



Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE)

Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

RUE 2016

L.R. 24 marzo 2000, n. 20 e s.m.i. - *"Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*

A.1

■ RUE_ALLEGATI

IL PIANO REGOLATORE DELLA SISMICITA'

Adottato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 61 del 21.12.2016
Approvato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. del

SINDACO DI FAENZA
Giovanni Malpezzi

ASSESSORE ALLA PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE
Daniele Meluzzi

SINDACO DI CASTEL BOLOGNESE
Daniele Meluzzi

SINDACO DI BRISIGHELLA
Davide Missiroli

PROGETTO
Ennio Nonni

SINDACO DI RIOLO TERME
Alfonso Nicolardi

SINDACO DI CASOLA VALSENI
Nicola Iseppi



SINDACO DI SOLAROLO
Fabio Anconelli

Alla redazione del RUE intercomunale dei Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo hanno partecipato

Progetto generale

Ennio Nonni

Gruppo di progettazione

Daniele Babalini
Federica Drei
Daniela Negrini
Devis Sbarzaglia

Coordinamento tecnico intercomunale

Mauro Camanzi (Castel Bolognese)
Alfio Gentilini (Riolo Terme)
Fausto Salvatori (Casola Valsenio)
Cristina Santandrea (Solarolo)
Laura Vecchi (Brisighella)

Aspetti normativi

Lucio Angelini
Lucia Marchetti

Sistema Informativo Territoriale

Mauro Benericetti
Antonello Impellizzeri

Procedimento

Daniele Babalini
Cinzia Neri

Elaborazioni

Daniele Bernabei
Stefano Fatone
Daniele Mongardi
Alessandro Poggiali
Raffaella Stella
Gabriele Tampieri

Segreteria

Tiziana Piancastelli

Aspetti giuridici

Deanna Bellini

Aspetti commerciali

Maurizio Marani

Aspetti statistici

Antonello Impellizzeri
Simonetta Torroni

Aspetti agronomici e forestali

Luca Catani
Alvaro Pederzoli

Valutazione ambientale

Università di Bologna - Dipartimento di Architettura
Simona Tondelli (responsabile scientifico)
Elisa Conticelli
Stefania Proli

Vulnerabilità sismica del centro storico

Università degli Studi di Catania
Caterina Carocci (responsabile scientifico)
Salvatore Giuffrida (responsabile scientifico)
Chiara Circo
Margherita Giuffrè
Luciano A. Scudieri

Aspetti geologici

Alessandro Poggiali

Condizione Limite per l'Emergenza

Gruppo di lavoro Unione della Romagna Faentina
Antonio Milioto
Tiziano Righini
Samuel Sangiorgi

Aspetti energetici - PAES

Massimo Donati
Studio Seta - Faenza

Archeologia territoriale

Soprintendenza Archeologica Regione Emilia-Romagna
Chiara Guarnieri

Processo di partecipazione istituzionale

Studio Ecoazioni - Gubbio
Massimo Bastiani
Endro Martino
Virna Venerucci

Elaborati del RUE intercomunale dei Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Hanno carattere prescrittivo nell'ordine:

Tav. P.1	Schede progetto
Tav. P.2	Norme di Attuazione
Tav. P.3	Progetto - scala 1:5.000 (68 Tavv.)
Tav. P.4	Progetto centro storico - scala 1:1.000 (24 Tavv.)
Tav. P.5	Attività edilizia e procedimenti

Sono elaborati conoscitivi per l'applicazione del RUE:

Tav. C.1	[omissis]
Tav. C.2	Tavola dei vincoli - scala 1:10.000 (105 Tavv.) e Scheda dei vincoli
Tav. C.3	VALSAT (Comprensiva di "Sintesi non tecnica" e "Valutazione di incidenza")
Allegato A.1	Il piano regolatore della sismicità
Allegato A.2	La partecipazione

IL PIANO REGOLATORE DELLA SISMICITA'

Indice

Titolo I - Il Rischio sismico urbano

(a cura dell'Ufficio di Piano dell'Unione della Romagna Faentina)

- 1 La microzonazione: la pericolosità** pag. 1
- 1.1 La pericolosità sismica
 - 1.2 Gli studi di microzonazione sismica nei Comuni del RUE

Titolo II - Analisi di vulnerabilità urbana di primo livello

(a cura dell'Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - DICAr)

- 2 Metodologia e finalità** pag. 24
- 2.1 Vulnerabilità sismica a scala urbana
 - 2.2 Metodologia e livelli conoscitivi
 - 2.2.1 Livello conoscitivo 1: Definizione delle classi di vulnerabilità macrosismica
 - 2.2.2 Livello conoscitivo 2: Definizione dei Comparti a vulnerabilità omogenea
- 3 Applicazione ai centri urbani** pag. 28
- 3.1 Rilievo speditivo nei centri urbani dell'Unione dei Comuni
 - 3.2 Sintesi delle caratteristiche tipologiche dei centri urbani
- 4 Risultati** pag. 33
- 4.1 Carta degli ambiti a tipologia edilizia-strutturale omogenea
Allegati al Capitolo 4.1: Tavole F1.1.1-5 (5 tavole)
 - 4.2 Carta con attribuzione delle classi di vulnerabilità macrosismica (EMS'98)
Allegati al Capitolo 4.2: Tavole F1.2.1-5 (5 tavole)
 - 4.3 Carta dei comparti a vulnerabilità omogenea
Allegati al Capitolo 4.3: Tavole F1.3.1-5 (5 tavole)
 - 4.3.1 Descrizione dei comparti a vulnerabilità omogenea

Titolo III - Analisi speditiva della vulnerabilità del tessuto edilizio storico

(a cura dell'Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - DICAr)

- 5 Metodologia e finalità** pag. 46
- 5.1 Vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi
 - 5.1.1 Caratteristiche generali della costruzione muraria, modalità aggregative e danno sismico
 - 5.1.2 Analisi della tecnica costruttiva locale e delle trasformazioni
 - 5.2 Metodologia e livelli conoscitivi
 - 5.3 Identificazione degli aggregati
 - 5.4 Fattori di vulnerabilità
 - 5.5 Fattori di resistenza
- 6 Applicazione ai centri storici** pag. 55
- 6.1 Rilievo speditivo e verifica degli aggregati
 - 6.2 Materiali elaborati per l'esecuzione del rilievo sul campo
 - 6.3 Organizzazione ed esecuzione del rilievo sul campo
- 7 Risultati** pag. 59
- 7.1 Carta di identificazione di aggregati e sub-aggregati
Allegati al Capitolo 7.1: Tavole F2.1.1-5 (5 tavole)
 - 7.2 Fattori di vulnerabilità e resistenze osservati dovuti alle caratteristiche di impianto del tessuto e delle tipologie edilizie
 - 7.2.1 Il processo evolutivo del centro storico e la ricostruzione post bellica
 - 7.2.2 Tipi edilizi
 - 7.3 Fattori di vulnerabilità e fattori di resistenza relativi alla tecnica costruttiva locale e alle trasformazioni
 - 7.4 Carta delle vulnerabilità e resistenze del tessuto edilizio
Allegati al Capitolo 7.4: Tavole F2.2.1-5 (5 tavole)

Titolo IV - Generalizzazione dei risultati all'intero centro storico e formulazione delle indicazioni di intervento (codice di pratica)

(a cura dell'Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - DICAr)

- 8 Conoscenze e controlli preliminari: il rilievo critico** pag. 74
 - 8.1 Il percorso della conoscenza degli edifici storici in aggregato
 - 8.1.1 Analisi della tecnica costruttiva locale
 - 8.1.2 Ricostruzione ipotetica delle fasi evolutive
 - 8.2 Il rilievo critico
- 9 Punti di debolezza e punti di forza del costruito** pag. 80
 - 9.1 Interpretazione
 - 9.2 Sintesi delle vulnerabilità sismiche
 - 9.2.1 Configurazione d'assieme
 - 9.2.2 Interazioni tra gli edifici contigui nell'aggregato
 - 9.2.3 Elementi strutturali
 - 9.2.4 Vulnerabilità peculiari osservate in alcuni centri storici
 - 9.3 Punti di forza: tecnica costruttiva locale e presidi nei centri storici
 - 9.4 Ricostruzioni post-belliche e sostituzioni edilizie nei centri storici
- 10 Criteri per la mitigazione della vulnerabilità sismica negli edifici dei centri storici** pag. 88
 - 10.1 I criteri di progetto
 - 10.2 Indicazioni per la mitigazione della vulnerabilità edilizia
 - 10.2.1 Aggregati e unità strutturali in riferimento alle Norme Tecniche
 - 10.2.2 Interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità derivante dalla configurazione d'assieme
 - 10.2.3 Interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità dei singoli elementi strutturali
- 11 Sintesi della procedura conoscenza-interpretazione-progetto** pag. 94
 - 11.1 Conoscenza
 - 11.2 Interpretazione
 - 11.3 Progetto

Titolo V - Protezione della Struttura Urbana

(a cura dell'Ufficio di Piano dell'Unione della Romagna Faentina)

- 12 L'analisi della CLE (Condizione Limite per l'Emergenza)** pag. 97
- 13 La metodologia per l'analisi della CLE** pag. 98
- 14 L'analisi della CLE dei Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo** pag. 101
 - Allegati al Titolo IV: Tavole CLE (14 tavole)*

Titolo VI - Valutazione economica e formazione di scenari di intervento

(a cura dell'Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - DICAr)

- 15 Contenuti e obiettivi** Pag. 112
- 16 Metodologia e procedure** Pag. 114
 - 16.1 Descrizione degli edifici interferenti
 - 16.2 Calcolo dell'indice di vulnerabilità
 - 16.3 Determinazione del costo di intervento
- 17 Il modello di analisi, valutazione programmazione** Pag. 115
 - 17.1 Base informativa
 - 17.2 Calcolo del coefficiente di accelerazione
 - 17.3 Individuazione interventi di messa in sicurezza
 - 17.4 Calcolo dei costi
 - 17.5 Definizione delle strategie
- 18 Risultati** Pag. 122

Titolo I Il Rischio sismico urbano

1 LA MICROZONAZIONE: LA PERICOLOSITÀ

Premessa

L'entità delle vibrazioni indotte dal terremoto in superficie, oltre che dalla magnitudo, dal tipo di strutture tettoniche e dalla distanza dall'epicentro, è strettamente legata alle condizioni geologiche e morfologiche del sito. Per tale motivo la pericolosità e i danni provocati da un terremoto variano da zona a zona a seconda della diversa risposta sismica locale. La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti su costruzioni e infrastrutture. Attraverso lo studio di microzonazione sismica sono individuate:

1. le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
2. le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
3. le zone in cui sono presenti, o suscettibili di attivazione, fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Gli studi di microzonazione sismica sono effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti:

1. il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di microzonazione sismica, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
2. il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di microzonazione sismica;
3. il livello 3 restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari (zone instabili per liquefazione, per frana, ecc.).

Nella pianificazione territoriale gli studi di microzonazione sismica sono condotti su quelle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso ai fini di protezione civile. Tali studi forniscono una base conoscitiva della pericolosità sismica locale e consentono di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico. Il miglioramento della conoscenza prodotto dagli studi di microzonazione sismica può contribuire concretamente, insieme a studi di vulnerabilità ed esposizione, all'ottimizzazione delle risorse rese disponibili per interventi mirati alla mitigazione del rischio sismico.

Nei Comuni oggetto del RUE 2016 (Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo), lo stato attuale delle conoscenze è il seguente:

- studio elaborato a corredo del Quadro conoscitivo per il Piano Strutturale Comunale (Marabini S., PSC 2009), che rappresenta uno dei primi lavori di microzonazione sismica territoriale dell'Emilia-Romagna, a suo tempo equiparabile ad un primo e secondo livello di approfondimento in conformità alla D.A.L. n. 112/2007 Art. 16 c.1 *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*;
- nel Comune di Solarolo è stato condotto uno studio di microzonazione sismica – approfondimento di livello 3 (Sangiorgi S., Righini T., Milito A., 2015), in attesa di validazione da parte del Dipartimento di Protezione Civile, finanziato con Delibera n. 1919/2013 della Giunta della Regione Emilia-Romagna *“approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'ordinanza del capo dipartimento della Protezione Civile n. 52/2013 a favore degli Enti Locali”*, nell'ambito del quale si è proceduto ad una completa

rivisitazione e implementazione dei precedenti livelli di approfondimento (PSC 2009), al fine di adeguarli agli attuali standard di archiviazione informatica (Standard MS 3.0 - Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013);

- nei Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese e Riolo Terme è stato eseguito l'adeguamento agli standard di archiviazione informatica (approfondimento di livello 2 - Tarabusi G., 2015) dello studio elaborato a corredo del Quadro conoscitivo per il PSC 2009; anche in questo caso si è proceduto ad una completa rivisitazione e implementazione dei precedenti livelli di approfondimento, al fine di adeguarli agli attuali standard di archiviazione informatica (Standard MS 3.0 - Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013), ed il finanziamento è stato concesso con Delibera n. 1919/2013 della Giunta della Regione Emilia-Romagna “*approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'ordinanza del capo dipartimento della Protezione Civile n. 52/2013 a favore degli Enti Locali*”. A fronte dei risultati ottenuti, dai quali è emersa la necessità di effettuare approfondimenti locali di terzo livello, la Regione Emilia-Romagna, con determinazione n. 17050 del 2/11/2016 (modificata con determinazione n. 17412 del 8/11/2016) del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente, ha concesso all'Unione della Romagna Faentina il contributo a valere sull'ordinanza CDPC n. 293 del 26/10/2015 e DGR n. 573 del 28/04/2016, per la redazione di studi di microzonazione sismica di terzo livello nei Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese e Riolo Terme. Ad avvenuta ultimazione di tali studi, attualmente in fase di affidamento, tutti i Comuni dell'Unione della Romagna Faentina saranno dotati di studi di microzonazione sismica con approfondimenti di terzo livello.

1.1 La pericolosità sismica

La pericolosità sismica del territorio è caratterizzata dal sovrapporsi di almeno due componenti:

1. la sismicità dell'area, cioè la frequenza e l'energia degli eventi sismici che possono verificarsi in un territorio, e la distanza dalle sorgenti sismogenetiche (pericolosità sismica di base);
2. le condizioni geologiche e morfologiche locali che possono modificare la frequenza, l'ampiezza e la durata del moto sismico in superficie, aumentandone gli effetti e contribuendo a fenomeni di deformazione permanente del territorio (frane, liquefazione, fagliazione, ecc.).

Sismicità di riferimento dei Comuni del RUE 2017

La sismicità di un territorio è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale e dunque alla presenza di strutture geologicamente “attive”. Alla base di ogni stima di pericolosità sismica di un territorio è indispensabile conoscerne la sua storia sismica (cioè tutte le informazioni sui terremoti avvenuti nel passato) e la geologia strutturale locale. Il DBMI11 (Locati et al. 2011), indica, per l'area dell'Unione della Romagna Faentina, effetti di danno a partire dall'anno 1661 con intensità macrosismiche che arrivano fino al grado IX-X della scala MCS (Sieberg, 1930), registrato in alcune frazioni di Brisighella in occasione del terremoto del 4 aprile 1781, l'evento sismico che ha prodotto i danni maggiori nel Faentino. Altri due eventi sismici hanno invece prodotto danni soprattutto a Casola Valsenio (grado VII-VIII MCS), quello del 29 ottobre 1725 e quello del 27 aprile 1879. Un ulteriore evento sismico significativo, quello del 4 novembre 1688, a cui è attribuita una magnitudo di circa 5,78, che ha prodotto effetti maggiori nelle zone di pianura, causò danneggiamenti anche nel Comune di Solarolo. Gli studi di microzonazione sismica commissionati dall'Unione della Romagna Faentina (Sangiorgi S., Righini T., Milito A., 2015; Tarabusi G., 2015), contengono le schede estrapolate dal DBMI11, che sintetizzano la storia sismica di ogni singolo Comune oggetto del RUE, sia in formato tabellare che grafico.

L'attività sismica del comprensorio faentino risulta connessa all'attività orogenetica appenninica e definita nell'ambito di specifiche zone sismogenetiche, nelle quali gli eventi possono ritenersi circoscritti o definiti in relazione all'assetto tettonico del territorio. In base alla più recente zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9 (fig. 1), prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 (Meletti C. & Valensise, 2004), che rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica del territorio nazionale, l'area in esame ricade

principalmente all'interno della zona-sorgente 914, descritta come “...la porzione più esterna dell'arco appenninico settentrionale”, la cui sismicità “...sembra evidenziare un andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po)”. I principali terremoti sono compressivi e trascorrenti, con profondità ipocentrale generalmente compresa nei primi 25 km di profondità (da Boccaletti et al. 2004; DISS Working Group, 2007).

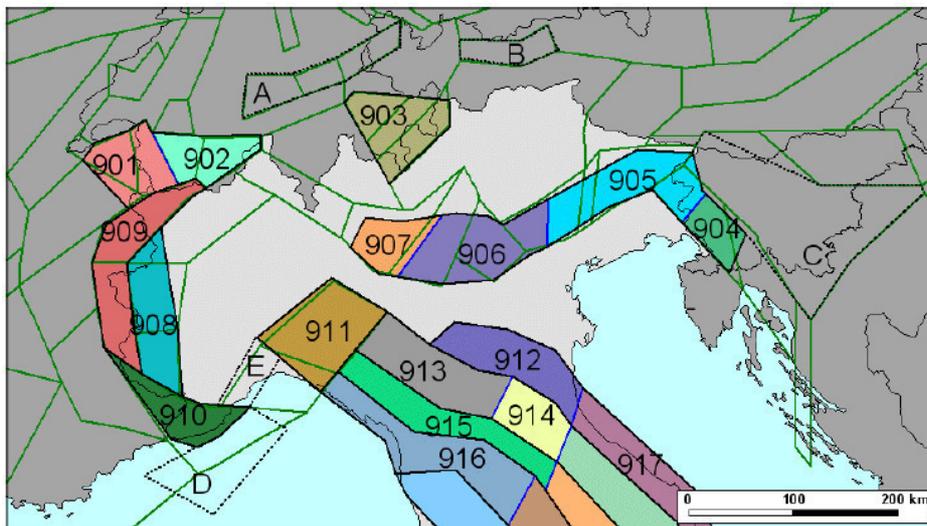


Fig. 1: Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia (Meletti C. & Valensise, 2004)

Facendo riferimento al database delle sorgenti sismogenetiche italiane DISS version 3 (fig. 2), l'area dei Comuni del RUE 2016 risulta attraversata da sorgenti sismogenetiche composite che derivano dal sistema di faglie del margine avanzato e sepolto dell'arco appenninico. Il terremoto storico del 1781, che ha prodotto i massimi effetti di danno registrati storicamente nel Comune di Brisighella, è associato alla sorgente ITCS001 “Castel San Pietro Terme-Meldola”, estesa in corrispondenza della fascia collinare pedeappenninica, collocata ad una profondità compresa tra 2 e 8 km, con slip rate compreso tra 0,24 e 0,63 mm/anno, a cui è associata una magnitudo massima $M_w = 5.8$. I terremoti del 1725 e 1879, i cui effetti principali si sono risentiti a Casola Valsenio, sono associati all'attività della sorgente ITCS027 “Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga, che è collocata ad una profondità compresa tra 12 e 22 km, ha uno slip rate compreso tra 0,1 e 0,5 mm/anno e a cui è associata una magnitudo massima di 6.2 (derivata però da sorgenti individuali dell'Appennino Umbro-Marchigiano lontane dall'area di studio). Per il Comune di Solarolo, il terremoto del 4 novembre 1688 è riconducibile all'attività di due sorgenti composite associate: la ITCS011 “Mordano-Guarniera” e la ITCS109 “Fusignano-Villanova”, entrambe collocate ad una profondità compresa tra 2 e 10 km e con slip rate tra 0,10 e 0,33 mm/anno.

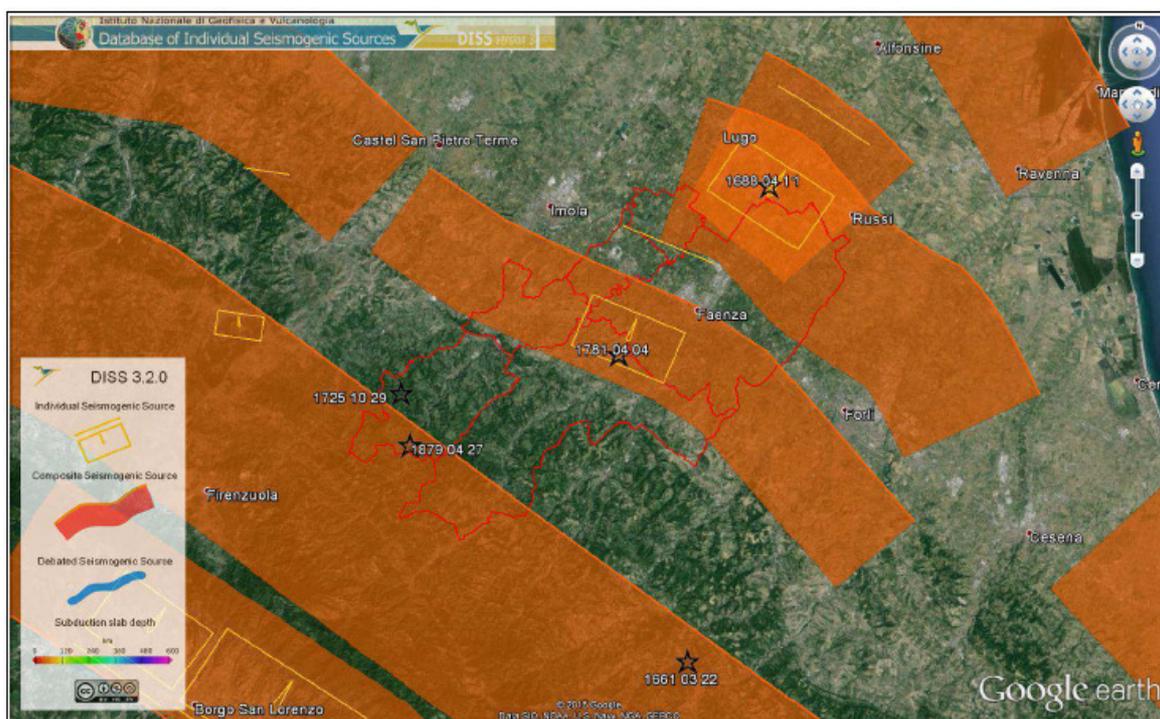


Fig. 2: Sorgenti sismogenetiche del Database DISS version 3 (fonte INGV, DISS Working Group 2015)

Gli indirizzi regionali per gli studi di microzonazione sismica di cui alla DAL 112/2007 sono stati elaborati sulla scorta degli esiti delle indagini sismiche che la Regione ha effettuato a partire dagli anni '70 del secolo scorso e assumendo come riferimento, per gli studi applicati alla pianificazione territoriale, la pericolosità di base elaborata da INGV (O.P.C.M. 3519/2006). Gli allegati della citata delibera regionale forniscono tabelle e formule propedeutiche alla valutazione semplificata dell'amplificazione sismica locale (analisi di "secondo livello").

Forniscono inoltre dati fondamentali per valutazioni più approfondite della risposta sismica. Infatti, sulla base di questi dati, è possibile calcolare, per ogni Comune, gli accelerogrammi e lo spettro di risposta riferito ad un periodo di ritorno di 475 anni e ad uno smorzamento pari al 5%, nonché i valori di accelerazione massima al suolo (PGA) normalizzati e riferiti al suolo rigido. Per i Comuni oggetto del RUE 2016, la PGA di riferimento su suolo rigido attribuita dalla Regione (Allegato A4 DAL 112/2007) è la seguente:

- Brisighella **0,210g**
- Casola Valsenio **0,209g**
- Castel Bolognese **0,206g**
- Riolo Terme **0,208g**
- Solarolo **0,200g**

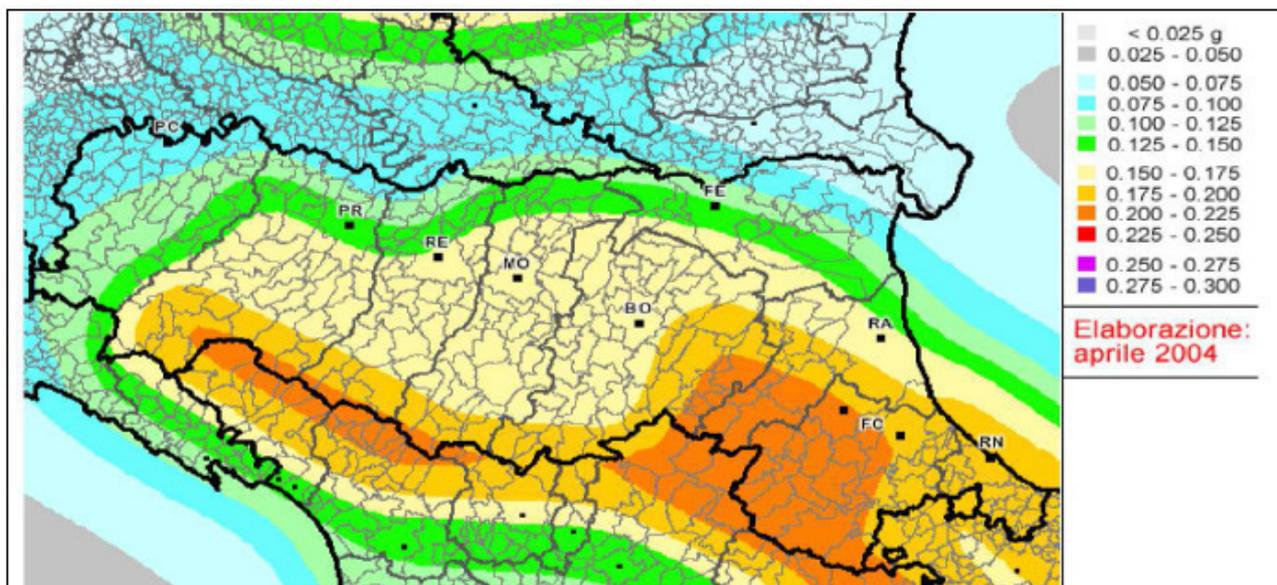


Fig. 3: stralcio della Mappa di Pericolosità Sismica nazionale; pericolosità sismica di base: valori di PGA al suolo rigido con 10% di possibilità di superamento in 50 anni (fonte OPCM 3519/2006)

Questo valore unico è calcolato mediando i dati di INGV alla scala nazionale (Gruppo di lavoro MPS04, 2004), sintetizzati nella Mappa di Pericolosità sismica nazionale MPS04 (fig. 3), che descrive anch'essa la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa su suolo rigido e pianeggiante, con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, i cui valori però sono riferiti ad ogni punto di una griglia di calcolo costruita sul territorio nazionale con una densità di circa un punto ogni 5 km. Tale mappa è diventata riferimento ufficiale per il territorio nazionale con l'O.P.C.M. 3519/2006.

