



SOFT.LAB
SOFTWARE PER L'EDILIZIA

SISMABONUS: ESEMPI APPLICATIVI

Prof. Ing. Giuseppe Maddaloni

INTRODUZIONE STATI LIMITE

«Cosa cambia per la valutazione della sicurezza di un edificio esistente?»

Definizione Stati Limite NTC (2008) – Edificio

	Stato Limite	Evento	P_{VR}	V_R (anni)	T_R (anni)	λ (%)	Frequenza media annua di superamento
SLU	Salvaguardia vita (SLV)	Raro	10%	50	475	0.21	

Per costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti (classe d'uso II) [2.4.2 - NTC] il coefficiente d'uso C_u assume valore unitario.

INTRODUZIONE STATI LIMITE

«Cosa cambia per la valutazione della sicurezza di un edificio esistente?»

La vita nominale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.0 = 50 \text{ anni}$$

INTRODUZIONE STATI LIMITE

«Cosa cambia per la valutazione della sicurezza di un edificio esistente?»

Definizione Stati Limite NTC (2008) – Edificio

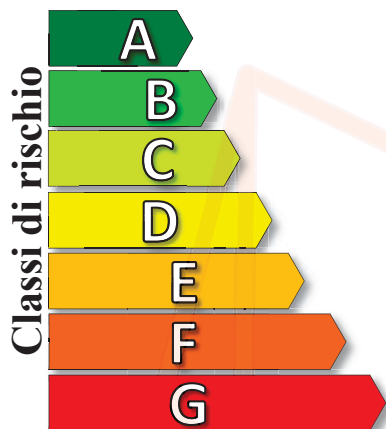
	Stato Limite	Evento	P_{VR}	V_R (anni)	T_R (anni)	λ (%)	Frequenza media annua di superamento
SLE	Operatività (SLO)	Frequente	81%	50	30	3.3	
	Danno (SLD)	Occasionale	63%	50	50	2.0	
SLU	Salvaguardia vita (SLV)	Raro	10%	50	475	0.21	
	Collasso (SLC)	Molto raro	5%	50	975	0.10	

COSTRUZIONE CURVE DI RIFERIMENTO

Edificio nuovo (progettato in accordo con le NTC 2018)

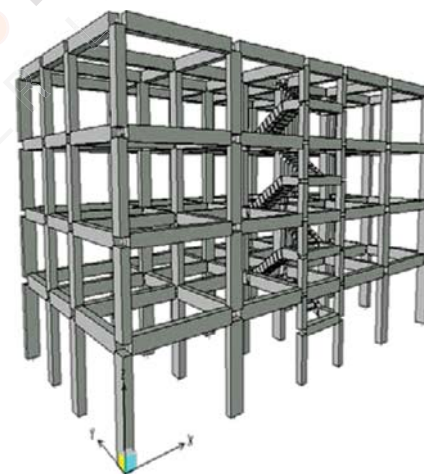
$$IS-V = a = PGA_c / PGA_d = 100\%$$

IS-V = indice di sicurezza Struttura



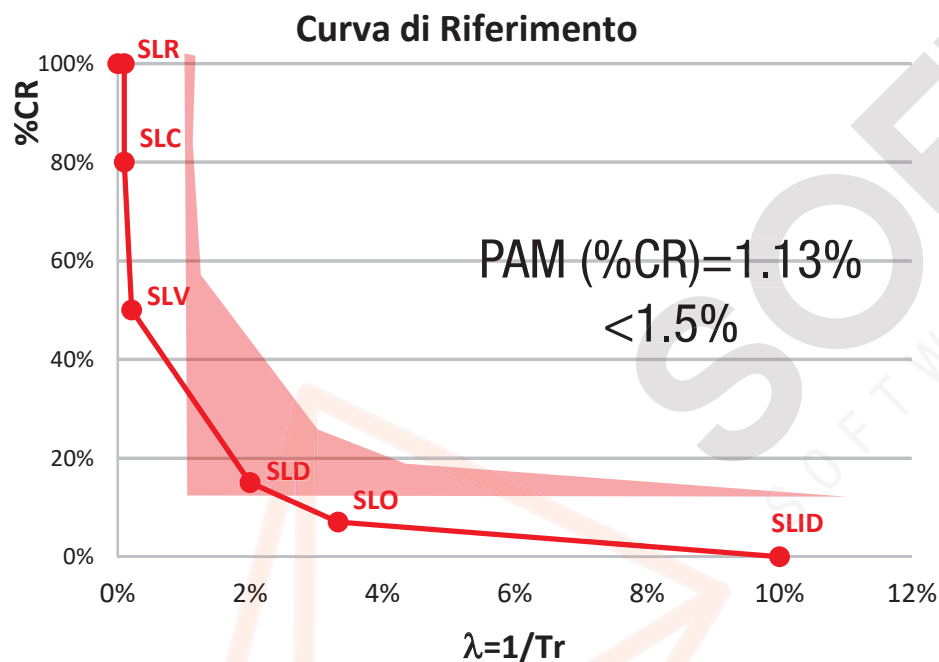
Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A_{IS-V}^+
$100\% \leq IS-V < 80\%$	A_{IS-V}
$80\% \leq IS-V < 60\%$	B_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 45\%$	C_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 30\%$	D_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 15\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

