



Dalla vulnerabilità Sismica alla Valutazione del Rischio

CONTENT

- 1 OBIETTIVO
- 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO
- 3 SWOT
- 4 IS e STATI LIMITE
- 5 VULNERABILITA' SISMICA
- 6 A VALLE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA : DVR e PEM

VALUTARE IL RISCHIO SISMICO



17

D.Lgs. n.81/2008
Art. 17 comma 1:

“Il datore di lavoro deve effettuare la valutazione di tutti i rischi [...]”

64

D.Lgs. n.81/2008
Art. 64 comma 1:

“Il DL provvede affinché i luoghi di lavoro vengano sottoposti a regolare manutenzione tecnica e vengano eliminati i difetti rilevati che possano pregiudicare la sicurezza e salute dei lavoratori”

Allegato
IV

D.Lgs. n.81/2008
Art. 63 Allegato IV
“Requisiti dei luoghi di lavoro”:

“Gli edifici che ospitano i luoghi di lavoro o qualunque altra opera e struttura presente nel luogo di lavoro, devono essere stabili [...]”

589

Codice Penale
Art. 589 Omicidio colposo:

“Chiunque cagiona per colpa la morte di una persona è punito con la reclusione da [...] 2 a 7 anni”

231

D.Lgs. n.231/2001
Art. 5 Responsabilità dell'ente:

“l'ente è responsabile per i reati commessi nel suo interesse o a suo vantaggio [...]”



IN CASODI INTERVENTI DI
MIGLIORAMENTO/
ADEGUAMENTO

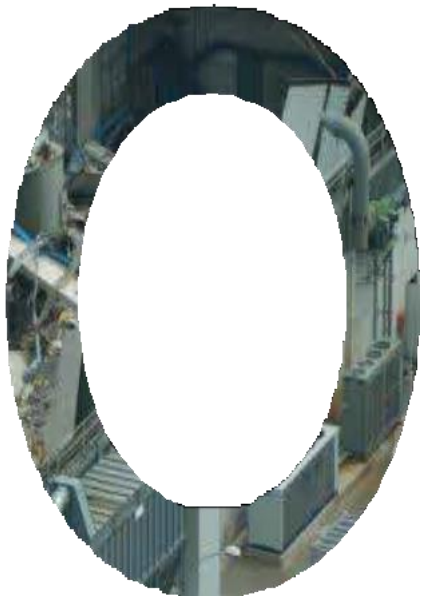
- protezione persone
- aumento del valore dell'immobile
- business continuity
- competitor strategies

P U N T I D I F O R Z A



- analisi dei rischi incompleta
- costi sociali ed economici
- non conformità Sistema di Gestione

P U N T I D I D E B O L E Z Z A



- aumento del valore dell'immobile
- detrazioni fiscali (*)

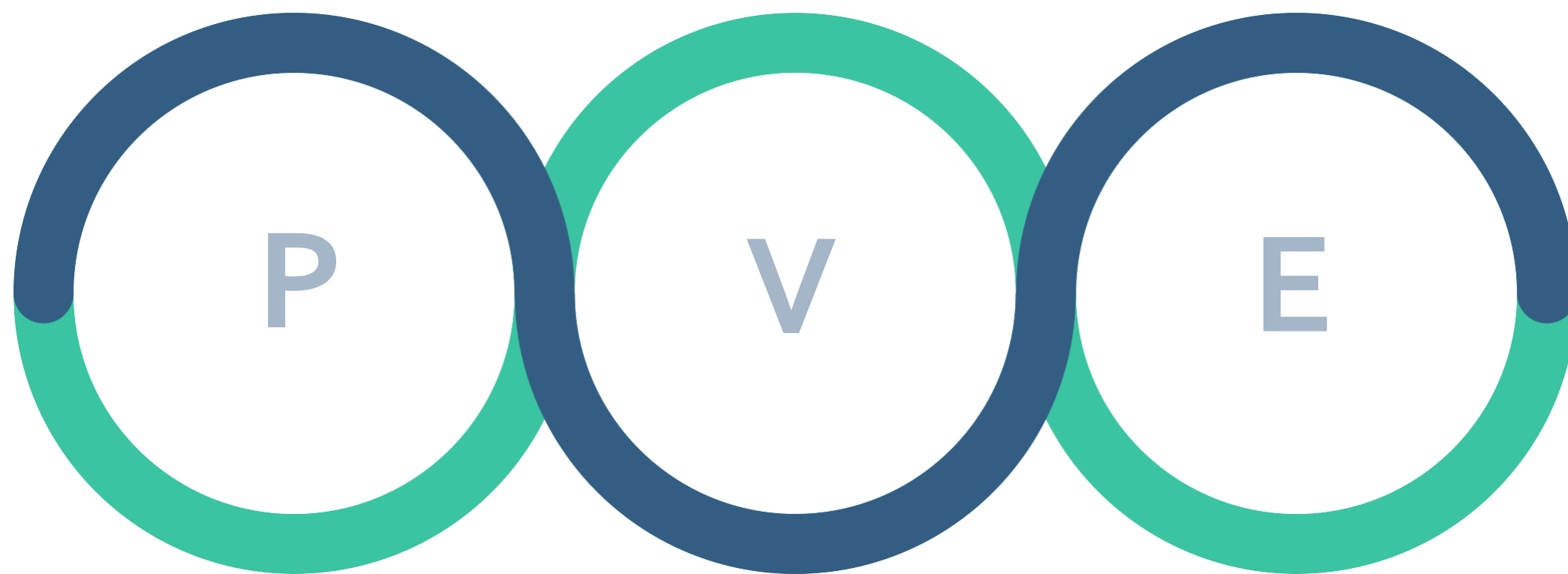
O P P O R T U N I T Á



- persone
- macchine
- stabilimento
- responsabilità giuridica

M I N A C C E

(*) detrazione fiscali riferite alla Legge di Bilancio 232/2016



PERICOLOSITÀ

dove si trova l'edificio

VULNERABILITÀ

come risponde al sisma

ESPOSIZIONE

destinazione d'uso e occupanti
(quale attività si svolge)

PERICOLOSITÀ



ZONIZZAZIONI

SISMICHE

I-II-III-IV

NORD

CENTRO

SUD

VULNERABILITÀ



VERIFICA SEMPLIFICATA

VERIFICA COGENZA PROGETTUALE

- progetto strutturale
- norme antisismiche

[1] + VERIFICA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE

- sopralluogo di
- rispondenza
- rilievo quadro fessurativo
- verifica strutture ed elementi non portanti

VERIFICA ESTESA

[1] + [2] + INDAGINI DIRETTE & MODELLO

- modellazione strutturale
- analisi dei materiali (non sempre obbligatoria)

