

1. DEFINIZIONE DEGLI ACCELEROGRAMMI PER ANALISI DINAMICHE DI STRUTTURE E SISTEMI GEOTECNICI

Gli accelerogrammi inclusi nella piattaforma WebGIS sono stati definiti utilizzando una procedura simile a quella adottata per la creazione di SEISM-HOME (Rota et al., 2012, <http://www.eucentre.it/seismhome.html>), un portale sviluppato da EUCENTRE per aiutare gli utenti non-specialisti (solitamente ingegneri o geologi) ad ottenere in modo semplice e veloce l'input sismico necessario ad effettuare delle analisi dinamiche di strutture e sistemi geotecnici. La procedura, che è stata applicata anche per la selezione degli accelerogrammi di riferimento per la Regione Toscana (<https://www.regione.toscana.it/-/accelerogrammi-di-riferimento-per-la-progettazione>, Zuccolo et al., 2014), è articolata in 4 passi principali:

1. mesozonazione del territorio in modo da raggruppare gli spettri di risposta di normativa (spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali definiti dalle NTC08 ed NTC18 per sito rigido con superficie topografica orizzontale - sottosuolo di categoria 'A') associati ai nodi del reticolo di riferimento interni al territorio regionale (Figura 1) in gruppi caratterizzati da forme spettrali simili e ampiezza limitata (questa operazione è stata effettuata indipendentemente per ciascun periodo di ritorno considerato);

2. definizione di uno spettro di risposta di riferimento ('spettro genitore') 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 e NTC18 (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 Emilia Romagna.

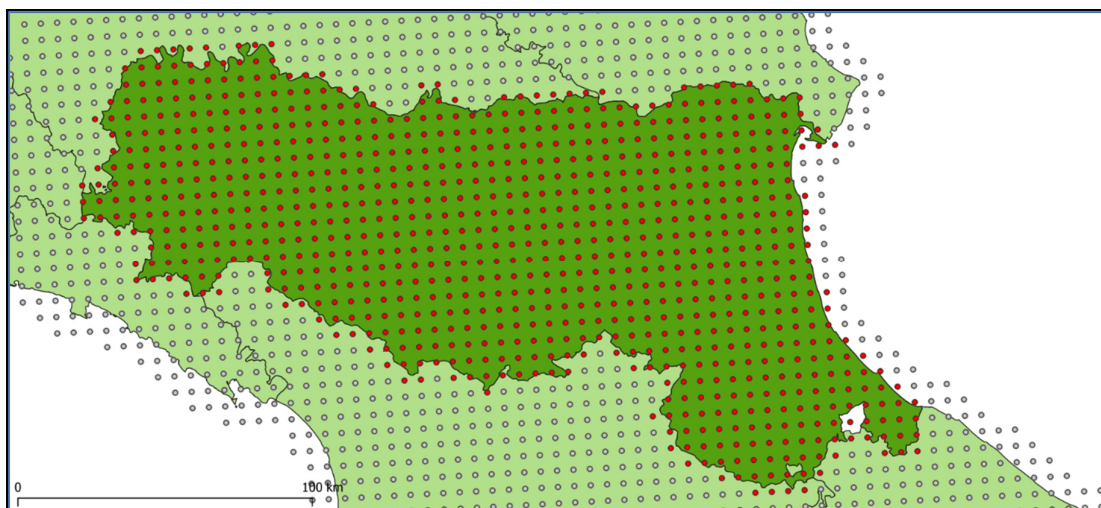


Figura 1 Reticolo di riferimento utilizzato dalle NTC08. Sono evidenziati in rosso gli 832 nodi considerati nel presente studio.

In questo studio sono stati considerati i periodi di ritorno (T_R) di 101, 475 e 975 anni. Gli spettri di risposta elastici associati agli 832 nodi sono mostrati nei grafici dalla Figura 2 alla Figura 4, 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.

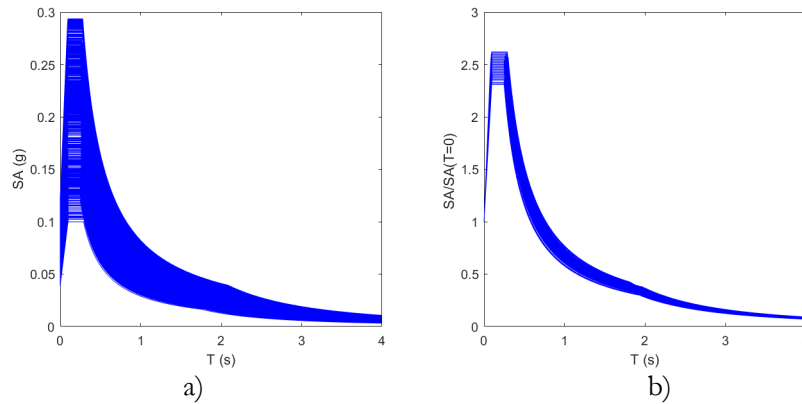


Figura 2 Spettri di risposta per $T_R=101$ anni per gli 832 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

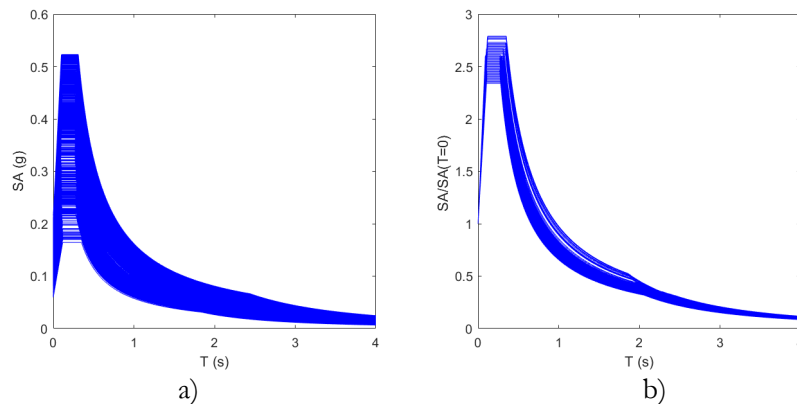


Figura 3 Spettri di risposta per $T_R=475$ anni per gli 832 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