IS-V: A



COSTRUZIONE CURVE DI RIFERIMENTO

Curva di Riferimento basata sugli SL-VR=50 anni

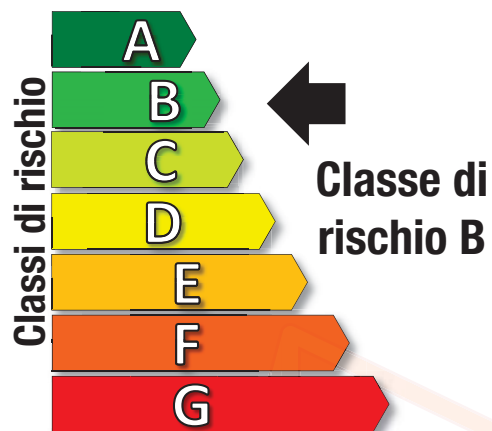


%CR = % costo di ricostruzione

λ = frequenza media annua di superamento

PAM = perdita annua media attesa

COSTRUZIONE CURVE DI RIFERIMENTO



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}

IS-V: A

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}

PAM: B

CASO STUDIO 1

Edificio L'Aquila



➤ **Caso Studio 1: Edificio in c.a.**

Cortesia prof. Ing. Andrea Prota e prof.ing Marco di Ludovico
Università degli Studi di Napoli Federico II

CASO STUDIO 1

Edificio L'Aquila



Carenza dettagli antisismici
(barre lisce, mancanza di staffe
nei nodi e staffatura non
adeguata $\phi 6/200$)

Calcestruzzo scadente ($f_{cm}=14$ MPa)



Fessurazione
nodo
d'angolo



Danni
significativi alle
tamponature

CASO STUDIO 1

Edificio L'Aquila

Verifiche allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

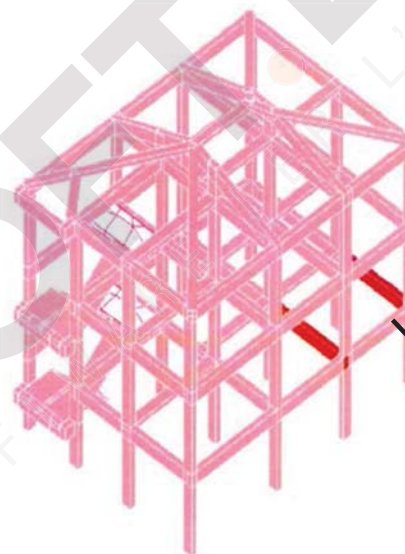
$$a = \text{PGA}_c / \text{PGA}_d \\ = 12.5\%$$

$$T_r = 3 \text{ anni} < 10 \longrightarrow T_r = 10 \text{ anni}$$

$$\text{PGA}_d = 0,261 \text{ g (SLV - L'Aquila)}$$

$$\lambda_{\text{SLV}} = 1/T_r = 1/10 = 10\%$$

Capacità molto limitata rispetto alla prestazione richiesta $T_r = 475$ anni cui corrisponde una frequenza media annua $\lambda = 0.2\%$



