



EVENTO SISMICO 18 SETTEMBRE 2023 MARRADI (FI) Effetti del terremoto in Toscana e in Emilia Romagna

In data 18 settembre 2023 alle ore 05:10 (UTC +1:00) si è verificata una scossa sismica di Mw 4.9 profondità 8.4 Km con epicentro nel comune di Marradi (FI). Tale scossa è stata preceduta alle ore 4:38 da una scossa di intensità Mw 3.4 e seguita da almeno altre 5 scosse di intensità pari o superiore a ML 3.0 e decine di scosse con intensità compresa tra 2.0 e 3.0 come evidenziato in figura 1.

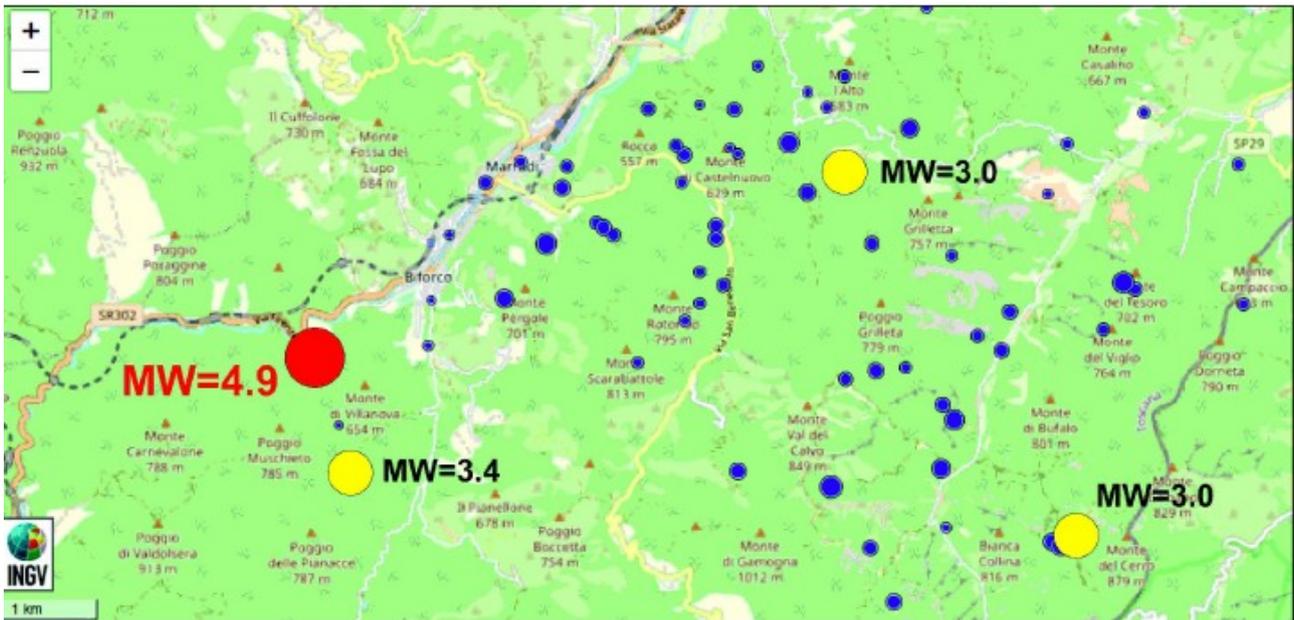


Figura 1 – Epicentri principali del giorno 18/09/2023
(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)

Premessa

Il presente documento, a pochi giorni dall'evento principale del 18/09/2023 ha il solo obiettivo di descrivere gli effetti sul territorio in Toscana (area del Mugello) e in Emilia Romagna (Appennino romagnolo) limitatamente ad alcuni centri abitati relativamente vicini all'epicentro.

Dalle primissime segnalazioni dei danni e dai questionari macrosismici si denota una marcata incidenza degli effetti sull'edificato forlivese ad ovest dell'area epicentrale e questo pone alcune domande sulle possibili cause. Una risposta esaustiva potrà essere fornita dopo un approfondimento che rimandiamo nel tempo. Al momento ci limitiamo ad alcune osservazioni che possono riferirsi alla **pericolosità sismica** di base e gli effetti locali, alla **vulnerabilità** degli edifici pubblici e privati, quale conseguenza della classificazione sismica, dell'epoca di costruzione, dello stato manutentivo e delle caratteristiche dell'edificato e anche all'**esposizione** sismica della popolazione vista la poca densità di popolazione e di abitazioni nell'area epicentrale che conserva la memoria storica degli eventi del passato.

In figura 2 è riportata la tabella riepilogativa dei comuni entro i 20 Km dall'epicentro fornita dall'Ingv.



Comuni entro 20 km dall'epicentro

Le distanze sono calcolate in base alle coordinate geografiche del Municipio (Istat).

Comune	Provincia	Distanza (km)	Popolazione	Cumulata Popolazione
Marradi	FI	3	3139	3139
Palazzuolo sul Senio	FI	7	1154	4293
Tredozio	FC	13	1212	5505
San Godenzo	FI	15	1167	6672
Portico e San Benedetto	FC	16	756	7428
Vicchio	FI	17	8044	15472
Premilcuore	FC	18	799	16271
Firenzuola	FI	18	4726	20997
Castel del Rio	BO	19	1246	22243
Casola Valsenio	RA	19	2617	24860
Dicomano	FI	19	5515	30375
Borgo San Lorenzo	FI	20	18211	48586
Modigliana	FC	20	4560	53146

Figura 2 – Comuni e popolazione compresi in un raggio di 20 Km dall'epicentro
(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)

Effetti macrosismici

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Ingv) alla pagina "*Hai sentito il terremoto?*" riporta la mappa delle intensità macrosismiche, quale rappresentazione della stima probabilistica di effetto riportato su ciascun centro abitato, sulla base dei questionari compilati dalla popolazione.

