

# **SICUREZZA SISMICA NEL TERRITORIO DI FAENZA**



Faenza, 7 aprile 2016

arch. Lucia Marchetti



“Adì 4 aprile 1781. Alle ore 3 e dieci minuti [di notte, ore 21,10 attuali, n.d.r.] fecesi sentire una terribilissima scossa di terremoto, mentre i più vecchi non rammentasi di altra consimile.. [...]

Adì 5 aprile 1781. Si scoprì l'immagine della Ss.ma Vergine delle Grazie alle ore 13 e mezza per implorare il patrocinio della Vergine Ss.ma nelle presenti circostanze”.

Da cronaca contemporanea di Cesare Mengolini

La B.V. delle Grazie preserva Faenza dai danni del terremoto  
 Ignoto autore sec. XVIII, 1781 – Olio su rame  
 Faenza, Archivio dell'Arciconfraternita



A Faenza alcune famiglie hanno dormito nelle auto



..... L'evento del 4 aprile fu seguito da numerose repliche fino al maggio seguente...le repliche ripresero in luglio ... culminando il **17 luglio 1781** con una scossa che produsse nuovi danni in alcuni piccoli centri della parte di pianura fra Faenza e Forlì ... A **Faenza** i danni, causati soprattutto dalla scossa del 4 aprile, furono nel complesso **piuttosto gravi**.

## Scosse a ripetizione fino al VI grado della Mercalli La terra trema ancora, è «sindrome terremoto»

Alle 10.48 del 2 maggio la scarica più intensa con epicentro a Borgo San Rocco. Un paio di scuole evacuate ma quasi nessun danno. Gli esperti predicano tranquillità. «Ma non si può mai sapere...».

Faenza tremerà ma non cadrà. La profezia della Madonna delle Grazie, patrona della città, rispolverata per l'occasione dal baule della saggezza popolare, è divenuta lo slogan delle ultime due settimane. Ma il sospetto è che questa volta non sia riuscita a tranquillizzare nemmeno i più devoti.



# L'evoluzione della normativa

relazioni tra sismica e urbanistica  
**Regione Emilia-Romagna**

***“Obiettivo: riduzione del rischio sismico”***

**L.R. 47/1978:** “Tutela e uso del suolo”

**L.R. 20/2000:** “Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio”

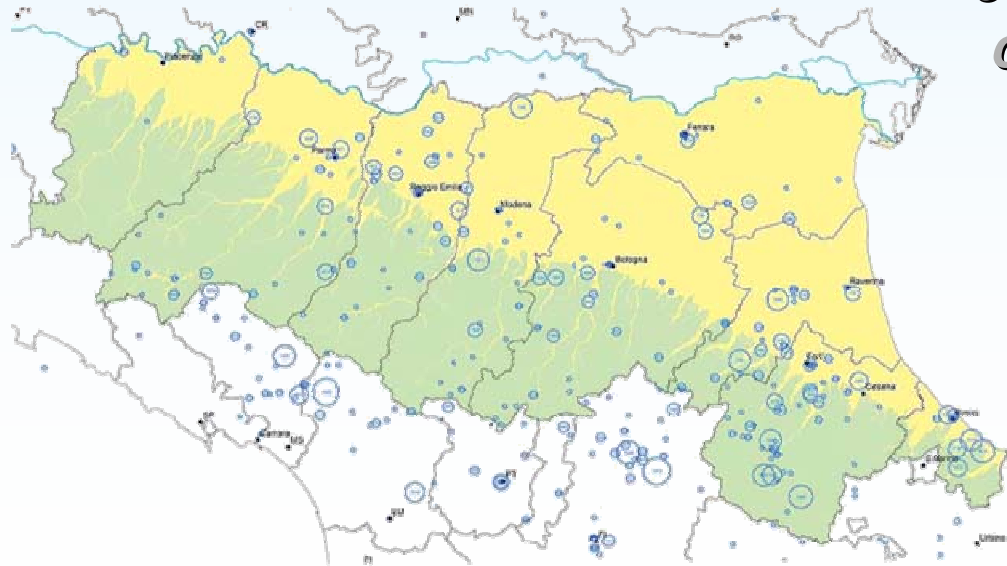
*“Relazione geologica elemento costitutivo dei piani”*

*“Politiche di prevenzione”*

**L.R. 40/1995:** “Norme per lo snellimento delle procedure per le costruzioni delle zone sismiche”

• **L.R. 31/2002 e L.R. 15/2013:**  
“Disciplina generale dell’edilizia”

*“verifica della compatibilità sulla base di indagini di vulnerabilità e pericolosità”*



*“compatibilità dei piani con le condizioni di pericolosità”*

• **DAL 112/2007:**

*“Orientare le scelte verso aree a minor pericolosità sismica”*

# La definizione degli obiettivi urbanistici PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO

- CONSAPEVOLEZZA
- RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ
- MIGLIORAMENTO SISMICO EDIFICI  
STRATEGICI

+


SICUREZZA

- RISCHIO SISMICO
- DISSESTI IDROGEOLOGICI
- ALLAGAMENTI

# Gli effetti di un terremoto sono gli stessi ovunque?

Lo scuotimento può variare notevolmente anche a piccole distanze, perché dipende molto dalle condizioni locali del territorio, in particolare dal tipo di terreni e dalla forma del paesaggio (valli, montagne, etc.), dunque – a parità di vulnerabilità delle costruzioni – anche gli effetti spesso sono assai diversi.