$$T_{rc} = T_{rd} (\text{PGA}_c / \text{PGA}_d)^n \\ \text{con } n = 1/0.41$$

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

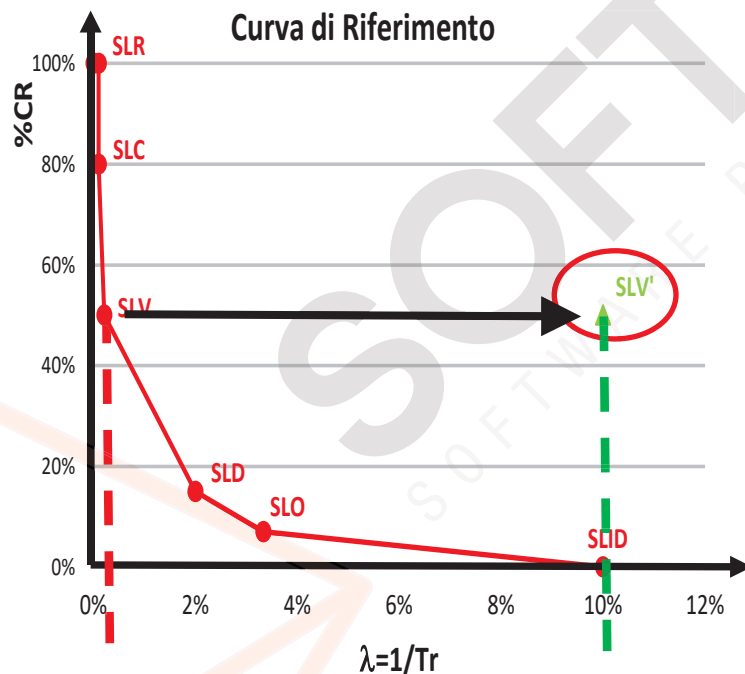
Crisi a taglio travi e nodi

CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante-operam

Verifiche allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

Costruzione curva
edificio esistente
 $V_R=50$ anni



$$\lambda_{SLV} = 10\%$$

$$\%CR = 50\%$$

$$\lambda = 1/Tr = 1/475 = 0.2\%$$

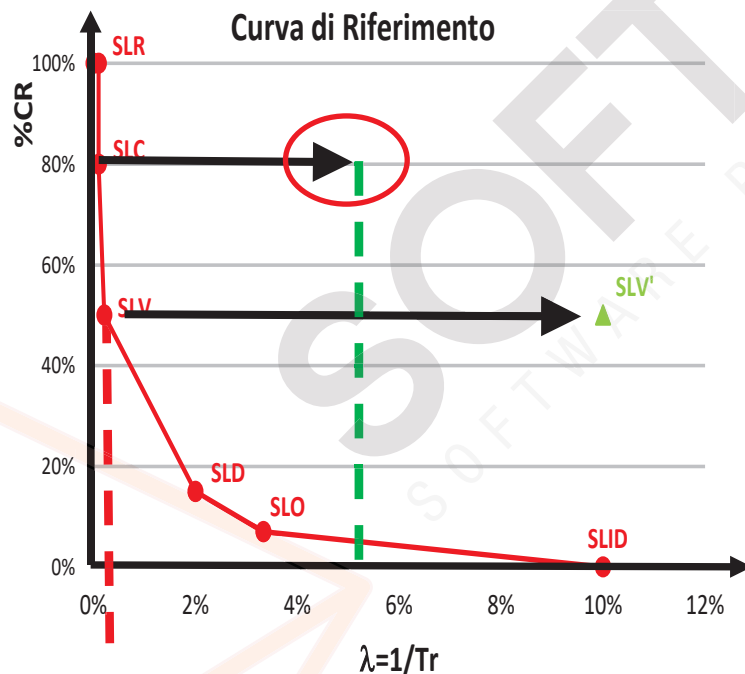
$$\lambda = 1/Tr = 1/10 = 10\%$$

CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante-operam

Verifiche allo stato limite di collasso (SLC)

