TECNOLOGIE INNOVATIVE IN ZONA SISMICA

CASERTA, 30 MAGGIO 2017

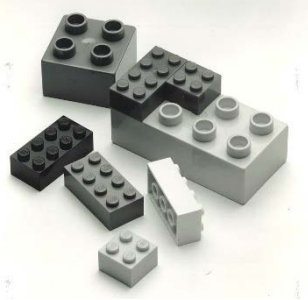
Il patrimonio edilizio

al RISCHIO SISMICO al SISMAbonus

Andrea Barocci *Ingegneria delle Strutture*

MAGGIOLI EDITORE

il relatore



Ing Andrea Barocci si occupa di strutture e rischio sismico

Libero professionista, titolare dello studio Ingegneria delle Strutture. Analisi, Progettazioni, Consulenze.

Consigliere dell'Associazione INGEGNERIA SISMICA ITALIANA e coordinatore della sezione "Norme, Certificazioni, Controlli in Cantiere".

Project Manager della manifestazione SISMOexpo.

Membro dell'OT UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI/CT 021 Ingegneria Strutturale.

Membro del Comitato regionale per la riduzione del rischio sismico (CReRRS) Regione Emilia-Romagna.

Membro della Struttura Operativa I.P.E. (Associazione Nazionale Ingegneri per la Prevenzione e le Emergenze) presso l'Ordine degli Ingegneri di Rimini e abilitazione di Protezione Civile per il rilievo del danno e la valutazione dell'agibilità di edifici in seguito ad evento sismico.

Consigliere dell'Ordine degli Ingegneri di Rimini e coordinatore della Commissione Sismica.

Membro della Commissione Sismica della Federazione Ingegneri dell'Emilia-Romagna.

Autore di testi e articoli tecnici, docente, blogger.

Di cosa parleremo

1. Il Rischio Sismico

Slide 4 - 14

2. Perché la Classificazione

Slide 15 - 28

3. La Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni

Slide 29 - 44

4. L'allegato A del D.M.65

Slide 45 – 107

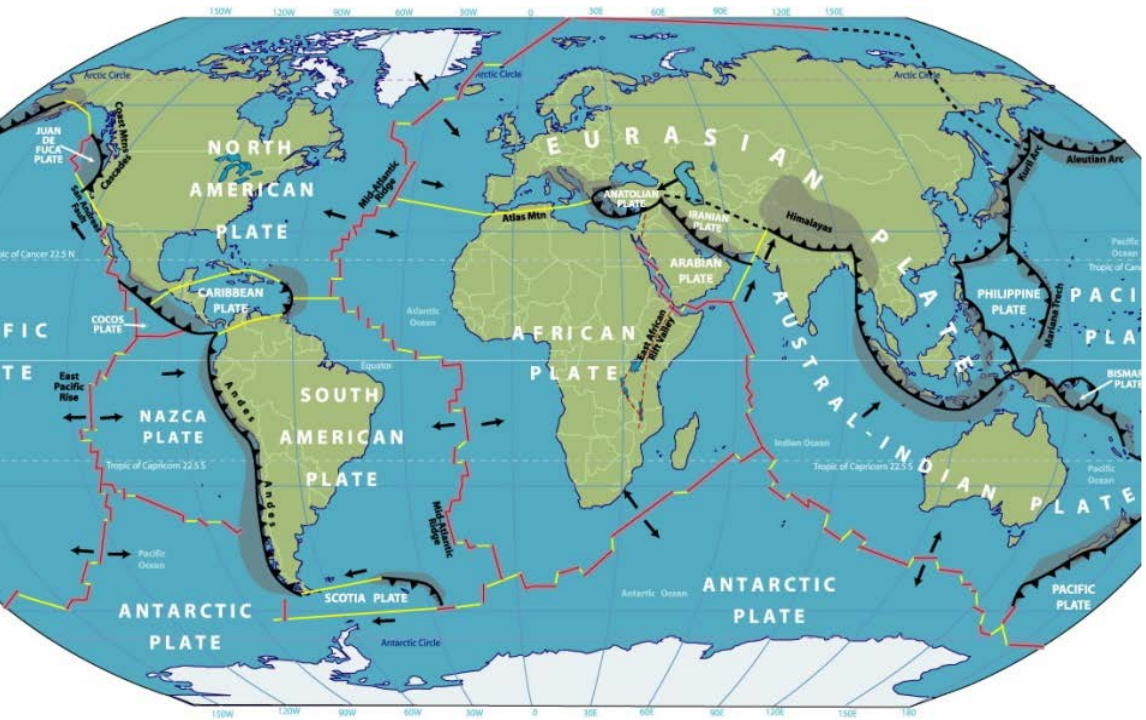
CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

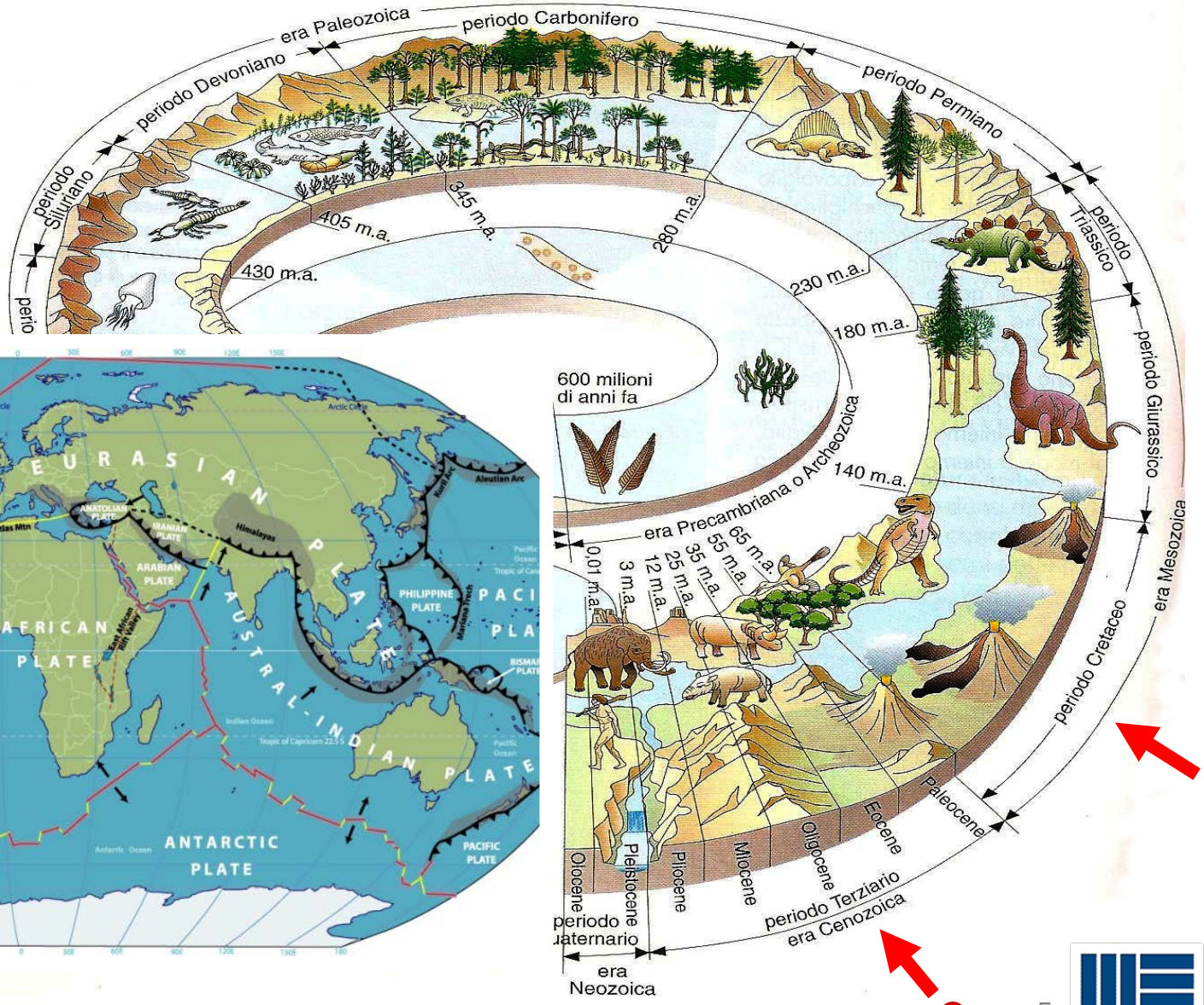
[Dizionario Treccani]

RISCHIO

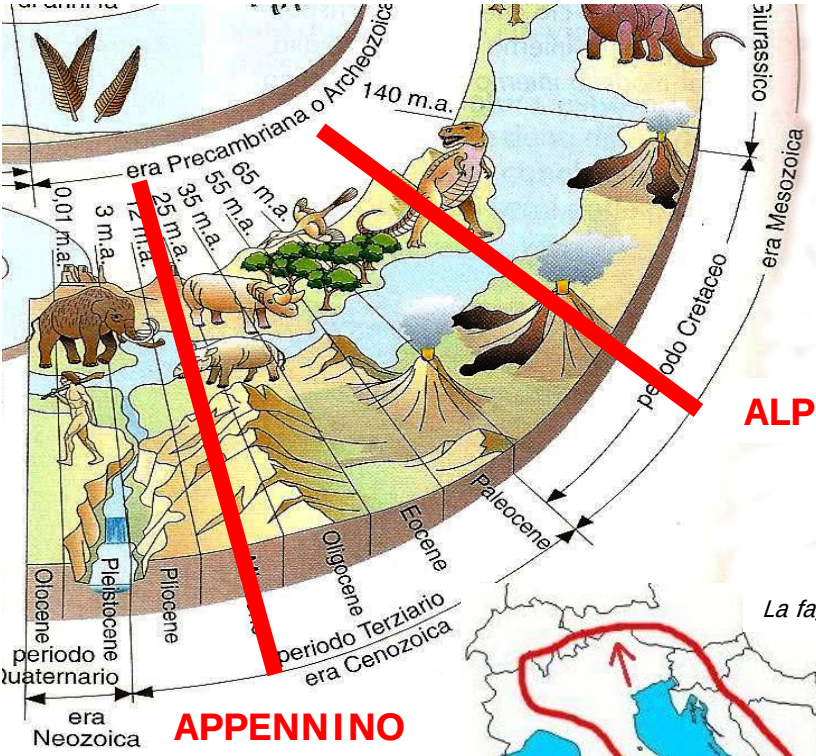
Eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

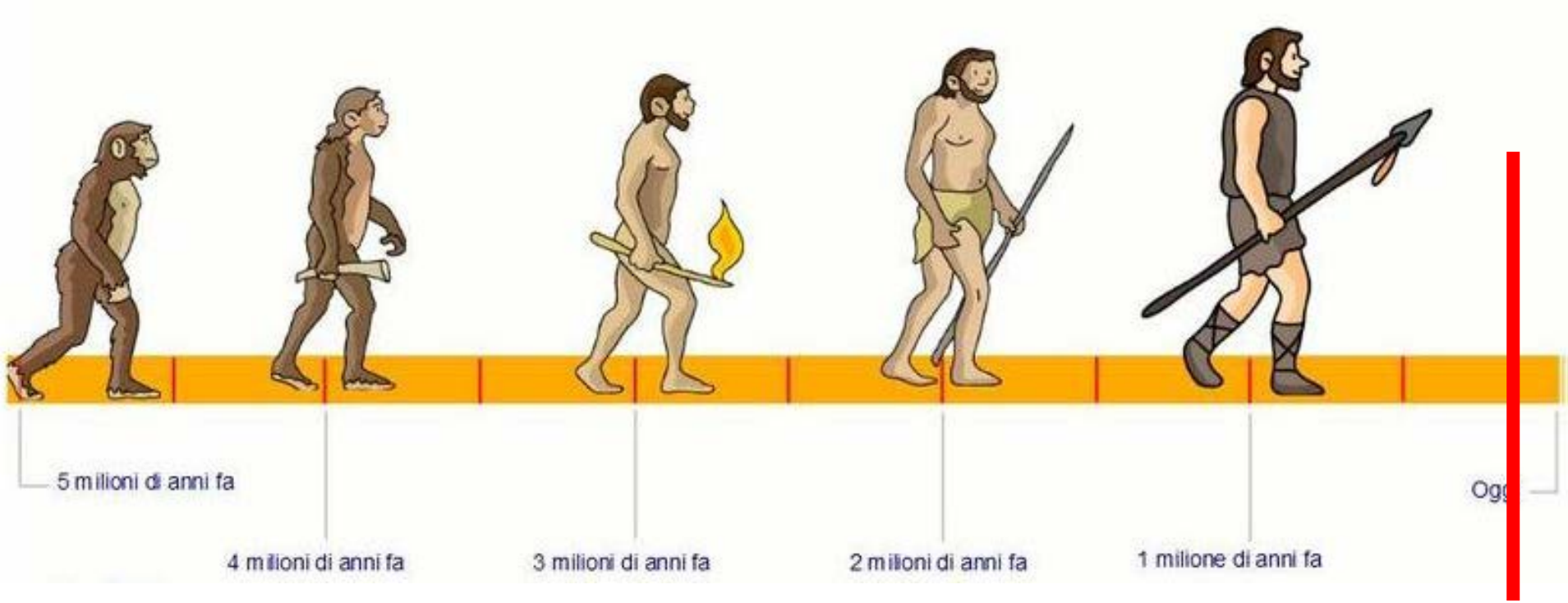




CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

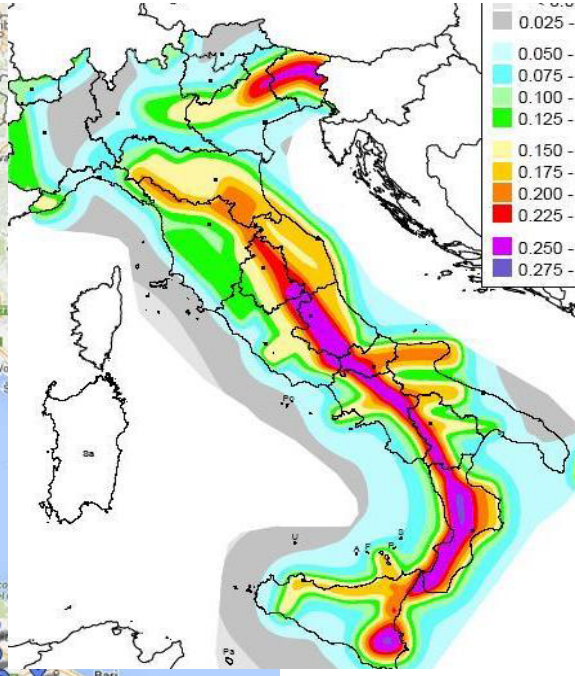


8mila anni fa

L'uomo diventa stanziale

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Cit. Dott.sa Viviana Castelli - INGV



Emidio di Ascoli 203 – 309 d.c.

Sicuramente il più famoso è il miracolo del terremoto di cui esistono diverse versioni:

-Nella città di Ascoli, Emidio fu condotto con la forza, all'interno di un tempio pagano per rinnegare la sua fede cristiana, ma un improvviso terremoto distrusse il tempio.

-Un'altra versione vuole che Emidio appena arrivato ad Ascoli, toccasse le mura della città e subito tutti e soli i templi pagani crollassero in conseguenza di un violentissimo terremoto.

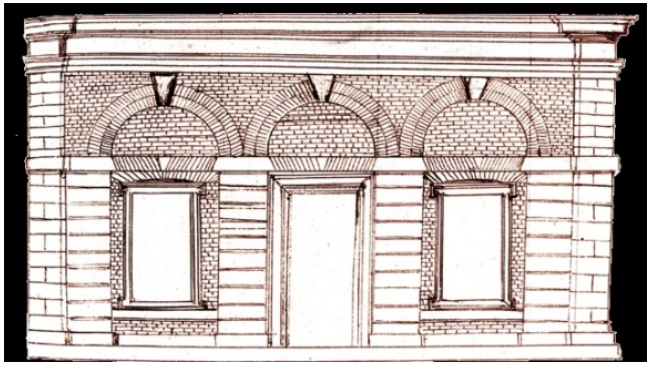
-Infine, l'ultima versione dice che nel 1703 un violento terremoto sconvolse le Marche ma non colpì la città di Ascoli, si dice, protetta dal suo patrono.