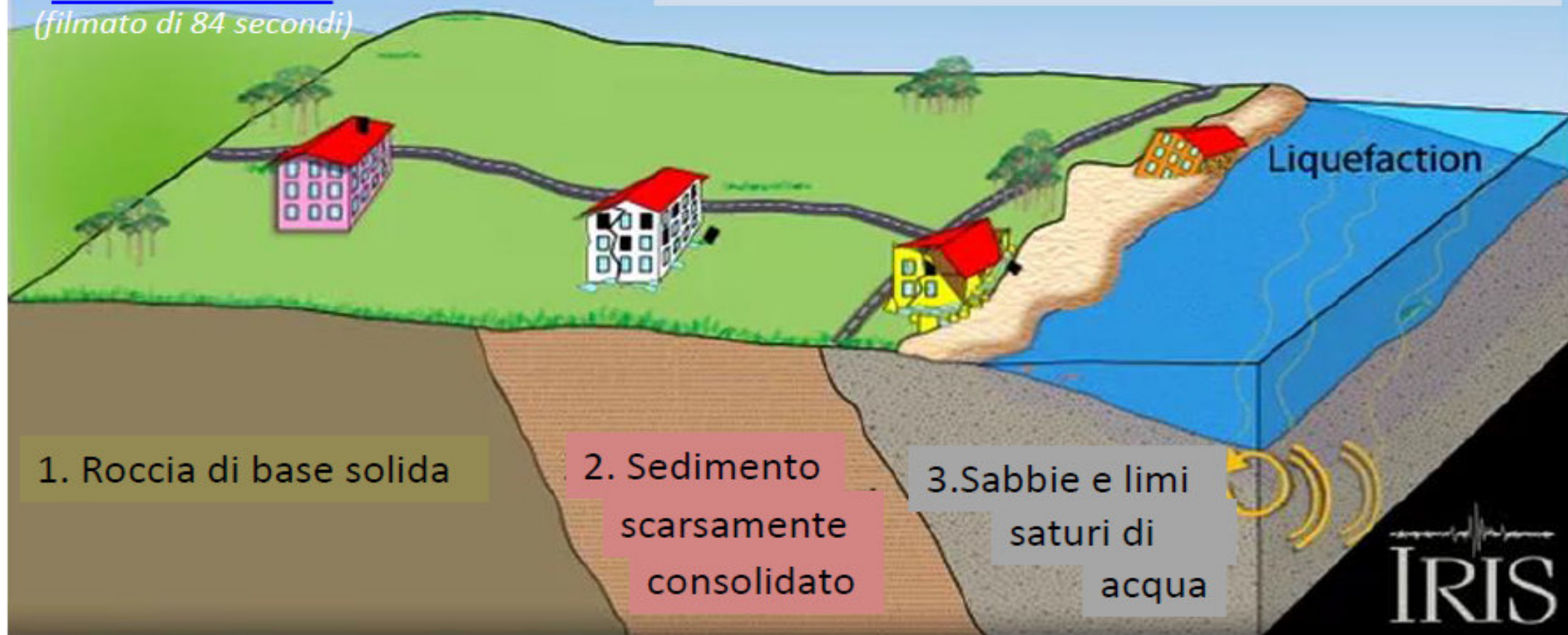
In genere, lo **scuotimento** degli edifici è minore sui terreni rigidi (roccia) e si incrementa dove i terreni sono soffici,  [CATEGORIE DI SOTTOSUOLO] anche con possibilità di fenomeni quale la **liquefazione**.

Lo scuotimento si incrementa anche sulla cima di rilievi e lungo i bordi delle scarpate e dei versanti ripidi  [CONDIZIONI TOPOGRAFICHE]

Le onde caratterizzate da bassa frequenza/elevata ampiezza possono essere le più distruttive in bacini sedimentari non consolidati

## Effetti di sito

*(filmato di 84 secondi)*



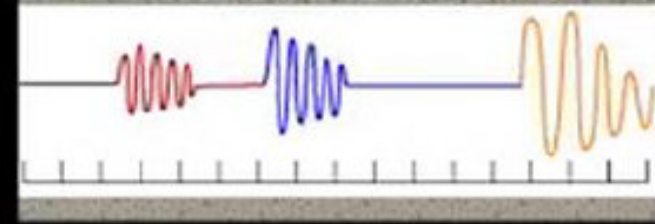
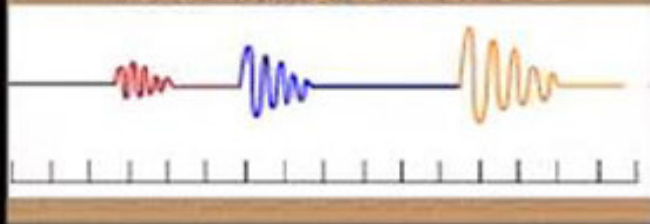
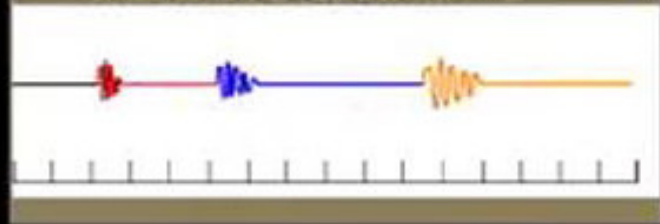
Alta frequenza/bassa ampiezza ←

→ Bassa frequenza/elevata ampiezza

SEISMOGRAM 1

SEISMOGRAM 2

SEISMOGRAM 3



**SOTTOSUOLO**

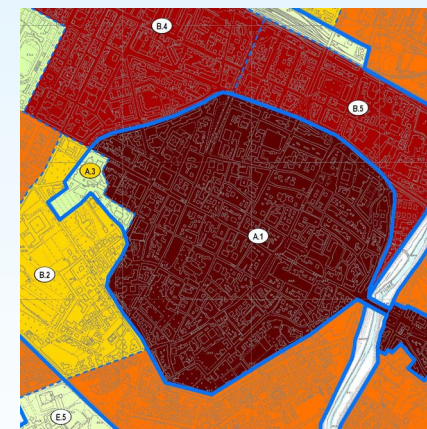
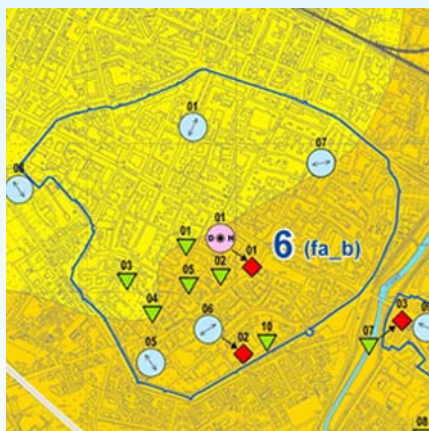
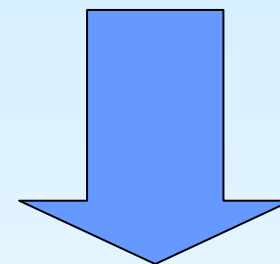
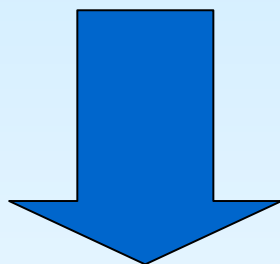
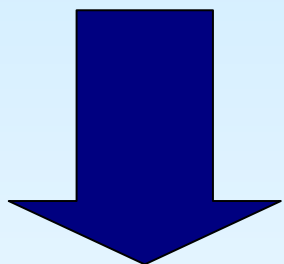
**EDIFICI**

