



Regione Toscana

Rischio Sismico



Evento sismico nel Mugello del 18 settembre 2023
(Mw 4.9 profondità 8.4 Km)

Attività di censimento danni e agibilità



REPORT FINALE

A cura del Settore Sismica – Prevenzione Sismica
REGIONE TOSCANA
dicembre 2023



DESCRIZIONE EVENTO

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 due scosse di intensità ML 3.0 e numerose scosse di intensità inferiore a 3.0 come meglio evidenziato nel Report sismologico informativo del 18.09.2023 a cura del Settore Sismica Prevenzione sismica della Regione Toscana da cui è stata estrapolata la rappresentazione degli eventi sismici registrati nella giornata odierna in figura 1.

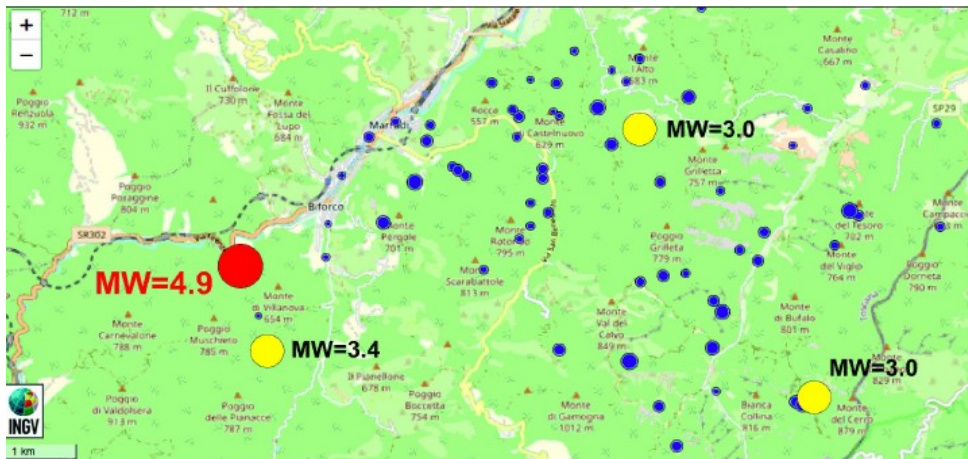


Figura 1 – Epicentri principali del giorno 18/09/2023
(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)

Pericolosità sismica

Si veda la mappa di pericolosità sismica dell'area interessata riportata in figura 2.



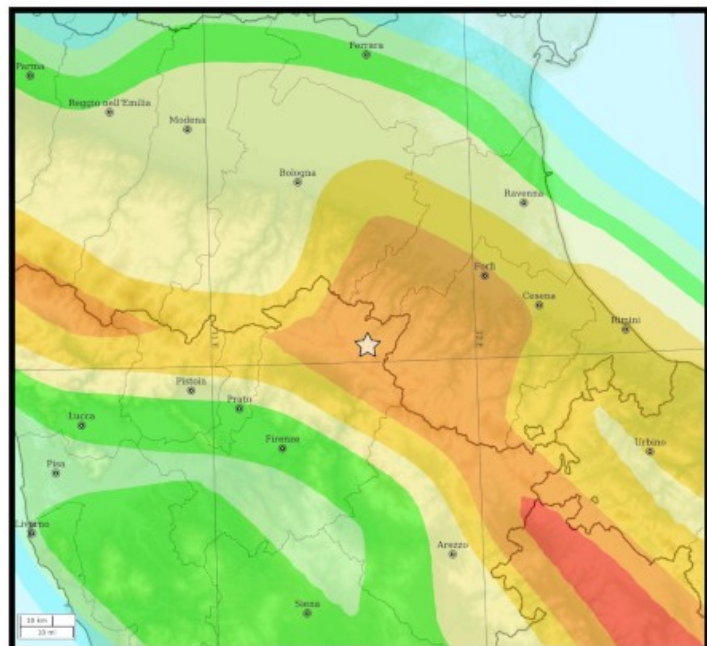
Mappa di pericolosità sismica nell'area dell'evento di magnitudo Mw 4.9 del 2023-09-18 03:10:14 (UTC)

Dati: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (Vs30>800 m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

Accelerazione orizzontale del suolo
con probabilità di eccedenza del 10%
in 50 anni riferita ai suoli rigidi

< 0.025 g	0.100 - 0.125	0.200 - 0.225
0.025 - 0.050	0.125 - 0.150	0.225 - 0.250
0.050 - 0.075	0.150 - 0.175	0.250 - 0.275
0.075 - 0.100	0.175 - 0.200	0.275 - 0.300



Dati: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Figura 2 – Pericolosità sismica con indicazione dell'epicentro del terremoto del 18/09/2023
(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)



Attività del Settore Sismica

Premessa

Il **Settore Sismica - Prevenzione Sismica** della Regione Toscana si è attivato per verificare l'entità dell'evento sismico secondo le procedure approvate con Delibera di Grt n. 1040/2014 dal Settore Protezione Civile della Regione Toscana (del. 1040/2014) e tenuto conto delle indicazioni operative del Dipartimento della Protezione Civile.

