

# **SISMA BONUS: CLASSIFICAZIONE SISMICA DEGLI EDIFICI IN MURATURA**

**ing. Paolo Palma**  
**S.T.A. DATA S.r.l.**

# La logica della classificazione

Definizione della classe di rischio (da G a A+)  
attraverso analisi della struttura

## Metodo convenzionale

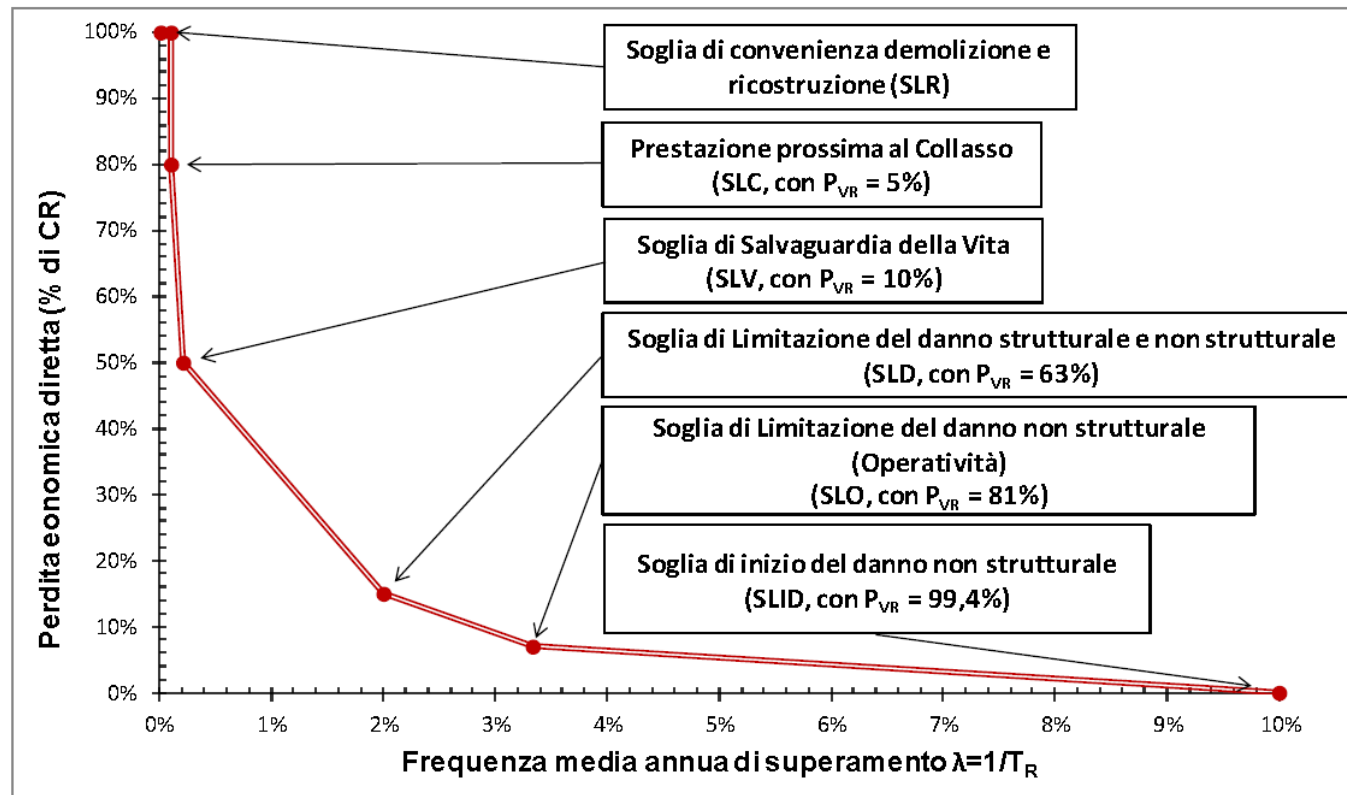
- **PAM** (Perdita Annuale Media attesa)
  - **Indice di sicurezza IS-V**
- Classe di rischio