Costruzione curva
edificio esistente
 $V_R=50$ anni



$$\lambda = 1/Tr = 1/975 = 0.1\%$$

$$\lambda = 0.49 * \lambda_{SLV} = 4.9\%$$

$$\lambda_{SLC} = 0.49 * \lambda_{SLV}$$

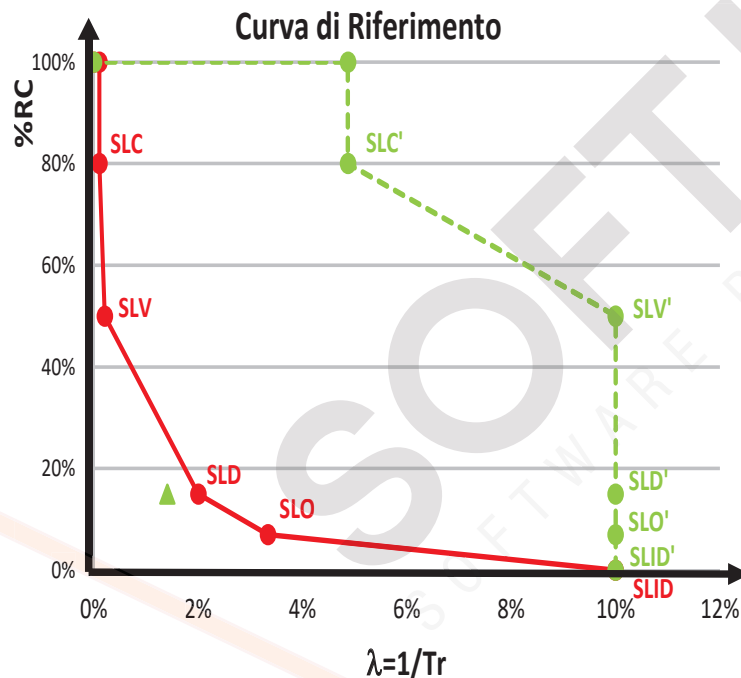
$$\lambda_{SLC} = 4.9\%$$

$$\%CR = 80\%$$

CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante-operam

**Costruzione curva
edificio esistente
 $V_R=50$ anni**



**SLV anticipa SLD e
SLO**



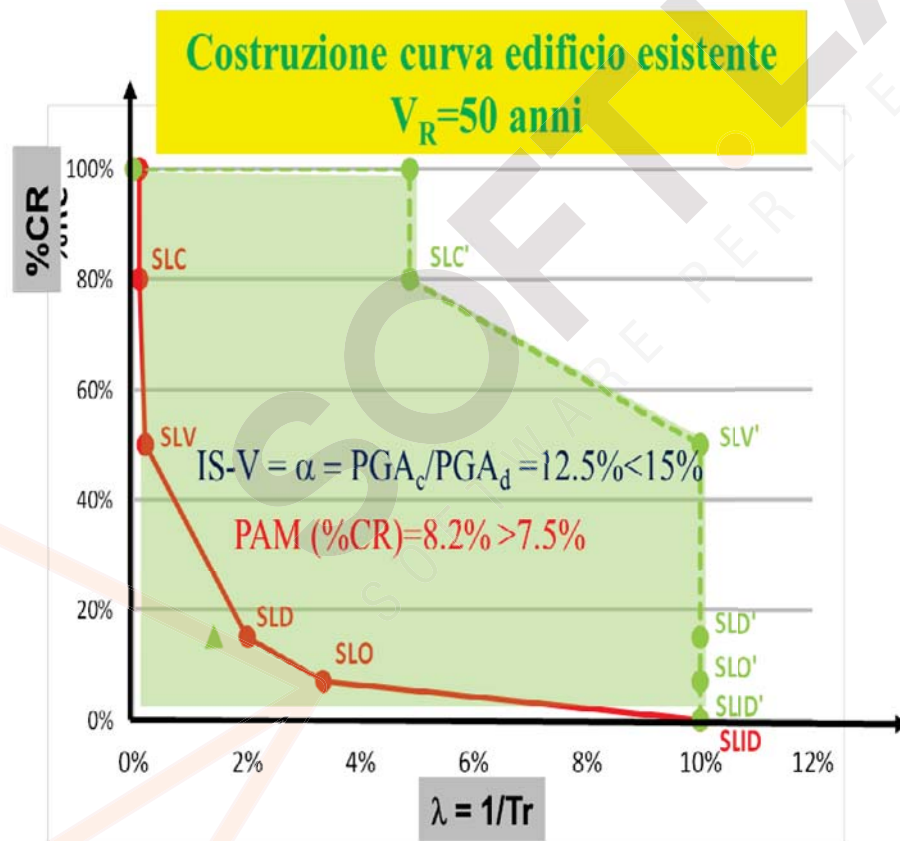
**Nel tracciare la curva
si traslano λ_{SLD} e λ_{SLO}
in corrispondenza λ_{SLV}**

**Nel tracciare la curva si traslano
SLD, SLO in corrispondenza SLV**

⁽⁵⁾ Si sottolinea che la formula è valida anche nei casi in cui il tempo di ritorno relativo a SLD e SLO sia superiore al tempo di ritorno di SLV, una volta che sia stato posto comunque come limite superiore di tali valori il tempo di ritorno di SLV. In altri termini si assume $\lambda_{SLD} = \min [\lambda_{SLD}, \lambda_{SLV}]$, $\lambda_{SLO} = \min [\lambda_{SLO}, \lambda_{SLV}]$.

CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante-operam



CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante-operam

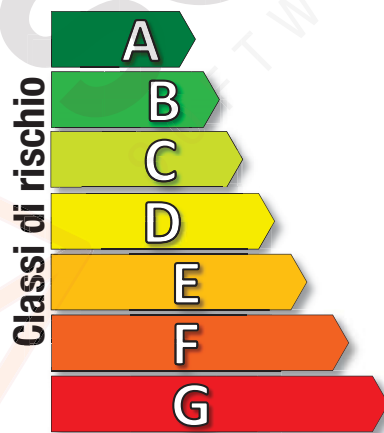
Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A_{PAM}^+
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}

Classe di rischio G

PAM: G

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}
$30\% \leq IS-V < 15\%$	F_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

IS-V: F

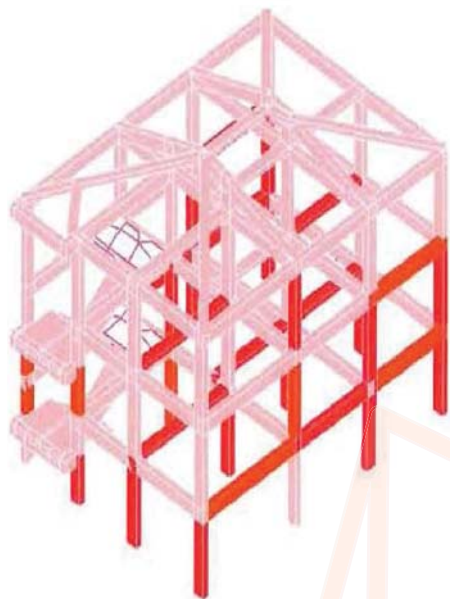


Classe di rischio G

CASO STUDIO 1

Interventi di miglioramento FRP

Elementi da rinforzare (travi, pilastri e nodi) – SLU (SLV)