Le attività previste dal Settore Sismica per eventi di pari importanza e significatività sono le seguenti:

1. raccolta di informazioni sugli effetti del sisma;
2. contatti con la Protezione Civile della Regione Toscana;
3. monitoraggio sismologico dell'attività sismica e redazione di un report con eventuali aggiornamenti;
4. preliminare ricognizione della disponibilità dei tecnici Aedes per l'avvio attività di censimento danni e agibilità post-sisma dopo 48/72 ore dall'evento ;
5. redazione di report informativi con eventuali aggiornamenti;
6. aggiornamento del sito web sugli eventi sismici.

Attività svolte

Il giorno 18/09 due squadre composte dal Dirigente del Settore Sismica e 4 tecnici Aedes hanno effettuato una preliminare ricognizione finalizzata a prendere contatti con gli altri soggetti presenti nella fase di emergenza per il coordinamento delle attività di censimento danni e agibilità degli edifici; in tale occasione sono stati svolti alcuni sopralluoghi negli edifici pubblici. Presso la propria sede altri 4 tecnici hanno predisposto: un report sismologico, un rapporto di sintesi automatico dell'Osservatorio sismico delle strutture (Oss), un report informativo dell'entità dell'evento in termini di esposizione sismica e di impatto sul territorio. La documentazione è pubblicata sul sito web del Rischio sismico alla pagina dedicata all'evento: <https://www.regione.toscana.it/-/marradi-2023>

Ricognizione

Durante la ricognizione preliminare sul posto del giorno 18/09 sono stati osservati gli effetti prodotti dal terremoto sul territorio e la ricerca di eventuali danni agli edifici, sono stati presi i contatti, tramite i referenti della Protezione Civile regionale, con i Vigili del Fuoco (VVF), i tecnici della Città Metropolitana di Firenze, dell'Amministrazione comunale di Marradi, e di altri soggetti presenti, presso il Coc ubicato in località Popolano a circa 2,5 Km a N-E del capoluogo comunale.

Il personale coinvolto era composto dal Dirigente del Settore Sismica e da due squadre di 4 tecnici Aedes.

Dalle preliminari informazioni raccolte nel corso del sopralluogo del giorno 18 settembre 2023 si evidenzia che:

Marradi (circa 3 Km dall'epicentro)

- il centro storico non risulta particolarmente interessato da lesioni importanti o danni gravi agli edifici sia pubblici che privati, confermando le prime dichiarazioni rilasciate la mattina del 18/09 a Rai News 24 dal Sindaco di Marradi, dal Responsabile del Settore di protezione Civile della Regione Toscana dr. Mazzanti, dal Capo del Dipartimento della Protezione Civile dr. Curcio;
- in alcuni punti sono stati rinvenuti e già prontamente transennati dai VVF alcuni residui di calcinacci o tegole cadute da alcuni edifici e chiese;
- la popolazione di Marradi nella notte è scesa in strada per la paura, tuttavia la mattina del 18/09 erano riprese le attività commerciali e il mercato in piazza;



- le scuole pubbliche, chiuse in via precauzionale e per consentire le verifiche di agibilità, non hanno evidenziato danni strutturali;
- i VVF hanno effettuato una ricognizione della Rsa senza evidenziare danni strutturali significativi, tuttavia gli ospiti sono stati trasferiti in altra struttura e in altra località (Firenzuola) confermando quanto detto nell'intervista al Capo DPC e al Sindaco di Marradi su Rai news 24 delle ore 6:30 e successivamente nei servizi del Tg1 delle ore 20:00;
- risultano segnalazioni di potenziali danni con distacco di intonaco presso due canoniche poste fuori dal centro urbano di Marradi, con interessamento dei rispettivi campanili prospicienti le abitazioni, per le quali sono seguiti i sopralluoghi dei VVF e dei tecnici del Settore Sismica della regione Toscana per accertare l'incolumità dei residenti;
- una chiesa del centro storico di Marradi in via Tamburini ha presentato la caduta di intonaci e stucchi

Effetti macrosismici

Alla pagina "Hai sentito il terremoto?" dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Ingv) è disponibile la mappa delle intensità macrosismiche, quale rappresentazione della stima probabilistica di effetto riportato su ciascun centro abitato, ricavato direttamente dai questionari compilati dalla popolazione.

Nella figura 3/a a sinistra è rappresentata la mappa del giorno 19/09 dell'evento principale delle ore 05:10 di Mw 4.9 utilizzando 4.768 questionari su un totale di 5.084 in 934 comuni. Nella figura 3/b a destra è rappresentata la mappa del 20/12 in cui sono stati utilizzati 5302 questionari su 5663 compilati in 985 comuni.

