

edilportale[®]

TOUR 2017

Ristrutturazione, riqualificazione
energetica, comfort abitativo,
adeguamento antisismico, BIM



Roofingreen



Perugia, 3 maggio 2017

La lezione dei terremoti per (ri)costruire in sicurezza

Stefano Lenci

*DICEA – Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura
Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy*

Credits: F. Clementi, S. Vallucci, P.A. Mezzapelle



- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

Una piccola premessa

RISCHIO SISMICO

probabilità che si verifichi o che venga superato un certo livello di danno o di perdita in un prefissato intervallo di tempo e in una data area, a causa di un evento sismico

$$R = f(P,V,E)$$

Pericolosità sismica

stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto ad un evento sismico, in una determinata area. Esprimibile tramite l'accelerazione al suolo attesa (PGA)

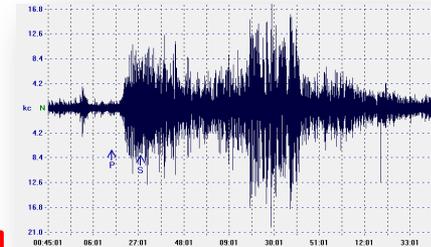
Vulnerabilità sismica

propensione di un sistema al danno o alla perdita a seguito di un dato evento sismico.

Viene detta **primaria** se relativa al danno fisico subito dal sistema, **secondaria** se relativa alla perdita subita dal sistema a seguito del danno fisico

Esposizione

dislocazione, quantità, qualità e valore dei beni e delle attività che possono essere presenti sul territorio ed essere influenzate dall'evento sismico



Cosa è dunque la vulnerabilità sismica?

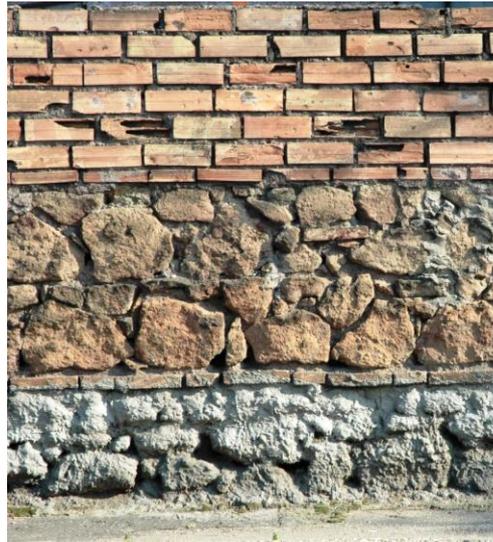
- **La propensione di una struttura** (ma anche altri manufatti, attività, beni, ecc.) **a subire un danno di un determinato livello a fronte di un evento sismico di data intensità**
- **Viene espressa come la probabilità che l'edificio possa subire danni o modificazioni per effetto di un evento sismico di assegnata energia**
- **Misura della perdita o della riduzione di efficienza a svolgere le funzioni che normalmente vengono esplicate**

- **L'elenco dei “punti deboli” dell'edificio: ogni “debolezza” costituisce una vulnerabilità, che contribuisce alla vulnerabilità globale dell'edificio**
- **L'individuazione dei “punti deboli” è fatta sostanzialmente a partire dall'osservazione dei danni subiti dagli edifici nei passati terremoti**
- **La lezione del terremoto**

- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

Cattiva qualità dei materiali

Ossidazione barre



Carbonatazione cls



Cattiva qualità dei materiali



MURI A SACCO

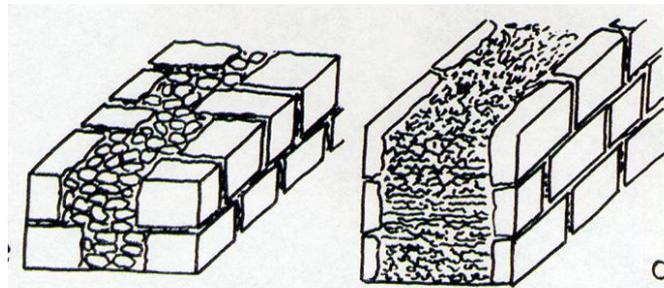
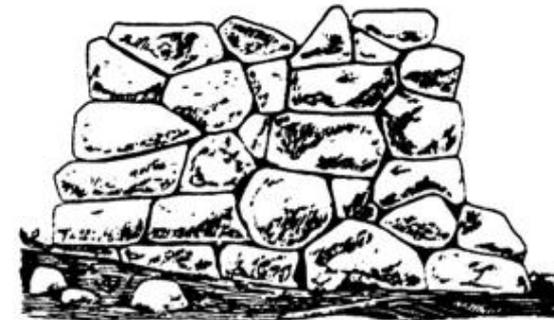
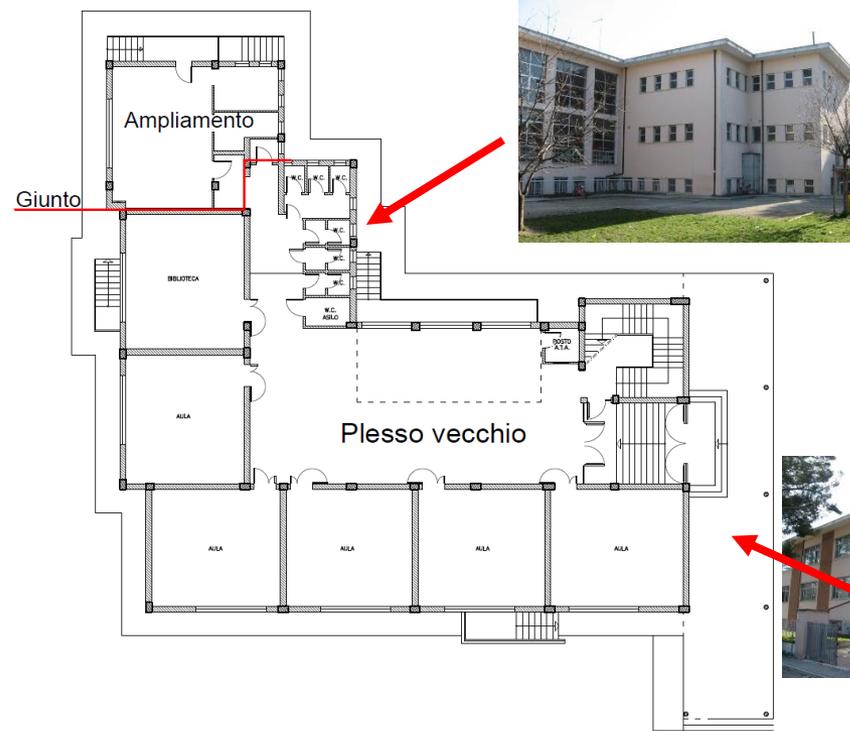


FIG. 1 a. — Systèmes de maçonnerie.