L'assetto geologico e morfologico

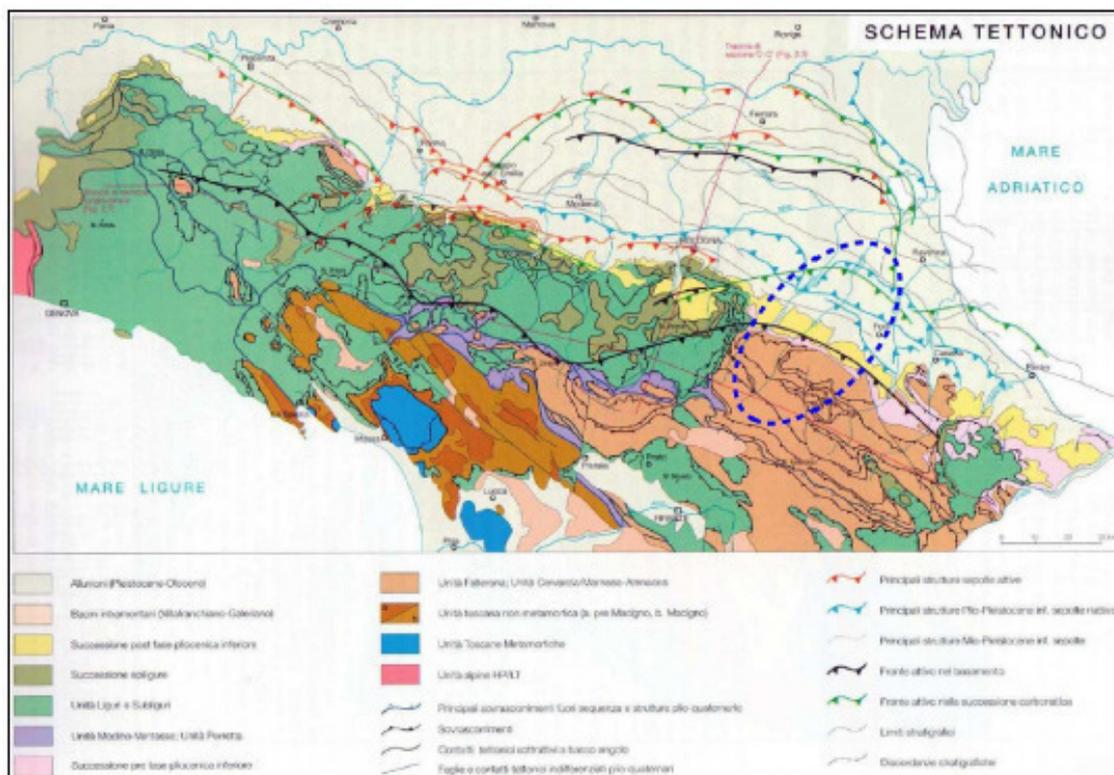


Fig. 4: Schema tettonico dell'Emilia-Romagna (Boccaletti et al., 2004). Il territorio dell'Unione è compreso nel cerchiato blu.

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio dei Comuni del RUE 2016 si estende fino a includere zone di “catena” appenninica e di “margine” appenninico sepolto. Infatti la zona in cui la pianura termina contro i primi declivi appenninici non rappresenta l'inizio della “catena”, ma all'Appennino morfologico visibile, segue in pianura un “Appennino in embrione” sepolto sotto i depositi alluvionali padani. Il contesto tettonico che identifica i rapporti tra catena e pianura è rappresentato in fig. 4, con l'indicazione del territorio di interesse.

Nella zona di catena appenninica affiorano unità che non hanno subito importanti traslazioni e considerate “alloctone”, appartenenti al dominio romagnolo (parte alta della Successione Umbro-Marchigiano-Romagnola ed evaporiti messiniane) e al dominio padano (successione post-evaporitica del margine padano adriatico). Dal punto di vista strutturale le formazioni rocciose affioranti e subaffioranti immergono con assetto prevalentemente a monoclinale verso NNE, con strutture principali riconducibili a “thrust” nord/nord-est vergenti (attivi nel Pliocene e nella parte bassa del Pleistocene) e “back-thrust” quaternari con vergenza su/su-ovest (Cerrina et al., 2002, Boccaletti et al., 2004).

Le strutture affioranti “appenniniche”, con direzione parallela all'asse della catena, si sono formate durante le fasi orogenetiche del Pliocene e del Pleistocene inferiore (Cerrina Feroni et al. 2002). Esse sono particolarmente concentrate nelle evaporiti messiniane, grazie al comportamento duttile del gesso che ha evidentemente assunto la funzione di superficie di deformazione preferenziale. Sono inoltre diffuse le strutture affioranti a direzione “antiappenninica” di età più recente, a componente trascorrente, che interessano tanto i terreni miocenici e pliocenici che quelli pliocenici. In corrispondenza di queste ultime strutture si sono impostati i principali corsi d'acqua.

La figura 5 offre uno schema di profilo trasversale dell'Appennino e del suo margine che interessa il territorio faentino.

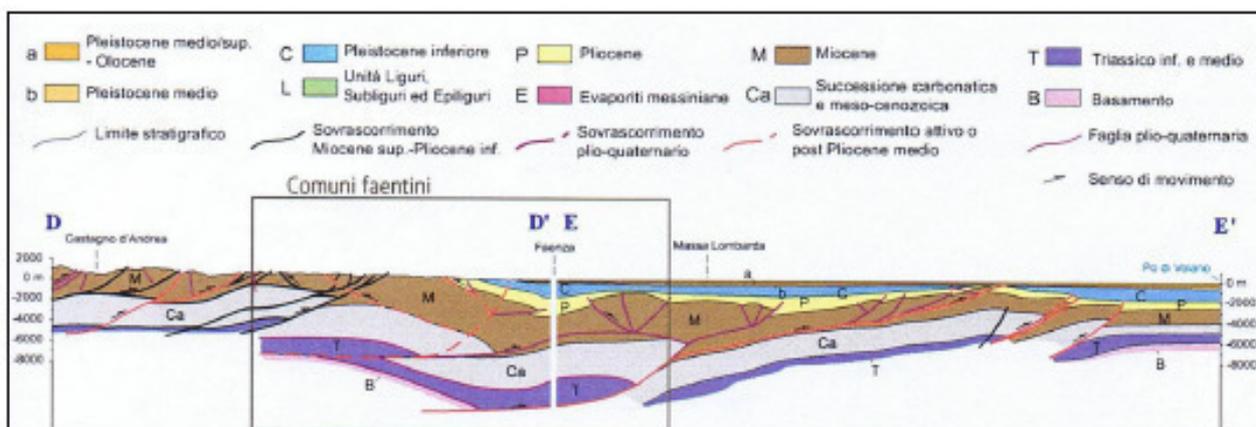


Fig. 5: Sezione geologico-strutturale dell'area Faentina, attraverso l'Appennino e la Pianura Padana elaborata da Boccaletti et al. (2004).

È stato ipotizzato che l'ultima fase tettonica di significativa intensità sia cronologicamente collocabile alla fine del Pleistocene medio. I primi depositi indeformati e in discordanza su recenti deformati, sono le alluvioni del Subsistema di Villa Verucchio (AES7) del Pleistocene superiore (125-18 ka). Tuttavia non sono state escluse anche deformazioni più recenti.

Nel territorio dell'Unione affiorano unità deposizionali marine e continentali. Il margine affiorante e sepolto della catena appenninica è costituito dal substrato geologico marino; la pianura dalle unità deposizionali alluvionali o depositi quaternari. Le unità marine affioranti nel settore appenninico appartengono alla Successione Umbro-Marchigiano-Romagnola (Formazione Marnoso-Arenacea FMA, Formazione di Ghioli di Letto GHL), alla successione evaporitica messiniana (Formazione della Vena del Gesso VGS, Formazione a Colombacci FCO) e alla Successione post-evaporitica del margine padano-adriatico (Marne di Cella CEA, Argille Azzurre FAA, Arenarie e Argille di Savignano SVG, Sabbie di Imola IMO). La successione marina è troncata al tetto da depositi ghiaiosi e sabbiosi alluvionali del cosiddetto Supersistema Emiliano-Romagnolo (Pleistocene medio – Olocene), un'unità stratigrafica costituita da depositi quaternari continentali affioranti nei settori intravallivi, al margine appenninico padano e in corrispondenza della Pianura Padana, suddivisa nel Sintema-Emiliano Romagnolo inferiore AEI e nel Sintema Emiliano-Romagnolo superiore AES. Nel

territorio dei Comuni del RUE affiorano solo i depositi di AES (Subsistema di Liano AES4, Subsistema di Torre Stagni AES5, Subsistema di Bazzano AES6, Subsistema di Villa Verucchio AES7, Subsistema di Ravenna AES8, Unità di Modena AES8a).

Per quanto riguarda gli aspetti morfologici, gli studi di microzonazione sismica del territorio faentino fanno riferimento all'analisi territoriale contenuta nel Quadro Conoscitivo del PSC 2009 (fig. 6). Per le aree di pendio della porzione montana, collinare e per il settore di fondovalle, la cartografia è essenzialmente derivata dal Database Geologico SGSS della Regione Emilia-Romagna (frane attive, frane quiescenti o stabilizzate, depositi di versante, depositi di conoide intravallive, doline, morfologie fluviali). Per l'area di pianura, invece, la carta geomorfologica è stata rappresentata sulla base di un microrilievo della superficie naturale prodotto tramite informatizzazione di punti quotati sulla CTR, grazie al quale è stato possibile distinguere le principali unità morfologiche alluvionali, quali paleodossi, dossi attuali, aree di interdosso, ecc., altrimenti di difficile individuazione.

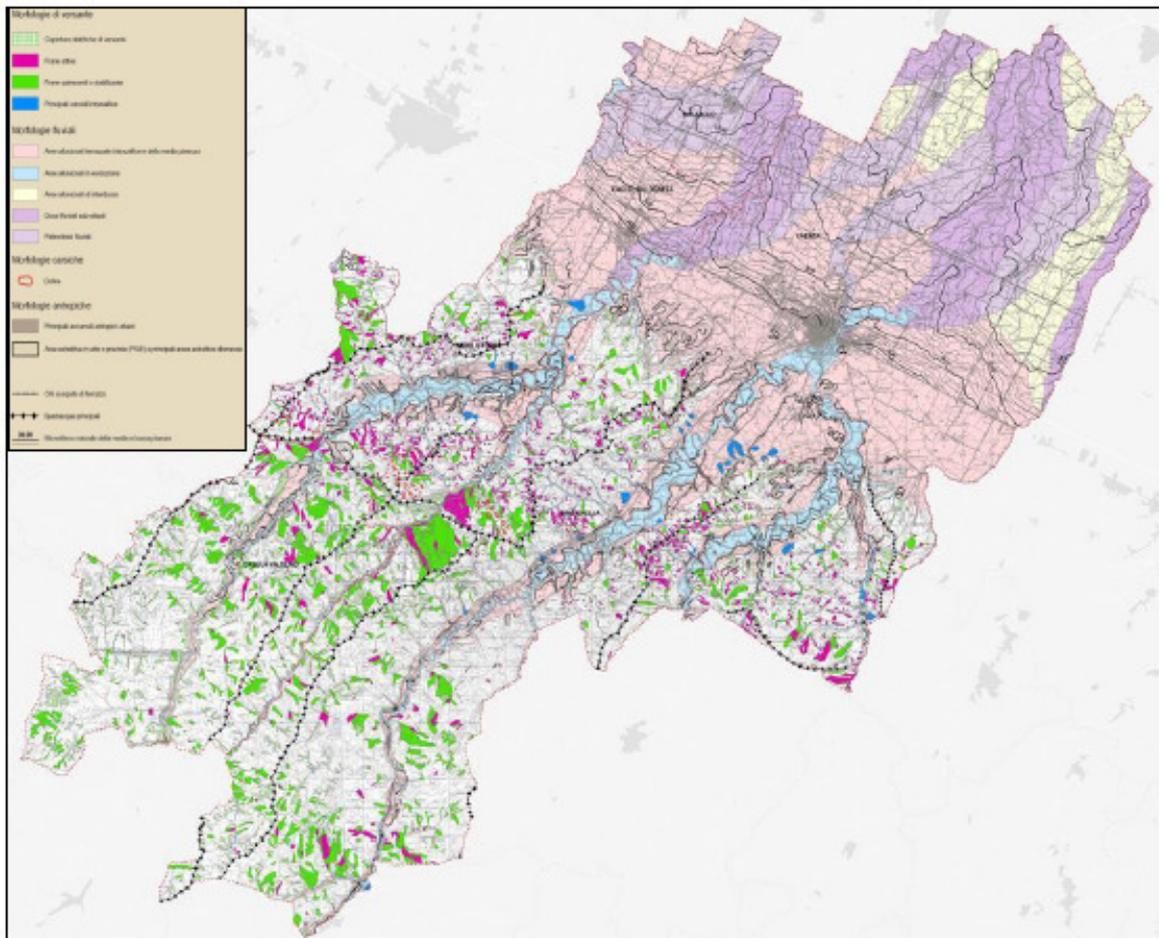


Fig. 6: Stralcio della carta geomorfologica alla scala 1: 50.000 (Quadro Conoscitivo PSC 2009)

1.2 Gli studi di microzonazione sismica nei Comuni del RUE

La microzonazione sismica elaborata per il PSC 2009

L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina dispone di uno studio di pericolosità sismica di primo e secondo livello, eseguito a corredo del Quadro Conoscitivo per il Piano Strutturale Comunale (PSC 2009) in forma associata. Lo studio si è basato sugli esiti delle indagini geognostiche disponibili all'epoca del lavoro e rappresenta uno dei primi lavori di microzonazione sismica territoriale dell'Emilia-Romagna elaborati ai sensi della DAL n. 112/2007 e ha consentito:

- di produrre una preliminare cartografia (fig. 7) che individua le aree suscettibili di effetti locali (primo livello di approfondimento) e che, pur rispondendo solo parzialmente ai criteri di analisi dettati nelle linee guida regionali, ha di fatto rappresentato la base per le ulteriori indagini di approfondimento per i successivi studi di microzonazione sismica;

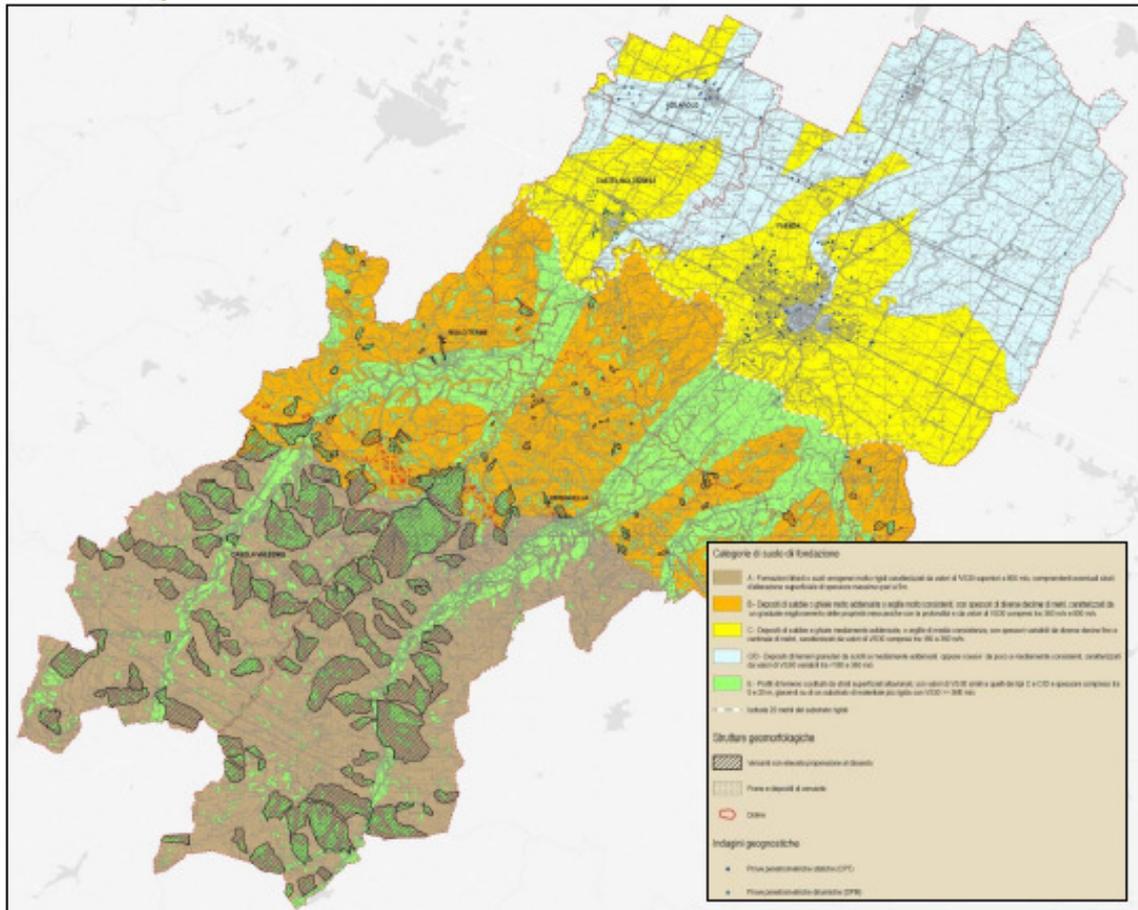


Fig. 7: Carta della Pericolosità Sismica Locale alla scala 1:50.000 (PSC 2009)

- di effettuare ulteriori indagini geognostiche e geofisiche mirate alla caratterizzazione sismica dei Comuni dell'Unione;
- di redigere la cartografia di microzonazione sismica degli ambiti urbani (secondo livello di approfondimento) consolidati e di potenziale espansione, basandosi sui criteri di stima dei fattori di amplificazione forniti nella DAL n. 112/2007 e in funzione degli esiti delle immagini geognostiche e geofisiche; i risultati sono stati sintetizzati in mappe di dettaglio (scala 1:10.000) e in una carta di sintesi (fig. 8), che individuano zone a differente pericolosità sismica e forniscono indicazioni relative alla maggiore o minore pericolosità in termini di fattori di amplificazione sismica; a tal proposito, all'epoca dello studio, si è convenuto di considerare il solo rapporto di Intensità Spettrale di Housner (SI), per un intervallo di periodi compreso tra 0,1 e 0,5 secondi (per un TR pari a 475 anni e smorzamento 5%), in quanto intervallo rappresentativo di oltre il 90% degli edifici esistenti o di previsione.

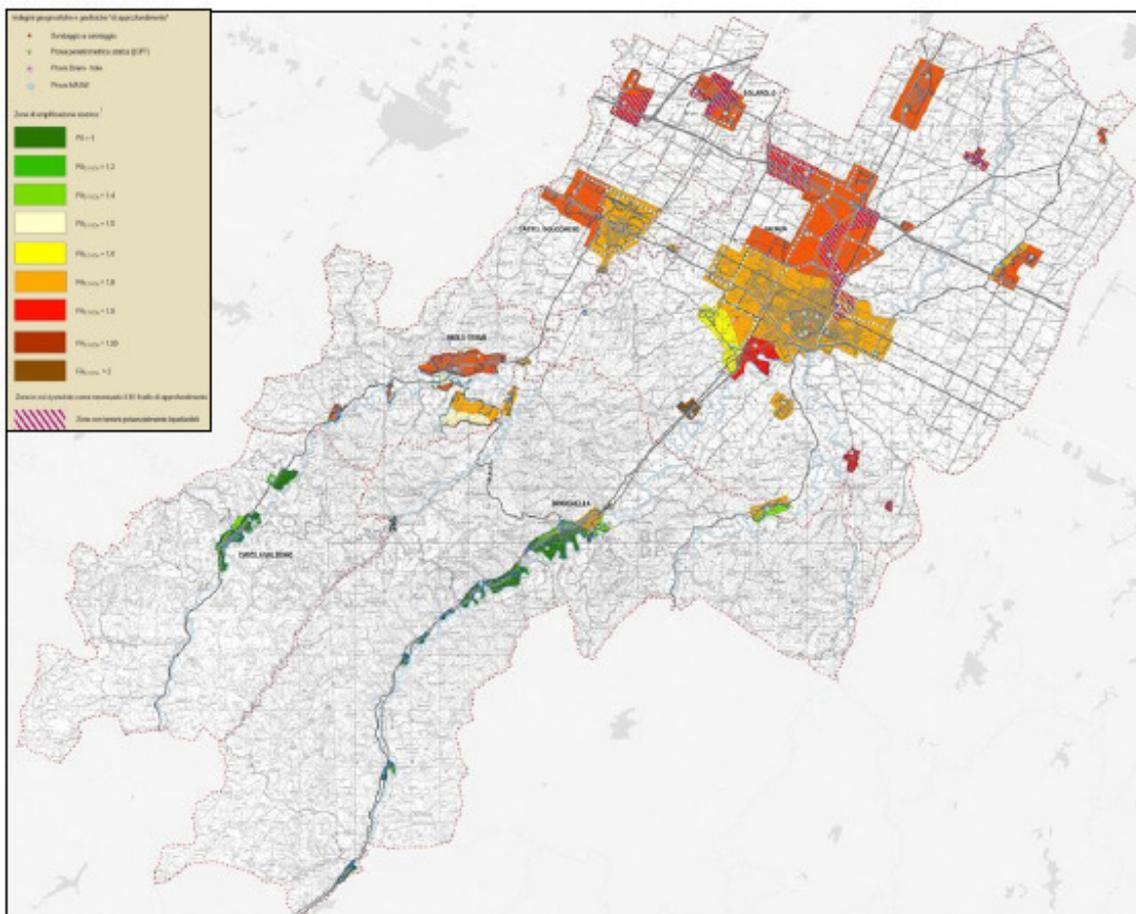


Fig. 8: Carta di Sintesi Territoriale della Microzonazione Sismica alla scala 1:50.000 (PSC 2009)

Gli approfondimenti di terzo livello eseguiti in Comune di Solarolo

Nel 2013 l'Unione della Romagna Faentina è risultata destinataria di contributi per la realizzazione di studi di microzonazione sismica del territorio di propria competenza. Tali contributi sono stati finanziati con l'Ordinanza C.D.P.C. 52/2013 e attuati dalla Regione Emilia-Romagna con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1919/2013 "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile 52/2013 a favore degli Enti locali". Per il Comune di Solarolo il contributo è stato destinato all'elaborazione di approfondimenti di "livello 3" e a un complessivo aggiornamento del precedente studio di microzonazione del PSC 2009, per la necessità di fornire elaborati con contenuti informativi molto diversi e aggiuntivi rispetto a quanto precedentemente prodotto, in adeguamento ai contenuti dell'Allegato C della citata Deliberazione della Giunta Regionale n. 1919/2013 e ai vigenti standard di archiviazione informatica:

- "Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 3.0", redatto dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013);
- "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (Gruppo di lavoro MS, 2008; AA.VV., 2011).

Gli studi sismici di "approfondimento di livello 3" relativi al Comune di Solarolo sono stati ultimati e sono attualmente in attesa di validazione da parte del SGSS regionale, ai sensi dell'art. 7 dell'O.C.D.P.C. n. 52/2013. Tali studi sono basati sui dati di sottosuolo pregressi desunti da indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo, CPT, CPTe/U, DPM, DPSH) e da indagini geofisiche (Down-Hole, Coni sismici, stendimenti ReMi e MASW, registrazioni HVSR) di archivio del Comune di Solarolo, per un totale di 65 prove di repertorio, e su ulteriori e specifiche indagini geognostiche e

geofisiche appositamente realizzate (n. 5 CPTU, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, n. 14 misure di microtremore a stazione singola HVSR, n. 1 prove ESAC e “Down-Hole, prove di laboratorio su campioni di sedimenti indisturbati prelevati da sondaggio a carotaggio), tutte archiviate in apposito database che costituisce l’archivio aggiornato delle indagini per il Comune di Solarolo (figg. 9 e 10), a cui vanno aggiunti i dati numerici a disposizione relativi alle penetrometrie CPTU eseguite dalla RER nell’ambito del “Progetto Carta Geologica d’Italia”.

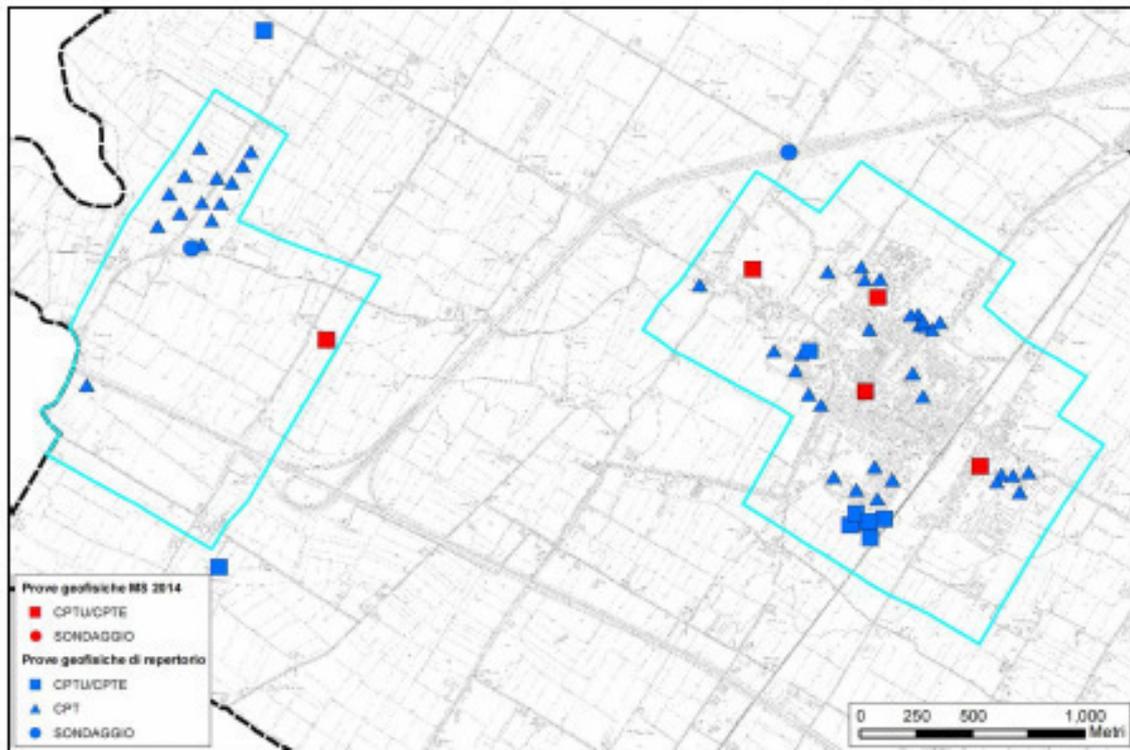


Fig. 9: Localizzazione delle indagini geostatiche pregresse e integrative per lo studio di microzonazione sismica di Solarolo; in azzurro sono indicati gli areali di studio.

I dati di sottosuolo hanno consentito di espletare importanti approfondimenti relativamente ai seguenti effetti cosismici:

- risposta sismica locale (amplificazione) → attraverso l’elaborazione di modelli numerici monodimensionali di RSL elaborati con il software SHAKE 2000;
- verifiche della liquefacibilità dei sedimenti granulari e poco coesivi saturi → mediante approcci semplificati da prove penetrometriche CPTU (Idriss & Boulanger, 2008) e prove dinamiche di laboratorio (taglio semplice ciclico).