METODI SEMPLIFICATI

VISIVI VALUTATIVI

BASATI SUL GIUDIZIO DI ESPERTI
CON AUSILIO DI SCHEDE DI
RILEVAMENTO

METODI CONVENZIONALI

ANALITICI-MECCANICI

ATTRAVERSO MODELLAZIONE CON
SOFTWARE DI CALCOLO



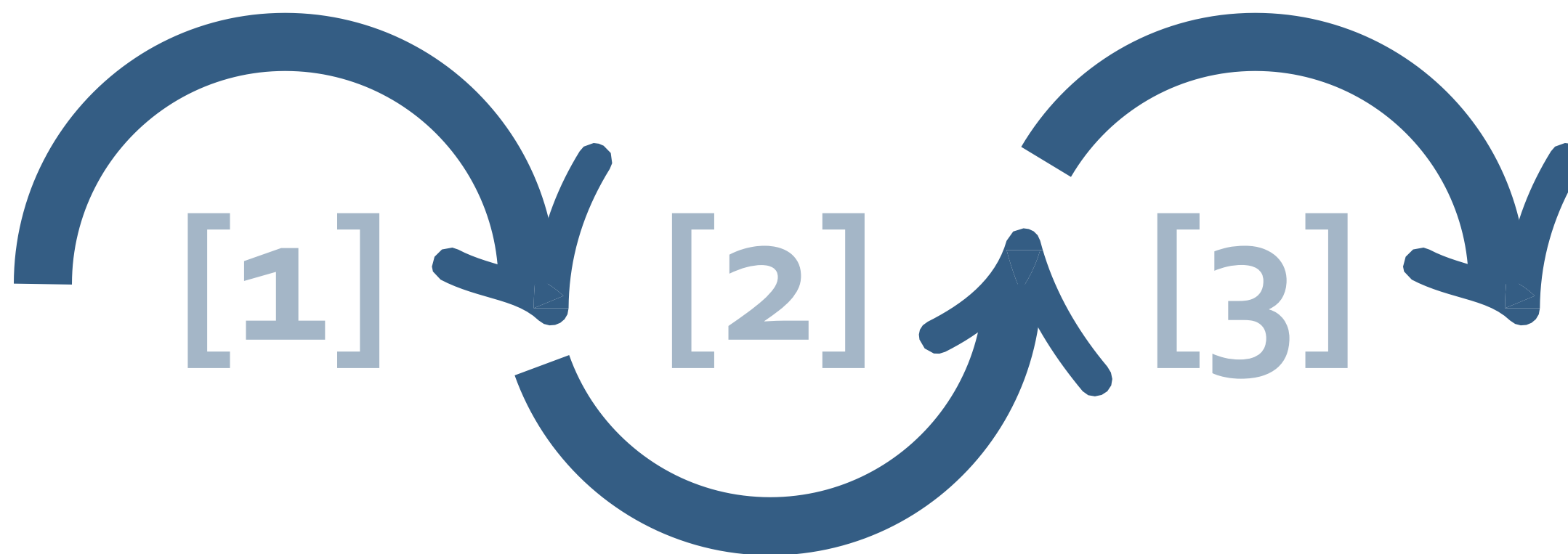
METODO SEMPLIFICATO

LA PRESTAZIONE STRUTTURALE

ATTRIBUIRE UNA CLASSIFICAZIONE MACROSISMICA

RICONOSCERE GLI INTERVENTI PER MITIGARE LA VULNERABILITÀ

SEMPLIFICATO PER EDIFICI IN MURATURA



[1]

DETERMINAZIONE DEL
TIPOLOGICO DA TABELLA
FRA SETTE POSSIBILI CASI

[2]

VALUTAZIONE DEGLI
SCOSTAMENTI NEGATIVI
RISPETTO A STRUTTURE
IDEALI

[3]

INDIVIDUAZIONE
ZONA SISMICA E DELLA
CLASSE DI RISCHIO

TIPOLOGIA STRUTTURALE



Tipologia di struttura	Classe di vulnerabilità					
	V ₆ (≡A _{EMS})	V ₅ (≡B _{EMS})	V ₄ (≡C _{EMS})	V ₃ (≡D _{EMS})	V ₂ (≡E _{EMS})	V ₁ (≡F _{EMS})
MURATURA	Muratura di pietra senza legante (a secco)	○				
	Muratura di mattoni di terra cruda (adobe)	○—				
	Muratura di pietra sbazzata	---○				
	Muratura di pietra massiccia per costruzioni monumentali	---○—				
	Muratura di mattoni e pietra lavorata	---○---				
	Muratura di mattoni e solai di rigidità elevata	—○---				
	Muratura rinforzata e/o confinata			---○—		

tabella 3.2.1a

SCOSTAMENTI DA STRUTTURA ESEMPLARE



TIPOLOGIA STRUTTURALE		PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNERABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PAS-SAGGIO DI CLASSE
INERTI / MAGLIA MURARIA						
pietra grezza		<ul style="list-style-type: none"> Legante di cattiva qualità e/o assente Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆			
mattoni di terra cruda (adobe)		<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Eventuale presenza di telai di legno 	V ₆			
pietra sbazzata		<ul style="list-style-type: none"> Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature). Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₅	Ribaltamento delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado e/o danneggiamento Spinte orizzontali non contrastate Pannelli murari male ammorsati tra loro Orizzontamenti male ammorsati alle pareti Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₅ a V ₆
mattoni o pietra lavorata		<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₅			
pietra massiccia per costruzioni monumentali		<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₄	Meccanismi parziali o di piano		da V ₄ a V ₅
mattoni + solai d'elevata rigidità nel proprio piano medio		<ul style="list-style-type: none"> Funzionamento scatolare della costruzione Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidità nel proprio piano medio ben collegati alla muratura 	V ₄	Ribaltamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado e/o danneggiamento Pannelli murari male ammorsati tra loro Orizzontamenti male ammorsati alle pareti Pannelli murari a doppio strato con camera d'aria Assenza totale o parziale di cordoli Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅
armata e/o confinata		<ul style="list-style-type: none"> Elevata qualità della muratura, rinforzata da reti o barre di acciaio, e/o realizzata tra travi e colonne che la racchiudono in corrispondenza di tutti e quattro i lati Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidità nel proprio piano medio 	V ₃	Meccanismi dovuti, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la duttilità globale	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado o danneggiamento Elevata irregolarità in pianta e/o in altezza Presenza numerosa di elementi non-strutturali che modificano negativamente il comportamento locale e/o globale Aperture di elevanti dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₃ a V ₄

