

Appennino Bolognese 14/09/2003

Rilievo macrosismico degli effetti prodotti dalla sequenza sismica iniziata il 14 settembre 2003 (Appennino Bolognese)

RILIEVO MACROSISMICO

QUEST (QUick Earthquake Survey Team) riunisce un Team di esperti dedicato al rilievo macrosismico post-terremoto in grado di intervenire in tempo reale, e di fornire, rapidamente ed univocamente, il quadro degli effetti nell'area colpita da un evento sismico, a supporto degli interventi di Protezione Civile e della Comunità Scientifica. A questo Team contribuiscono volontariamente ricercatori e operatori INGV, di altri enti e Università, con competenze multidisciplinari (sismologia, sismologia storica, geologia, ingegneria, macrosismica), in grado di gestire l'ampio ventaglio di problematiche che si presentano in occasione di un terremoto.

Al rilievo hanno contribuito

F. Bernardini, R. Camassi, V. Castelli, E. Ercolani, M. Frapiccini (INGV, Milano), G. Vannucci, L. Giovani, A. Tertulliani (INGV, Roma).

[Rapporto finale a cura di R. Camassi, F. Bernardini, E. Ercolani INGV-Milano]

Bologna, 5 dicembre 2003

1. Premessa

Il terremoto che ha colpito l'Appennino Bolognese alle ore 23.43 (ora locale) del giorno 14 Settembre 2003, è localizzato a 30 km a Sud della città di Bologna (Latitudine: 44.22°N Longitudine: 11.36°E). La magnitudo locale (Ml o Richter) della scossa è pari a 5.0, mentre la magnitudo momento (Mw) è pari a 5.3. La profondità ipocentrale sembra essere moderatamente elevata (15-20 km).

Date	Time	Mag	Lat	Lon
------	------	-----	-----	-----

14 Sep 2003	23:42:00	5.0	44.22	11.36
-------------	----------	-----	-------	-------

15 Sep 2003	00:19:00	2.8	44.22	11.36
-------------	----------	-----	-------	-------

15 Sep 2003	00:57:00	2.8	44.22	11.36
-------------	----------	-----	-------	-------

15 Sep 2003	01:29:00	3.0	44.22	11.36
-------------	----------	-----	-------	-------

15 Sep 2003	01:36:00	2.8	44.22	11.36
-------------	----------	-----	-------	-------

15 Sep 2003 02:03:00	3.4	44.22	11.36
15 Sep 2003 08:20:00	2.9	44.19	11.40
15 Sep 2003 14:10:00	3.0	44.26	11.45
15 Sep 2003 21:52:00	3.2	44.18	11.34
16 Sep 2003 05:24:00	3.0	44.21	11.42
16 Sep 2003 05:25:00	2.9	44.27	11.46
17 Sep 2003 12:27:00	3.5	44.16	11.38
17 Sep 2003 13:43:00	3.6	44.19	11.34
18 Sep 2003 18:29:00	3.3	44.22	11.40
24 Sep 2003 07:52:17	2.9	44.14	11.41
25 Sep 2003 15:54:00	3.1	44,23	11,45
17 Oct 2003 14:58:25	3.2	44.23	11,45
20 Oct 2003 05:20:01	2.8	44,24	11,42
20 Oct 2003 06:09:38	2.9	44,21	11,40
20 Oct 2003 06:09:38	2.9	44,21	11,40
27 Oct 2003 10:47:59	2.8	44,22	11,44

Tab. 1 - Parametri strumentali preliminari degli eventi più significativi della sequenza sismica iniziata il 14 settembre 2003. Dati da Sala Sismica INGV

La zona pedeappenninica, fra il bolognese e l'imolese, è stata storicamente interessata da terremoti di moderata entità (Fig. 1), i più importanti dei quali sono quelli avvenuti negli anni 1878, 1879, 1881 di effetti massimi che raggiungono il VII grado (MCS). Questi eventi si caratterizzano soprattutto per le lunghe sequenze sismiche, che possono durare diversi mesi (5 mesi nel caso del 1881, con due eventi principali in gennaio e febbraio, quasi un anno nel 1878). Gli effetti maggiori osservati nell'area interessata dal terremoto del 14 settembre scorso, riguardano alcuni edifici isolati nelle piccole località di Campeggio (Monghidoro) e Scanello (Loiano), in occasione del terremoto del 24 gennaio 1881. Nello stesso periodo, nella seconda metà dell'Ottocento, analoghe lunghe e complesse sequenze interessano la vicina Valle del Reno (1864, 1869) e l'imolese (1874).

Per i secoli precedenti le conoscenze appaiono estremamente scarse, e ciò è dovuto sia alla bassa produzione documentaria riguardante sull'area, per la sua scarsa rilevanza economica e culturale, che all'assenza di indagini specifiche e approfondite: la storia sismica nota dell'area è quindi verosimilmente poco rappresentativa della storia sismica reale.

Nelle aree circostanti la sismicità è più presente ed importante: verso est, Faentino, registriamo il

terremoto del 1725, il cui epicentro è a circa 15-20 km dalla localizzazione dell'evento attuale, quelli del 1754 e del 1781. Verso sud vi sono le strutture sismogenetiche del Mugello, responsabili di due eventi storici importanti: nel 1542 e nel 1919. Verso nordovest, e più vicini a Bologna, sono stati i terremoti avvenuti nel 1455, 1505 e 1929, i cui effetti massimi furono di intensità comprese tra il VII e VII-VIII grado.