**POPOLAZIONE**

**PERICOLOSITÀ**

**VULNERABILITÀ**

**ESPOSIZIONE**



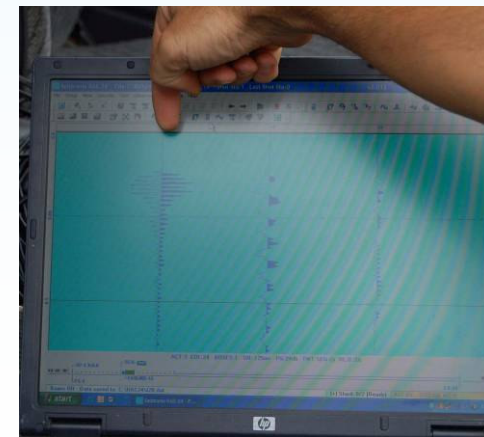
## **La carta del rischio sismico**

**Il rischio dipende dalla sollecitazione, dal numero e consistenza degli elementi investiti, dalla propensione al danneggiamento.**

# La pericolosità: la microzonazione

**Il Piano urbanistico deve contenere la microzonazione di II livello**

**Prove in sito e non solo bibliografiche**



**Ogni intervento deve contribuire a conoscere il sottosuolo**

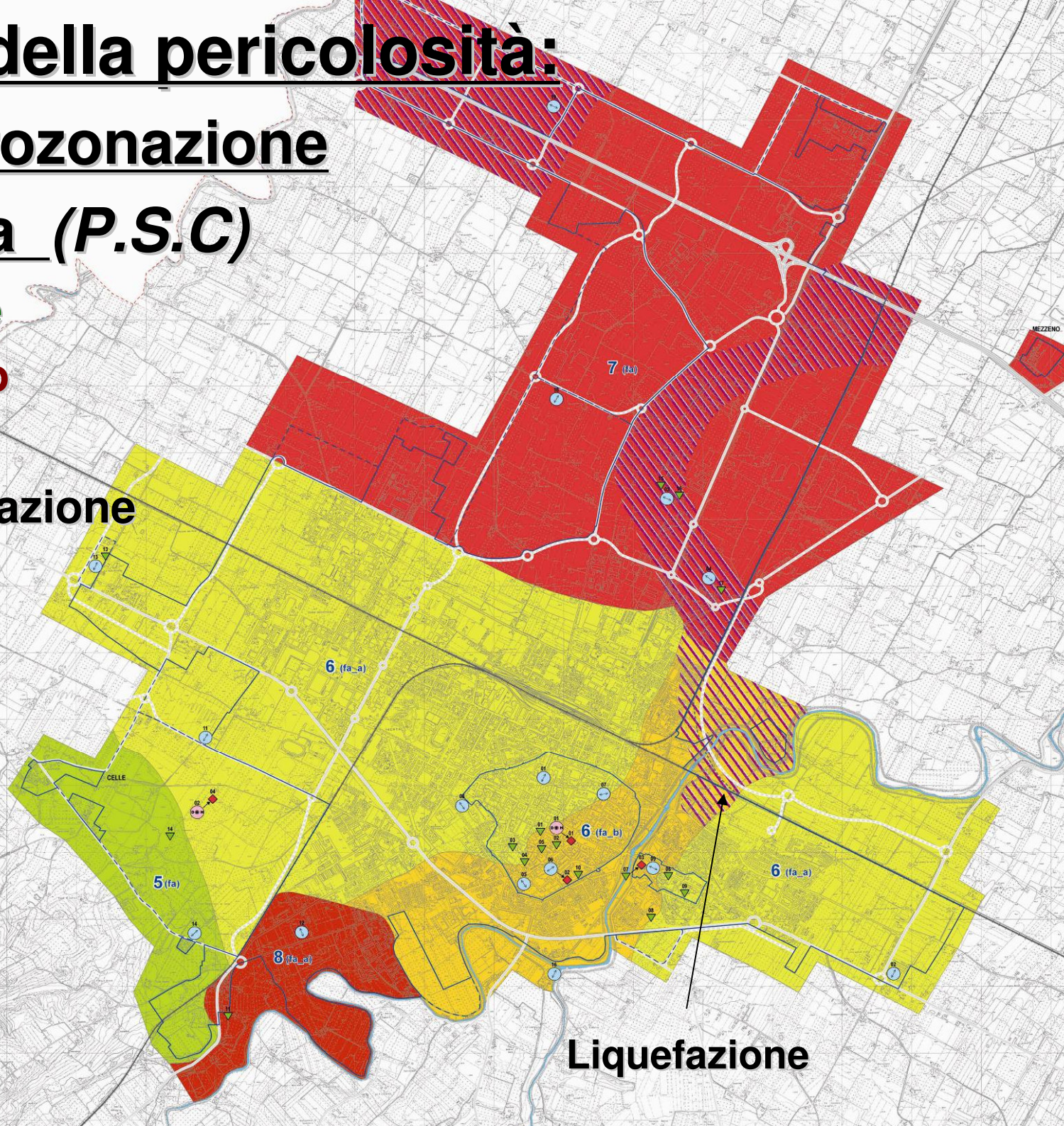


# Carta della pericolosità:

## La Microzonazione

### Sismica (P.S.C)

Dal **verde**  
al **rosso**  
aumenta  
l'amplificazione  
sismica  
locale



# Indagini di vulnerabilità: Analisi del costruito

1. Analisi tipologica
2. Attribuzione cl. di vulnerabilità EMS 98
3. Comparti a vulnerabilità omogenea