Tabella 3.2.1 b

ATTRIBUZIONE CLASSE



CLASSE DI RISCHIO	PAM	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
A+*	$PAM \leq 0,50\%$				$V_1 \div V_2$
A*	$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	V_4	V_5		
F*	$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	V_5	V_6		
G*	$7,5\% < PAM$	V_6			

Tabella 3.2.1 c

SEMPLIFICATO PER EDIFICI IN CEMENTO ARMATO



[1]
RILIEVO O VERIFICA DA
PROGETTO DEL SISTEMA
COSTRUTTIVO

[2]
RICERCA QUADRI
FESSURATIVI O
COMPONENTI CRITICI

[3]
ATTRIBUZIONE DELLA
CLASSE DI RISCHIO

METODI:

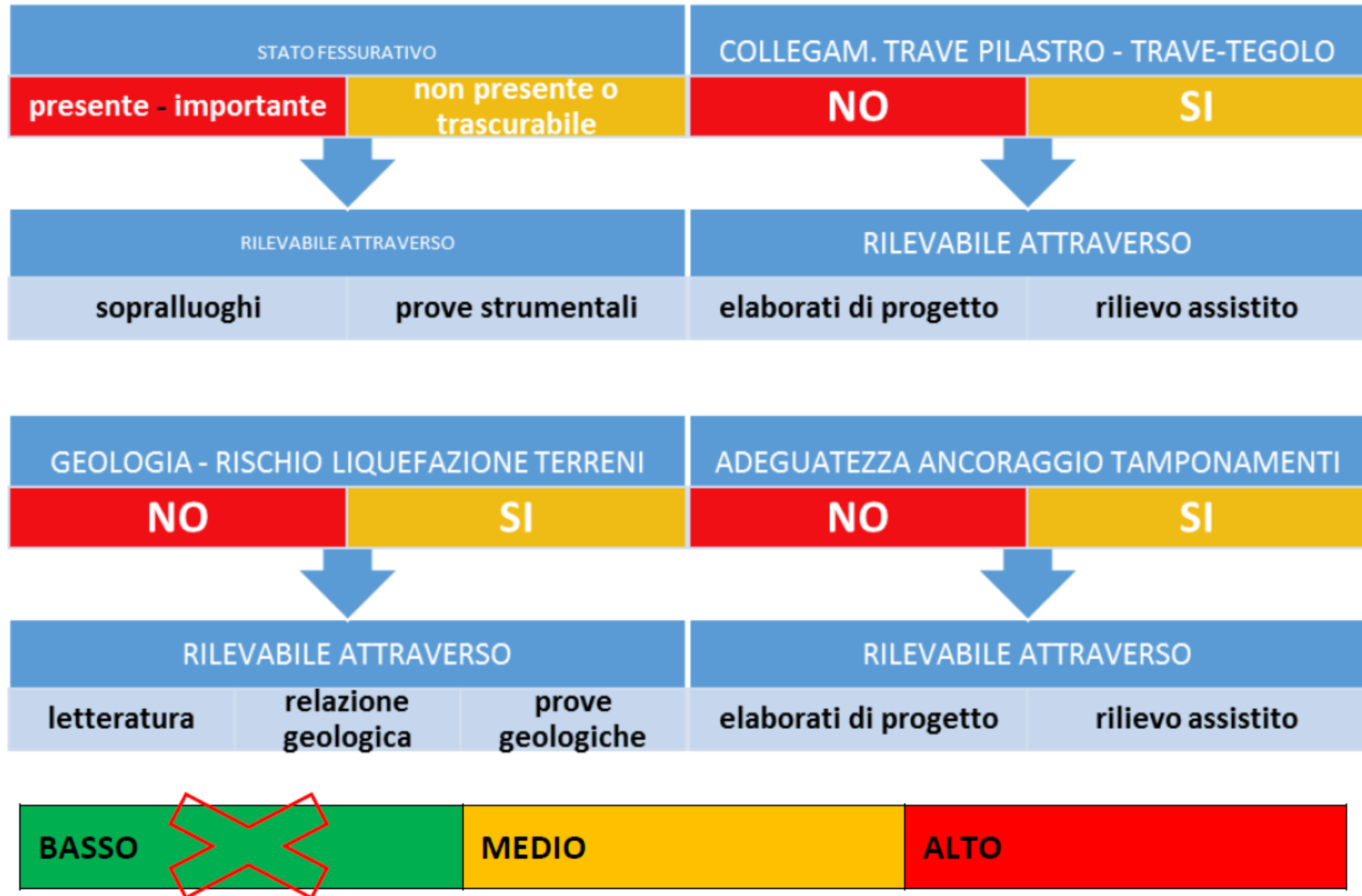
SCHEDE
RILEVAMENTO
GNDT

SCHEDE DI
RILEVAMENTO
DELLA PROTEZIONE
CIVILE

METODI
SCIENTIFICI
«RESISTO»

ALTRI
RICONOSCIUTI E
VALIDATI

APPROCCIO SEMPLIFICATO:





METODO CONVENZIONALE

PERMETTE DI INDIVIDUARE I LIMITI DELLA STRUTTURA, OVVERO RISPETTO A QUALE SOLLECITAZIONE (QUINDI ANCHE CON QUALE PROBABILITÀ) ED IN QUALI SEZIONI, POTREBBERO ESSERE RAGGIUNTI I DIVERSI STATI LIMITE:

STATO LIMITE DI OPERATIVITÀ - SLO

STATO LIMITE DI DANNO - SLD

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA - SLV

STATO LIMITE DI COLLASSO - SLC

C

ONVENZIONALE



[1]