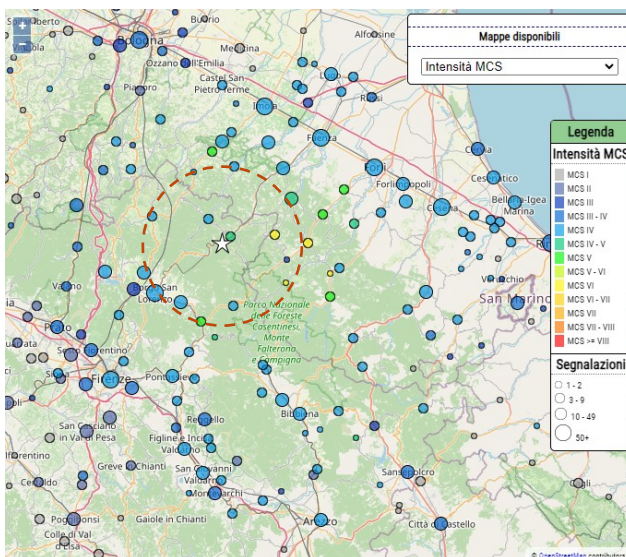


Fig. 3/a mappa degli effetti macrosismici del 19/09

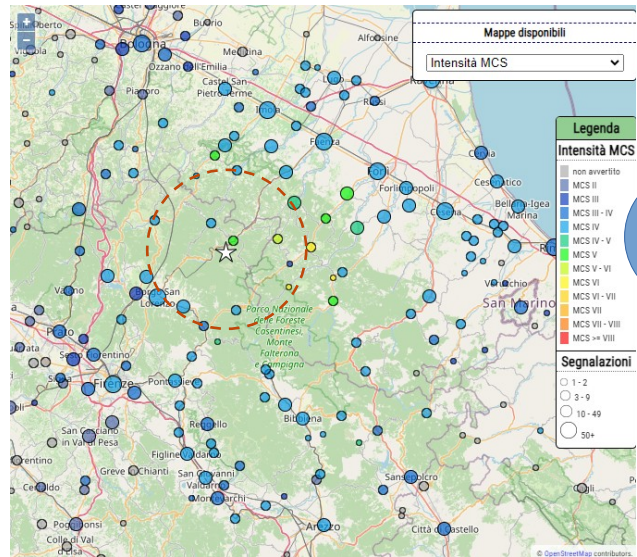


Fig. 3/b mappa degli effetti macrosismici del 20/12

Figura 3 – Effetti macrosismici dell'evento delle ore 05:10 di Mw 4.9 dove il cerchio in rosso dista 20 Km dall'epicentro
(fonte: Ingv "Hai sentito il terremoto" <https://e.hsit.it/36163811/index.html>)

Si evidenzia un marcato risentimento dell'area orientale rispetto all'epicentro, ben oltre i 20 Km di distanza, con Intensità macrosismica I = 6 nei comuni dell'Emilia Romagna di Tredozio (I=5.5 dopo la revisione), Premilcuore, Galeata e Rocca San Casciano ubicati a più di 10 Km dall'epicentro. In Toscana i risultati mostrano che gli effetti sono stati inferiori: a Marradi a soli 3 Km dall'epicentro è stimata una Intensità macrosismica I = 5



(era 4.5 con 8 questionari incrementata dopo 9 questionari), a Londa I = 4.5 (con 1 solo questionario), una intensità I = 4 a Palazzuolo sul Senio, Borgo San Lorenzo, Firenzuola, San Godenzo, Scarperia, Barberino di Mugello, Vaglia, e I = 3.5 a San Piero a Sieve e Dicomano. Si noti che anche Firenze, a 45 Km di distanza dall'epicentro, ha avuto una intensità I = 4 (con 340 questionari validi) e persino Arezzo (46 questionari) che dista più di 70 Km

La stima dell'intensità macrosismica è un indicatore importante per la determinazione del livello di significatività di un evento, correlato alla distanza delle località dall'epicentro, e quindi alle leggi di attenuazione degli effetti, che tiene conto della popolazione e delle abitazioni presenti sul territorio.

Popolazione

Per quanto riguarda la popolazione coinvolta si segnala, come elemento positivo, che l'area epicentrale è poco densamente popolata. Sono solo 2 i comuni toscani entro i 10 km di distanza dall'epicentro: **Marradi** (3 Km a N-E dall'epicentro, con 3.139 abitanti e circa 19 ab/Kmq, 1.100 abitazioni) e **Palazzuolo sul Senio** (7 Km a N-W dell'epicentro con 1.154 abitanti e circa 10 ab/Kmq, 580 abitazioni) per complessivi 4.300 abitanti circa e 1.700 abitazioni. Tenuto conto che il censimento Istat fornisce il numero di abitazioni ma che non corrisponde al numero di edifici, si è considerato il rapporto medio tra i due valori pari a 2,5 al fine di stimare in via approssimativa il numero complessivo di edifici residenziali presenti pari a 600-700.

