

CONVENZIONE TRA  
REGIONE UMBRIA

E

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

***SUPPORTO SCIENTIFICO PER LA SELEZIONE DI  
ACCELEROGRAMMI SPETTRO - COMPATIBILI***

MARZO 2019

**Responsabili scientifici**

Lucia Luzi (INGV) e Andrea Motti (Regione Umbria)

**Gruppo di lavoro INGV**

L. Luzi, R. Puglia, C. Felicetta, M. D'Amico, G. Lanzano, E. Russo

# **RAPPORTO TECNICO SULLA SELEZIONE DI UN INSIEME DI 7 ACCELEROGRAMMI COMPATIBILI CON LO SPETTRO DI NORMATIVA (NTC2018) PER 92 COMUNI DELLA REGIONE UMBRIA**

## INDICE

<b>Introduzione</b> .....	3
<b>Protocollo di selezione</b> .....	4
<b>Risultati</b> .....	5
<b>Note per gli utenti</b> .....	7
<b>Bibliografia</b> .....	7

## Introduzione

Gli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (CS.LL. Gruppo di lavoro MS, 2008) prescrivono che le simulazioni numeriche mono e bidimensionali nell'ambito del III livello siano effettuate assumendo come moto di input un insieme di 7 accelerogrammi reali.

La selezione dei 7 accelerogrammi ha come obiettivo la riproduzione della pericolosità sismica al sito di indagine, che, nel caso del territorio Italiano, è codificata dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (Ministero Delle Infrastrutture e Dei Trasporti, 2018, di seguito denominate NTC2018), che, a loro volta, sono basate sulla mappa di pericolosità sismica a scala nazionale (OPCM 3519 del 28/04/2006; Montaldo et al 2007).

Per la selezione degli accelerogrammi da utilizzare come input è stato utilizzato il codice REXELite (Iervolino et al, 2011), sviluppato nell'ambito del progetto S4 della convenzione 2007-2009 tra INGV e DPC, come collaborazione tra INGV, Politecnico di Milano e consorzio RELUIS. REXELite è stato progettato per essere compatibile sia con la banca dati accelerometrica Europea, che con quella Italiana (disponibili agli indirizzi <http://esm.mi.ingv.it> e <http://itaca.mi.ingv.it>).

Lo spettro elastico di accelerazione di riferimento in REXELite viene costruito a partire dalle indicazioni di NTC2018, specificando le coordinate geografiche del sito, la categoria di sottosuolo (A, B, C, D o E), la categoria topografica (T1, T2, T3, T4), la "Vita Nominale" dell'opera strutturale, la "Classe d'Uso" e lo "Stato Limite" di interesse.

Gli accelerogrammi naturali candidati per la spettro-compatibilità vengono selezionati da una banca dati, specificando: i) un intervallo di magnitudo e distanza sorgente-sito; ii) il tipo di meccanismo focale dell'evento; iii) la categoria di sottosuolo della postazione di registrazione.

La disaggregazione della mappa di pericolosità sismica (disponibile al sito <http://esse1.mi.ingv.it>) può servire come il riferimento per l'individuazione dello scenario che maggiormente contribuisce alla pericolosità del sito in esame, in termini di magnitudo e distanza.

L'insieme di 7 accelerogrammi viene selezionato in modo che la loro media, in un intervallo di periodo di interesse, sia compresa tra una tolleranza minima e massima rispetto allo spettro di riferimento. NTC2018 definisce una tolleranza minima del 10%, mentre non è definita una tolleranza massima, che, nel caso del codice utilizzato, ha un valore di default del 30%.

Per la selezione degli accelerogrammi da utilizzare per le attività di microzonazione sismica di III livello, la Regione Umbria e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia hanno stabilito un

accordo di collaborazione per il completamento della selezione di 7 accelerogrammi compatibili con lo spettro di NTC2018 per i 57 comuni che non sono stati esaminati nell'ambito della microzonazione sismica del centro Italia.