Per l'evento principale delle ore 05:10 di Mw 4.9 sono stati utilizzati, fino al momento del presente report (aggiornamento del 20/09/2023 ore 8:00), 5.187 questionari su un totale di 5.529 su 975 comuni.

L'area epicentrale si caratterizza, come dato positivo, per una bassa densità abitativa. Per gli effetti si evidenzia un marcato risentimento dell'area orientale rispetto all'epicentro, nei comuni dell'Emilia Romagna di Tredozio, Rocca San Casciano, Premilcuore, Galeata e con intensità macrosismica pari a $I = 6$ tutti a distanza superiore a 10 Km dall'epicentro. Minori gli effetti sui centri abitati posti ad ovest dell'epicentro, così come riportato nei questionari macrosismici e riscontrati dai sopralluoghi dei tecnici, in particolare per i comuni di Marradi (a 3 Km dall'epicentro), Palazzuolo sul Senio (7 Km), con Intensità Mcs pari a $I = 5$ e tutti gli altri comuni del Mugello con Intensità minore di 5, , come evidenziato in figura 3.

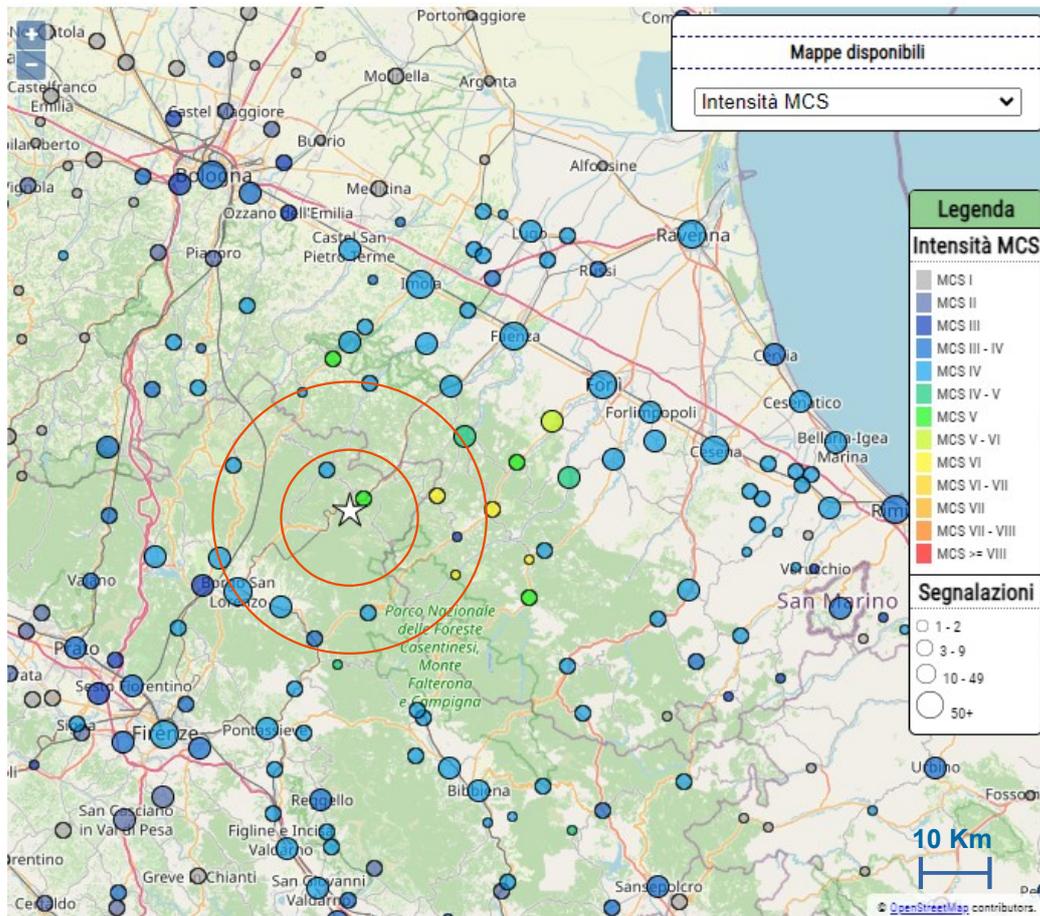


Figura 3 – Effetti macrosismici dell’evento delle ore 05:10 di Mw 4.9 al 20/09/2023
(fonte: Ingv “Hai sentito il terremoto” <https://e.hsit.it/36163811/index.html>)

Elenco dei comuni in ordine decrescente di Intensità Mcs, fra parentesi il numero dei questionari compilati e la distanza dall’epicentro:

Intensità Mcs = VI

- Tredozio (FC) (3) a 13 Km direzione E
- Rocca San Casciano (FC) (9) a 21 Km E
- Premilcuore (FC) (1) a 18 Km SE
- Galeata (FC) (1) a 27 Km SEE

Intensità Mcs = V-VI

- Castrocaro Terme e Terra del Sole (FC) (13) a 32 Km NE

Intensità Mcs = V

- Marradi (FI) (9) 3 Km NE
- Dovadola (FC) (5) a 25 Km NEE
- Fontanelice (BO) (4) a 25 Km a N
- Santa Sofia (FC) (3) a 29 Km SE