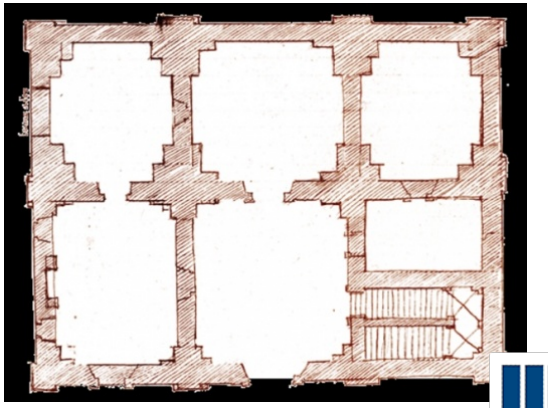
CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

H. J. Helden, *Ferrara distrutta dal terremoto del 1570*

Ferrara, importante centro storico-culturale, tramanda fino ai giorni nostri notizie di scosse già nel XII secolo; in particolare, il sisma del 1570 ebbe un notevole impatto nella storia della città. I documenti dell'epoca ci parlano di oltre duemila scosse tra il novembre 1570 ed il febbraio 1571 con un elevatissimo numero di edifici danneggiati, sia pubblici che privati. Gli Este, sovrani della zona, subirono un durissimo colpo sia per il danno economico che a livello sociale: al di là dell'inevitabile lettura come "sfavore" divino, gli intellettuali cittadini cominciarono a farsi domande sulla reale natura dei terremoti; ci fu anche chi ipotizzò una relazione tra le scosse e recenti opere di bonifica di ampie aree del Ducato, che prosciugando il terreno circostante la città avevano causato un profondo squilibrio ambientale.
Inoltre, cosa singolare, la lunga sequenza sismica portò sovrani, nobili e plebei a vivere fianco a fianco per mesi, in ricoveri di fortuna, ed a condividere gli stessi disagi.





"***Libro o trattato de' diversi terremoti***" a cura di Pirro Ligorio

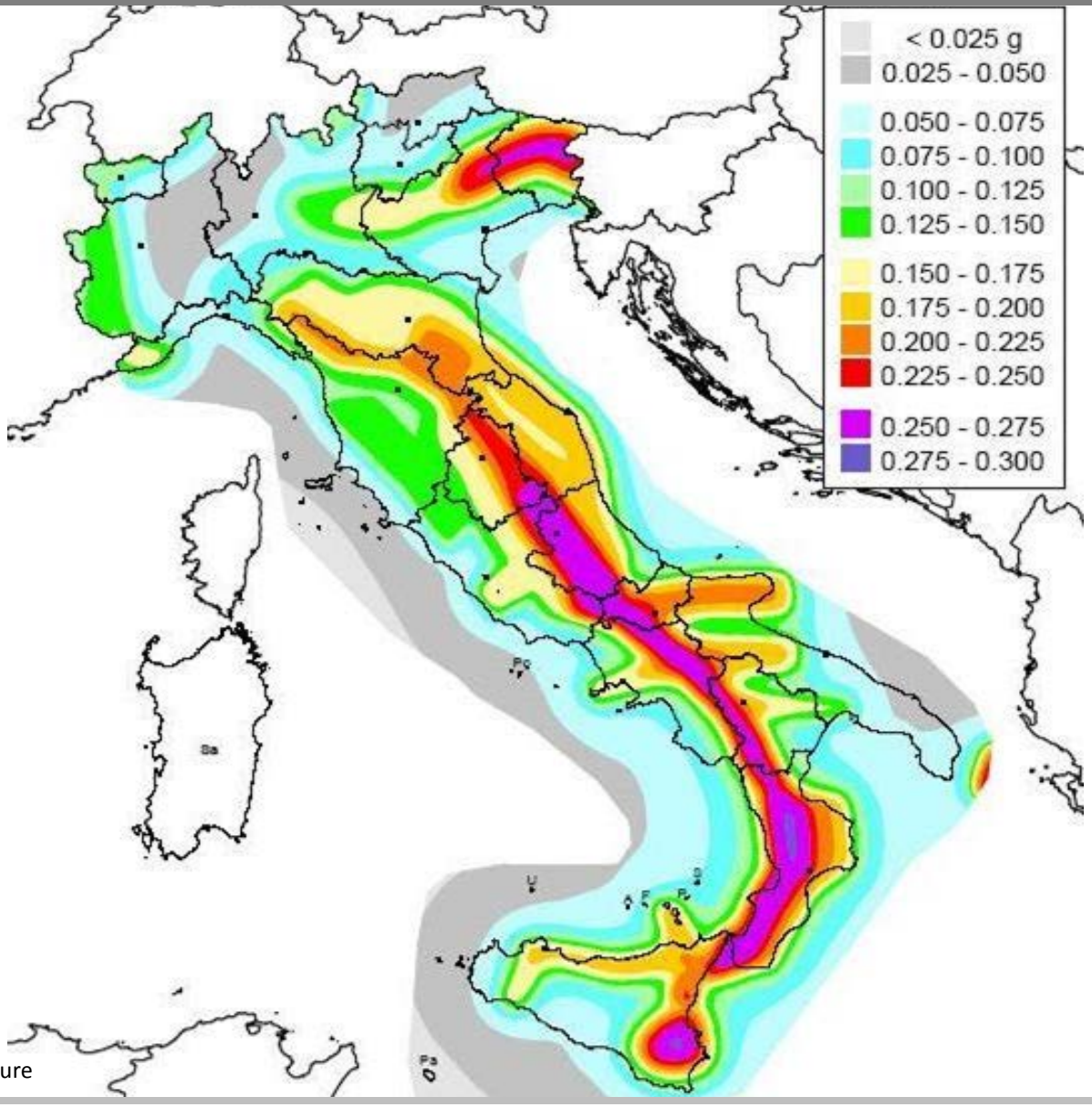
L'autore cominciò la sua opera nel **1571**, mentre lo sciame sismico continuava ad arrecare danni agli edifici. In essa citava eventi storici per dimostrare che i terremoti erano sempre esistiti e che era un "*dovere dell'intelletto umano*" difendersi dai danni di questi ultimi; danni che, evidenzia Lagorio, erano da imputare alla pessima qualità degli edifici ed a sistemi costruttivi errati: *le fabbriche son tutte malamente fabbricate et sono molto vecchie et sottili, senza sostanza.*
Quindi, alla fine del suo trattato inserisce il capitolo "*Rimedi contra terremoti*", poche regole chiare e semplici. *Esaminazione et conclusione nella fabbricazione secondo il suo dovere: Tutto l'intento deve havere l'artefice di fare i muri con legamenti, legare essi con le pietre, legare le cantonate colle grossezze et colle chiavi di ferro, per ciò che li cantoni che hanno li suoi ferri ascosi dentro possono chiamarsi sicuri.* [Prosegue poi motivando le ragioni della sua proposta progettuale] *Et li muri grossi, per la scioglitura moventisi et percuotendosi colli scontri de' tramezzi, si crepano et le loro crepature concorrono nelli vani de le fenestre. Per questo, dunque conviene fare delle fortezze sopra de' vani e delle cantonate et fare muri recipienti.*

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

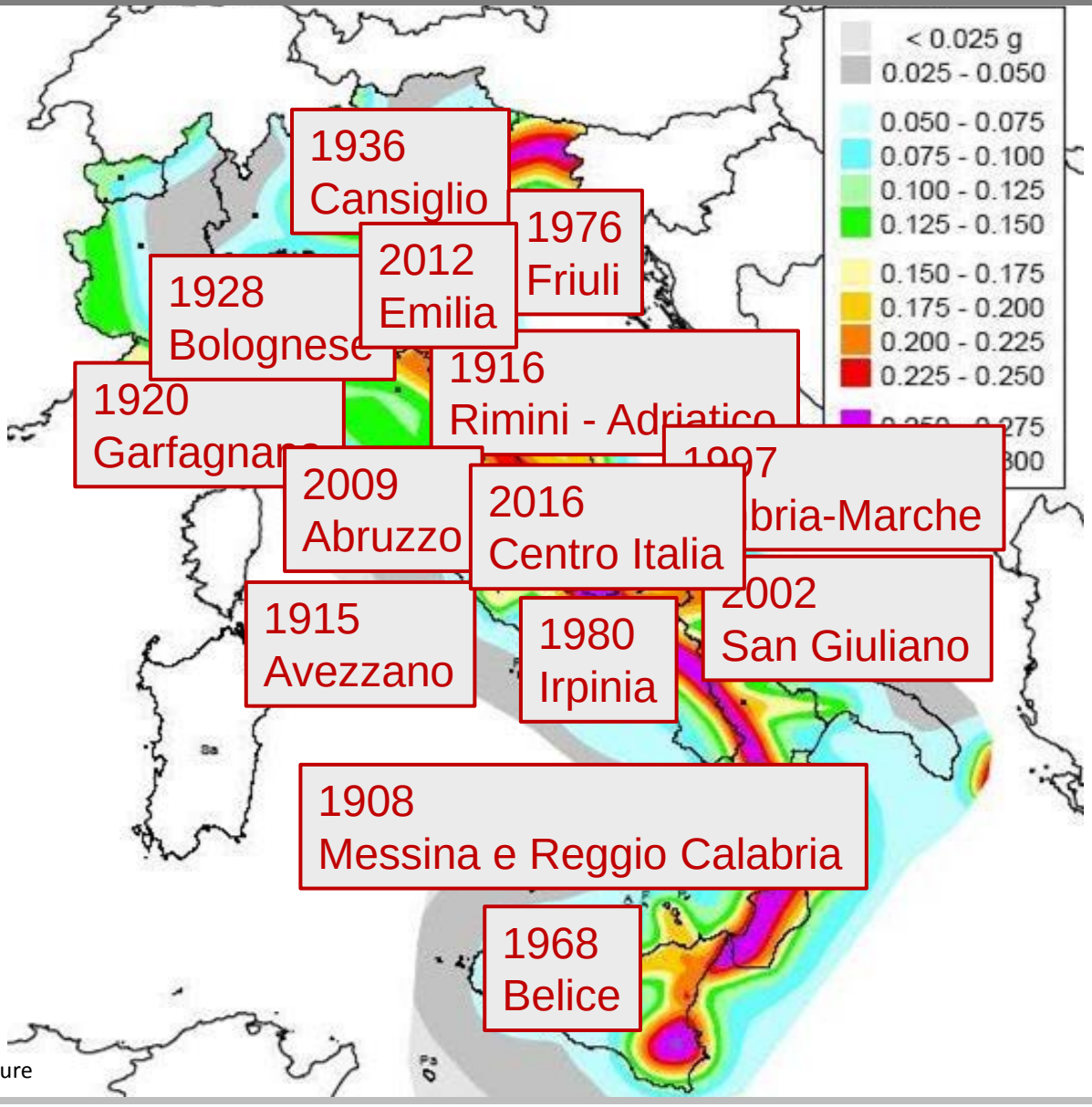
La sismologia non sa dire quando, ma sa dire dove avverranno terremoti rovinosi, e sa pure graduare la sismicità delle diverse province italiane, quindi saprebbe indicare al governo dove sarebbero necessari regolamenti edilizi più e dove meno rigorosi, senza aspettare che prima il terremoto distrugga quei paesi che si vogliono salvare

Giuseppe Mercalli, 1908

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Def. TRECCANI

certezza

RISCHIO: ~~Eventualità~~ di subire un danno connessa a circostanze ~~più o meno~~ prevedibili.

terremoto

I terremoti avvenuti in Italia: inasprimenti accise sui carburanti (importi al litro)

Evento	lire	euro
Terremoto del Belice del 1968	10	0,00516
Terremoto del Friuli del 1976	99	0,05113
Terremoto dell'Irpinia del 1980	75	0,03873
Terremoto dell'Abruzzo del 2009		0,00420
Terremoto dell'Emilia Romagna del 2012		0,02000
Totale incrementi accise per terremoti		**0,11923**

Elaborazione Ufficio Studi CGIA su Atti Parlamentari della Camera dei Deputati e su provvedimenti legislativi vari

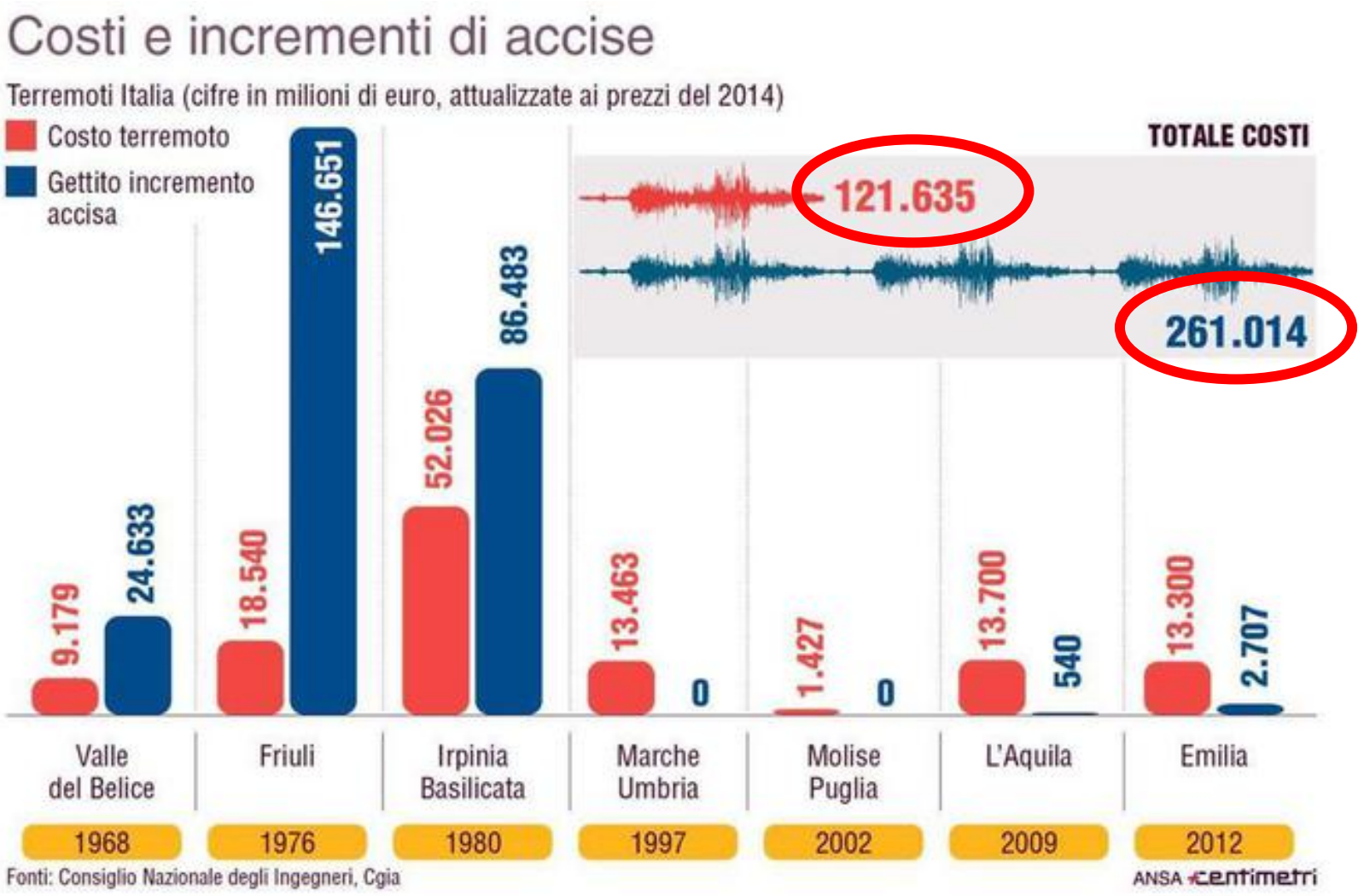
I terremoti avvenuti in Italia: costi e incrementi di accisa
importi in milioni di euro (valori attualizzati)

Evento	Costo del terremoto	Gettito incremento accisa per terremoto
Terremoto del Belice del 1968	9.179	24.633
Terremoto del Friuli del 1976	18.540	146.651
Terremoto dell'Irpinia del 1980	52.026	86.483
Terremoto Marche e Umbria del 1997	13.463	0
Terremoto Puglia e Molise del 2002	1.427	0
Terremoto dell'Abruzzo del 2009	13.700	540
Terremoto dell'Emilia Romagna del 2012	13.300	2.707
Totale	121.635	261.014

Elaborazione Ufficio Studi CGIA

Dati al 2015

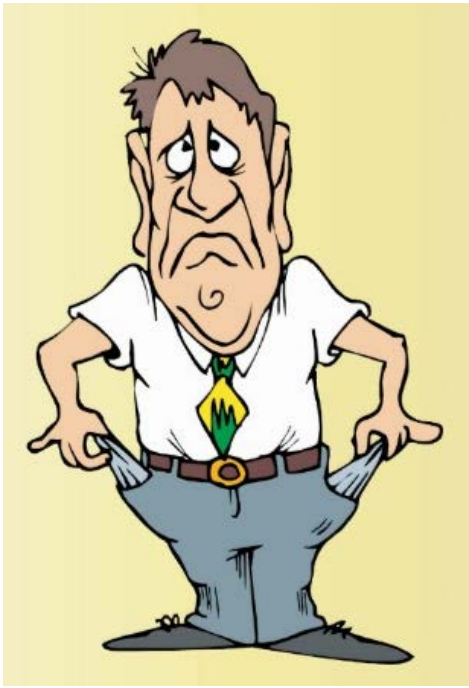
Nota: nel 2015 in Italia abbiamo consumato 60 milioni di tonnellate di carburanti, pari a circa 90 miliardi di litri


Costi e incrementi di accise
Terremoti Italia (cifre in milioni di euro, attualizzate ai prezzi del 2014)
Costo terremoto
Gettito incremento accisa
TOTALE COSTI
121.635
261.014
9.179
24.633
18.540
146.651
52.026
86.483
13.463
0
1.427
0
13.700
540
13.300
2.707
Valle del Belice
Friuli
Irpinia Basilicata
Marche Umbria
Molise Puglia
L'Aquila
Emilia
1968
1976
1980
1997
2002
2009
2012
Fonti: Consiglio Nazionale degli Ingegneri, Cgia
ANSA centimetri

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Mettere «*in sicurezza*» il patrimonio

Risorse disponibili



questione fondamentale

Qual è, in una situazione di risorse limitate, il livello minimo di sicurezza da perseguire attraverso gli interventi sulle costruzioni esistenti?

