

Il rischio sismico: prevenzione e sisma bonus

20 aprile 2017



Prof. Ing. Andrea Prota

Università degli Studi di Napoli Federico II

*Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura
(DiST)*

Email: aprota@unina.it

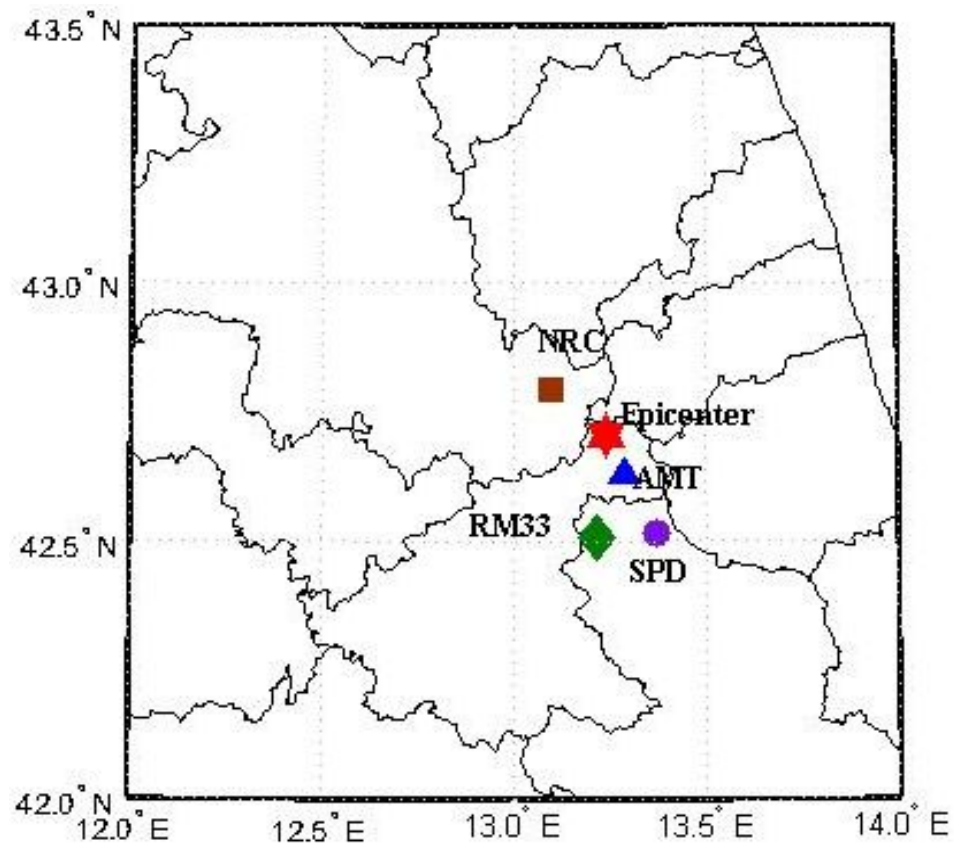


REte dei **L**aboratori **U**niversitari di **I**ngegneria **S**ismica



Distanza Amatrice-Norcia in linea retta è 25.5 km; Norcia-Camerino è

TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0



- 24 Agosto 2016: terremoto di Mw 6.0 - 6.2
- Classificazione sismica: “Il Categoria” Amatrice 1927; Norcia 1962

TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

PECULIARITA' DEL COMUNE DI AMATRICE



TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

- DANNI OSSERVATI NEL COMUNE DI AMATRICE

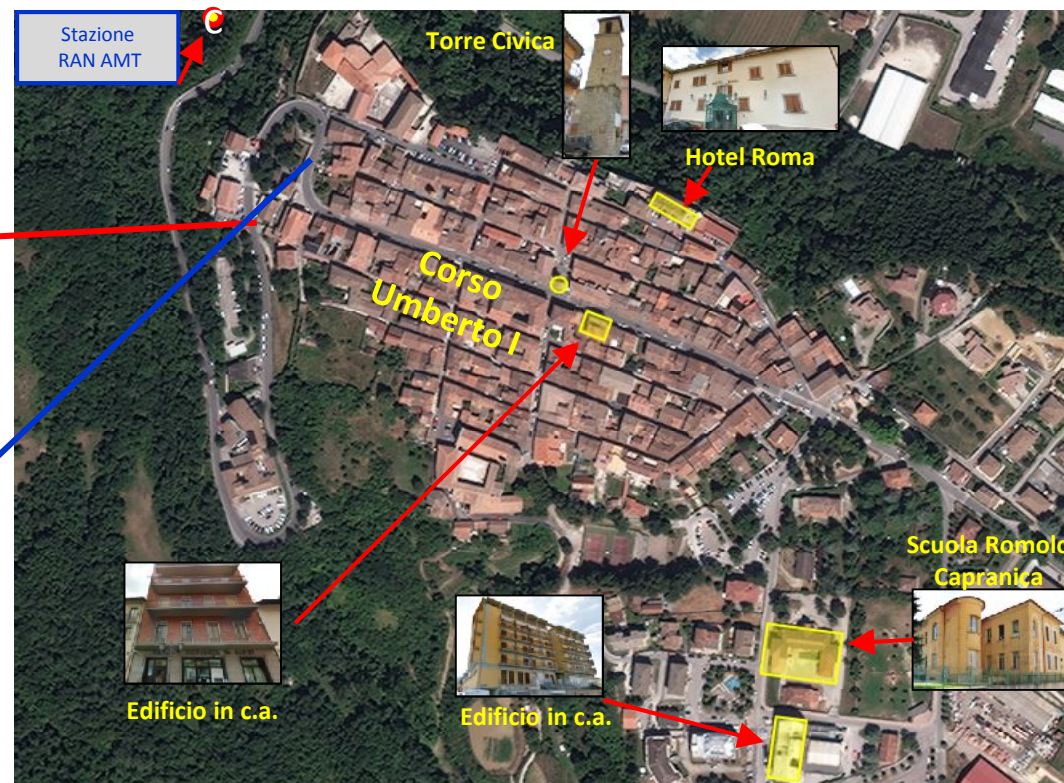


TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

- DANNI OSSERVATI NEL COMUNE DI AMATRICE

Danni alla cinta muraria

Danni alla strada



TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

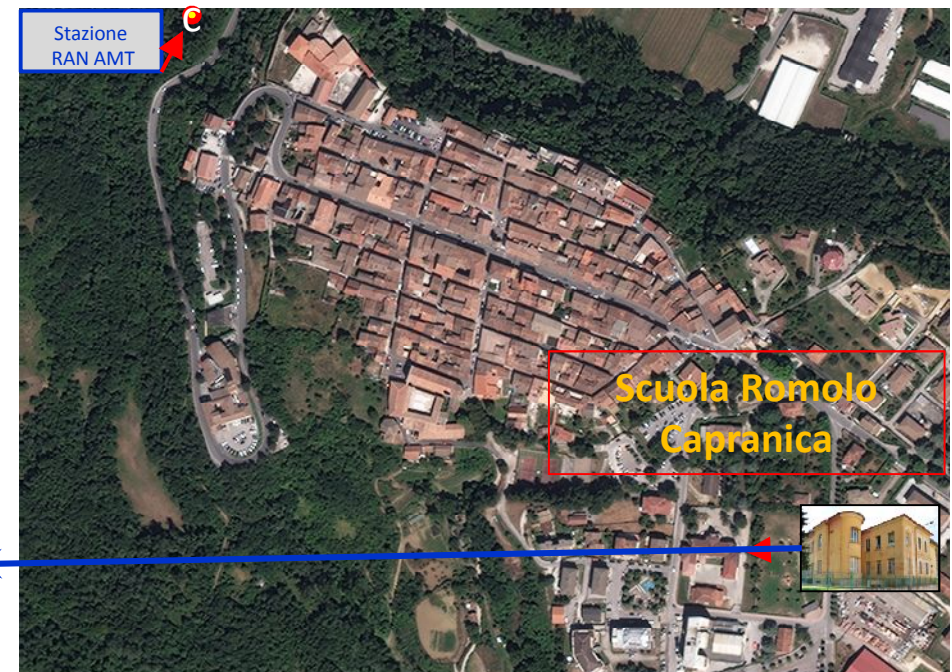
- DANNI OSSERVATI NEL COMUNE DI AMATRICE

SCUOLA ROMOLO CAPRANICA



• PRIMA

Amatrice (2016)



TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

- DANNI OSSERVATI NEL COMUNE DI AMATRICE

SCUOLA ROMOLO CAPRANICA



• DOPO

Amatrice (2016)

TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

- DANNI OSSERVATI NEL COMUNE DI AMATRICE

SCUOLA ROMOLO CAPRANICA



• DOPO



Amatrice (2016)

TERREMOTO 24 AGOSTO 2016 - Mw6.0

- DANNI OSSERVATI NEL COMUNE DI AMATRICE

SCUOLA ROMOLO CAPRANICA

- PRIMA DI *Amatrice (2016)*



PORZIONE EDIFICIO
IN MURATURA

PORZIONE EDIFICIO IN C.A.

- AFTER *Amatrice (2016)*



TERREMOTO 30 AGOSTO 2016 - Mw6.5

SCUOLA ROMOLO CAPRANICA

• BEFORE



• AFTER

24/08/2016



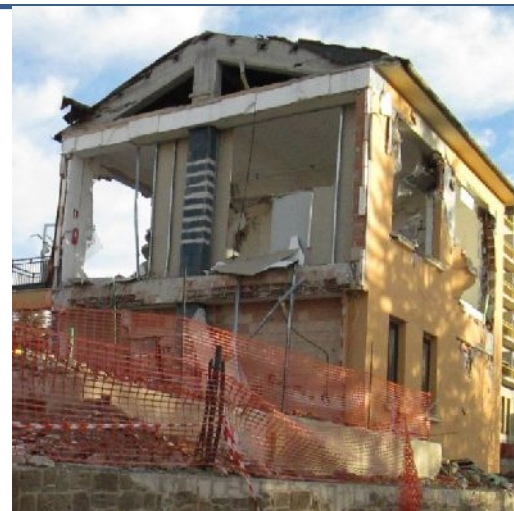
• AFTER

25/10/2016



• AFTER

30/10/2016



Alcune immagini da Amatrice



RAPPORTO FOTOGRAFICO RELATIVO AI DANNI SUBITI DA ALCUNI EDIFICI A SEGUITO DEL SISMA DEL CENTRO ITALIA DEL 2016

**C. Menna*, R. Frascadore*, C. Moroni, G.P. Lignola*, G. De Martino*, A.
Salzano*, M. Di Ludovico*, A. Prota*, G. Manfredi*, E. Cosenza***

**Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università di Napoli Federico II*

Alcune immagini da Amatrice



Edificio in muratura - Amatrice
Evidente fuori piombo e disgregazione della parete muraria.

Alcune immagini da Amatrice



Edificio in muratura (scuola Romolo Capranica) - Amatrice
Collasso delle pareti portanti e conseguente perdita di appoggio dei solai.



Edificio in muratura - Amatrice
La parete muraria è messa in luce della sezione trasversale della muratura (doppio para scassamente ammorzati trasversalmente).