Intensità Mcs = IV-V

- Londa (FI) (1) 22 Km S
- Modigliana (FC) (17) a 20 Km NE

La prima importante osservazione diretta è che Marradi (FI), il comune più vicino all’epicentro a soli 3 Km in direzione NE non presenti danneggiamenti evidenti, e che



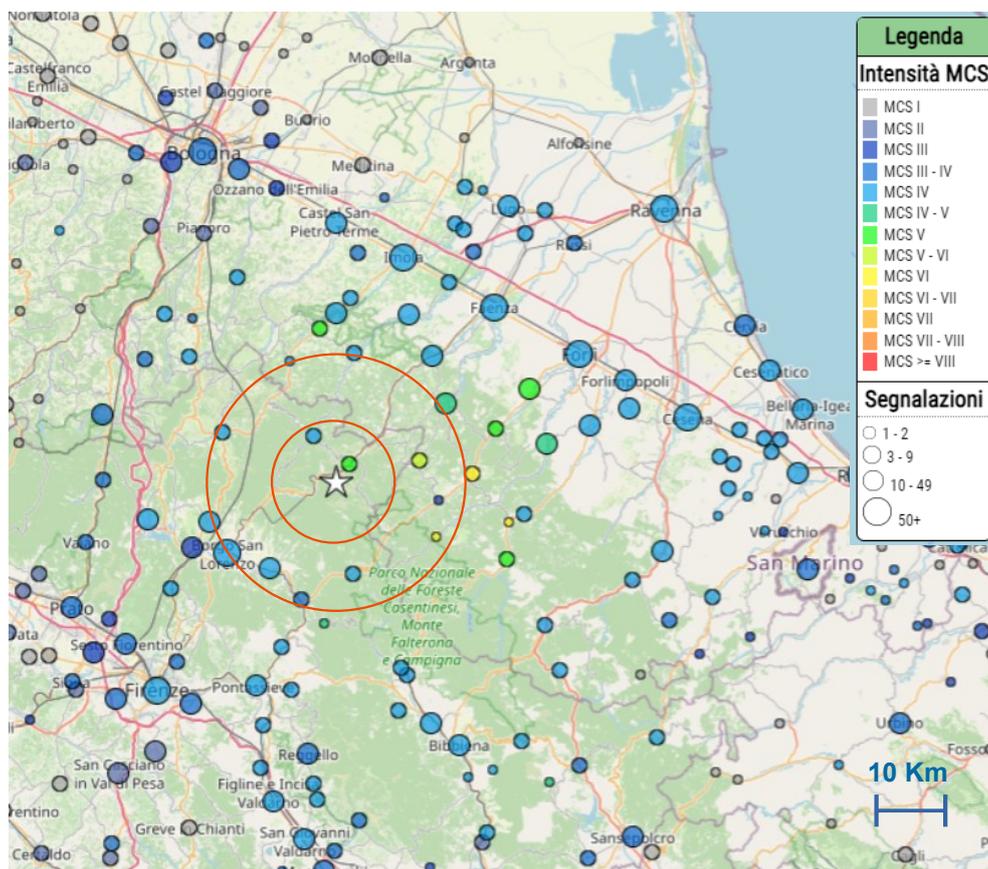
l'Intensità Mcs sia pari a V. Analogamente Palazzuolo sul Senio (FI), a 7 Km di distanza in direzione NW che ha un'Intensità Mcs pari a IV.

Al contrario sorprende che i comuni della provincia di Forlì-Cesena a distanze ben superiori a 10 Km dall'epicentro, presenti 8 comuni con una intensità Mcs pari o superiore a V di cui 4 con il picco di grado VI.

I sismologi dell'Ingv spiegano che la struttura che si è attivata per questo evento sia di tipo distensivo e che le repliche, di minore entità, hanno interessato soprattutto il versante orientale. Certamente la principale spiegazione del maggior risentimento sul lato orientale è dovuto alla natura e direzione delle onde sismiche.

Detto questo, l'attenzione si orienta anche su altri aspetti importanti: gli effetti locali, la vulnerabilità dell'edificato (pubblico e privato), la memoria storica degli eventi sismici del passato e le azioni di prevenzione intraprese nel tempo.

Dopo una settimana dall'evento principale, la mappa dell'impatto della scossa principale è stata aggiornata in considerazione delle segnalazioni pervenute nel frattempo che sono aumentate di 90 unità e che sono state fornite "a mente fredda". Alle ore 12:00 del 25/09/2022 risultano 5.278 questionari su un totale 5.629 di 983 comuni (+8 comuni).



Si nota che l'Intensità Mcs è stata abbassata in almeno due località:

- Tredozio (FC) è stata modificata da I = VI a I = V-VI (4 questionari)
- Castrocaro Terme e Terra del Sole da I = V-VI a I = V (14)