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Messina 1908 e Amatrice 2016

Irpinia 1980 e Amatrice 2016

Età del patrimonio edilizio italiano:

18% realizzato prima del 1919

12% realizzato tra il 1919 ed il 1945

33% realizzato tra il 1946 ed il 1971

18% realizzato tra il 1972 ed il 1981

12% realizzato tra il 1982 ed 1991

7% realizzato dal 1992 ad oggi

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Casa del sig. Bianchi
Costruita non si sa quando. Regolarizzata con il condono dell'85. Mai fatta manutenzione. Nessun adeguamento normativo.

Sig. Bianchi

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

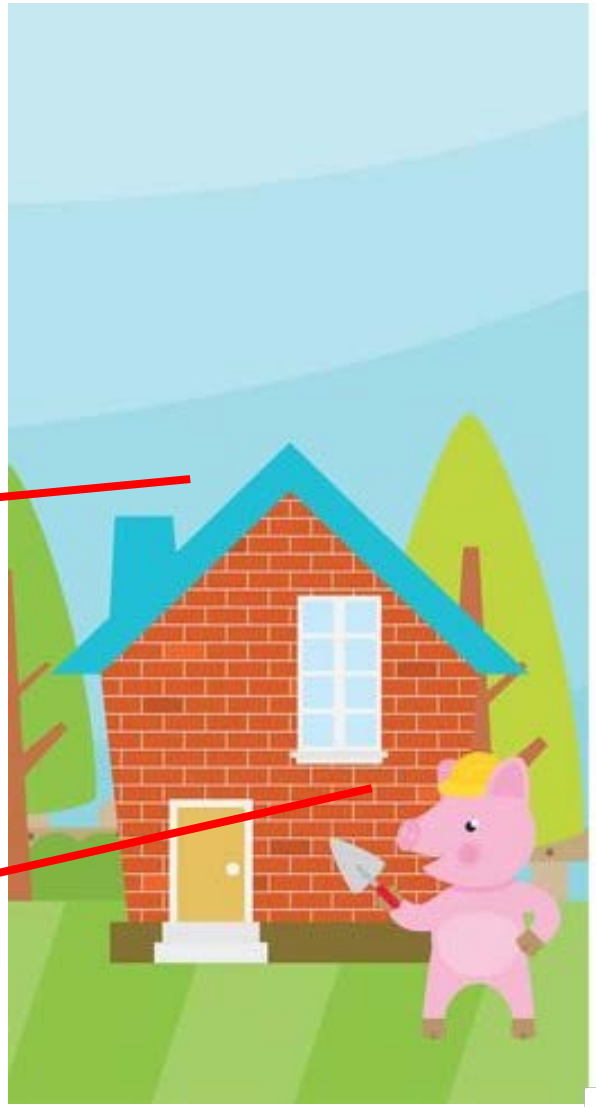
Casa del sig. Verdi
Costruita prima delle normative antisismiche. Ha usufruito dell'ECObonus per installazione di termocappotto. Non si sa nulla della struttura.

Sig. Verdi

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Tecnico
Del Sig. Rossi

Casa del sig. Rossi
Non è nuovissima, ma il Sig. Rossi ci ha messo tutti i suoi risparmi per renderla sicura, perché vuole la tranquillità per la sua famiglia.
Si è sempre fatto consigliare dal suo tecnico, specializzato in sismica ed edifici esistenti.



Sig. Rossi

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Tasche del proprietario

Valore immobile

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

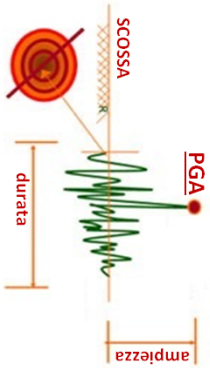
Tasche del proprietario	€€€€€	€€€	€
Valore immobile	//	€	€€€€€
Intervento dello stato	€€€€	€€	//
Danno	E	B	A
Sig. Bianchi			
YOU WIN!!			

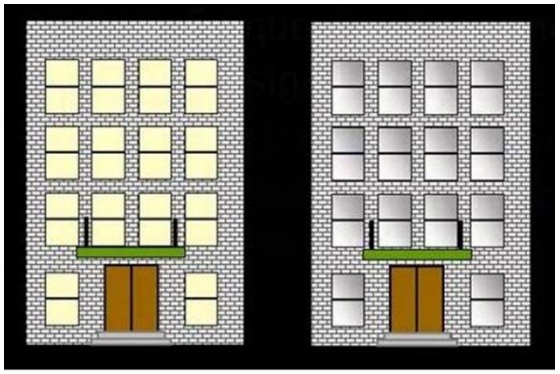
Prima del SISMAbonus

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Dopo il SISMAbonus

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

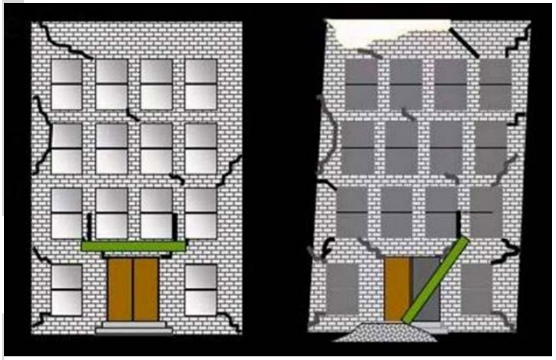




Stato Limite di OPERATIVITA'

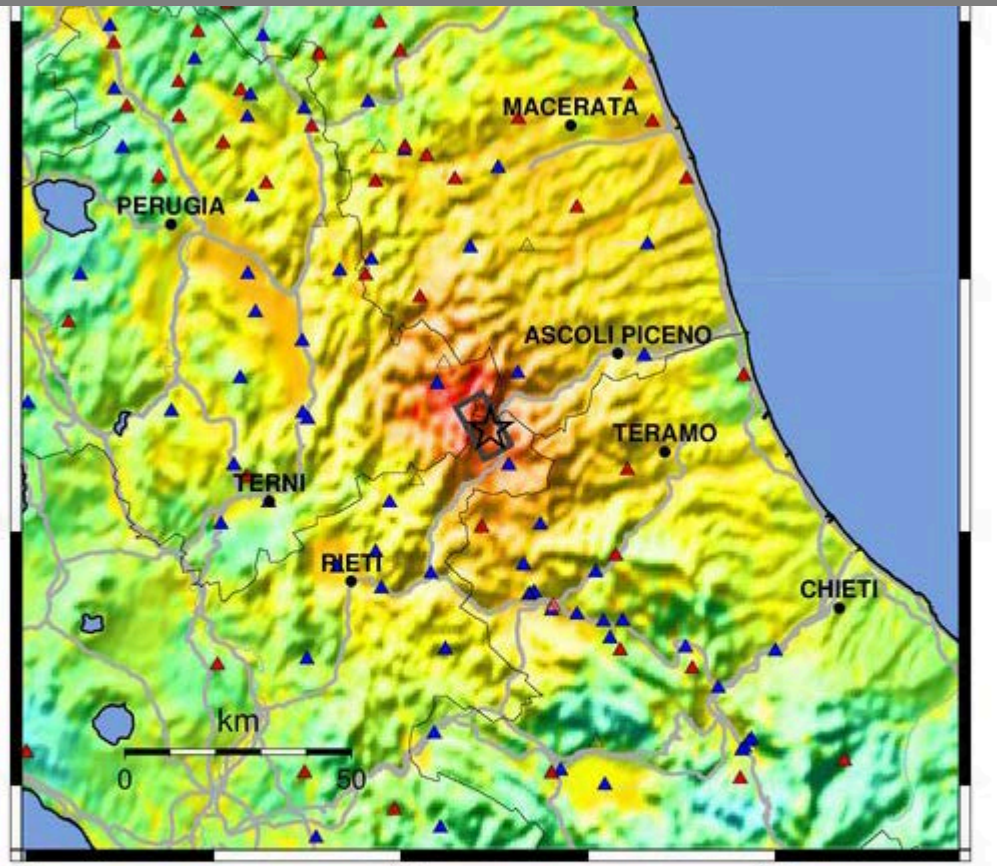
Stato Limite di DANNO

peak ground acceleration



Stato Limite di SALVAGUARDIA della VITA

Stato Limite di PREVENZIONE del COLLASSO

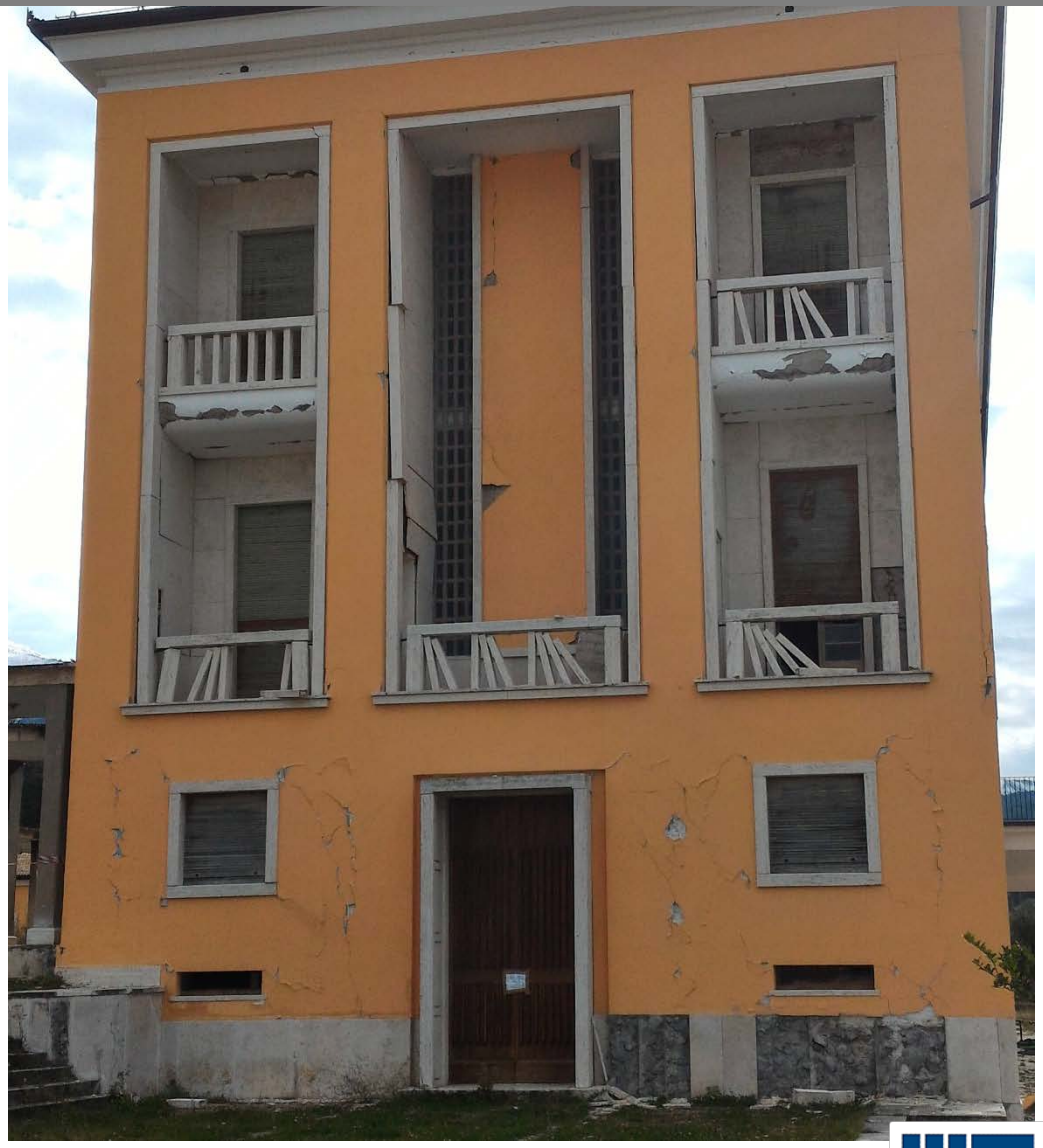


Map Version 14 Processed 2016-08-29 15:37:48 UTC

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.06	0.2	0.8	2.0	4.8	12	29	70	>171
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.08	0.3	0.9	2.4	6.4	17	45	>120
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II–III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

cale based upon Faenza and Michelini, 2010, 2011

documento FEMA E-74:
il **25%RC** è riconducibile alle strutture, il **75%RC** agli elementi non strutturali



CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

La **legge di bilancio 2017** (*n 232 del 11 dicembre 2016*), con le modifiche all'articolo 16, ha preparato il terreno all'applicazione del *sismabonus* principalmente sui seguenti aspetti:

- Ha dato una **finestra più ampia per la detrazione d'imposta**, estendendola al **31 dicembre 2021**; la questione è fondamentale in quanto operare a livello strutturale su un edificio implica un iter progettuale, autorizzativo e di realizzazione che difficilmente può concludersi nell'arco di un anno.
- Estende la possibilità del bonus fiscale anche alle **zone sismiche 3**; anche in questo caso il normatore è stato lungimirante, in quanto il patrimonio edilizio italiano è a volte talmente carente in termini di sicurezza che anche in zone a medio-bassa pericolosità i danni provocati da un terremoto possono essere rilevanti.
- Estende l'applicabilità degli incentivi anche alle **seconde case** e agli **insediamenti e produttivi**.
- Riduce da 10 a 5 anni il periodo nel quale "spalmare" il credito d'imposta
- Inserisce nella detrazione d'imposta anche le **spese effettuate per la classificazione e verifica sismica degli immobili**.
- Consente la **cessione del credito d'imposta** oltre che alle imprese di costruzioni anche a soggetti terzi (purchè privati, e comunque non a istituti di credito).

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Come esplicitato nell'art. 1, il **D. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 58 del 28 febbraio 2017** *stabilisce le linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonchè le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli* ***interventi effettuati***, in attuazione alla legge di bilancio 2017; ne viene introdotto l'utilizzo nelle modifiche all' articolo 16, dove si dà la possibilità di aumentare la detrazione d'imposta oltre al 50% e cedere il corrispondente credito.

A seguire, in data 7 marzo, è stato emanato il **D. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 65**, contenente alcune correzioni formali (principalmente sui professionisti abilitati); questo è attualmente in vigore.

Per prima cosa, **di quali interventi stiamo parlando**? Si tratta di quelli elencati all'articolo 16-bis, comma 1, lettera i), del testo unico di cui al decreto del Presidente della Repubblica 22 dicembre 1986, n. 917; nella fattispecie interventi *relativi all'adozione di misure antisismiche con particolare riguardo all'esecuzione di opere per la messa in sicurezza statica, in particolare sulle parti strutturali, per la redazione della documentazione obbligatoria atta a comprovare la sicurezza statica del patrimonio edilizio, nonchè per la realizzazione degli interventi necessari al rilascio della suddetta documentazione. Gli interventi relativi all'adozione di misure antisismiche e all'esecuzione di opere per la messa in sicurezza statica devono essere realizzati sulle parti strutturali degli edifici o complessi di edifici collegati strutturalmente e comprendere interi edifici e, ove riguardino i centri storici, devono essere eseguiti sulla base di progetti unitari e non su singole unità immobiliari*.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Da qui si inseriscono i **due articoli principali per il *SISMAbonus*** e la conseguente classificazione.

- Qualora dalla realizzazione degli interventi derivi una riduzione del rischio sismico che determini il passaggio ad **una classe di rischio inferiore**, la detrazione dall'imposta spetta nella misura del **70 per cento** della spesa sostenuta. Ove dall'intervento derivi il passaggio a **due classi di rischio inferiori**, la detrazione spetta nella misura dell'**80 per cento**.