## Protocollo di selezione

Di seguito vengono specificati i criteri per la costruzione dello spettro elastico di riferimento, la selezione degli accelerogrammi e i criteri per la ricerca della spettro-compatibilità utilizzando il software REXELite.

Lo spettro elastico (SA) di accelerazione di riferimento viene costruito specificando:

- SA1. Centroide del comune in termini di latitudine e longitudine in gradi decimali
- AC1. Categoria di sito A secondo NTC2018 (o A\*, dove per A\* si intendono i siti di categoria A classificati sulla base della descrizione della geologia di superficie).
- SA2. Classe topografica T1 secondo NTC2018
- SA3. Vita nominale di 50 anni
- SA4. Classe d'uso II ( $c_u = 1.0$ )
- SA5. Stato limite, espresso come probabilità (10%)

In Tabella 1 è riportata la lista dei comuni, le coordinate geografiche utilizzate per la selezione e i seguenti parametri: 1)  $a(g)$  accelerazione attesa su suolo A con 10% probabilità di eccedenza in 50 anni; 2)  $T_b$  (periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante); 3)  $T_c$  (periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro); 4)  $T_d$  (periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro); 5)  $A_{flat}$  (ampiezza, in g, del tratto ad accelerazione costante dello spettro).

La ricerca degli accelerogrammi (AC) in banca dati avviene specificando:

- AC2. Una componente del moto orizzontale
- AC3. Classificazione del sito come A o A\*
- AC4. Minimo e massimo per la magnitudo di evento
- AC5. Valore di  $M_w$  (magnitudo momento) o  $M_l$  (magnitudo locale)

- AC6. Massimo e un minimo per la distanza epicentrale (km)
- AC7. Esclusione delle registrazioni cosiddette *late triggered*
- AC8. Esclusione di dati analogici
- AC9. Meccanismo focale di tipo normale

Criteri per la compatibilità (CO) con lo spettro di normativa:

- CO1. Intervallo di periodo: 0.1 - 1.1s
- CO2. Tolleranza superiore: 30
- CO3. Tolleranza inferiore: 10
- CO4. Scalatura dei records: No

L'intervallo di periodo di riferimento è stato selezionato secondo quanto stabilito dall'Ordinanza n. 24 del Commissario per la ricostruzione del 12 maggio 2017.

Nel caso di mancanza di compatibilità con i criteri sopra elencati, durante la procedura di selezione delle registrazioni, vengono modificati alcuni parametri di ricerca degli accelerogrammi:

- a) Meccanismo focale (qualsiasi tipo).
- b) Intervalli di magnitudo e distanza (estensione dell'intervallo).
- c) Inclusione di registrazioni analogiche.
- d) Estensione della classificazione di sito alle classi B di NTC2018 o B\* (ove per B\* si intendono i siti di categoria B classificati sulla base della descrizione della geologia di superficie).
- e) Utilizzo di dati internazionali, non disponibili in ITACA o ESM.

## **Risultati**

In questo report sono disponibili i risultati per la totalità dei comuni dell'Umbria: 35 studiati nell'ambito della microzonazione sismica di III livello del centro Italia e 57 relativi al presente accordo di collaborazione. In particolare, nella quasi totalità dei casi, le registrazioni sono state selezionate specificando qualsiasi meccanismo focale ed estendendo l'intervallo di magnitudo e distanza rispetto ai valori della disaggregazione. Per evitare l'introduzione di registrazioni

analogiche ed effettuare la scalatura delle registrazioni, sono stati introdotti nella procedura di selezione i dati provenienti da database internazionali, non disponibili in ITACA o ESM.

Per ogni comune vengono forniti:

- 1) 7 accelerogrammi in formato ASCII (64 righe di intestazione e valori di accelerazione, in **cm/s<sup>2</sup>** e passo di campionamento **0.005s**).
- 2) 7 spettri di risposta in accelerazione corrispondenti ai 7 accelerogrammi del punto 1) in formato ASCII (64 righe di intestazione; periodo, accelerazione spettrale, in **cm/s<sup>2</sup>**).
- 3) File readme.txt, in formato ASCII, in cui è sintetizzata la procedura di selezione.
- 4) Spettro input.txt, in formato ASCII (periodo, accelerazione spettrale in **cm/s<sup>2</sup>**), che rappresenta lo spettro di riferimento NTC2018 per il sito in esame.
- 5) Summary.png che rappresenta il risultato della selezione in formato grafico.
- 6) Report.pdf che sintetizza i risultati dell'analisi, in cui vengono riportati gli spettri di risposta in accelerazione e le forme d'onda selezionate.