Dall'analisi degli ultimi 10 anni della sismicità recente si evince come questa sia modesta, sia in frequenza che in magnitudo: gli unici eventi superiori a $M=4.0$ si localizzano nel vicino Faentino, mentre nella zona interessata dalla scossa del 14 settembre raramente sono state registrate scosse con magnitudo superiore a 3.5. Su circa 1200 eventi di magnitudo superiore a 1.8, meno di 100 sono compresi tra magnitudo 3.0 e 4.0.

In Tab. 1 è riportata la lista delle scosse principali ($M=2.8$), aggiornata al 30 ottobre 2003, registrate dalla Rete Sismica Nazionale.

2. Il rilievo degli effetti

A seguito dell'evento principale, una squadra di rilevatori QUEST (Quick Earthquake Survey Team), ha condotto un'indagine macrosismica speditiva al fine di accertare gli effetti prodotti dall'evento e verificare, in particolare, l'entità del danneggiamento; l'indagine macrosismica diretta è stata accompagnata dalla somministrazione di questionari macrosismici a tecnici e funzionari pubblici delle principali località limitrofe all'area epicentrale.

Una prima fase del rilievo è stata completata e rendicontata con apposito rapporto preliminare in data 16 settembre 2003. Successivamente l'indagine è stata approfondita ed estesa, in considerazione dell'emergere di segnalazioni di danneggiamento (seppure leggero) numericamente consistenti e distribuite su un territorio abbastanza ampio. A partire quindi da una selezione accurata delle segnalazioni e dagli esiti del lavoro svolto dalle squadre del Nucleo di Valutazione Regionale che stava conducendo il rilievo di agibilità, sono stati effettuati alcuni interventi di rilievo macrosismico diretto sulle situazioni di danneggiamento concentrato, in modo da poter calibrare con attenzione la valutazione dell'intensità macrosismica.

Occorre infatti sottolineare che le caratteristiche energetiche e di profondità ipocentrale dell'evento hanno fatto sì che danni, per quanto leggeri e sporadici (generalmente non visibili all'esterno degli edifici), siano diffusi su un'area territoriale molto ampia, e in buona parte siano imputabili al terremoto, pur tenendo conto di condizioni preesistenti (incluso il manifestarsi di fessurazioni per il prolungato periodo di siccità precedente l'evento sismico) e del manifestarsi di effetti locali (morfologia e instabilità dei terreni).

La valutazione degli effetti macrosismici ha dovuto considerare, però solo situazioni di danneggiamento interessanti nuclei abitati, escludendo quindi le segnalazioni di danno a edifici isolati oppure segnalazioni isolate all'interno di insediamenti più grandi.

3. Gli effetti di danneggiamento

Il terremoto ha prodotto gli effetti più rilevanti nell'area compresa fra i comuni di Loiano, Monzuno, Monghidoro e San Benedetto Val di Sambro, ed è stato avvertito in un'area molto vasta fino a Firenze e Pisa in Toscana, nelle Marche, in Emilia Romagna, nel Veneto, in Lombardia e in Friuli Venezia Giulia. La scossa è stata avvertita in modo particolarmente sensibile nel bolognese: nella città di Bologna ha prodotto una certa paura e la segnalazione sporadica (generalmente molti giorni dopo l'evento) di qualche caduta di intonaci, piccole lesioni e fessurazioni.

Gli effetti più significativi e concentrati hanno interessato due piccole località prossime a Monghidoro, mentre effetti di lieve danneggiamento, consistenti in distacchi di intonaci, fessurazioni generalmente leggere, hanno interessato - in modo sporadico - numerosi comuni dell'area appenninica bolognese fra la Valle del Reno e la Valle del Santerno. Danni di una certa consistenza, in grado di mettere in discussione l'agibilità della struttura, hanno riguardato alcune chiese presenti nell'area, riattivando generalmente fessurazioni o condizioni di instabilità preesistenti: ma su questo si ritornerà in un paragrafo successivo.

I danni maggiori, come detto, sono stati riscontrati nella località di Zaccarlina, piccolo insediamento in comune di Monghidoro costituito da 10-12 edifici, nella quale si sono verificati il crollo di un paio di camini e lesioni gravi passanti in due edifici, risultati inagibili; uno di questi edifici ha subito anche un crollo parziale della copertura, anche se va rilevato un generale stato di degrado sia della muratura che delle strutture orizzontali. Alcuni altri edifici presentano lesioni leggere, ma diffuse, e piccoli distacchi di intonaci.

Tutti gli edifici presentano apparentemente qualche effetto di danneggiamento, anche se sono abbastanza evidenti quadri fessurativi preesistenti, amplificati dal terremoto, e la possibile influenza di effetti morfologici e di sito (frana).

Nella vicina piccola località di Sant'Andrea, danni più leggeri sono riscontrabili sia nel nucleo storico - parzialmente recuperato - che in un paio di edifici isolati. Più significativi di danni rilevati nella chiesa e negli edifici annessi: nella chiesa si è verificato il distacco di una vasta porzione della volta e sono visibili diverse lesioni che evidenziano leggeri meccanismi di distacco della facciata e dell'abside.