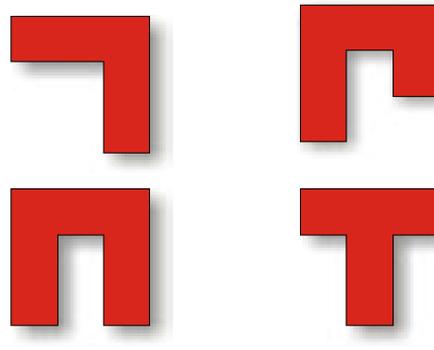
MURI IN PIETRAME DISORDINATO



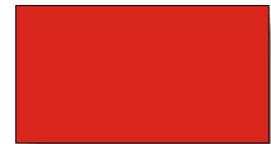
Irregolarità in pianta



Irregolarità di forma in pianta



Da evitare



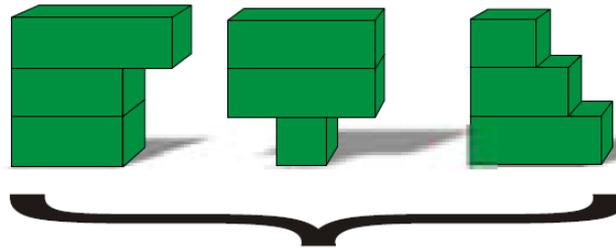
Consigliata



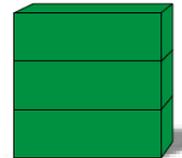
Irregolarità in altezza



Irregolarità di forma in elevazione



Da evitare



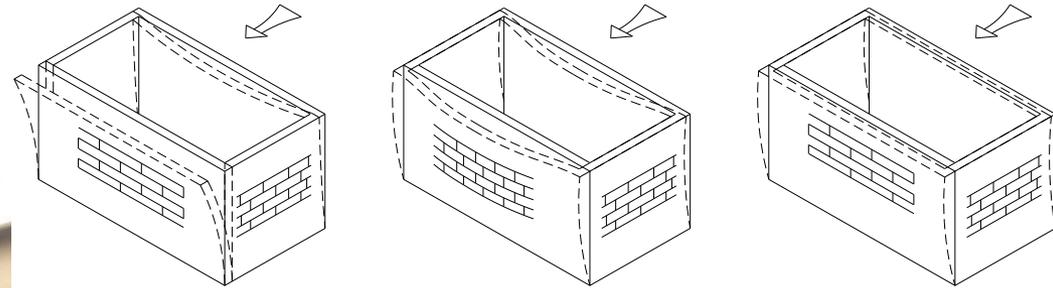
Consigliata

Vulnerabilità indotte (vicinanza ad elementi vulnerabili)