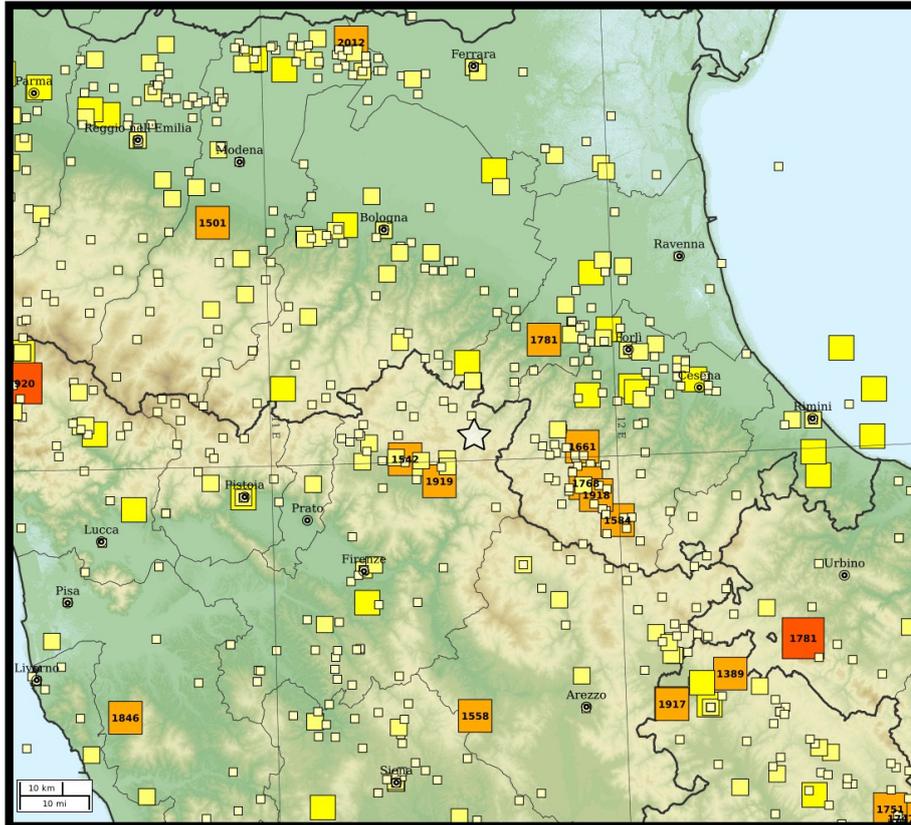
Pericolosità e sismicità dell'area

Nella successiva figura 3 è riportata la mappa dei terremoti di media-forte entità verificatesi nell'area epicentrale dall'anno 1000 all'anno 2000.



I terremoti dall'anno 1000 al 2020 nell'area dell'evento di magnitudo Mw 4.9 del 2023-09-18 03:10:14 (UTC)

Fonte: <http://terremoti.ingv.it/event/36163811/> - 3 km SW Marradi (FI)



Dati: <https://doi.org/10.13127/cpti/cpti15.4>

Magnitudo Mw stimata

Sono riportati i terremoti del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 v4.0) dall'anno 1000 al 2020.

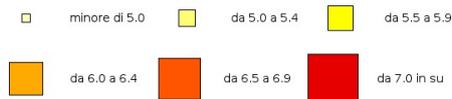


Figura 3 – Terremoti di media-elevata entità nell'area epicentrale

(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)

Nella figura 3 si osserva una concentrazione di eventi di magnitudo elevata - superiore a 6.0 (quadrato arancione) – in Emilia Romagna nell'appennino forlivese e in provincia di Ravenna, mentre in Toscana sono 2 eventi nella Città Metropolitana di Firenze. La zona epicentrale è ubicata nel mezzo a tali fenomeni ma in una vasta area con valori di accelerazione compresa tra 0,200 e 0,225 come illustrato in figura 4 nella carta della pericolosità sismico (MPS04). In figura 5 sono riportate le zone sismogenetiche e la struttura di faglie.

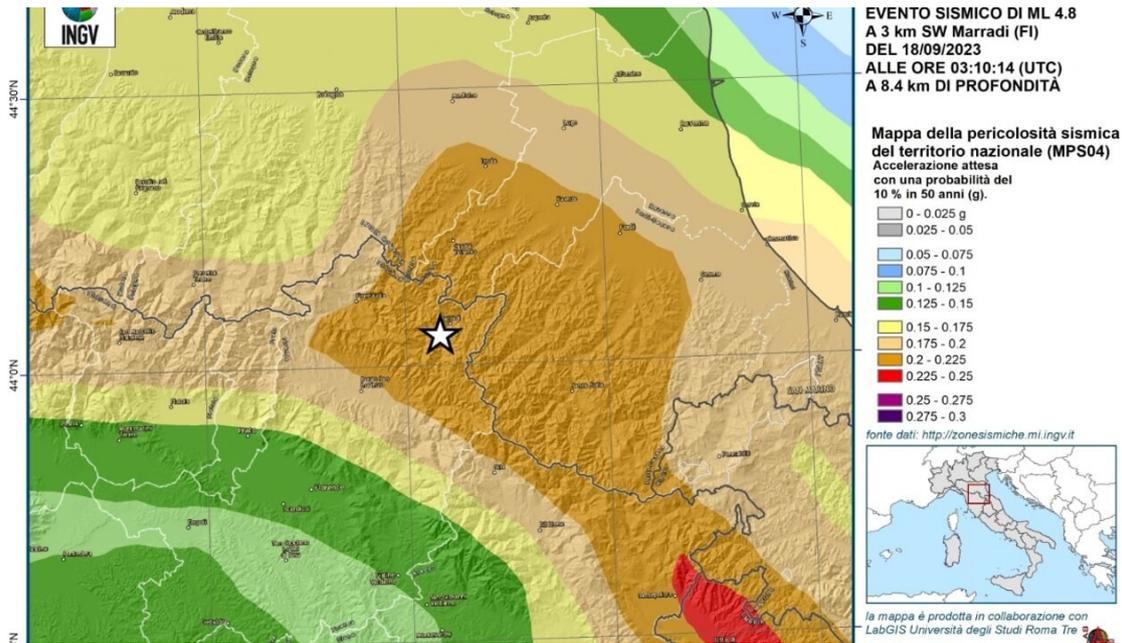


Figura 3 – Pericolosità sismica dell’area epicentrale
(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)