3a. Distribuzione del danneggiamento

Come accennato, il quadro complessivo emerso dal rilievo del danneggiamento è costituito da un numero elevatissimo di casi di danneggiamento isolato o sporadico, generalmente leggero e difficilmente "leggibile" all'esterno degli edifici.

Il rilievo macrosismico e la stima delle intensità è stato quindi effettuato solo per località di una certa dimensione e per le quali le segnalazioni successive alla fase di emergenza avevano una minima consistenza numerica: questo non esclude affatto, quindi, che singoli effetti di danneggiamento imputabili all'evento del 14 settembre, fossero e siano riscontrabili in altre situazioni. Il caso estremo è rappresentato dall'area urbana di Bologna ove singole situazioni nelle quali si sono manifestate fessurazioni dovute al terremoto sono sicuramente accertate, ma sono statisticamente insignificanti sul complesso del patrimonio edilizio interessato.

Nel comune di Monghidoro, oltre a Zaccarlina e Sant'Andrea Val Savena, situazioni di danneggiamento sono state rilevate nel Capoluogo e in alcune località minori (Frassineta, Ca' del Costa, Campeggio e Vergiano).

A Loiano le situazioni che hanno richiesto verifiche accurate sono state quelle della scuola materna, dell'ospedale e di alcuni edifici privati: danni tutti di consistenza modesta. Qualche danno è stato riscontrato in alcune località minori, principalmente a Roncastaldo, ma anche a Barbarolo, Bibulano, Quinzano e Scanello.

A Monzuno danni leggeri sono stati rilevati nel Capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle; decisamente più sporadici i danni nelle località di Brento, Gabbiano, Rioveggio e Vado.

Nel comune di San Benedetto val di Sambro sono state rilevate alcune lesioni leggere a edifici privati, il crollo parziale di una porzione di muro di un edificio fatiscente e alcune lesioni a edifici privati nella frazione di Monteacuto Vallese, e in località Cedrecchia. Singole lesioni, poco significative, sono state rilevate in altre località del territorio comunale.

Qualche danno leggero è stato rilevato anche a Monterenzio e nella frazione di San Benedetto del Querceto.

Sul versante imolese le situazioni più significative di danneggiamento - ancora una volta sporadiche e distribuite in modo molto irregolare - sono quelle riscontrate a Sassoleone, frazione di Casalfiumanese, oltre che a Fontanelice e a Borgo Tossignano.

Nel modenese sono segnalate alcune lesioni a singoli edifici nel comune di Montese, e in particolare nella chiesa della frazione San Giacomo, ma va sottolineato che si tratta di una situazione di instabilità e degrado che si trascina da anni, già ripropostasi in occasione del terremoto del Frignano del 7 luglio 1999. Analoghe sporadiche situazioni, che hanno portato alla richiesta di sopralluoghi, sono riscontrabili in comuni anche piuttosto distanti dall'area epicentrale, quali Castel d'Aiano e Gaggio Montano nel bolognese e Guiglia nel modenese: nella maggior parte dei casi si tratta probabilmente di semplice "riscoperta" di quadri fessurativi, manifestatisi prevalentemente alla fine di un lungo periodo di siccità, non imputabili quindi direttamente al terremoto.

Sul versante toscano le situazioni più complesse sono state individuate nel comune di Firenzuola, ove numerose sono state le verifiche richieste da privati e su edifici di culto nel capoluogo e nelle frazioni, verifiche che hanno evidenziato la presenza di lesioni e danni lievi certamente imputabili al terremoto, ma distribuite in modo molto irregolare.

3b. Danni all'edilizia monumentale

Numerosissimi edifici di culto dell'area appenninica e pedeappenninica bolognese hanno manifestato lesioni, in qualche caso anche gravi, soprattutto alle volte. Un quadro così consistente è imputabile a due fattori principali: l'elevata vulnerabilità sismica di questo tipo di strutture, e la presenza di problemi di instabilità preesistenti, accentuati dal fatto che una buona parte delle chiese interessate è utilizzata in modo del tutto saltuario (piccole frazioni appenniniche quasi disabitate) e non è stata quindi soggetta ad adeguata manutenzione.

Il lungo e complesso lavoro di verifica, da parte delle squadre nel Nucleo di Valutazione Regionale ha riguardato circa 50 edifici, una decina dei quali sono risultati del tutto inagibili, mentre un'altra decina risultata parzialmente inagibile (Fig. 2).

Nel comune di Monghidoro quasi tutte le chiese hanno manifestato problemi; più gravi quelli delle località Fradusto, Lognola e Vergiano, attualmente inagibili, meno gravi - ma comunque significativi - quelle in località Campeggio e Gragnano.

Lesioni gravi hanno subito due chiese nel comune di Monzuno, quelle nelle frazioni di Valle e Trasasso, qualche lesione si è presentata anche nella chiesa parrocchiale del capoluogo e nell'edificio adiacente. In frazione Valle si è verificato un crollo parziale nella volta in mattoni della chiesa parrocchiale. In frazione Trasasso si sono verificati alcuni distacchi di intonaci e lesioni passanti nella chiesa e nell'adiacente canonica

Tre chiese localizzate nel comune di San Benetto Val di Sambro sono risultate inagibili: oltre alla

chiesa di Sant'Andrea val Savena, già ricordata, inagibili sono anche le chiese di Castel dell'Alpi e Qualto.