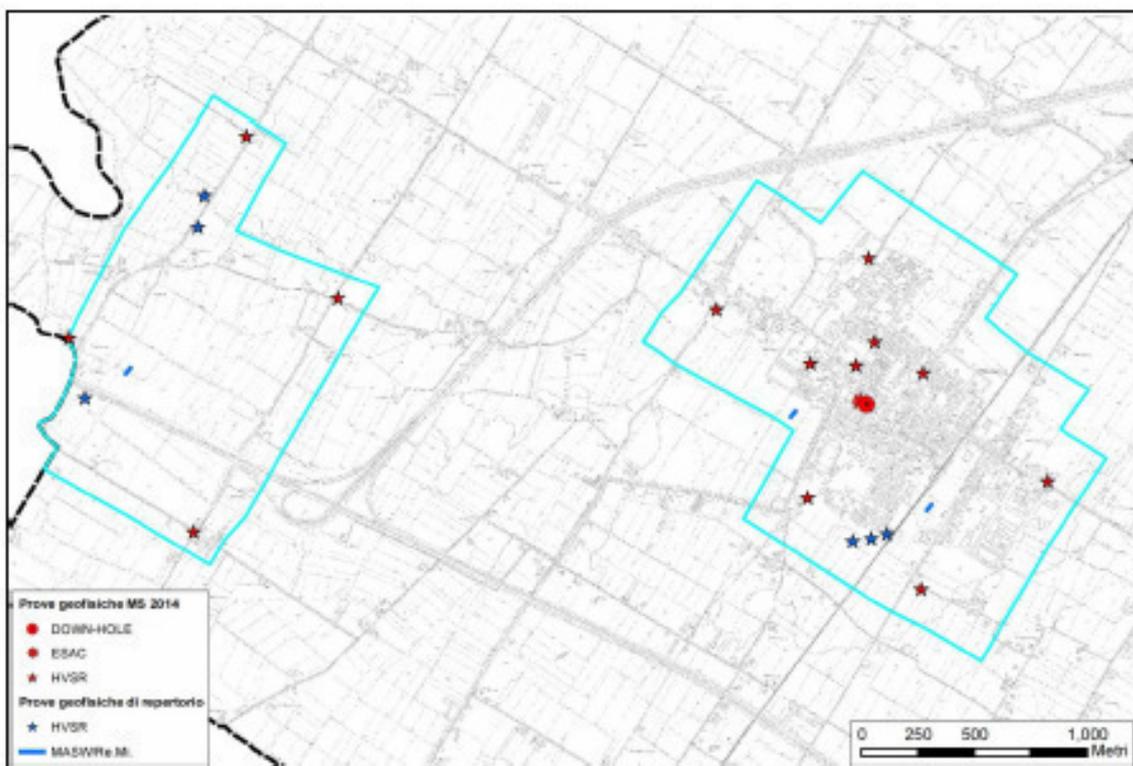


Fig. 10: Localizzazione delle indagini geofisiche pregresse e integrative per lo studio di microzonazione sismica di Solarolo; in azzurro sono indicati gli areali di studio (a ovest l'areale Capoluogo, a est l'areale Castelnuovo).

Nell'ambito dello studio di microzonazione sismica per il Comune di Solarolo sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle indagini
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle frequenze naturali dei terreni
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
- Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)
- Carta della microzonazione sismica di livello 3 – FAPGA
- Carta della microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0.1-0.5}
- Carta della microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0.5-1.0}

Tutti gli elaborati sono stati realizzati secondo le specifiche indicate negli allegati C e D della Delibera n. 1919/2013 della Regione Emilia-Romagna, che rimandano sostanzialmente alle linee guida emanate dal Dipartimento della Protezione Civile con gli Standard MS 3.0 (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013).

Il fine ultimo di uno studio di microzonazione sismica è quello di pervenire ad una suddivisione del territorio indagato in zone "stabili", zone "susceptibili di amplificazioni locali", a loro volta suddivise in aree a diverso grado di amplificazione, e zone "instabili" (secondo livello di approfondimento). Per Solarolo lo studio ha permesso un aggiornamento della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS – fig. 11), già individuate nella precedente microzonazione sismica (PSC 2009), e un ulteriore approfondimento (terzo livello) in merito agli aspetti di risposta sismica locale e di liquefacibilità dei sedimenti, attraverso la modellazione numerica.

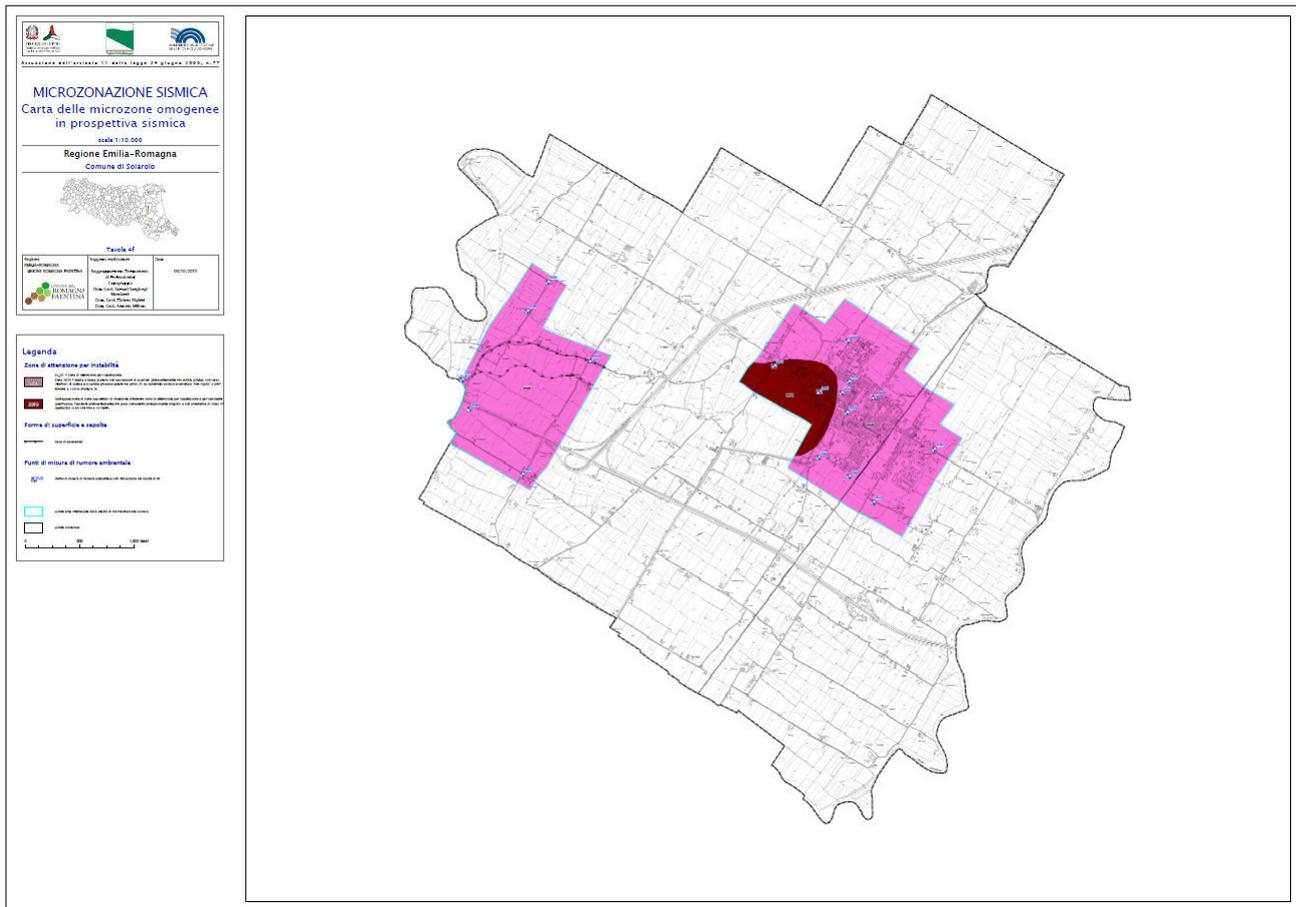


Fig. 11: La Carta delle MOPS aggiornate del Comune di Solarolo.

La carta delle MOPS rappresenta l'elaborato fondamentale della microzonazione sismica di livello 1 e contiene la suddivisione del territorio comunale in "Zone suscettibili di amplificazioni locali" e "Zone di attenzione per instabilità". Per quanto riguarda le "Zone suscettibili di amplificazioni locali", il territorio studiato di Solarolo ricade interamente nella zona codificata:

2022	Zona 2022 - Conoide terrazzata con successioni irregolari di alluvioni fini più o meno consistenti, con livelli sabbiosi saturi (AES8), sovrastanti ghiaie e/o ghiaie sabbiose a profondità variabili tra 10-20 m. Substrato sismico alluvionale "non rigido" a profondità ≥ 120 m (Pianura 2). (ZALQ 1 – Zona di attenzione per liquefazioni tipo 1).
-------------	---

Le "Zone di attenzione per instabilità" presenti all'interno del territorio investigato sono di due tipi:

2025	ZL_Q1 – Zona di attenzione per liquefazione. Zona 2025 – Media e bassa pianura con successioni di alluvioni prevalentemente fini (AES8, AES8a), con locali intervalli di sabbie e/o sabbie ghiaiose sature nei primi 25 m. Substrato sismico alluvionale "non rigido" a profondità ≥ 120 m (Pianura 2).
3070	Sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti: zona di attenzione per liquefazione e per cedimenti post-sisma. Tessiture prevalentemente fini poco consistenti probabilmente organici e con presenza di livelli liquefacibili (>40 cm) fino a 10 metri.

L'analisi del diverso grado di amplificazione (risposta sismica locale) delle "Zone suscettibili di amplificazioni locali" è stata espletata attraverso l'analisi approfondita (mediante modellazione numerica), all'interno dell'areale Capoluogo, mentre nell'areale Castelnuovo è stata effettuata l'analisi semplificata, utilizzando gli abachi dell'Allegato A2 degli

indirizzi regionali (2007). Per quanto riguarda il Comune di Solarolo il territorio studiato è attribuibile all'abaco: A2.1.2 – Pianura Padana e Costa Adriatica (PIANURA 2, substrato ≥ 120 m da p.c.). I risultati di tali analisi sono riportati nelle Carte di microzonazione sismica di livello 3, nelle quali, alle “Zone suscettibili di amplificazioni locali” già individuate nella carta delle MOPS, si aggiunge la quantificazione dei tre fattori di amplificazione previsti dagli indirizzi regionali:

- FAPGA: fattori di amplificazione espressi come rapporto tra le massime ampiezze dell'accelerazione orizzontale in superficie e al bedrock sismico (PGA/PGA0);
- FH_{0,1-0,5s}: fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI₀) per periodi compresi tra 0,1 e 0,5 secondi;
- FH_{0,5-1s}: fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI₀) per periodi compresi tra 0,5 e 1 secondi.

Di seguito si riporta un esempio di tali carta di microzonazione sismica di livello 3 (Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0,1-0,5s}); dal giallo all'arancione aumenta il fattore di amplificazione.

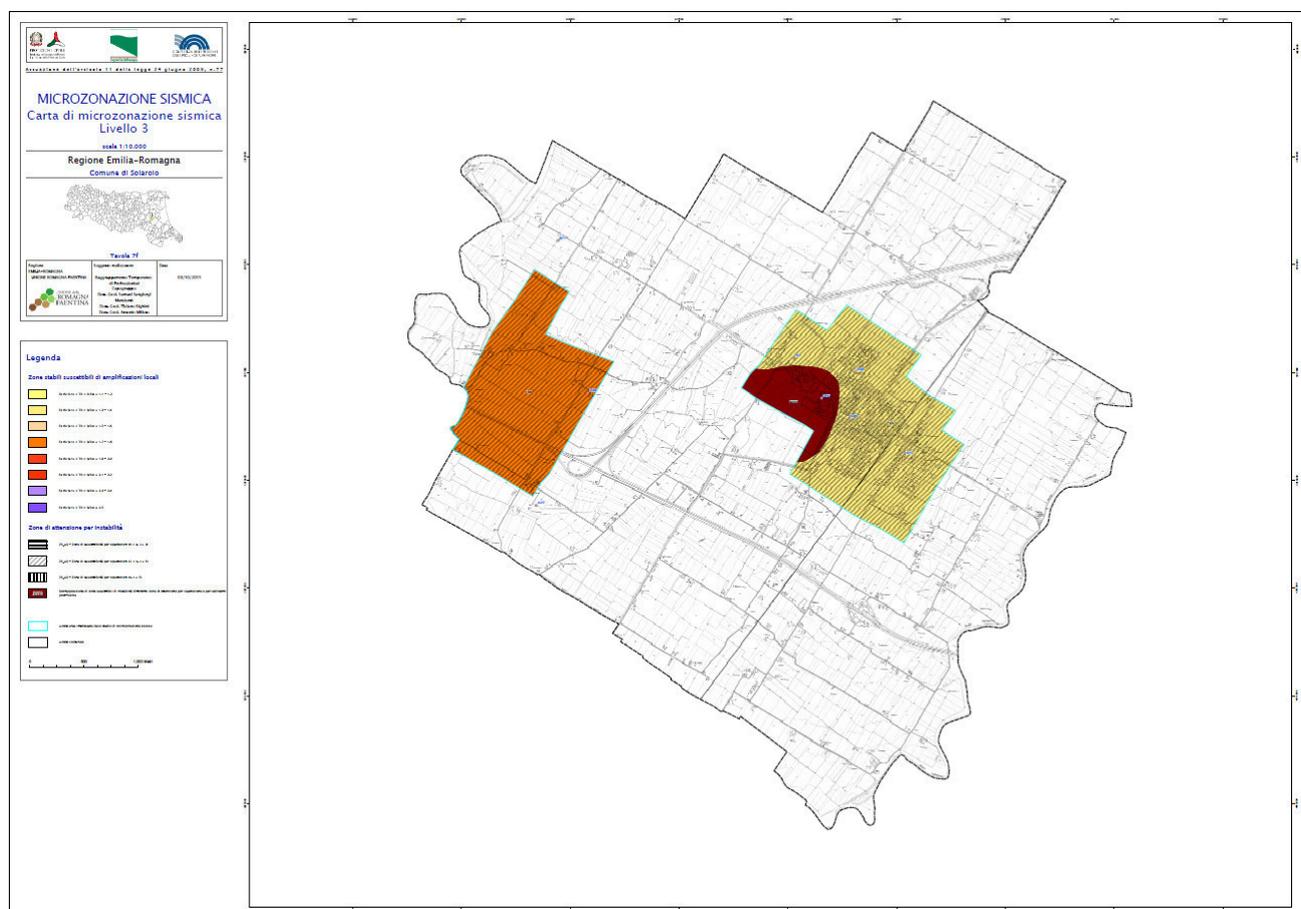


Fig. 12: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0,1-0,5s} del Comune di Solarolo.

Nelle stesse carte di microzonazione sismica di livello 3 sono rappresentati anche i risultati delle analisi di suscettibilità alla liquefazione (in tratteggio), espressi attraverso il calcolo dell'Indice di Potenziale Liquefazione. Dalle simulazioni effettuate, emerge un quadro di “rischio” di liquefazione nel complesso “moderato” ($2 < IL < 5$, tratteggio obliquo) su tutto l'ambito di studio del territorio del Comune di Solarolo. La microzona di colore marrone scuro (codice 3070) identifica la sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti, nel caso in esame “zone di attenzione per liquefazione” e per “cedimenti post-sisma”.

L'adeguamento agli standard e gli approfondimenti di secondo livello eseguiti nei Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese e Riolo Terme

Per i Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese e Riolo Terme il contributo assegnato all'Unione della Romagna Faentina con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1919/2013 è stato destinato all'adeguamento agli standard di rappresentazione e archiviazione informatica e a un complessivo aggiornamento (livello 2 di approfondimento) del precedente studio di microzonazione del PSC 2009, per la necessità di fornire elaborati con contenuti informativi molto diversi e aggiuntivi rispetto a quanto precedentemente prodotto, in adeguamento ai contenuti dell'Allegato C della citata Deliberazione della Giunta Regionale n. 1919/2013 e ai vigenti standard di archiviazione informatica:

- “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 3.0”, redatto dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013);
- “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica”, approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (Gruppo di lavoro MS, 2008; AA.VV., 2011).

Gli studi sismici di “approfondimento di livello 2” relativi ai Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese e Riolo Terme sono stati ultimati e sono attualmente in attesa di validazione da parte del SGSS regionale, ai sensi dell'art. 7 dell'O.C.D.P.C. n. 52/2013.

Tali studi sono basati sui dati di sottosuolo di indagini geognostiche e indagini geofisiche, sia pregresse che di nuova realizzazione (n. 42 misurazioni HVSR), tutte archiviate in apposita banca dati, realizzata per ciascun Comune di studio (fig. 13).

	Brisighella	Casola Valsenio	Castel Bolognese	Riolo Terme	Totale
CPT	14	18	25	11	68
CPTe	-	-	4	-	4
CPTU	-	-	5	-	5
PENETROMETRIE DINAMICHE	12	14	81	61	168
POZZI PER ACQUA	-	-	77		77
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	5	-	3	13	21
SONDAGGI A DISTRUZIONE	-	1	13	12	26
Trincea o pozzetto esplorativo	4	5	-	1	10
MASW	4	2	3	6	15
HVSR	20	10	8	13	51
Totale	59	50	219	117	445

Fig. 13: Indagini archiviate nella banca dati, distinte per tipologia e Comune

Nell'ambito degli studi sono stati prodotti, per ciascun Comune, i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle indagini
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle frequenze naturali dei terreni
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
- Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)
- Carta della microzonazione sismica di livello 3 – FAPGA
- Carta della microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0.1-0.5}
- Carta della microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0.5-1.0}

Tutti gli elaborati sono stati realizzati secondo le specifiche indicate negli allegati C e D della Delibera n. 1919/2013 della

Regione Emilia-Romagna, che rimandano sostanzialmente alle linee guida emanate dal Dipartimento della Protezione Civile con gli Standard MS 3.0 (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013).

Il fine ultimo di uno studio di microzonazione sismica è quello di pervenire ad una suddivisione del territorio indagato in zone “stabili”, zone “suscettibili di amplificazioni locali”, a loro volta suddivise in aree a diverso grado di amplificazione, e zone “instabili” (secondo livello di approfondimento). Per i Comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese e Riolo Terme lo studio ha permesso un aggiornamento della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), già individuate nella precedente microzonazione sismica (PSC 2009), che contiene la suddivisione di ogni territorio comunale in “Zone suscettibili di amplificazioni locali” e “Zone di attenzione per instabilità”.

L'analisi del diverso grado di amplificazione (risposta sismica locale) delle “Zone suscettibili di amplificazioni locali” è stata espletata attraverso l'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento), utilizzando i seguenti abachi dell'Allegato A2 degli indirizzi regionali (2007):

- *A2.1.1 – Appennino e margine appenninico-padano (V_s substrato > 800 m/s)*, utilizzato nelle aree montane e collinari in cui il substrato è costituito dalla Formazione Marnoso-Arenacea o dalla Formazione della Vena del Gesso.
- *A2.1.1 – Appennino e margine appenninico-padano (V_s substrato < 800 m/s)*, utilizzato nelle aree collinari in cui il substrato è costituito da successioni prevalentemente pelitiche (es. Formazione delle Argille Azzurre).
- *A2.1.2 – Pianura Padana e Costa Adriatica (PIANURA 1, substrato < 120 m da p.c.)*, utilizzato nella porzione meridionale dell'ambito di studio del Comune di Castel Bolognese, in ambiente di conoide terrazzata.
- *A2.1.2 – Pianura Padana e Costa Adriatica (PIANURA 2, substrato ≥ 120 m da p.c.)*, utilizzato nella porzione settentrionale dell'ambito di studio del Comune di Castel Bolognese.

I risultati di tali analisi sono riportati, per ciascun Comune, nelle Carte di microzonazione sismica di livello 2, nelle quali, alle “Zone suscettibili di amplificazioni locali” già individuate nella carta delle MOPS, si aggiunge la quantificazione dei tre fattori di amplificazione previsti dagli indirizzi regionali:

- F_{APGA} : fattori di amplificazione espressi come rapporto tra le massime ampiezze dell'accelerazione orizzontale in superficie e al bedrock sismico (PGA/PGA_0);
- $F_{H_{0,1-0,5s}}$: fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (S_i/S_{i_0}) per periodi compresi tra 0,1 e 0,5 secondi;
- $F_{H_{0,5-1s}}$: fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (S_i/S_{i_0}) per periodi compresi tra 0,5 e 1 secondi.

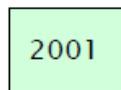
Nelle pagine seguenti si riporta la sintesi dei risultati suddivisa per ogni Comune.

COMUNE DI BRISIGHELLA:

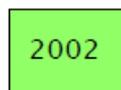
Per quanto riguarda le "Zone suscettibili di amplificazioni locali", il territorio studiato ricade in sei microzone diverse:



Substrato geologico molto fratturato o alterato



Zona 2001 - Piana terrazzata intravalliva o versante con limitate coperture alluvionali e colluviali fini e ghiaiose (AES7, AES8, AES8a) sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea / Formazione della Vena del Gesso). Spessore delle coperture: H=5 m (limitate alluvioni + bedrock alterato)



Zona 2002 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=10 m (alluvioni + bedrock alterato)



Zona 2003 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=20 m (alluvioni + bedrock alterato)



Zona 2004 - Piana di fondovalle subattuale (AES8a) sovrastante substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=15 m (alluvioni + bedrock alterato).



Zona 2007 - Piana terrazzata intravalliva con successioni di alluvioni fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8) sovrastante substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=20 m (alluvioni + bedrock alterato).

Le "Zone di attenzione per instabilità" presenti all'interno del territorio investigato sono di due tipi:



ZAFR_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva



ZAFR_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente

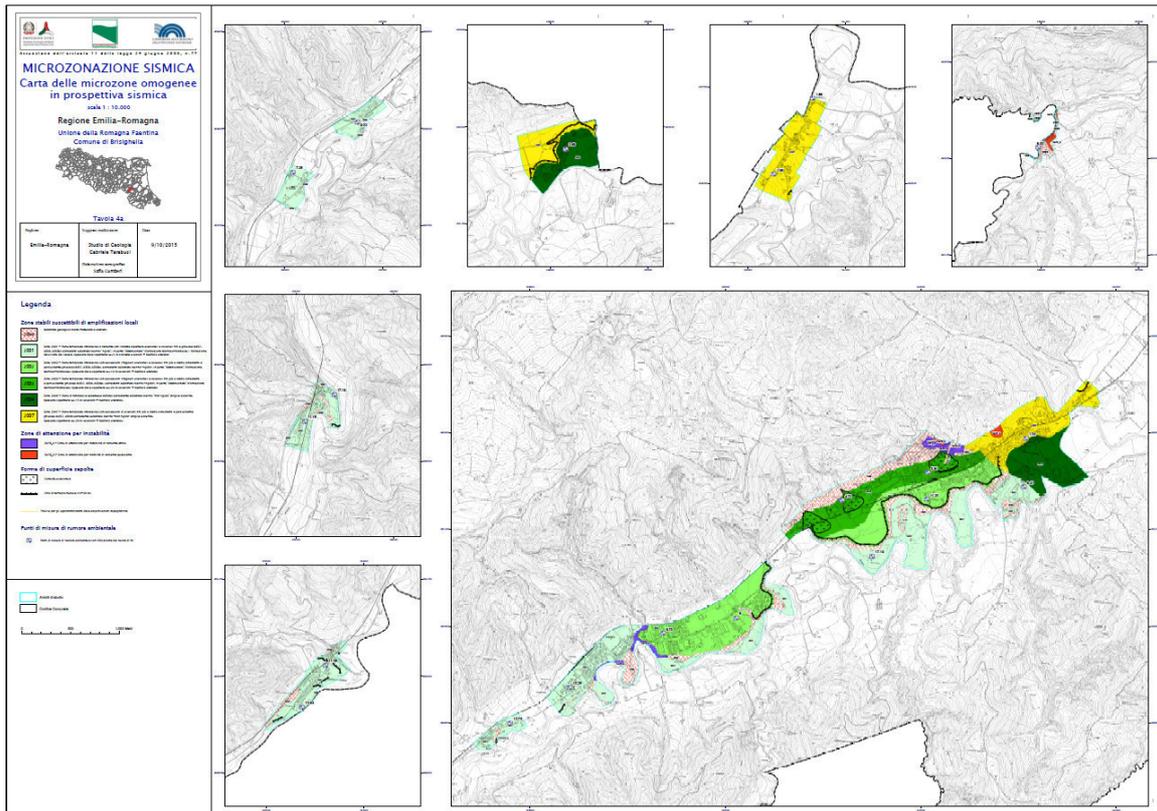


Fig. 14: La Carta delle MOPS aggiornate del Comune di Brisighella (Capoluogo e Frazioni).

Di seguito si riporta un esempio di carta di microzonazione sismica redatte per il Comune di Brisighella (Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FH_{0,1-0,5s}); dal giallo al viola aumenta il fattore di amplificazione, in azzurro sono identificate le aree stabili.

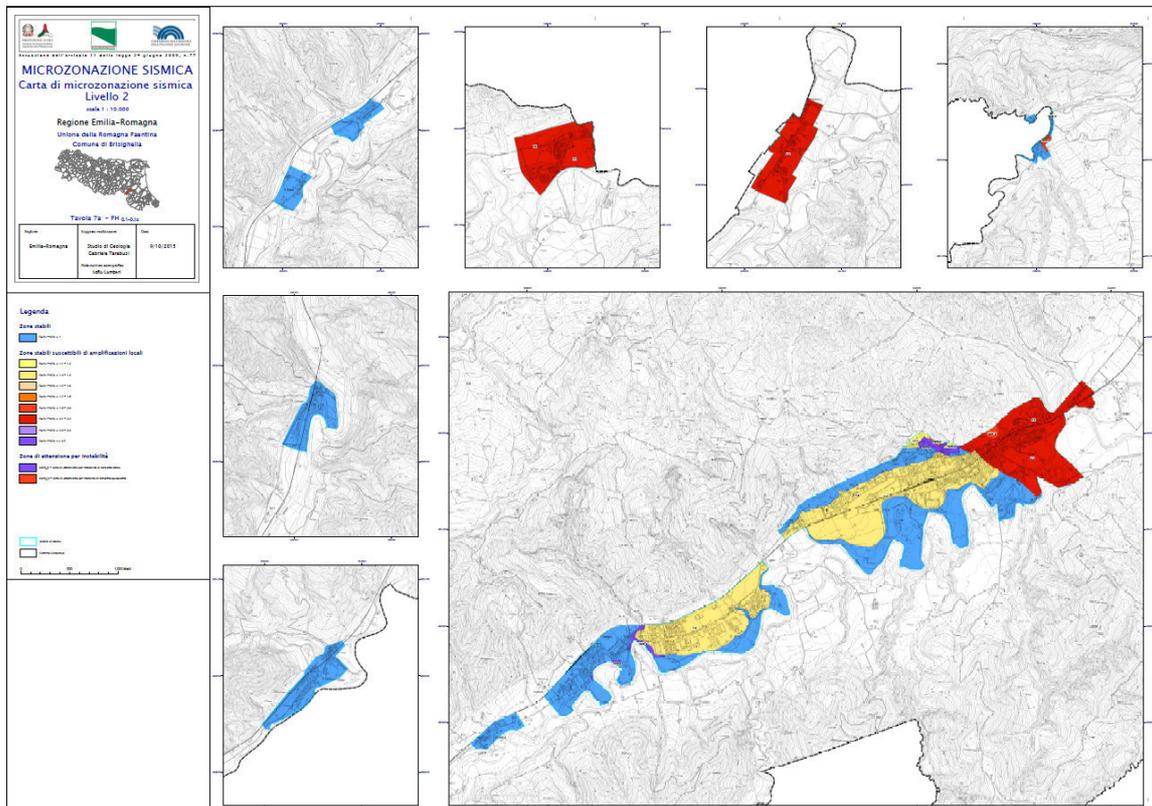


Fig. 15: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0,1-0,5s} del Comune di Brisighella (Capoluogo e frazioni).