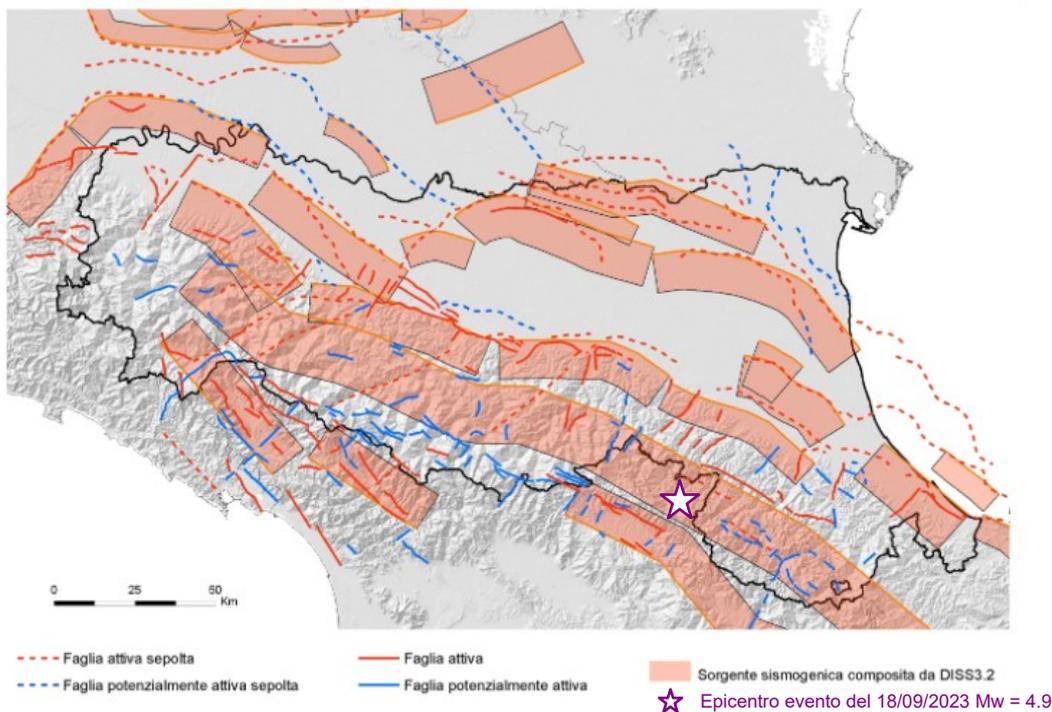
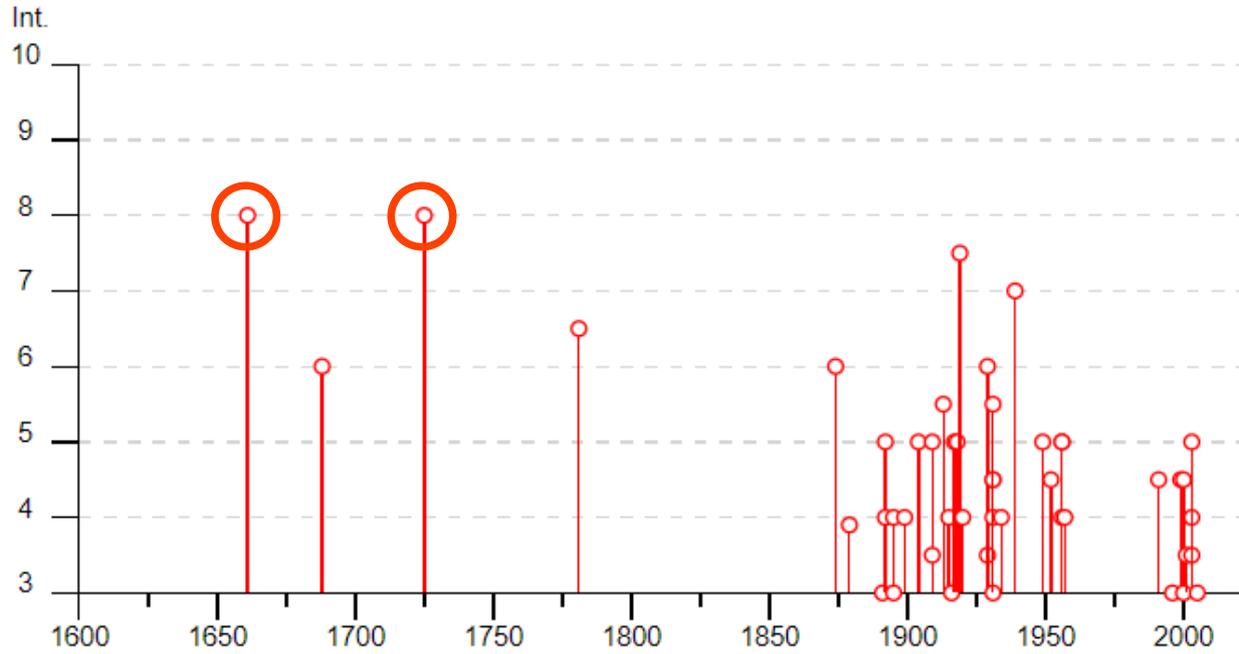