Al rapporto tecnico sono allegate:

**Appendice A:** report di sintesi per i 92 comuni.

**Appendice B:** rappresentazione grafica degli accelerogrammi selezionati.

## Note per gli utenti

**Gli accelerogrammi non devono essere manipolati per il loro utilizzo come input per le simulazioni numeriche mono e bidimensionali.** In particolare:

1. la **scalatura** (moltiplicazione del segnale per una costante) di uno o più segnali **causa la perdita di spettro-compatibilità**;
2. l'**alterazione dell'intervallo di campionamento** (senza effettuare procedure di ricampionamento) causa un **cambiamento del contenuto in frequenza** del segnale;
3. la **rimozione di parte del segnale** causa la **mancanza di compatibilità tra accelerazione velocità e spostamento** per successiva integrazione del segnale di accelerazione, può introdurre frequenze artificiali e derive in bassa frequenza;
4. l'**applicazione di filtri passa banda altera il contenuto in frequenza** del segnale e può causare una perdita della spettro-compatibilità.

## Bibliografia

CS.LL. Gruppo di lavoro MS, 2008, Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.

Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.

Ministero Delle Infrastrutture e Dei Trasporti (2018), Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale.

Iervolino I., Galasso C., Paolucci R., Pacor F. (2011), Engineering ground motion record selection in the Italian ACcelerometric Archive. Bulletin of Earthquake Engineering, 9(6):1761-1778. DOI: 10.1007/s10518-011-9300-4

Montaldo V, Meletti C, Martinelli F, Stucchi M, Locati M (2007), On-line seismic hazard data for the new Italian building code. J Earthq Eng 11(S1):119–132

Tabella 1. Parametri dello spettro di risposta in accelerazione dell'NTC2018 (suolo A, classe topografica T1, stato limite SLV, classe d'uso II, vita nominale 50 anni)