Altre località toscane con distanza dall'epicentro compresa fra 10 e 20 Km sono San Godenzo, Vicchio, Firenzuola, Dicomano e Borgo San Lorenzo tutte nella Città Metropolitana di Firenze, per complessivi 53.146 abitanti, come evidenziato nella successiva figura 4.

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 4 – Popolazione dei comuni e loro distanza entro 20 Km dall'epicentro
(Fonte INGV – <http://cnt.rm.ingv.it/>)



Abitazioni

Sotto il profilo delle abitazioni interessate dei comuni entro i 10 Km di distanza dall'epicentro si riporta in figura 5 la tabella con le abitazioni censite nel 2011 che è il dato più recente fornito dall'Istat. Si noti che circa il 60% delle abitazioni è stato costruito prima del 1927 che è l'anno di prima classificazione sismica (categoria 2). In figura 6 sono riportati i grafici della distribuzione del numero di abitazioni per epoca di costruzione per il Comune di Marradi e Palazzuolo sul Senio.

Comune	1918 e precedenti	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005	2006 e successivi	totale
Marradi	679	114	95	84	74	35	21	6	3	1111
	61,1%	10,3%	8,6%	7,6%	6,7%	3,2%	1,9%	0,5%	0,3%	100,0%
Palazzuolo sul Senio	338	31	27	45	51	23	24	21	21	581
	58,2%	5,3%	4,6%	7,7%	8,8%	4,0%	4,1%	3,6%	3,6%	100,0%
Totale	1017	145	122	129	125	58	45	27	24	1692

Figura 5 – Tabella abitazioni per epoca di costruzione per Marradi e Palazzuolo sul Senio
(fonte: Istat)

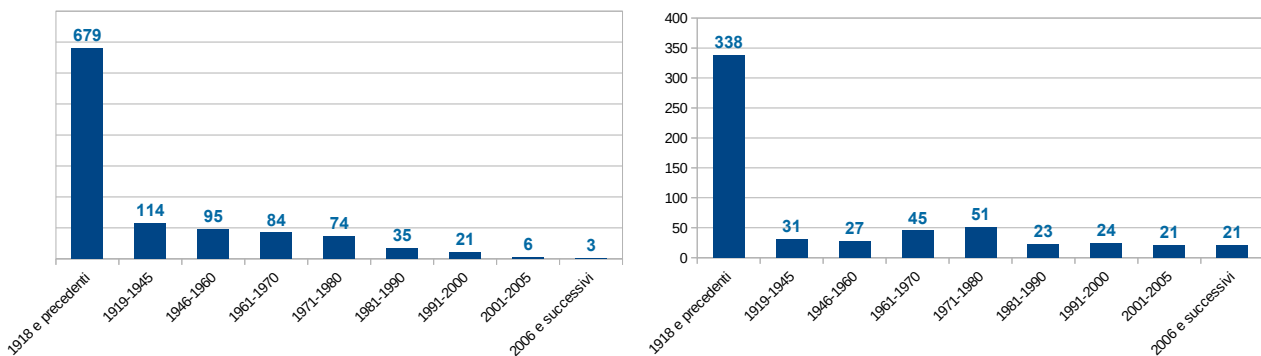


Figura 6 – Distribuzione abitazioni per epoca di costruzione per Marradi e Palazzuolo sul Senio
(fonte: Istat)

Territorio e valutazione del rischio sismico

Con la delibera n. 31 del 2020 è stata approvata la metodologia per la valutazione del rischio sismico finalizzata alla redazione dei piani operativi comunali e loro varianti. La valutazione di livello 1 si basa sui dati Istat del censimento della popolazione delle abitazioni per la valutazione dell'esposizione e della vulnerabilità sismica e del livello di pericolosità in termini di accelerazione massima al suolo A_g delle sezioni di censimento.

E' stata estrapolata la carta del rischio sismico di Livello 1 dei centri urbani del Comune di Marradi, come riportato nelle seguenti figure 7, 8 e 9.