## Metodo semplificato

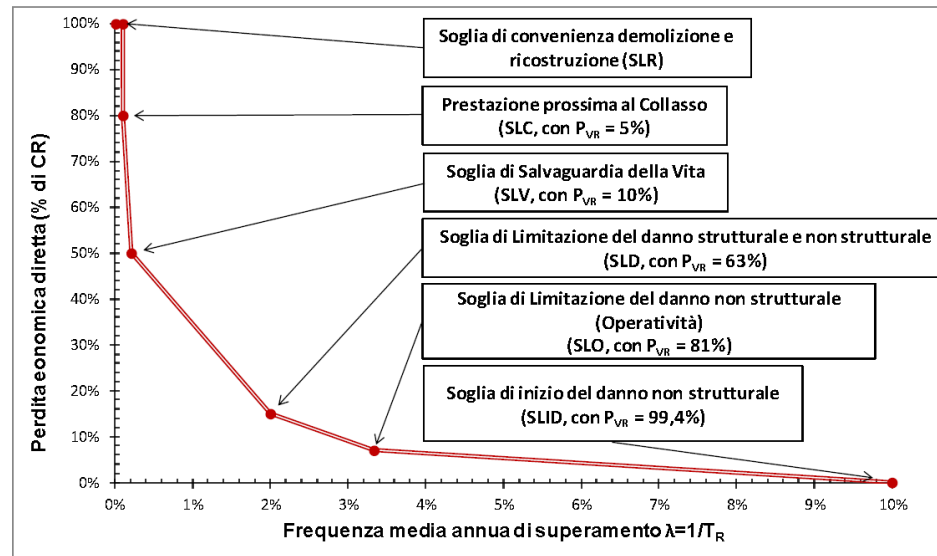
- **PAM** (Perdita Annuale Media attesa) → Classe di rischio

# PAM – Perdita annuale media

Considera le perdite economiche associate ai danni agli elementi, strutturali e non, e riferite al costo di ricostruzione (CR) dell'edificio privo del suo contenuto



# PAM – Perdita annuale media



**SLR:** Stato limite di ricostruzione

**SLC:** Stato limite di collasso

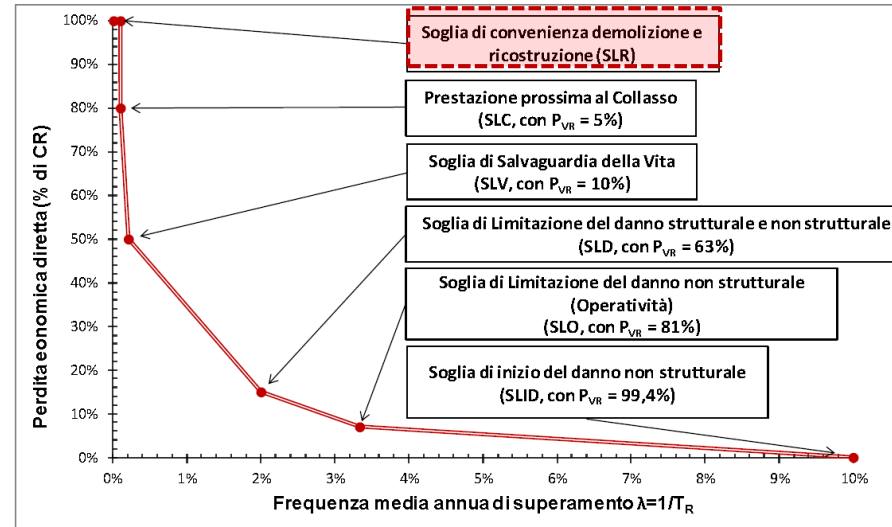
**SLV:** Stato limite di salvaguardia della vita