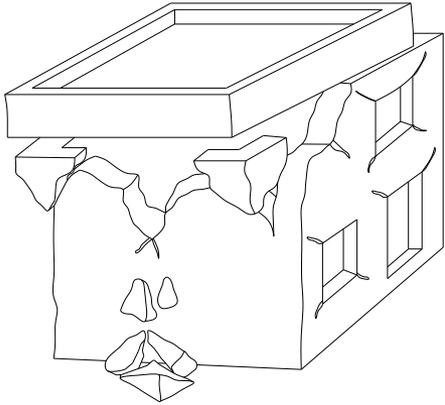


- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

Solai non rigidi, sfalzati, non collegati alle murature



Solai pesanti

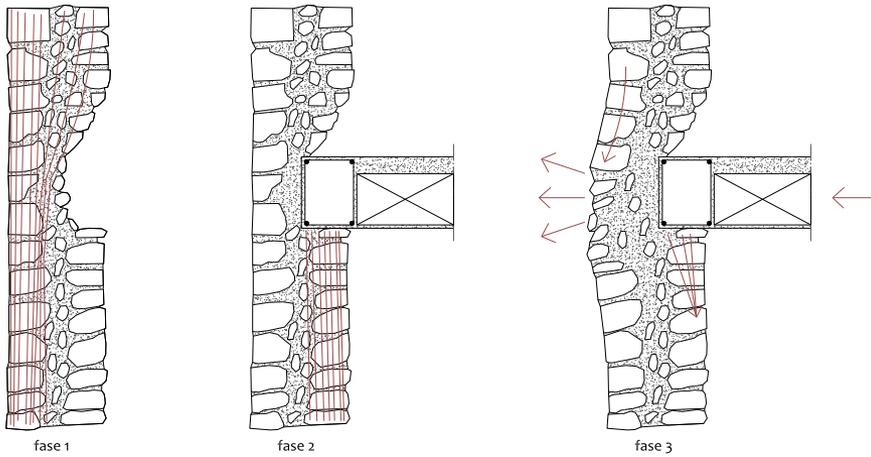


Cordoli eccessivamente rigidi e
coperture in c.a. pesanti



Solai mal collegati alle murature

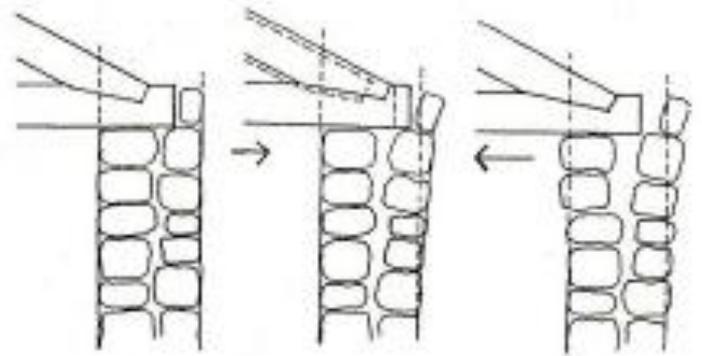
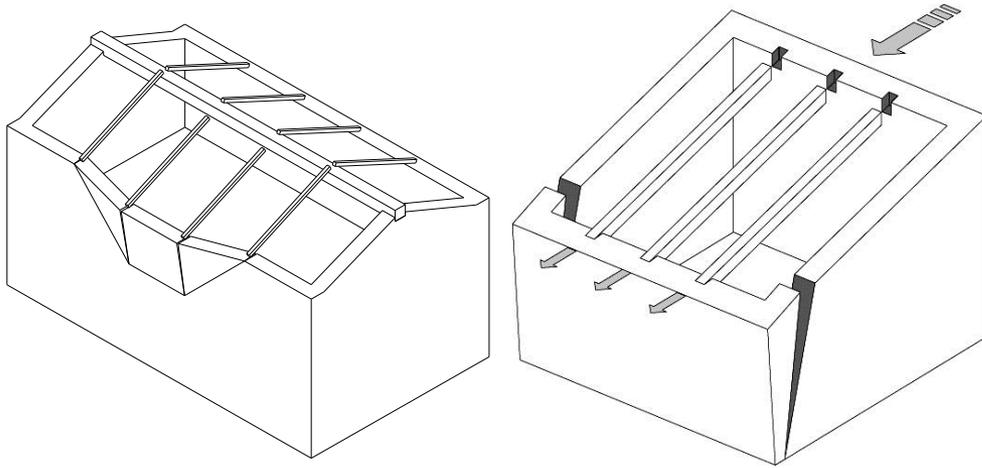
Cordoli in breccia su murature a sacco o non monolitiche



Solai spingenti



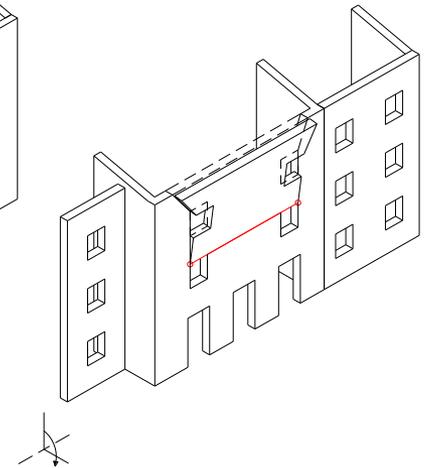
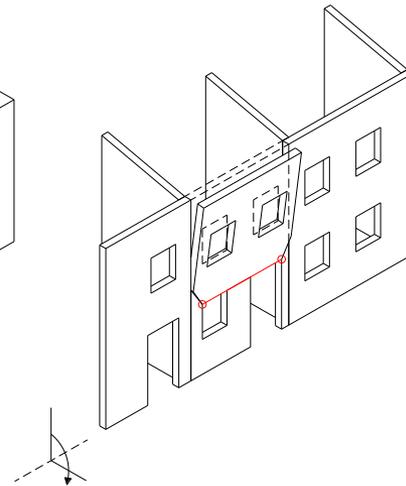
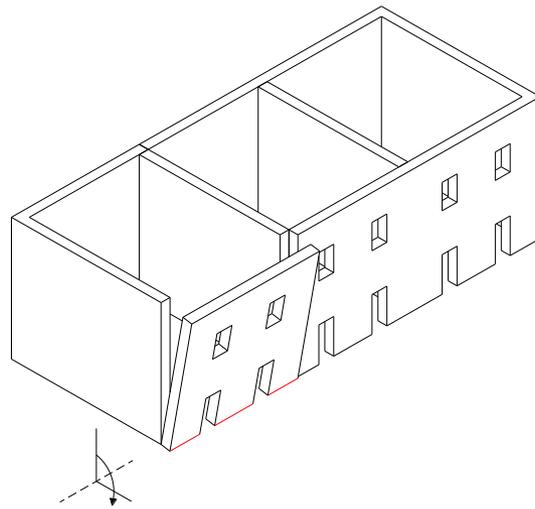
Coperture e a capriate lignee appoggiate su un solo paramento murario



