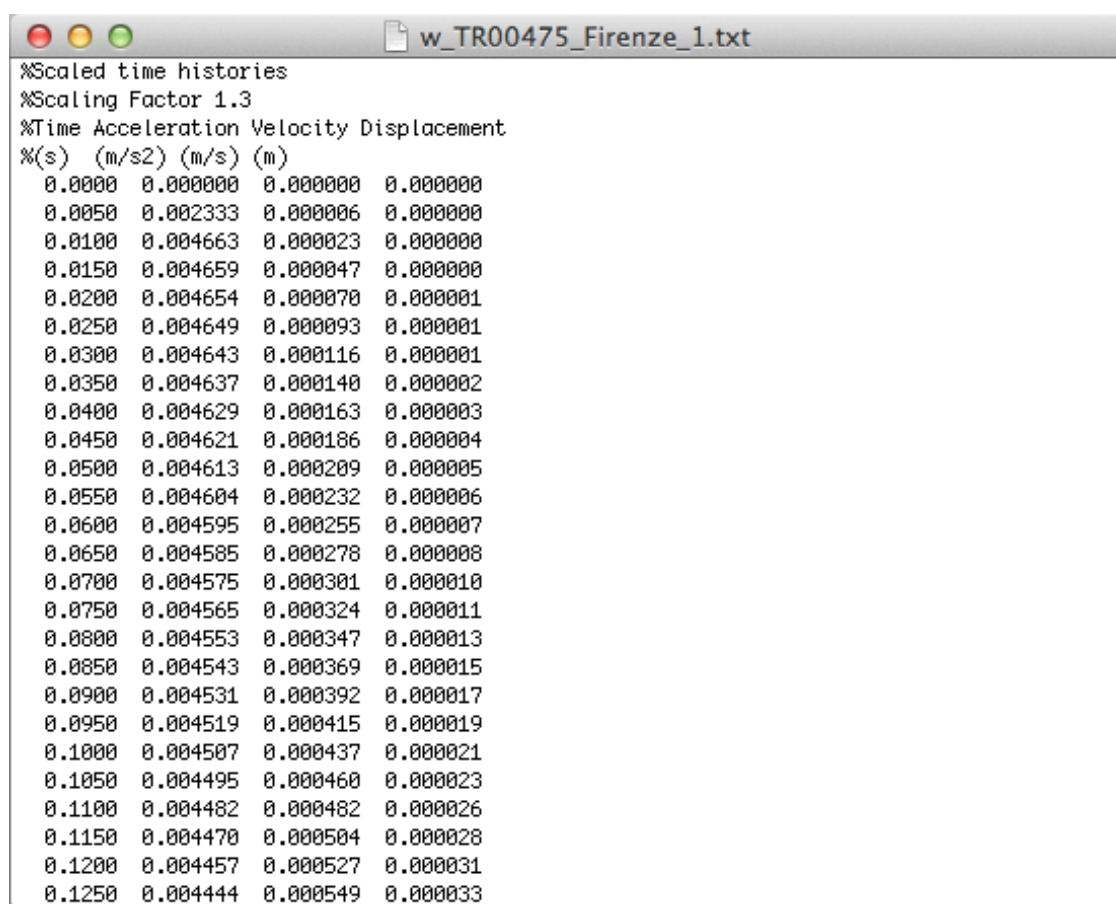


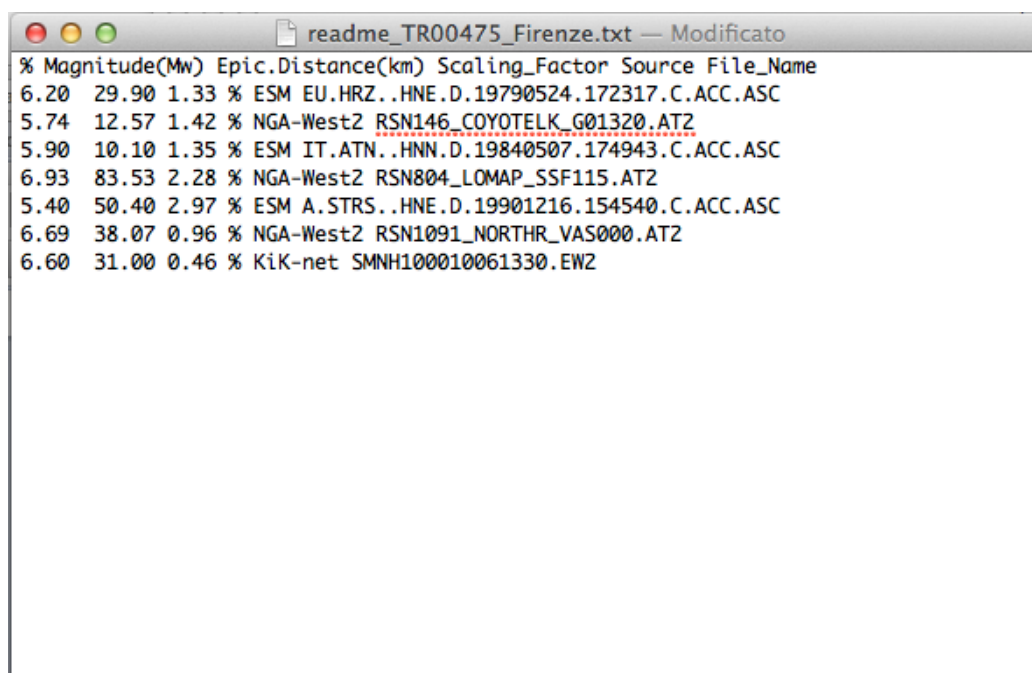
Figura 0.3 Prime righe del file acc_TR00475_Firenze_1.txt.

- un file di testo contenente le informazioni sui 7 accelerogrammi di uscita:

readme_TR[periodo di ritorno immesso]_[sito immesso].txt

Questo file è formato da 1 riga di intestazione e da 7 righe, ciascuna riferita ad uno degli accelerogrammi di uscita. Ciascuna riga contiene i seguenti campi: magnitudo (M_w) dell'evento che ha generato l'accelerogramma, distanza epicentrale (km) alla quale è avvenuta la registrazione, fattore di scala rispetto all'accelerogramma originario, nome della banca-dati alla quale appartiene l'accelerogramma originario (ESM, NGA-West2 o KiK-net) e nome dell'accelerogramma all'interno della banca-dati.

Un esempio è mostrato in Figura 0.4.



```

% Magnitude(Mw) Epic.Distance(km) Scaling_Factor Source File_Name
6.20 29.90 1.33 % ESM EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
5.74 12.57 1.42 % NGA-West2 RSN146_COYOTELK_G01320.AT2
5.90 10.10 1.35 % ESM IT.ATN..HNN.D.19840507.174943.C.ACC.ASC
6.93 83.53 2.28 % NGA-West2 RSN804_LOMAP_SSF115.AT2
5.40 50.40 2.97 % ESM A.STRS..HNE.D.19901216.154540.C.ACC.ASC
6.69 38.07 0.96 % NGA-West2 RSN1091_NORTHR_VAS000.AT2