- Qualora gli interventi siano realizzati sulle **parti comuni di edifici condominiali**, le detrazioni dall'imposta spettano, rispettivamente, nella misura del **75 per cento** e dell'**85 per cento**. Le predette detrazioni si applicano su un ammontare delle spese non superiore a **euro 96.000** moltiplicato per il numero delle unità immobiliari di ciascun edificio. Per tali interventi, a decorrere dal 1º gennaio 2017, in luogo della detrazione i soggetti beneficiari possono optare per la **cessione del corrispondente credito** ai fornitori che hanno effettuato gli interventi ovvero ad altri soggetti privati, con la facoltà di successiva cessione del credito (purchè privati, e comunque non a istituti di credito).

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Professionista specializzato

Normativa Tecnica per le Costruzioni

Rilievo strutturale e del danno
Analisi storico-critica
Stato autorizzativo
Campagna diagnostica
Terreno
Modellazioni, previsioni

Indice di rischio

Classe di rischio

Decisione ?

DEMOLIRE e RICOSTRUIRE

Detrazione d'imposta per RISTRUTTURAZIONE

Interventi per MIGLIORARE

Proseguire…

Non fare nulla

Detrazione d'imposta per SPESE TECNICHE

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Professionista specializzato **PROGETTISTA**

Indice di rischio

Classe di rischio
allo stato di fatto

Controllo:

Testo Unico dell'Edilizia

Normativa Tecnica per le Costruzioni

ENTI PREPOSTI

COLLAUDATORE

Professionista specializzato **DIRETTORE dei LAVORI**

Indice di rischio

Classe di rischio
dopo gli interventi

Detrazione d'imposta per SISMAbonus

Migliore della CLASSE di RISCHIO allo stato di fatto

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Edifici in muratura

Metodo semplificato
figura 2 e tabella 4 dell'allegato A

Classe di rischio
allo stato di fatto

Classe di rischio
dopo gli interventi

Detrazione d'imposta per SISMAbonus

Controllo:

Testo Unico dell'Edilizia

Normativa Tecnica per le Costruzioni

ENTI PREPOSTI

PROFESSIONISTA SPECIALIZZATO

Strutture assimilabili a
Capannoni Industriali

OPPURE

Edifici in Cemento Armato
con telai bidirezionali

INTERVENTI
Metodo semplificato
pagina 11 dell'allegato A

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

ALLEGATO B

ASSEVERAZIONE AI SENSI DELL'ART. 4 COMMA 1 DEL DECRETO MINISTERIALE _____

CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA COSTRUZIONE

situata nel COMUNE DI _____, al/ai seguente/i indirizzo/i

_____,

riportata al catasto al Foglio n. _____ Particella/e n. _____ sub. n. _____

Coordinate geografiche di due spigoli opposti della costruzione (WGS 84 - gradi decimali - fuso 32-33)			
Spigolo 1	Lat. |__|__|__|,|__|__|__|__|__|__|__|	Lon. |__|__|__|,|__|__|__|__|__|__|__|	Fuso |__|__|
Spigolo 2	Lat. |__|__|__|,|__|__|__|__|__|__|__|	Lon. |__|__|__|,|__|__|__|__|__|__|__|	Fuso |__|__|

Art. 3

(*Modalità di attestazione*)

2. Il progettista dell'intervento strutturale, ad integrazione di quanto già previsto dal decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 e dal citato decreto 14 gennaio 2008, assevera, secondo i contenuti delle allegate linee guida, la classe di rischio dell'edificio precedente l'intervento e quella conseguibile a seguito dell'esecuzione dell'intervento progettato.

3. Il progetto degli interventi per la riduzione del rischio sismico, contenente l'asseverazione di cui al comma 2, è allegato alla segnalazione certificata di inizio attività da presentare allo sportello unico competente di cui all'articolo 5 del citato decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001, per i successivi adempimenti.

4. Il direttore dei lavori e il collaudatore statico, ove nominato per legge, all'atto dell'ultimazione dei lavori strutturali e del collaudo, attestano, per quanto di rispettiva competenza, la conformità degli interventi eseguiti al progetto depositato, come asseverato dal progettista.

5. L'asseverazione di cui al comma 2 e le attestazioni di cui al comma 4 sono depositate presso il suddetto sportello unico e consegnate in copia al committente, per l'ottenimento dei benefici fiscali di cui all'articolo 16, comma 1-quater, del citato decreto-legge, n. 63 del 2013.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Il sottoscritto _____ nato a _____ residente a _____ in _____ n. _____ C.F. _____ iscritto all'Ordine _____ della Prov. di _____ n. iscriz. _____, consapevole delle responsabilità penali e disciplinari in caso di mendaci dichiarazioni,

PREMESSO

- che è in possesso dei requisiti richiesti dall'art. 3 del Decreto Ministeriale n. ____ del _____,
- che opera nella qualità di tecnico incaricato di effettuare[(1)]:

☐ la Classificazione del Rischio Sismico dello stato di fatto della costruzione sopra individuata;

☐ il progetto per la riduzione del Rischio sismico della costruzione sopra indicata e la relativa Classificazione del Rischio Sismico conseguente l'intervento progettato;

ASSEVERA

LA SEGUENTE DICHIARAZIONE

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Il sottoscritto _____ nato a

Art. 481 Codice Penale. Falsità ideologica in certificati commessa da persone esercenti un servizio di pubblica necessità

Chiunque, nell'esercizio [c.p. 348] di una professione sanitaria o forense, o di un altro servizio di pubblica necessità [c.p. 359], attesta falsamente, in un certificato, fatti dei quali l'atto è destinato a provare la verità, è punito con la reclusione fino a un anno o con la multa da euro 51 a euro 516 [c.p. 31] (1).

Tali pene si applicano congiuntamente se il fatto è commesso a scopo di lucro [c.p. 70, n. 2] (2).

---

(1) La multa risulta così modificata, da ultimo, ai sensi dell'art. 113, L. 24 novembre 1981, n. 689, che modifica il sistema penale.

(2) L'art. 15-quater, D.L. 26 novembre 1980, n. 776, convertito, con modificazioni, in L. 22 dicembre 1980, n. 874, in materia di terremoti, così dispone: «Le pene per i reati previsti dagli articoli 479, 480, 481 e 483 del codice penale, commessi per conseguire benefici disposti a favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici del novembre 1980, sono aumentate fino alla metà. Non si applica la disposizione dell'ultimo comma dell'articolo 69 del codice penale».

relativa Classificazione del Rischio Sismico conseguente l'intervento progettato;

ASSEVERA

LA SEGUENTE DICHIARAZIONE

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Il sottoscritto _____ nato a

residente a _____ in

_____ iscritto

_____ n. iscriz.

ari in caso di mendaci dichiarazioni,

o Ministeriale n. ____ del _____,

Art. 3

L'efficacia degli interventi finalizzati alla riduzione del rischio sismico è asseverata dai professionisti incaricati della progettazione strutturale, direzione dei lavori delle strutture e collaudo statico secondo le rispettive competenze professionali e iscritti ai relativi Ordini o Collegi professionali di appartenenza.

☐ la Classificazione del Rischio Sismico dello stato di fatto della costruzione sopra individuata;

☐ il progetto per la riduzione del Rischio sismico della costruzione sopra indicata e la relativa Classificazione del Rischio Sismico conseguente l'intervento progettato;

ASSEVERA

LA SEGUENTE DICHIARAZIONE

Leggi sulle **COMPETENZE PROFESSIONALI**

Il R.D. 274/1929 nel suo articolo 16, tra le prestazioni che possono svolgere i Geometri riporta: "*progetto, direzione, sorveglianza e liquidazione di costruzioni rurali e di edifici per uso d'industrie agricole, di limitata importanza, di struttura ordinaria, comprese piccole costruzioni accessorie in cemento armato, che non richiedono particolari operazioni di calcolo e per la loro destinazione non possono comunque implicare pericolo per la incolumità delle persone*".

Questi ultimi aspetti sono stati poi ripresi e meglio specificati nel R.D. 2229/1939: "*Ogni opera di conglomerato cementizio semplice od armato, la cui stabilità possa comunque interessare l'incolumità delle persone, deve essere costruita in base ad un progetto esecutivo firmato da un ingegnere, ovvero da un architetto iscritto all'albo*".

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Dalle analisi della costruzione emerge quanto segue:

STATO DI FATTO (prima dell'intervento):

- Classe di Rischio della costruzione[2]: A+ ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐
- Valore dell' indice di sicurezza strutturale (IS-V)[3] : _____ %
- Valore della Perdita Annua Media (PAM)[3] : _____ %
- Linea Guida, utilizzata come base di riferimento per le valutazioni, approvata con D.M. n. ___ del __ __/__ __/20__ __; successivi aggiornamenti del __ __/__ __/20__ __;
- classe di rischio attribuita utilizzando il metodo: convenzionale ☐ semplificato ☐
- si allega la relazione illustrativa dell'attività conoscitiva svolta e dei risultati raggiunti;

[2] *Alla lettera che identifica la Classe di Rischio aggiungere il simbolo (*) se attribuita con il metodo semplificato.*
[3] *Da omettere per attribuzioni effettuate con il metodo semplificato.*

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

STATO CONSEGUENTE L'INTERVENTO PROGETTATO[4]

- Classe di Rischio della costruzione[2]: A+ ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐
- Valore dell' indice di sicurezza strutturale (IS-V)[3] : _____ %
- Valore della Perdita Annua Media (PAM)[3] : _____ %
- Linea Guida, utilizzata come base di riferimento per le valutazioni, approvata con D.M. n. ___ del __ __/__ __/20__ __; successivi aggiornamenti del __ __/__ __/20__ __;
- classe di rischio attribuita utilizzando il metodo: convenzionale ☐ semplificato ☐
- estremi del Deposito/Autorizzazione al Genio Civile, ai sensi delle autorizzazioni in zona sismica, n. _____ del __ __/__ __/20__ __;
- si allega la relazione illustrativa dell'attività conoscitiva svolta e dei risultati raggiunti, inerenti la valutazione relativa alla situazione post- intervento.

(2) *Alla lettera che identifica la Classe di Rischio aggiungere il simbolo (*) se attribuita con il metodo semplificato.*
(3) *Da omettere per attribuzioni effettuate con il metodo semplificato.*
(4) *Sezione da compilare quando si attribuisce la Classe di Rischio in conseguenza della redazione di un progetto di intervento strutturale.*

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

EFFETTO DELLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO CONSEGUITO MEDIANTE L'INTERVENTO PROGETTATO[4]

Gli interventi strutturali progettati consentono una riduzione del Rischio Sismico della costruzione ed il passaggio di un numero di Classi di Rischio, rispetto alla situazione ante opera, pari a: n. 1 classe ☐ n. 2 o più classi ☐

[4] *Sezione da compilare quando si attribuisce la Classe di Rischio in conseguenza della redazione di un progetto di intervento strutturale.*

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

8 classi di rischio dalla A+ alla G

La classificazione può essere condotta secondo **due metodi**, tra loro alternativi, l'uno **convenzionale** e l'altro **semplificato**, quest'ultimo con un ambito applicativo limitato.

Nel caso degli edifici **la Classe di Rischio associata alla singola unità immobiliare coincide con quella dell'edificio** e, comunque, il fattore inerente la sicurezza strutturale deve essere quello relativo alla struttura dell'edificio nella sua interezza. Caso più articolato, ovviamente, è quello relativo agli **aggregati edilizi** in cui l'individuazione dell'unità strutturale è più complessa e per la quale, per semplicità, può farsi riferimento al metodo semplificato nel seguito riportato.

In ogni caso, l'**attribuzione della Classe di Rischio mediante il metodo semplificato è da ritenersi una stima attendibile ma non sempre coerente** con la valutazione ottenuta con il metodo convenzionale, che rappresenta, allo stato attuale, il necessario riferimento omogeneo e convenzionale.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

8 classi di rischio dalla **A+** alla **G**

La classificazione può essere condotta secondo **due metodi**, tra loro

A+

l'altro

ambito

Nel caso

oincide con

quella de

ssere quello

relativo a

te, è quello

relativo ag

ssa e per la

quale, per

to.

In ogni c

ficato è da

ritenersi una stima attendibile ma non sempre coerente con la valutazione ottenuta con il metodo convenzionale, che rappresenta, allo stato attuale, il necessario riferimento omogeneo e convenzionale.

Il **metodo semplificato** si basa su una **classificazione macrosismica dell'edificio**, è indicato per una valutazione speditiva della Classe di Rischio dei **soli edifici in muratura** e può essere utilizzato **sia per una valutazione preliminare indicativa, sia per valutare, limitatamente agli edifici in muratura, la classe di rischio in relazione all'adozione di interventi di tipo locale**.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

[…] Caso più articolato, ovviamente, è quello relativo agli **aggregati edilizi** in cui l'individuazione dell'**unità strutturale** è più complessa e per la quale, per semplicità, può farsi riferimento al metodo semplificato […]

Dall'enciclopedia Treccani:

Aggregato ←→ ***Complessità***

Caratteristica di un sistema (perciò detto complesso), concepito come un *aggregato* organico e strutturato di parti tra loro interagenti, in base alla quale *il comportamento globale del sistema non è immediatamente riconducibile a quello dei singoli costituenti, dipendendo dal modo in cui essi interagiscono*.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

[…] Caso più articolato, ovviamente, è quello relativo agli **aggregati edilizi** in cui l'individuazione dell'**unità strutturale** è più complessa e per la quale, per semplicità, può farsi riferimento al metodo semplificato […]

Dall'enciclopedia Treccani:
Aggregato ←→ ***Complessità***

ma (perciò detto *aggregato* organico interagenti, in base *globale del sistema lucibile a quello dei dal modo in cui essi*

NTC2008 - §8.7 VALUTAZIONE E PROGETTAZIONE IN PRESENZA DI AZIONI SISMICHE

L'US dovrà avere continuità da cielo a terra per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali e, di norma, sarà delimitata o da spazi aperti, o da giunti strutturali, o da edifici contigui strutturalmente ma, almeno tipologicamente, diversi.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Per la determinazione della Classe di Rischio si fa nel seguito riferimento a due parametri: (i) **la Perdita Annuale Media attesa** (**PAM**), che tiene in considerazione le perdite economiche associate ai danni agli elementi, strutturali e non, e riferite al costo di ricostruzione (CR) dell'edificio privo del suo contenuto, e (ii) l'**indice di sicurezza** (**IS-V**) della struttura definito come il rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo (PGA, *Peak Ground Acceleration*) che determina il raggiungimento dello Stato Limite di salvaguardia della Vita(1) (SLV), capacità in PGA – PGA_C, e la PGA che la norma indica, nello specifico sito in cui si trova la costruzione e per lo stesso stato limite, come riferimento per la progettazione di un nuovo edificio, domanda in PGA - PGA_D. L'indice di sicurezza (IS-V) della struttura è meglio noto ai tecnici con la denominazione di "Indice di Rischio"(2).

(1) La verifica dello stato limite di salvaguardia della vita è volta a minimizzare il rischio di perdite umane ma è bene tener presente che tale rischio non può mai ridursi a zero, così come anche con il raggiungimento dello stato limite di danno si potrebbero verificare, seppur in maniera assai più episodica, delle perdite umane.

(2) L'**indice di rischio** è stato introdotto dalla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3362/2004 (GU n. 165 del 16-7-2004), e indicato come α_u, al fine di modulare i finanziamenti statali per gli interventi di riduzione della vulnerabilità sismica delle costruzioni.

Per la determinazione della Classe di Rischio si fa nel seguito riferimento a due parametri: (i) **la Perdita Annuale Media attesa** (**PAM**), che tiene in considerazione le perdite economiche as... ...utturali e non, e riferite al costo di ricostruzione (CR) de... ...e (ii) l'**indice di sicurezza** (**IS-V**) della struttura definito co... ...di picco al suolo (PGA, *Peak Ground Acceleration*) che de... ...GA – ... lo st... ...GA - P... ...di "I...

(1) ... ma è ... nto de... ite un...

(2) L... 004 (G... di riduzione della vulnerabilità sismica delle costruzioni.

IS-V = PGA_C / PGA_D

Rapporto tra capacità e domanda

Indice di rischio – OPCM3362/2004:

Dati di rischio risultanti dalle verifiche (come definiti nell'allegato 2 al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 21 ottobre 2003):

$PGA_{2\%}$ accelerazione al suolo attesa con probabilità 2% in 50 anni;

$PGA_{10\%}$ accelerazione al suolo attesa con probabilità 10% in 50 anni;

$PGA_{50\%}$ accelerazione al suolo attesa con probabilità 50% in 50 anni;

PGA_{CO} accelerazione stimata di collasso della struttura;

PGA_{DS} accelerazione stimata di danno severo;

PGA_{DL} accelerazione stimata di danno lieve.

