

ALLEGATO A4**SPETTRI DI RISPOSTA RAPPRESENTATIVI E SEGNALI DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE NELLE ANALISI DI TERZO LIVELLO**

I presenti indirizzi dispongono che il calcolo delle risposta sismica locale nelle analisi di terzo livello sia eseguito sulla base di segnali di riferimento assegnati ad ogni comune. Tali segnali sono rappresentativi dello scuotimento atteso su un suolo di riferimento, quest'ultimo inteso come la superficie al di sotto della quale si può assumere una velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) superiore o uguale a 800 m/s.

Per la definizione del moto di riferimento²⁴, nel presente allegato vengono riportati:

- la forma dello spettro di risposta normalizzato rappresentativo del moto sismico atteso per un periodo di ritorno di 475 anni (con smorzamento pari al 5%) in Emilia-Romagna (figura 1 e tabella 1);
- i valori di a_{refg} (10% di probabilità di superamento in 50 anni) di ogni comune dell'Emilia-Romagna (tabella 2);
- indicazioni per il reperimento e l'utilizzo dei segnali di riferimento selezionati.

Spettri di risposta

Dallo spettro di risposta normalizzato (figura 1 e tabella 1) è possibile ottenere, moltiplicando i valori della tabella 1 per il valore di a_{refg} di ogni comune (tabella 2), lo spettro di risposta a probabilità uniforme che descrive le caratteristiche del moto sismico atteso per ogni comune dell'Emilia-Romagna.

In tabella 1 sono riportati i valori che definiscono tale spettro.

Nella prima colonna sono riportati i valori del periodo proprio T , espresso in secondi, nella seconda i valori di accelerazione spettrale normalizzata al valore di accelerazione massima orizzontale (PGA), espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (pari a 9.81m/s^2), al corrispondente periodo T .

²⁴ E' da osservare che i segnali di riferimento così definiti possono essere utilizzati, a differenza delle Tabelle e delle indicazioni dell'Allegato 2 che servono solo per la valutazione comparativa della pericolosità sismica alla scala della pianificazione urbanistica, anche per la valutazione della risposta sismica locale alla scala di manufatto.