6.60 31.00 0.46 % Kik-net SMNH100010061330.EWZ
    
```

Figura 0.4 File readme_TR00475_Firenze.txt.

Si noti che i fattori di scala riportati nelle figure relative alla selezione degli accelerogrammi (Appendice A e Appendice B) sono i fattori di scala calcolati da ASCONA rispetto agli accelerogrammi originari. Per poter utilizzare gli accelerogrammi selezionati anche per i siti del territorio diversi da quelli associati agli spettri di riferimento, sui quali è basata la selezione, SCALCONA-3.0 calcola dei nuovi fattori di scala rispetto agli accelerogrammi scalati da ASCONA, come indicato nel paragrafo 9. Il fattore di scala riportato nei files di uscita di SCALCONA-3.0 è riferito agli accelerogrammi originari; pertanto esso è determinato come il prodotto dei due fattori di scala sopra menzionati.

Al termine dell'esecuzione del programma i nomi dei files generati vengono scritti sulla finestra di dialogo:

```

Sono stati creati i seguenti files:
rs_TR00475_Firenze.txt
w_TR00475_Firenze_1.txt
w_TR00475_Firenze_2.txt
w_TR00475_Firenze_3.txt
w_TR00475_Firenze_4.txt
w_TR00475_Firenze_5.txt
w_TR00475_Firenze_6.txt
w_TR00475_Firenze_7.txt
readme_TR00475_Firenze.txt

Il programma e' terminato correttamente
    
```