Figura 4 - Confronto tra le zone sismogeniche in grado di generare terremoti M>5,5 (DISS Working Group, 2015) e le principali faglie attive riconosciute (Martelli et al., 2017a) nell’Appennino tosco-emiliano-romagnolo e la Pianura Padana centrale e orientale
(fonte: Arpae Emilia Romagna)

Osservando la sismicità storica dei centri abitati presi a campione di Marradi (FI) e Tredozio (FC) di cui in figura fa e 5b sono forniti i diagrammi degli effetti degli eventi sismici forniti dal catalogo storico dei terremoti italiani (CPTI15-DBMI15) nell’arco di tempo dal 1600 al 2020, si osserva una distribuzione diversa per entità e numero. Questo presuppone quindi una diversa memoria storica dei terremoti.



Marradi



Tredozio

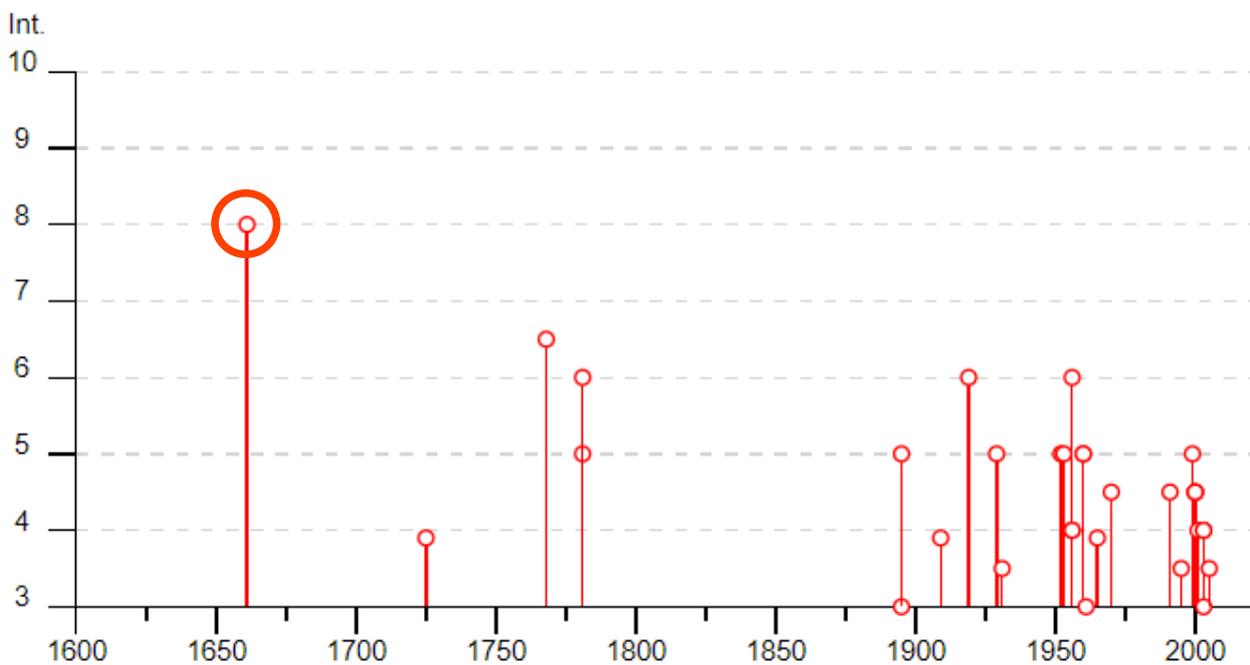


Figure 5 a e 5 b – Diagramma degli effetti degli eventi sismici per Marradi (FI) e Tredozio (FC) dal 1600 al 2020
(fonte: catalogo terremoti storici CPT115 e DB;115)



Vulnerabilità sismica

Per quanto riguarda la vulnerabilità sismica dell'edificato, si è potuto mettere a confronto, sulla base dei dati Istat del censimento abitazioni, la consistenza degli edifici per epoca di costruzione e soprattutto il numero di edifici costruiti in assenza di classificazione sismica e quindi di una normativa di riferimento da applicare.



Figura 6 – Province della Toscana e dell'Emilia Romagna
(il cerchio rosso rappresenta l'area epicentrale)

Per prima cosa è presentata in figura 7 la tabella del numero di edifici per epoca di costruzione per ciascun comune, con l'Intensità M_{cs} e la distanza epicentrale). In figura 8 è riportato il grafico con le percentuali di edifici costruiti prima del 1919 per ciascun comune. Premilcuore (FC), Marradi (FI) e Palazzuolo sul Senio (FI) hanno le percentuali più elevate di edifici storici che supera il 60%. Viceversa Santa Sofia (FC) e Castrocaro (FC) quelle più basse inferiori al 20%.