Il parametro **α_u** è considerato un **indicatore del rischio di collasso**

$$\alpha_u = PGA_{CO} / PGA_{2\%}$$

ovvero, in alternativa:

$$\alpha_u = PGA_{DS} / PGA_{10\%}$$

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Laddove si preveda l'**esecuzione di interventi volti alla riduzione del rischio**, l'attribuzione della Classe di Rischio pre e post intervento deve essere effettuata utilizzando il **medesimo metodo** e con le **stesse modalità di analisi e di verifica**, tra quelle consentite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Medesimo metodo:

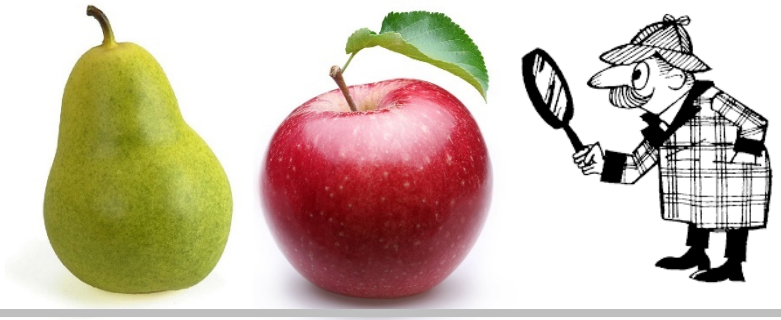
D.M.65 – Metodo CONVENZIONALE oppure SEMPLIFICATO

Stesse modalità di analisi e di verifica:

NTC2008 – §8.3 Valutazione della sicurezza – ***Livelli di conoscenza***

NTC2008 - §2 Sicurezza e prestazioni attese

NTC2008 – §7.3 Metodi di analisi e criteri di verifica



Gli interessi del MERCATO IMMOBILIARE potrebbero essere diversi da quelli del cittadino

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Nel caso di valutazioni finalizzate all'esecuzione di interventi sugli edifici volti alla riduzione del rischio, **è consentito l'impiego del metodo semplificato, nei soli casi in cui si adottino interventi di rafforzamento locale**; in tal caso **è ammesso il passaggio di una sola Classe di Rischio**.

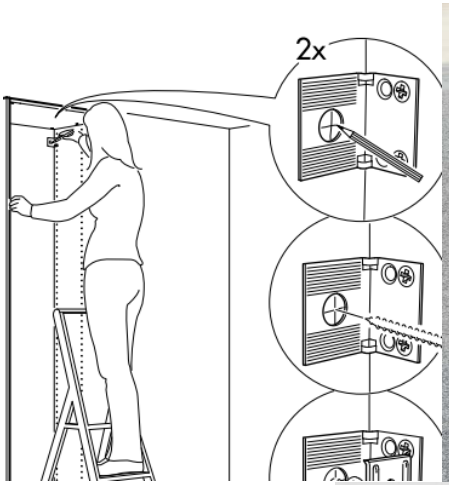
Interventi di rafforzamento locale:

NTC2008 – §8.4.3 Riparazione o intervento locale

[Circ617] Rientrano in questa tipologia **tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali** (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidezza o di peso.

Sostituzione di coperture e solai / **Interventi di ripristino o rinforzo delle connessioni tra elementi strutturali diversi** (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di **catene/tiranti**) / Variazione della configurazione di un elemento strutturale, attraverso la sua sostituzione o un rafforzamento localizzato (ad esempio l'**apertura di un vano in una parete muraria**, accompagnata da opportuni rinforzi).

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



Il presente documento disciplina aspetti ormai consolidati in termini di mitigazione del rischio e tratta, solo marginalmente nel §2.2 (metodo semplificato), i casi degli interventi che, pur mitigando significativamente il rischio, non sono ad oggi quantificabili/certificabili univocamente in termini di benefici apportati.

Tali interventi, come ad esempio un'idonea sistemazione dei controsoffitti al fine di scongiurarne la caduta in caso di sisma, ecc., sono auspicabili e auspicati ma l'attuale mancanza di procedure omogenee che ne quantifichino i contributi positivi, in termini sia di perdite (economiche) annue medie attese sia di incidenza sulla salvaguardia della vita, non ne consente al momento la trattazione.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

PERICOLOSITÀ SISMICA

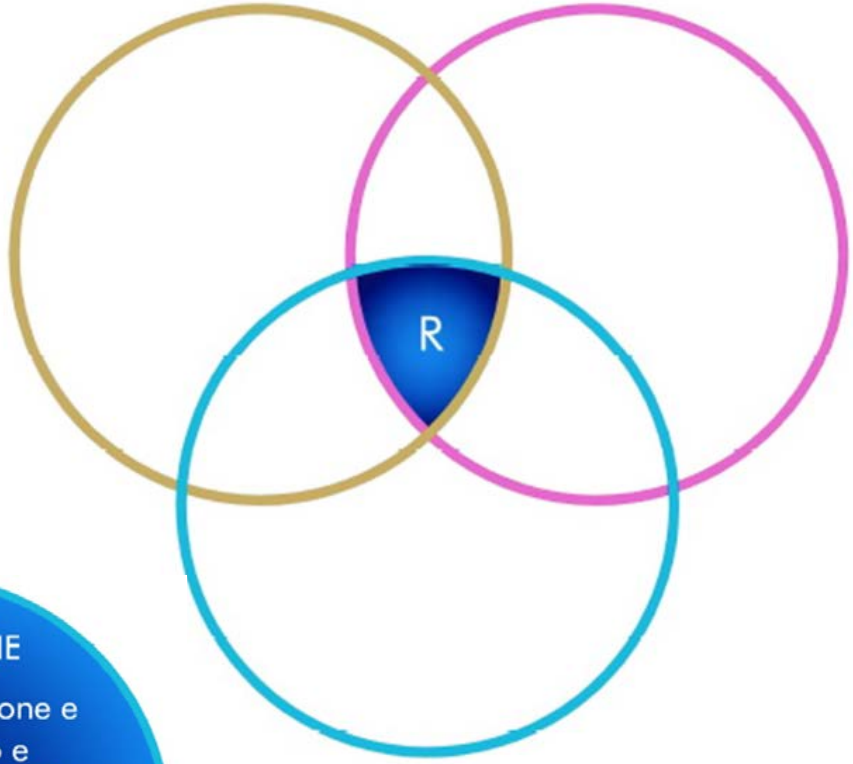
probabilità che in un dato luogo ed entro un certo periodo di tempo si verifichi un terremoto di una determinata potenza (magnitudo)

VULNERABILITÀ

tendenza di una struttura a subire un danno di un determinato livello a fronte di un terremoto di una data intensità

ESPOSIZIONE

presenza di persone e beni a rischio e conseguente possibilità di subire un danno (in vite umane, economico, agli edifici, ai beni culturali, alle infrastrutture, ecc...)



NOTA:

Il documento *classifica unicamente la vulnerabilità e non il rischio*.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

In entrambi i metodi (**CONVENZIONALE** e **SEMPLIFICATO**) è fatto utile riferimento al parametro **PAM**, che può essere assimilato al **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 CR**.

Esso può essere valutato, così come previsto per l'applicazione del metodo convenzionale, come l'**area sottesa alla curva rappresentante le perdite economiche dirette, in funzione della frequenza media annua di superamento (pari all'inverso del periodo medio di ritorno) degli eventi che provocano il raggiungimento di uno stato limite per la struttura**. Tale curva, in assenza di dati più precisi, può essere discretizzata mediante una spezzata. **Minore sarà l'area sottesa da tale curva, minore sarà la perdita media annua attesa (PAM)**.

In entrambi i metodi (**CONVENZIONALE** e **SEMPLIFICATO**) è fatto utile riferimento al parametro **PAM**, che può essere assimilato al **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 CR**.

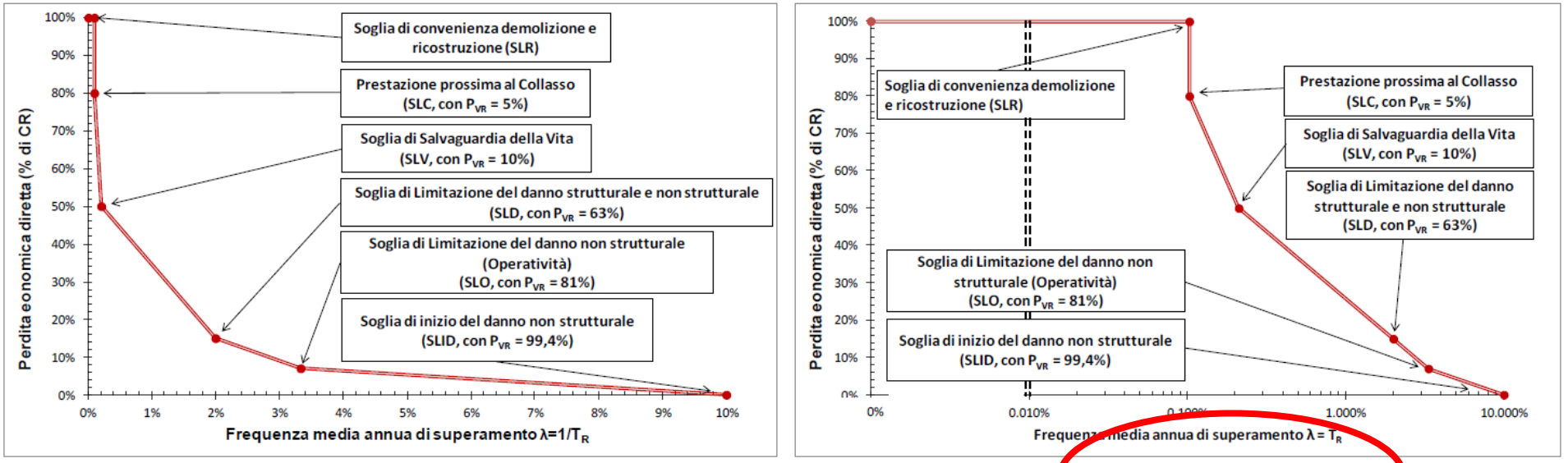


Figura 1– *Andamento della curva che individua il PAM, riferito a una costruzione con vita nominale 50 anni e appartenente alla classe d'uso II. Nell'immagine a destra, per meglio individuare i punti prossimi all'asse delle ordinate, le ascisse sono in scala logaritmica.*

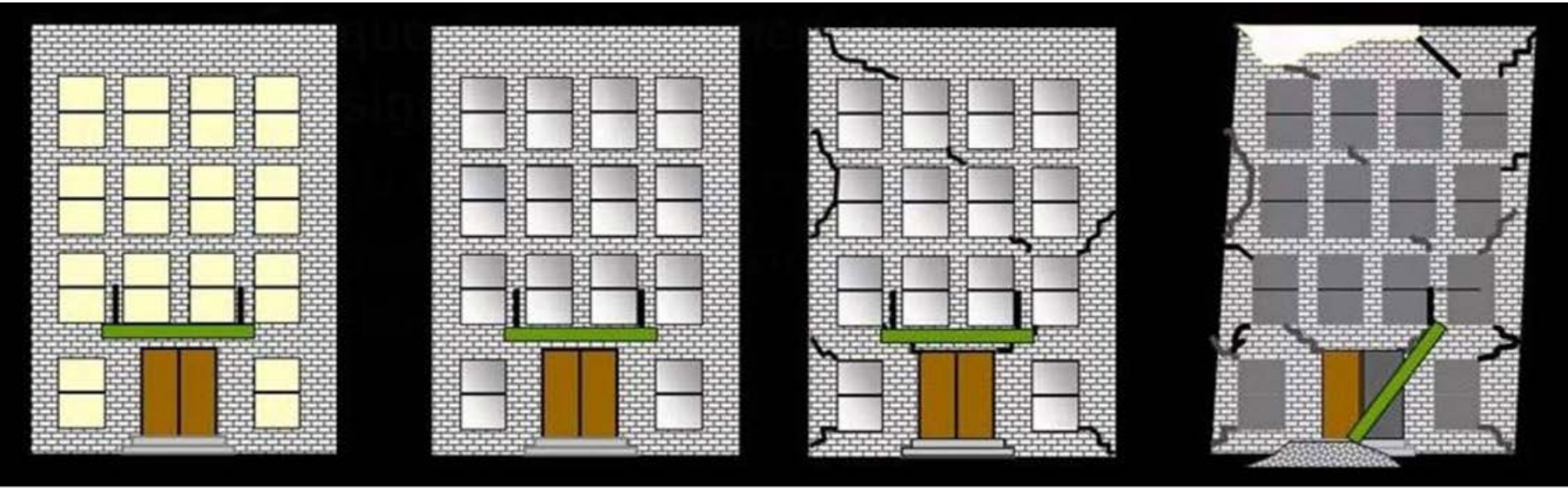
Il **metodo convenzionale** è concettualmente applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione, è basato sull'applicazione dei **normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche** e consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto sia nello stato conseguente all'eventuale intervento.

Assegna alla costruzione in esame una **Classe di Rischio** in funzione di

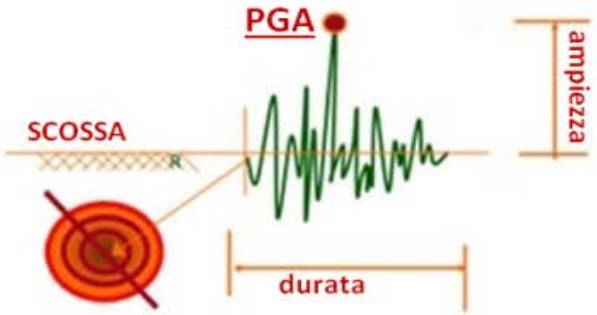
- *parametro economico* ***PAM***
- *indice di sicurezza della struttura* ***IS-V***

Per il calcolo di tali parametri (entrambi sono grandezze adimensionali, nel seguito espresse in %) è necessario calcolare, facendo riferimento al sito in cui sorge la costruzione in esame, **le accelerazioni di picco al suolo per le quali si raggiungono gli stati limite** SLO, SLD, SLV ed SLC, utilizzando le usuali verifiche di sicurezza agli stati limite previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Esso è dunque applicabile a tutti i tipi di costruzione previsti dalle suddette Norme Tecniche.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



Stato Limite di OPERATIVITA'	Stato Limite di DANNO	Stato Limite di SALVAGUARDIA della VITA	Stato Limite di PREVENZIONE del COLLASSO



peak ground acceleration

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Valori di riferimento per la definizione delle Classi PAM – *tabella 1*

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

< *Costruzioni **2, 3***
< *Costruzione **1***

Costruzione 1 - periodo di riferimento V_R = 50 anni - prestazioni pari ai minimi da NTC per un edificio di **nuova costruzione** - valore di PAM pari a 1,13% - classe **PAM B**

Costruzione 2 - periodo di riferimento V_R = 75 anni - prestazioni pari ai minimi da NTC per un edificio di **nuova costruzione** - valore di PAM pari a 0,87% - classe **PAM A**

Costruzione 3 - periodo di riferimento V_R = 100 anni - prestazioni pari ai minimi da NTC per un edificio di **nuova costruzione** - valore di PAM pari a 0,74% - classe **PAM A**

[*Cap. 2.4.1 NTC2008*]
La **vita nominale** di un'opera strutturale **VN** 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.

[*Cap. 2.4.1 Circ617*]
La **vita nominale** di una costruzione è la durata alla quale deve farsi espresso riferimento in sede progettuale, con riferimento alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionare le strutture ed i particolari costruttivi, nella scelta dei materiali e delle eventuali applicazioni e delle misure protettive per garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità.
Nelle previsioni progettuali dunque, se le condizioni ambientali e d'uso sono rimaste nei limiti previsti, non prima della fine di detto periodo saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria per ripristinare le capacità di durata della costruzione.
L'effettiva durata della costruzione non è valutabile in sede progettuale, venendo a dipendere da eventi futuri fuori dal controllo del progettista. Di fatto, la grande maggioranza delle costruzioni ha avuto ed ha, anche attraverso successivi interventi di ripristino manutentivo, una durata effettiva molto maggiore della vita nominale quantificata nelle NTC.

Tabella 2.4.I – *Vita nominale* V_N *per diversi tipi di opere*

	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

[*Cap. 2.4.2 NTC2008*]

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in **classi d'uso** così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

[*Cap. 2.4.3 NTC2008*]

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un **periodo di riferimento V_R** che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U : $V_R = V_N * C_U$

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

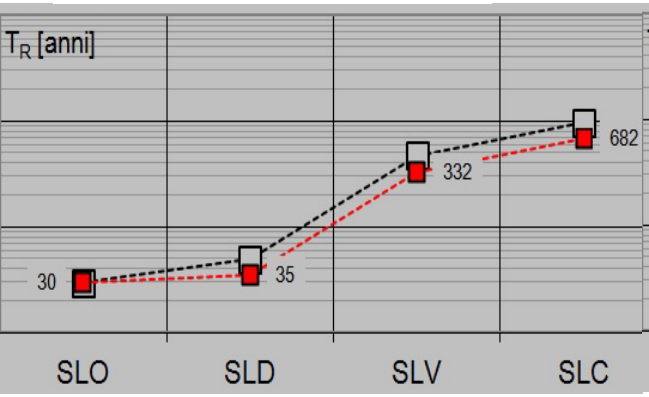
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

[*Cap. 2.4.3 Circ617*]

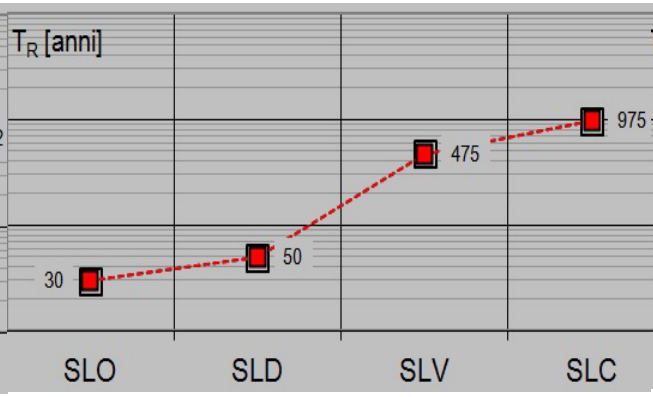
Il **VR** di una costruzione è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento corrispondente allo stato limite considerato, il **periodo di ritorno T_R dell'azione sismica** cui fare riferimento per la verifica.