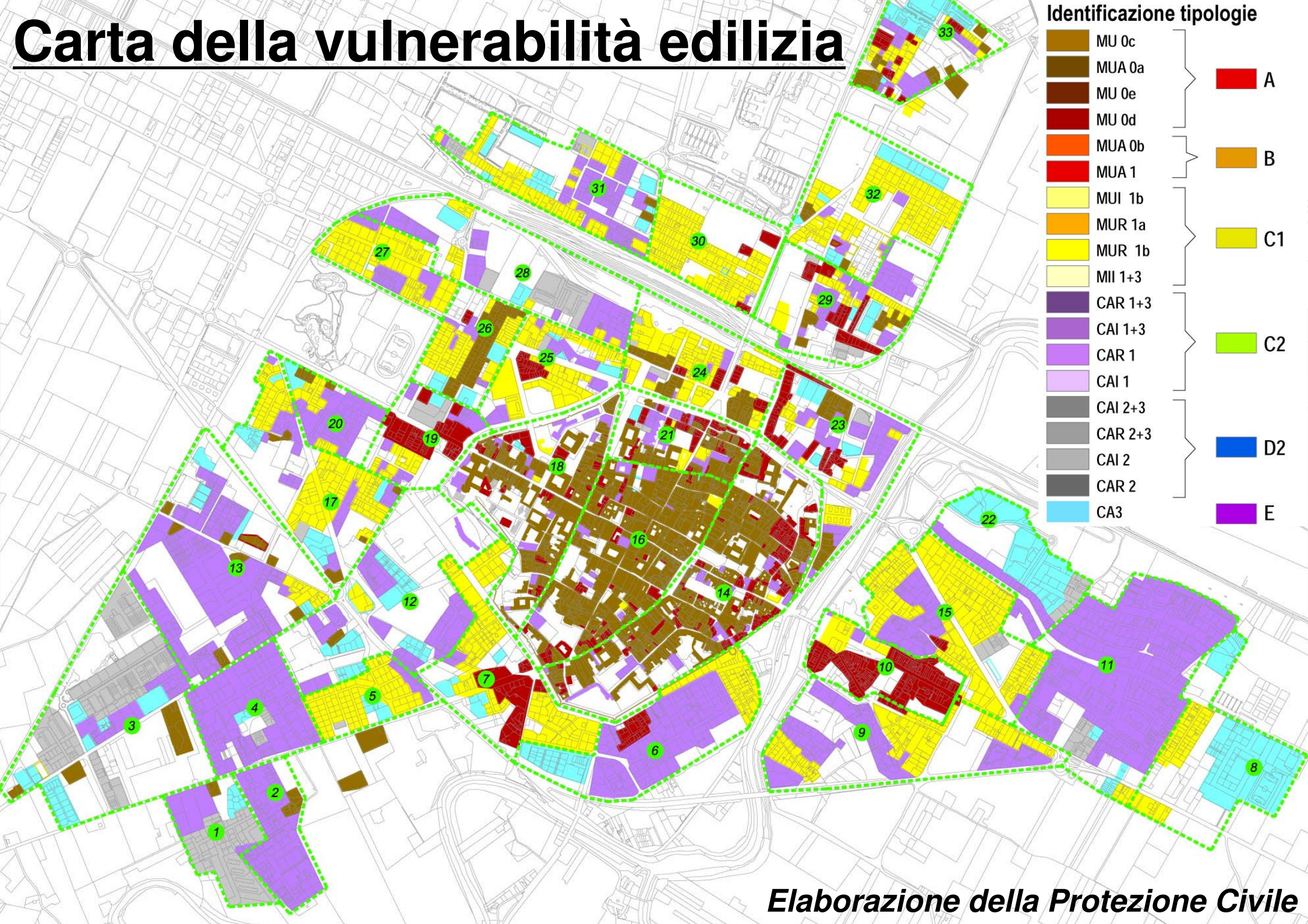
**Es: CA3**  
**cemento armato adeguato**  
**Classe E**

**In funzione della tipologia, morfologia,  
anno di costruzione, caratteristiche  
costruttive.**

	Type of Structure	Vulnerability Class					
		A	B	C	D	E	F
MASONRY	rubble stone, fieldstone	○					
	adobe (earth brick)	○—					
	simple stone	—○					
	massive stone			—○—			
	unreinforced, with manufactured stone units			—○—			
	unreinforced, with RC floors reinforced or confined			—○—			
REINFORCED CONCRETE (RC)	frame without earthquake-resistant design (ERD)			—○—			
	frame with moderate level of ERD			—○—			
	frame with high level of ERD				—○—		
	walls without ERD			—○—			
	walls with moderate level of ERD			—○—			
	walls with high level of ERD				—○—		
STEEL	steel structures				—○—		
WOOD	timber structures				—○—		