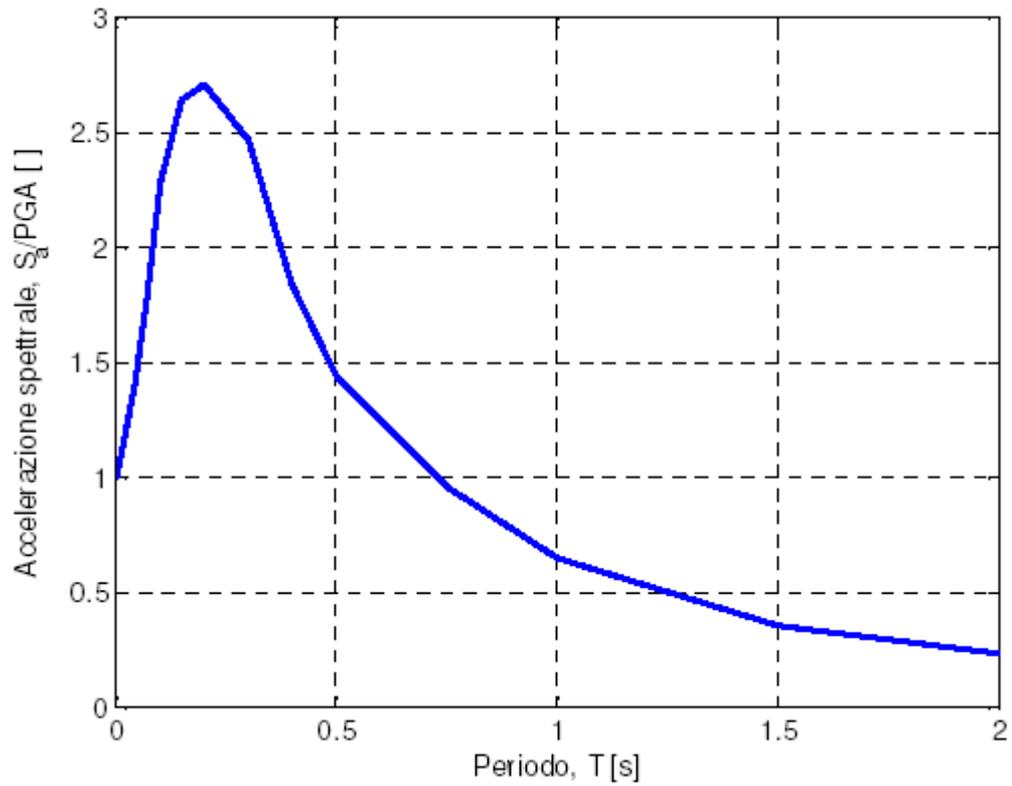


Figura 1 - Spettro di risposta normalizzato ($T_R = 475$ anni, smorzamento = 5%) per l'Emilia-Romagna

T (s)	Sa/a _{ref}
0,00000	1,00000
0,04000	1,38865
0,07000	1,75927
0,10000	2,28349
0,15000	2,63726
0,20000	2,70745
0,30000	2,46642
0,40000	1,84047
0,50000	1,44476
0,75000	0,95494
1,00000	0,64546
1,50000	0,35479
2,00000	0,23070

Tabella 1 – Valori che definiscono lo spettro normalizzato previsto per l'Emilia-Romagna (si veda anche figura 1)

Nella tabella 2 sono riportati i valori di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), per ogni comune della regione.

Tabella 2 – valori di a_{refg} per i comuni dell'Emilia-Romagna

Provincia	Comune	a_{refg}
BO	Anzola dell'Emilia	0.163
BO	Argelato	0.161
BO	Baricella	0.161
BO	Bazzano	0.163
BO	Bentivoglio	0.161
BO	Bologna	0.166
BO	Borgo Tossignano	0.206
BO	Budrio	0.174
BO	Calderara di Reno	0.165
BO	Camugnano	0.181
BO	Casalecchio di Reno	0.164
BO	Casalfiumanese	0.207
BO	Castel d'Aiano	0.161
BO	Castel del Rio	0.205
BO	Castel di Casio	0.185
BO	Castel Guelfo di Bologna	0.195
BO	Castel Maggiore	0.166
BO	Castel San Pietro Terme	0.199
BO	Castello d'Argile	0.158
BO	Castello di Serravalle	0.161
BO	Castenaso	0.175
BO	Castiglione dei Pepoli	0.191
BO	Crespellano	0.163
BO	Crevalcore	0.157
BO	Dozza	0.205
BO	Fontanelice	0.207
BO	Gaggio Montano	0.181
BO	Galliera	0.156
BO	Granaglione	0.200
BO	Granarolo dell'Emilia	0.170
BO	Grizzana Morandi	0.164
BO	Imola	0.205
BO	Lizzano in Belvedere	0.188
BO	Loiano	0.171
BO	Malalbergo	0.157
BO	Marzabotto	0.161
BO	Medicina	0.185
BO	Minerbio	0.162
BO	Molinella	0.163

BO	Monghidoro	0.176
BO	Monte San Pietro	0.163
BO	Monterenzio	0.180
BO	Monteveglia	0.163
BO	Monzuno	0.166
BO	Mordano	0.192
BO	Ozzano dell'Emilia	0.183
BO	Pianoro	0.169
BO	Pieve di Cento	0.158
BO	Porretta Terme	0.193
BO	Sala Bolognese	0.161
BO	San Benedetto Val di Sambro	0.168
BO	San Giorgio di Piano	0.161
BO	San Giovanni in Persiceto	0.161
BO	San Lazzaro di Savena	0.172
BO	San Pietro in Casale	0.158
BO	Sant'Agata Bolognese	0.159
BO	Sasso Marconi	0.162
BO	Savigno	0.160
BO	Vergato	0.160
BO	Zola Predosa	0.163
FC	Bagno di Romagna	0.206
FC	Bertinoro	0.205
FC	Borghi	0.187
FC	Castrocaro Terme e Terra del Sole	0.209
FC	Cesena	0.195
FC	Cesenatico	0.179
FC	Civitella di Romagna	0.210
FC	Dovadola	0.211
FC	Forlì	0.205
FC	Forlimpopoli	0.201
FC	Galeata	0.210
FC	Gambettola	0.190
FC	Gatteo	0.186
FC	Longiano	0.191
FC	Meldola	0.208
FC	Mercato Saraceno	0.195
FC	Modigliana	0.211
FC	Montiano	0.194
FC	Portico e San Benedetto	0.210
FC	Predappio	0.210
FC	Premilcuore	0.209
FC	Rocca San Casciano	0.211
FC	Roncofreddo	0.189