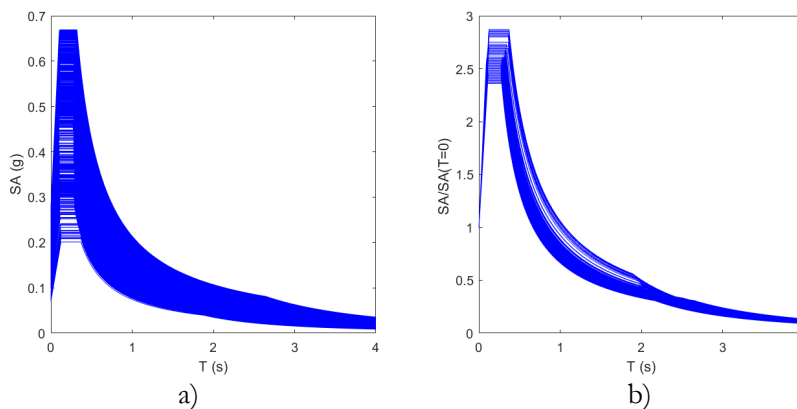


Figura 4 Spettri di risposta per $T_R=975$ anni per gli 832 nodi del reticolo di riferimento considerati: a) spettri di risposta ancorati al valore di a_g definito nelle NTC08; b) spettri di risposta normalizzati allo stesso valore di a_g .

È importante sottolineare che i due aspetti chiave della procedura utilizzata 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).

MESONAZIONE DEL TERRITORIO E DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI GENITORI

L'operazione di *mesonazione* del territorio regionale ha richiesto la definizione di gruppi di spettri di risposta omogenei aventi forma, ampiezza e caratteristiche simili tra loro.

Gli spettri di risposta definiti dalle NTC08 e NTC18 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.

Pertanto, l'identificazione dei gruppi è avvenuta sulla base dei parametri T_c^* ed F_0 (introdotto per limitare i fattori di scala applicati agli spettri di risposta diversi da quelli di riferimento), oltre alla deviazione spettrale media δ (Iervolino et al., 2008). 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 5.

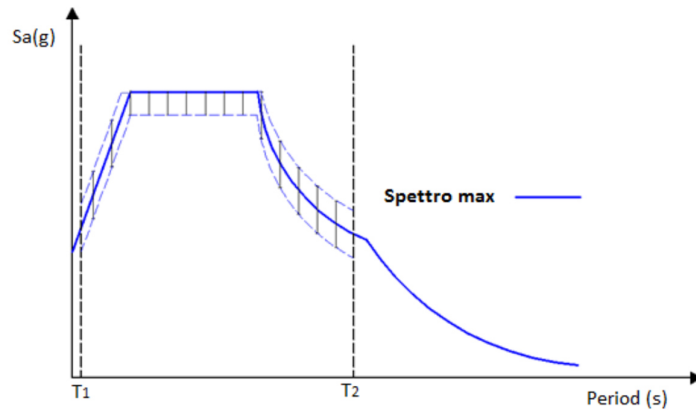


Figura 5 Rappresentazione grafica del controllo effettuato sulla deviazione spettrale media, δ , utilizzando come spettro di riferimento quello massimo, nell'intervallo di periodi $T1 \div T2$.

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^* , $T_{C,k}^*$, tali che (vedi Figura 6):

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

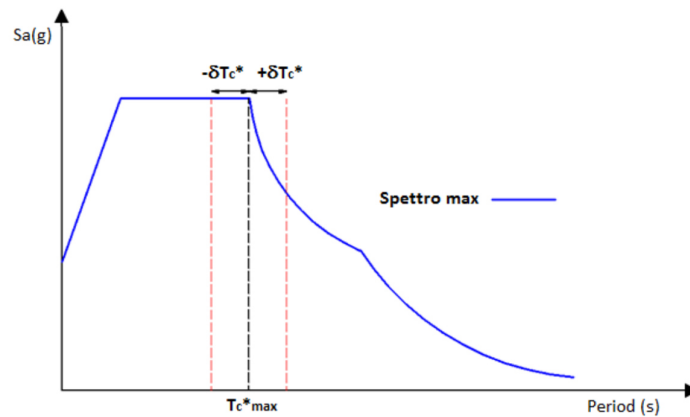


Figura 6 Raffigurazione grafica del controllo sulla forma spettrale effettuato dal parametro T_C^* . Lo spettro massimo è assunto come spettro di riferimento (colore blu). In figura è indicata la fascia dei valori di T_C^* che appartengono all'intervallo considerato (colore rosso). Nel caso in esame $\delta T_C^* = 0.05$.

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 (v. Figura 7):

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

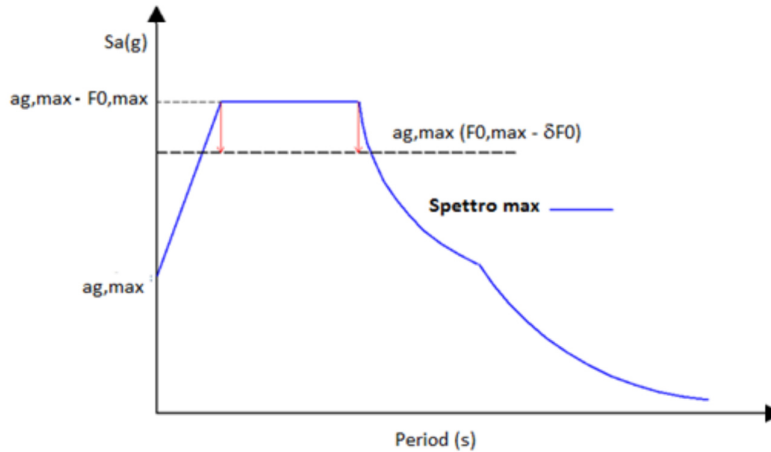


Figura 7 Rappresentazione grafica del controllo sulla forma spettrale effettuato dal parametro F_0 , ottenuto limitando i valori nel tratto dello spettro ad accelerazione costante.