Prov	Epoca di costruzione	Imcs	Km	<1918	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005	>2006	Totale
FC	Castrocaro Terme e Terra del Sole	5,5	32	195	204	212	148	181	106	88	18	20	1172
FC	Dovadola	5	25	162	79	53	30	24	15	19	16	5	403
FC	Galeata	6	27	310	90	70	68	94	37	32	19	15	735
FC	Modigliana	4,5	20	613	131	57	98	183	127	28	23	16	1276
FC	Premilcuore	6	18	229	37	32	18	40	14	3	0	1	374
FC	Rocca San Casciano	6	21	119	121	120	58	57	23	20	15	3	536
FC	Santa Sofia	5	29	185	156	183	207	242	109	53	35	26	1196
FC	Tredozio	6	13	282	36	50	40	71	41	31	5	7	563
BO	Fontanelice	5	25	116	138	91	45	114	44	21	23	7	599
FI	Londa	4,5	22	193	79	45	97	115	26	20	11	9	595
FI	Marradi	5	3	679	114	95	84	74	35	21	6	3	1111
FI	Palazzuolo sul Senio	4	7	338	31	27	45	51	23	24	21	21	581

Figura 7 – Edifici residenziali per epoca di costruzione dei comuni selezionati
(Fonte: Istat censimento 2011)

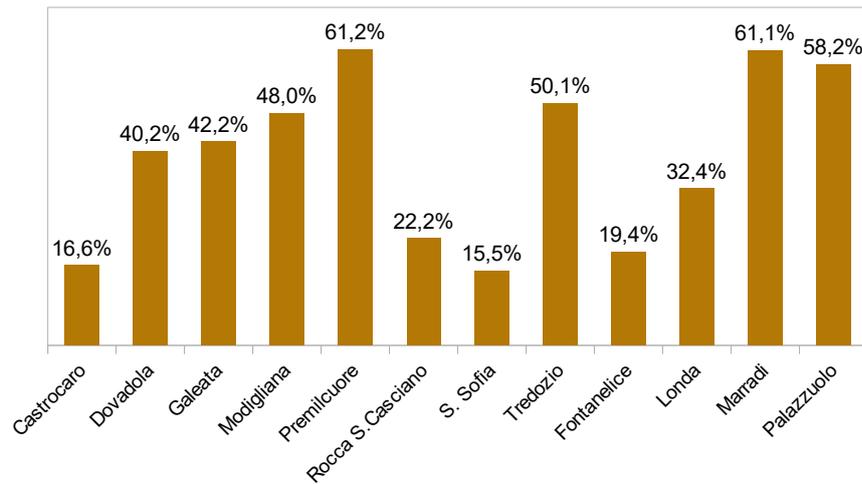


Figura 7 – Percentuale degli edifici residenziali costruiti prima del 1918 per comune

Classificazione sismica

I comuni della Toscana dell'area epicentrale sono stati classificati sismici per la prima volta (categoria 2^a) nel 1927 come si vede nella figura 8. Quelli dell'Emilia Romagna nel 1983-84 sono rappresentati nella figura 9.

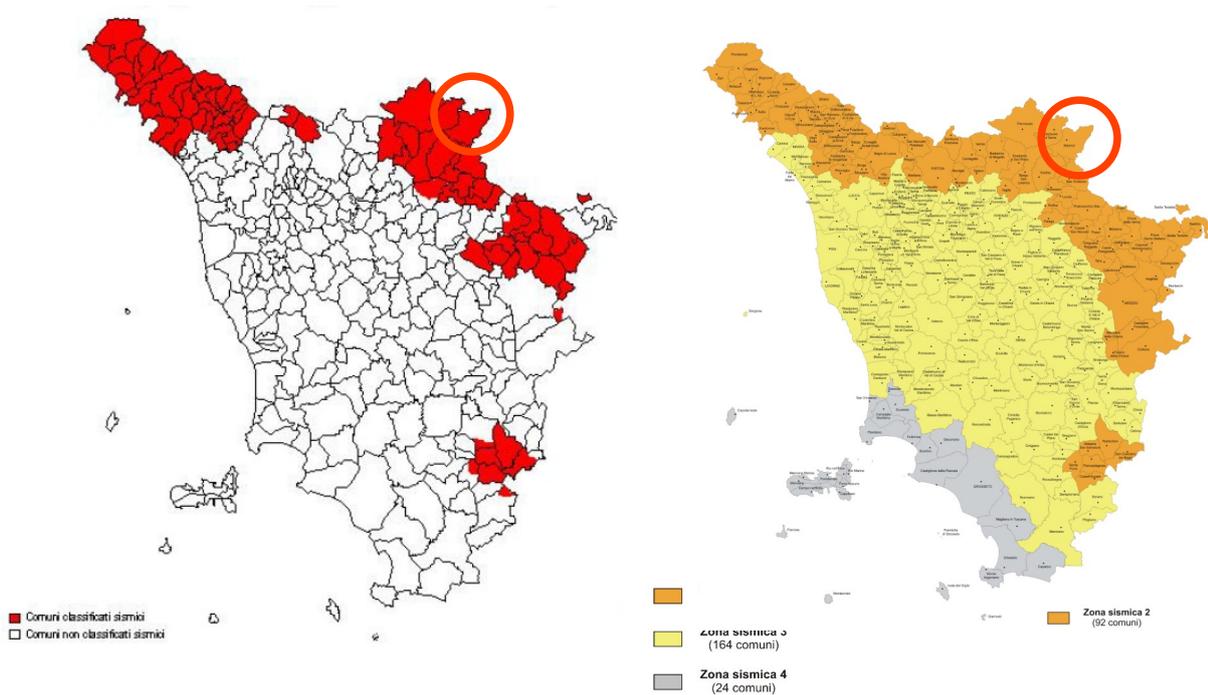


Figura 8 – Classificazione sismica dei comuni della Toscana nel 1927 e attuale (nel cerchio in rosso l'area epicentrale)