COMUNE DI CASOLA VALSENI0:

Per quanto riguarda le "Zone suscettibili di amplificazioni locali", il territorio studiato ricade in tre microzone diverse:



Substrato geologico molto fratturato o alterato



Zona 2001 – Piana terrazzata intravalliva o versante con limitate coperture alluvionali e colluviali fini e ghiaiose (AES7, AES8, AES8a) sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea / Formazione della Vena del Gesso). Spessore delle coperture: H=5 m (limitate alluvioni + bedrock alterato)



Zona 2002 – Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=10 m (alluvioni + bedrock alterato)

Le "Zone di attenzione per instabilità" presenti all'interno del territorio investigato sono di due tipi:



ZAFR_A – Zona di attenzione per instabilità di versante attiva



ZAFR_Q – Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente

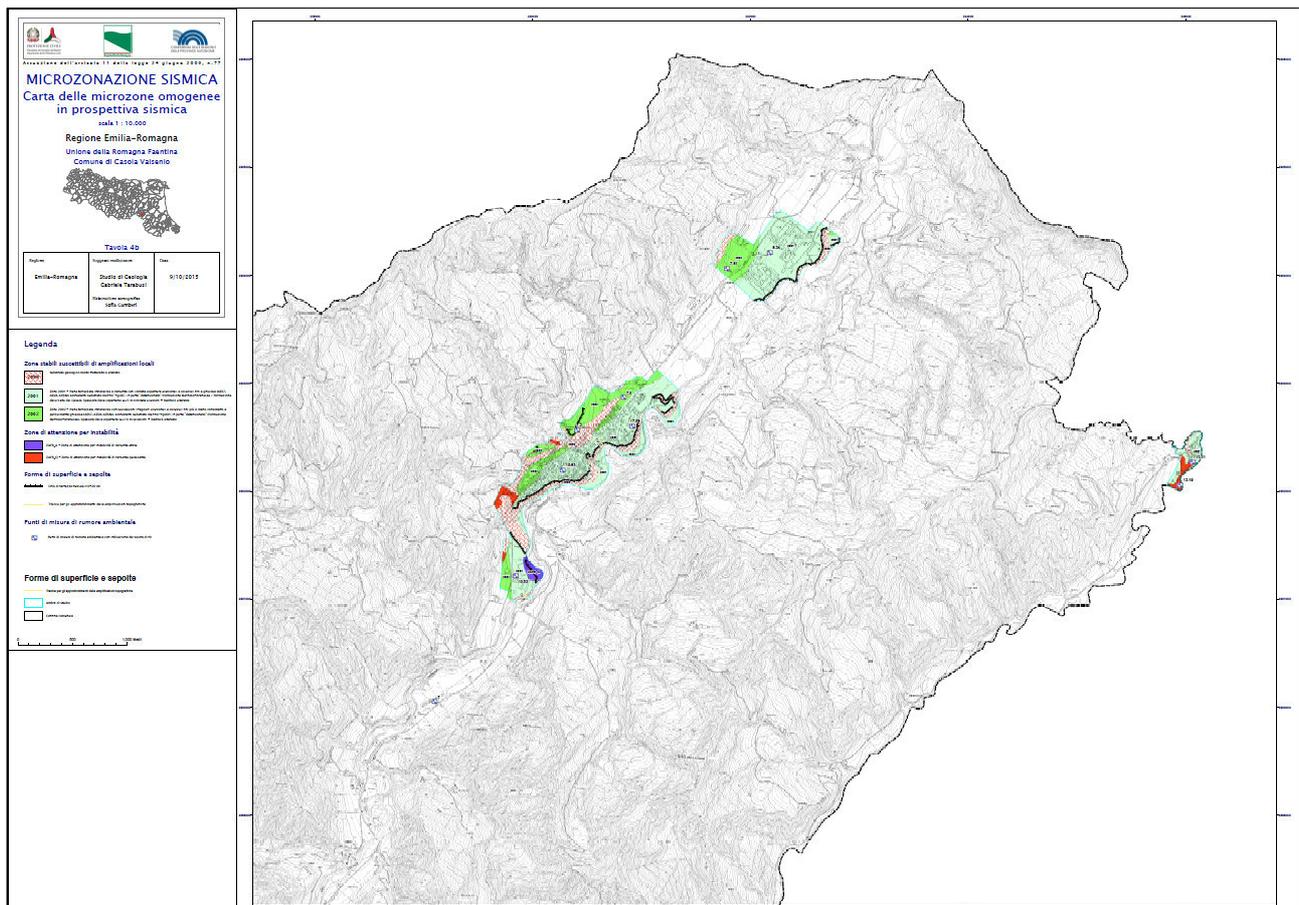


Fig. 16: La Carta delle MOPS aggiornate del Comune di Casola Valsenio.

Di seguito si riporta un esempio di carta di microzonazione sismica redatte per il Comune di Casola Valsenio (Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FH_{0,1-0,5s}); dal giallo al viola aumenta il fattore di amplificazione, in azzurro sono identificate le aree stabili.

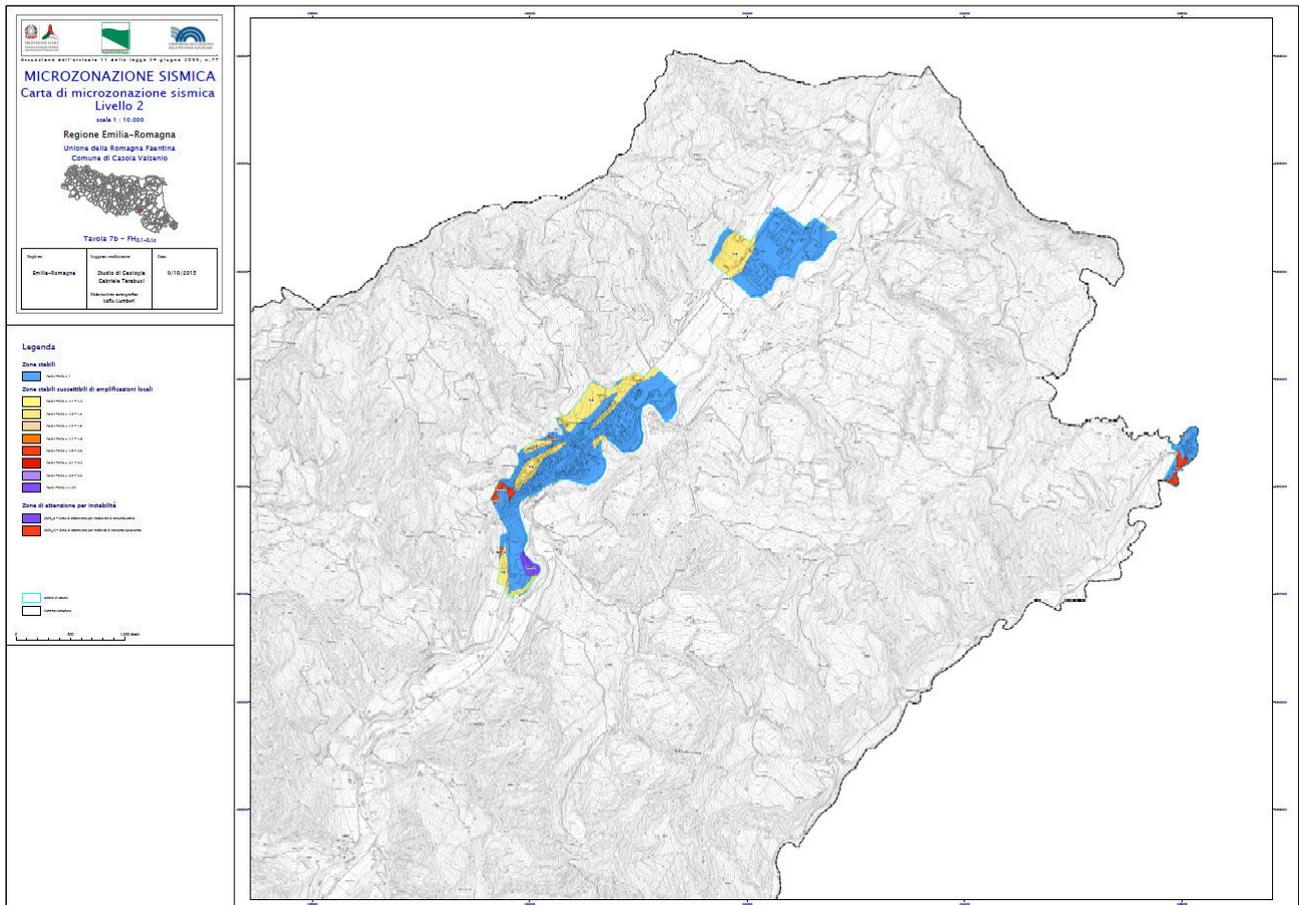


Fig. 17: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH0,1-0,5s del Comune di Casola Valsenio.

COMUNE DI CASTEL BOLOGNESE:

Per quanto riguarda le "Zone suscettibili di amplificazioni locali", il territorio studiato ricade in due microzone diverse:

2010	Zona 2010 – Conoide terrazzata e media pianura con successioni di alluvioni prevalentemente fini più o meno consistenti (AES7, AES8, AES8a) sovrastanti ghiaie sabbiose a profondità variabili tra 10 e 20 metri. Substrato sismico alluvionale e/o marino "non rigido" a profondità < 120 m (Pianura 1).
2011	Zona 2011 – Conoide terrazzata e media pianura con successioni di alluvioni prevalentemente fini mediamente consistenti (AES8, AES8a) sovrastanti ghiaie sabbiose a profondità variabili tra tra 7 e 10 m. Substrato sismico alluvionale e/o marino "non rigido" a profondità < 120 m (Pianura 1).

Le "Zone di attenzione per instabilità" presenti all'interno del territorio investigato sono di un solo tipo:

2025	ZALQ1 – Zona di attenzione per liquefazioni tipo 1 Zona 2025 – Media e bassa pianura con successioni di alluvioni prevalentemente fini (AES8, AES8a), con locali intervalli di sabbie e/o sabbie ghiaiose sature nei primi 25 m. Substrato sismico alluvionale "non rigido" a profondità \geq 120 m (Pianura 2).
-------------	---

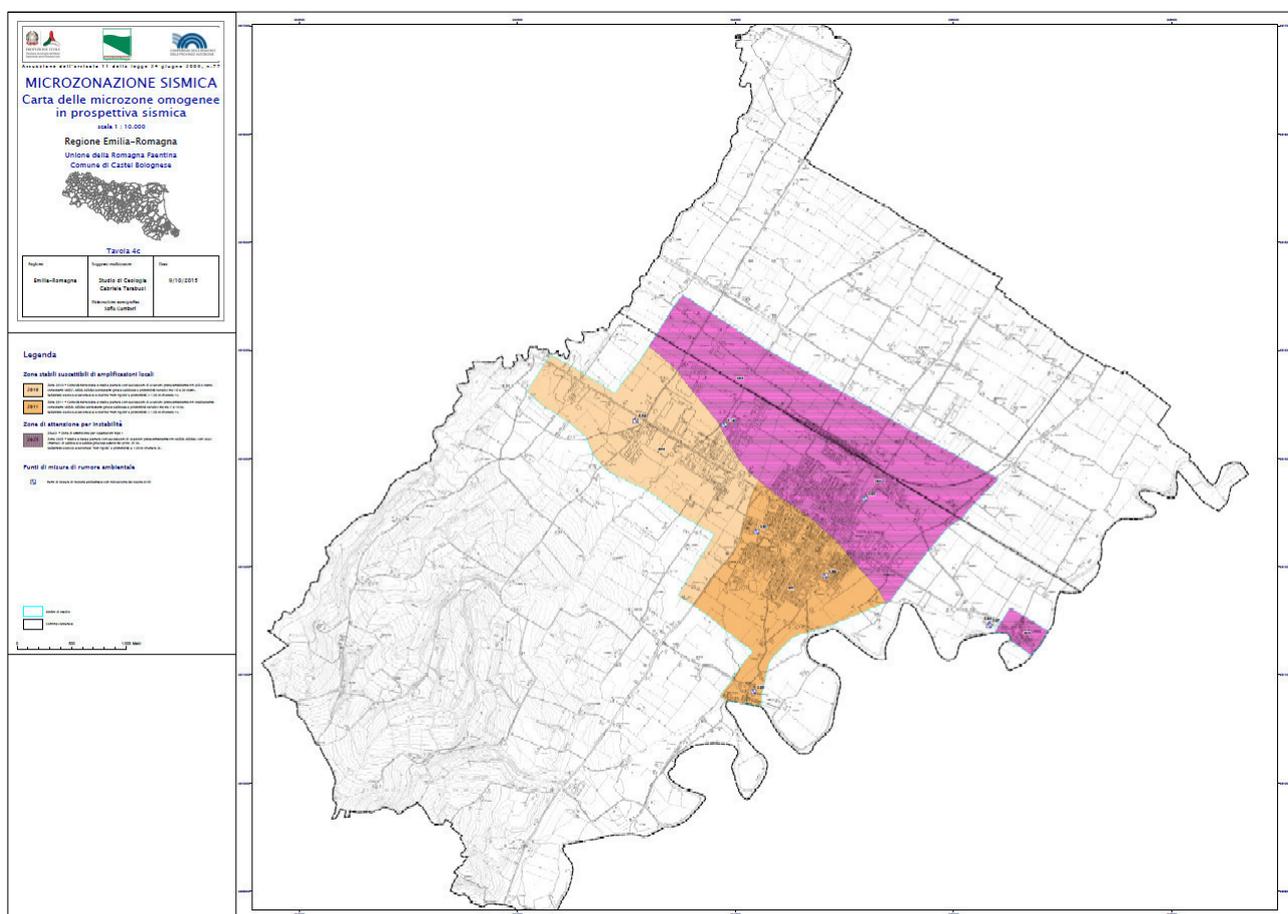


Fig. 18: La Carta delle MOPS aggiornate del Comune di Castel Bolognese.

Di seguito si riporta un esempio di carta di microzonazione sismica redatte per il Comune di Castel Bolognese (Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FH_{0,1-0,5s}); con il crescere della tonalità di arancione aumenta il fattore di amplificazione.

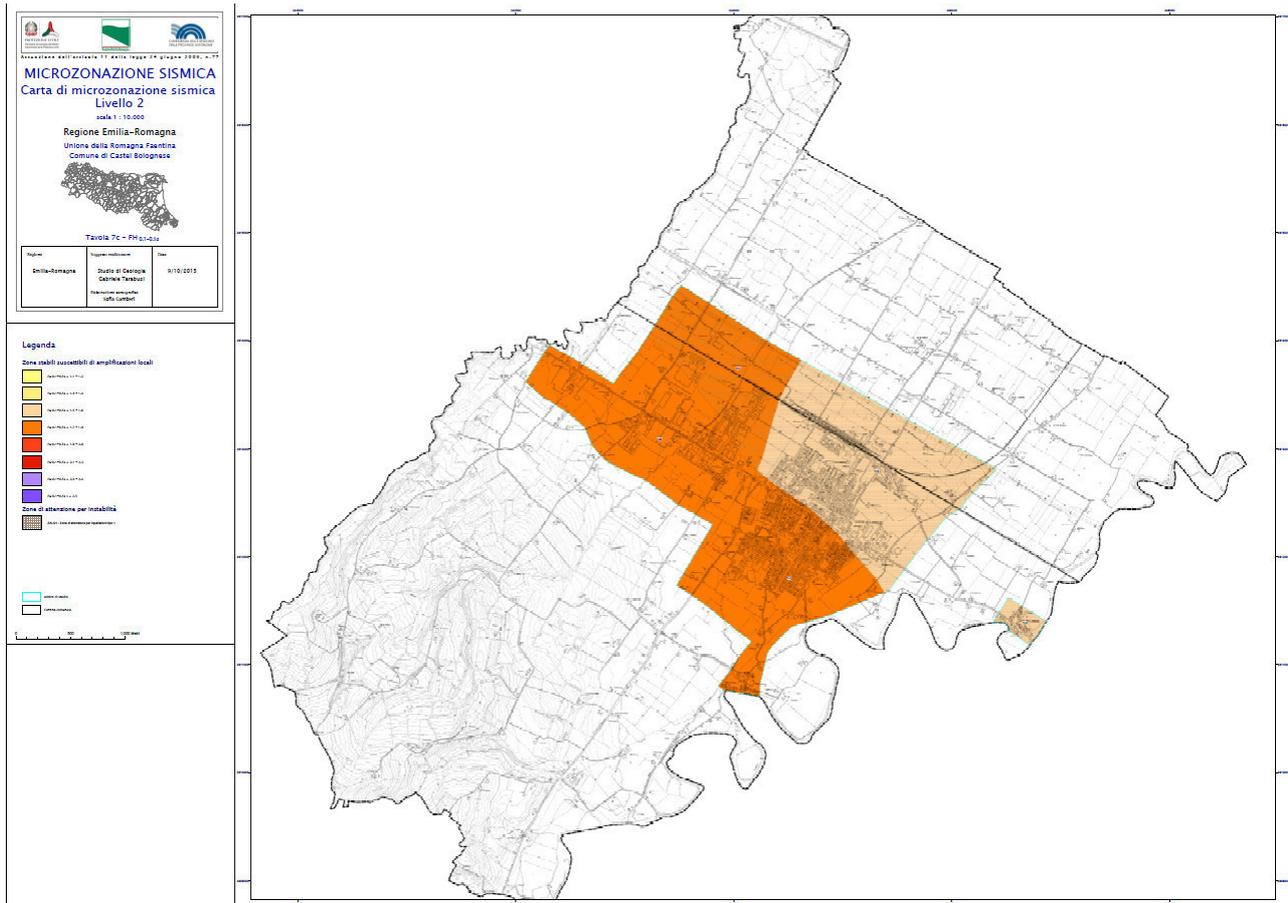


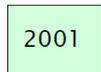
Fig. 19: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0,1-0,5s} del Comune di Castel Bolognese.

COMUNE DI RIOLO TERME:

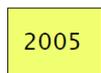
Per quanto riguarda le "Zone suscettibili di amplificazioni locali", il territorio studiato ricade in sette microzone diverse:



Substrato geologico molto fratturato o alterato



Zona 2001 - Piana terrazzata intravalliva o versante con limitate coperture alluvionali e colluviali fini e ghiaiose (AES7, AES8, AES8a) sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea / Formazione della Vena del Gesso). Spessore delle coperture: H=5 m (limitate alluvioni + bedrock alterato)



Zona 2005 - Piana di fondovalle subattuale (AES8a) sovrastante substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=20 m (alluvioni + bedrock alterato).



Zona 2006 - Piana terrazzata con successioni di alluvioni fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a) sovrastante substrato marino in parte "detensionato" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=15 m (alluvioni + bedrock alterato).



Zona 2007 - Piana terrazzata intravalliva con successioni di alluvioni fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8) sovrastante substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=20 m (alluvioni + bedrock alterato).



Zona 2008 - Scarpata di terrazzo fluviale con successioni di alluvioni fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES8, AES8a) sovrastante substrato marino "non rigido" e in parte "detensionato" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=10 m (alluvioni + bedrock alterato).



Zona 2009 - Versante con limitate coperture fini più o meno consistenti sovrastanti substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=10 m (limitate alluvioni + bedrock alterato).

Le "Zone di attenzione per instabilità" presenti all'interno del territorio investigato sono di un tipo:



ZAFR_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva



ZAFR_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente

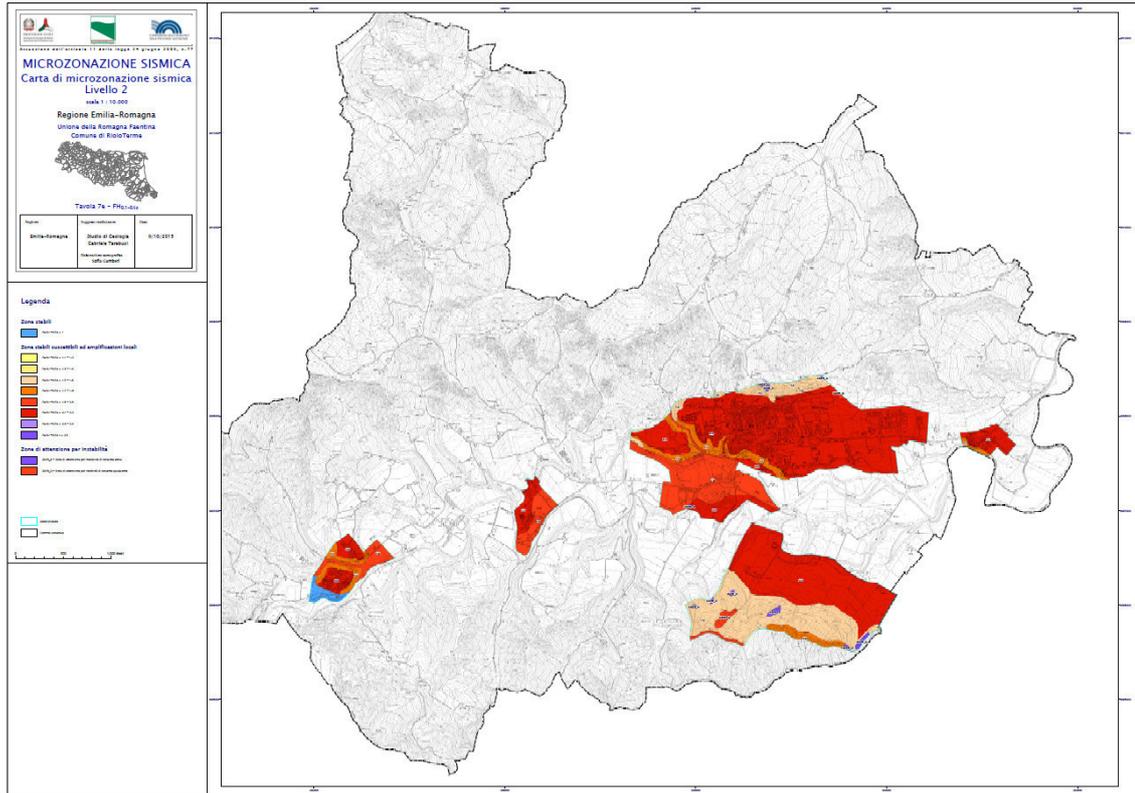


Fig. 20: La Carta delle MOPS aggiornate del Comune di Riolo Terme.

Di seguito si riporta un esempio di carta di microzonazione sismica redatte per il Comune di Riolo Terme (Carta di microzonazione sismica di livello 2 – $FH_{0,1-0,5s}$); dal giallo al viola aumenta il fattore di amplificazione, in azzurro sono indicate le aree stabili.

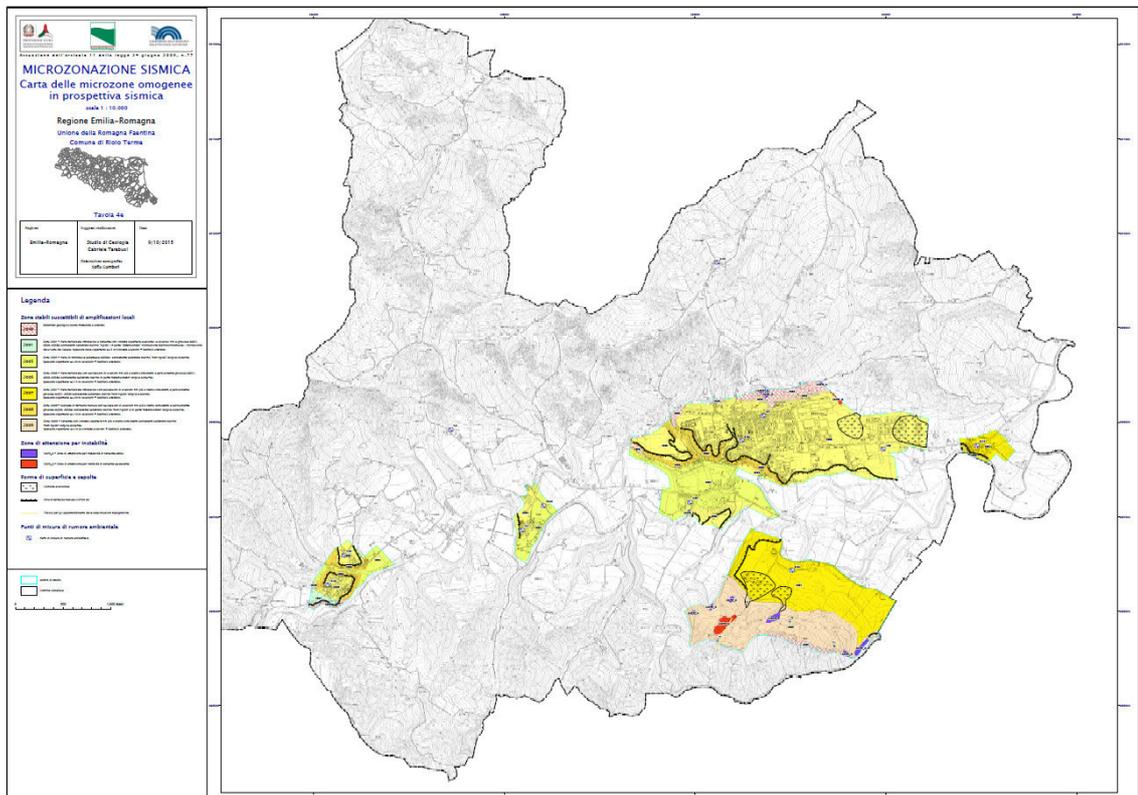


Fig. 21: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – $FH_{0,1-0,5s}$ del Comune di Riolo Terme.

Titolo II Analisi di vulnerabilità urbana di primo livello

Premessa

Il lavoro presentato in questo capitolo è stato svolto in continuità con la metodologia speditiva di analisi a scala urbana utilizzata dal Dipartimento di Protezione Civile (Dolce et al. 2000, Dolce et al. 2013) nell'ambito dell'approvazione del RUE del Comune di Faenza. La finalità di tale studio è l'individuazione di comparti a vulnerabilità omogenea, come supporto alla pianificazione territoriale e urbanistica nella prevenzione del rischio sismico.

Gli elaborati prodotti per ciascun Comune sono i seguenti:

- Ambiti omogenei per tipologia edilizia strutturale (scala 1:10.000);
- Classi di Vulnerabilità EMS98 (scala 1:10.000);
- Comparti a vulnerabilità omogenea (scala 1:10.000).