Alcune immagini da Amatrice



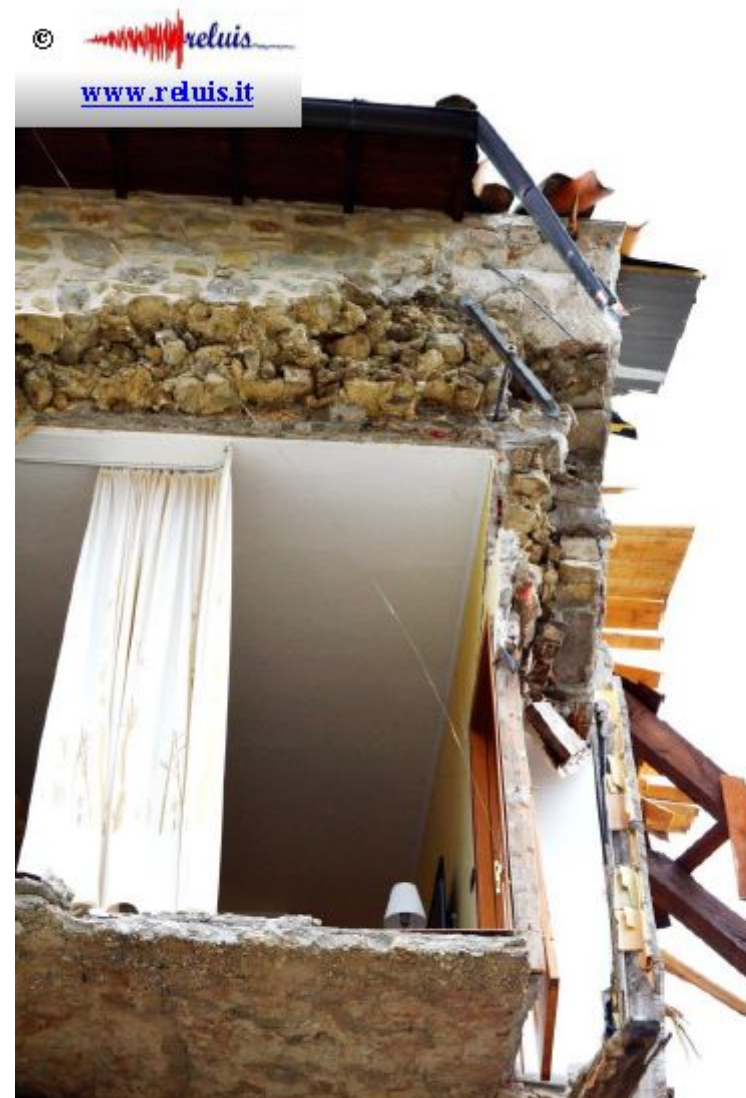
Edificio in muratura - Accumoli

collasso parziale della parete sommitale seppure in presenza di cordolo ammorsato con barre metalliche

Alcune immagini da Amatrice



Edificio in muratura – Arquata del Tronto
Si disgregazione del paramento esterno della muratura. Notare la presenza delle catene, probabilmente evitate i meccanismi fuoripiano



Edificio in muratura – Arquata del Tronto
Perimetrali seppure in presenza di catene (inefficaci per disgregazione del paramento).

Alcune immagini da Amatrice



ANALISI DEL DANNEGGIAMENTO DI EDIFICI SITUATI NELLA ZONA SUD DEL COMUNE DI AMATRICE (RI): CONFRONTO PRE E POST SISMA DEL 24/08/2016 (Versione V2)

G. Santarsiero, L. Chiauuzzi, A. Masi
Università degli Studi della Basilicata – Scuola di Ingegneria
Consorzio Interuniversitario ReLUIS

Alcune immagini da Amatrice

Edificio C1: cemento armato, 4 impalcati



Situazione pre sisma

Alcune immagini da Amatrice



Danneggiamento diffuso alle tamponature del I e II livello



Alcune immagini da Amatrice



Incipiente collasso del camino

Alcune immagini da Amatrice



Fodera di tamponatura completamente esterna alla maglia strutturale - Danno al nodo trave-pilastro

Alcune immagini da Amatrice

Edificio C5: cemento armato, 4 impalcati



Situazione pre sisma

Alcune immagini da Amatrice



Danno alle tamponature



Alcune immagini da Amatrice



Danno alle tamponature

Alcune immagini da Amatrice



Particolare del danno ad un nodo trave-pilastro

Alcune immagini da Amatrice

Edifici C2 e C2A : cemento armato, 4 impalcati



Alcune immagini da Amatrice



Collasso totale



Alcune immagini da Amatrice



Particolare del collasso di un nodo trave-pilastro del III impalcato

Integrazione Sismica-energetica

SPUNTI PER LA PREVENZIONE

Illica (frazione di Accumoli)



Integrazione Sismica-energetica

SPUNTI PER LA PREVENZIONE



Edificio in muratura – Illica (frazione di Accumoli)
Particolare del distacco di elemento non strutturale (cappotto termico).

TERREMOTO 30 OTTOBRE 2016 - Mw6.5

- **Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri**

- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



una casetta di recente costruzione in blocchi poroton

- **Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri**



In pendio

- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



Cosa ha di particolare questa casetta ?

- **Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri**



Si trova a poche centinaia di metri dall'epicentro del 30 ottobre 2016. E non si è minimamente danneggiata!



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



Poi ci sono stati gli interventi post sisma 1979.

Da qui in poi vediamo Norcia (centro storico) in alcune foto di AB dopo il sisma del 30 ottobre 2017...

- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



Norcia, le case antisismiche che hanno salvato le vite



EMBED

- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



Gli interventi sono stati fatti, per lo più con intonaco armato sulle due facce, dopo il sisma del 1997. Ci sono alcuni casi di iniezioni (pochi) e non si sono avuti gli stessi esiti brillanti.

- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



- Norcia e dintorni (Val Nerina) - Immagini prof. Antonio Borri



**Prevenzione: manutenzione e capacità sismica
Bonus fiscali e sisma bonus**

**Ma in fondo quello che conta di più è la consapevolezza dei rischi
nei cittadini**

**Se si interviene affidandosi a buoni professionisti e buone
imprese, si può incrementare il livello di sicurezza del nostro
costruito in modo da evitare perdite di vite umane e ridurre i
costi dovuti ai danni**

Al via la classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni per prevenzione e Sismabonus

Articolo 1, comma 2, lettera c) L. Stabilità 2017

Roma, 28 febbraio 2017



Il Metodo convenzionale per la classe di Rischio Sismico

Parametro Economico:

Classe PAM (Perdita Annua Media attesa)

costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso della vita della costruzione, ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione



Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A_{PAM}^+
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}

Parametro Sicurezza:

Classe IS-V (Indice di sicurezza)

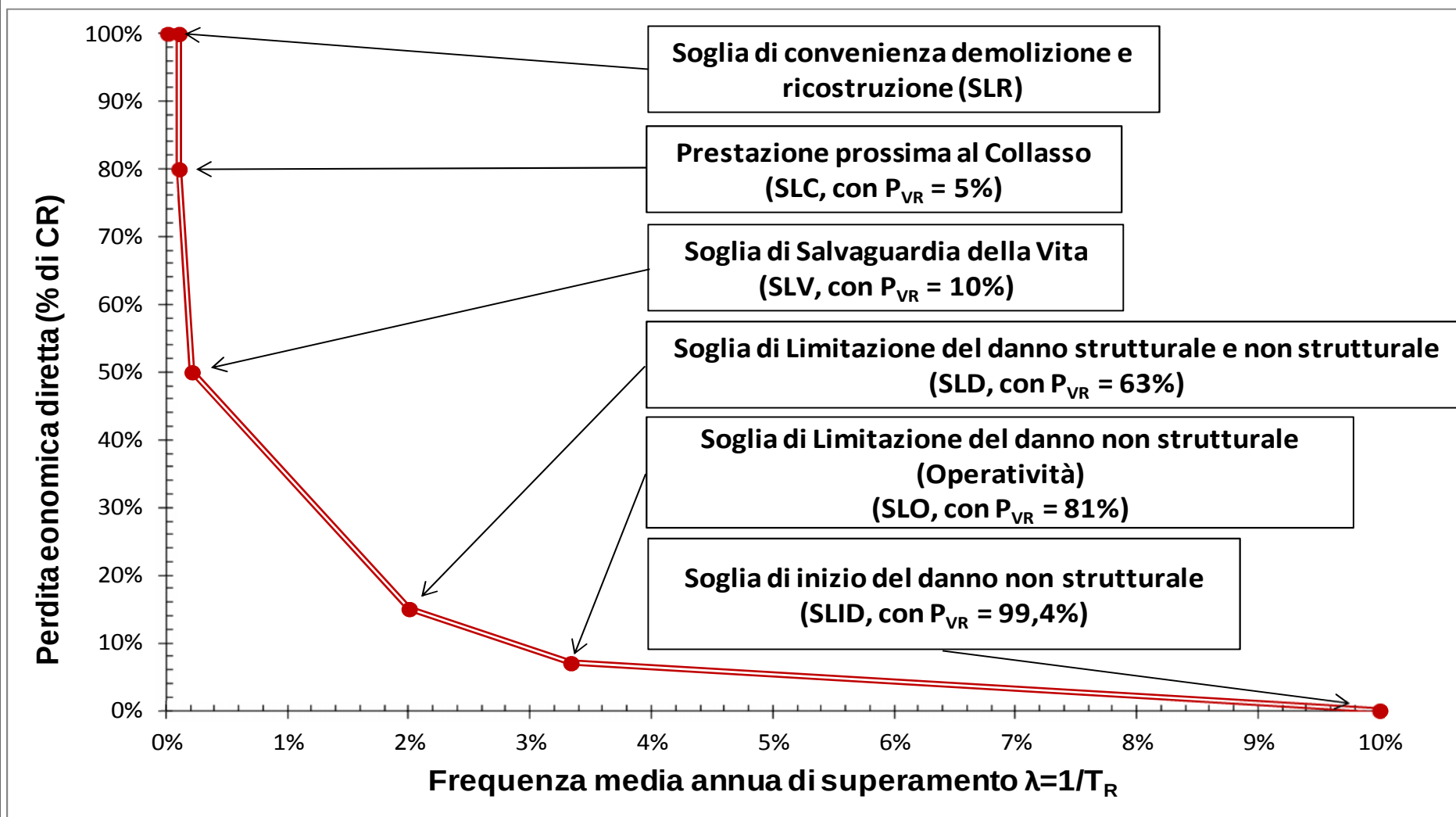
rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo che determina il raggiungimento dello Stato Limite di salvaguardia della Vita e quella prevista, nel sito, per un nuovo edificio



Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A_{IS-V}^+
$100\% \leq IS-V < 80\%$	A_{IS-V}
$80\% \leq IS-V < 60\%$	B_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 45\%$	C_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 30\%$	D_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 15\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

La classe
di Rischio
si individua
mettendo
in relazione
due parametri
e privilegiando
nel confronto
la classe
più bassa
(più rischio)

Metodo semplificato



Metodo semplificato

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ
INERTI/MAGLIA MURARIA				
MURATURA	pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V ₆
	mattoni di terra cruda (adobe)			
	pietra sbazzata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE - Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate - Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate - Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) - Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI - Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	- Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ - Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₆ a V ₅
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE - Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate - Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate - Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) - Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI - Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	- Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ - Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE - Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate - Messa in sicurezza di elementi non strutturali	- Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ - Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V ₄ a V ₃
	mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE - Ripristino dei danni o delle zone degradate - Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate - Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) - Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI - Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	- Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ - Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₆ a V ₅

Metodo semplificato

Nell'ambito delle costruzioni destinate ad attività produttive, per le **strutture assimilabili ai capannoni industriali** è possibile ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore eseguendo solamente interventi locali di rafforzamento, anche in assenza di una preventiva attribuzione della Classe di Rischio, se sono soddisfatte le prescrizioni nel seguito elencate, volte ad eliminare sulla costruzione tutte, ove presenti, le carenze seguenti:

- carenze nelle unioni tra elementi strutturali (ad es. trave-pilastro e copertura-travi), rispetto alle azioni sismiche da sopportare e, comunque, volti a realizzare sistemi di connessione anche meccanica per le unioni basate in origine soltanto sull'attrito;
- carenza della connessione tra il sistema di tamponatura esterna degli edifici prefabbricati (pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato ed alleggeriti) e la struttura portante;
- carenza di stabilità dei sistemi presenti internamente al capannone industriale, quali macchinari, impianti e/o scaffalature, tipicamente contenuti negli edifici produttivi, che possono indurre danni alle strutture che li ospitano, in quanto privi di sistemi di controventamento o perché indotti al collasso dal loro contenuto.

Metodo semplificato

Per gli edifici in calcestruzzo armato, analogamente a quanto sopra detto per le strutture assimilabili ai capannoni industriali, è prevista la possibilità di ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore, eseguendo solamente interventi locali di rafforzamento ed anche in assenza di una preventiva attribuzione della Classe di Rischio. Ciò è possibile soltanto se la struttura è stata originariamente concepita con la presenza di telai in entrambe le direzioni e se saranno eseguiti tutti gli interventi seguenti:

- confinamento di tutti i nodi perimetrali non confinati dell'edificio;
- opere volte a scongiurare il ribaltamento delle tamponature, compiute su tutte le tamponature perimetrali presenti sulle facciate;
- eventuali opere di ripristino delle zone danneggiate e/o degradate.

IO NON RISCHIO

BUONE PRATICHE DI PROTEZIONE CIVILE

ENGLISH



Io non rischio ▾

Alluvione ▾

Maremoto ▾

Terremoto ▾

News e multimedia



SEI PREPARATO?



terremoto



maremoto



alluvione



piattaforma 2016



mappe interattive