FC	San Mauro Pascoli	0.185
FC	Santa Sofia	0.209
FC	Sarsina	0.199
FC	Savignano sul Rubicone	0.186
FC	Sogliano al Rubicone	0.188
FC	Tredozio	0.211
FC	Verghereto	0.207
FE	Argenta	0.160
FE	Berra	0.064
FE	Bondeno	0.130
FE	Cento	0.157
FE	Codigoro	0.079
FE	Comacchio	0.103
FE	Copparo	0.092
FE	Ferrara	0.132
FE	Formignana	0.106
FE	Goro	0.063
FE	Jolanda di Savoia	0.080
FE	Lagosanto	0.097
FE	Masi Torello	0.132
FE	Massa Fiscaglia	0.098
FE	Mesola	0.062
FE	Migliarino	0.126
FE	Migliaro	0.107
FE	Mirabello	0.145
FE	Ostellato	0.133
FE	Poggio Renatico	0.155
FE	Portomaggiore	0.152
FE	Ro	0.084
FE	Sant'Agostino	0.153
FE	Tresigallo	0.114
FE	Vigarano Mainarda	0.141
FE	Voghiera	0.146
MO	Bastiglia	0.157
MO	Bomporto	0.157
MO	Campogalliano	0.162
MO	Camposanto	0.155
MO	Carpi	0.154
MO	Castelfranco Emilia	0.163
MO	Castelnuovo Rangone	0.163
MO	Castelvetro di Modena	0.162
MO	Cavezzo	0.150
MO	Concordia sulla Secchia	0.127
MO	Fanano	0.179

MO	Finale Emilia	0.149
MO	Fiorano Modenese	0.162
MO	Fiumalbo	0.198
MO	Formigine	0.163
MO	Frassinoro	0.178
MO	Guiglia	0.160
MO	Lama Mocogno	0.161
MO	Maranello	0.163
MO	Marano sul Panaro	0.161
MO	Medolla	0.150
MO	Mirandola	0.141
MO	Modena	0.163
MO	Montecreto	0.178
MO	Montefiorino	0.161
MO	Montese	0.162
MO	Nonantola	0.160
MO	Novi di Modena	0.139
MO	Palagano	0.164
MO	Pavullo nel Frignano	0.159
MO	Pievepelago	0.194
MO	Polinago	0.161
MO	Prignano sulla Secchia	0.158
MO	Ravarino	0.157
MO	Riolunato	0.185
MO	San Cesario sul Panaro	0.162
MO	San Felice sul Panaro	0.150
MO	San Possidonio	0.140
MO	San Prospero	0.154
MO	Sassuolo	0.162
MO	Savignano sul Panaro	0.163
MO	Serramazzoni	0.159
MO	Sestola	0.177
MO	Soliera	0.158
MO	Spilamberto	0.163
MO	Vignola	0.163
MO	Zocca	0.159
PC	Agazzano	0.099
PC	Alseno	0.139
PC	Besenzone	0.110
PC	Bettola	0.113
PC	Bobbio	0.102
PC	Borgonovo Val Tidone	0.096
PC	Cadeo	0.110
PC	Calendasco	0.090