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 ($832-n$), 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 Emilia-Romagna sono stati individuati 8 gruppi per il periodo di ritorno di 101 anni e 7 gruppi per i periodi di ritorno di 475 anni e 975 anni. In Figura 8, Figura 9 e Figura 10 è mostrata, per ciascun periodo di ritorno, la posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza.

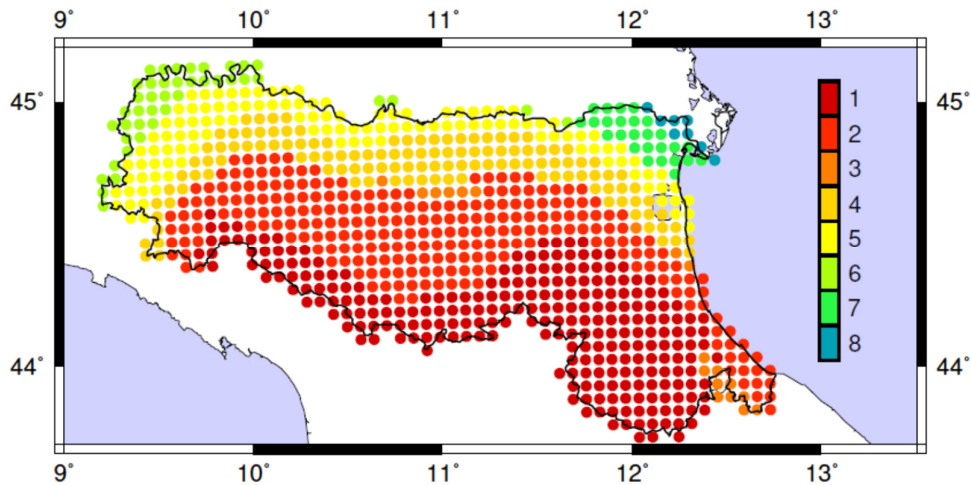


Figura 8 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=101$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

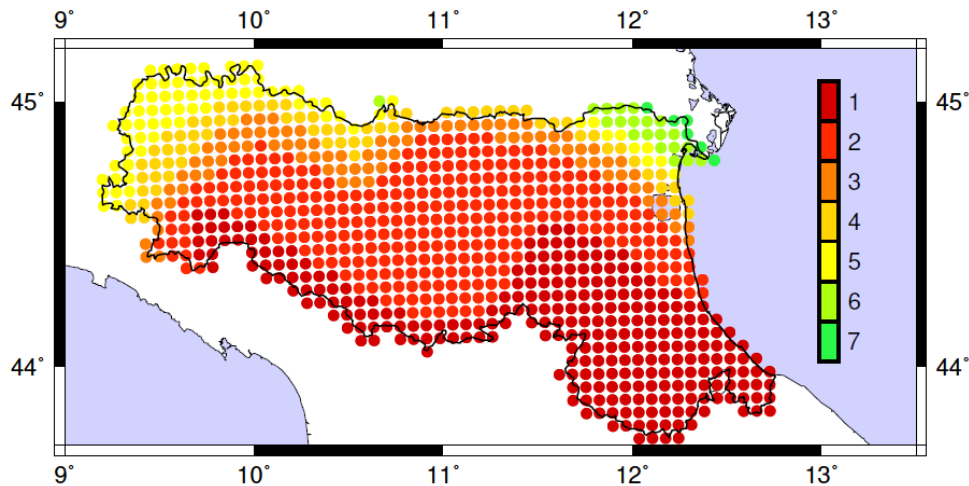


Figura 9 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=475$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

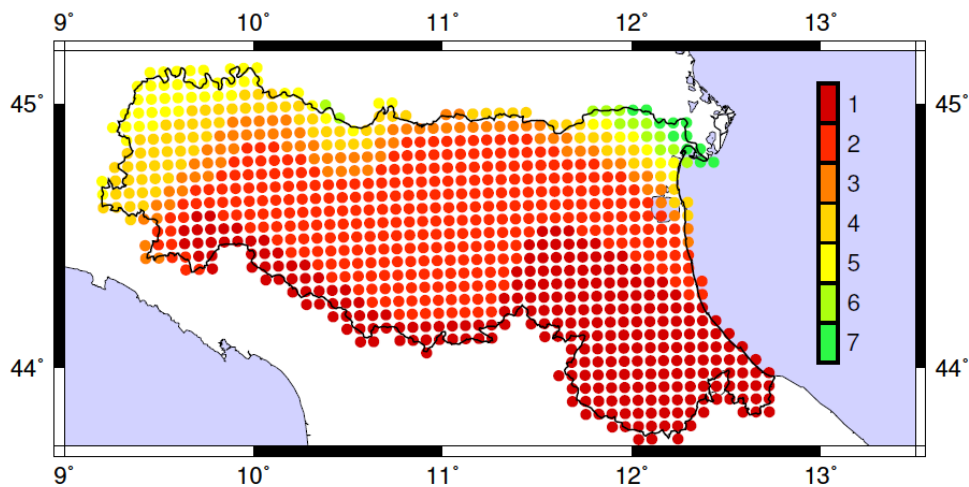


Figura 10 Posizione dei nodi in funzione del gruppo di appartenenza per $T_R=975$ anni. Ciascun gruppo è rappresentato da un diverso colore.

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

Per ciascuno dei gruppi individuati è stato quindi selezionato uno *spettro di riferimento* (‘spettro genitore’) 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, 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 11, Figura 12 e Figura 13.