RILIEVO O VERIFICA
DELLA GEOMETRIA E
COMPOSIZIONE
STRUTTURALE

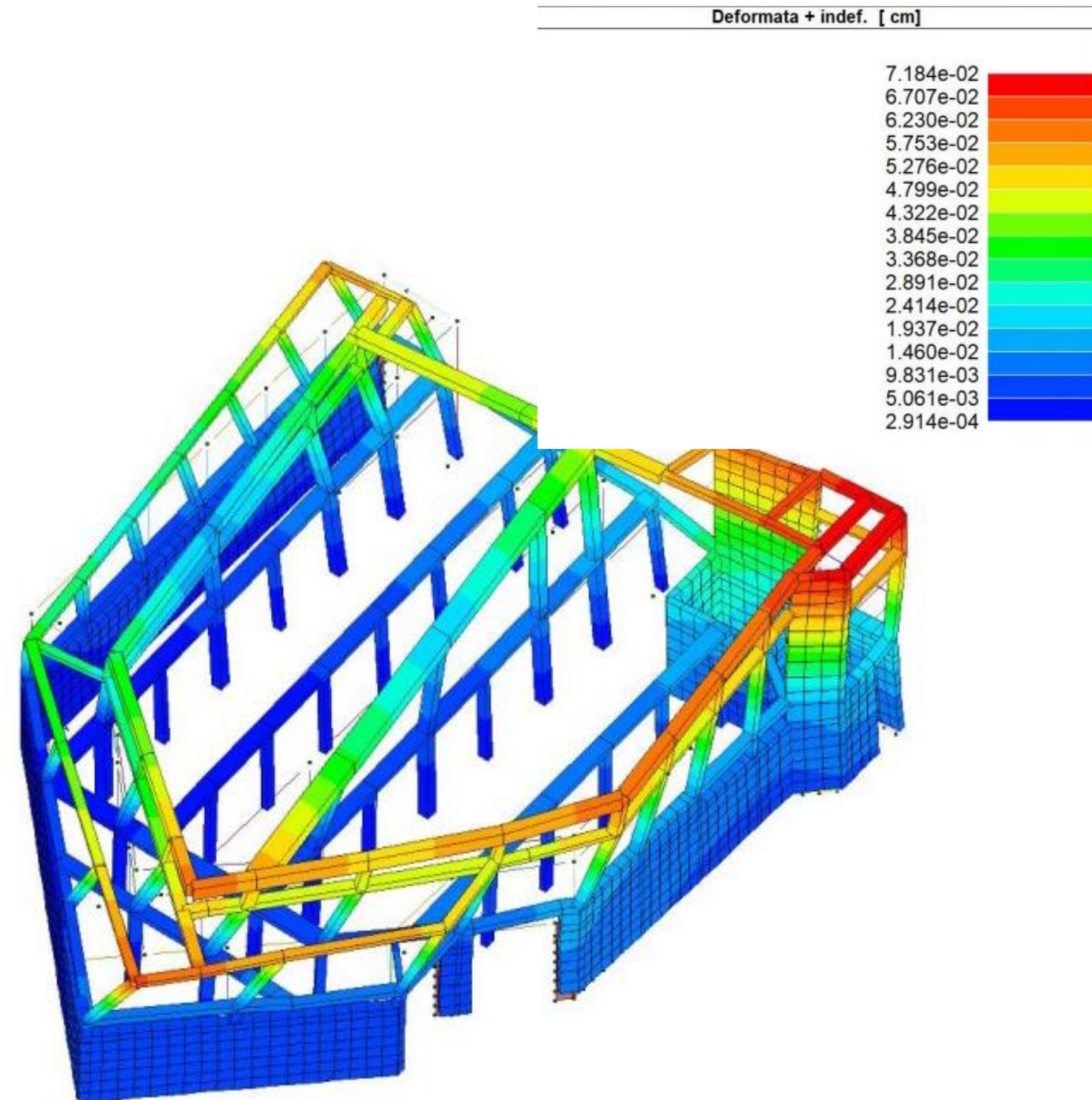
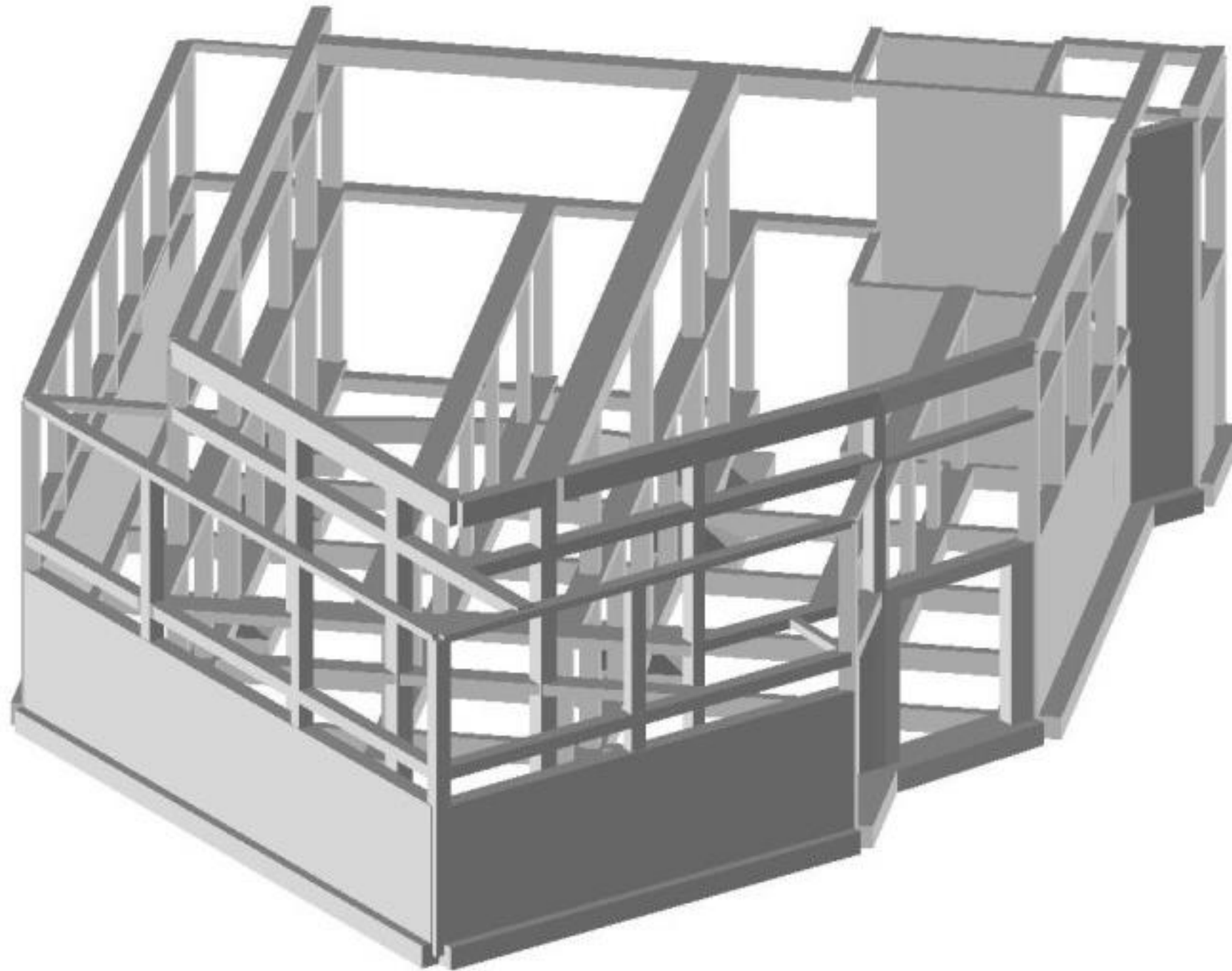
[2]