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

# Carta della vulnerabilità edilizia



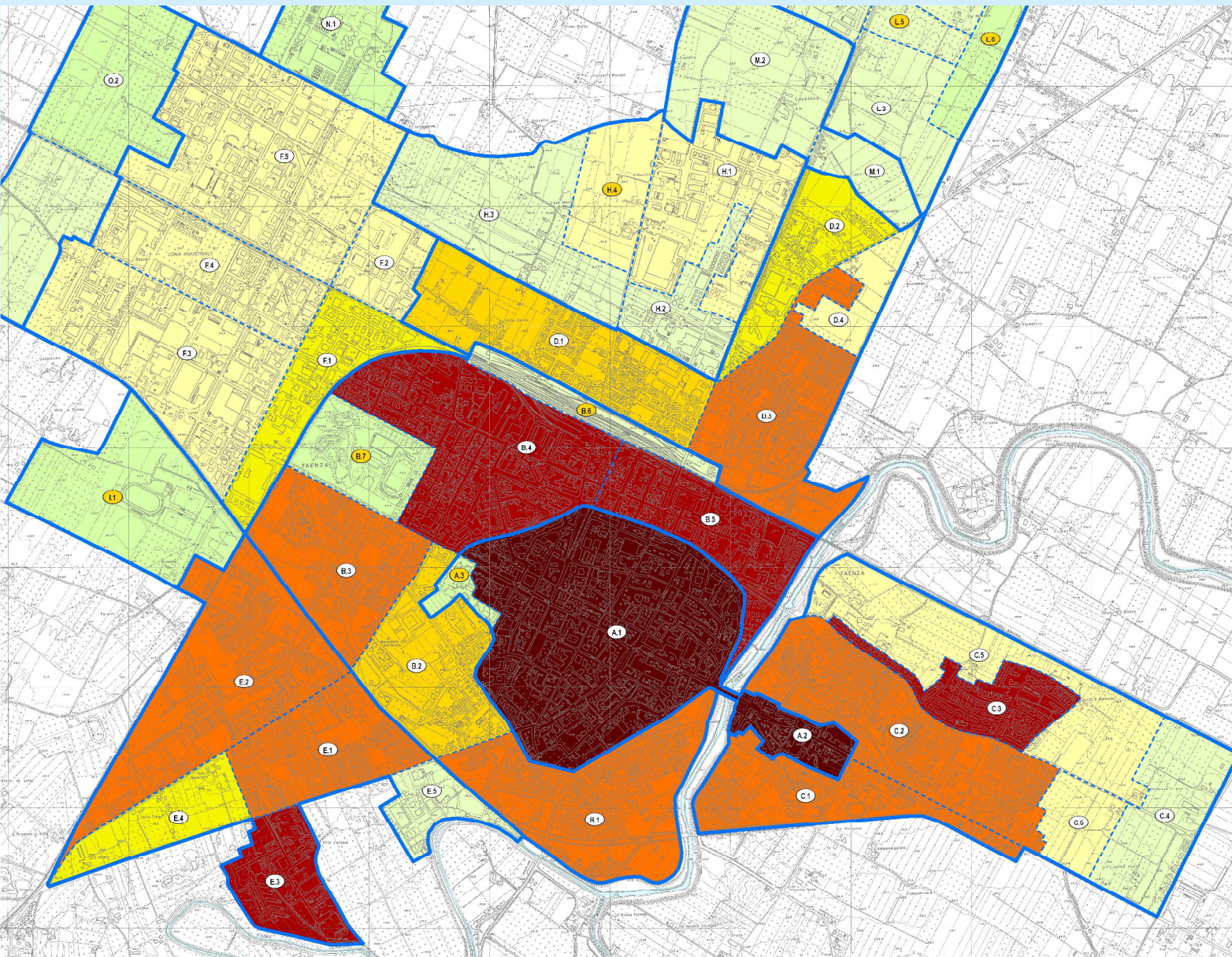
## Identificazione tipologie

- |         |   |    |
|---------|---|----|
| MU 0c   | } | A  |
| MUA 0a  |   |    |
| MU 0e   |   |    |
| MU 0d   |   |    |
| MUA 0b  | } | B  |
| MUA 1   |   |    |
| MUI 1b  | } | C1 |
| MUR 1a  |   |    |
| MUR 1b  |   |    |
| MII 1+3 | } | C2 |
| CAR 1+3 |   |    |
| CAI 1+3 |   |    |
| CAR 1   |   |    |
| CAI 1   | } | D2 |
| CAI 2+3 |   |    |
| CAR 2+3 |   |    |
| CAI 2   |   |    |
| CAR 2   | } | E  |
| CA3     |   |    |

*Elaborazione della Protezione Civile*

# L'esposizione urbana:

**Analisi della distribuzione e concentrazione della popolazione nei comparti a vulnerabilità omogenea**



**Densità:**

**Centro Storico :**

**9.000 ab/kmq**






**Zona urbana:**

**2.500 ab/kmq**

# Gli scenari di danno: il metodo

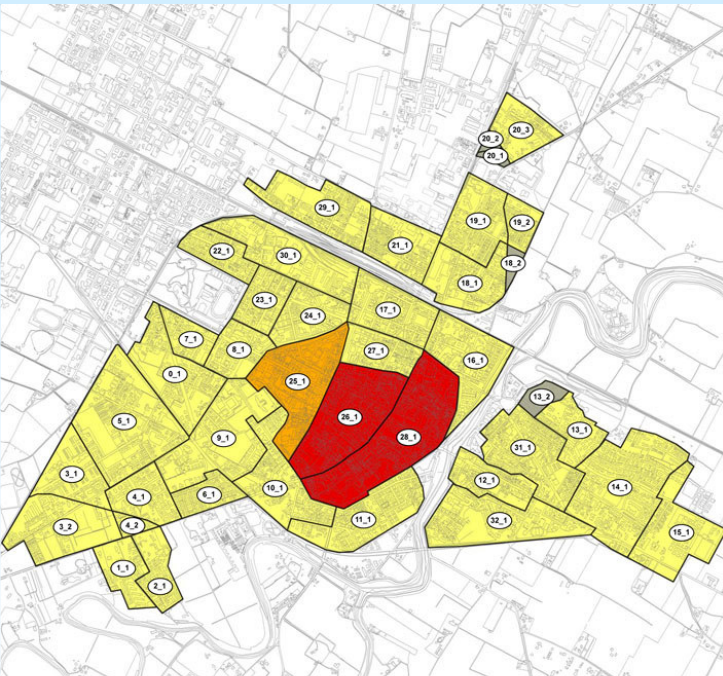
L'intensità del terremoto viene stabilita in funzione dei danni registrati.



Classification of damage to masonry buildings	
	<b>Grade 1: Negligible to slight damage</b> (no structural damage, slight non-structural damage) Hair-line cracks in very few walls. Fall of small pieces of plaster only. Fall of loose stones from upper parts of buildings in very few cases.
	<b>Grade 2: Moderate damage</b> (slight structural damage, moderate non-structural damage) Cracks in many walls. Fall of fairly large pieces of plaster. Partial collapse of chimneys.
	<b>Grade 3: Substantial to heavy damage</b> (moderate structural damage, heavy non-structural damage) Large and extensive cracks in most walls. Roof tiles detach. Chimneys fracture at the roof line; failure of individual non-structural elements (partitions, gable walls).
	<b>Grade 4: Very heavy damage</b> (heavy structural damage, very heavy non-structural damage) Serious failure of walls; partial structural failure of roofs and floors.
	<b>Grade 5: Destruction</b> (very heavy structural damage) Total or near total collapse.