Comune	Latitudine	Longitudine	$a_g$	$T_b$	$T_c$	$T_d$	$A_{flat}$
Acquasparta	42.69022	12.54652	0.1636	0.1063	0.3188	2.2543	0.4022
Allerona	42.81136	11.97451	0.1445	0.0956	0.2868	2.1778	0.3596
Alviano	42.59038	12.29772	0.1478	0.0967	0.2900	2.1912	0.3626
Amelia	42.55829	12.41354	0.1521	0.1005	0.3015	2.2082	0.3723
Arrone	42.58315	12.76963	0.1931	0.1100	0.3300	2.3726	0.4620
Assisi	43.07176	12.61355	0.2295	0.1033	0.3100	2.5179	0.5507
Attigliano	42.51446	12.28954	0.1418	0.0980	0.2940	2.1672	0.3478
Avigliano Umbro	42.65501	12.42801	0.1549	0.1014	0.3042	2.2196	0.3808
Baschi	42.66965	12.21670	0.1467	0.0967	0.2900	2.1869	0.3602
Bastia Umbra	43.06757	12.54828	0.2207	0.1033	0.3100	2.4829	0.5312
Bettona	43.01279	12.48492	0.1969	0.1033	0.3100	2.3876	0.4766
Bevagna	42.93663	12.60963	0.2134	0.1033	0.3100	2.4535	0.5158
Calvi dell' Umbria	42.40214	12.56726	0.1541	0.1033	0.3100	2.2165	0.3747
Campello sul Clitunno	42.82893	12.76964	0.2315	0.1067	0.3200	2.5259	0.5530
Cannara	42.99562	12.58131	0.2166	0.1033	0.3100	2.4663	0.5218
Cascia	42.71825	13.01314	0.2551	0.1108	0.3324	2.6203	0.6057
Castel Giorgio	42.70774	11.97934	0.1434	0.0956	0.2869	2.1737	0.3582
Castel Ritaldi	42.82114	12.67236	0.2138	0.1042	0.3127	2.4554	0.5165
Castel Viscardo	42.75396	12.00072	0.1443	0.0967	0.2900	2.1772	0.3599
Castiglione del lago	43.12760	12.04708	0.1529	0.0967	0.2900	2.2117	0.3776
Cerreto di Spoleto	42.81933	12.91639	0.2486	0.1100	0.3300	2.5943	0.5892
Citerna	43.49891	12.11255	0.2142	0.0967	0.2900	2.4569	0.5146
Città della Pieve	42.95283	12.00488	0.1471	0.0967	0.2900	2.1884	0.3620
Città di Castello	43.46330	12.24546	0.2279	0.0996	0.2988	2.5117	0.5415
Collazzone	42.90026	12.43584	0.1682	0.1033	0.3100	2.2726	0.4124
Corciano	43.12899	12.28759	0.1719	0.1033	0.3100	2.2875	0.4189
Costacciaro	43.35884	12.71032	0.2042	0.1053	0.3160	2.4170	0.5018
Deruta	42.98206	12.41701	0.1733	0.1033	0.3100	2.2931	0.4239
Fabro	42.87489	12.04495	0.1460	0.0967	0.2900	2.1842	0.3594
Ferentillo	42.62053	12.78987	0.2108	0.1100	0.3300	2.4431	0.4976
Ficulle	42.83601	12.06632	0.1455	0.0967	0.2900	2.1819	0.3578
Foligno	42.95872	12.70494	0.2311	0.1033	0.3100	2.5243	0.5569
Fossato di Vico	43.29368	12.76036	0.2092	0.1054	0.3163	2.4369	0.5109
Fratta Todina	42.85668	12.36421	0.1576	0.1017	0.3050	2.2303	0.3884