La chiesa di San Benedetto del Querceto, nel comune di Monterenzio, presenta lesioni che evidenziano leggeri meccanismi di distacco che la rendono temporaneamente inagibile.

Altre chiese risultate inagibili o parzialmente inagibili sono distribuite in diversi comuni dell'area: la chiesa di San Martino in Pedriolo nel comune di Casalfiumanese, la chiesa di Casalecchio dei Conti, in comune di Castel S. Pietro Terme, le chiese di Fornione e Fontanelice, nel comune di Fontanelice, le chiese di Pian di Setta e Veggio, nel comune di Grizzana Morandi.

I danni all'edilizia monumentale sono stati considerati nella stima delle intensità macrosismiche solo in presenza di danni minimamente distribuiti sull'edilizia privata; per questa ragione alcune delle località sopra citate non sono state prese in considerazione nella valutazione complessiva del danneggiamento.

4. Stima delle intensità macrosismiche

La classificazione degli effetti secondo una scala macrosismica, qualunque scala si utilizzi (MCS oppure EMS98), presume una valutazione complessiva dell'impatto del terremoto su un insieme di edifici sufficientemente consistente e rappresentativo, in modo che gli effetti non siano eccessivamente influenzati da situazioni anomale in termini di condizioni di sito (morfologia, instabilità o altro) o di vulnerabilità sismica. La risposta sismica di un singolo edificio, infatti, può essere influenzata in modo decisivo da singole condizioni particolari, che riguardano quello specifico edificio e non altri.

Per questa ragione, ad esempio, gli effetti sull'edilizia monumentale e in particolare sulle chiese (o su certa tipologia di chiese) vanno considerate con particolare prudenza, in quanto si tratta di edifici che hanno un'alta vulnerabilità sismica, vale a dire una forte propensione ad essere danneggiate dai terremoti.

Allo stesso modo, però, vanno considerati con una certa cautela gli effetti prodotti su insediamenti modesti, costituiti da un numero limitato di edifici, il cui danneggiamento può essere condizionato in modo determinante da condizioni di sito o di vulnerabilità: è questo il caso, ad esempio, della località Zaccarlina, costituito da una decina di unità strutturali, sul quale influiscono in modo evidente effetti di sito (morfologia e instabilità generale, visibile anche dalla presenza di interventi di consolidamento, quali speroni e catene) e una elevata vulnerabilità sismica sul paio di edifici che hanno manifestato un danneggiamento rilevante. Non è un caso che il vicino insediamento di Sant'Andrea, che insiste su condizioni di sito del tutto analoghe, mostri un danneggiamento modesto, in presenza di recenti interventi di recupero del patrimonio edilizio; così come allo stesso modo si spiega, in questo caso, il danneggiamento grave alla chiesa.

Nella tabella allegata sono riportate le stime di intensità rilevate; tali stime, sono espresse sia in termini di scala MCS, che di scala EMS (Figg. 3 e 4): tale distinzione consente di evidenziare bene i casi in cui gli effetti di danneggiamento sono assolutamente sporadici e influenzati da condizioni di particolare vulnerabilità. Nel campo "TL" sono evidenziate con il codice "SS" (small settlement) le località di dimensioni molto piccole, per le quali l'assegnazione di intensità è da considerare in termini prudenziali; analoga avvertenza vale per gli insediamenti sparsi, segnalati dal codice "MS". Come detto, nella stima di intensità gli effetti sull'edilizia monumentale sono considerati in modo del tutto particolare: sono del tutto ininfluenti per la stima basata sulla scala macrosismica europea (EMS98), e sono entrati in gioco nella stima con la scala MCS solo in presenza di un

danneggiamento anche minimamente distribuito nell'insieme dell'insediamento urbanizzato nel quale l'edificio monumentale è localizzato.

Va inoltre ricordato che la scala macrosismica EMS98 al grado V prevede la presenza di una certa percentuale di danneggiamento leggero; in misura minore e meno formalizzata questo avviene anche per la scala MCS, se applicata rigorosamente. Va inoltre precisato che l'indicazione di una intensità intermedia fra un grado della scala e l'altro (ad es. 55) non rappresenta un valore intermedio fra un grado e l'altro, ma esprime l'incertezza nella stima di intensità, vale a dire che non sono disponibili tutti gli elementi descrittivi che consentano di assegnare un grado piuttosto che l'altro. E questo non è solo un problema di disponibilità di informazioni (peraltro difficilmente acquisibili, considerando la poca visibilità del danneggiamento, la scarsa accessibilità degli interni per la presenza di seconde case, ecc.) ma anche di 'debolezza' della scala stessa a rappresentare situazioni di danneggiamento tanto irregolari.

Occorre comunque sottolineare il fatto che trattandosi di un terremoto relativamente profondo, la distribuzione degli effetti è comprensibilmente irregolare, influenzata in modo rilevante da effetti di sito e da particolari condizioni di vulnerabilità sismica; una valutazione accurata in termini macrosismici di questi effetti sarà comunque sempre difficile.