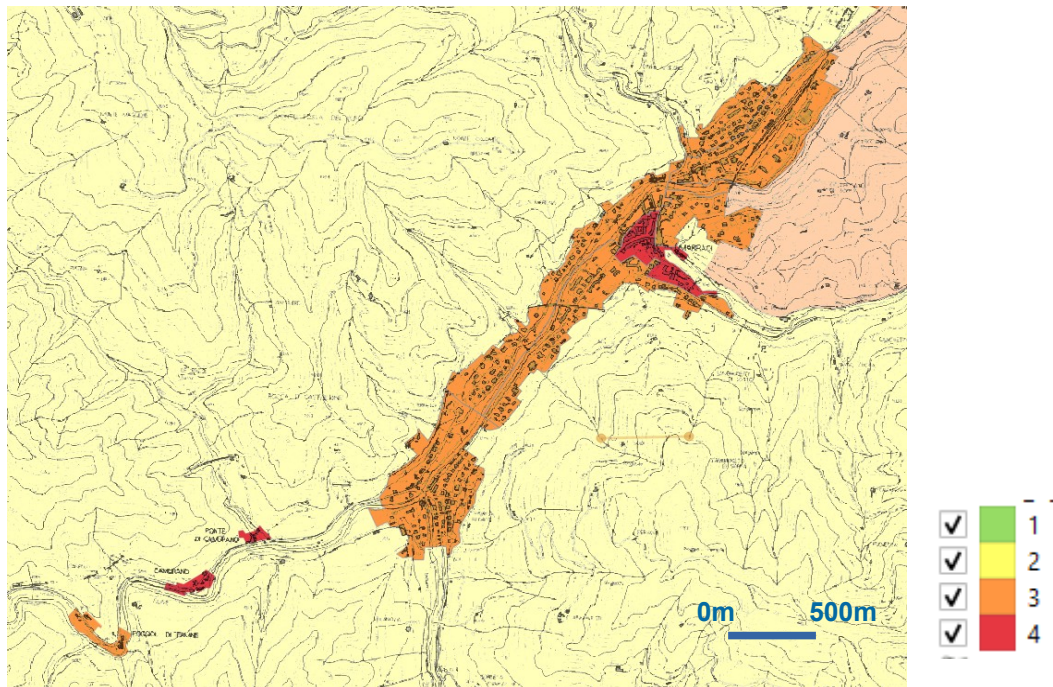


Figura 7 – Estratto dalla carta di rischio sismico di Livello 1 di Marradi capoluogo
(fonte: Regione Toscana)

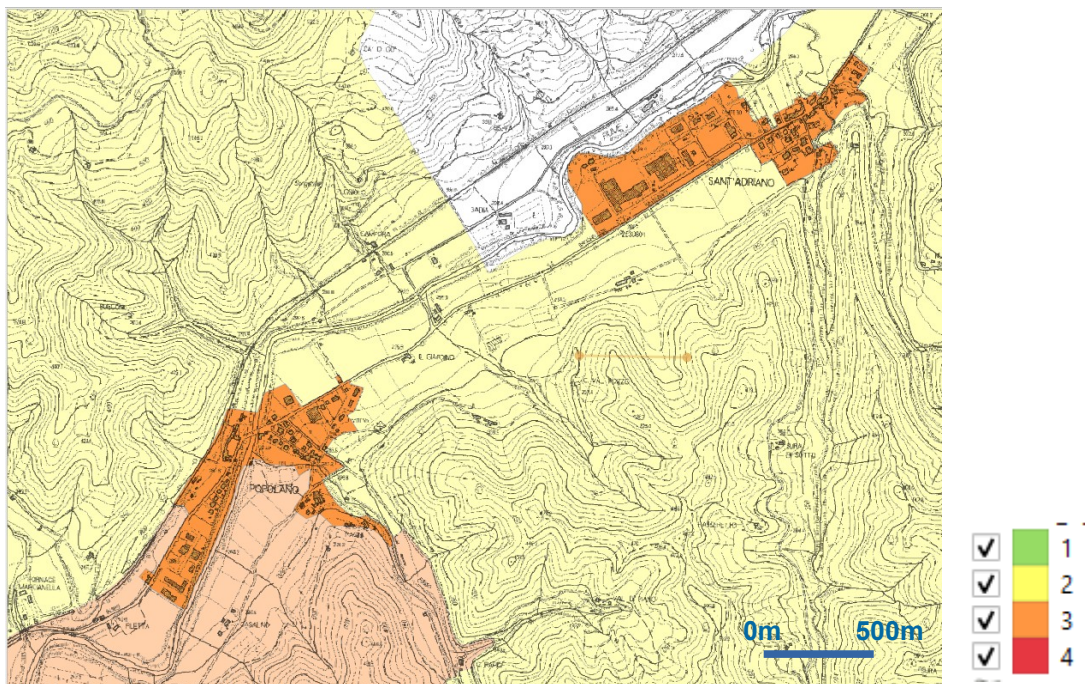


Figura 8 – Estratto dalla carta di rischio sismico di Livello 1 delle frazioni di Popolano e Sant'Adriano
(fonte: Regione Toscana)