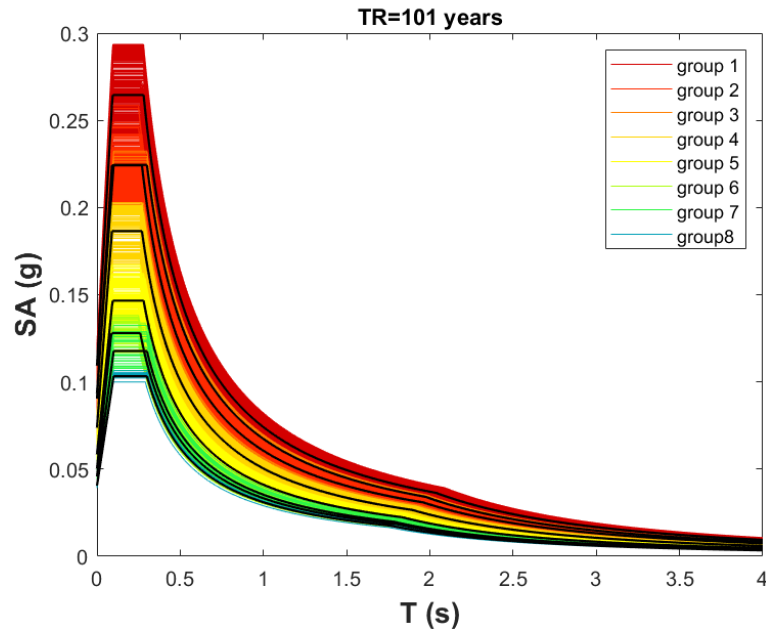


Figura 11 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=101$ anni.

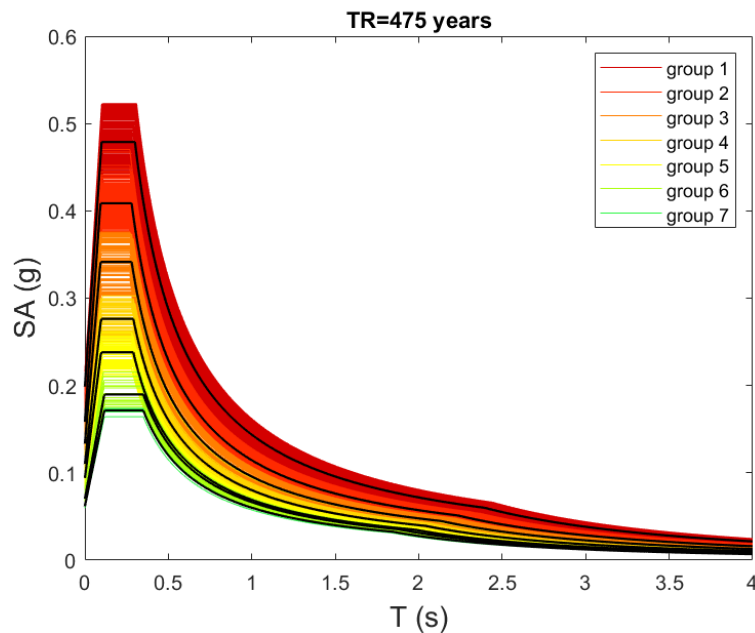


Figura 12 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=475$ anni.

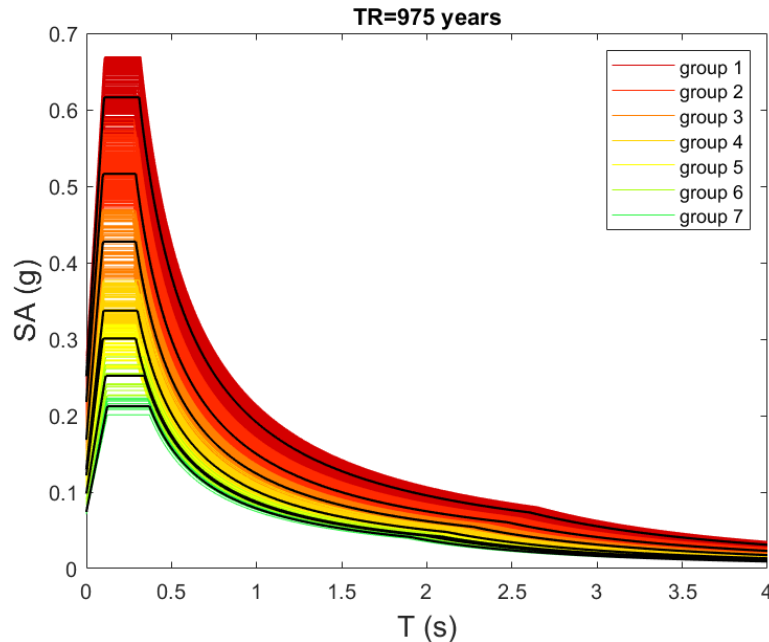


Figura 13 Spettri di risposta appartenenti ai diversi gruppi (linee colorate) e spettri di risposta di riferimento (linee nere) calcolati per $T_R=975$ anni.

SELEZIONE DEGLI ACCELEROGRAMMI PER GLI SPETTRI GENITORI

La selezione degli accelerogrammi naturali 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. Come banca dati è stato utilizzato l'archivio accelerometrico aggiornato in questo progetto (vedi il secondo rapporto consegnato, intitolato “*Creazione dei database e della piattaforma WebGIS*”).

ASCONA richiede che siano stabiliti i criteri di selezione, ovvero il numero di accelerogrammi da includere nel gruppo (7 secondo le NTC08), 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).

Il programma è basato su un approccio stocastico 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 14 illustra in modo schematico l'algoritmo implementato da ASCONA.