Ritenere accettabile un **LIVELLO di RISCHIO**

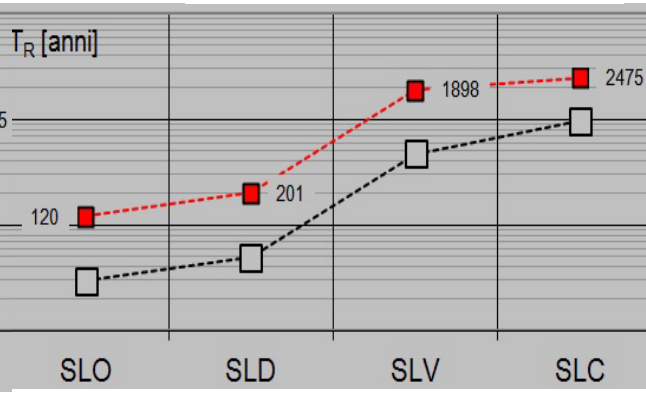
Vita nominale 50
Coefficiente d'uso 0,7



Vita nominale 50
Coefficiente d'uso 1



Vita nominale 100
Coefficiente d'uso 2

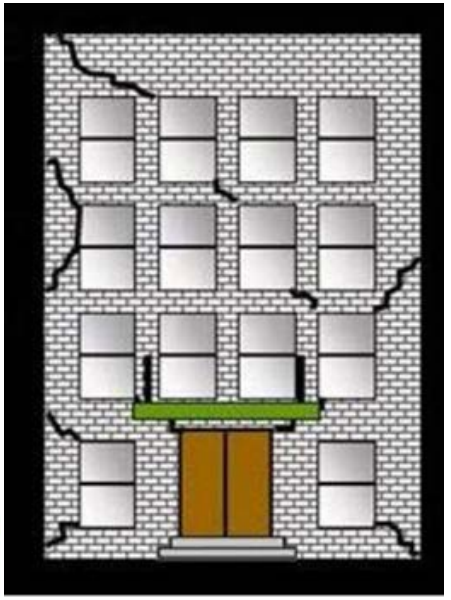


CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

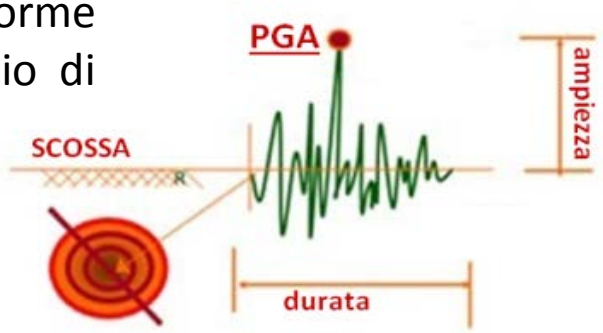
Valori di riferimento per l'indice di sicurezza IS-V – *tabella 2*

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

< *Costruzione* ***1***



Costruzione 1 - Capacità, in termini di **accelerazione di picco al suolo associata allo SLV** pari a quella richiesta dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni per un edificio di nuova costruzione.



Stato Limite di SALVAGUARDIA della VITA

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

Per la valutazione della Classe PAM e della Classe IS-V della costruzione in esame, necessarie per l'individuazione della Classe di Rischio, **è sufficiente fare uso dei metodi indicati dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni**, procedendo con i seguenti passi:

1) Si effettua l'**analisi della struttura** e si determinano i **valori delle accelerazioni al suolo di capacità, $PGA_c(SL_i)$**, che inducono il raggiungimento degli stati limite indicati dalla norma (SLC, SLV, SLD, SLO). E' possibile, in via semplificata, effettuare le verifiche limitatamente[3] allo SLV (stato limite per la salvaguardia della vita) ed allo SLD (stato limite di danno).

[3] Laddove si valuti il PAM ricorrendo alla determinazione dei punti corrispondenti a soli due stati limite, ai λ degli altri due stati limite potranno essere attribuiti i valori: $\lambda_{SLO} = 1{,}67\lambda_{SLD}$, $\lambda_{SLC} = 0{,}49\lambda_{SLV}$.

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

Per la valutazione della Classe PAM e della Classe IS-V della costruzione in esame, necessarie per l'individuazione della Classe di Rischio, **è sufficiente fare uso dei metodi indicati dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni**, procedendo con i seguenti passi:

1) Si ef…**suolo di capacità**…na (SLC, SLV, SLD…allo SLV (stato li…

NTC2008 - §8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA:

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettui la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente.
Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC).

(3) Laddove si valuti il PAM ricorrendo alla determinazione dei punti corrispondenti a soli due stati limite, ai λ degli altri due stati limite potranno essere attribuiti i valori: $\lambda_{SLO} = 1{,}67\lambda_{SLD}$, $\lambda_{SLC} = 0{,}49\lambda_{SLV}$.

NTC2008

7.3.7 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali, degli elementi non strutturali e degli impianti si effettuano rispettivamente in termini di resistenza, di contenimento del danno e di mantenimento della funzionalità.

7.3.7.1 Verifiche degli elementi strutturali in termini di resistenza

Per costruzioni di Classe III e IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali, inclusi nodi e connessioni tra elementi, deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_d) calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo *SLD* (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) ed attribuendo ad η il valore di 2/3, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_d). calcolato secondo le regole specifiche indicate per ciascun tipo strutturale nel Cap. 4 con riferimento alle situazioni eccezionali.

NTC2008

7.3.7 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali, degli elementi non strutturali e degli impianti si effettuano rispettivamente in termini di resistenza, di contenimento del danno e di mantenimento della funzionalità.

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55 \, , \qquad (3.2.6)$$

7.3.

Per ... ti gli

el ... di

pr ... nti

al ... te

va ... un

ti

NTC2008 § *3.2.3.2.1*
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

$$0 \leq T < T_B \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \leq T < T_C \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right) \qquad (3.2.4)$$

$$T_D \leq T \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

NTC2008

7.3.7.2 Verifiche degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo *SLD* (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori ai limiti indicati nel seguito

a) per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa

$$d_r < 0{,}005\ h \qquad (7.3.16)$$

b) per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano d_{rp} , per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura:

$$d_r \leq d_{rp} \leq 0{,}01\ h \qquad (7.3.17)$$

c) per costruzioni con struttura portante in muratura ordinaria

$$d_r < 0{,}003\ h \qquad (7.3.18)$$

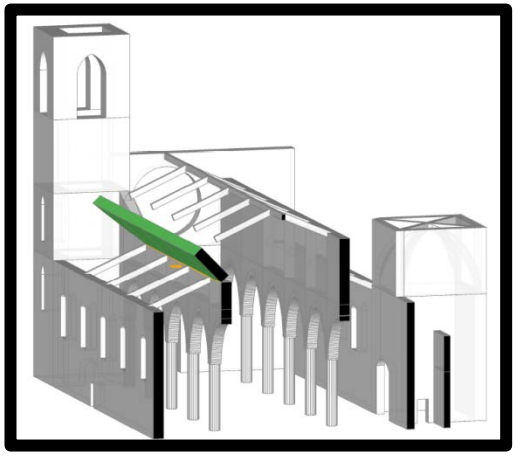
d) per costruzioni con struttura portante in muratura armata

$$d_r < 0{,}004\ h \qquad (7.3.19)$$

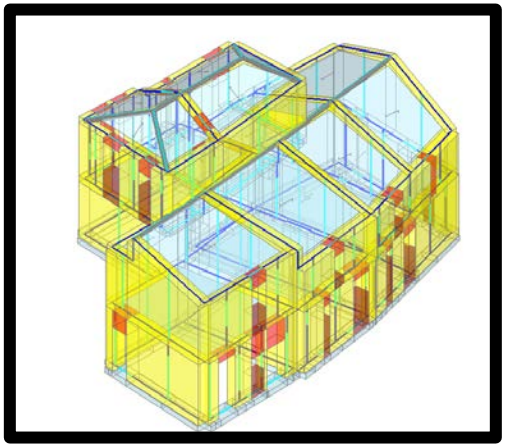
Se abbiamo un edificio in muratura, magari «vecchio»…

Comportamento locale

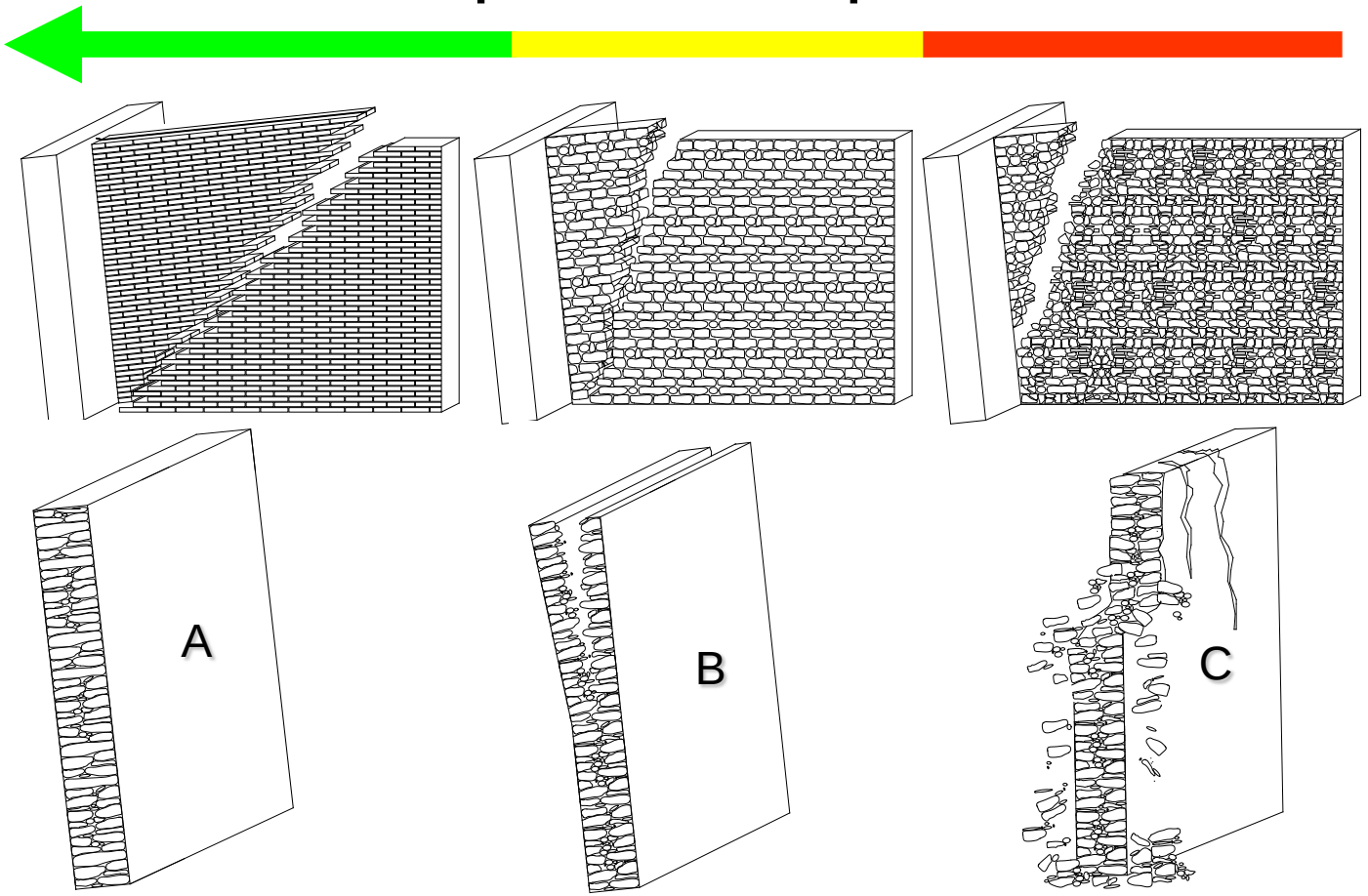
Comportamento cinematico



Comportamento globale



Comportamento «a pannello»



PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

2) Note le **accelerazioni al suolo PGAC**, che producono il raggiungimento degli stati limite sopra detti, si determinano i **corrispondenti periodi di ritorno TrC**, associati ai terremoti che generano tali accelerazioni.
In assenza di più specifiche valutazioni, il passaggio dalle PGAC ai valori del periodo di ritorno possono essere eseguiti utilizzando la seguente relazione[4]:

$$T_{RC} = T_{RD} (PGA_C/PGA_D)^{\eta} \quad \text{con } \eta = 1/0{,}41.$$

3) Per ciascuno dei periodi sopra individuati, si determina il valore della frequenza media annua di superamento **$\lambda = 1/T_{RC}$**.
E' utile sottolineare che, per il calcolo del tempo di ritorno TrC associato al raggiungimento degli stati limite di esercizio (SLD ed SLO) è necessario assumere il valore minore tra quello ottenuto per tali stati limite e quello valutato per lo stato limite di salvaguardia della vita. Si assume, di fatto, che non si possa raggiungere lo stato limite di salvaguardia della vita senza aver raggiunto gli stati limite di operatività e danno.

(4) La relazione fornita è media sull'intero territorio nazionale; per riferirsi più puntualmente all'intensità sismica di appartenenza si possono utilizzare le formule appresso riportate, con riferimento all' accelerazione massima su roccia a_g. I valori sono: $\eta = 1/0{,}49$ per $a_g \geq 0{,}25g$; $\eta = 1/0{,}43$ per $0{,}25g \geq a_g \geq 0{,}15$ g; $\eta = 1/0{,}356$ per $0{,}15g \geq a_g \geq 0{,}05$ g; $\eta = 1/0{,}34$ per $0{,}05$ g $\geq a_g$

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

2) Note le **accelerazioni al suolo PGAC**, che producono il raggiungimento degli stati limite sopra detti, si determinano i **corrispondenti periodi di ritorno TrC**, associati ai terremoti che generano tali accelerazioni.
In assenza di più specifiche valutazioni, il passaggio dalle PGAC ai valori del periodo di ritorno possono essere eseguiti utilizzando la seguente relazione(4):

$$T_{RC} = T_{RD}\,(PGA_C/PGA_D)^{\eta} \qquad \text{con } \eta = 1/0{,}41.$$

3) Per ciascuno dei periodi sopra individuati, si determina il valore della frequenza media annua di superamento

$$T_{rc}(SLV) = T_{rd}(SLV)\left(\frac{PGA_c(SLV)}{PGA_d(SLV)}\right)^{\eta}$$

$$T_{rc}(SLD) = \min\left[T_{rd}(SLD)\left(\frac{PGA_c(SLD)}{PGA_d(SLD)}\right)^{\eta};T_{rc}(SLV)\right]$$

E' utile sc…nento degli stati limit…o ottenuto per tali st…assume, di fatto, che…r raggiunto gli stati lir…

(4) La relazion…ppartenenza si possono u…: η= 1/0,49 per $a_g \geq 0{,}25g$; η = 1/0,43 per $0{,}25g \geq a_g \geq 0{,}15$ g; η = 1/0,356 per $0{,}15g \geq a_g \geq 0{,}05$ g; η = 1/0,34 per $0{,}05\ g \geq a_g$

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

4) Si definisce **Stato Limite di Inizio Danno (SLID)**, quello a cui è comunque associabile una perdita economica nulla in corrispondenza di un evento sismico e il cui periodo di ritorno è assunto, convenzionalmente, pari a 10 anni, ossia $\lambda = 0{,}1$.