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}

$$T_{rc} = T_{rD} (PGA_c / PGA_D)^{\eta}$$

con $\eta = 1/0.41$.

$$a = PGA_c / PGA_d = 63.5\% \longrightarrow Tr = 142 \text{ anni}$$

$$PGA_d = 0,261 \text{ g SLV - L'Aquila}$$

$$\lambda_{SLV} = 1/Tr = 1/142 = 0,7\%$$

(prestazione richiesta $Tr = 475$ anni cui corrisponde $\lambda = 0.2\%$)

CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante/post-operam

Verifiche allo stato limite di danno (SLD)

Per le CU I e II ci si riferisce allo *SLD* (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

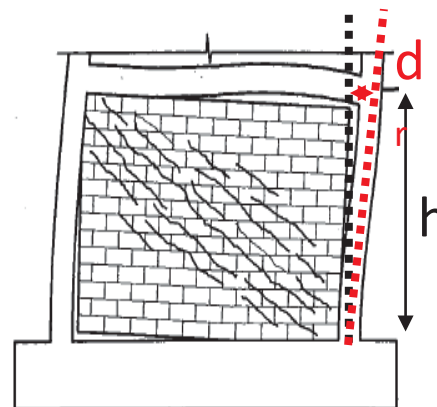
a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_r \leq 0,0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \quad [7.3.11a]$$

$$qd_r \leq 0,0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \quad [7.3.11b]$$

- ✓ per **tamponamenti collegati rigidamente alla struttura** che interferiscono con la deformabilità della stessa:

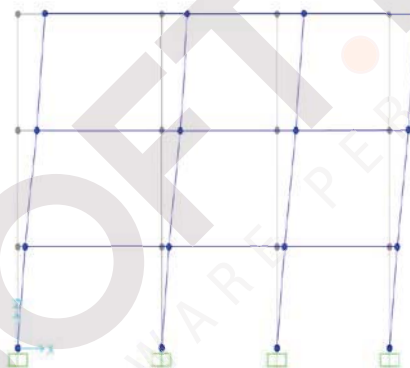
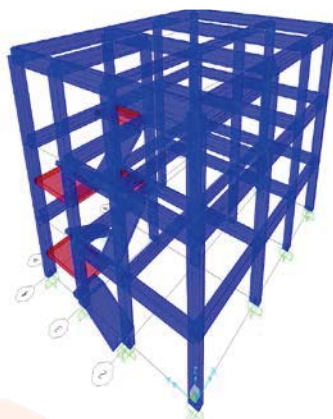
$$dr < 0,005 h$$



CASO STUDIO 1

Classe di rischio ante/post-operam

Verifiche allo stato limite di danno (SLD)



$$a = \text{PGA}_c / \text{PGA}_d = 120\%$$

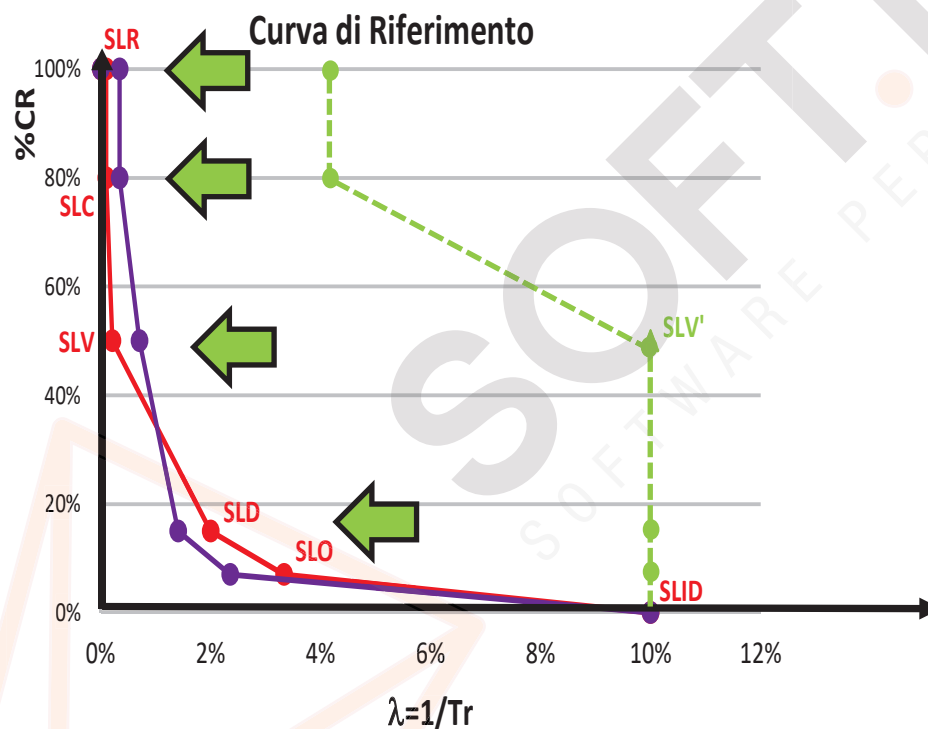
$$T_r = 71 \text{ anni} \rightarrow \lambda = 1/T_r = 1/71 = 1.4\%$$

$$\text{PGA}_d = 0,104 \text{ g} \rightarrow \text{SLD - L'Aquila}$$

Capacità maggiore rispetto alla prestazione richiesta $T_r = 50$ anni cui corrisponde $\lambda = 2\%$