Aperture non allineate (in orizzontale e in verticale)



Cattivi collegamenti con i muri di spina



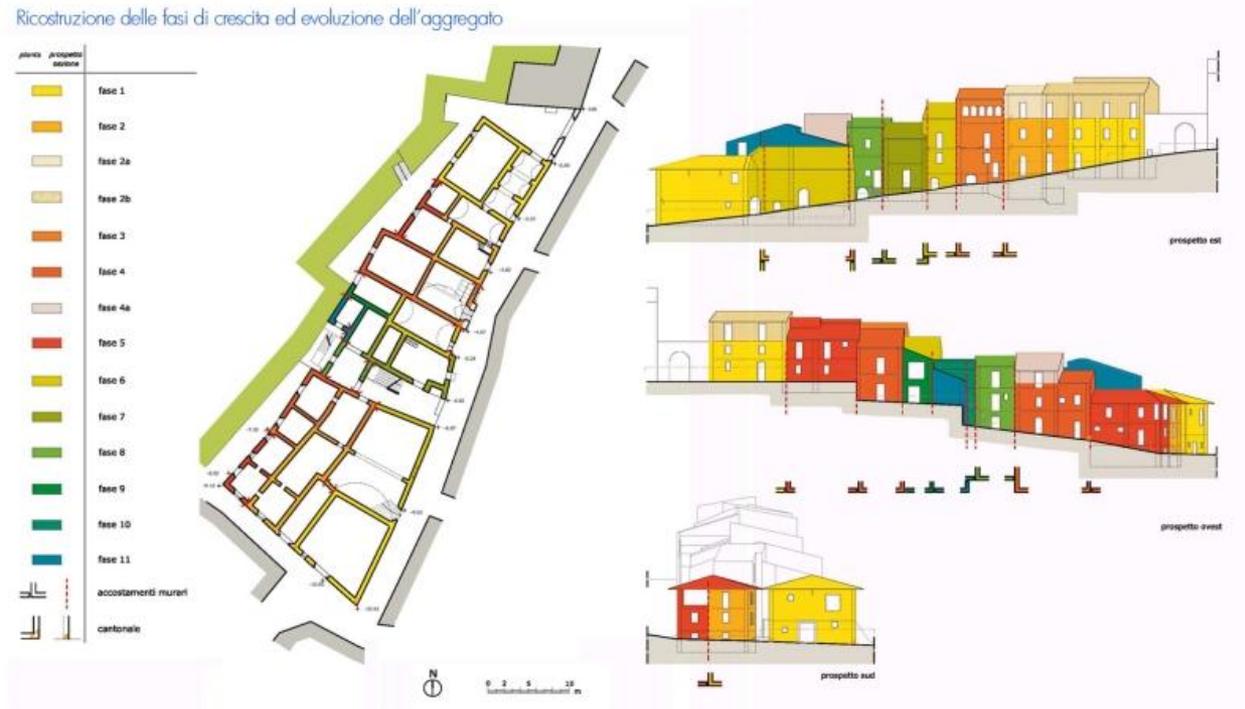
Disomogeneità tipologiche e di materiale, assenza di giunti



Disomogeneità tipologiche e di materiale, assenza di giunti

Le disomogeneità tipologiche e di materiale, assenza di giunti avvengono spesso negli edifici storici presenti in forma di “**aggregati**” all’interno dei centri storici (ampliamenti e sovrapposizioni avvenute nel corso dei secoli).

Ciò comporta la necessità di dover valutare anche **l’interazione tra edifici adiacenti** che nasce quando c’è un terremoto.



- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

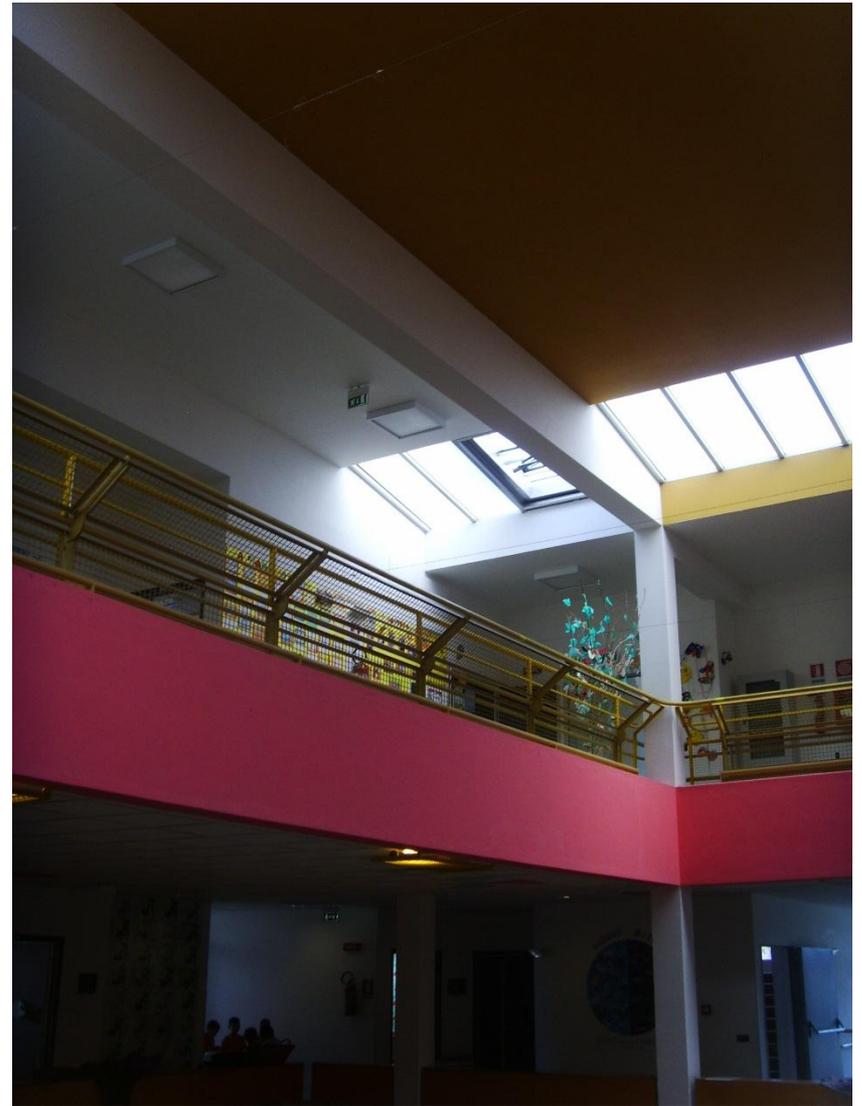
Carenza di staffe



Pilastrini tozzi



Pilastri deboli / travi forti



Nodi non armati (in particolare assenza di staffe)



Piano sofficie (edifici a “pilotis”)