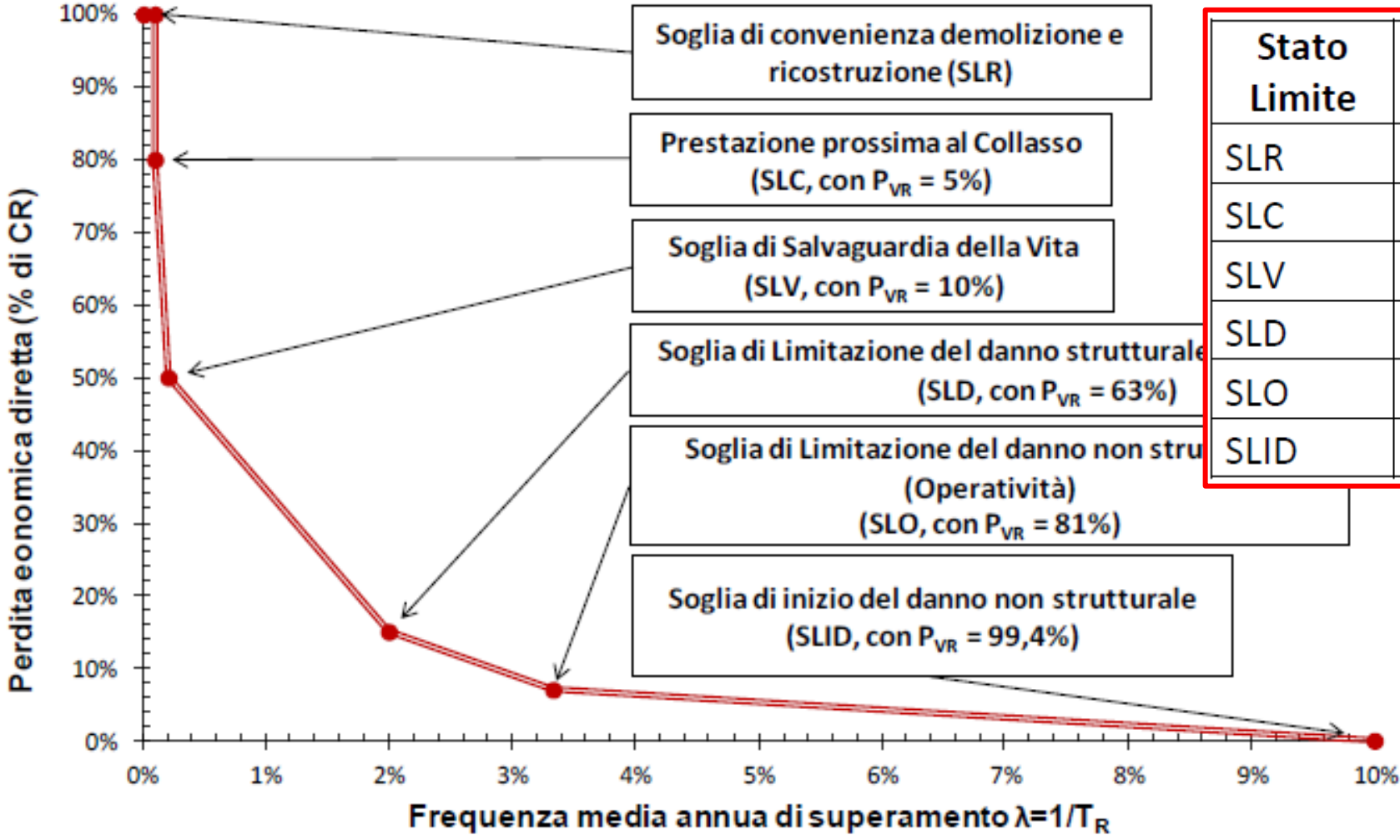
5) Si definisce **Stato Limite di Ricostruzione (SLR)** quello a cui, stante la criticità generale che presenta la costruzione al punto da rendere pressoché impossibile l'esecuzione di un intervento diverso dalla demolizione e ricostruzione, è comunque associabile una perdita economica pari al 100%. Convenzionalmente si assume che tale stato limite si manifesti in corrispondenza di un evento sismico il cui periodo di ritorno è pari a quello dello Stato Limite dei Collasso (SLC).

6) Per ciascuno degli stati limite considerati si associa al corrispondente valore di λ il valore della percentuale di costo di ricostruzione secondo la seguente tabella 3[(5)]

[(5)] I valori riportati in tabella fanno riferimento a situazioni tipiche di edifici con struttura in c.a. e in muratura per civile abitazione e hanno pertanto carattere di convenzionalità per edifici con caratteristiche diverse, come ad esempio quelli in cui le opere di finitura e le componenti impiantistiche hanno carattere preponderante nella valutazione dei costi. Successive implementazioni delle presenti linee guida potranno definire in maniera più puntuale il trattamento di tali situazioni.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V – *tabella 3*



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

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

7) Si valuta il PAM (in valore percentuale), ovvero **l'area sottesa alla spezzata individuata dalle coppie di punti (λ, RC) per ciascuno dei sopra indicati stati limite**, a cui si aggiunge il punto (λ=0, RC=100%), mediante la seguente:

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

dove l'indice "*i*" rappresenta il generico stato limite (i=5 per lo SLC e i=1 per lo SLID)[6].

8) Si individua la Classe PAM, mediante la tabella 1 che associa la classe all' intervallo di valori assunto dal PAM.

[6] 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 $\lambda(SLD) = \min[\lambda(SLD), \lambda(SLV)]$, $\lambda(SLO) = \min[\lambda(SLO), \lambda(SLV)]$.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

7) Si valuta il PAM (in valore percentuale), ovvero l'area sottesa alla spezzata individuata dalle c… o (λ…

d…

8 …ri a…

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

(6) 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 $\lambda(SLD) = \min[\lambda(SLD), \lambda(SLV)]$, $\lambda(SLO) = \min[\lambda(SLO), \lambda(SLV)]$.

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

9) Si determina l'**indice di sicurezza per la vita IS-V**, ovvero il rapporto tra la PGA_C (di capacità) che ha fatto raggiungere al fabbricato lo stato limite di salvaguardia della vita umana e la PGA_D (di domanda) del sito in cui è posizionato la costruzione, con riferimento al medesimo stato limite.

10) Si individua la Classe IS-V, mediante la tabella 2 che associa la classe all'intervallo di valori assunto dall'Indice di sicurezza per la vita IS-V, valutato come rapporto tra la PGA_C (SLV) e PGA_D(SLV).

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

9) Si determina l'**indice di sicurezza per la vita IS-V**, ovvero il rapporto tra la PGA_C (di capacità) che
PGA_D
(di
tato
limi

10)
alori
assu
V) e
PGA

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

PROCEDIMENTO per la valutazione di PAM e IS-V

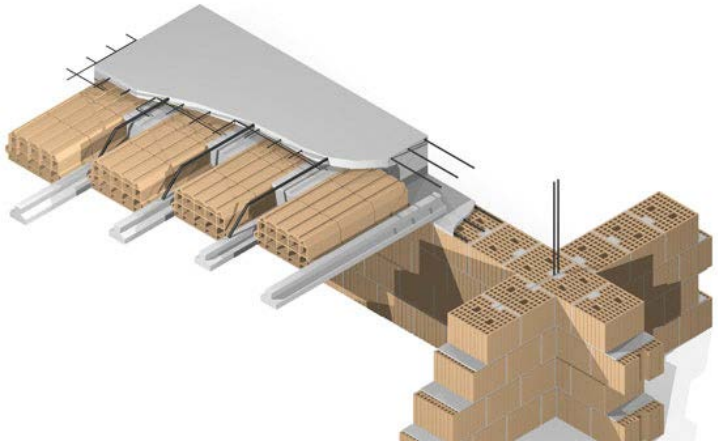
9) Si determina l'**indice di sicurezza per la vita IS-V**, ovvero il rapporto tra la PGA_C (di capacità) che ha fatto raggiungere al fabbricato lo stato limite di salvaguardia della vita umana e la PGA_D (di domanda) del sito in cui è posizionato la costruzione, con riferimento al medesimo stato limite.

10) Si individua la Classe IS-V, mediante la tabella 2 che associa la classe all'intervallo di valori assunto dall'Indice di sicurezza per la vita IS-V, valutato come rapporto tra la PGA_C (SLV) e PGA_D(SLV).

11) Si individua la Classe di Rischio[(7)] della costruzione come la peggiore tra la Classe PAM e la Classe IS-V.

[(7)] Può accadere che la classe di rischio individuata per lo specifico costruzione non la rappresenti in modo corretto, specie se i valori dei parametri che definiscono le due tipologie di classi, da cui discende la classe di rischio, cadono in prossimità degli estremi degli intervalli.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



Verifica di ogni elemento che compone la struttura. **La Resistenza di progetto deve essere almeno pari all'effetto delle azioni (sollecitazione).**

$$R_d \geq E_d$$

CONOSCENZA dell'edificio

↕

AZIONE sismica
AZIONI agenti sull'edificio

↓

Scelta dello SCHEMA DI CALCOLO

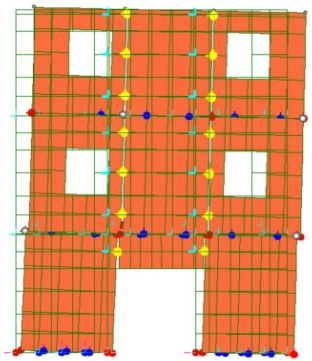
↓

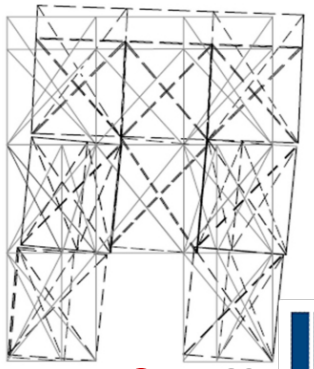
MODELLAZIONE

↓

SOLLECITAZIONI agenti

CONOSCENZA DELL'EDIFICIO ! ! !





ESITO DI UNA VERIFICA DI SICUREZZA (esempio)

Per tutti gli elementi strutturali, per gli spostamenti di interpiano, e per le fondazioni occorre effettuare una ricerca del moltiplicatore dei coefficienti di combinazione sismici per individuare il moltiplicatore che fornisce per la verifica considerata (pressoflessione, taglio, nodo, resistenze delle fondazioni, raggiungimento del drift di piano limite) un coefficiente di sicurezza unitario. Se la verifica non è raggiunta sotto l'azione dei soli carichi gravitazionali sismici il moltiplicatore è ovviamente nullo.

Caratteristiche dell'edificio in esame:
Vita nominale: **$V_N \geq 50$ anni**
Classe d'uso: **II (seconda)**
Coefficiente d'uso: $C_U = 1{,}0$
Periodo di rif. per l'azione sismica: $V_R = V_N * C_U = 50$

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,065	2,427	0,266
SLD	50	0,082	2,420	0,276
SLV	475	0,196	2,452	0,314
SLC	975	0,247	2,505	0,323

Rottura a pressoflessione nel piano ortogonale - Maschio 1 "Fondazione - Sottotetto"
combinazione SLV 5
tempo di ritorno 26 anni
indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.304

Spostamento limite di interpiano
combinazione SLD 4 tra Nodo 16 e Nodo 6143
tempo di ritorno 104 anni
indicatore iTr=(Tr/Tr,SLDrif)^.41 = 1.35

MODULARIO P.C.M. - P.C. - 8

Presidenza del Consiglio dei Ministri

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

Ufficio Valutazione, prevenzione e mitigazione del rischio sismico

Prot. N° .....

Risposta al Foglio del .....

N° .....

Presidenza del Consiglio dei Ministri
DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE
Prot n° DPC/SISM/0083283 Mod. 8
del 04/11/2010
------- USCITA -------
Roma, ...

Alle Amministrazioni in Allegato

Oggetto: Chiarimenti sulla gestione degli esiti delle verifiche sismiche condotte in ottemperanza all'art. 2, comma 3 dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 23 marzo 2003.

... **RICORDIAMOCI CHE**, gli interventi sono **necessari e improcrastinabili** nel caso in cui non siano soddisfatte le verifiche relative alle azioni controllate dall'uomo, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio; più complessa è la situazione che si determina nel momento in cui si manifesti l'inadeguatezza di un'opera rispetto alle azioni ambientali, non controllabili dall'uomo e soggette ad ampia variabilità nel tempo ed incertezza nella loro determinazione. Per le problematiche connesse, non si può pensare di imporre l'obbligatorietà dell'intervento o del cambiamento di destinazione d'uso o, addirittura, la messa fuori servizio dell'opera, non appena se ne riscontri l'inadeguatezza. Le decisioni da adottare dovranno necessariamente essere calibrate sulle singole situazioni (in relazione alla gravità dell'inadeguatezza, alle conseguenze, alle disponibilità economiche e alle implicazioni in termini di pubblica incolumità).

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

QUINDI:

Un simile approccio è stato adottato dalla Regione Emilia – Romagna, il cui Comitato Tecnico –Scientifico, presieduto dal prof. Petrini, si è pronunciato come segue nella seduta del 27 luglio 2010: *Il CTS: nel caso di inadeguatezza rispetto alle azioni sismiche (e, in generale, rispetto alle azioni naturali, non controllabili dall'uomo), ferme restando le responsabilità, le facoltà decisionali ed i molteplici fattori da considerare nella definizione delle scelte a valle delle verifiche (secondo le indicazioni della citata Circolare ministeriale n. 617/2009), nonché al fine di garantire omogeneità di comportamenti su scala regionale, per evitare atteggiamenti inopportuni (sia per eccessiva che per insufficiente cautela) e per offrire un supporto oggettivo a chi (proprietari, strutture di controllo, etc.) deve prendere o giudicare decisioni, ritiene opportuno chiarire il concetto di* ***"gravità dell'inadeguatezza" commisurata alla "vita nominale restante"****, anche in relazione ai diversi livelli di sicurezza ammessi dalla norma per le costruzioni esistenti (……). Questo concetto rappresenta, allo stato attuale, non soltanto il principale elemento di valutazione su cui basare le scelte ma anche il solo a cui si possa conferire un sufficiente grado di oggettività ed il solo a poter effettivamente essere di ausilio nella programmazione di un graduale miglioramento delle condizioni di sicurezza del patrimonio immobiliare esistente. (……). In merito alla gravità dell'inadeguatezza commisurata alla vita nominale restante, si può ipotizzare che la* ***vita nominale restante sia il tempo entro il quale si attiva l'intervento che pone rimedio alla specifica inadeguatezza****. A rigore, tale definizione ha senso solo in relazione alla tutela economica della costruzione e non anche della tutela delle persone e/o dei beni da essa ospitati. Tuttavia, essa è la sola che consenta una programmazione degli interventi nel tempo (dando per scontata l'impossibilità di adeguare in tempi rapidi l'intero patrimonio immobiliare) con un fondamento tecnico-scientifico che leghi la programmazione stessa alla gravità delle carenze strutturali. Ciò*

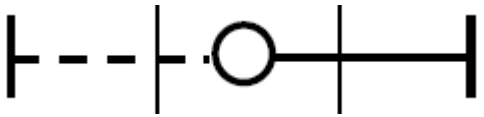
PROCEDIMENTO per il METODO SEMPLIFICATO

Alternativamente al metodo convenzionale, **limitatamente alle tipologie in muratura**, l'attribuzione della Classe di Rischio ad un edificio può essere condotta facendo riferimento alla procedura descritta nel seguito[8].

Nello specifico si determina, **sulla base delle caratteristiche della costruzione**, la Classe di Rischio di appartenenza a partire dalla classe di vulnerabilità definita dalla Scala Macrosismica Europea (EMS).

L'EMS-98 individua **7 tipologie di edifici in muratura** (identificate principalmente in base alla struttura verticale) e fissa la vulnerabilità media di ciascuna individuando **6 classi di vulnerabilità, qui indicate con V1 … V6**, (da non confondersi con le Classi di Rischio A ÷ G), con vulnerabilità crescente dal pedice 1 al pedice 6.

L'EMS-98 individua, per ogni tipologia e ogni classe di vulnerabilità, il valore più credibile (cerchio) e la dispersione intorno a tale valore, espressa con i valori più probabili (linee continue) e meno probabili o addirittura eccezionali (linee tratteggiate).



[8] CONSEIL DE L'EUROPE, *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15*, European Macroseismic Scale 1998, Editor G. GRÜNTHAL, Luxembourg 1998.

Tipologia di struttura		Classe di vulnerabilità					
		V_6 ($\equiv A_{EMS}$)	V_5 ($\equiv B_{EMS}$)	V_4 ($\equiv C_{EMS}$)	V_3 ($\equiv D_{EMS}$)	V_2 ($\equiv E_{EMS}$)	V_1 ($\equiv F_{EMS}$)
MURATURA	Muratura di pietra senza legante (a secco)	○					
	Muratura di mattoni di terra cruda (adobe)	○	—				
	Muratura di pietra sbozzata	○	- - -	○			
	Muratura di pietra massiccia per costruzioni monumentali		○	- - -	—		
	Muratura di mattoni e pietra lavorata	○	- - -	○	- - -		
	Muratura di mattoni e solai di rigidezza elevata		○	—	○	- - -	
	Muratura rinforzata e/o confinata			○	- - -	○	—

Figura 2 – *Approccio semplificato per l'attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura*

PROCEDIMENTO per il METODO SEMPLIFICATO

La valutazione della classe di vulnerabilità, necessaria per la determinazione della Classe di Rischio della costruzione in esame mediante il metodo semplificato, deve essere condotta in due passi successivi:

1- determinazione della tipologia strutturale che meglio descrive la costruzione in esame e della classe di vulnerabilità media (**valore più credibile**) associata;

2- valutazione dell'eventuale scostamento dalla classe media a causa di un elevato degrado, di una scarsa qualità costruttiva o della presenza di peculiarità che possono innescare meccanismi di collasso locale per valori particolarmente bassi dell'azione sismica e aumentare la vulnerabilità globale.