CASO STUDIO 1

Classe di rischio post-operam (FRP)



➤ (SLV)

$$\lambda_{SLV} = 0,7\%$$

$$\%CR = 50\%$$

➤ (SLC)

$$\lambda_{SLC} = 0.49 * \lambda_{SLV}$$

$$\lambda_{SLC} = 0.3\%$$

$$\%CR = 80\%$$

➤ (SLD)

$$\lambda_{SLD} = 1.4\%$$

$$\%CR = 15\%$$

➤ (SLO)

$$\lambda_{SLO} = 1.67 * \lambda_{SLD}$$

$$\lambda_{SLO} = 2.3\%$$

$$\%CR = 7\%$$

CASO STUDIO 1

Classe di rischio post-operam (FRP)

- Il punto relativo a SLC si ottiene da SLV con formulazione semplificata
- Il punto relativo a SLD è lo stesso del caso non rinforzato (FRP non modifica SLD); SLO si ottiene da SLD con formulazione semplificata

➤ **(SLV)**

$$\lambda_{SLV} = 0,7\%$$

$$\%CR = 50\%$$

➤ **(SLC)**

$$\lambda_{SLC} = 0.49^* \lambda_{SLV}$$

$$\lambda_{SLC} = 0.3\%$$

$$\%CR = 80\%$$

➤ **(SLD)**

$$\lambda_{SLD} = 1.4\%$$

$$\%CR = 15\%$$

➤ **(SLO)**

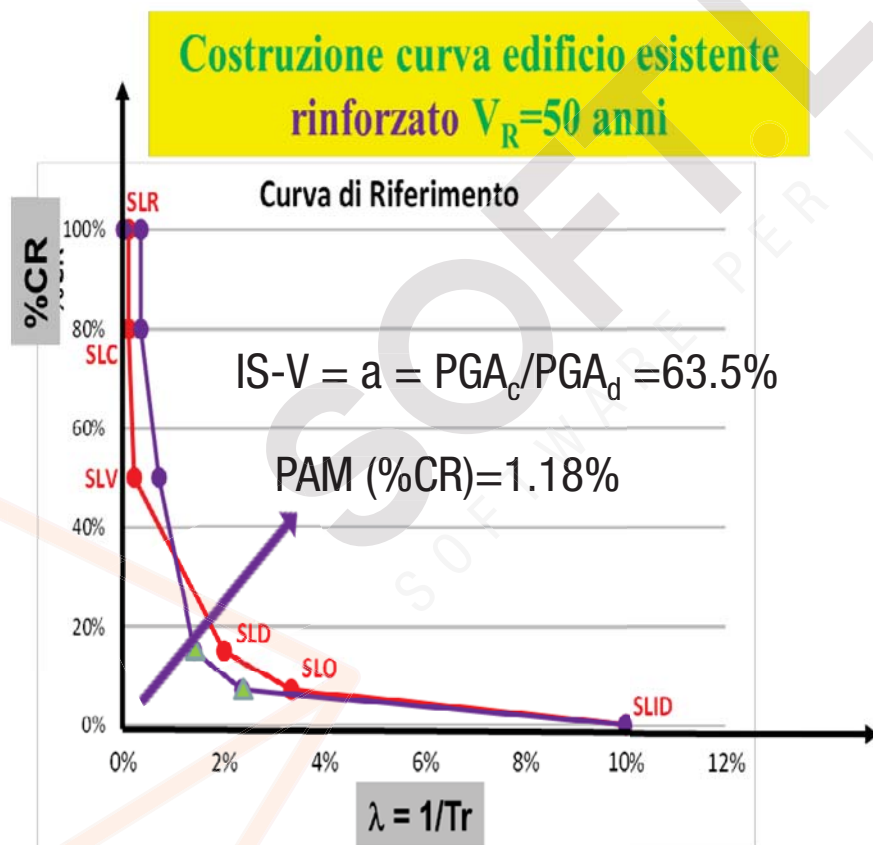
$$\lambda_{SLO} = 1.67^* \lambda_{SLD}$$

$$\lambda_{SLO} = 2.3\%$$

$$\%CR = 7\%$$

CASO STUDIO 1

Classe di rischio post-operam (FRP)



CASO STUDIO 1

Classe di rischio post-operam (FRP)