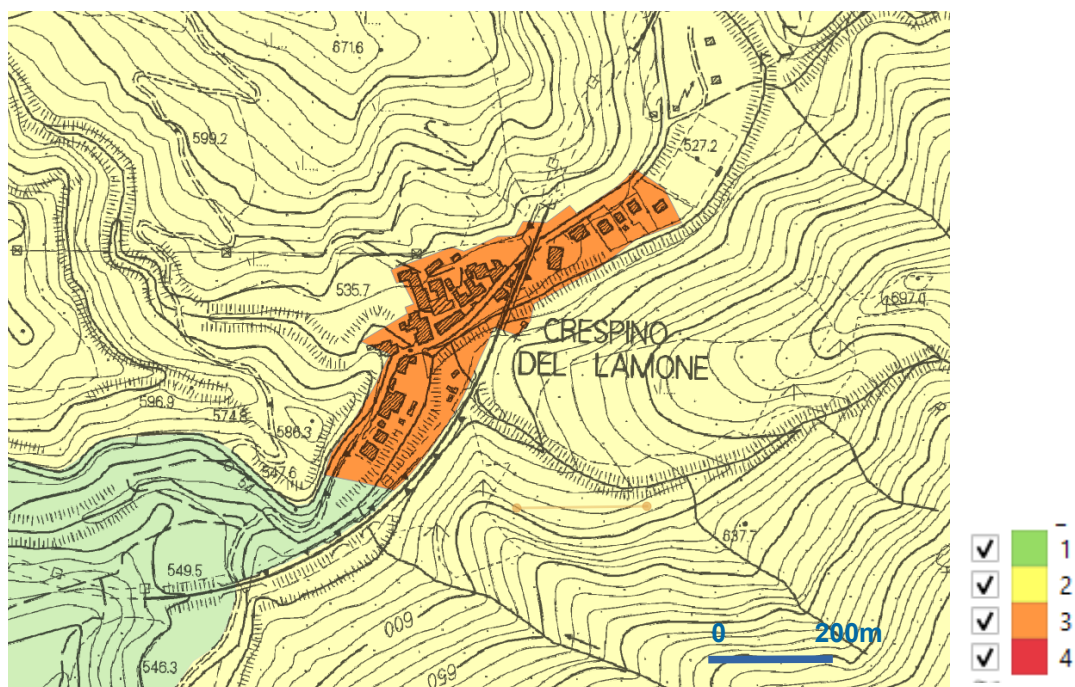


Figura 9– Estratto dalla carta di rischio sismico di Livello 1 della frazione di Crespino (fonte: Regione Toscana)

ATTIVITA' DI CENSIMENTO DANNI E AGIBILITA'

Le attività di censimento danni e agibilità effettuate dai tecnici Aedes sono state svolte nell'arco di 8 settimane dal giorno 19 settembre fino al giorno 10 novembre 2023 per complessivi 18 giorni di operatività come risulta dal grafico di figura 10.

Personale impegnato

Sono stati impegnati **37 tecnici**, fra cui il Dirigente del Settore Sismica, che hanno formato complessivamente 31 squadre per effettuare 34 sopralluoghi.

I tecnici sono dipendenti della Regione Toscana - 35 del Settore Sismica e 2 di altre Direzioni - e 28 dell'AgePro.

Sono state compilate 154 schede, di cui 147 validate (95% del totale), con una media di oltre 4 schede per squadra e 8/9 schede al giorno.

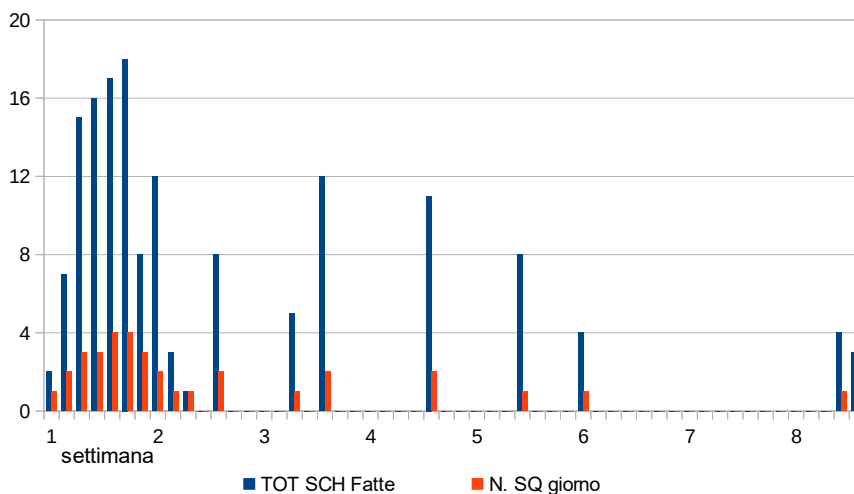


Figura 10 – Distribuzione delle squadre (rosso) e del numero di schede Aedes (blu) per giorno di sopralluogo



Schede Aedes compilate

Sono state compilate e inserite su Geosisma **154 schede** di cui 147 validate.