ANALISI DELLO STATO
DI CONSERVAZIONE E
RICERCA
CARATTERISTICHE DEI
MATERIALI (LC₁ LC₂ LC₃)

[3]

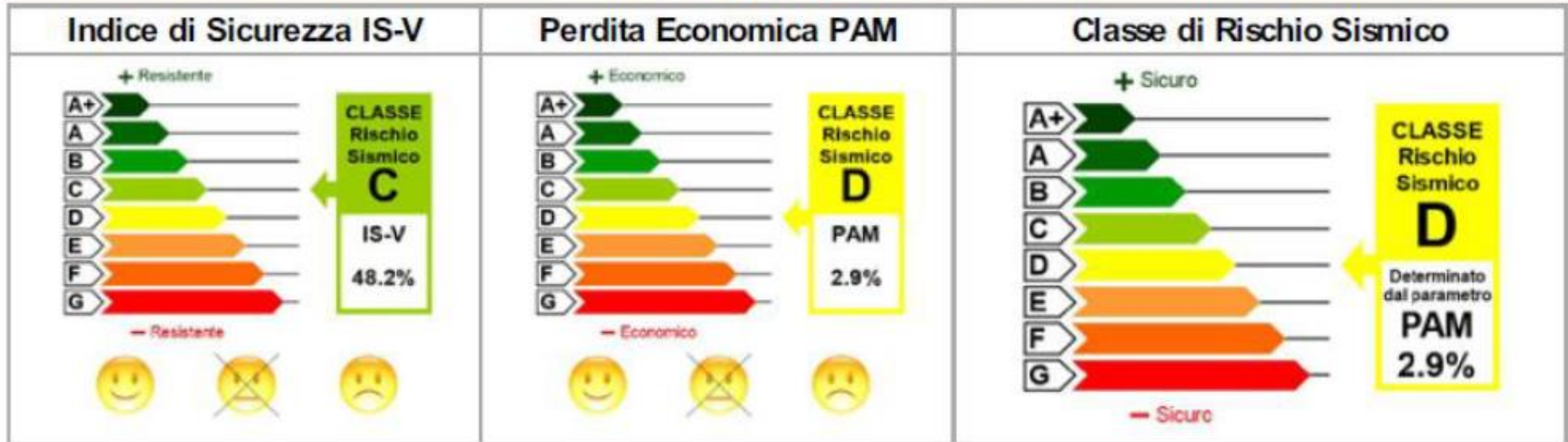
MODELLAZIONE
DELLA STRUTTURA E
DEFINIZIONE IS-V

MODELLO

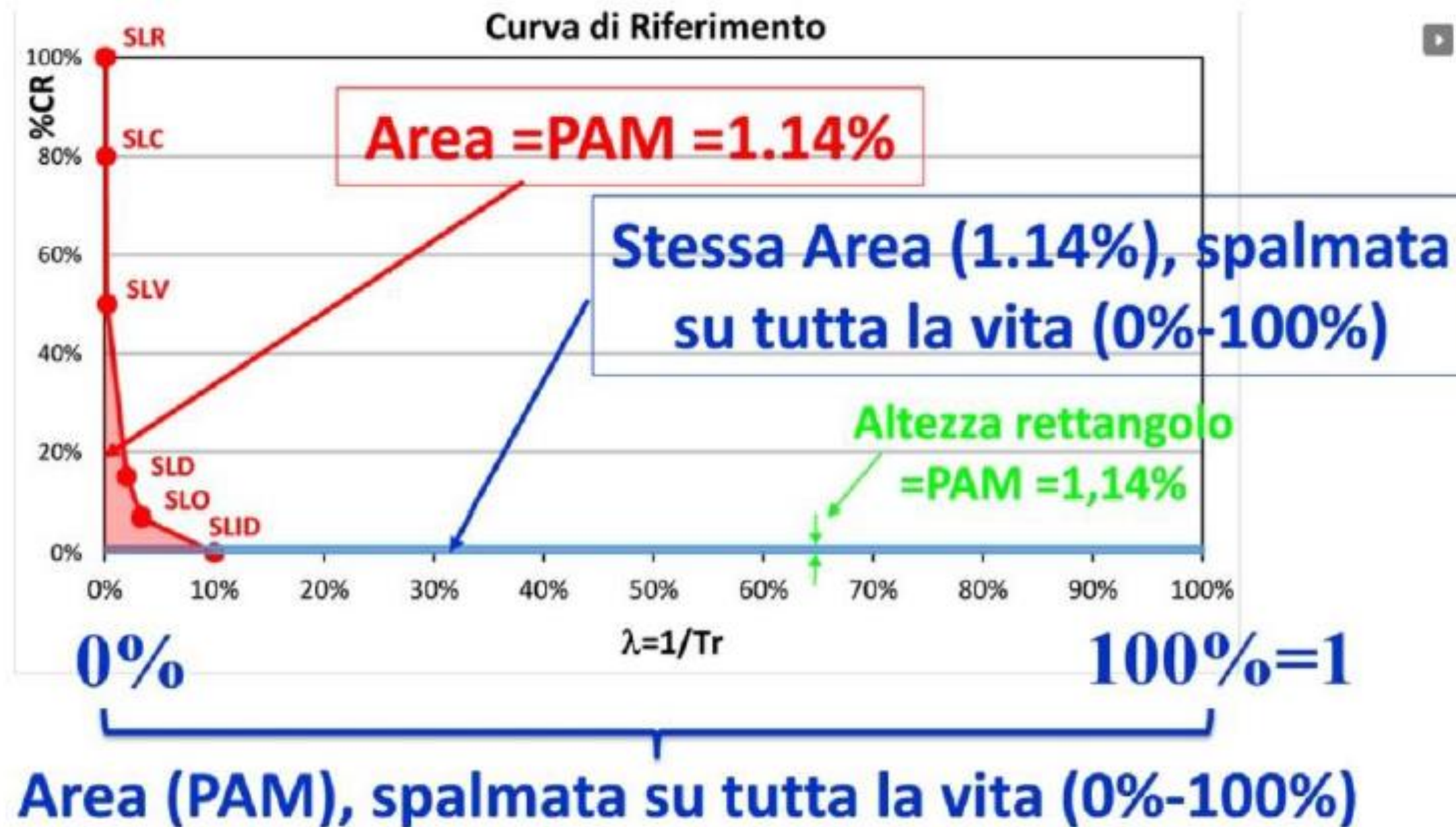


CLASSE DI RISCHIO

Classe di Rischio Sismico



FOCUS SUL PAM



Definizione di PAM, riferita a una costruzione con vita nominale 50 anni e appartenente alla classe d'uso II; immagine tratta dalla presentazione delle Linee Guida all'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

■ PAM in forma grafica

Il Certificato di **Classificazione Sismica** assevera qual è il **rischio** sismico a cui è sottoposto un determinato **immobile**

ed è espresso in percentuale di **IS-V** o **PAM**
(Perdita Annuale Media attesa)



grado di **affidabilità**
sismica dell'**edificio**

La **Valutazione dei Rischi** contiene la valutazione sismica riferita ad **ogni** elemento costituente l'**immobile**.