PC	Caminata	0.098
PC	Caorso	0.092
PC	Carpaneto Piacentino	0.112
PC	Castel San Giovanni	0.094
PC	Castell'Arquato	0.133
PC	Castelvetro Piacentino	0.084
PC	Cerignale	0.105
PC	Coli	0.105
PC	Corte Brugnatella	0.106
PC	Cortemaggiore	0.105
PC	Farini	0.126
PC	Ferriere	0.128
PC	Fiorenzuola d'Arda	0.127
PC	Gazzola	0.099
PC	Gossolengo	0.097
PC	Gragnano Trebbiense	0.097
PC	Gropparello	0.116
PC	Lugagnano Val d'Arda	0.133
PC	Monticelli d'Ongina	0.084
PC	Morfasso	0.143
PC	Nibbiano	0.098
PC	Ottone	0.105
PC	Pecorara	0.099
PC	Piacenza	0.092
PC	Pianello Val Tidone	0.098
PC	Piozzano	0.099
PC	Podenzano	0.101
PC	Ponte dell'Olio	0.107
PC	Pontenure	0.098
PC	Rivergaro	0.101
PC	Rottofreno	0.094
PC	San Giorgio Piacentino	0.101
PC	San Pietro in Cerro	0.101
PC	Sarmato	0.094
PC	Travo	0.102
PC	Vernasca	0.140
PC	Vigolzone	0.103
PC	Villanova sull'Arda	0.104
PC	Zerba	0.102
PC	Ziano Piacentino	0.096
PR	Albareto	0.195
PR	Bardi	0.172
PR	Bedonia	0.189
PR	Berceto	0.188

PR	Bore	0.153
PR	Borgo Val di Taro	0.201
PR	Busseto	0.119
PR	Calestano	0.159
PR	Collecchio	0.154
PR	Colorno	0.094
PR	Compiano	0.195
PR	Corniglio	0.189
PR	Felino	0.156
PR	Fidenza	0.149
PR	Fontanellato	0.140
PR	Fontevivo	0.145
PR	Fornovo di Taro	0.157
PR	Langhirano	0.157
PR	Lesignano de' Bagni	0.157
PR	Medesano	0.155
PR	Mezzani	0.091
PR	Monchio delle Corti	0.198
PR	Montechiarugolo	0.156
PR	Neviano degli Arduini	0.158
PR	Noceto	0.152
PR	Palanzano	0.187
PR	Parma	0.139
PR	Pellegrino Parmense	0.157
PR	Polesine Parmense	0.101
PR	Roccabianca	0.091
PR	Sala Baganza	0.156
PR	Salsomaggiore Terme	0.152
PR	San Secondo Parmense	0.118
PR	Sissa	0.097
PR	Solignano	0.165
PR	Soragna	0.132
PR	Sorbolo	0.113
PR	Terenzo	0.160
PR	Tizzano Val Parma	0.163
PR	Tornolo	0.188
PR	Torrile	0.100
PR	Traversetolo	0.157
PR	Trecasali	0.108
PR	Valmozzola	0.187
PR	Varano de' Melegari	0.157
PR	Varsi	0.162
PR	Zibello	0.098
RA	Alfonsine	0.161

RA	Bagnacavallo	0.181
RA	Bagnara di Romagna	0.193
RA	Brisighella	0.210
RA	Casola Valsenio	0.209
RA	Castel Bolognese	0.206
RA	Cervia	0.174
RA	Conselice	0.174
RA	Cotignola	0.186
RA	Faenza	0.205
RA	Fusignano	0.173
RA	Lugo	0.185
RA	Massa Lombarda	0.183
RA	Ravenna	0.163
RA	Riolo Terme	0.208
RA	Russi	0.184
RA	Sant'Agata sul Santerno	0.182
RA	Solarolo	0.200
RE	Albinea	0.160
RE	Bagnolo in Piano	0.148
RE	Baiso	0.158
RE	Bibbiano	0.156
RE	Boretto	0.088
RE	Brescello	0.088
RE	Busana	0.188
RE	Cadelbosco di Sopra	0.138
RE	Campagnola Emilia	0.140
RE	Campegine	0.130
RE	Canossa	0.158
RE	Carpinetti	0.159
RE	Casalgrande	0.162
RE	Casina	0.158
RE	Castellarano	0.161
RE	Castelnovo di Sotto	0.117
RE	Castelnovo ne' Monti	0.165
RE	Cavriago	0.155
RE	Collagna	0.197
RE	Correggio	0.152
RE	Fabbrico	0.134
RE	Gattatico	0.119
RE	Gualtieri	0.095
RE	Guastalla	0.096
RE	Ligonchio	0.199
RE	Luzzara	0.091
RE	Montecchio Emilia	0.152