Villa Savoye – Le Corbusier



Interazione telaio-tamponatura



- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

Assenza (o debolezza) dei collegamenti trave-pilastro



Assenza (o debolezza) dei collegamenti trave-pilastro



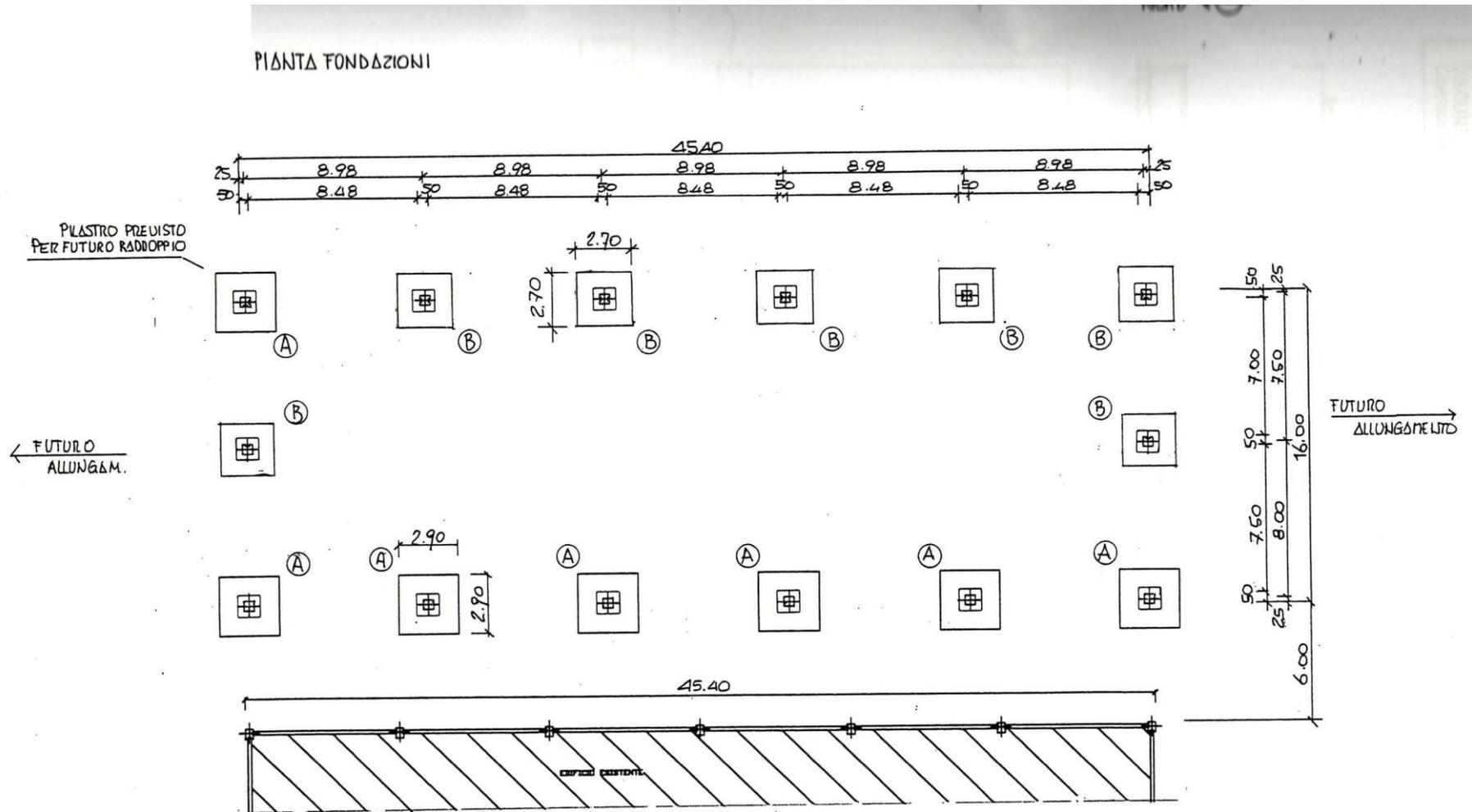
Pareti esterne (prefabbricate) non collegate alla struttura