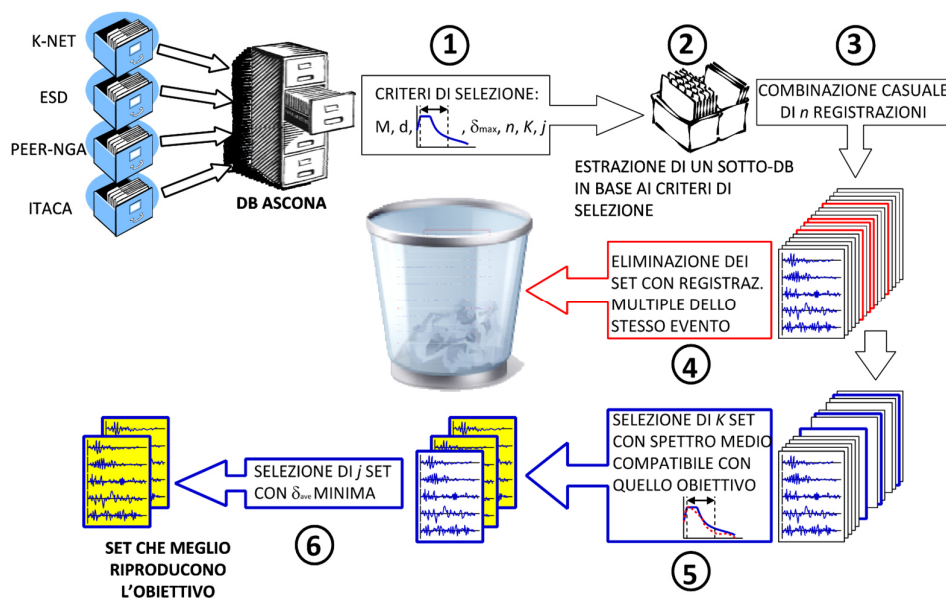


Figura 14 Diagramma di flusso dell'algoritmo implementato in ASCONA (Corigliano et al., 2012).

In accordo alle NTC08 ed NTC18, 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. Questa seconda opzione è stata adottata in tre selezioni, nelle quali lo spettro di riferimento era caratterizzato da un elevato valore di T_c^* , che non consentiva di ottenere una selezione soddisfacente scalando gli accelerogrammi al valore di a_g .

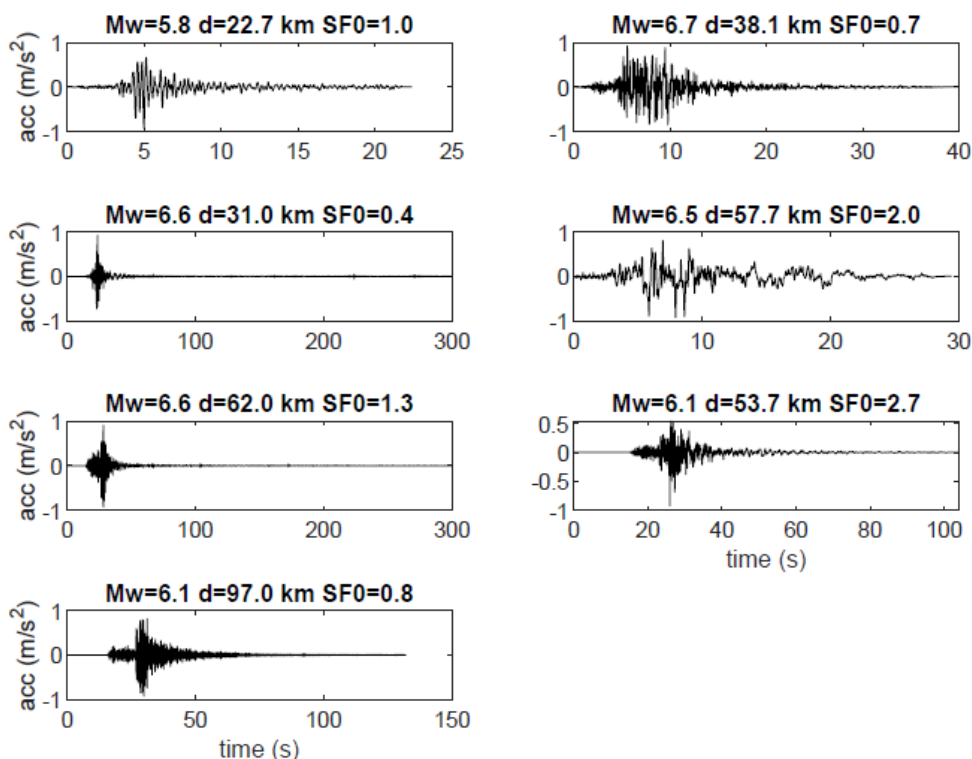
Per quanto riguarda la definizione degli intervalli di magnitudo e distanza epicentrale da utilizzare è stato inizialmente fatto riferimento ai risultati di *disaggregazione* riportati sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. La disaggregazione è un'operazione che consente di separare i diversi contributi 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 dell'oscillatore 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 gli 8 spettri genitori identificati per il periodo di ritorno di 101 anni (Figura 11), i 7 spettri genitori relativi al periodo di ritorno di 475 anni (Figura 12) e i 7 spettri genitori associati al periodo di ritorno di 975 anni (Figura 13), per un totale di 22 selezioni di accelerogrammi naturali. Un esempio di selezione è illustrato in Figura 15, che riporta:

- il 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.
- 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.
- 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.



(a)

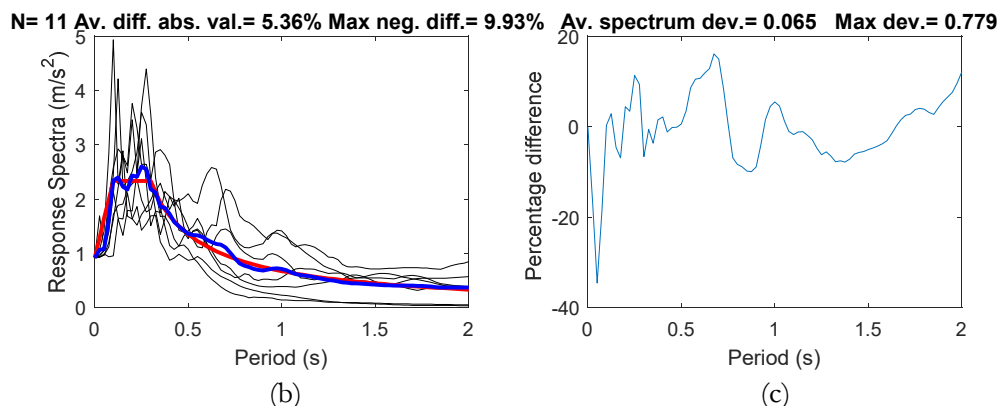


Figura 15 Risultato della selezione relativa al gruppo 5 - $T_R=475$ anni.