Non è possibile individuare un **indice** o **classe** di rischio **univoco** per l'intero immobile ma per diverse categorie

STRUTTURA

pareti

solai

camini

FINITURE

rivestimenti

controsoffitti

vetrate

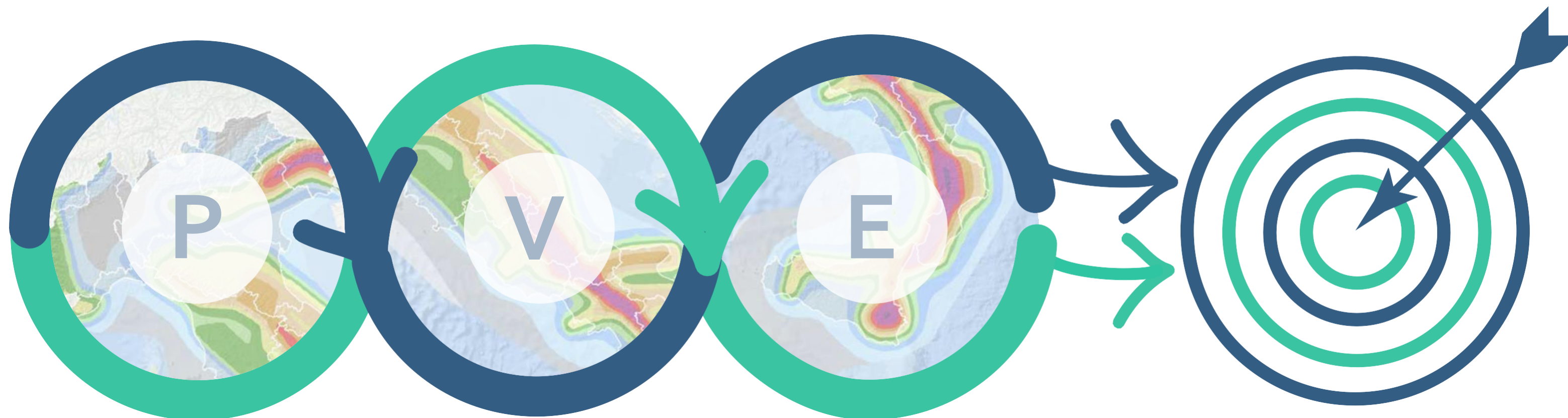
lucernari

IMPIANTI

elettrici

meccanici

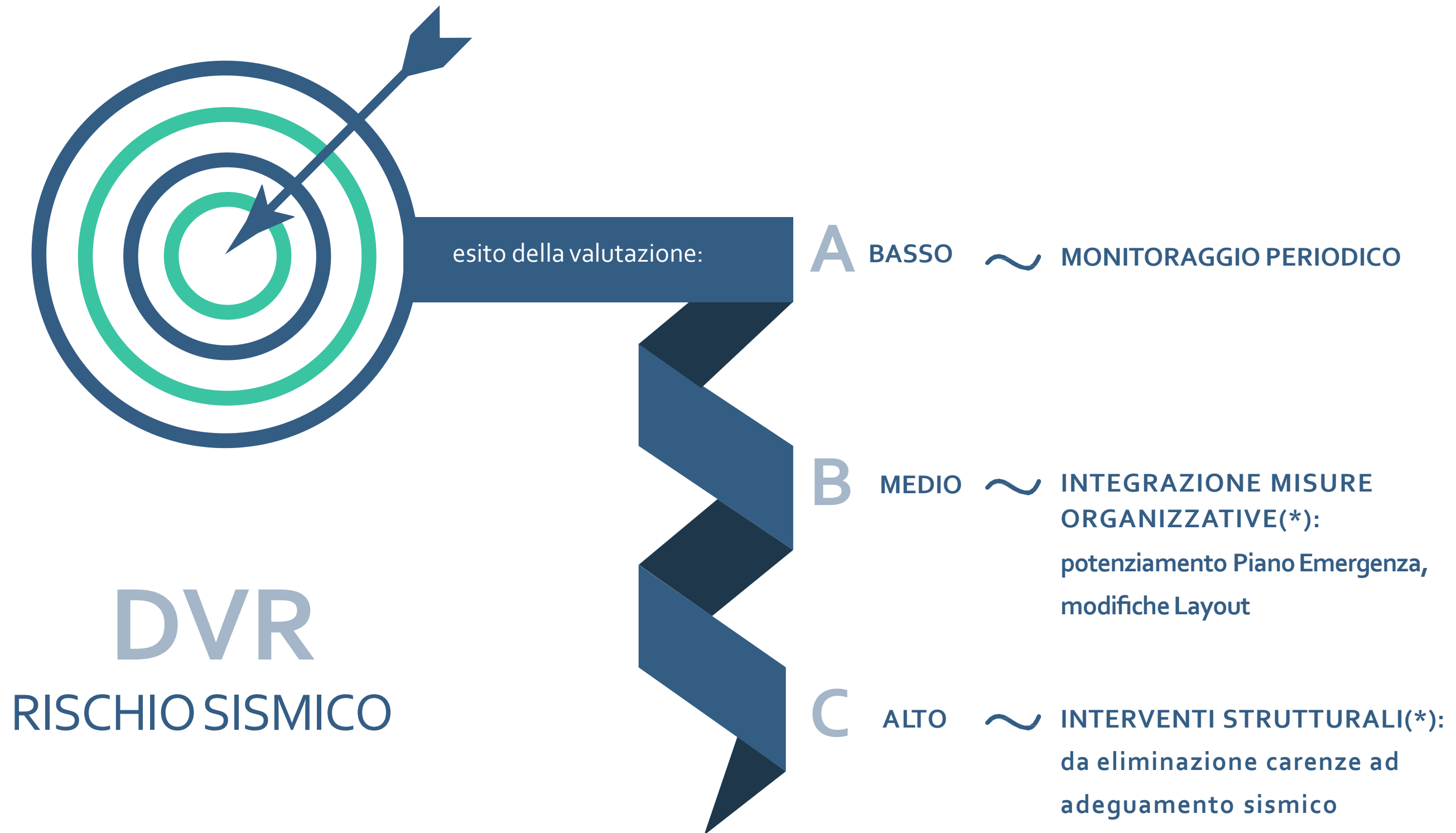
antincendio