Località	TL	Coordinate	Pro	Is	Is
				MCS	EMS98
Zaccarlini (Monghidoro)	SS	44.239 11.274	BO	70	65
Frassineta (Monghidoro)		44.209 11.348	BO	60	60
Monteacuto Vallesse (S. B. Val di Sambro)		44.241 11.208	BO	60	60
Montorio (Monzuno)	SS	44.261 11.206	BO	60	60
Trasasso (Monzuno)	MS	44.254 11.274	BO	60	60
Valle (Monzuno)	SS	44.240 11.226	BO	60	60
Monghidoro		44.219 11.319	BO	60	55
Roncastaldo (Loiano)	MS	44.243 11.317	BO	60	55
Sant'Andrea Val Savena (Monghidoro)	SS	44.230 11.278	BO	60	55
Scanello (Loiano)	MS	44.271 11.354	BO	60	55
Barbarolo (Loiano)	MS	44.300 11.343	BO	55	55
Ca' del Costa (Monghidoro)	SS	44.206 11.326	BO	55	55
Cedrecchia (San B. Val di Sambro)	SS	44.217 11.269	BO	55	55
Loiano		44.269 11.323	BO	55	55
Monterenzio		44.325 11.405	BO	55	55
Monzuno		44.278 11.269	BO	55	55
Quinzano (Loiano)		44.261 11.367	BO	55	55
Sassoleone (Casalfiumanese)		44.261 11.482	BO	55	55
Vergiano (Monghidoro)	MS	44.236 11.280	BO	55	55
Bibulano (Loiano)		44.275 11.305	BO	50	50
Borgo Tossignano		44.278 11.588	BO	55	50
Campeggio (Monghidoro)	SS	44.228 11.346	BO	55	50
Casalfiumanese		44.298 11.617	BO	55	50
Firenzuola		44.119 11.379	FI	55	50
Fontanelice		44.259 11.559	BO	55	50
Grizzana Morandi		44.258 11.154	BO	55	50
San Benedetto del Querceto (Monterenzio)	SS	44.255 11.376	BO	55	50
San Benedetto Val di Sambro		44.215 11.234	BO	55	50
San Martino in Pedriolo		44.354 11.573	BO	55	50
Anconella (Loiano)		44.295 11.324	BO	50	50
Barberino di Mugello		44.002 11.238	FI	50	50
Bologna		44.498 11.340	BO	50	50
Brento (Monzuno)		44.335 11.302	BO	50	50
Casola Valsenio		44.223 11.625	RA	50	50
Castel del Rio		44.212 11.505	BO	50	50
Castel dell'Alpi (S. Benedetto Val di Sambro)		44.184 11.275	BO	50	50
Castel di Casio		44.162 11.037	BO	50	50
Castel San Pietro Terme		44.398 11.590	BO	50	50
Castiglione dei Pepoli		44.141 11.161	BO	50	50
Gabbiano (Monzuno)		44.256 11.237	BO	50	50
Madonna dei Fornelli (S. B. Val di Sambro)		44.200 11.260	BO	50	50
Marzabotto		44.341 11.205	BO	50	50
Modigliana		44.157 11.793	FC	50	50
Montefredente (S. B. Val di Sambro)		44.189 11.220	BO	50	50
Piamaggio (Monghidoro)	SS	44.209 11.346	BO	50	50
Piano del Voglio (S. B. Val di Sambro)		44.170 11.215	BO	50	50
Ponte Samoggia		44.564 11.143	BO	50	50
Qualto (S. Benedetto Val di Sambro)		44.200 11.239	BO	50	50
Rioveggio (Monzuno)		44.275 11.199	BO	50	50
Ripoli (S. Benedetto Val di Sambro)		44.225 11.196	BO	50	50
Roncobertolo (Loiano)	SS	44.258 11.365	BO	50	50
Sant'Andrea (San B. Val di Sambro)		44.230 11.278	BO	50	50
Vado (Monzuno)		44.315 11.258	BO	50	50
Vergato		44.283 11.112	BO	50	50
Villanova (Castenaso)		44.499 11.432	BO	50	50
Borgo San Lorenzo		43.953 11.388	FI	50	45
Ca' di Romagnolo (Loiano)	SS	44.235 11.351	BO	50	45
Castel d'Aiano		44.279 11.002	BO	50	45