DEFINIZIONE DEGLI ACCELEROGRAMMI PER L'INTERA REGIONE

Gli accelerogrammi spettro-compatibili per gli spettri di risposta diversi dagli spettri genitori (chiamiamoli S_{NTC}) sono stati ottenuti a partire dagli accelerogrammi selezionati per questi ultimi, scalandoli opportunamente. In particolare, sono stati applicati due fattori di scala: SF1 e SF2.

SF1 è il fattore di scala necessario per passare dallo spettro genitore allo spettro S_{NTC} (appartenente allo stesso gruppo); è stato calcolato come il rapporto tra S_{NTC} e lo spettro genitore relativamente all'ordinata spettrale ($T_{scaling}$) rispetto alla quale sono stati scalati gli accelerogrammi in ASCONA (il cui valore coincide con lo spettro medio derivante dalla selezione, S_{medio_gruppo}): $SF1 = S_{NTC}(T_{scaling}) / S_{medio_gruppo}(T_{scaling})$.

SF2 è un fattore di scala aggiuntivo che è servito per imporre la spettro-compatibilità del set di accelerogrammi scalati rispetto a S_{NTC} , laddove la spettro-compatibilità non è stata automaticamente preservata con l'applicazione del solo fattore di scala SF1 a S_{medio_gruppo} . 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:

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

dove $S_{medio_gruppo_scalato}$ è lo spettro S_{medio_gruppo} scalato per SF1 e T_{scarto_max} rappresenta il periodo spettrale in cui lo scarto in difetto tra $S_{medio_gruppo_scalato}$ e S_{NTC} è massimo (nell'intervallo di periodi 0.15s ÷ 2s). Nei casi in cui la spettro-compatibilità è stata automaticamente soddisfatta con l'applicazione del solo fattore SF1, è stato assunto SF2=1.

Il campo di variabilità dei fattori di scala SF1 ed SF2 per ciascun gruppo e periodo di ritorno è illustrato in Figura 16. I valori minimo e massimo dei due fattori di scala sono riportati anche in Tabella 1, in funzione del periodo di ritorno. Si nota come i valori utilizzati per il fattore di scala SF2 sono vicini all'unità, per cui le ordinate degli spettri di risposta non sono modificate in modo significativo dall'introduzione di questo fattore di scala.

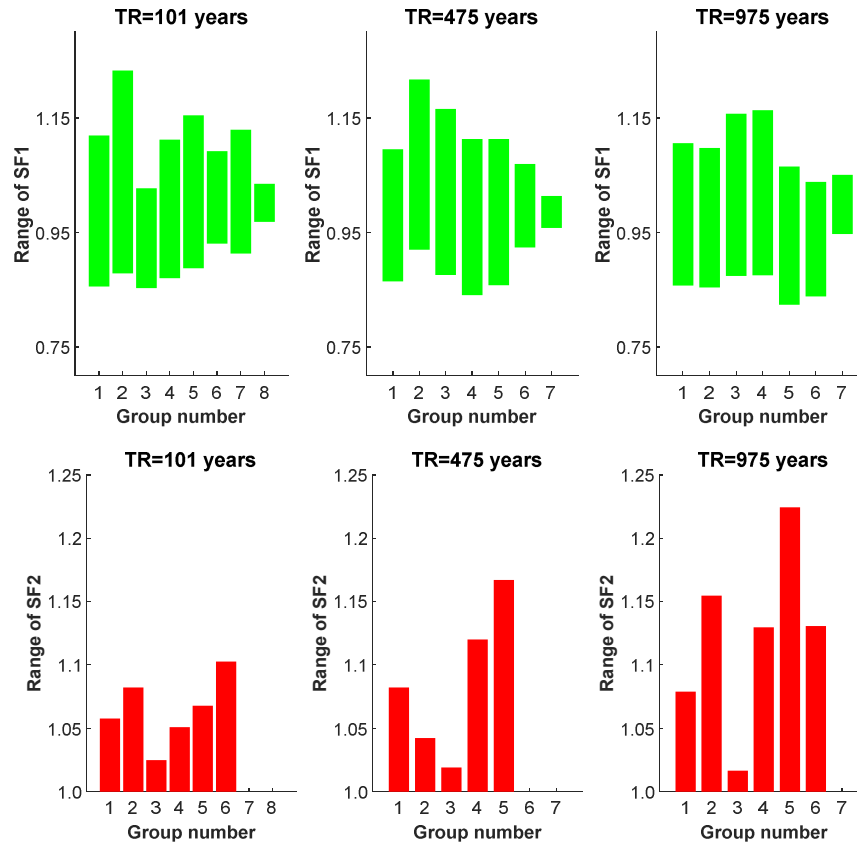


Figura 16 Variabilità (per ciascun gruppo e periodo di ritorno) dei fattori di scala SF1 (verde) ed SF2 (rosso), adottati per imporre la spettro-compatibilità degli accelerogrammi selezionati con uno spettro arbitrario del gruppo.

Tabella 1 Valore minimo e massimo, per ciascun periodo di ritorno, dei fattori di scala SF1 e SF2.