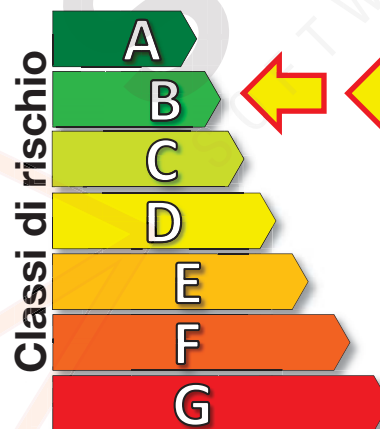
Perdita Media Annuale attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A_{PAM}^+
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}

Classe di rischio B

PAM: B

IS-V: B

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A_{IS-V}^+
$100\% < IS-V \leq 80\%$	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}



Classe di rischio B

CASO STUDIO 1

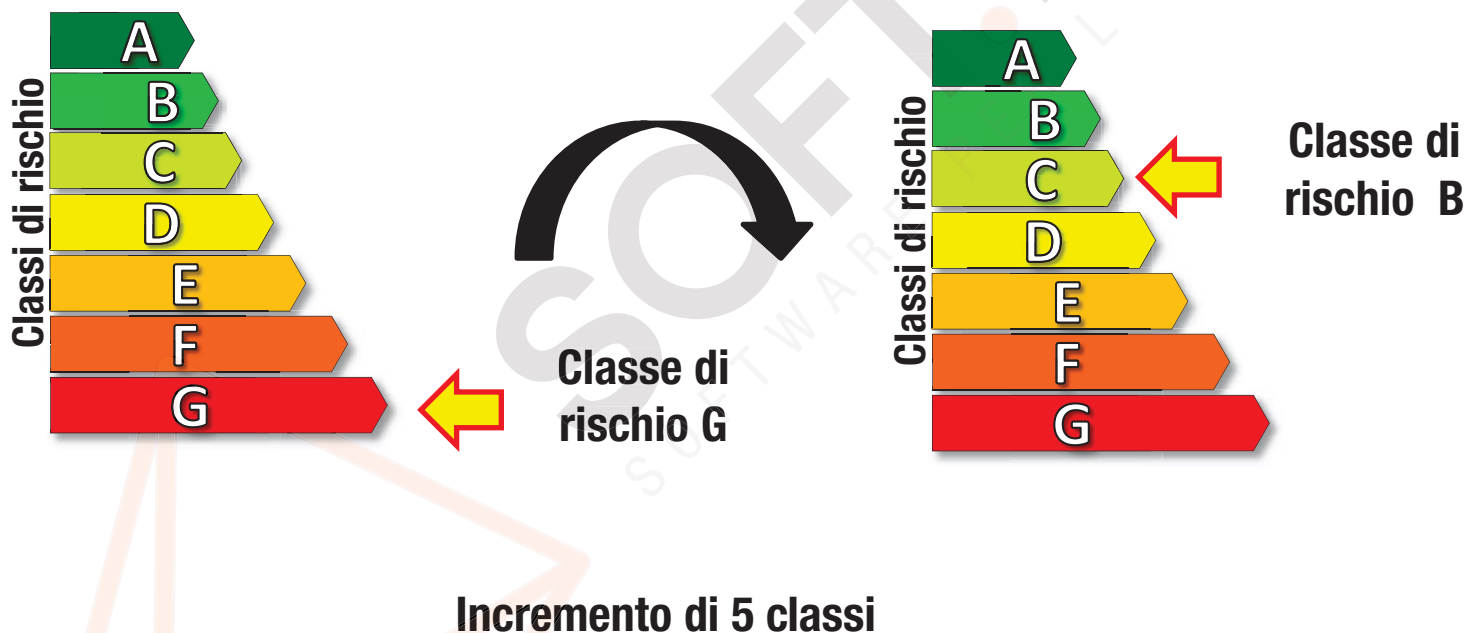
Classe di rischio post-operam (FRP)



- ✓ Interventi mirati a sanare le crisi fragili (taglio nodi e travi/pilastri)
- ✓ Edificio originario verificato allo SLE
- ✓ Interventi mirati a ridurre il PAM ed incrementare l'indice di sicurezza alla SLV

CASO STUDIO 1

Classe di rischio post-operam (FRP)