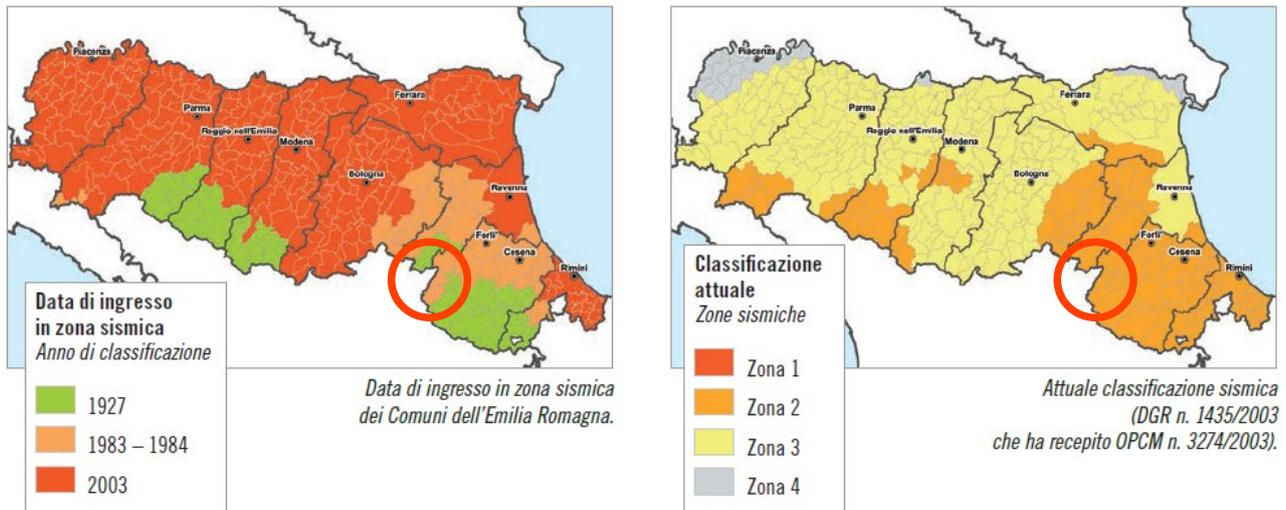


Figura 9 – Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia Romagna e attuale
(nel cerchio in rosso l'area epicentrale)

In questi oltre 50 anni di tempo il numero di interventi antisismici in Toscana è maggiore rispetto a quelli dell'Emilia Romagna. La percentuale di edifici più "sicuri" oscilla dal 35% al 63% per i comuni toscani, rispetto a valori dal 4% al 17% per quelli emiliano-romagnoli come riassunto dalla tabella di figura 10 e dal grafico di figura 11.

Edifici antisismici	Edifici Post classif.	%	Edifici Pre classif.	%	Totale
Castrocaro Terme e Terra del Sole	972	82,9%	200	17,1%	1172
Dovadola	353	30,1%	51	4,3%	403
Galeata	643	54,9%	92	7,8%	735
Modigliana	1120	95,6%	156	13,3%	1276
Premilcuore	360	30,7%	14	1,2%	374
Rocca San Casciano	482	41,1%	54	4,6%	536
Santa Sofia	1006	85,8%	190	16,2%	1196
Tredozio	491	41,9%	72	6,1%	563
Fontanelice	517	44,1%	82	7,0%	599
Londa	220	18,8%	375	32,0%	595
Marradi	718	61,3%	393	33,5%	1111
Palazzuolo sul Senio	349	29,8%	232	19,8%	581

Figura 10 – Edifici residenziali costruiti prima o dopo la classificazione sismica del comune
(Fonte: Istat censimento 2011)

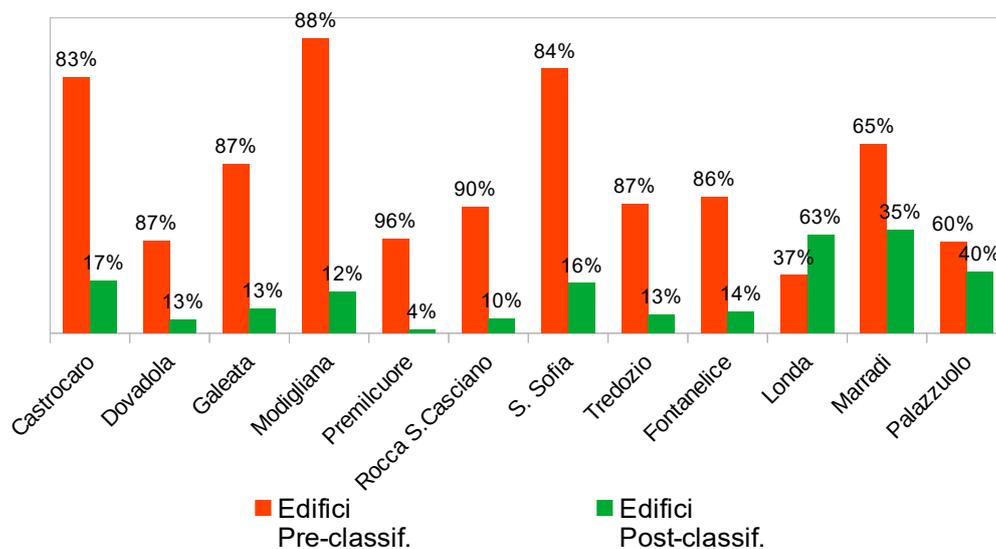


Figura 11 – Percentuale degli edifici residenziali costruiti prima o dopo la classificazione sismica

Report a cura di Bacci Maurizio Regione Toscana – Settore Sismica Prevenzione sismica
ultimo aggiornamento 25/09/20236