**SLD:** Stato limite di danno

**SLO:** Stato limite di operatività

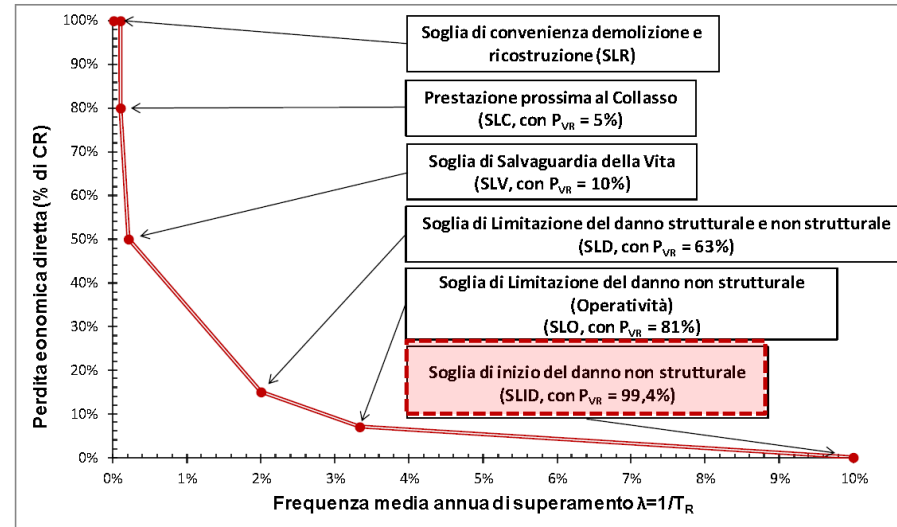
**SLID:** Stato limite di inizio danno

# PAM – Perdita annuale media



**Stato Limite di Ricostruzione (SLR):** condizione in cui è necessario demolire e ricostruire. Perdita economica pari al 100%. Evento sismico con periodo di ritorno pari a quello dello Stato Limite dei Collasso (SLC).

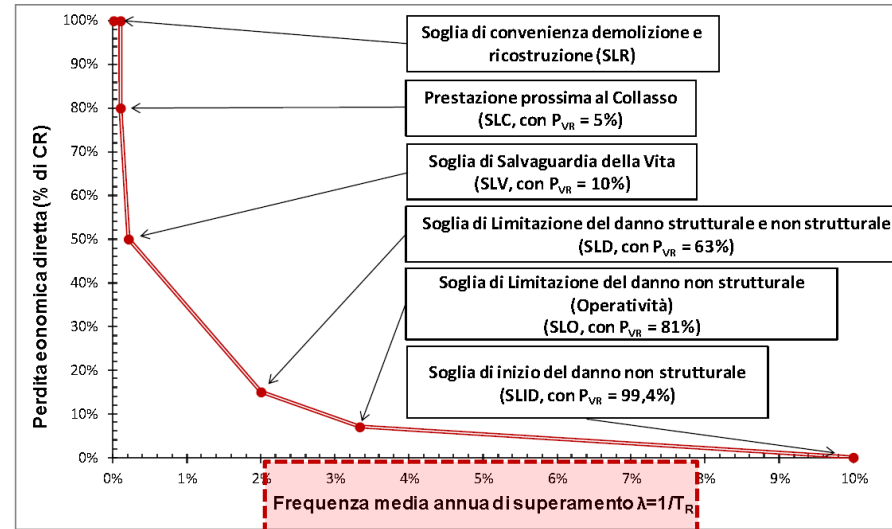
# PAM – Perdita annuale media



## Stato Limite di Inizio Danno (SLID)

- Condizione in cui è non si ha perdita economica
- Evento sismico con periodo di ritorno è pari a 10 anni.

# PAM – Perdita annuale media



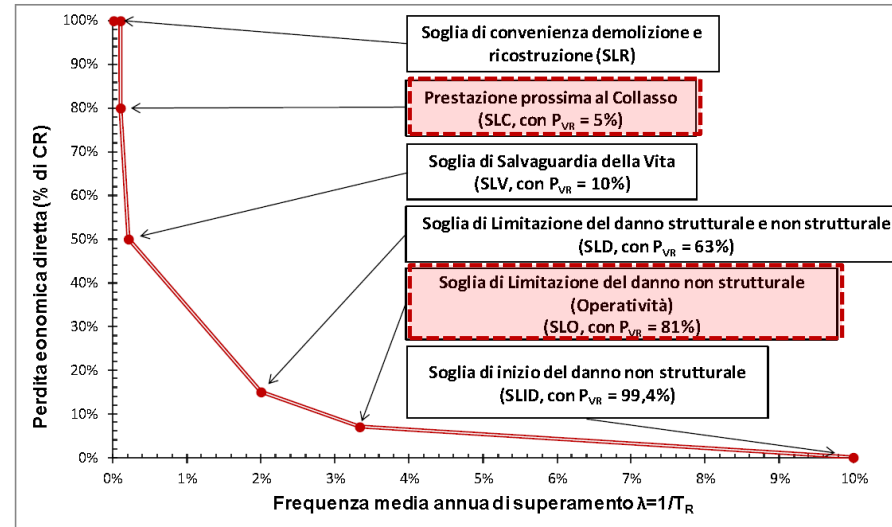
$\lambda$  = Frequenza media annua di superamento

$$\lambda = 1 / T_{rc}$$

$T_{rc}$  = Periodo di ritorno (si ricava dall'analisi della struttura per ogni stato limite)