Esiti complessivi:

A = 60 (41%) - agibili

A/F = 2 – inagibili per cause esterne

B = 13 (9%) – agibili con provvedimenti

C = 13 (9%) – parzialmente inagibili

D = 0 – da rivedere

E = 56 (38%) – non agibili

E/F = 3 – inagibili anche per cause esterne

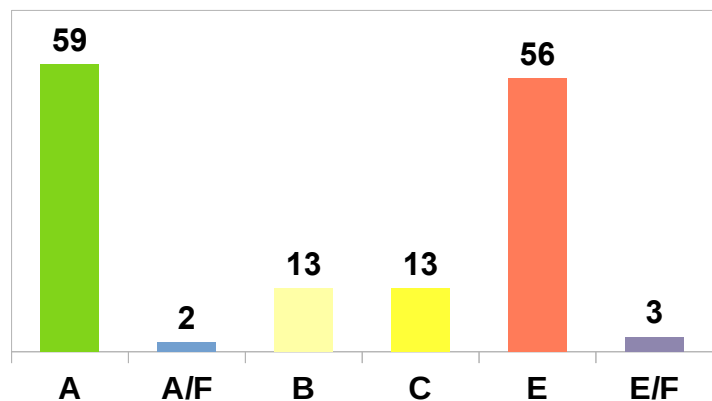


Fig. 10 – Esiti delle schede Aedes validate

Gli esiti in dettaglio per ciascun Comune e per proprietà in figura 11:

- Borgo San Lorenzo totale 3 di cui B=1, E=2 di cui 1 chiesa E e 12 private A=0
- Marradi totale 129 di cui A=52 A/F=1 B=11 C=11 E=51 E/F=3 di cui 23 chiese A=6, 11 pubbliche A=8, 95 private A=38
- Palazzuolo sul Senio totale 15 di cui A=8 A/F=1 B=1 C=2 E=3 di cui 5 chiese A=1, 3 pubbliche A=3, 7 private A=4

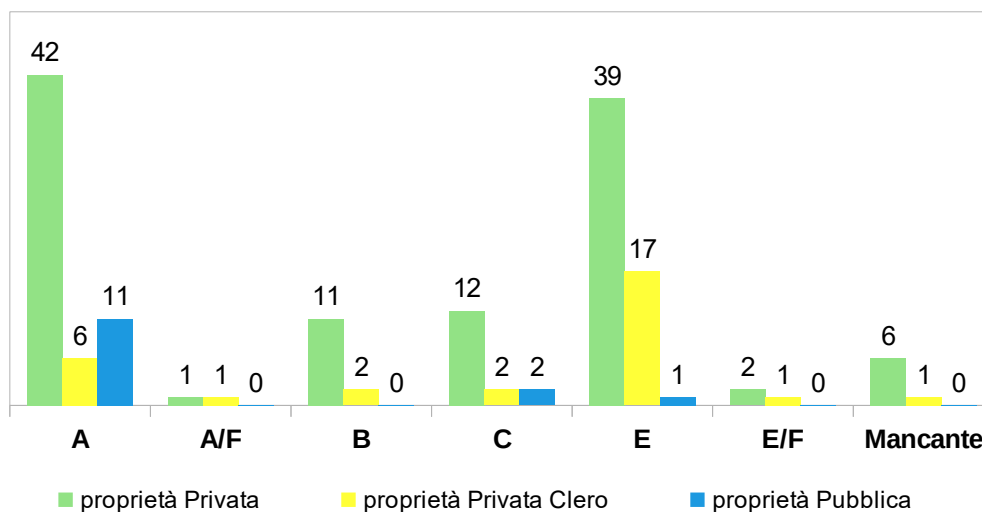


Fig. 11 – Esiti delle schede Aedes per Proprietà

Risultati

Per quanto riguarda gli edifici pubblici l'80% è risultato agibile (11 su 14) e solo 1 inagibile (7%); le abitazioni private sono risultate per il 36% agibili (42 su 114), e il 33% inagibili (38 su 114).

Sono state compilate 33 schede su edifici di culto - chiese - su un totale di 147 schede validate, pari al 22% del totale. E' emerso che le chiese non agibili (26 su 33 pari all'80%) si presentavano in cattivo stato di manutenzione a causa dell'abbandono e incuria, tanto da risultare non utilizzate prima dell'evento sismico.

Le cause principali di inagibilità sono riferibili in gran parte a edifici vetusti, in cattivo stato di manutenzione e seconde abitazioni, ovvero non aperte al pubblico come nel caso di alcune canoniche. In altri casi è da tenere presente la morfologia accentuata nei casi di cocuzzoli, poggi o versanti in particolare fuori dal capoluogo.