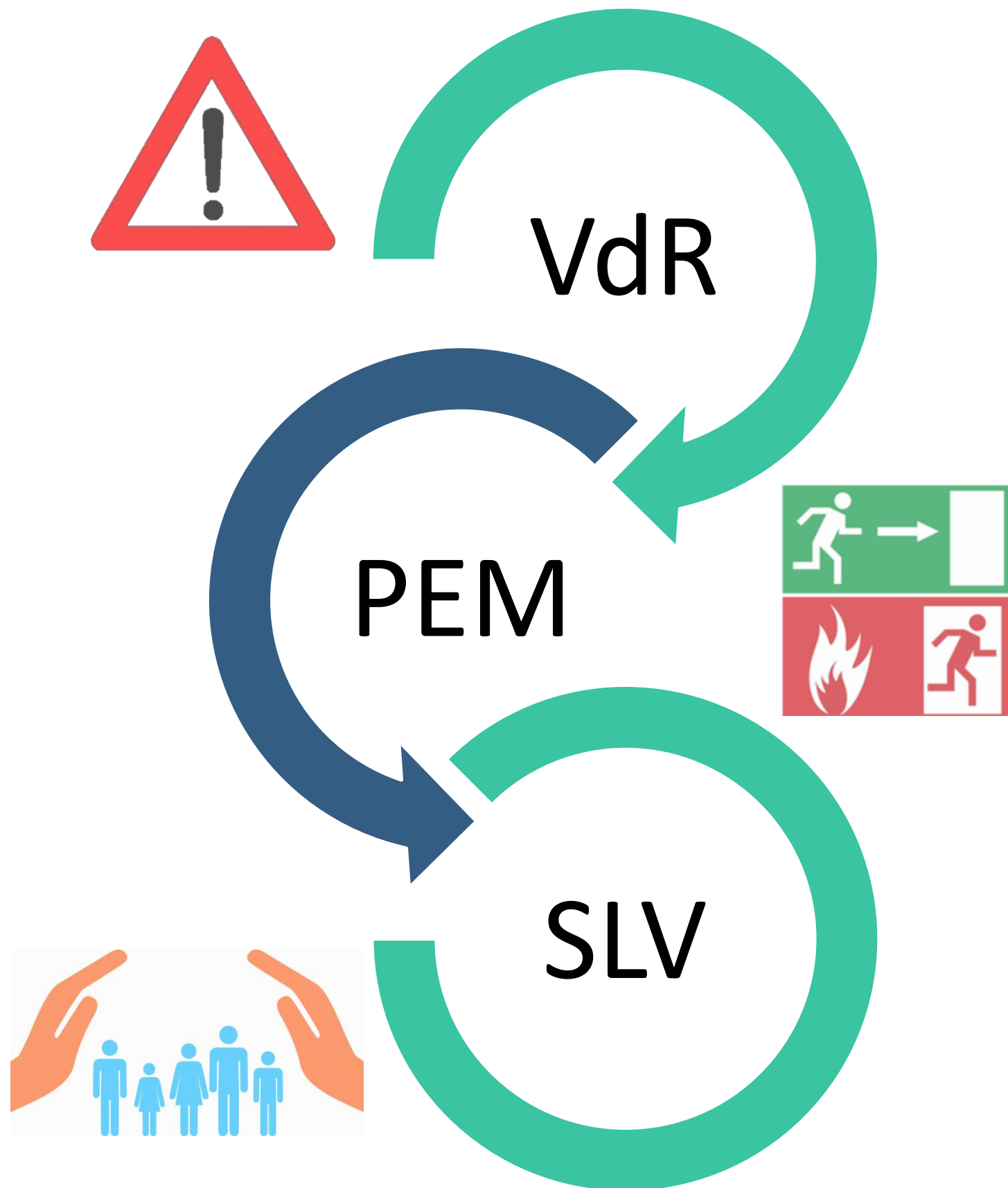
I diversi livelli di valutazione di Vulnerabilità vengono combinati con i parametri di Esposizione per ottenere un indice di rischio residuo:

$$R = f (P \times V \times E)$$

DVR
RISCHIO SISMICO



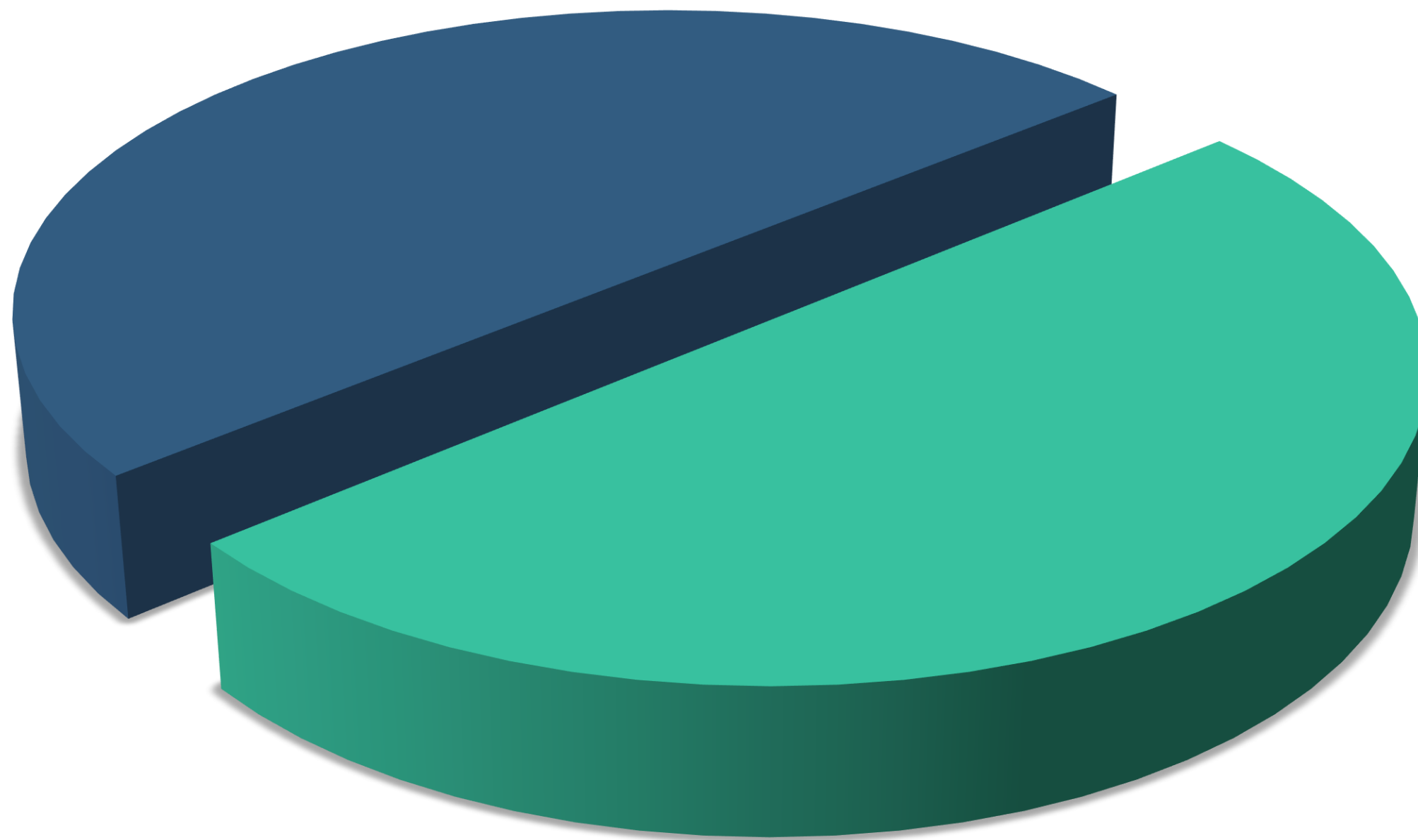
(*) in relazione al grado di approfondimento delle modifiche di vulnerabilità (semplificata/estesa)