$T_{rc}$  da SLV e SLD  $\longrightarrow T_{rc} = TrD (PGA_C / PGA_D)^\eta$  con  $\eta = 1/0,41$

# PAM – Perdita annuale media



## Stato Limite di danno non strutturale (SLO)

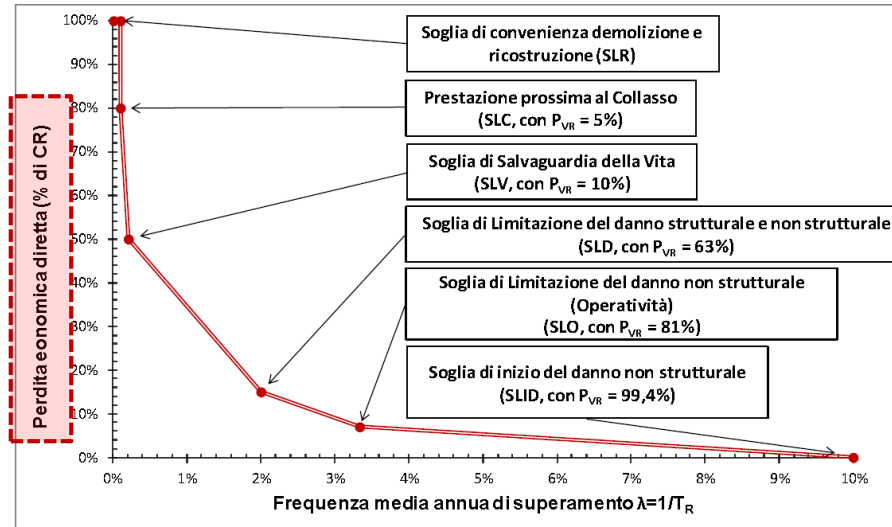
$$\lambda_{SLO} = 1,67 \lambda_{SLD}$$

## Stato Limite di collasso (SLC)

$$\lambda_{SLC} = 0,49 \lambda_{SLV}$$



# PAM – Perdita annuale media

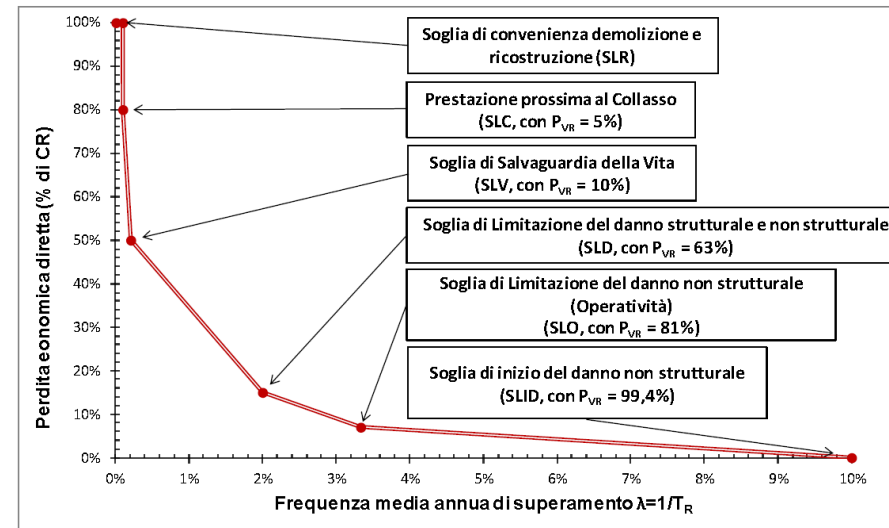
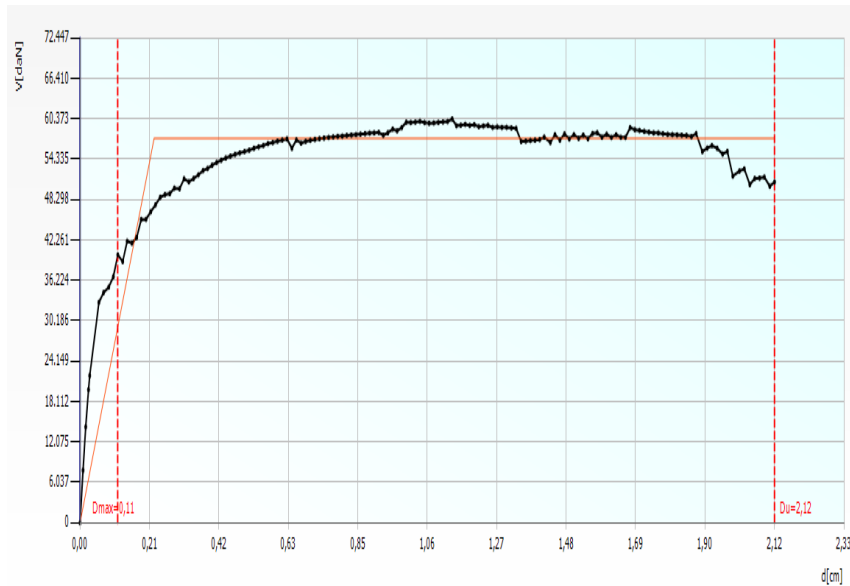