T_R	SF1		SF2	
	Min	Max	Min	Max
101 anni	0.85	1.23	1.	1.10
475 anni	0.84	1.22	1.	1.17
975 anni	0.82	1.16	1.	1.22

Gli accelerogrammi selezionati per gli spettri genitori sono stati quindi moltiplicati per un fattore di scala calcolato come $SF1 \cdot SF2$ in modo da ottenere gli accelerogrammi inseriti nella piattaforma WebGIS.

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 scalati e gli accelerogrammi originari sono relativamente contenuti e comunque non eccedenti l'intervallo 0.32-3.69. In Figura 17 sono mostrati gli intervalli di variabilità di SF in funzione del gruppo e periodo di ritorno, mentre in Tabella 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 regolare e inevitabile con il periodo di ritorno, con una variazione compresa tra 1.24 e 1.93. La Tabella 2 riporta anche il numero di casi in cui SF è compreso tra 2/3 e 1.5, mostrando che per i periodi di ritorno più bassi

(101 e 475 anni) questo numero è circa il 50%, mentre è circa il 20% per il periodo di ritorno più lungo (975 anni).

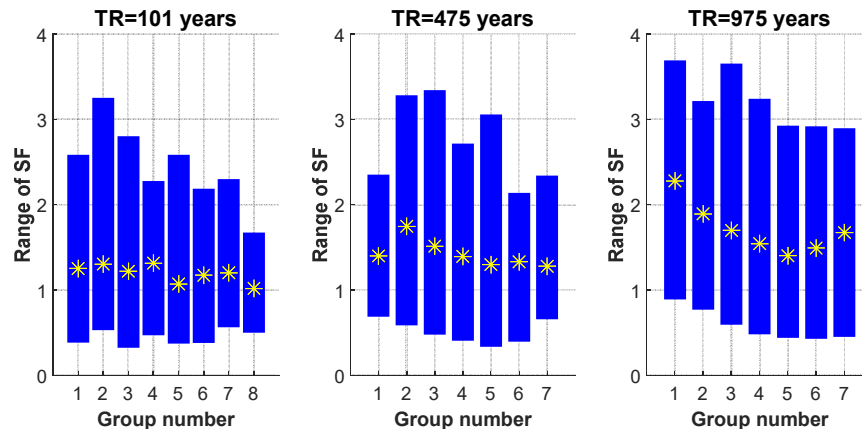


Figura 17 Valore medio (asterisco) e variabilità del fattore di scala finale (SF) in funzione del gruppo e periodo di ritorno.

Tabella 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	
101	0.32	3.25	1.24	51.0
475	0.34	3.34	1.53	45.7
975	0.43	3.69	1.93	21.7

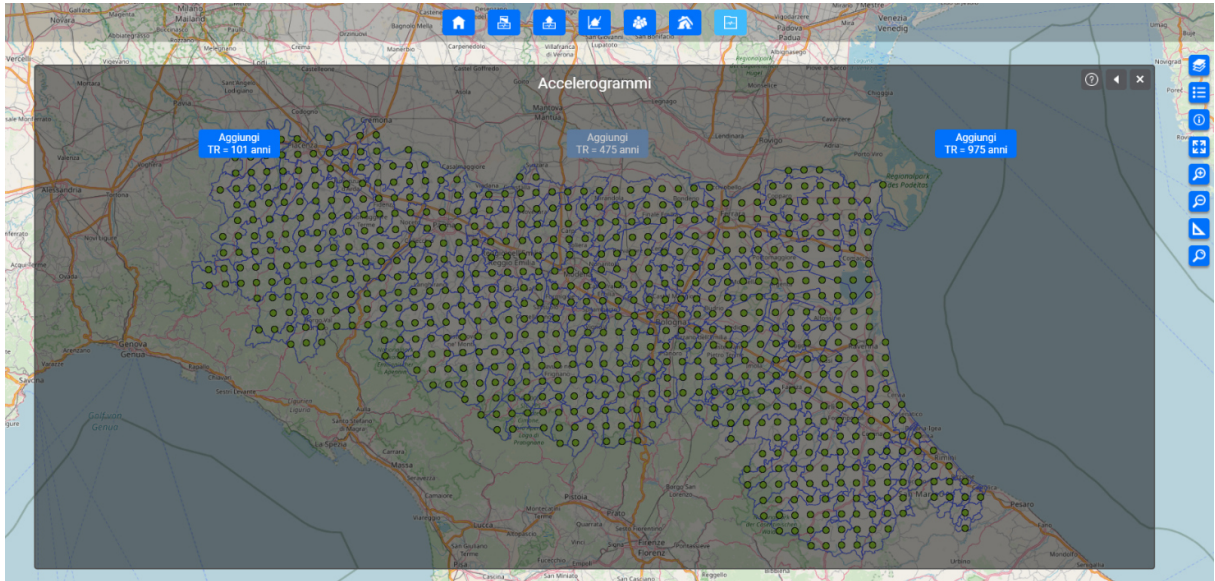
2. ISTRUZIONI PER SCARICARE GLI ACCELEROGRAMMI

Dalla piattaforma WebGIS all'indirizzo <http://egeos-test.eucentre.it/rer/home.html> è possibile scaricare l'input sismico su sito rigido selezionato per ciascun nodo del reticolo di riferimento considerato dalle NTC08 (D.M. 14.01.2008) ed NTC18 (D.M. 17.01.2018) interno al territorio della Regione Emilia-Romagna.

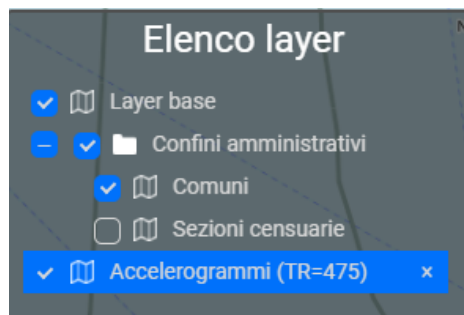
L'input sismico è disponibile per i periodi di ritorno di 101, 475 e 975 anni.