Per l'approvazione, i suddetti elaborati, disegnati in scala 1:10.000, sono allegati al presente Titolo adattati per il formato del documento. Di seguito è illustrata la metodologia applicata e i risultati ottenuti.

2 METODOLOGIA E FINALITÀ

2.1 Vulnerabilità sismica a scala urbana

La metodologia di analisi della vulnerabilità sismica a scala urbana adottata dal Dipartimento di Protezione Civile (di seguito DPC), a cui si fa riferimento in questo studio, si conforma ai metodi riconosciuti a livello internazionale per le analisi estensive sugli edifici, secondo i quali il patrimonio edilizio ordinario può essere suddiviso in classi di vulnerabilità predefinite.

Le classi di vulnerabilità, introdotte dalle scale macrosismiche, consentono una valutazione speditiva della vulnerabilità su vasta scala perché si basano sull'osservazione di pochi dati reperibili velocemente mediante un rilievo speditivo all'esterno degli edifici.

La sperimentazione del DPC è stata elaborata sulla base della scala Macrosismica EMS-98 (European Macroseismic Scale, Grunthal 1992, 1998) consentendo di suddividere il centro urbano di Faenza in porzioni di edificato – denominate comparti - a vulnerabilità omogenea.

Analogamente alla scala MSK-64 (Medvedev-Sponheur-Kamik) in cui le classi di vulnerabilità sismica sono direttamente legate al tipo di struttura verticale ("A" muratura poco resistente, "B" muratura di migliore qualità, "C" strutture in cemento armato), anche nella scala EMS-98 la struttura verticale è considerata alla base delle valutazioni anche se con una relazione meno stringente: ogni tipo di struttura verticale afferisce a una data classe di vulnerabilità (individuata a valle di osservazioni statistiche del danneggiamento degli edifici), dalla quale può discostarsi con un determinato intervallo dipendente dalla probabilità di appartenenza alle diverse classi (Figura 1).

Type of Structure	Vulnerability Class					
	A	B	C	D	E	F
MASONRY	○					
	○—					
	...○					
	...○—					
	...○—					
	...○—					
	...○—					
REINFORCED CONCRETE (RC)	...○—					
	...○—					
	...○—					
	...○—					
	...○—					
	...○—					
STEEL				...○—		
WOOD				...○—		

○ most likely vulnerability class; — probable range;
range of less probable, exceptional cases

Figura 1 - Diagramma di correlazione tra tipologia strutturale e classe di vulnerabilità secondo la scala macrosismica EMS-98

In generale le costruzioni in muratura sono classificate in relazione alla qualità muraria con classi via via decrescenti in termini di vulnerabilità al migliorare della qualità muraria. Come si evince dalla Figura 1, infatti, secondo questo sistema di attribuzione delle classi di vulnerabilità gli edifici in muratura possono ricadere in classe A (in caso di muratura in pietra grezza o mattoni di in terra cruda), classe B (murature in pietra squadrata), classe C (muratura con orizzontamenti in latero cemento) e la classe D (in cui la muratura è armata o confinata).

Gli edifici in cemento armato sono invece classificati in funzione del livello di adeguamento sismico e alla loro configurazione strutturale, passando dalla classe C alla E.

Infine, sebbene meno rappresentative nel nostro paese, sono trattate le strutture in acciaio e legno con classi centrali di vulnerabilità rispettivamente E e D.

Attribuzione delle classi di vulnerabilità secondo il metodo del DPC

Successive elaborazioni¹ hanno arricchito il metodo con nuovi elementi in grado di tenere conto delle peculiarità del patrimonio edilizio italiano, proponendo un legame più stringente tra le strutture verticali e quelle orizzontali e associando le classi di vulnerabilità alla presenza di accorgimenti antisismici.

In particolare per gli edifici in muratura si tiene conto della presenza di presidi di rinforzo, per quelli in cemento armato si fa riferimento all'epoca costruttiva, attribuendo una classe inferiore agli edifici costruiti prima dell'entrata in vigore della legge sismica², una intermedia per quelli realizzati tra il 1974 e il 2003, anno di emanazione della nuova normativa tecnica,³ e una classe superiore agli edifici realizzati successivamente al 2003.

¹ Cfr. M. Dolce, G. Di Pasquale, E. Speranza, F. Fumagalli, *A multipurpose method for seismic vulnerability assessment of urban areas*, Proceedings of 15th World Conference of Earthquake Engineering, Lisbon - Portugal 2012.

² Legge 2 febbraio 1974, n. 64 recante "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", G.U. 21 marzo 1974, n. 76.

³ Ordinanza PCM n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", G.U. 10 maggio 2005, n. 107.

Nella tabella in Fig. 2 il dato relativo all'epoca costruttiva individua tre periodi principali (righe) che sono incrociati con le informazioni sulle strutture portanti (colonne).

Il primo periodo (ante 1974) è il più articolato ed è così costituito: nelle colonne sono distinti edifici in muratura con relativi attributi (cattiva, media e buona qualità muraria, provviste o no di presidi di rinforzo) ed edifici in cemento armato (migliorato sismicamente o non migliorato), mentre nelle righe sono indicati vari sistemi di orizzontamento (spingenti, deformabili, semirigidi, rigidi).

In sintesi, agli edifici murari sono attribuite le classi A, B, C1 e D1, e su tale attribuzione influisce positivamente la presenza di solai rigidi o semirigidi; anche la qualità muraria e la presenza di presidi giocano il loro ruolo, ma in modo meno determinante (solo una combinazione consente di attribuire la classe C1); agli edifici in c.a. sono attribuite le classi C2 e D2. Le altre due fasce (post L. 64/74 e post 2003) il dato su strutture verticali e orizzontamenti diventa meno influente per l'attribuzione della classe di vulnerabilità, poiché si presuppone che gli edifici costruiti in conformità con la normativa vigente rientrino rispettivamente in classe D (1, 2) o in classe E.

Strutture orizzontali		Strutture verticali							
		Muratura di cattiva qualità		Muratura di media qualità		Muratura di buona qualità		Cemento armato	
		Senza presidi di rinforzo	Con presidi di rinforzo	Senza presidi di rinforzo	Con presidi di rinforzo	Senza presidi di rinforzo	Con presidi di rinforzo	Senza interventi di miglioramento	Con interventi di miglioramento
Prima della classificazione sismica e/o <1974	Sistemi spingenti	A	[B]	A	[B]	A	[B]	---	---
	Sistemi deformabili	A	[B]	A	[B]	B	[C1]	---	---
	Sistemi semirigidi	B	[C1]	B	[C1]	C1	[D1]	---	---
	Sistemi rigidi	B	[C1]	C1	[D1]	C1	[D1]	C2	[D2]
> 1974 (con classif.)	Edifici costruiti in conformità alla normativa sismica dell'epoca	D1		D1		D1		D2	
> 2005 (con classif.)	Edifici adeguati o costruiti in conformità alla normativa vigente	E		E		E		E	

Figura 2 - Attribuzioni di classi di vulnerabilità omogenea secondo il DPC (dal RUE)

Abaco delle Tipologie edilizie-strutturali del DPC

La metodologia adottata dal Dipartimento della Protezione Civile introduce un nuovo strumento integrativo, in grado di rappresentare la specificità del patrimonio edilizio italiano, costituito dall'identificazione tipologica ritenuta utile per aggiungere informazioni al comportamento strutturale degli edifici sotto l'azione sismica.

Le tipologie edilizie vengono individuate secondo i seguenti parametri: (1) tipo edilizio, (2) struttura verticale, (3) struttura orizzontale, (4) regolarità plano-altimetrica e posizione nel tessuto urbano, (5) epoca costruttiva.

Esse sono identificate utilizzando un codice alfanumerico: le prime due lettere (MU-MI-CA) indicano la struttura di elevazione (MU Muratura, MI Mista, CA Cemento Armato), la terza lettera indica la regolarità e la posizione nel tessuto costruito (R Regolare, I Irregolare, A Aggregato), il quarto numero rappresenta l'epoca costruttiva ("0" storica, "1" ante L. 64/74, "2" post L. 64/74, "3" post 2003).

Seguendo questi criteri, nel centro urbano di Faenza sono state individuate 20 tipologie edilizie-strutturali, che sono il riferimento di base per la descrizione dei centri urbani oggetto del presente studio (Figura 3).

Codice	Descrizione identificativa	Regolarità	Str. Verticali	Orizzontamenti	N. piani	Data Costr.	EMS 98
MUA0a	Schiera in aggregato storica	In aggregato	MU	Legno con/senza rinforzi	2_3	1800	A
MUA0b	Schiera in aggregato + int. post bellici	In aggregato	MU	Varese	2_4	1800-1950	B
MUA0c	Edifici anni '20	In aggregato	MU	Voltine/Legno	2_3	1920	A
MUA0d	Palazzo storico di pregio	In aggregato	MU	Legno /volte	2_3	>1400	A
MUA0e	Palazzo storico di pregio +int. post bellici	In aggregato	MU	Varese/Legno volte	2_3	>1400	A
MUA1	In aggregato di ricostruzione anni 50	In aggregato	MU	Varese	2_4	1950	B
MUI1a	Bi-tri familiare anni 70	Irregolare	MU	Var/Laterocemento	3	1970	D1
MUI1b	Monofamiliare anni 60	Irregolare	MU	Laterocemento	2	1960	C1
MUR1a	Monofamiliare anni 50	Regolare	MU	Varese	2	1950	C1
MUR1b	Linea di ricostruzione post bellica	Regolare	MU	Var/Laterocemento	3	1960	C1
MII1+3	Edifici - palazzine miste c.a./mur anni 50-60	Irregolare	MI	Var/Laterocemento	4_5	1950	C1
CA3	Edilizia a norma (NTC 2008)	Irregolare	CA	Laterocem/Solette	var	>2003	E
CAI1	Edificio bi-tri-familiare	Irregolare	CA	Laterocemento	3	1970	C2
CAI1+3	Palazzina	Irregolare	CA	Laterocemento	4	1960-70	C2
CAI2	Casa isolata/Villino/Schiera/	Irregolare	CA	laterocemento	3	>1983	D2
CAI2+3	Palazzina	Irregolare	CA	Laterocemento	3_5	>1983	D2
CAR1	Edificio bi-tri-familiare	Regolare	CA	Laterocemento	3	1970	C2
CAR1+3	Palazzina	Regolare	CA	laterocemento	2_3+1	1970	C2
CAR2	Edificio Regolare	Regolare	CA	Laterocemento	2_3	>1983	D2
CAR2+3	Palazzina	Regolare	CA	Laterocemento	3	>1983	D2

Figura 3 - Identificazione tipologica dell'ambito faentino secondo il DPC (dal RUE)

2.2 Metodologia e livelli conoscitivi

La metodologia utilizzata per la definizione della vulnerabilità del costruito dei comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo, è stata articolata secondo due livelli di approfondimento conoscitivo, che hanno interessato i centri urbani, escluse le frazioni, e che ha consentito la definizione dei "Comparti urbani a vulnerabilità omogenea".

I due livelli di approfondimento sono preceduti da un "livello 0" che corrisponde alla mappa del rischio sull'intero territorio nazionale, basato su dati ISTAT, e che offre una prima sommaria indicazione sull'esposizione e la vulnerabilità.

Di seguito vengono illustrati i due livelli conoscitivi.

2.2.1 Livello conoscitivo 1: Definizione delle classi di vulnerabilità macrosismica

Il livello conoscitivo 1 è uno studio di tipo preliminare. Viene definito "qualitativo" poiché offre delle informazioni iniziali che verranno precisate e definite nel successivo livello di analisi.

L'obiettivo del primo livello conoscitivo è l'attribuzione delle classi macrosismiche EMS-98 al tessuto urbano sulla base di informazioni circa le modalità costruttive più ricorrenti nel territorio analizzato (anche reperite da tecnici locali esperti del territorio o da tecnici comunali), nonché di specifica documentazione fornita dall'Amministrazione.

Per la esecuzione di questo livello di analisi è stata particolarmente utile la carta dell'evoluzione cronologica e dell'accrescimento urbano (v. Documentazione di base) fornita dall'Ufficio di Piano del Settore Territorio e la relazione storica relativa ai centri urbani contenuta nel RUE di Faenza (disponibile on line).

Il prodotto del livello conoscitivo 1 è una mappatura preliminare del centro urbano in comparti omogenei sotto il profilo della vulnerabilità edilizia secondo le classi EMS-98, riferite ad un numero significativo di edifici con caratteristiche comuni dal punto di vista strutturale e della risposta sismica, che corrispondano a parti riconoscibili di città.

È necessario che le zone omogenee abbiano una connotazione di tipo urbano, in modo da poter prevedere interventi unitari nella successiva pianificazione.

La carta delle zone omogenee sotto il profilo della vulnerabilità edilizia rappresenta la base di partenza per il livello conoscitivo 2.

2.2.2 Livello conoscitivo 2: Definizione dei comparti urbani a vulnerabilità omogenea

Il livello conoscitivo 2 persegue l'obiettivo di verificare le perimetrazioni dei comparti omogenei sotto il profilo della vulnerabilità edilizia effettuate nel livello 1 e ridurre le incertezze tramite la ricognizione su tutto il centro urbano delle tipologie edilizie-strutturali e la vulnerabilità a loro associata.

L'unità minima di analisi è l'edificio e l'obiettivo è descriverne le caratteristiche strutturali e tipologiche attraverso l'attribuzione della tipologia edilizia-strutturale, considerata come un sottoinsieme della classe di vulnerabilità.

Il risultato di questa fase conoscitiva consiste nelle seguenti elaborazioni:

- perimetrazione di "ambiti omogenei per tipologia edilizia";
- perimetrazione di "ambiti omogenei per classi di vulnerabilità EMS-98";
- perimetrazione di "comparti urbani a vulnerabilità omogenea";
- schedatura delle tipologie edilizie.

L'identificazione degli "ambiti omogenei per tipologia edilizia" avviene tramite ricognizione speditiva delle tipologie edilizie-strutturali presenti in tutto il centro urbano attraverso ispezione visiva condotta dall'esterno; successivamente, alle tipologie è associata la classe di vulnerabilità EMS-98 per la definizione degli "ambiti omogenei per classi di vulnerabilità EMS-98".

Il passaggio successivo prevede la perimetrazione dei "comparti urbani a vulnerabilità omogenea", valutati in funzione di parametri di diversa natura, e numerati in modo da essere univocamente identificati.

La carta dei "comparti urbani a vulnerabilità omogenea", può rappresentare il principale supporto alla pianificazione urbanistica per l'individuazione di priorità di intervento nel centro urbano e la definizione di ambiti specifici da sottoporre a pianificazione attuativa.

3 APPLICAZIONE AI CENTRI URBANI

3.1 Rilievo speditivo nei centri urbani dell'Unione dei Comuni

La metodologia di analisi della vulnerabilità sismica a scala urbana è stata applicata ai comuni di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo, le cui caratteristiche dimensionali, edilizie e geomorfologiche risultano essenzialmente omogenee.

Il rilievo speditivo è stato condotto sui centri urbani dei cinque comuni con l'intento di verificare le elaborazioni effettuate "a tavolino" sulla base della documentazione fornita dall'Ufficio di Piano e del supporto conoscitivo dei tecnici comunali (Livello conoscitivo 1).

La suddivisione in comparti omogenei sotto il profilo della vulnerabilità edilizia di livello conoscitivo 1 è stata il supporto per le annotazioni effettuate sul campo.

Le attività svolte durante i sopralluoghi sul campo sono state le seguenti:

1. Prima identificazione delle tipologie edilizie strutturali prevalenti tramite ricognizione su tutto il centro urbano, sulla base delle elaborazioni preliminari svolte nell'ambito del primo livello di conoscenza e degli studi già effettuati per il comune di Faenza dal DPC.
2. Perimetrazione provvisoria degli "ambiti omogenei per tipologia edilizia-strutturale", degli "ambiti omogenei per classi di vulnerabilità EMS-98" e prima definizione dei "comparti urbani a vulnerabilità omogenea";
3. Verifica sul campo delle perimetrazioni effettuate e ottimizzazione delle stesse.
4. Verifica dell'abaco delle tipologie edilizie-strutturali individuate dal DPC per Faenza ed eventuali precisazioni sui centri urbani analizzati.

L'identificazione delle tipologie edilizie-strutturali per i centri urbani di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo, ha tenuto conto dei seguenti parametri:

- Et  di costruzione (desunta dalle Tavv. evoluzione cronologica e accrescimento urbano del PSC);
- Tipologie delle strutture verticali;
- Tipologia degli orizzontamenti (quando osservabile);
- Confinamenti mediante cordoli o catene (quando osservabile);
- Regolarit  strutturale.

L'associazione delle tipologie strutturali alle classi di vulnerabilit  EMS-98   stata effettuata sulla base della tabella adottata dal Dipartimento della Protezione Civile (cfr. Fig. 2).   stato tuttavia necessario apportare delle semplificazioni, data la dimensione ridotta dei centri, come viene illustrato nei paragrafi che seguono.

La perimetrazione dei "comparti urbani a vulnerabilit  omogenea" ha seguito i seguenti criteri:

- Omogeneit  di classe (EMS-98);
- Articolazione dei tessuti edilizi e della viabilit ;
- Dimensioni minime del comparto non inferiore a 10 di edifici (date le ridotte dimensioni dei centri).
- Numerazione dei comparti

3.2 Sintesi delle caratteristiche tipologiche dei centri urbani

L'individuazione delle tipologie edilizio strutturali nei centri urbani analizzati e l'associazione alle classi di vulnerabilit  macrosismica EMS-98, ha fatto riferimento principalmente alla tabella proposta dal Dipartimento di Protezione Civile (Fig. 2). Tale tabella   stata elaborata sulla base una sperimentazione effettuata su due centri urbani rappresentativi dell'ambito geografico faentino, Faenza e Solarolo, con caratteristiche dimensionali, edilizie e morfologiche differenti in modo da rendere l'analisi pi  versatile possibile.

Nel nostro caso invece i centri coinvolti sono simili tra loro (e simili a Solarolo) per dimensione, caratteristiche dell'edificato e morfologia del territorio.

Come si evince dalla sottostante Tabella 1 si tratta di centri al di sotto dei 10.000 abitanti, di dimensioni ridotte; inoltre, gli edifici esterni al centro storico hanno una consistenza modesta (massimo 3 piani).

Comune	Superficie Km ²	Abitanti	Densit� Ab/km ²	Dimensione centro urbano m ²	Dimensione centro storico m ²
Brisighella	194,32 kmq	7689	39,57	970.000	130.000
Casola Valsenio	84,42 kmq	2671	31,64	371.500	42.000
Castel Bolognese	32,37 kmq	9625	297,37	1.166.200	89.000
Riolo Terme	44,26 kmq	5768	130,32	1.243.800	53.000
Solarolo	26,04 kmq	4472	171,74	786.300	34.000

Tabella 1 – Dimensione dei centri esaminati

Alcune delle tipologie individuate dal DPC non sono state rilevate nei centri presi in esame,

Data la variet  edilizia molto pi  contenuta dei centri urbani studiati rispetto a quello di Faenza, sono state osservate solo alcune delle tipologie riportate nell'abaco; ci  ha condotto ad un adattamento dell'abaco stesso come peraltro previsto nello studio condotto dal DPC (cfr. RUE di Faenza 2014⁴).

  necessario inoltre segnalare che non sempre   stato possibile fare riferimento alla tabella di attribuzione delle classi di vulnerabilit  omogenea (Figura 2) poich  i criteri per la caratterizzazione degli edifici sono risultati di difficile applicazione (ad esempio per impossibilit  di osservazione, mancanza di documentazione, incompatibilit  con il carattere speditivo del metodo).

⁴ Regolamento Urbanistico ed edilizio, Comune di Faenza, Adottato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 30 del 21.07.2014, Approvato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 11 del 31.03.2015.

La metodologia del DPC nell'ambito del presente studio è stata oggetto di alcune semplificazioni nella attribuzione della classe di vulnerabilità macrosismica e -come già accennato- nell'abaco delle tipologie. Queste semplificazioni sono dovute essenzialmente alla differente consistenza e varietà tipologica dei centri urbani analizzati, ma è bene chiarire che tali modifiche non comportano mutamenti nella sostanza del metodo, per cui i risultati delle analisi rimangono confrontabili con quelli ottenuti per il centro urbano di Faenza.

Per quanto concerne l'attribuzione delle classi di vulnerabilità EMS-98, la prima semplificazione interessa lo scaglione ante Legge Sismica, nell'ambito del quale (1) non esiste più la distinzione tra muratura di buona, media e cattiva qualità, e (2) è stato effettuato l'accorpamento (a) di sistemi spingenti e deformabili e (b) di solai semirigidi e rigidi (Tabella 2).

La qualità muraria è un elemento fondamentale per la valutazione della vulnerabilità di un edificio, ma spesso è un dato non reperibile da semplici sopralluoghi a vista dell'edificio (presenza di pareti intonacate). La stessa considerazione potrebbe essere avanzata nei riguardi dei presidi antisismici, non sempre evidenti, la cui presenza costituisce elemento che consente di passare dalla classe A alla classe B nel caso di orizzontamenti spingenti o deformabili, e dalla classe B alla classe C1 nel caso di solai semirigidi e rigidi. A differenza dello studio condotto dal DPC su Faenza, qui la classe D1 non è stata utilizzata per ragioni cautelative data la scala dell'indagine.⁵

I criteri utilizzati per la definizione delle tipologie edilizie-strutturali sono stati delineati a valle dei sopralluoghi preliminari condotti sui centri urbani e si mantengono in gran parte analoghi a quelli utilizzati dal DPC; essi sono (i) la struttura di elevazione, (ii) gli orizzontamenti (se ipotizzabili), (iii) la regolarità plano-altimetrica e la posizione nel tessuto urbano, (iv) normativa tecnica vigente nell'epoca di costruzione.

Da queste considerazioni derivano anche gli accorpamenti proposti nell'abaco delle tipologie (tabella 3) sul quale è opportuno precisare alcune questioni.

La tipologia MUA0 rappresenta tutto il patrimonio costruito in muratura portante con solai lignei o voltati in aggregato. Non sono individuate delle varianti del tipo (es. ricostruzioni post-belliche), ma sono state introdotte le tipologie CAR1 nei casi di ricostruzione post-bellica. È aggiunta la tipologia MU0 che identifica gli edifici isolati in muratura portante con solai lignei o voltati (ville e palazzetti).

La MUA1 comprende gli edifici in muratura in aggregato con solai in latero-cemento, travi Varese, putrelle e tavelloni, anche di sostituzione (era MUA0b). Il numero 1, che per il DPC identifica la costruzione ante prima classificazione (ma comunque edificata nel XX secolo), è utile a distinguere dalla tipologia MUA0. In entrambi gli approcci, comunque, la classe di vulnerabilità associata rimane la B.

Per quanto concerne la tipologia MUR, essa identifica gli edifici in muratura costruiti prima del 1974 ed è stata distinta in MUR1a, per le case unifamiliari isolatae, e MUR1b per quelle a schiera o in linea. La classe di vulnerabilità associata rimane comunque la C1.

Tra le tipologie CA è mantenuta la distinzione definita dal codice numerico (1, 2, 3) che definisce l'aderenza a una data normativa.

⁵ Una precisazione è d'obbligo. L'attribuzione delle classi nella tabella DICAR è una interpretazione semplificata di quella del DPC, che considera maggiormente vulnerabili solo gli edifici murari, mentre per quelli in c.a. è riservata al massimo la classe C2. Probabilmente queste attribuzioni provengono da quelle effettuate da Grunthal (vedi diagramma EMS-98).

DPC - applicazione su Faenza										DICAR - applicazione sui Comuni dell'Unione della Romagna Faentina						
STRUTTURE ORIZZONTALI	STRUTTURE VERTICALI								TIPOLOGIA STRUTTURALE	STRUTTURE ORIZZONTALI	STRUTTURE VERTICALI			TIPOLOGIA STRUTTURALE		
	Mur. cattiva qualità		Mur. media qualità		Mur. buona qualità		C.A.				Muratura		C.A.			
	S/P	P	S/P	P	S/P	P	S/M	M			S/P	P	C.A.			
ante L. 64/74	Sistemi spingenti	A	[B]	A	[B]	A	[B]	-	-	MUA0 (d, e)	Sistemi spingenti (Volte)				MUA 0	
	Sistemi deformabili	A	[B]	A	[B]	B	[C1]	-	-	MUA 0 (a, d, c, e)	Sistemi deformabili (solai in legno)	A	B	-		
	Sistemi semirigidi	B	[C1]	B	[C1]	C1	[D1]	-	-	MUA 0 (b, e), MUA1, MUR1a, MUR1a, MII1+3	Sistemi semirigidi (varese/putrelle)				MUA 1 - MUI MUI1a - MUR - MI- CAI1 - CAR1	
	Sistemi rigidi	B	[C1]	C1	[D1]	C1	[D1]	C2	[D2]	MUI1b, MUR1b, MII1+3 / CAI1-CAI1+3, CAR1-CAR1+3,	Sistemi rigidi (solette/ laterocemento)	B/C1	C1	C2		
tra 74-2003	conforme a norma		D1		D1		D1		D2	CAI 2-CAI2+3, CAR2-CAR2+3	conforme a norma		D1		D2	CAI2 - CAR2
post 2003	conforme a norma		E		E		E		E	CA3	conforme a norma		E			CA3

Tabella 2 – Attribuzione della classe di vulnerabilità EMS-98, confronto tra i due metodi.