**Perdita economica diretta =**  
 (% del Costo di Ricostruzione)

Stato Limite	CR (%)
SLR	100%
SLC	80%
SLV	50%
SLD	15%
SLO	7%
SLID	0%

# PAM – Perdita annuale media

## Dalla Analisi pushover al PAM

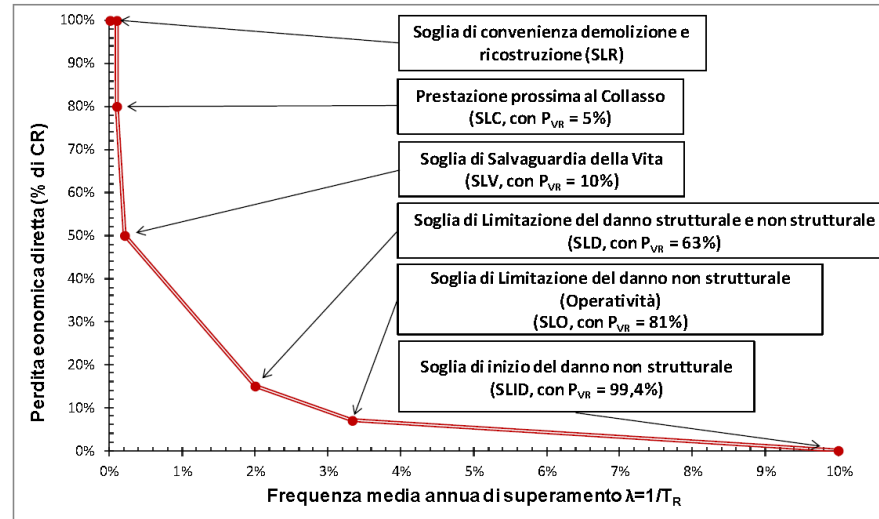


$PGA_C(SLV) \rightarrow T_{rc}(SLV) \rightarrow \lambda_{SLV}$

$PGA_C(SLD) \rightarrow T_{rc}(SLD) \rightarrow \lambda_{SLD}$

**3** muri  $\rightarrow$  **S**ismoTest

# PAM – Perdita annuale media



$$PAM = \sum_{i=2}^5 [\lambda(SL_i) - \lambda(SL_{i-1})] * [RC\%(SL_i) + RC\%(SL_{i-1})] / 2 + \lambda(SLC) * RC\%(SLR)$$

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

1 – Attribuzione della Classe di Rischio PAM in funzione dell'entità delle Perdite medie annue attese