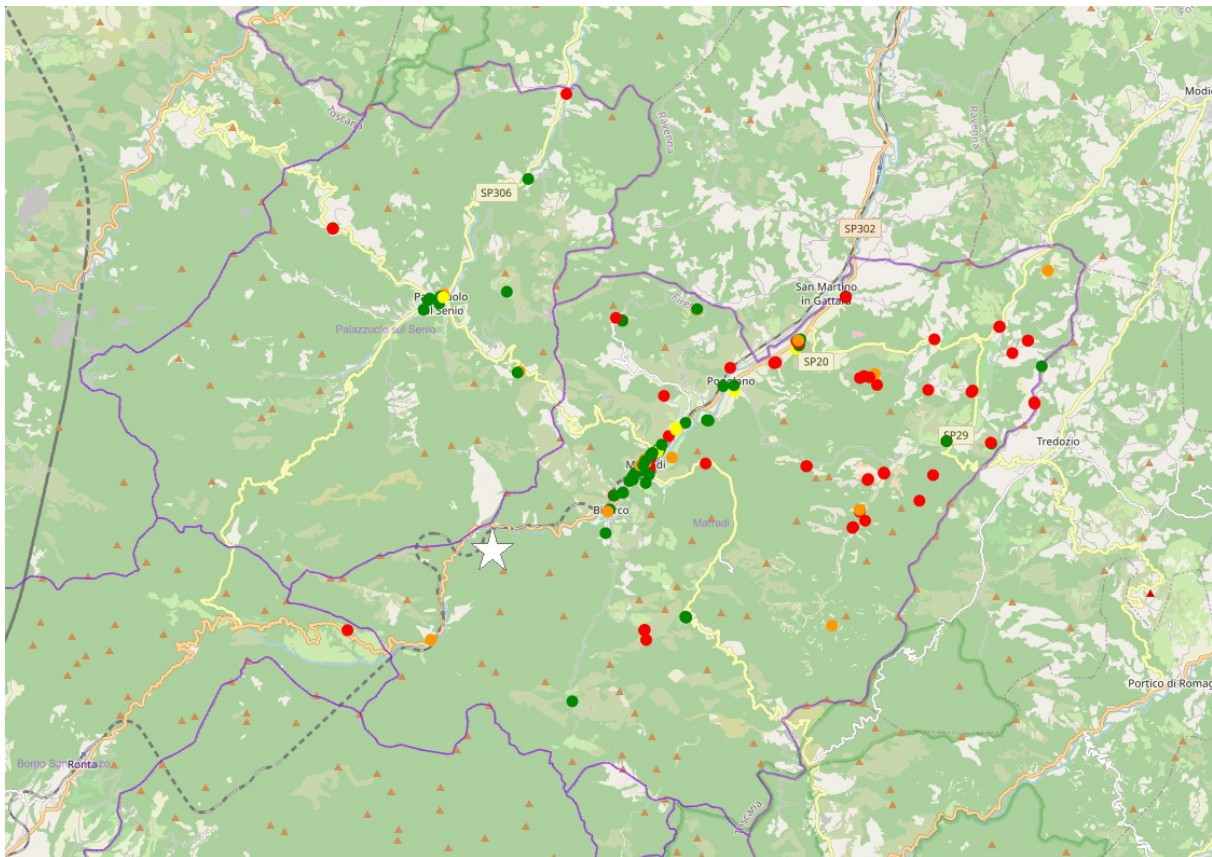


Fig. 12 – Esiti delle schede Aedes georiferiti
(fonte Geosisma - RT)

Nella rappresentazione cartografica si può osservare la distribuzione maggiore di edifici non agibili (esito E) sul lato orientale della zona epicentrale, con maggior diffusione verso il confine con la Regione Emilia Romagna. Gli edifici agibili sono superiori a Marradi (esito A) e a Palazzuolo sul Senio sebbene più vicini all'epicentro.

CONSIDERAZIONI GENERALI

L'esperienza maturata a seguito dell'evento del Mugello 2023, alla luce anche di quello che è avvenuto nel 2019, ha permesso di mettere in evidenza alcuni aspetti generali che possono risultare utili in prospettiva:

- la necessità di formare nuovi i tecnici per l'attività di censimento danni e agibilità post-sisma, con l'obiettivo di incrementarne il numero e aggiornare quelli in attività
- la necessità di formare personale delle amministrazioni locali dei Comuni, Unione dei Comuni, Province e Città metropolitana di Firenze in grado di svolgere consapevolmente le attività propedeutiche ai sopralluoghi
- modulare le risorse e l'organizzazione in relazione alle caratteristiche dell'evento e degli effetti sul territorio

Si dà atto che il 24 novembre si è svolto a Barberino di Mugello (FI) un seminario di formazione/aggiornamento dei tecnici AgePro (circa 60) in merito alla compilazione delle schede Aedes, con l'obiettivo di focalizzare l'attenzione sulle recenti istruzioni emanate dal DPC rivolte al Nucleo Tecnico Nazionale e alle fasi operative, sull'attività di censimento delle squadre, sulle criticità nella compilazione della scheda Aedes anche tenuto conto dell'esperienza maturata durante le attività svolte a Marradi.