In funzione di un terremoto atteso è possibile definire ipotesi di danno per il costruito.

# Scenari di danno a scala urbana: Una prima sintesi per condividere le strategie



**Carta della distribuzione delle abitazioni inagibili**

Numero delle abitazioni inagibili tempo di ritorno 475 anni

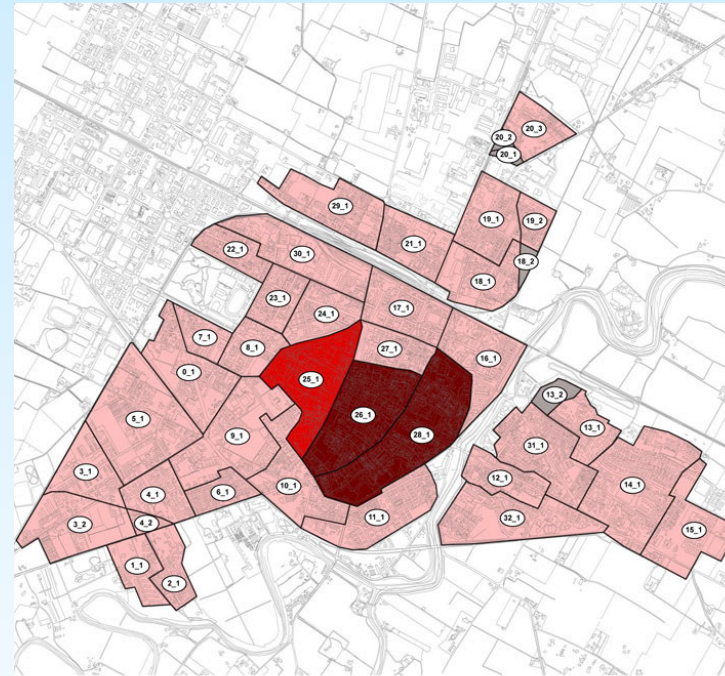
- 0 - 56
- 119
- 249 - 290

identificativo area omogenea

subcomparti nei quali il ridotto numero di edifici non consente affidabili elaborazioni di tipo statistico



Regione Emilia Romagna



**Carta della distribuzione dei crolli**

Numero di crolli tempo di ritorno 475 anni

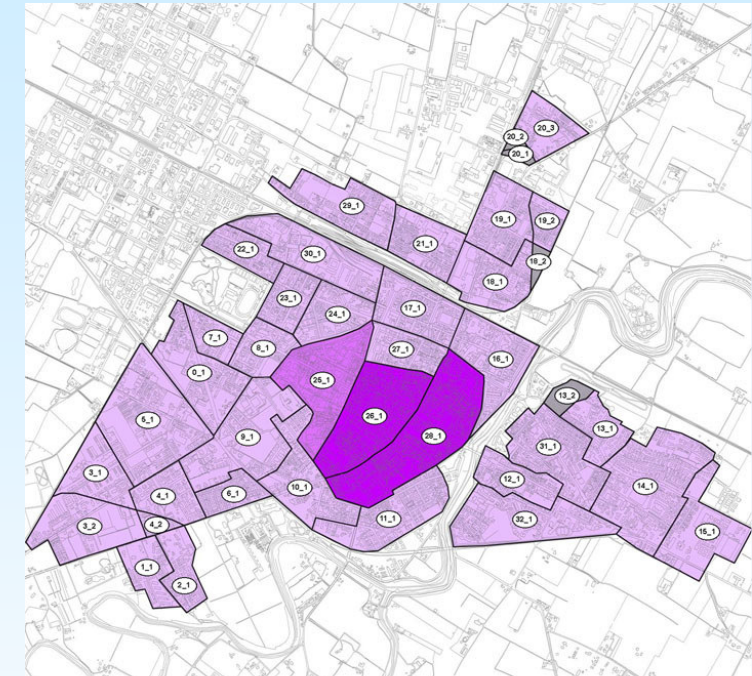
- 0 - 3
- 8
- 17 - 19

identificativo area omogenea

subcomparti nei quali il ridotto numero di edifici non consente affidabili elaborazioni di tipo statistico



Regione Emilia Romagna



**Carta della distribuzione dei coinvolti in crolli**

Numero dei coinvolti in crolli tempo di ritorno 475 anni

- 0 - 7
- 16
- 35 - 39

identificativo area omogenea

subcomparti nei quali il ridotto numero di edifici non consente affidabili elaborazioni di tipo statistico



Regione Emilia Romagna



**Terremoto con tempo di ritorno 475 anni: intensità VII-VIII MCS,  
danno D3-D4-D5 EMS 98**

*Elaborazione della Protezione Civile*

# Scenari di danno a scala urbana: Una prima sintesi per condividere le strategie



Aree con bassa  
concentrazione  
di edifici danneggiati

n.

1-73

Aree con media  
concentrazione  
di edifici danneggiati

n.