# Indice di sicurezza IS-V

Indice di rischio come da OPCM 3362/2004

$$IS-V = PGA_C (SLV) / PGA_D$$

$PGA_C$  = Capacità della struttura

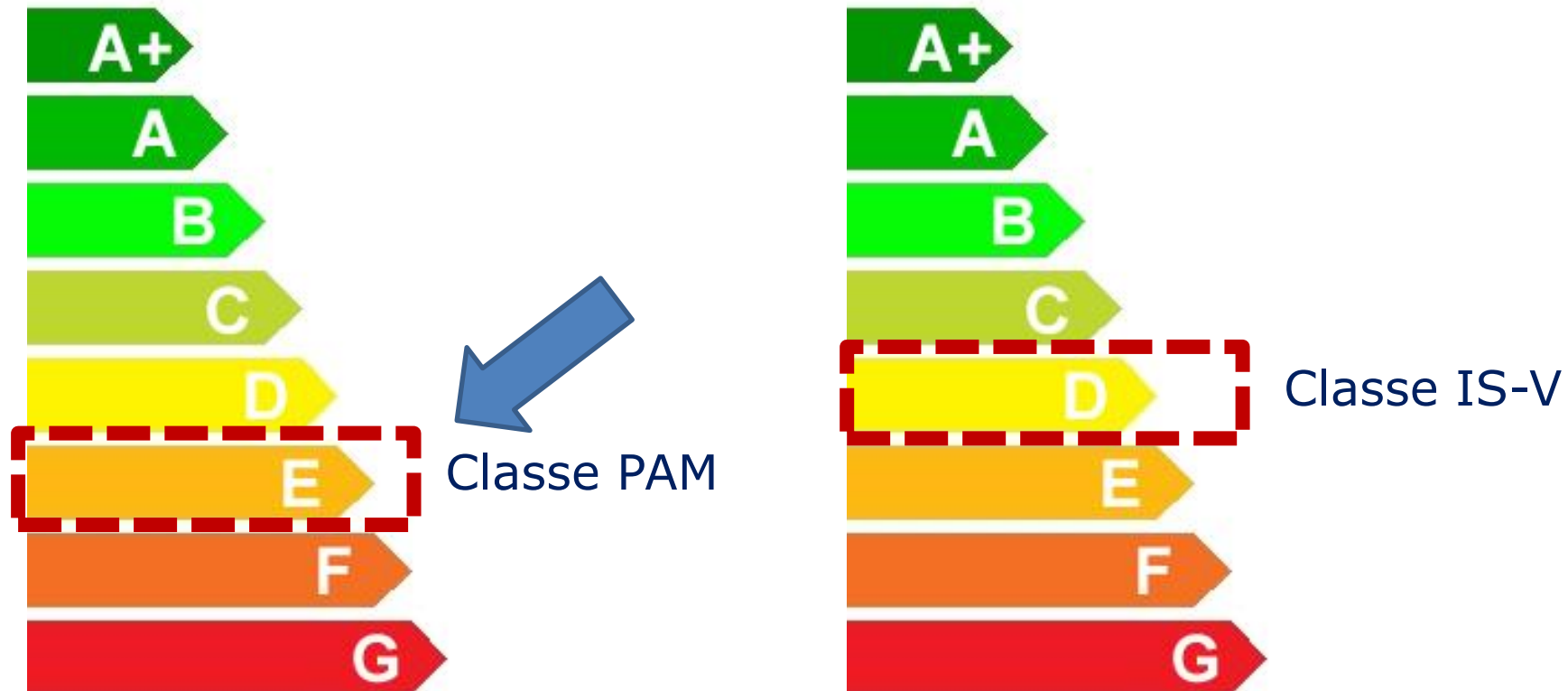
$PGA_D$  = Domanda da normativa

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

Tabella 2 – Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza

# Classe di rischio

È il valore minore tra Classe PAM e Classe IS-V



# Metodo semplificato

- Applicabile solo per murature per **interventi di tipo locale**
- Utile per la **valutazione preliminare** indicativa
- Consente l'**aumento di una sola classe**
- È basato sulla **Scala Macrosismica Europea** (EMS-98) mediante attribuzione di tipologia di struttura

# **SISMA BONUS: CLASSIFICAZIONE SISMICA DEGLI EDIFICI IN MURATURA**

**[www.stadata.com](http://www.stadata.com)**  
**[comm@stadata.com](mailto:comm@stadata.com)**