DPC - applicazione su Faenza							
TIPOLOGIA	Classe EMS98	CRITERI DI IDENTIFICAZIONE					
		Tipo edilizio	Strutture Verticali	Orizzontamenti	Regolarità planoaltimetrica e posizione nel tessuto urbano	Epoca Costruttiva ⁴	
MUA 0	a	A	Casa a schiera	Muratura	Lignei	in aggregato	1800
	c	A	Edifici anni '20	Muratura	Voltine/legno	in aggregato	1920
	d	A	Palazzo Storico di pregio	Muratura	Legno/volte	in aggregato	post 1400
	e	A	Palazzo Storico di pregio + int. post bellici	Muratura	Varese/legno/volte	in aggregato	post 1400
MUA 0 ⁴	b	B	Casa a schiera + Int. post bellici	Muratura	Varese	in aggregato	1800-1950
MUA 1		B	In aggregato di ricostruzione anni '50	Muratura	Varese	in aggregato	1950 - pre classificazione
MUI 1	a	D1	bi-trifamiliare anni '70	Muratura	Varese/Latero cemento	irregolare	1970
	b	C1	monofamiliare anni '60	Muratura	Latero cemento	irregolare	1960
MUR 1	a	C1	monofamiliare anni '50	Muratura	Varese	Regolare	1950
	b	C1	In linea di ricostruzione post bellica	Muratura	Varese/Latero cemento	Regolare	1960
MII 1+3		C1	Edifici-Palazzina miste ca/mur anni '50-'60	C.a. - muratura	Varese/Latero cemento	irregolare	1950
CAI 1		C2	bi-trifamiliare anni '70	C.a.	c.a./latero cemento	irregolare	1970
CAI 1+3		C2	Palazzina	C.a.	Latero cemento	irregolare	1960-70
CAR 1		C2	Edificio bi-trifamiliare	C.a.	Laterocemento	regolare	1970
CAR 1+3		C2	Palazzina	C.a.	Laterocemento	regolare	1970
CAI 2		D2	Casa isolata - villino - a schiera	C.a.	Laterocemento	irregolare	post 1983
CAI 2+3		D2	Casa isolata - villino - a schiera	C.a.	Laterocemento	irregolare	post 1984
CAR 2		D2	Edificio regolare	C.a.	Laterocemento	regolare	post 1983
CAR 2+3		D2	Palazzina	C.a.	Laterocemento	regolare	post 1983
CA3		E	Edilizia a norma NTC2008	C.a.	Laterocemento/solette c.a.	irregolare	post 2003

DICAR - applicazione su Comuni dell'Unione della Romagna Faentina					
TIPOLOGIA	Classe EMS98	CRITERI DI IDENTIFICAZIONE			
		Struttura Elevazione	Orizzontamenti (ipotizzati)	Regolarità planoaltimetrica e posizione nel tessuto urbano	Normativa vigente in epoca costruttiva
MU0	A	Muratura	Legno/volte	Isolato / Regolare	ante classificazione 1974 (ante DM81)
MUA 0	A	Muratura	Legno/volte	In aggregato	
MUA 1	B	Muratura	Varese/Putrelle e voltine/c.a./soletta	In aggregato	
MUI	C1'	Muratura	Varese/Putrelle e voltine/c.a./soletta	Isolato / Irregolare	
MUI1a	D1	Muratura	Laterocemento/solette	Irregolare	
MUR	C1	Muratura	Varese/Putrelle e voltine/c.a./soletta	Isolato / Regolare	
MI	C1	mista c.a. muratura	Varese/Putrelle e voltine/c.a./soletta	Regolare - irregolare	
CAI 1	C2	C.a.	Laterocemento/solette	Irregolare	ante L. 64/74
CAR 1	C2	C.a.	Laterocemento/solette	Regolare	
CAI 2	D2	C.a.	Laterocemento/solette	Irregolare	post L. 64/74
CAR 2	D2	C.a.	Laterocemento/solette	Regolare	
CA 3	E	C.a.	Laterocemento/solette	-	post 2003

Tabella 3 – Individuazione delle tipologie edilizie-strutturali, confronto tra classi DPC e classi DICAR.

4 RISULTATI

4.1 Carta degli ambiti a tipologia edilizia-strutturale omogenea

Le Carte degli ambiti a tipologia edilizia-strutturale omogenea dei cinque centri urbani analizzati sono rappresentate in scala 1:10.000. Per l'approvazione, i suddetti elaborati, disegnati in scala 1:10.000, sono allegati al presente Titolo adattati per il formato del documento (Tavole F1.1.1-5).

Le informazioni provengono dal rilievo speditivo, dalle carte di evoluzione cronologica e accrescimento urbano e dalla relazione storica dei centri urbani presente nel PSC.

In generale sono presenti in tutti i centri urbani le tipologie storiche, ovvero quelle relative al patrimonio edilizio storico rimasto integro. Queste tipologie sono per lo più caratterizzate da case a schiera (MUA0) ed edifici isolati (MU0) a cui viene associata la classe di vulnerabilità macrosismica A.

Il processo di espansione dei centri, sempre riferibile al dopo guerra, avviene nella prima fase con tipologie edilizie in muratura e orizzontamenti in varesa o latero-cemento, con diversa regolarità plano-altimetrica (MUR - MUI), corrispondenti prevalentemente a edifici mono o bifamiliari a due piani. In alcuni casi queste tipologie sono attribuite anche a palazzine di edilizia popolare che, pur ospitando più di una famiglia, mantengono comunque ridotte dimensioni. A queste tipologie viene attribuita la classe macrosismica C1.

Appartengono alla stessa classe macrosismica C1 gli edifici misti, muratura-c.a., a 2 piani, presenti in alcuni edifici degli anni 50-60 in tutti i centri urbani analizzati.

A Solarolo è stata individuata da DPC una tipologia specifica, la MUI1a, ritenuta particolarmente irregolare, con numero di piani pari a tre, con cordonature perimetrali, associata alla classe macrosismica D1.

Gli edifici in cemento armato sono presenti in tutti i centri analizzati, sia nella fase di espansione del primo dopo guerra, quindi nel periodo antecedente all'entrata in vigore della legge n. 64/1974, sia negli edifici degli anni '80-90.

Come per le altre tipologie siamo sempre di fronte ad edilizia minuta, dotata di non più di tre piani, con maggiore o minore regolarità plano-altimetrica (CAI1, CAI2 - CAR1, CAR2) a cui è associata la classe di vulnerabilità C2 o D2 a seconda dell'epoca di costruzione.

Gli edifici realizzati in cemento armato successivamente all'emanazione del DM 14/09/2005, non sono molto diffusi nei centri analizzati, se non in poche aree isolate, in linea con l'andamento economico e demografico dei centri.

A queste tipologie edilizie è attribuita la classe E.

Vengono riportate di seguito le carte delle tipologie edilizie-strutturali di ciascun centro urbano (Tavole F1.1.1-5).

PERIMETRO CENTRO STORICO (fonte P.R.G)			
TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI			CLASSI EMS'98
Edificio murario storico in aggregato	MUA0a		A
Edificio murario storico isolato	MU0		
Edificio murario con solai rigidi in aggregato	MUA1		B
Edificio murario con solai rigidi - irregolare	MUI1b		C1
Edificio murario con solai rigidi - irregolare	MUR		
Edificio struttura mista - irregolare	MII		
Edificio in cemento armato - irregolare (ante L.64/74)	CAI1		C2
Edificio in cemento armato - regolare (ante L.64/74)	CAR1		
Edificio in muratura con cordoli di piano - irregolare	MUI1a		D1
Edificio in cemento armato - irregolare (1974-2003)	CAI2		D2
Edificio in cemento armato - regolare (1974-2003)	CAR2		
Edificio in cemento armato (post 2003)	CA3		E

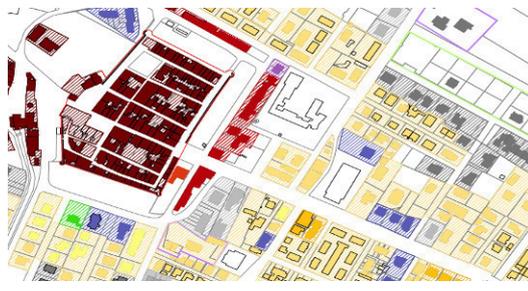


Figura 4 - Legenda e stralcio della Carta degli ambiti a tipologia edilizia-strutturale omogenea. Dall'alto: Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme, Solarolo.

UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.1.1 | Ambiti omogenei per tipologia edilizia

scala: 1:10.000

Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

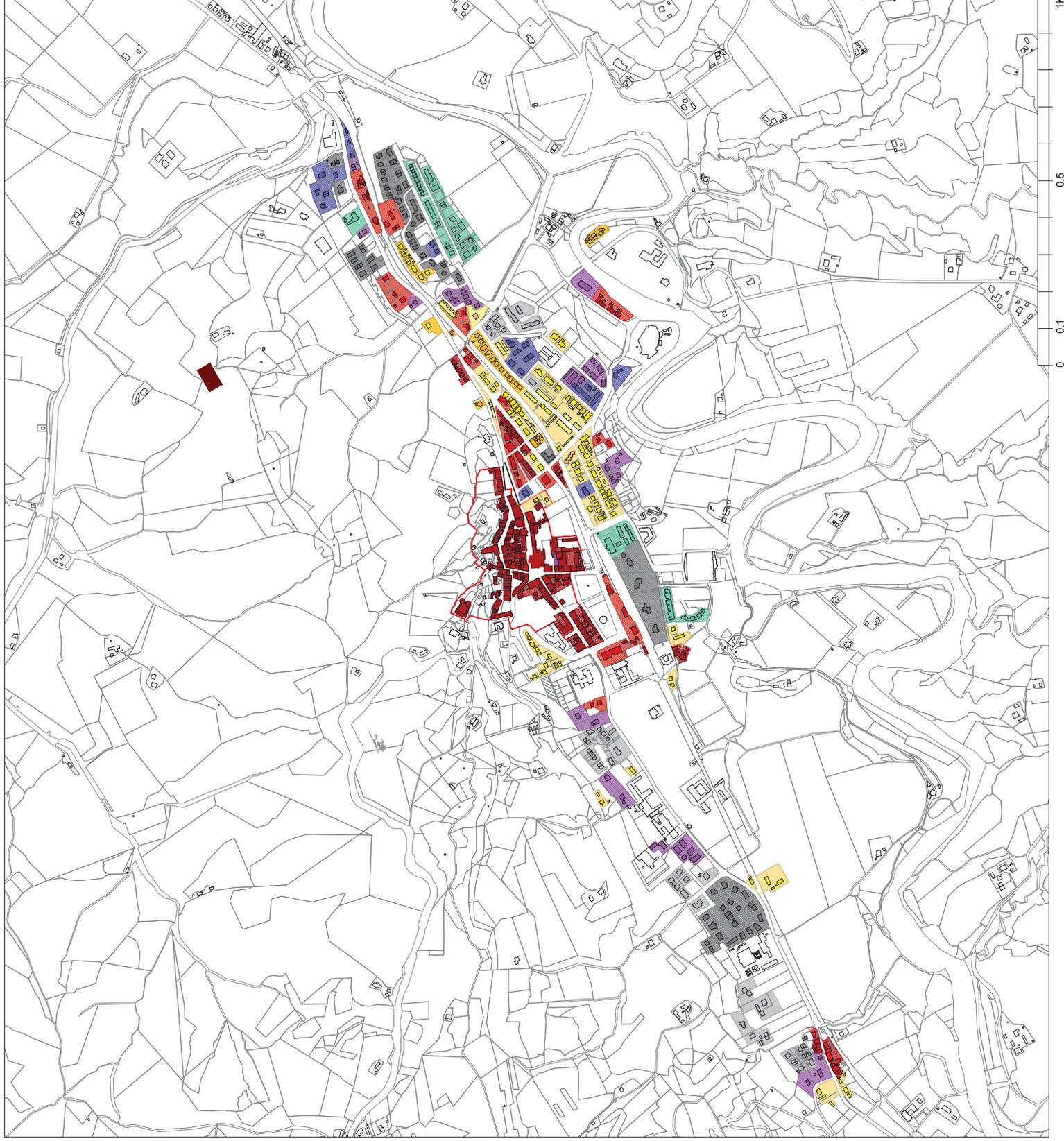
PERIMETRO CENTRO STORICO
(fonte P.R.G)

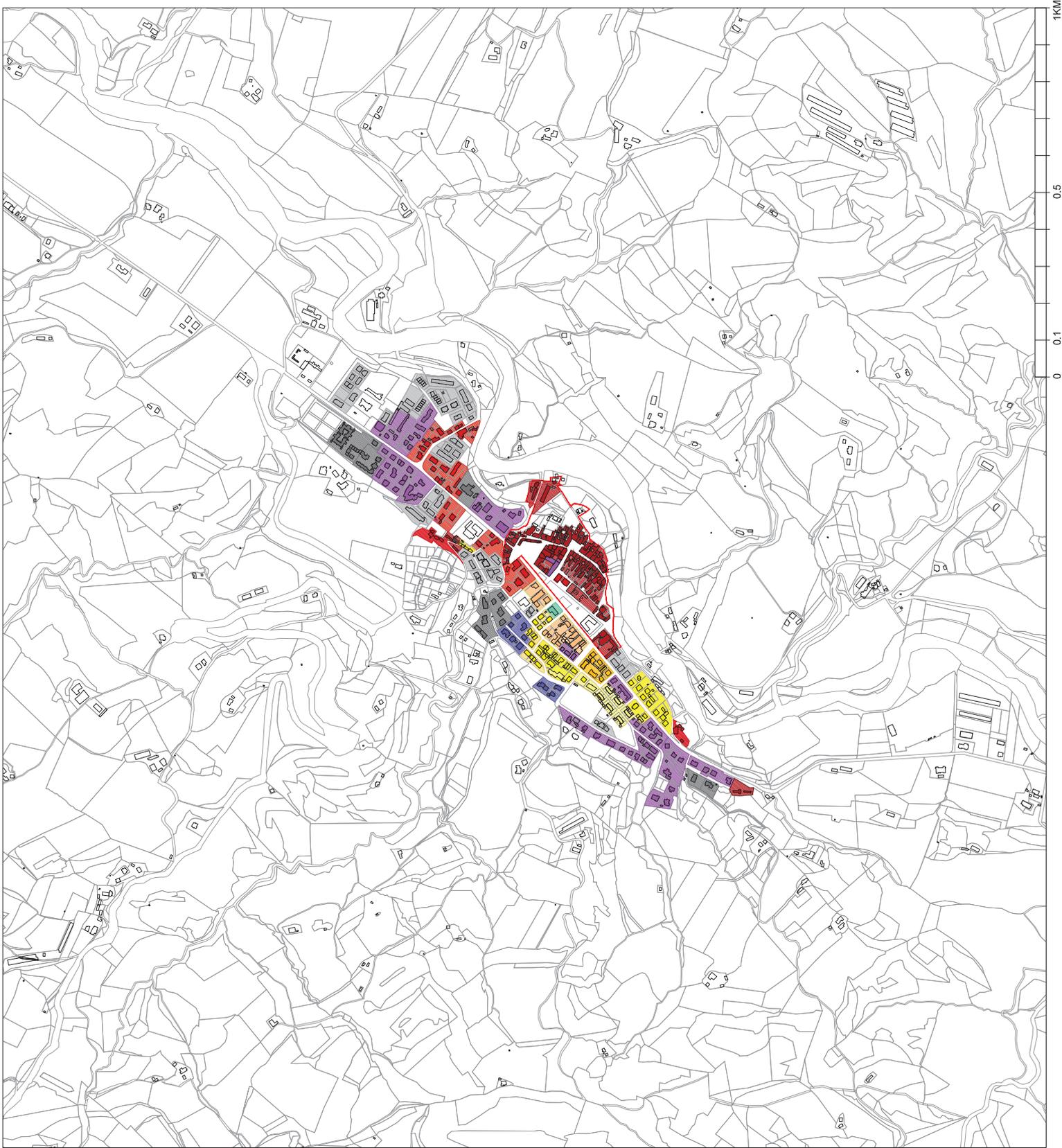
TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI

CLASSI EMS 98

Edificio murario storico in aggregato	MUA0	A
Edificio murario storico isolato	MU0	A
Edificio murario con solai rigidi in aggregato	MUA1	B
Edificio murario con solai rigidi - irregolare	MUI1b	B
Edificio murario con solai rigidi - regolare - isolato	MUR1a	C1
Edificio murario con solai rigidi - regolare - in linea	MUR1b	C1
Edificio struttura mista - irregolare	MII	C1
Edificio in cemento armato - irregolare (ante L.64/74)	CA11	C2
Edificio in cemento armato - regolare (ante L.64/74)	CAR1	C2
Edificio in muratura con cordoli di piano - irregolare	MUI1a*	D1
Edificio in cemento armato - irregolare (1974-2003)	CAI2	D2
Edificio in cemento armato - regolare (1974-2003)	CAR2	D2
Edificio in cemento armato (post 2003)	CA3	E

MUI1a* non è presente in questo centro urbano





UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Guiffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITA' URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.1.2 | **Ambiti omogenei per tipologia edilizia**

scala 1:10.000

Rev. Mar. 2016

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

PERIMETRO CENTRO STORICO
(fonte P.R.G)

TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI

CLASSI EMS'98

Edificio murario storico in aggregato	MUA0	A
Edificio murario storico isolato	MU0	A
Edificio murario con solai rigidi in aggregato	MUA1	B
Edificio murario con solai rigidi - irregolare	MUI1b	B
Edificio murario con solai rigidi - regolare - isolato	MUR1a	C1
Edificio murario con solai rigidi - regolare - in linea	MUR1b	C1
Edificio struttura mista - irregolare	MII	C1
Edificio in cemento armato - irregolare (ante L.64/74)	CA11	C2
Edificio in cemento armato - regolare (ante L.64/74)	CAR1	C2
Edificio in muratura con cordoli di piano - irregolare	MUI1a*	D1
Edificio in cemento armato - irregolare (1974-2003)	CAI2	D2
Edificio in cemento armato - regolare (1974-2003)	CAR2	D2
Edificio in cemento armato (post 2003)	CA3	E

MUI1a* non è presente in questo centro urbano

UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Gufrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.1.3

Ambiti omogenei per tipologia edilizia

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

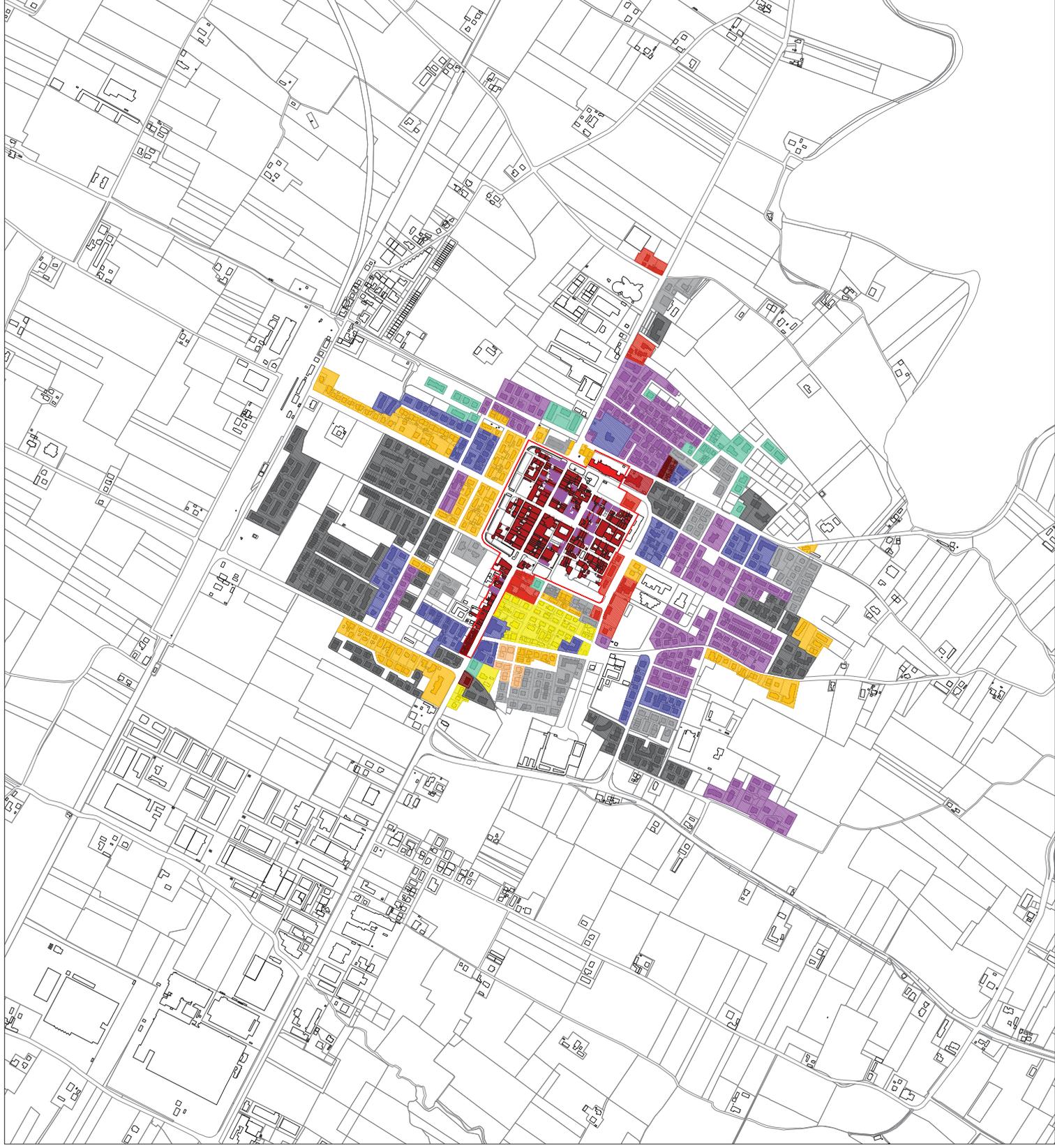
BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO



PERIMETRO CENTRO STORICO
(fonte P.R.G)

TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI

	CLASSI EMS 98
Edificio murario storico in aggregato	A
Edificio murario storico isolato	B
Edificio murario con solai rigidi in aggregato	C1
Edificio murario con solai rigidi - irregolare	C2
Edificio murario con solai rigidi - regolare - isolato	D1
Edificio murario con solai rigidi - regolare - in linea irregolare	D2
Edificio struttura mista - irregolare	E
Edificio in cemento armato - irregolare (ante L.64/74)	
Edificio in cemento armato - regolare (ante L.64/74)	
Edificio in muratura con cordoli di piano - irregolare	
Edificio in cemento armato - irregolare (1974-2003)	
Edificio in cemento armato - regolare (1974-2003)	
Edificio in cemento armato (post 2003)	

MU1a* non è presente in questo centro urbano

UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.1.4 | Ambiti omogenei per tipologia edilizia

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA FOGNANO	CASOLA VALSENI	CASTEL BOLOGNESE	RIOLO TERME	SOLAROLO
------------------------	-------------------	---------------------	----------------	----------

PERIMETRO CENTRO STORICO
(fonte P.R.G)

TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI

TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI	CLASSI EMS'98
MUA0 Edificio murario storico in aggregato	A
MU0 Edificio murario storico isolato	B
MUA1 Edificio murario con solai rigidi in aggregato	C1
MUI1b Edificio murario con solai rigidi - irregolare	C2
MUR1a Edificio murario con solai rigidi - regolare - isolato	D1
MUR1b Edificio murario con solai rigidi - regolare - in linea	D2
MII Edificio struttura mista - irregolare	E
CAI1 Edificio in cemento armato - irregolare (ante L.64/74)	
CAR1 Edificio in cemento armato - regolare (ante L.64/74)	
MUI1a* Edificio in muratura con cordoli di piano - irregolare	
CAI2 Edificio in cemento armato - irregolare (1974-2003)	
CAR2 Edificio in cemento armato - regolare (1974-2003)	
CA3 Edificio in cemento armato (post 2003)	

MUI1a* non è presente in questo centro urbano



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.1.5 | Ambiti omogenei per tipologia edilizia | scala: 1:10.000 | Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA | CASOLA VALSENIIO | CASTEL BOLOGNESE | RIOLO TERME | SOAROLO

PERIMETRO CENTRO STORICO (fonte P.R.G)

TIPOLOGIE EDILIZIE STRUTTURALI

CLASSI EMS 98

	A	B	C1	C2	D1	D2	E
MUA0	[Red]	[Red]	[Red]	[Blue]	[Purple]	[Green]	[Grey]
MU0	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
MUA1	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
MUI1b	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
MUR1a	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
MUR1b	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
MI	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
CA11	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
CAR1	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
MUI1a	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
CAI2	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
CAR2	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]
CA3	[Red]	[Red]	[Red]	[Purple]	[Green]	[Grey]	[Grey]



4.2 Carta con attribuzione delle classi di vulnerabilità macrosismica (EMS'98)

La Carta con l'attribuzione delle classi di vulnerabilità macrosismica dei cinque centri urbani analizzati sono rappresentate in scala 1:10.000. Per l'approvazione, i suddetti elaborati, disegnati in scala 1:10.000, sono allegati al presente Titolo adattati per il formato del documento (Tavole F1.2.1-5).

Le informazioni di base provengono dalla "Carta degli ambiti a tipologia edilizio-strutturale omogenea" e dall'associazione alle classi di vulnerabilità macrosismica, utilizzando la tabella semplificata.

CLASSE EMS '98		TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A		MUA0a, MU0
B		MUA0b, MUA1
C1		MUI1b, MUR1a, MUR1b
C2		CAI1, CAR1
D1		MUI1a
D2		CAI2, CAR2
E		CA3

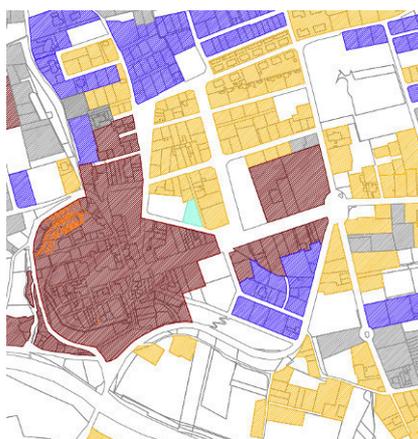
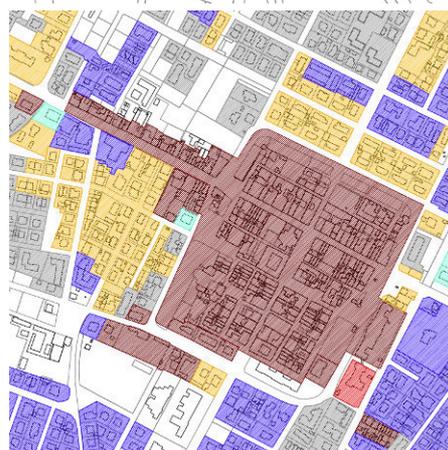


Figura 5 - Legenda e stralcio della Carta con attribuzione delle classi di vulnerabilità macrosismica EMS-98. Dall'alto: Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme, Solarolo.

UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.2.1

Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

LEGENDA

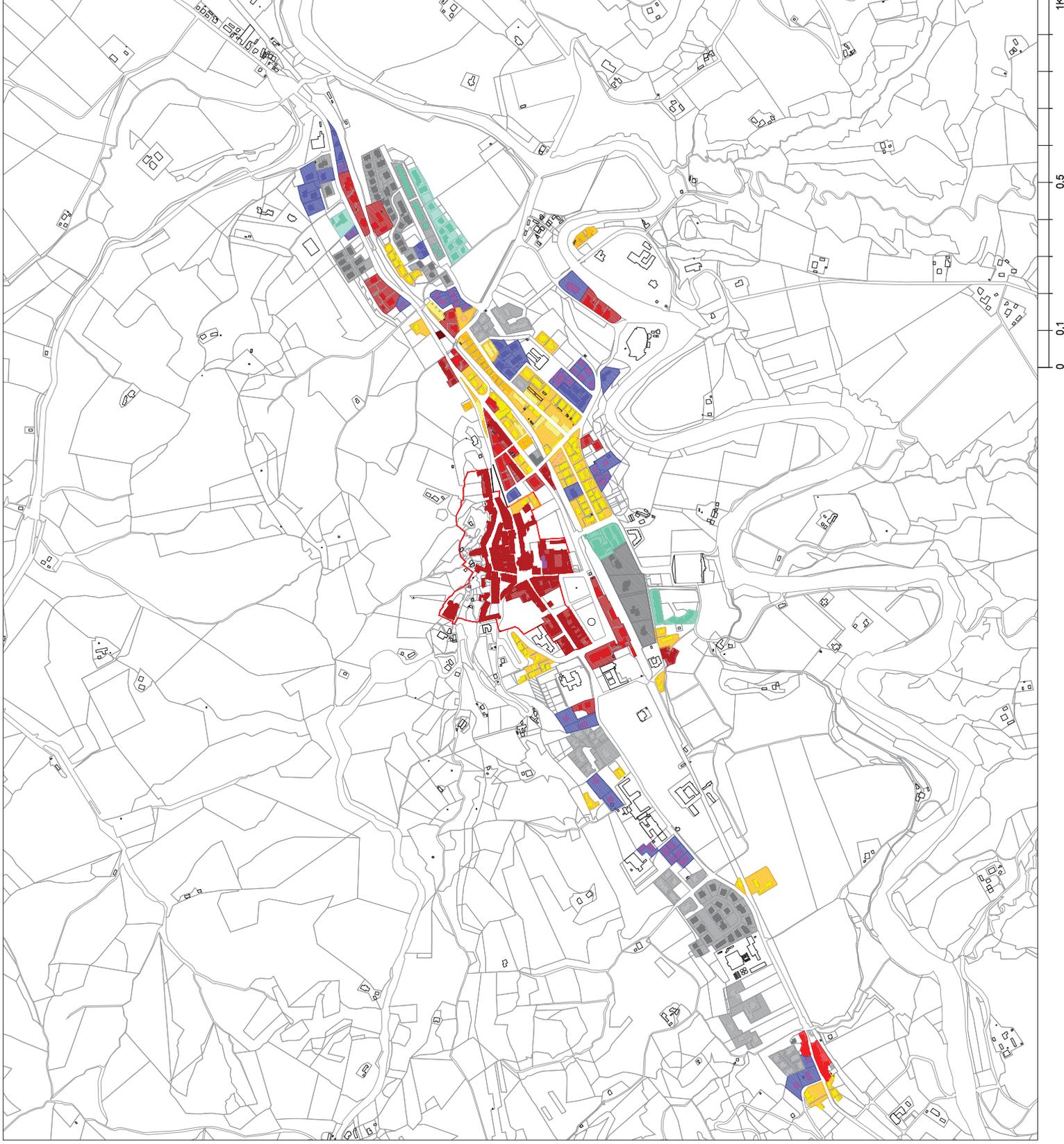
CLASSE EMS 98

TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI

A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU1a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.2.2

Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

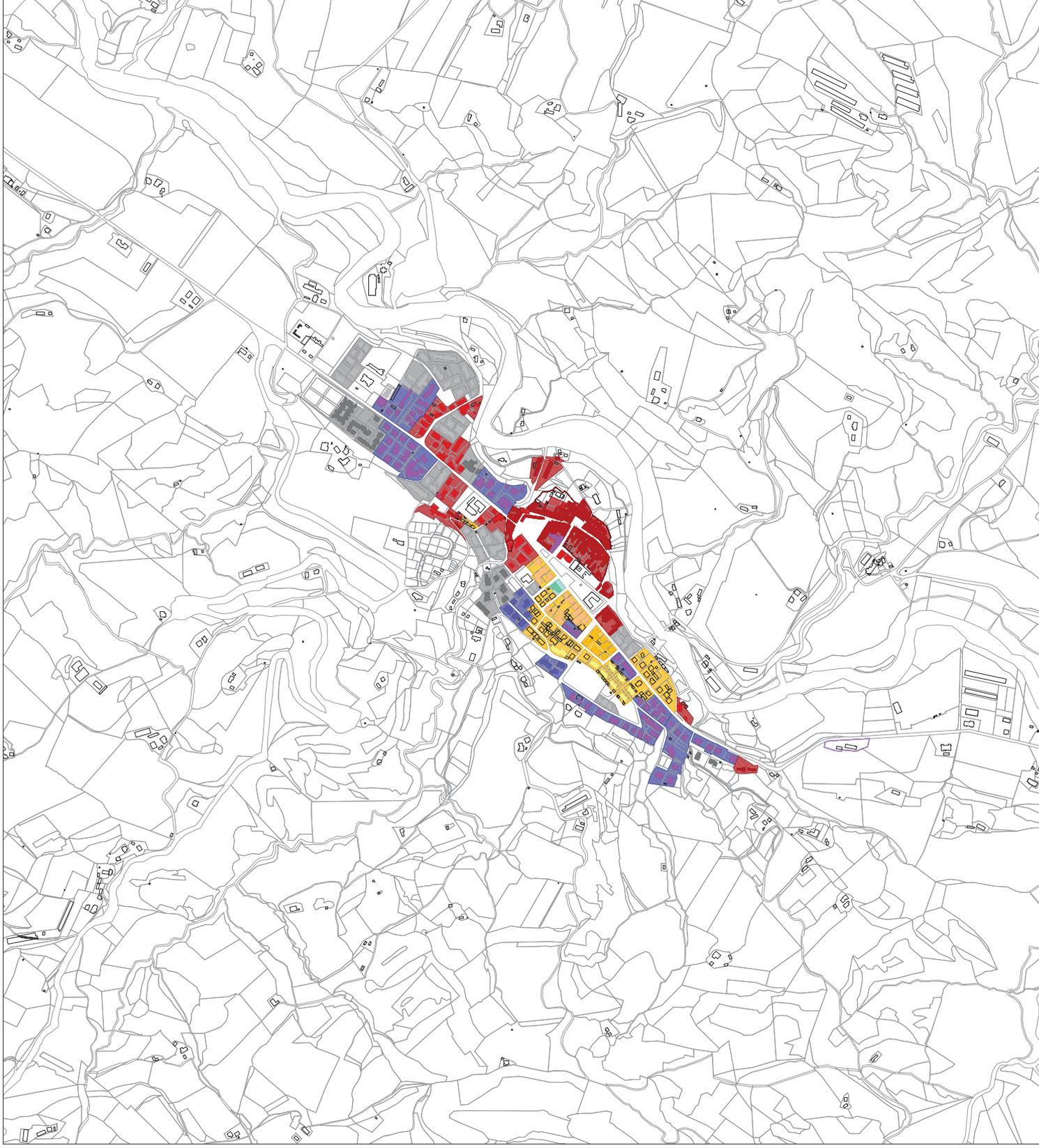
SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98	TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU1a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.2.3

Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

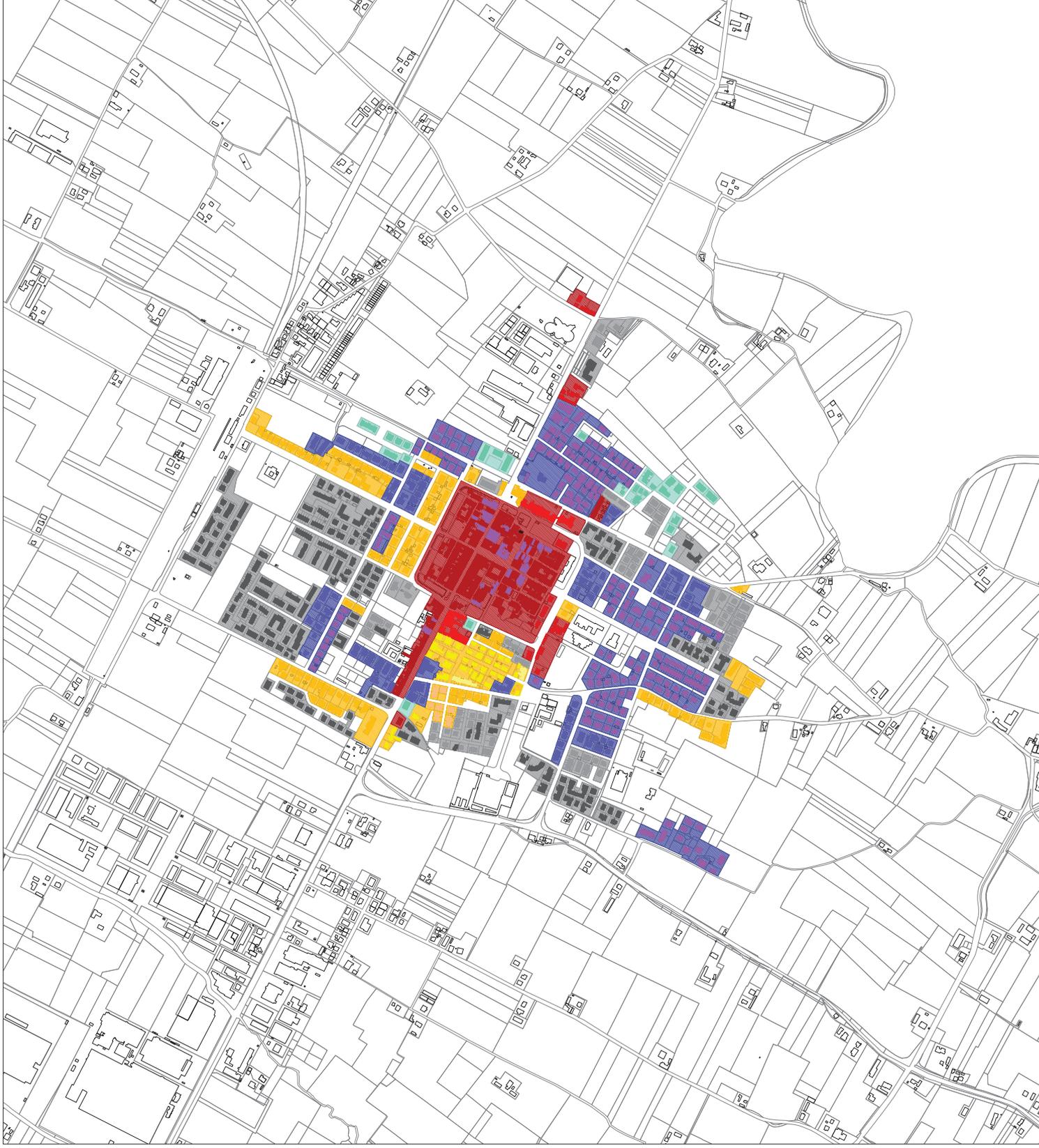
SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98	TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU1a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.2.4 | Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA FOGNANO CASOLA VALSENIÒ CASTEL BOLOGNESE RIOLO TERME SOLAROLO

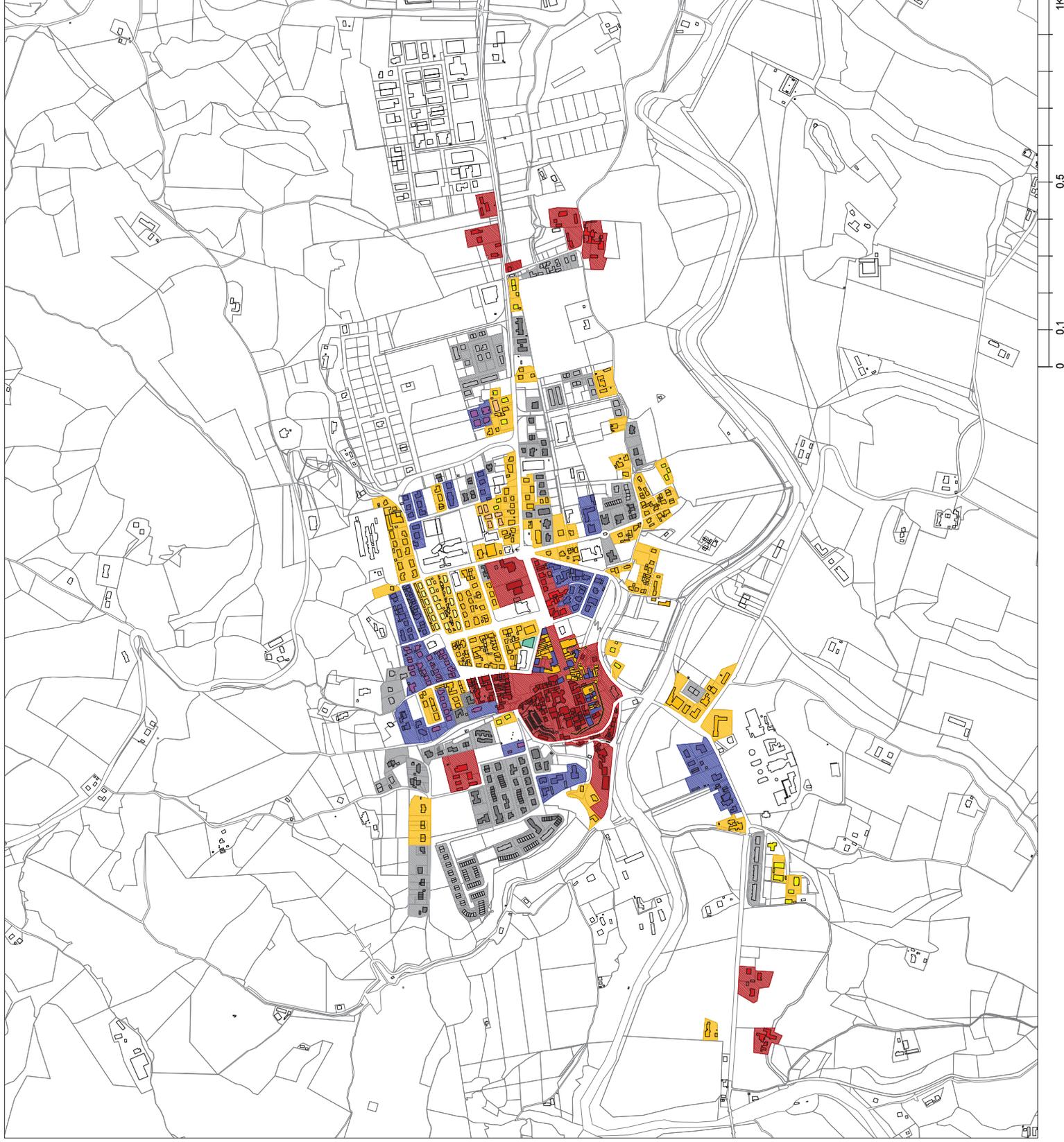
LEGENDA

CLASSE EMS 98 | TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI

CLASSE EMS 98	TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MUR1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU1a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi



1KM

0.5

0 0.1

UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.2.5

Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98	TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU1a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi



4.3 Carta dei comparti a vulnerabilità omogenea

L'identificazione delle tipologie edilizie e la relativa associazione in classi di Vulnerabilità consente di pervenire ad ambiti che possono essere ragionevolmente ritenuti omogenei sotto il profilo delle classi di Vulnerabilità EMS-98.

La Carta dei comparti a vulnerabilità omogenea dei cinque centri urbani analizzati sono rappresentate in scala 1:10.000. Per l'approvazione, i suddetti elaborati, disegnati in scala 1:10.000, sono allegati al presente Titolo adattati per il formato del documento (Tavole F1.3.1-5). L'elaborazione è stata effettuata sulla base della Carta con l'attribuzione delle classi di vulnerabilità macrosismica EMS-98.

LEGENDA		
CLASSE EMS '98		TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A		MUA0a, MU0
B		MUA0b, MUA1
C1		MUI1b, MUR1a, MUR1b
C2		CAI1, CAR1
D1		MUI1a
D2		CAI2, CAR2
E		CA3
		COMPARTO A VULNERABILITA' OMOGENEA

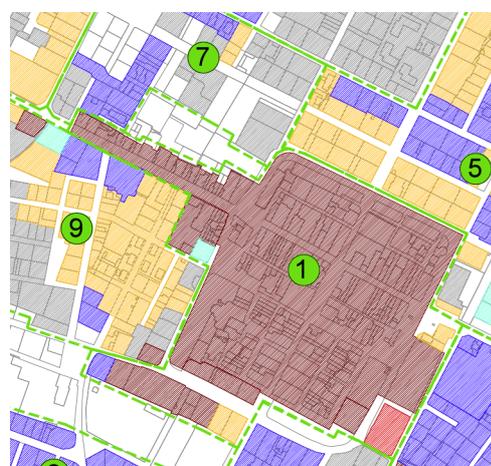


Figura 6 - Stralcio della Carta dei comparti a vulnerabilità omogenea. Dall'alto: Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme, Solarolo.

UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.3.1 | **Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica**

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98	TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MUR1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU11a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

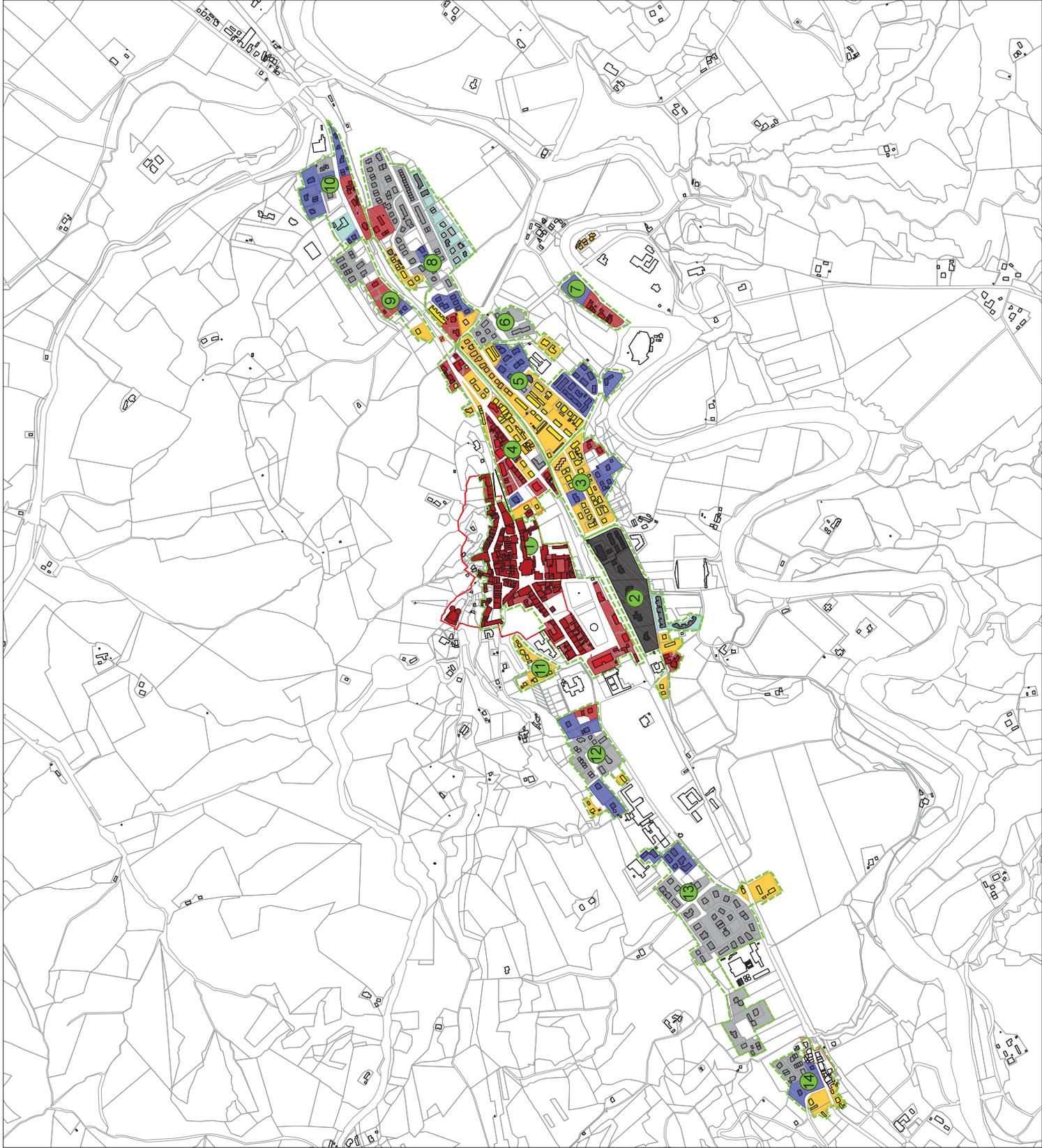


COMPARTO A VULNERABILITÀ OMOGENEA

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi

La definizione del comparto avviene secondo alcuni criteri principali: omogeneità di classe EMS98 (massimo 3 classi diverse); articolazione dei tessuti edilizi e della viabilità secondo una conformazione urbana; contiene minimo 10 edifici.



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.3.2 | **Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica** | scala: 1:10.000 | Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA | CASOLA VALSENO | CASTEL BOLOGNESE | RIOLO TERME | SOLAROLO
FOGNANO

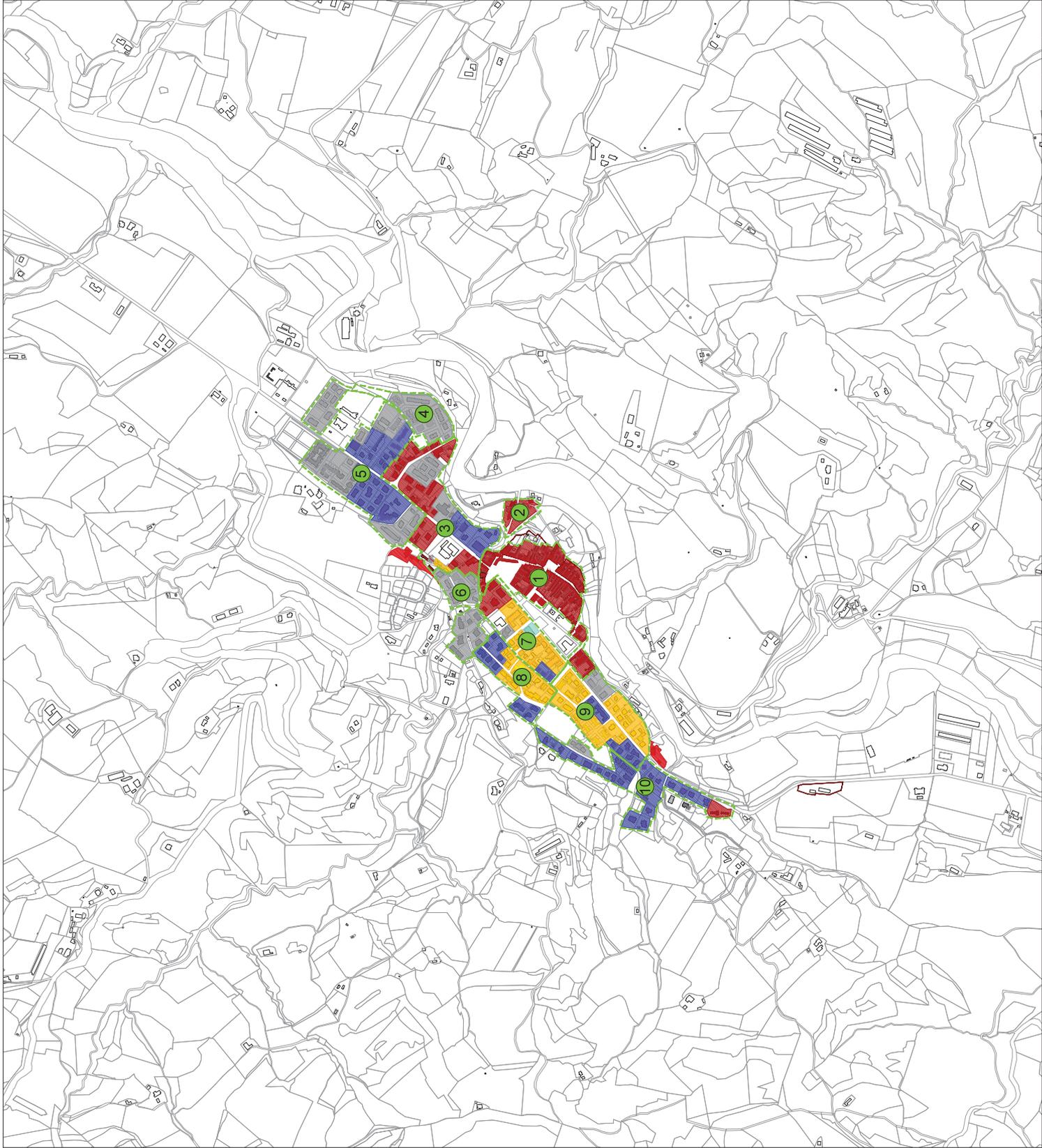
LEGENDA

CLASSE EMS 98	TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI
A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU11a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

COMPARTO A VULNERABILITÀ OMOGENEA

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi.
La definizione del comparto avviene secondo alcuni criteri principali: omogeneità di classe EMS98 (massimo 3 classi diverse); articolazione dei tessuti edilizi e della viabilità secondo una conformazione urbana; contiene minimo 10 edifici.



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.3.3 | **Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica**

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98 | **TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI**

A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU11a
D2	CA2, CAR2
E	CA3

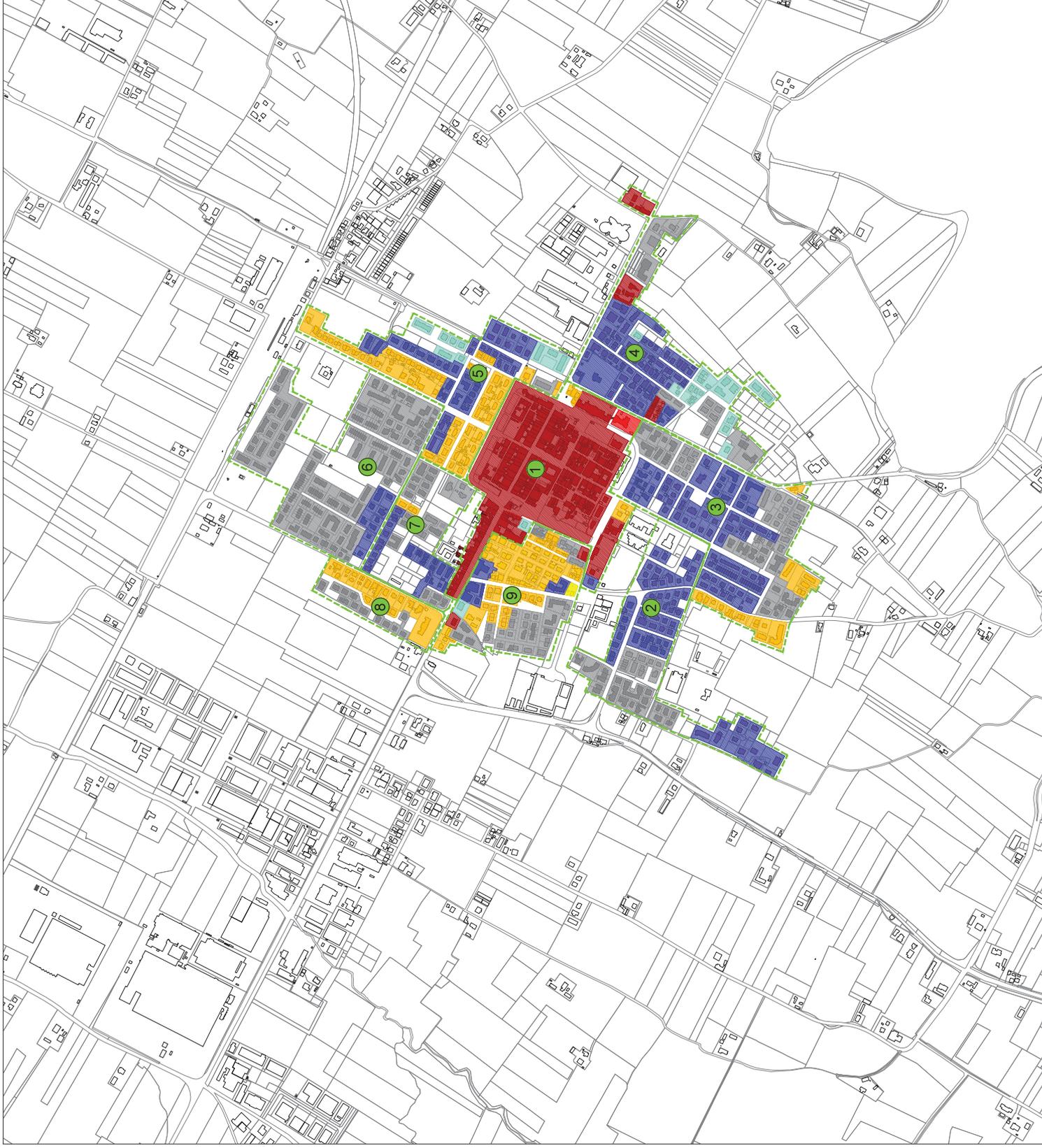


COMPARTO A VULNERABILITÀ OMOGENEA

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi

La definizione del comparto avviene secondo alcuni criteri principali: omogeneità di classe EMS98 (massimo 3 classi diverse); articolazione dei tessuti edilizi e della viabilità secondo una conformazione urbana; contiene minimo 10 edifici.