Castel Guelfo		44.432 11.676	BO	50	45
Castelbolognese		44.319 11.799	BO	50	45
Castelmaggiore		44.575 11.363	BO	50	45
Castenaso		44.508 11.468	BO	50	45
Contea (Rufina)		43.861 11.530	FI	50	45
Farne' (Loiano)	SS	44.296 11.303	BO	50	45
Forlì		44.217 12.049	FC	50	45
Gaggio Montano		44.196 10.932	BO	50	45
Inola		44.353 11.714	BO	50	45
Marradi		44.076 11.613	FI	50	45
Medicina		44.477 11.639	BO	50	45
Mordano		44.397 11.813	BO	50	45
Pianoro		44.380 11.342	BO	50	45
Sasso Marconi		44.397 11.247	BO	50	45
Calderino (Monte San Pietro)		44.453 11.195	BO	50	40
Comacchio		44.694 12.183	FE	50	40
Dozza		44.359 11.630	BO	50	40
Rioio Terme		44.276 11.723	RA	50	40
Sant'Agata (Scarperia)		44.021 11.335	FI	50	40
Scarperia		43.995 11.356	FI	50	40
Vignola (MO)		44.482 11.007	MO	50	40
Faenza		44.288 11.881	RA	45	45
Brisighella		44.223 11.775	RA	45	40
Cento		44.727 11.289	FE	45	40
Copparo		44.894 11.630	FE	45	40
Crespellano		44.514 11.129	BO	45	40
Guiglia		44.427 10.959	MO	45	40
Legnago		45.192 11.311	VR	45	40
Lugo		44.419 11.910	RA	45	40
Modena		44.647 10.925	MO	45	40
Molinella		44.621 11.670	BO	45	40
Palazzuolo sul Senio		44.113 11.548	FI	45	40
Sabbioneta		44.999 10.489	MN	45	40
San Marcello Pistoiese		44.056 10.792	PT	45	40
San Marino		43.917 12.467	SM	45	40
Vernio	MS	44.053 11.156	PO	45	40
Baricella		44.646 11.535	BO	40	40
Carpi		44.784 10.885	MO	40	40
Castelluccio (Montese)		44.227 10.897	MO	40	40
Chioggia		45.219 12.279	VE	40	40
Conselice		44.513 11.830	RA	40	40
Correggio		44.771 10.779	RE	40	40
Ferrara		44.836 11.618	FE	40	40
Firenze		43.777 11.249	FI	40	40
Mirandola		44.887 11.065	MO	40	40
Montese		44.270 10.944	MO	40	40
Novellara		44.846 10.731	RE	40	40
Padova		45.407 11.876	PD	40	40
Pisa		43.716 10.401	PI	40	40
Porretta Terme		44.156 10.976	BO	40	40
Ravenna		44.417 12.198	RA	40	40
Reggio Emilia		44.697 10.631	RE	40	40
Rovigo		45.070 11.790	RO	40	40
San Giorgio di Piano		44.646 11.377	BO	40	40
Argenta		44.615 11.837	FE	40	35
Bagnolo in Piano		44.762 10.673	RE	40	35
San Giovanni in Persiceto		44.638 11.187	BO	35	35
Sansepolcro		43.570 12.141	AR	35	35
Sestola		44.229 10.771	MO	35	35
Treviso		45.669 12.244	TV	35	35
Venezia		45.438 12.335	VE	35	35
Zocca		44.347 10.994	MO	35	35
Milano		45.465 9.190	MI	35	30
Bellaria (Igea Marina)		44.151 12.456	RN	30	30
Castelfiorentino		43.605 10.970	FI	30	30
Certaldo		43.547 11.041	FI	30	30
Cervia		44.263 12.353	RA	30	30
Cesenatico		44.197 12.405	FC	30	30
Ridenza		44.866 10.061	PR	30	30
Langhirano		44.614 10.268	PR	30	30
Marano sul Panaro		44.456 10.971	MO	30	30
Pavullo nel Frignano		44.334 10.834	MO	30	30
Pontremoli		44.377 9.882	MS	30	30
Sassuolo		44.541 10.781	MO	30	30
Savignano sul Rubicone		44.091 12.399	FC	30	30
Siena		43.321 11.328	SI	25	25