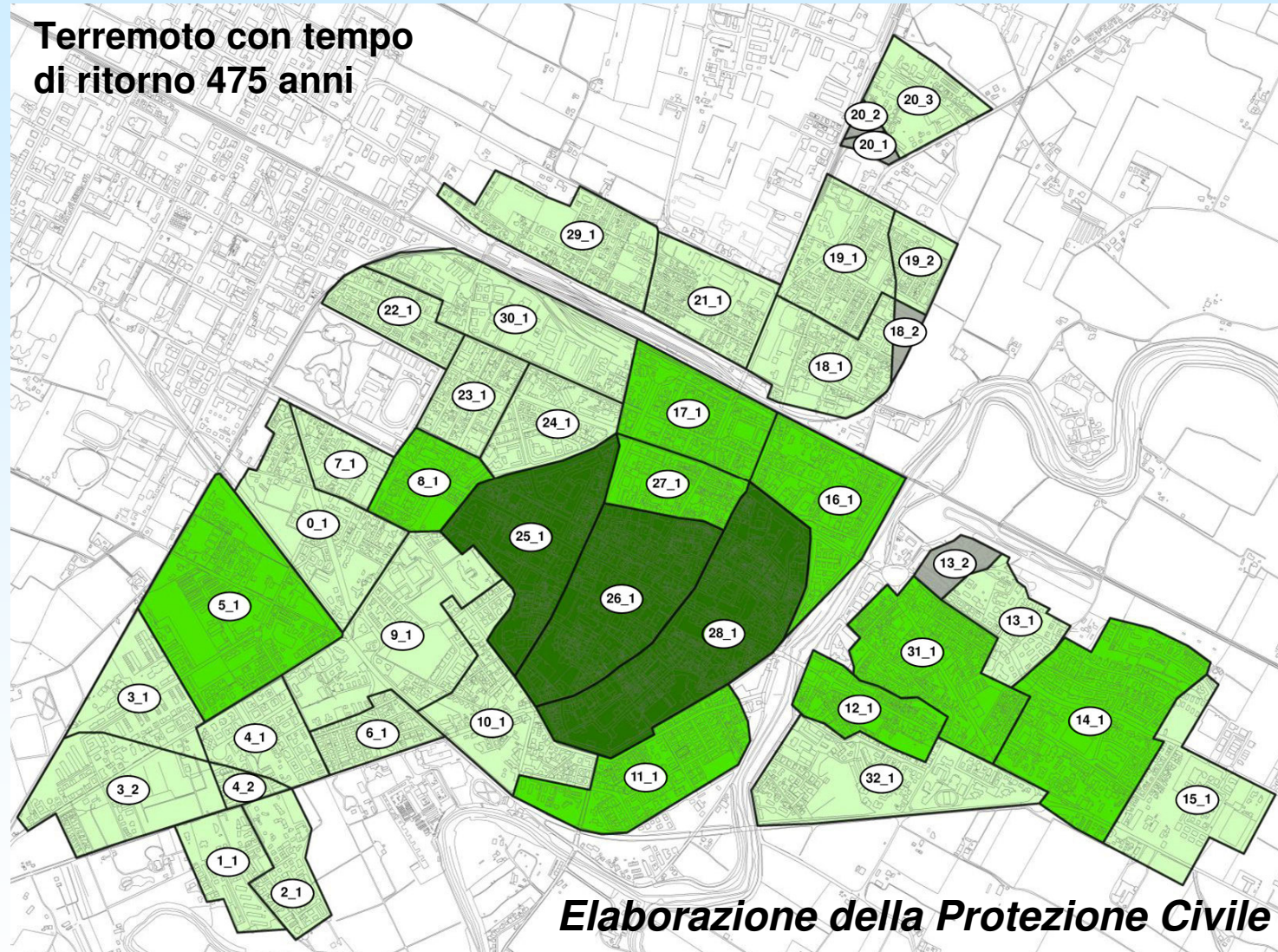
81-186

Aree con massima  
concentrazione  
di edifici danneggiati

n.

331-826

Terremoto con tempo  
di ritorno 475 anni



*Elaborazione della Protezione Civile*

**Dal verde più chiaro al verde più scuro  
il numero di edifici con danni medio lievi aumenta**

# Approfondimento Centro Storico

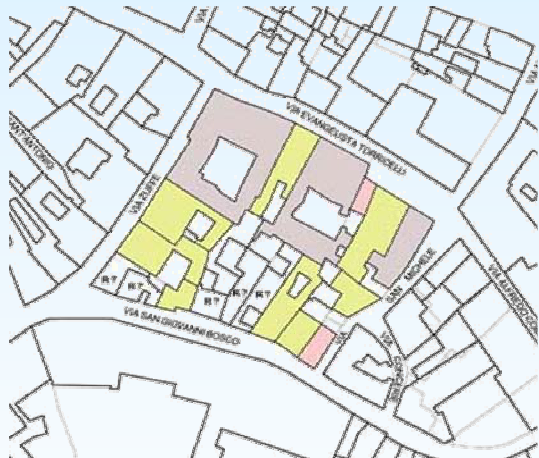
 PRESENZA DI CORPI SVETTANTI



 MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI



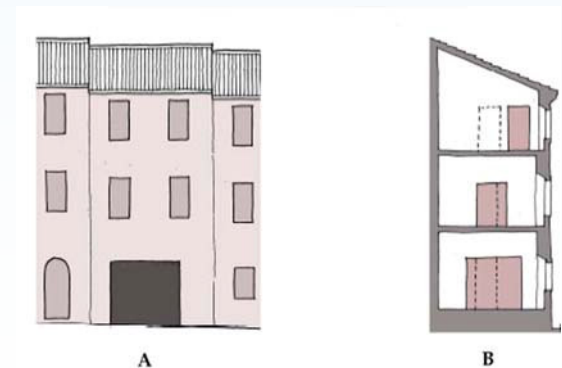
## MAPPA DELLE VULNERABILITÀ E RESISTENZE



## ANALISI DI UN ISOLATO CAMPIONE



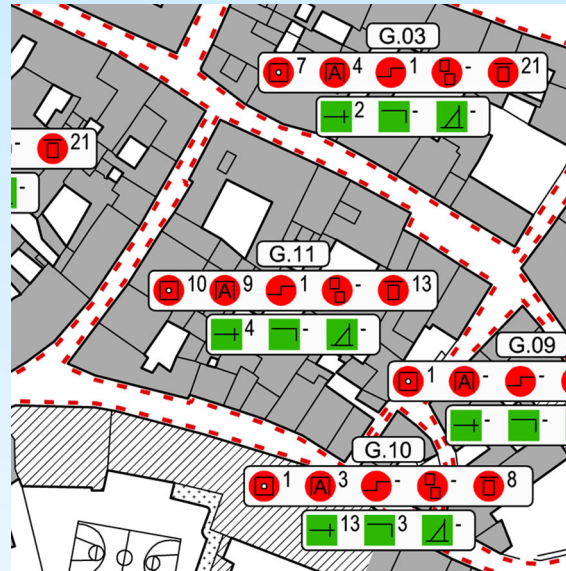
## LINEE GUIDA PER INTERVENTI



*a cura dell'Arch. Caterina Carocci*



# Approfondimento Centro Storico



**Legenda tavola**

**Vulnerabilità**

-  PRESENZA DI CORPI SVETTANTI
-  ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO
-  DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI
-  DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA
-  RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA

**Resistenze**

-  INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
-  INCATENAMENTI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
-  MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI

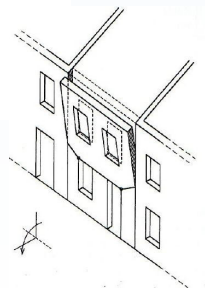
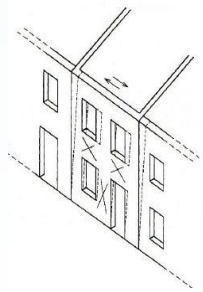
Suddivisione aggregati strutturali

Individuazione vulnerabilità e resistenze

Studio aggregato campione



**Rosso:** meccanismi nel piano    **Blu:** meccanismi fuori dal piano



# NDA

## Le norme del R.U.E. per interventi che presuppongono un titolo abilitativo

### IN CENTRO STORICO

*Tema: Vulnerabilità sismica*

- **Art. 5 co.6 delle NdA**
- **Art. 46 Tav. P5**

### NEL TERRITORIO RURALE

*Tema: Sicurezza idrogeologica*

- **Art. 27 delle NdA**

## RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

### Elementi conoscitivi minimi

*“deve contenere l’inquadramento dell’intervento nell’ambito del PRG della sismicità, secondo la ricognizione degli elaborati elencati all’art. 46 della Tav. P5”*

*“deve contenere l’inquadramento dell’unità di intervento nell’ambito della Tav. C2 “Sicurezza del territorio” e relative schede dei vincoli, secondo le specifiche dell’art. 50 della Tav. P5”*

# **COMPENSAZIONI**

## **art.30 NdA**

**AZIONI STRATEGICHE PER IL PATRIMONIO PRIVATO**

**+ INDAGINI DI VULNERABILITÀ**

**VALUTAZIONI TECNICHE PER LA SICUREZZA**

**art. 8 delle NTC2008**

**ogni 100 m<sup>2</sup> di superficie analizzata = 3 m<sup>2</sup> di SUL**  
**all'interno della C.L.E. la SUL è elevata a 3,5 m<sup>2</sup>**

**AZIONI STRATEGICHE PER IL PATRIMONIO**  
**COMUNALE**

**+ SICUREZZA NEGLI EDIFICI PUBBLICI**

**Realizzazione di interventi puntuali di miglioramento nelle**  
**costruzioni di proprietà comunale.**

**Sorta di perequazioni: si matura 1 m<sup>2</sup> Sul in relazione all'importo**  
**lavori degli interventi parametrati al valore delle monetizzazioni**  
**in centro storico.**

# TAV. P5 “Attività edilizia e procedimenti”

## Le PREMIALITÀ

finalizzate alla sicurezza sismica

- Art. 53 della Tav. P5

*“Fermo restando il sistema delle prestazioni:*

***IN CENTRO URBANO  
AL DI FUORI DEL CENTRO STORICO***

*per edifici costruiti prima del 08.09.1983 e qualora la valutazione tecnica per la sicurezza non sia dovuta per legge*

***REDIGERE la VALUTAZIONE TECNICA PER LA SICUREZZA***

*estesa ad almeno 100 m<sup>2</sup> di Sul nell'ambito dell'Unità di intervento, determina una PREMIALITÀ, quantificata in 1,5 m<sup>2</sup>, ogni 100 m<sup>2</sup> di Sul analizzata.”*

# TAV. P1: le schede

## Incentivi e compensazioni

Estensione di funzioni, incrementi di SUL a fronte della:

*“redazione della valutazione tecnica della sicurezza ai sensi delle Norme Tecniche vigenti con riferimento agli Stati Limite Ultimi dell’edificio esistente.*

*Qualora la suddetta verifica tecnica evidenzi un livello di sicurezza inferiore al 60% della sicurezza richiesta per un edificio nuovo delle medesime caratteristiche, dovranno essere eseguiti gli interventi strutturali di miglioramento sismico necessari per il raggiungimento di almeno tale valore minimo.”*

## Prestazioni sicurezza

In alcune schede di riqualificazione, o con elevate potenzialità edificatorie:

*In caso di interventi di nuova costruzione o di demolizione con ricostruzione, nell’ambito delle analisi geologiche e sismiche da prevedersi nell’area della scheda, devono essere effettuate adeguate prove di approfondimento fra cui almeno una prova tipo “Down-hole” (o altra di stessa valenza scientifica) e un carotaggio ad estrazione con profondità minima pari a 30 m.”*

# PdC:

## Condizioni da osservare nell'esecuzione dei lavori

### Vulnerabilità sismica

*Per quanto attiene al tema della vulnerabilità sismica, si riportano le condizioni espresse nella deliberazione della Giunta provinciale n. 293 del 17.12.2014 contenente il parere espresso in sede di approvazione del RUE:*

*“Il Piano Regolatore della sismicità pone altresì in evidenza che le proposte, molto numerose, di densificazione possono prospettare l'adiacenza fra edifici a norma sismica, frutto della densificazione, ed edifici ignoti dal punto di vista del rischio sismico: ciò individua rischi estremamente elevati in caso di terremoto, come si è visto anche recentemente nel caso dei sismi emiliani. Si ritiene pertanto che la **densificazione** non possa prescindere da un **livello sufficientemente elevato di conoscenza del rischio sismico nelle aree ed edifici prossimi a quelli in esame nel progetto**. Tale attenzione dovrà riguardare anche i nuclei rurali e gli insediamenti sparsi nelle situazioni di vicinanza degli edifici.”*

# GRAZIE per l'attenzione!

Immagine prima metà anni 30: ANTISISMICO, un motivo di pubblicità.