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.3.4 | **Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica**

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA FOGNANO CASOLA VALSENIÒ CASTEL BOLOGNESE RIOLO TERME SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98 | **TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI**

A	MUA0, MU0
B	MUA1
C1	MU1b, MUR1a, MUR1b
C2	CA1, CAR1
D1	MU1a
D2	CA2, CAR2
E	CA3



COMPARTO A VULNERABILITÀ OMOGENEA

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi

La definizione del comparto avviene secondo alcuni criteri principali: omogeneità di classe EMS98 (massimo 3 classi diverse); articolazione dei tessuti edilizi e della viabilità secondo una conformazione urbana; contiene minimo 10 edifici.



UNIONE DEI COMUNI DELLA ROMAGNA FAENTINA

Convenzione tra L'Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) e L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina

Per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di

Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Responsabili scientifici:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida

Gruppo di lavoro:

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi

FASE 1

ANALISI DELLA VULNERABILITÀ URBANA DI PRIMO LIVELLO

F1.3.5

Ambiti omogenei per classi di vulnerabilità macrosismica

scala: 1:10.000
Rev. Mar. 2017

BRISIGHELLA
FOGNANO

CASOLA
VALSENI

CASTEL
BOLOGNESE

RIOLO
TERME

SOLAROLO

LEGENDA

CLASSE EMS 98		TIPOLOGIE EDILIZIE - STRUTTURALI	
A		MUA0, MU0	
B		MUA1	
C1		MU1b, MUR1a, MUR1b	
C2		CA1, CAR1	
D1		MU1a	
D2		CA2, CAR2	
E		CA3	

COMPARTO A VULNERABILITÀ OMOGENEA

NOTE

Le aree prive di campitura corrispondono ad edifici speciali (scuole, edifici pubblici) non oggetto di questa analisi

La definizione del comparto avviene secondo alcuni criteri principali: omogeneità di classe EMS98 (massimo 3 classi diverse); articolazione dei tessuti edilizi e della viabilità secondo una conformazione urbana; contiene minimo 10 edifici.



4.3.1 Descrizione dei comparti a vulnerabilità omogenea

Brisighella

Comparto 1:

Il comparto n. 1 include il centro storico di Brisighella e alcuni edifici a ridosso della ferrovia realizzati alla fine del 1800. Il patrimonio edilizio è caratterizzato prevalentemente da edifici murari a schiera (MUA0) in cui è presente un caso di sostituzione (CAR1). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 2:

Il comparto n. 2 è costituito da un insieme diversificato di edifici, situati a ridosso della ferrovia.

Le tipologie edilizie presenti sono riconducibili a villini monofamiliari realizzati prima del 1974, palazzine plurifamiliari e case a schiera più recenti (CAI2, CAR 2 e CA3).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 prevalenti per il comparto sono la E e la D2.

Comparto 3:

Il comparto n. 3 comprende un'area interessata da espansione edilizia anni Sessanta. La tipologia prevalente è caratterizzata da villette e da piccole case in muratura (MUI1b, MUI1a, MUI1b) e in cemento armato (CAI1, CAR1).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C1.

Comparto 4:

Il comparto n. 4 si articola lungo la via Maglioni e comprende edifici isolati e a schiera in muratura di fine ottocento (MU0, MUA0a), realizzati all'epoca dello spostamento a valle della viabilità principale di attraversamento del centro urbano, da cui prese origine l'espansione edilizia dei primi decenni del Novecento. Sono inoltre presenti palazzine per alloggi popolari realizzate intorno al 1925 (MUR1b, MUI1b).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 prevalenti per il comparto sono la A e la C1.

Comparto 5:

Il comparto n. 5 rappresenta un'area di espansione edilizia avvenuta a partire dal 1961, lungo nuove arterie (via Europa e via Risorgimento) realizzate in linea con le politiche di sviluppo dell'epoca dirette a valorizzare la zona delle terme. Le tipologie edilizie presenti sono case in linea in muratura con solai semirigidi di impianto regolare (MUR1b), edifici unifamiliari in muratura regolari (MUR1b) e irregolari (MUI1b), o piccoli edifici in cemento armato ante 1974 (CAI1, CAR1). La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la C1.

Comparto 6:

Il comparto n. 6 rappresenta il completamento del comparto 5, realizzato in una fase successiva. Le tipologie edilizie prevalenti sono case in linea in cemento armato post 1974 (CAR2).

La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la D2.

Comparto 7:

Il comparto n. 7 è caratterizzato da case isolate e villette in muratura di piccole dimensioni (MU0), risalenti ai primi del novecento, realizzate nei pressi delle terme e da un edificio in linea degli anni Cinquanta e Sessanta (CAR1).

La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la A (nonostante sia presente anche la classe C2).

Comparto 8:

Il comparto n. 8 è costituito da edilizia disomogenea. Sono presenti case plurifamiliari degli anni Settanta, espansione edilizia lungo strade di nuovo impianto (via Guangelli e via della Ghiarona) e un nuovo intervento edilizio di case in linea (MUR1b) e case unifamiliari realizzate negli anni più recenti (CAI2, CAR2, CA3).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 prevalenti per il comparto sono E e D2.

Comparto 9:

Il comparto n. 9 è un insieme non omogeneo di edifici situati a ridosso della via faentina, costituito da alcuni edifici storici isolati (MU0) e da un'area di espansione residenziale di edifici plurifamiliari in cemento armato (CAI2).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 prevalenti per il comparto sono A e D2.

Comparto 10:

Il comparto n. 10 è costituito da edifici risalenti agli anni Cinquanta e Sessanta, periodo in cui alcuni allineamenti di case e villette sorsero in maniera abbastanza spontanea lungo la Provinciale.

La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la C2.

Comparto 11:

Il comparto n. 11 è caratterizzato da un nucleo di edifici monofamiliari risalenti ai primi del 1900, quando venne realizzata la strada per Riolo (viale Pascoli). Lungo questa strada panoramica sorsero alcune ville in muratura (MUR1a).

La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la C1.

Comparto 12:

Il comparto n. 12 è costituito da un'espansione residenziale anni '70, di completamento di un tessuto già esistente, incluso tra il centro urbano e la chiesa. Successivamente il tessuto è stato completato.

La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la D2.

Comparto 13:

Il comparto n. 13 è costituito da un'espansione residenziale avvenuta verso la fine degli anni Settanta lungo due strade di nuovo impianto (via Rossetti e via Puriva). Gli edifici presenti sono prevalentemente case monofamiliari in cemento armato (CAI2). La classe di vulnerabilità EMS '98 prevalente per il comparto è la D2.

Comparto 14:

Il comparto n. 14 è costituito da un tessuto storico di case a schiera lungo strada (MUA0) e da una lottizzazione di case monofamiliari in cemento armato (CAR2). Le classi di vulnerabilità EMS '98 prevalenti per il comparto sono la D2 e B.

Casola Valsenio

Comparto 1:

Il comparto n. 1 comprende il centro storico di Casola Valsenio, risalente al XIV secolo, caratterizzato da un tessuto urbano composto di case a schiera in pietra (MUA0), con orti retrostanti, situato a ridosso dello strapiombo sul fiume Senio. Sono presenti alcuni edifici di sostituzione (CAI1), a causa dei forti danni subiti dal centro durante il passaggio del fronte bellico nel 1944-45 e in seguito alle trasformazioni a seguito dello spostamento della viabilità principale dalla antica strada sul Senio all'attuale via Roma. In seguito a questa trasformazione il nucleo realizza la sua prima espansione fino alla strada provinciale. La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 2

Il comparto n. 2 è costituito da un insediamento storico, l'antico mulino, risalente al XV secolo. Un edificio è degli anni 50-60 ed è in muratura in aggregato (MUA0). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 3

Il comparto n. 3 è costituito dalla prima espansione novecentesca dell'insediamento, ai lati della strada Provinciale. È costituito prevalentemente da edifici in muratura isolati (MU0). Sono inoltre presenti completamenti più e meno recenti in cemento armato (CAI1 e CAR2).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A (ma sono presenti anche le classi D2 e C2).

Comparto 4

Il comparto n. 4 è costituito da edilizia in cemento armato recente, palazzine plurifamiliari a due piani e case in linea di modeste dimensioni, realizzata a completamento di un'area già insediata lungo la via provinciale.

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la D2.

Comparto 5

Il comparto n. 5 occupa l'area di ultimo sviluppo urbano all'ingresso a monte dell'insediamento, ed è costituito da un primo intervento di case mono-bifamiliari in cemento armato anni '70 e successivi interventi di case a schiera (CAI1 e CAR2). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C2 e D2.

Comparto 6

Il comparto n. 6 è rappresentato da un insediamento di case isolate in cemento armato risalenti a primi anni '80 (CAR2, CAI2). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la D2.

Comparto 7

Il comparto n. 7 rappresenta la prima espansione dell'insediamento di Casola lungo la strada provinciale, che comprende anche un insieme di edifici di epoca ottocentesca. È costituito da palazzetti in muratura (MUR1a) con alcuni edifici di nuova realizzazione.

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C1 (ma è presente anche la A).

Comparto 8

Il comparto n. 8 è costituito da due tipi di edifici, un'area dove si è verificato lo sviluppo urbano dei primi decenni del Novecento caratterizzato da case mono/bifamiliari in muratura (MUR1a) o in linea (MUR1b), e altri interventi sparsi di completamento, costruiti nel dopoguerra, con case unifamiliari in cemento armato più o meno regolari (CAI1, CAR1).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C1 e C2.

Comparto 9

Il comparto n. 9 è costituito prevalentemente da edifici realizzati tra la fine della guerra ed il 1950, anche con interventi da parte del comune e dell'INA-Casa in muratura (MUR1b), o case unifamiliari di impianto irregolare (MUI1b).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C1.

Comparto 10

Il comparto n. 10 è costituito da un insieme di case monofamiliari realizzate in cemento armato alla fine degli anni '60. (CAR1). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C2.

Castel Bolognese

Comparto 1

Il comparto n. 1 comprende il perimetro del centro storico più alcune parti esterne della stessa epoca.

Attualmente le tipologie edilizie presenti nel centro storico sono case a schiera in muratura (MUA0), edifici isolati in muratura (MU0) e alcune case a schiera in muratura con solai semirigidi (MUA1).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 2:

Il comparto n. 2 è stato realizzato a partire dagli anni Settanta per collegare i nuovi quartieri con la strada Casolana, evitando il passaggio sull'Emilia. L'area si è completata nel tempo attraverso recenti ampliamenti residenziali. Sono presenti case unifamiliari e plurifamiliari in cemento armato, più o meno regolari, realizzate a cavallo degli anni Settanta (CAI1, CAR1, CAI2, CAR2). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la D2 e C2.

Comparto 3:

Il comparto n. 3 presenta un'area PEEP realizzata tra il 1964 ed il 1975, collegata direttamente al centro via Giovanni XXIII. Sono presenti anche villette mono familiari realizzate negli anni Settanta e altre case di completamento più recenti. Le tipologie edilizie presenti hanno tutte una struttura in cemento armato più o meno regolare (CAR1, CAR2, CAI1, CAI2). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la D2 e C2 e C1.

Comparto 4:

Il comparto n. 4 è caratterizzato da un iniziale insediamento lineari d'iniziativa privata lungo via dei Mille, che poi si sviluppò parallelamente in via Mameli nel 1965. Sono presenti inoltre interventi di completamento del tessuto esistente di recente realizzazione. Le tipologie edilizie presenti sono Edifici in cemento armato mono-bifamiliari (CAR1) (CA3). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la D2 e C2 e E

Comparto 5:

Il comparto n. 5 è composto da edifici realizzati negli anni Cinquanta, quando l'espansione residenziale avvenne a nord fra viale Umberto I e via 1° Maggio, e da insediamenti lineari d'iniziativa privata lungo viale Cairoli. A partire dagli anni Ottanta l'espansione residenziale si è diretta verso la ferrovia, riempiendo gradualmente gli spazi presenti fra il centro storico e villa Centonara. Le tipologie edilizie presenti sono prevalentemente case mono e plurifamiliari in muratura e solai semirigidi (MUI1b), ma sono presenti anche edifici in cemento armato più o meno regolari (CAI1, CAR1). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e C2.

Comparto 6:

Il comparto n. 6 è caratterizzato dalla presenza di una vasta zona PEEP in via Togliatti, realizzata negli anni Ottanta, e dalla successiva espansione residenziale diretta verso la ferrovia, costituita da edifici a schiera e villette monofamiliari in cemento armato (CAI2), completata recentemente da una nuova lottizzazione residenziale a ridosso della stazione. La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la D2.

Comparto 7:

Il comparto n. 7 è costituito da palazzine residenziali in cemento armato realizzate negli anni Novanta (CAI2, CAR2). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la D2 e C2

Comparto 8:

Il comparto n 8 è prevalentemente costituito da case mono familiari in muratura realizzate nei primi decenni del Novecento, sorte spontaneamente lungo assi stradali già esistenti (MUI). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e D2

Comparto 9:

Il comparto n. 9 è caratterizzato da un forte eterogeneità di edifici. È prevalentemente costituito da villette e piccole palazzine in muratura realizzate lungo via Pascoli nei primi decenni del Novecento (MUR). Successivamente, negli anni Cinquanta l'espansione residenziale proseguì in questa zona realizzando insediamenti lineari lungo le strade esistenti. Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la D2 e C2 e C1

Riolo Terme

Comparto 1

Il comparto n. 1 è costituito dal centro storico di Riolo Terme e da alcuni edifici ad esso adiacenti. Il tessuto urbano è costituito prevalentemente da case a schiera (MUA0) e da alcuni edifici in cemento armato realizzati in seguito ai danneggiamenti che il centro storico subì durante lo stazionamento del fronte bellico sul fiume Senio nel 1944. La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 2:

Il comparto n. 2 rappresenta la prima espansione del centro storico costituita da alcuni villini in muratura (MU0) e aggregati storici (MUA0, MUA1). Sono presenti anche edifici più recenti in cemento armato (CAI1).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la A e C2.

Comparto 3:

Il comparto n. 3 è caratterizzato prevalentemente da edifici residenziali mono familiari e plurifamiliari realizzati in epoche diverse. Sono infatti presenti case in muratura (MUI1b) e in cemento armato dalla diversa regolarità strutturale (CAI2, CAR2). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e D2.

Comparto 4:

Il comparto n. 4 è costituito da edifici monofamiliari in cemento armato di diversa regolarità strutturale, realizzati lungo la strada Provinciale in epoche recenti (CAI2, CAR2).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e D2.

Comparto 5:

Il comparto n. 5 è costituito da edifici rurali in muratura isolati (MU0) e aggregati (MUA1).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 6:

Il comparto n. 6 è costituito da edifici rurali in muratura isolati (MU0).

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la A.

Comparto 7:

Il comparto n. 7 è costituito da edifici residenziali in muratura realizzati nei primi anni del Novecento (MUR1a) e da edifici realizzati a completamento del tessuto in cemento armato (CAR1, CAR2).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e D2.

Comparto 8:

Il comparto n. 8 è composto di una prima fila di edifici monofamiliari realizzati negli anni Settanta lungo la strada Provinciale (MUI1b), e da alcuni edifici unifamiliari in cemento armato realizzati successivamente (CAI1).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e C2.

Comparto 9:

Il comparto n. 9 è costituito da villini (MUI1b) realizzati nell'immediato dopoguerra, e da piccoli edifici di edilizia popolare (MUR1b) realizzati successivamente.

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1 e C2.

Comparto 10:

Il comparto n. 10 si sviluppa nel dopoguerra lungo alcune strade esistenti con la realizzazione di edifici di piccola volumetria in cemento armato (CAR1) e in muratura (MUI1b).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1, C2 e A.

Comparto 11:

Il comparto n. 11 si è sviluppato negli anni Settanta con alcuni edifici monofamiliari in cemento armato (CAR2) e numerosi edifici a schiera (CAI2).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la D2 e C2.

Comparto 12

Il comparto n. 12 è costituito da case unifamiliari dei primi anni Ottanta in cemento armato (CAI2) e un nucleo rurale composto da edifici isolati in muratura (MU0).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1, D2 e A.

Comparto 13

Il comparto n. 13 è costituito da un insieme di edifici monofamiliari realizzati nel tempo attorno allo stabilimento termale, Sono presenti case monofamiliari in muratura (MUI1b) e piccoli edifici in linea in cemento armato di epoca non recente (CAI1 e CAR2). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la C1, C2 e D2.

Comparto 14

Il comparto n. 14 è costituito da un insieme di case storiche isolate lungo la strada ch porta alle terme di Riolo (MU0). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono la A.

Solarolo

Comparto 1

Il comparto n. 1 comprende il centro storico di Solarolo di origine medioevale e la sua prima espansione storica, risalente ai primi del 1900. Nel dicembre 1944, Solarolo viene semidistrutta e poi ricostruita in alcune parti sulla base del Piano di Ricostruzione. Sono presenti prevalentemente edifici a schiera di epoca storica (MUA0, MU0) ed edifici di ricostruzione post-bellica in cemento armato (CAR1).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono A e C2.

Comparto 2

Il comparto n. 2 è costituito da case monofamiliari di tipo eterogeneo (CA3, MUR1a, CAI2).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono C1, D2 e E.

Comparto 3

Il comparto n. 3, come il 4, è caratterizzato da edifici di diversa tipologia ed epoca. Sono prevalentemente presenti case monofamiliari e plurifamiliari in muratura (MUR1a e MUI1b).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono C1 e D2.

Comparto 4

Il comparto n. 4, come il 3, è caratterizzato da edifici di diversa tipologia ed epoca. Sono prevalentemente presenti case monofamiliari e plurifamiliari in muratura (MUR1a e MUI1b).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono C1 e D2.

Comparto 5

Il comparto n. 5 è composto da edifici monofamiliari e case in linea realizzate intorno al 1970 (MUR1a, MUR1b)

La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è la C1.

Comparto 6

Il comparto n. 6 è costituito da edifici monofamiliari realizzati negli anni Settanta (CAI1) e da piccole lottizzazioni residenziali realizzate negli anni Ottanta e anche più recentemente (CA2, E).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono D2 e E.

Comparto 7

Il comparto n. 7, come l'8 è caratterizzato da edifici monofamiliari realizzati negli anni Cinquanta per iniziativa privata (MUR1a, MUR1b). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è a C1.

Comparto 8

Il comparto n. 8, come il 7 è caratterizzato da edifici monofamiliari realizzati negli anni Cinquanta per iniziativa privata (MUR1a, MUR1b). La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è a C1.

Comparto 9

IL comparto n. 9 è costituito dall'espansione residenziale di edifici monoe bifamiliari anni Cinquanta (MUR1a) e da piccole lottizzazioni residenziali realizzate negli anni Ottanta (CA11 e CA12).

Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono C1 e D2.

Comparto 10

Il comparto n. 10 è caratterizzato dalla presenza di edilizia del dopoguerra (MUR1a), di edifici degli anni Cinquanta e di piccole lottizzazioni residenziali degli anni Ottanta (CAR2) La classe di vulnerabilità EMS '98 associata a questo comparto è a C1.

Comparto11

Il comparto n. 11 è costituito da edifici monofamiliari di completamento di un tessuto eterogeneo. Sono presenti le tipologie CA3, MUR1a e CAR2. Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono C1, D2 e E.

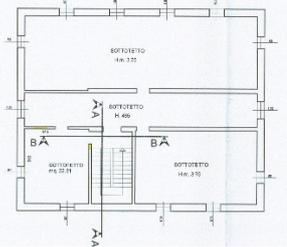
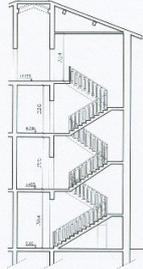
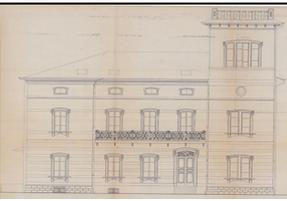
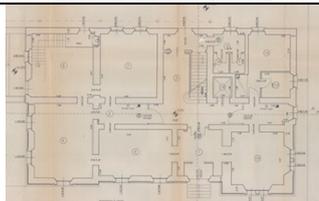
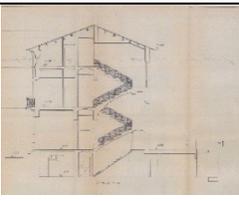
Comparto 12

Il comparto n. 12 è costituito da edifici monofamiliari realizzati negli anni Cinquanta per iniziativa privata (MUR1a, CA1, CAR1 e CA3). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono C1, D2 e E.

Comparto 13

Il comparto n. 13 è costituito da una fila di case monofamiliari in muratura (MUR1a) e da un nucleo di case storiche (MUA0). Le classi di vulnerabilità EMS '98 associate a questo comparto sono A e C1.

Schedatura integrativa delle tipologie edilizie-strutturali

STORICA ISOLATA – MU0																																																	
Tipo base:																																																	
Edilizia storica isolata, in muratura, costituita prevalentemente da tre piani fuori terra, o da due piani più il sottotetto praticabile. Le caratteristiche costruttive originarie sono rimaste prevalentemente intatte, tranne la sostituzione di alcuni solai lignei per interventi di ristrutturazione più recenti.																																																	
La struttura portante in muratura è costituita da muri in mattoni della dimensione variabile di 15 e 40 cm. L'altezza interpiano è di 3,00-3,40 m; l'altezza media alla gronda è di 8-9 ml, con il colmo a circa 12 m. La maglia muraria è regolare e compatta nelle due direzioni, trasversale e longitudinale, ma può essere definita da muri di spessore esiguo fino a due teste di mattoni.																																																	
Questa tipologia "a palazzetto" può raggiungere una superficie in pianta di circa 250 mq, organizzata secondo uno schema distributivo regolare di ambienti disimpegnati da un corridoio centrale e collegati ai piani superiori tramite un corpo scala interno.																																																	
Il piano terra è generalmente ad uso non residenziale (commerciale, produttivo o rimessa); i piani superiori sono ad uso residenziale.																																																	
Il sistema costruttivo per i solai e le coperture, originariamente adottato e ancora prevalentemente visibile, è costituito da un'orditura di travi di legno 20x20 cm sormontata da orditura secondaria di travetti e pannelle. La tessitura delle travi del tetto non è spingente. La testa delle travi può essere ancorata alle murature mediante capochiavi metallici, più rara la presenza di catene metalliche.																																																	
																																																	
																																																	
ETA' DI COSTRUZIONE	Ante 1919	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">DICAR - applicazione sui Comuni dell'Unione della Romagna Faentina</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">STRUTTURE ORIZZONTALI</th> <th colspan="2">STRUTTURE VERTICALI</th> <th rowspan="2">TIPOLOGIA STRUTTURALE</th> </tr> <tr> <th>Muratura</th> <th>C.A.</th> </tr> <tr> <td></td> <th>S/P</th> <th>P</th> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ante L. 64/74</td> <td>Sistemi spingenti (Volte)</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>MUA 0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistemi deformabili (solai in legno)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistemi semirigidi (varrese/putrelle)</td> <td></td> <td></td> <td>MUA 1 - MUH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistemi rigidi (solette/laterocemento)</td> <td>B/C1</td> <td>C1</td> <td>MUI1a - MUR - MI - CA11 - CAR1</td> </tr> <tr> <td>tra '74-2003</td> <td>conforme a norma</td> <td>D1</td> <td>D2</td> <td>CAI2 - GAR2</td> </tr> <tr> <td>post 2003</td> <td>conforme a norma</td> <td></td> <td>E</td> <td>CA3</td> </tr> </tbody> </table>			DICAR - applicazione sui Comuni dell'Unione della Romagna Faentina					STRUTTURE ORIZZONTALI	STRUTTURE VERTICALI		TIPOLOGIA STRUTTURALE	Muratura	C.A.		S/P	P		ante L. 64/74	Sistemi spingenti (Volte)	A	B	MUA 0		Sistemi deformabili (solai in legno)					Sistemi semirigidi (varrese/putrelle)			MUA 1 - MUH		Sistemi rigidi (solette/laterocemento)	B/C1	C1	MUI1a - MUR - MI - CA11 - CAR1	tra '74-2003	conforme a norma	D1	D2	CAI2 - GAR2	post 2003	conforme a norma		E	CA3
DICAR - applicazione sui Comuni dell'Unione della Romagna Faentina																																																	
STRUTTURE ORIZZONTALI	STRUTTURE VERTICALI				TIPOLOGIA STRUTTURALE																																												
	Muratura					C.A.																																											
	S/P				P																																												
ante L. 64/74	Sistemi spingenti (Volte)				A	B	MUA 0																																										
	Sistemi deformabili (solai in legno)																																																
	Sistemi semirigidi (varrese/putrelle)						MUA 1 - MUH																																										
	Sistemi rigidi (solette/laterocemento)				B/C1	C1	MUI1a - MUR - MI - CA11 - CAR1																																										
tra '74-2003	conforme a norma				D1	D2	CAI2 - GAR2																																										
post 2003	conforme a norma		E	CA3																																													
N. PIANI FUORI TERRA	2-3																																																
H ALLA GRONDA	7-9 m																																																
SUP. MEDIA PIANO	100-200																																																
TIPOL. STRUT. VERTICALI	muratura																																																
QUALITÀ MURARIA	buona																																																
TIPOL. ORIZZONTAMENTI	deformabili																																																
CONFINAMENTO/RINFORZI	no																																																
REGOLARITÀ PLANIMETRICA	si																																																
REGOLARITÀ ELEVAZIONE	si																																																
CLASSE VULNERABILITÀ	A/B																																																

Analisi di vulnerabilità urbana di primo livello

Il presente Titolo costituisce il risultato dello studio sulla vulnerabilità sismica dei centri urbani, **Fase 1** della Convenzione tra l'Unione dei Comuni della Romagna Faentina e l'Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAr) per lo svolgimento in collaborazione di un progetto di ricerca in materia di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici di Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme e Solarolo

Gruppo di lavoro analisi di vulnerabilità urbana di primo livello:

Caterina F. Carocci, Salvatore Giuffrida (Responsabili scientifici)

Chiara Circo, Margherita Giuffrè, Luciano A. Scuderi (Gruppo di lavoro)