Pareti esterne (prefabbricate) non collegate alla struttura



Assenza cordoli di collegamento in fondazione



Scaffalature interne

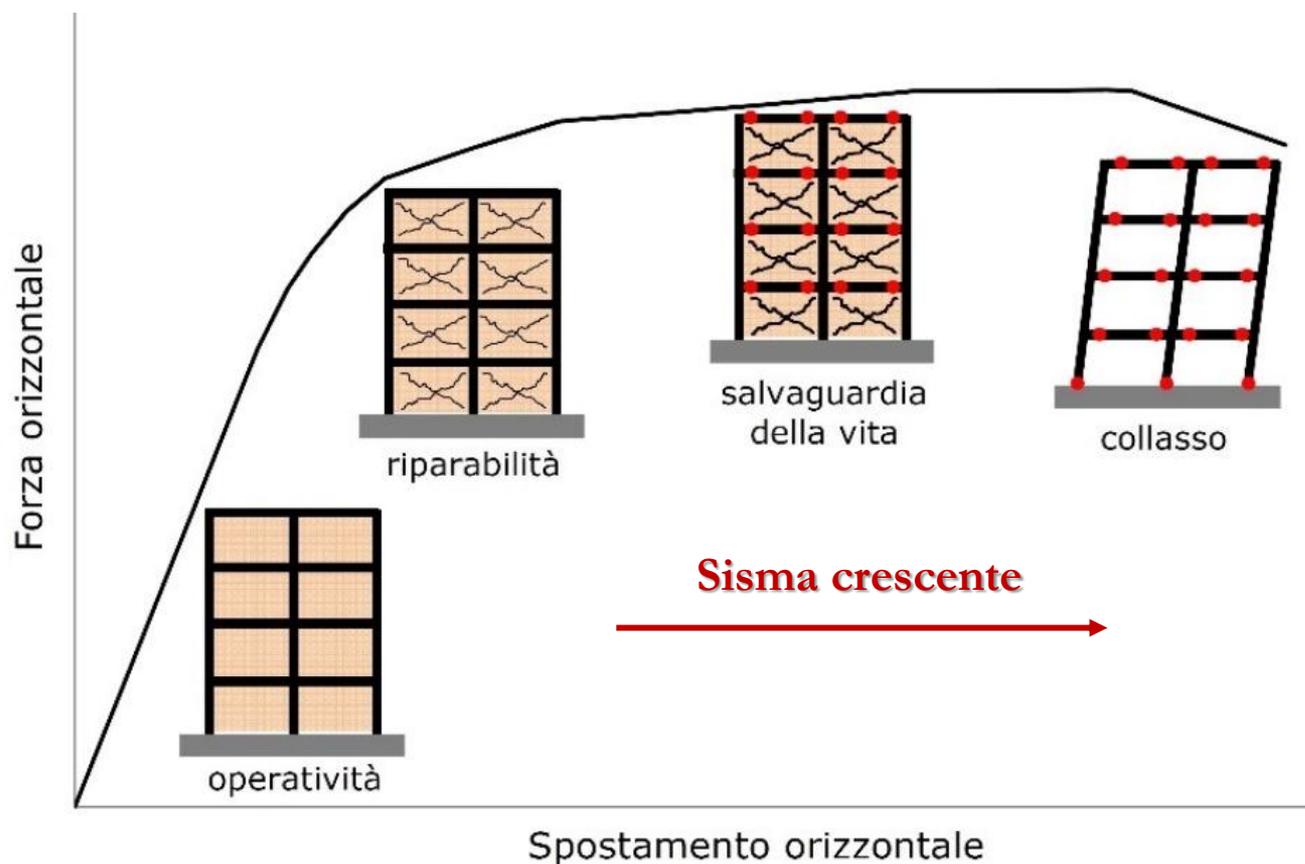


- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

- **Gli edifici strategici (ospedali, caserme, ecc.) non devono mai rompersi (ne danneggiarsi), “qualsiasi” sisma**
- **Gli edifici “normali” non devono danneggiarsi per terremoti modesti**
- **Gli edifici “normali” possono danneggiarsi (bene) per grandi terremoti**
- **Nessun edificio deve mai crollare**

“Filosofia” dell’Ingegneria Sismica

Questa filosofia trova riscontro nel D.M. 14 Gennaio 2008 (Norme Tecniche sulle Costruzioni)



Il comportamento strutturale è fortemente non lineare e tipicamente sintetizzato da una CURVA detta di CAPACITA'

Rotture “buone”



Rotture “buone”



Rotture al limite del “buone”



Rotture al limite del “buone”



Rotture al limite del “buone”



Rotture “cattive”



Rotture “cattive”



Rotture “cattive”



Rotture “cattive”



Rotture “cattive”



- 1. La vulnerabilità sismica**
- 2. Vulnerabilità generali**
- 3. Edifici in muratura**
- 4. Edifici in c.a.**
- 5. Edifici prefabbricati**
- 6. Rompersi o non rompersi?**
- 7. E per finire...**

?



?



?



?

Anche se poi, purtroppo...



Non tutto crolla!



Non tutto crolla!