Tab. 2 - Stima degli effetti prodotti dal terremoto del 14 settembre 2003 rilevati da sopralluoghi diretti e questionari.

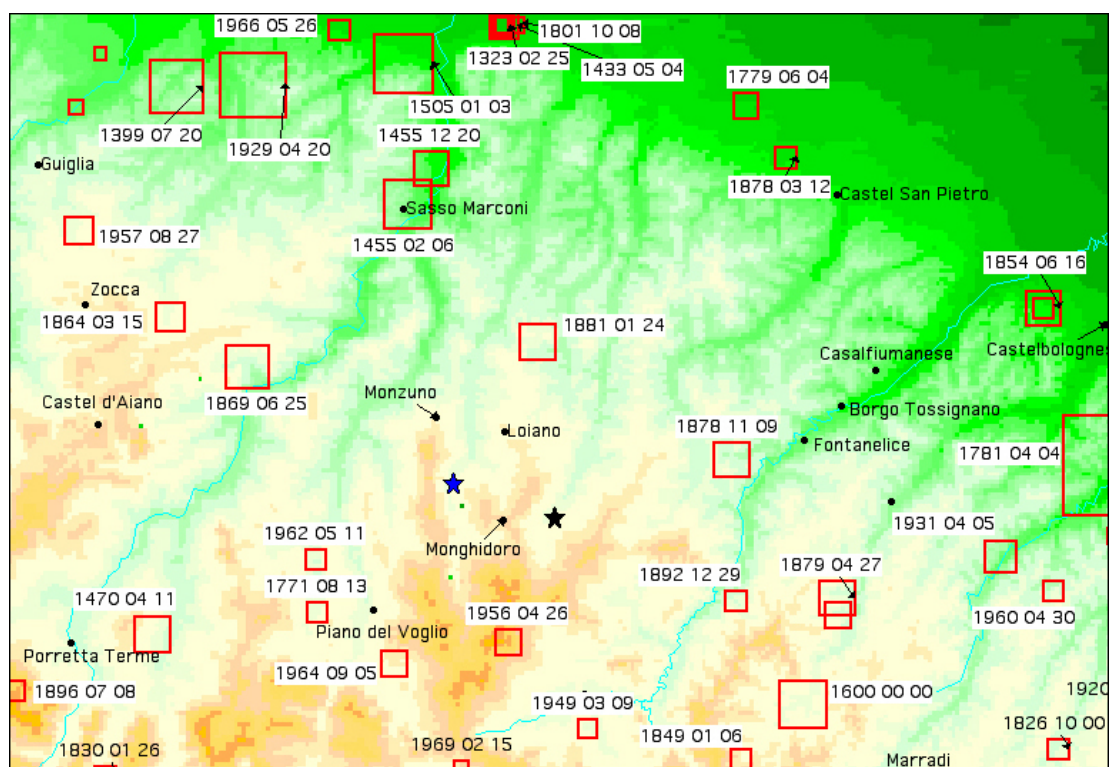


Fig. 1 - Sismicità storica dell'area interessata dal terremoto del 14 settembre 2003 (CPT199)

Fig. 1 - Sismicità storica dell'area

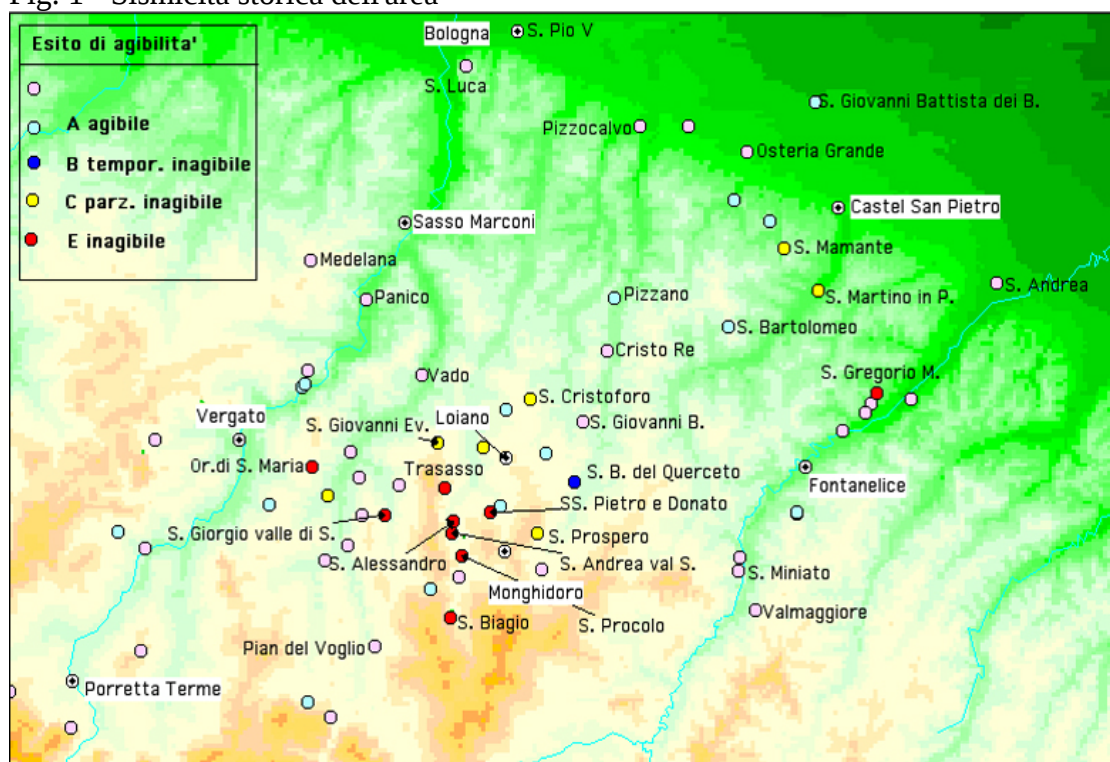


Fig. 2 - Distribuzione delle chiese per le quali sono segnalati danni attribuiti all'evento del 14.09.2003