RE	Novellara	0.135
RE	Poviglio	0.108
RE	Quattro Castella	0.158
RE	Ramiseto	0.179
RE	Reggio nell'Emilia	0.157
RE	Reggiolo	0.118
RE	Rio Saliceto	0.147
RE	Rolo	0.137
RE	Rubiera	0.162
RE	San Martino in Rio	0.158
RE	San Polo d'Enza	0.158
RE	Sant'Ilario d'Enza	0.140
RE	Scandiano	0.162
RE	Toano	0.162
RE	Vetto	0.162
RE	Vezzano sul Crostolo	0.159
RE	Viano	0.160
RE	Villa Minozzo	0.170
RN	Bellaria-Igea Marina	0.182
RN	Cattolica	0.183
RN	Coriano	0.184
RN	Gemmano	0.181
RN	Misano Adriatico	0.184
RN	Mondaino	0.184
RN	Monte Colombo	0.181
RN	Montefiore Conca	0.183
RN	Montegridolfo	0.184
RN	Montescudo	0.180
RN	Morciano di Romagna	0.184
RN	Poggio Berni	0.183
RN	Riccione	0.183
RN	Rimini	0.183
RN	Saludecio	0.184
RN	San Clemente	0.185
RN	San Giovanni in Marignano	0.184
RN	Santarcangelo di Romagna	0.185
RN	Torriana	0.181
RN	Verucchio	0.182

Segnali di riferimento

I segnali di riferimento forniti (disponibili nel sito web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica) sono stati selezionati dalla banca dati accelerometrica “European Strong Motion database” (<http://www.isesd.cv.ic.ac.uk/ESD/> nel seguito citata come ISESD) attraverso una procedura che valuta la similarità tra una forma spettrale di riferimento (nel nostro caso questa forma spettrale corrisponde alla forma dello spettro di risposta isoprobabile con il 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni di figura 1) e la forma degli spettri di risposta dei segnali contenuti nella banca dati ISESD.

I files con i segnali di riferimento sono distribuiti come archivi compressi attraverso il metodo zip²⁵. Ogni archivio .zip contiene i tre segnali già scalati per il comune a cui si riferiscono. Ad esempio, il file `nomecomunecodiceISTATcomune.zip` contiene i segnali `(000046xa_codiceISTATcomunenomecomune.xy, 000126xa_codiceISTATcomunenomecomune.xy` e `000354xa_codiceISTATcomunenomecomune.xy)` da impiegare per le analisi di terzo livello nel comune in questione, scalati in modo che la loro accelerazione massima corrisponda al valore di a_{refg} del comune.

Il nome di ogni file contenente un segnale è composto dall’ID dell’evento (secondo il formato ISESD) e dal nome del comune in cui il segnale deve essere impiegato. Ad esempio, il file `000354xa_040001bagnodiromagna.xy`, include la registrazione lungo la componente `xa` del segnale con ID `000354` (contenuto nella banca ISESD) opportunamente scalata in modo che il valore di accelerazione massima corrisponda a quello del comune di Bagno di Romagna.

Ogni file con un segnale di riferimento contiene due colonne: la prima colonna corrisponde al tempo, espresso in secondi, la seconda contiene il valore di accelerazione, espresso in frazioni dell’accelerazione di gravità g (pari a 9.81m/s^2) al tempo t .

A titolo d’esempio si riporta un estratto di un file; i valori contenuti nella colonna di sinistra (es. 10.725, 10.730, ecc.) corrispondono al tempo trascorso dall’inizio della registrazione mentre i valori nella colonna di destra sono i valori di accelerazione misurati al corrispondente valore di tempo t .

```
10.725 -0.00414
10.730 -0.00368
10.735 -0.00232
10.740 -0.00047
```

* * * *

MCC/dn

²⁵ Uno strumento open-source per l’apertura di questi files è reperibile all’indirizzo <http://www.7-zip.org/>

o m i s s i s

LA PRESIDENTE : f.to Monica Donini

I SEGRETARI : f.to Enrico Aimi - Matteo Richetti

2 maggio 2007

E' copia conforme all'originale.

LA RESPONSABILE DEL SERVIZIO

(Maria Cristina Coliva)