Giano dell'Umbria	42.83437	12.57717	0.1889	0.1060	0.3181	2.3558	0.4604
Giove	42.50944	12.32500	0.1427	0.0981	0.2943	2.1709	0.3501
Gualdo Cattano	42.90920	12.55623	0.1960	0.1033	0.3100	2.3838	0.4760
Gualdo Tadino	43.22867	12.78268	0.2225	0.1039	0.3117	2.4899	0.5355
Guarda	42.62416	12.29654	0.1481	0.0967	0.2900	2.1925	0.3638
Gubbio	43.35265	12.57666	0.2275	0.1033	0.3100	2.5101	0.5427
Lisciano Niccone	43.24621	12.14334	0.1698	0.1000	0.3000	2.2790	0.4124
Lugnano in Teverina	42.57430	12.33118	0.1484	0.0967	0.2900	2.1937	0.3648
Magione	43.14150	12.20484	0.1648	0.1011	0.3033	2.2594	0.4027
Marsciano	42.90989	12.33786	0.1589	0.1024	0.3071	2.2357	0.3914
Massa Martana	42.77500	12.52252	0.1687	0.1062	0.3185	2.2747	0.4138
Monte Castello Vibio	42.84066	12.35224	0.1568	0.1012	0.3037	2.2272	0.3867
Montecastrilli	42.64965	12.48672	0.1581	0.1039	0.3116	2.2323	0.3883
Montecchio	42.66327	12.28639	0.1493	0.0967	0.2900	2.1973	0.3679
Montefalco	42.89338	12.65165	0.2169	0.1033	0.3100	2.4678	0.5236
Montefranco	42.59705	12.76661	0.2018	0.1100	0.3300	2.4073	0.4796
Montegabbione	42.92096	12.09235	0.1486	0.0967	0.2900	2.1942	0.3667
Monteleone di Orvieto	42.92112	12.05257	0.1477	0.0967	0.2900	2.1908	0.3645
Monteleone di Spoleto	42.65112	12.95159	0.2515	0.1104	0.3313	2.6059	0.5941
Monte Santa Maria Tiberina	43.43760	12.16270	0.2128	0.0972	0.2915	2.4514	0.5125
Montone	43.36294	12.32647	0.2274	0.1000	0.3000	2.5096	0.5418
Narni	42.51837	12.51703	0.1549	0.1020	0.3061	2.2194	0.3788
Nocera Umbra	43.11161	12.78999	0.2345	0.1033	0.3100	2.5380	0.5652
Norcia	42.79236	13.09285	0.2554	0.1127	0.3382	2.6217	0.6077
Orvieto	42.71882	12.11363	0.1450	0.0967	0.2900	2.1801	0.3569
Otricoli	42.42297	12.47793	0.1495	0.1003	0.3009	2.1980	0.3647
Paciano	43.02222	12.07085	0.1509	0.0967	0.2900	2.2036	0.3727
Panicale	43.02893	12.09825	0.1520	0.0967	0.2900	2.2082	0.3756
Parrano	42.86357	12.10586	0.1475	0.0967	0.2900	2.1901	0.3636
Passignano sul Trasimeno	43.19076	12.13140	0.1599	0.0995	0.2986	2.2396	0.3921
Penna in Teverina	42.49185	12.35795	0.1448	0.0992	0.2977	2.1793	0.3548
Perugia	43.11152	12.38856	0.1935	0.1029	0.3087	2.3741	0.4684
Piegaro	42.96988	12.08627	0.1498	0.0967	0.2900	2.1993	0.3701
Pietralunga	43.44274	12.43722	0.2281	0.1022	0.3065	2.5124	0.5424
Poggiodomo	42.71168	12.93472	0.2514	0.1100	0.3300	2.6057	0.5962
Polino	42.58481	12.84380	0.2283	0.1100	0.3300	2.5133	0.5344
Porano	42.68547	12.09853	0.1444	0.0967	0.2900	2.1776	0.3585
Preci	42.87868	13.03872	0.2495	0.1100	0.3300	2.5980	0.5958
San Gemini	42.61379	12.54593	0.1607	0.1042	0.3127	2.2427	0.3948
San Giustino	43.54765	12.17714	0.2265	0.0976	0.2929	2.5058	0.5392



Sant'Anatolia di Narco	42.73312	12.83601	0.2412	0.1075	0.3225	2.5647	0.5646
San Venanzo	42.86872	12.26776	0.1535	0.0974	0.2922	2.2140	0.3792
Scheggia e Pascelupo	43.40360	12.66746	0.1961	0.1053	0.3158	2.3844	0.4870
Scheggino	42.71259	12.83119	0.2420	0.1080	0.3239	2.5679	0.5664
Sellano	42.88883	12.92707	0.2450	0.1088	0.3265	2.5799	0.5827
Sigillo	43.33108	12.74067	0.2048	0.1063	0.3190	2.4192	0.5037
Spello	42.99280	12.67100	0.2302	0.1033	0.3100	2.5208	0.5544
Spoletto	42.73448	12.73830	0.2146	0.1067	0.3200	2.4584	0.5131
Stroncone	42.49869	12.66300	0.1633	0.1061	0.3183	2.2532	0.4001
Terni	42.56414	12.64804	0.1664	0.1067	0.3200	2.2655	0.4075
Todi	42.78178	12.40639	0.1569	0.1030	0.3091	2.2278	0.3861
Torgiano	43.02560	12.43425	0.1833	0.1033	0.3100	2.3333	0.4460
Trevi	42.87806	12.74843	0.2322	0.1041	0.3123	2.5287	0.5572
Tuoro sul Trasimeno	43.20807	12.07316	0.1577	0.0980	0.2940	2.2307	0.3877
Umbertide	43.30641	12.32740	0.2212	0.1000	0.3000	2.4848	0.5309
Valfabbrica	43.15921	12.60262	0.2328	0.1033	0.3100	2.5313	0.5588
Vallo di Nera	42.76932	12.86221	0.2455	0.1090	0.3269	2.5819	0.5773
Valtopina	43.05879	12.75448	0.2355	0.1033	0.3100	2.5420	0.5676