Fig. 2 - Distribuzione degli effetti all'edilizia monumentale e di culto

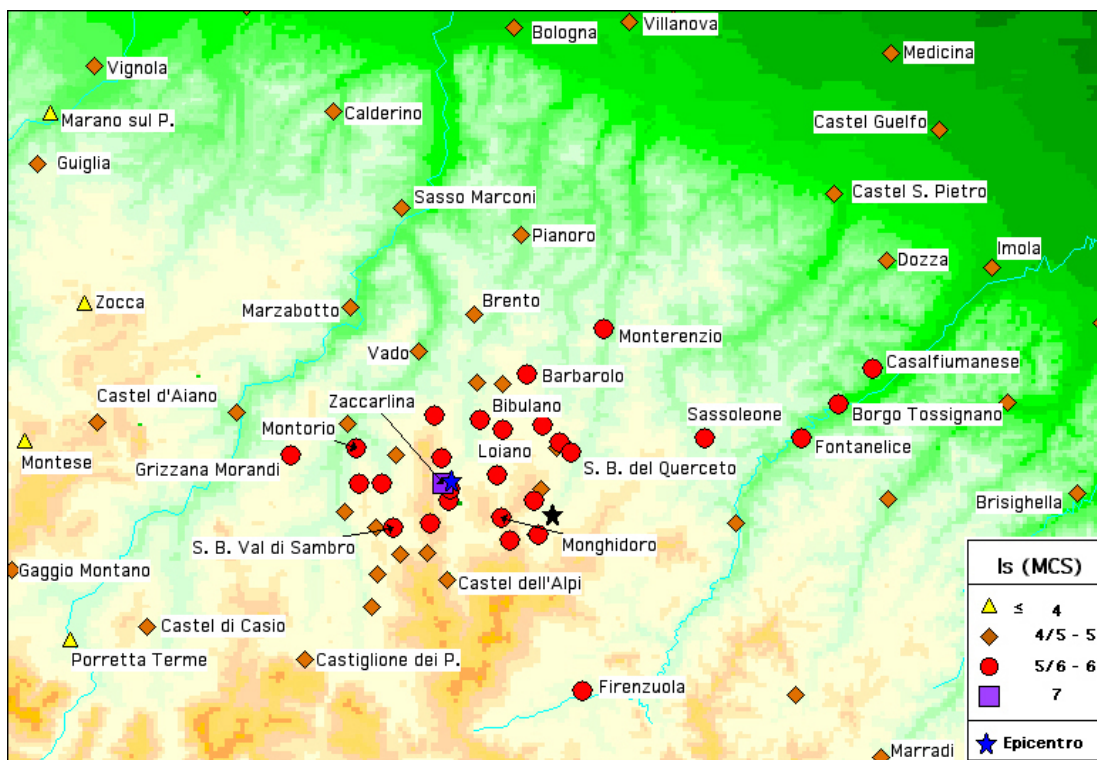


Fig. 3 - carta delle intensità del terremoto del 14 settembre 2003: stima finale (MCS)

Fig. 3 - Carta delle intensità: stima finale (MCS)

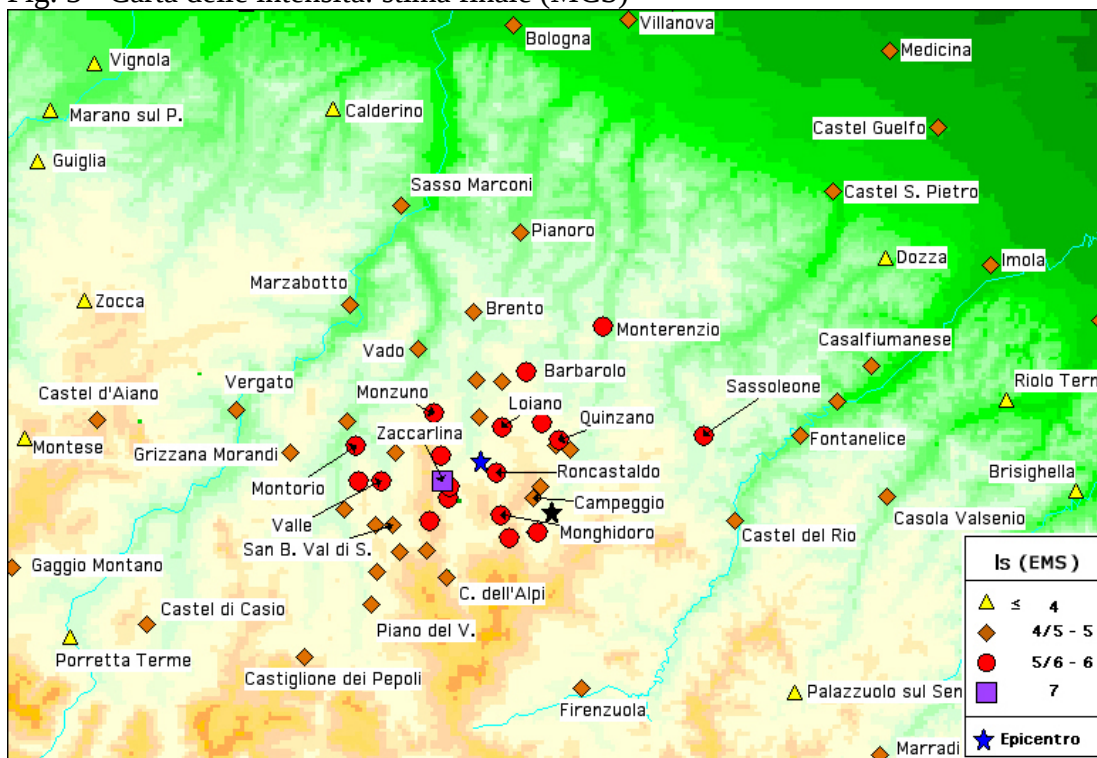


Fig. 4 - Carta delle intensità del terremoto del 14 settembre 2003: stima finale (EMS98)

Fig. 4 - Carta delle intensità: stima finale (EMS98)

Links

[Appennino Bolognese 14/09/2003 - Immagini dei danni](#)