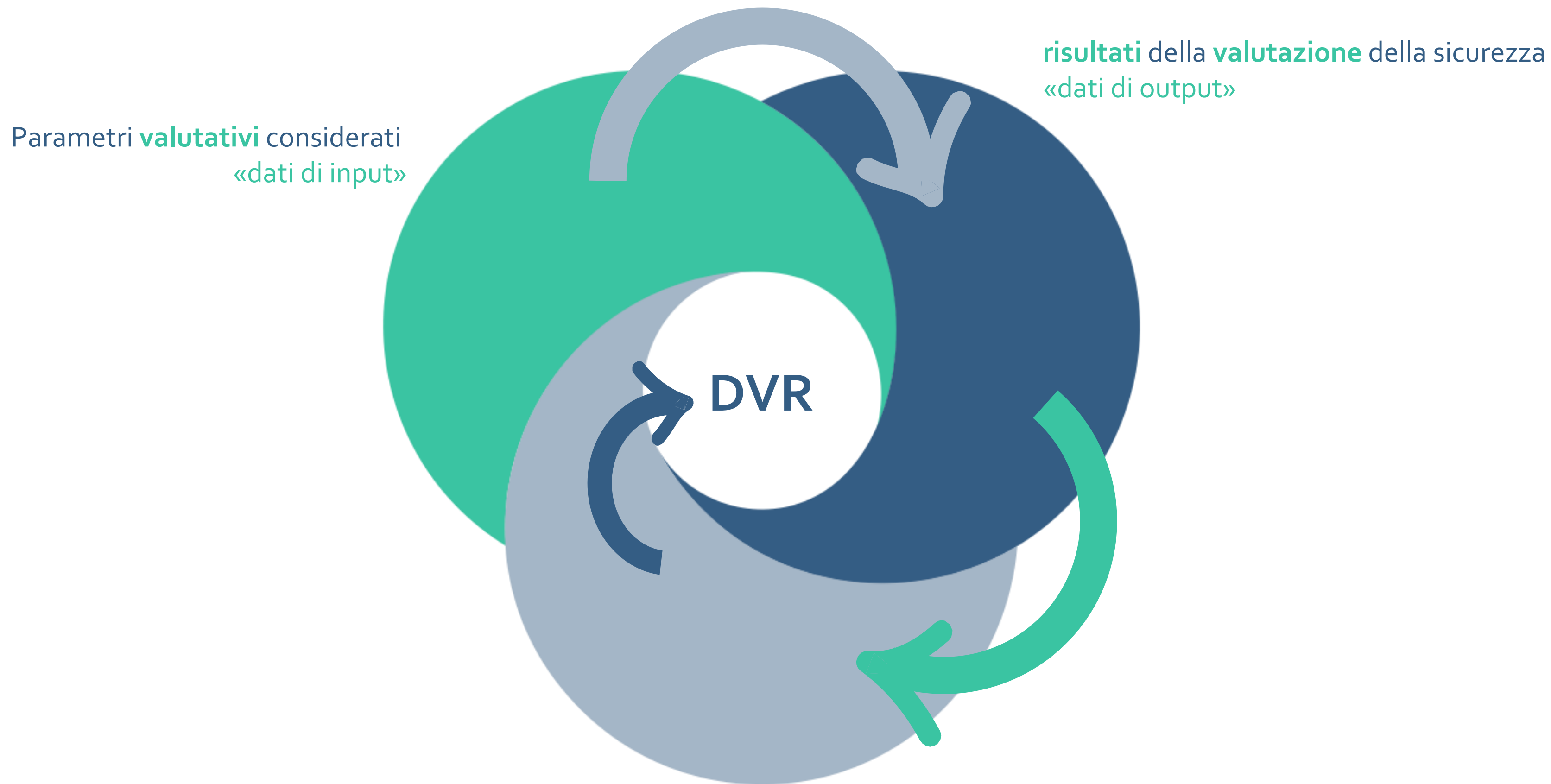
Per una corretta Valutazione dei Rischi (VdR)
e Piano di Emergenza (PEM)
è necessario tenere in considerazione lo
Stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV)

Il T.U. 81/08 prevede

Nel **breve** periodo: rilevare le eventuali **criticità** e risolverle mediante **interventi locali**



Nel **medio-lungo** periodo: Campagna di interventi di **miglioramento sismico**



l'**individuazione** e la **programmazione** degli interventi di **miglioramento**
dei livelli di sicurezza degli elementi strutturali e non **strutturali**

Al fine di redigere un buon **Piano di Emergenza** è possibile utilizzare il metodo convenzionale di modellazione della struttura per individuare con precisione i punti o le aree critiche di una costruzione.

Attraverso tale rappresentazione è possibile quindi individuare la strategia di emergenza più adatta al contesto **divenendo** di fatto

progettisti della sicurezza

Le referenze di Galileo Ingegneria:



VS Autogrill Pontechianti

VS Parco Commerciale Meraville



VS BASF Pontecchio Marconi



Ing. Marco Bettini

Responsabile Igiene Industriale e Sicurezza del Lavoro Industria e Costruzioni

m.bettini@galileo-ingegneria.it

Ing. Marco Cardin

Responsabile Construction Management

m.cardin@galileo-ingegneria.it