L'input sismico è espresso in termini di un gruppo di 7 accelerogrammi reali, registrati su roccia, spettro-compatibili in media agli spettri di normativa definiti nelle NTC08.

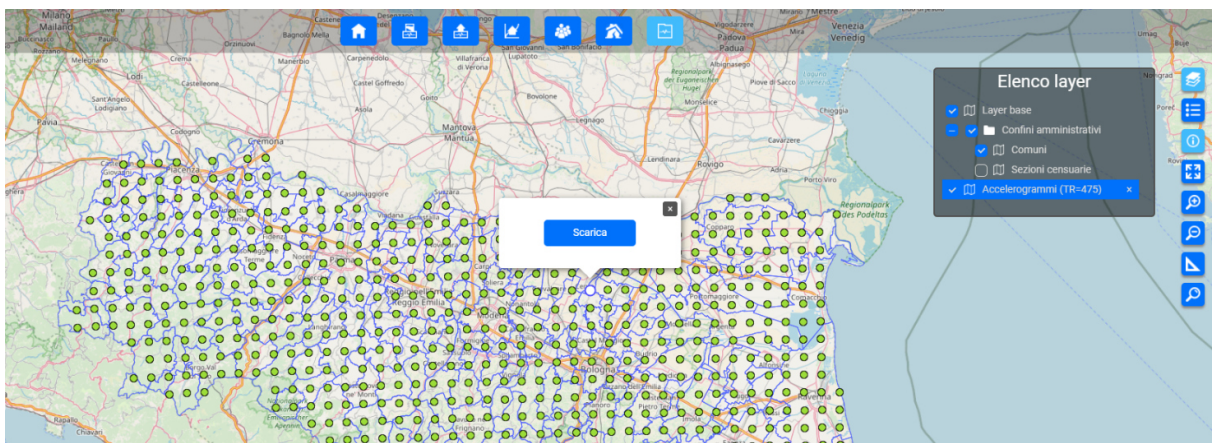
Per scaricare gli accelerogrammi si deve cliccare su  e selezionare il periodo di ritorno di interesse all'interno della pagina Accelerogrammi:



A questo punto si deve cliccare su **Elenco Layer**  e selezionare Accelerogrammi (TR=#periodo di interesse), apponendo un flag e selezionando la riga corrispondente come mostrato di seguito:



Si deve poi cliccare su  e selezionare sulla mappa il nodo del reticolo di riferimento di interesse. Infine, si deve cliccare sul pulsante **Scarica**:



Verrà scaricato uno ZIP file denominato **TR[periodo di ritorno]_ID[ID nodo reticolo di riferimento].zip** (Esempio: TR475_ID13818.zip), che contiene 8 file di testo:

- 7 files di testo denominati **TR**[periodo di ritorno]_ID[ID nodo reticolo di riferimento]_[indice accelerogramma].txt contenenti ciascuno un accelerogramma e le corrispondenti storie temporali in velocità e spostamento. [indice accelerogramma] e 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):

```

TR101_ID13818_1.txt - Blocco note di Windows
File Modifica Formato Visualizza ?
% Scaled time histories
% Scaling Factor 0.4
% Time Acceleration Velocity Displacement
% (s) (m/s2) (m/s) (m)
0.0000 -0.000008 0.000000 0.000000
0.0050 0.000003 -0.000000 -0.000000
0.0100 -0.000006 -0.000000 -0.000000
0.0150 0.000001 -0.000000 -0.000000
0.0200 -0.000033 -0.000000 -0.000000
0.0250 -0.000096 -0.000000 -0.000000
0.0300 -0.000201 -0.000001 -0.000000
0.0350 -0.000331 -0.000003 -0.000000
0.0400 -0.000461 -0.000004 -0.000000
0.0450 -0.000443 -0.000007 -0.000000
0.0500 -0.000380 -0.000009 -0.000000
0.0550 -0.000288 -0.000010 -0.000000
0.0600 -0.000234 -0.000012 -0.000000
0.0650 -0.000286 -0.000013 -0.000000
0.0700 -0.000092 -0.000014 -0.000000
0.0750 -0.000072 -0.000014 -0.000000
0.0800 -0.000108 -0.000015 -0.000000
0.0850 0.000111 -0.000015 -0.000001

```

- 1 file di testo denominato **TR**[periodo di ritorno]_ID[ID nodo reticolo di riferimento]_info.txt contenente le informazioni sui 7 accelerogrammi selezionati. Questo file è formato da 1 riga di intestazione e da 7 righe, ciascuna riferita ad uno degli accelerogrammi selezionati. Ciascuna riga contiene i seguenti campi: magnitudo (Mw) 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:

```

TR101_ID13818_info.txt - Blocco note di Windows
File Modifica Formato Visualizza ?
% Magnitude(Mw) Epic.Distance(km) Scaling_Factor Source File_Name
6.93 83.53 0.45 % NGA RSN804_LOMAP_SSF205.AT2
5.90 50.00 1.34 % ESM FC.ALG..HNN.D.19891029.190913.C.ACC.ASC
6.20 81.40 1.81 % NGA RSN2929_CHICHI.04_TTN042W.AT2
6.60 88.00 1.54 % KiKnet OKYH020010061330.NS2
6.60 62.00 0.63 % KiKnet SAGH050503201053.NS2
6.10 97.00 0.38 % KiKnet MYGH041103280724.EW2
6.50 44.30 1.30 % ESM IT.GNU..HGN.D.20161030.064018.C.ACC.ASC

```

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

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.

D.M. 14.01.2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”, G.U. 04.02.2008 n.29

D.M. 17.01.2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”, G.U. 20.02.2018 n.42

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.

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>

Rota M., Zuccolo E., Taverna L., Corigliano M., Lai C.G., Penna A. (2012). *Mesozonation of the Italian territory for the definition of real spectrum-compatible accelerograms*. *Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol. 10, No. 5, pp. 1357-1375.

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*, Vol 66, pp. 305-313, <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2014.07.012>.