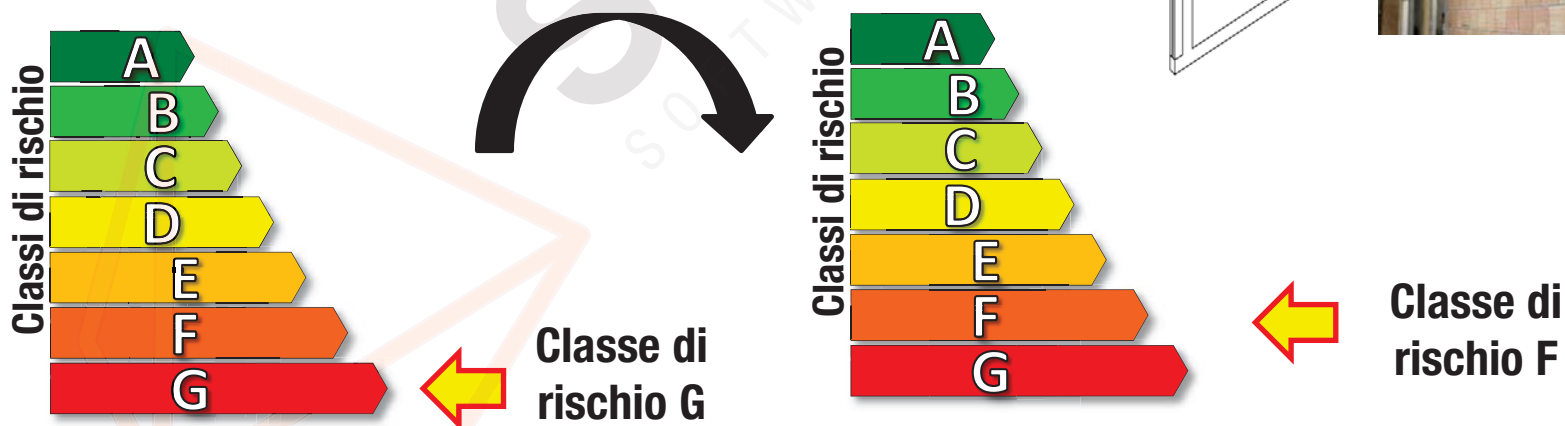
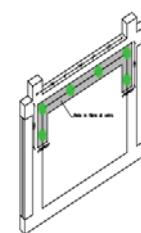


CASO STUDIO 1

Classe di rischio post-operam (FRP)

E se fossero stati effettuati interventi locali?

- **Interventi locali** (non è necessaria la valutazione del comportamento globale della struttura)
- E' possibile passare alla classe di rischio immediatamente superiore se:
 - **Presenza di telai in entrambe le direzioni** (Verificata per Caso Studio 1)
 - **Confinamento di tutti i nodi perimetrali non confinati dell'edificio**
 - **Anti-ribaltamento su tutte le tamponature di facciata**
 - **Ripristino di eventuali zone danneggiate o degradate**



CONCLUSIONI

Detrazioni premianti con il SismaBonus della Stabilità 2017

CONDOMINI

Sgravio fiscale

- 75% per incremento di una classe di rischio sismico
- 85% per incremento di almeno due classi di rischio

CASE INDIPENDENTI

Sgravio fiscale

- 70% per incremento di una classe di rischio sismico
- 80% per incremento di almeno due classi di rischio

**Spesa
incentivabile
96.000 €/u.i e
rimborso in 5
anni**

CONCLUSIONI: COSTI



➤ **Caso Studio 1: Edificio in c.a.**

- ❑ Superficie: 544 m²
- ❑ Costo Miglioramento: 200.000 €
- ❑ N° unità immobiliari: 3

CONCLUSIONI: ABBATTIMENTO E RICOSTRUZIONI

SismaBonus: detrazioni per demolizione e ricostruzione

4 Mag, 2018 | [Normativa](#) | [0 commenti](#)



La presenza del **SismaBonus nella legge di bilancio 2018**, ha reso ancora più appetibile questo strumento che consente ai contribuenti di ottenere una detrazione fiscale Irpef di una certa percentuale riguardo le spese sostenute per lavori edilizi al fine di migliorarne il comportamento sismico. L'**Agenzia delle Entrate**, con il **Comunicato Stampa del 27 aprile 2018**, ha chiarito una casistica importante in merito l'applicazione del bonus: demolizione e ricostruzione di fabbricati per civile abitazione. L'ente a questo proposito si è espresso come riportato quanto segue:

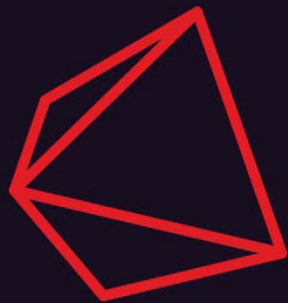
"I contribuenti possono fruire dell'agevolazione per interventi di miglioramento sismico di edifici (il cosiddetto "SismaBonus") anche nel caso di opere di demolizione e ricostruzione di un edificio con la stessa volumetria di quello preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica."

Si chiarisce inoltre che, l'intervento rientra tra quelli di **ristrutturazione edilizia** pertanto, ai lavori di demolizione con ricostruzione, si applica l'aliquota Iva agevolata del 10 per cento. Il SismaBonus, entrato in vigore con la legge di Bilancio per il 2017, ha introdotto la detrazione del 50% in relazione alle spese sostenute dal 1° gennaio 2017 al 31 dicembre 2021 per l'adozione di misure antisismiche su edifici che siano situati nelle zone sismiche ad alta pericolosità (zone 1 e 2)



SOFT.LAB
SOFTWARE PER L'EDILIZIA

Grazie per l'attenzione



SOFT.LAB

SOFTWARE PER L'EDILIZIA

info@soft.lab.it

+39.0824.874.392



www.soft.lab.it