Per la determinazione della classe di vulnerabilità media e per la valutazione dell'eventuale scostamento, utile riferimento può essere fatto alle indicazioni riportate in tabella 4. Si sottolinea come, nell'ambito di queste linee guida**, sia previsto lo scostamento dalla classe media solo nel verso di un aumento della vulnerabilità**.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

PROCEDIMENTO per il METODO SEMPLIFICATO – *tabella 4*

TIPOLOGIA STRUTTURALE INERTI / MAGLIA MURARIA	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNE-RABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PAS-SAGGIO DI CLASSE
pietra grezza	• Legante di cattiva qualità e/o assente • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti	V_6			
mattoni di terra cruda (adobe)	• Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti • Eventuale presenza di telai di legno	V_6			
pietra sbozzata	• Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature). • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti	V_5	Ribaltamento delle pareti	• 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	• Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti	V_5			
pietra massiccia per costruzioni monumentali	• Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio	V_4	Meccanismi parziali o di piano		da V_4 a V_5

PROCEDIMENTO per il METODO SEMPLIFICATO – *tabella 4*

TIPOLOGIA STRUTTURALE INERTI / MAGLIA MURARIA	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNE-RABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PAS-SAGGIO DI CLASSE
mattoni + solai d'elevata rigidezza nel proprio piano medio	• Funzionamento scatolare della costruzione • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio ben collegati alla muratura	V_4	Ribaltamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano	• 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	• Elevata qualità delle 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 rigidezza nel proprio piano medio	V_3	Meccanismi dovuti, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la duttilità globale	• 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

PROCEDIMENTO per il METODO SEMPLIFICATO – *tabella 5*

La classe di vulnerabilità, in relazione alla pericolosità del sito in cui è localizzato l'edificio, corrisponde a una Classe di Rischio. Per semplicità, la pericolosità del sito è individuata attraverso la zona sismica di appartenenza cosi come definita dall'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche e integrazioni. È così possibile **definire le corrispondenze tra classi di vulnerabilità V_1, V_2, … V_6 e classi di rischio A+, A, …, G**, come indicato in tabella 5. Per distinguere l'attribuzione di classe mediante il metodo semplificato da quella ottenuta mediante il metodo convenzionale, le classi ottenute con il metodo semplificato sono contrassegnate da un asterisco **(A+*, A*, B*, …)**.

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	PAM ≤ 0,50%				$V_1 \div V_2$
A*	0,50%<PAM≤1,0%			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	1,0%<PAM≤1,5%	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	1,5%<PAM≤2,5%	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	2,5%<PAM≤3,5%	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	3,5%<PAM≤4,5%	V_4	V_5		
F*	4,5%<PAM≤7,5%	V_5	V_6		
G*	7,5%≤PAM	V_6			

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Gli interventi hanno lo scopo di **mitigare il rischio**, con effetti sia sul parametro PAM sia sull'indice IS-V. Essi possono interessare elementi strutturali e/o elementi non strutturali, in relazione alle carenze specifiche della singola costruzione.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Utilizzando il metodo convenzionale, l'effetto degli interventi per la riduzione del rischio, in termini di numero di cambi di Classe di Rischio conseguiti, è **facilmente determinabile valutando la Classe di Rischio della costruzione in esame nella situazione pre-intervento e post-intervento**.

L'utilizzo del metodo convenzionale comporta l'onere di valutare il **comportamento globale della costruzione**, indipendentemente da come l'intervento strutturale si inquadri nell'ambito delle Norme Tecniche per le Costruzioni (adeguamento, miglioramento o intervento locale). Pertanto, anche laddove si eseguano degli interventi locali di rafforzamento, che ai sensi delle suddette norme (punto 8.4.3) richiedono solo la verifica a livello locale, la verifica globale, **esclusivamente per finalità di attribuzione della classe e senza in alcun modo incidere sulle procedure amministrative previste per tali interventi, deve essere comunque eseguita per attribuire la Classe di Rischio con il metodo convenzionale. In tal caso, comunque, si avrà la facoltà di eseguire un numero di indagini inferiore a quello previsto dalle Norme per il rispettivo livello di conoscenza adottato**. A questo proposito, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni, si ricorda che, **affinché possa attivarsi il comportamento globale, è necessario che siano stati preliminarmente eliminati i meccanismi locali la cui attivazione potrebbe impedire una risposta di tipo globale**.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

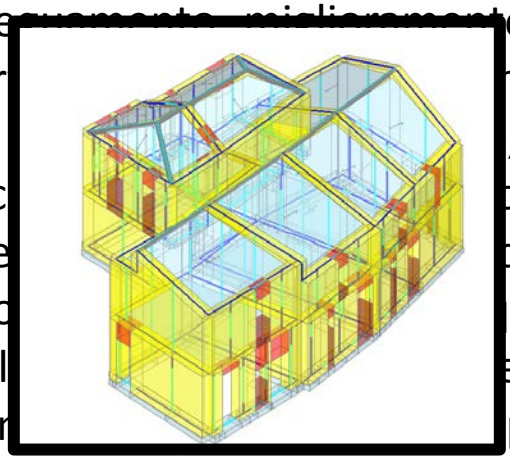
Utilizzando il metodo convenzionale, l'effetto degli interventi per la riduzione del rischio, in termini di numero di cambi di Classe di Rischio conseguiti, è **facilmente determinabile valutando la Classe di Rischio della costruzione in esame nella situazione pre-intervento e post-intervento**.

L'ut … enziona … valuta … **nto**
gl … zione … a com … e si
inq … orme Tecniche per le Costruzioni (ade … o o
inte … anche … i inter … nto,
che … norme … solo … , la
ver … nte pe … della c … odo
inc … nminist … interve … que
ese … sse di … venzio … ue,
si a … un nu … a quell … er il
risp … za ado … ai ser … per
le Costruzioni, si ricorda che, **affinché possa attivarsi il comportamento globale, è necessario che siano stati preliminarmente eliminati i meccanismi locali la cui attivazione potrebbe impedire una risposta di tipo globale**.

Comportamento locale

Comportamento cinematico

Comportamento globale



CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

Quando la Classe di Rischio è stata assegnata all'edificio mediante il metodo semplificato, è possibile ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore solo quando siano soddisfatte alcune condizioni.

Per gli **edifici con struttura di muratura** esse sono indicate nella tabella 7.

L'entità degli interventi deve essere tale da non produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come interventi locali, con riferimento alle murature.

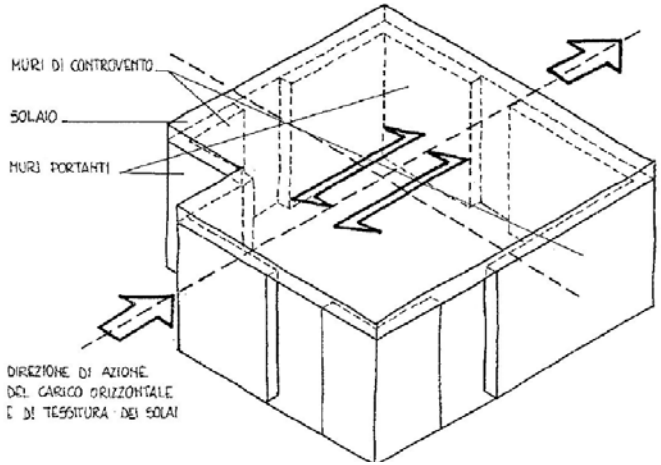
CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

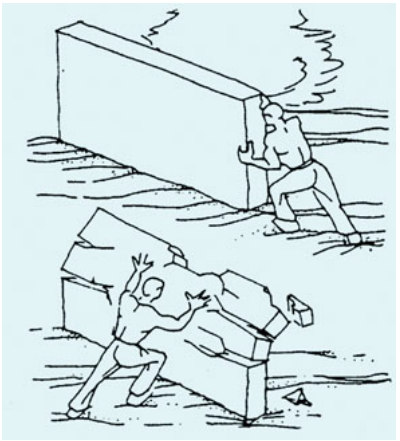
TIPOLOGIA STRUTTURALE INERTI/MAGLIA MURARIA	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
pietra grezza mattoni di terra cruda (adobe)	**Non applicabili** (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V_6
pietra sbozzata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' 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 UNITA' 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 UNITA' 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

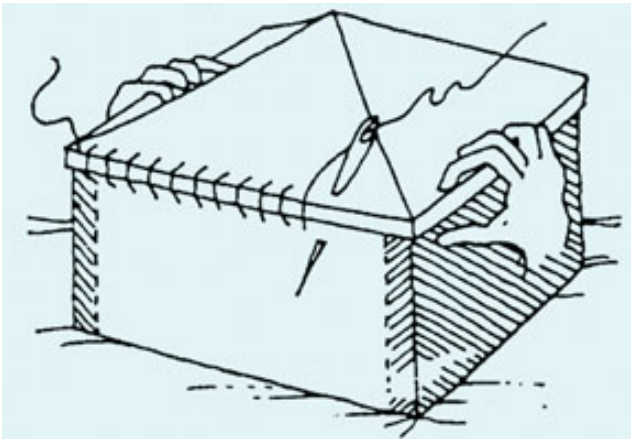
CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

TIPOLOGIA STRUTTURALE INERTI/MAGLIA MURARIA	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' 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
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".(10) • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V_4 a V_3
mattoni + solai di elevata rigidezza nel proprio piano	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Eliminazione delle spinte a vuoto • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".(10) • Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari • Posticipare i 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 UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento regolare della struttura.(10) • Minimizzare il danno agli elementi non strutturali	da V_4 a V_3

TIPOLOGIA STRUTTURALE INERTI/MAGLIA MURARIA	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
rinforzata e/o confinata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	• Perseguire un comportamento regolare della struttura. [10] • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V_4 a V_3
	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento regolare della struttura. [10] • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V_3 a V_2







[10] Per comportamento "scatolare" si intende quello conseguito mediante il collegamento tra gli elementi murari, e tra questi e gli elementi orizzontali, che elimina o per quanto possibile limita i meccanismi locali fuori dal piano (per lo più ribaltamenti) degli elementi murari. Per comportamento "regolare" si intende quello che mobilita per quanto possibile contemporaneamente le resistenze nel piano degli elementi murari principali.

Ricapitolando…

Per il passaggio alla **Classe di Vulnerabilità immediatamente inferiore** devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1 - gli interventi devono essere effettuati sull'**intera unità strutturale**.

Ricapitolando…

Per il passaggio alla **Classe di Vulnerabilità immediatamente inferiore** devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1 - gli interventi devono essere effettuati sull'intera unità strutturale.

2 - gli interventi non devono produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come **interventi locali**.

Interventi di rafforzamento locale:

NTC2008 – §8.4.3 Riparazione o intervento locale

[Circ617] Rientrano in questa tipologia **tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali** (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidezza o di peso.

Ricapitolando…

Per il passaggio alla **Classe di Vulnerabilità immediatamente inferiore** devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1 - gli interventi devono essere effettuati sull'intera unità strutturale.

2 - gli interventi non devono produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come interventi locali.

3 - nelle Zone Sismiche 2, 3 e 4, al passaggio di **Classe di Vulnerabilità** non corrisponde necessariamente un passaggio di **Classe di Rischio**.

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	PAM ≤ 0,50%				$V_1 \div V_2$
A*	0,50%<PAM≤1,0%			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	1,0%<PAM≤1,5%	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	1,5%<PAM≤2,5%	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	2,5%<PAM≤3,5%	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	3,5%<PAM≤4,5%	V_4	V_5		
F*	4,5%<PAM≤7,5%	V_5	V_6		
G*	7,5%≤PAM	V_6			

Ricapitolando…

Per il passaggio alla **Classe di Vulnerabilità immediatamente inferiore** devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1 - gli interventi devono essere effettuati sull'intera unità strutturale.

2 - gli interventi non devono produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come interventi locali.

3 - nelle Zone Sismiche 2, 3 e 4, al passaggio di Classe di Vulnerabilità non corrisponde necessariamente un passaggio di Classe di Rischio.

Il metodo semplificato comporta una **forte assunzione di responsabilità** a seguito dell'**asseverazione** del professionista dell'avvento passaggio di classe sismica. Inoltre sarà necessario depositare, oltre che all'asseverazione, una **esaustiva Relazione Tecnica** che spieghi accuratamente lo stato delle strutture esistenti e gli interventi che si andranno ad eseguire.

il METODO SEMPLIFICATO – *la famosa pagina 11*

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.

il METODO SEMPLIFICATO – *la famosa pagina 11*

Nell'ambito delle **costruzioni destinate ad attività produttive, le**

D.L. 6/6/2012, n. 74, L. 1/8/2012, n. 122

Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Modena, Ferrara, Mantova, Reggio Emilia e Rovigo, il 20 e il 29 maggio 2012

7. Al fine di favorire la rapida ripresa delle attivita' produttive e delle normali condizioni di vita e di lavoro in condizioni di sicurezza adeguate […] il titolare dell'attivita' produttiva, in quanto responsabile della sicurezza dei luoghi di lavoro […] deve acquisire, (nei casi di cui al comma 8), la **certificazione di agibilita' sismica** rilasciata, a seguito di verifica di sicurezza effettuata ai sensi delle norme tecniche vigenti […].

8. La certificazione di agibilita' sismica di cui al comma 7 e' acquisita per le attivita' produttive svolte in edifici che presentano una delle carenze strutturali di seguito precisate […]:

a) mancanza di collegamenti tra elementi strutturali verticali e elementi strutturali orizzontali e tra questi ultimi;

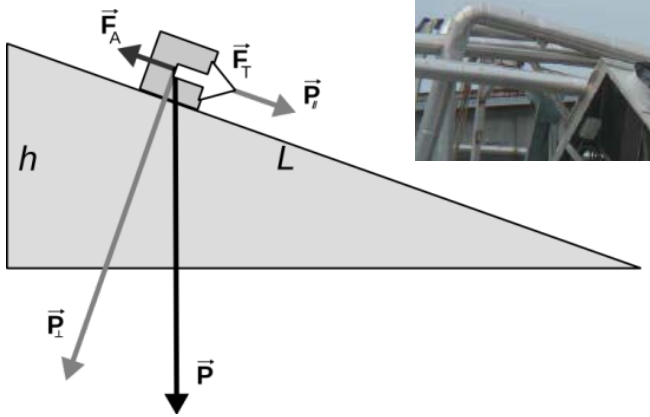
b) presenza di elementi di tamponatura prefabbricati non adeguatamente ancorati alle strutture principali;

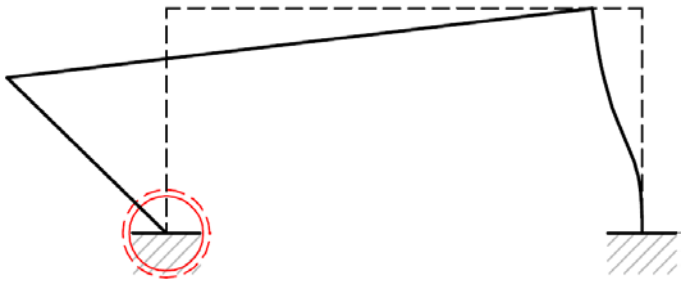
c) presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso.

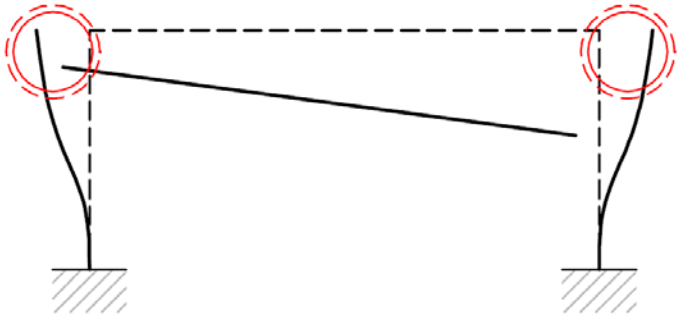
8-bis. Ai fini della prosecuzione dell'attivita' produttiva o per la sua ripresa, nelle more dell'esecuzione della verifica di sicurezza effettuata ai sensi delle norme tecniche vigenti, in via provvisoria, il certificato di agibilita' sismica puo' essere rilasciato dal tecnico incaricato, in assenza delle carenze di cui al comma 8 o dopo che le medesime carenze siano state adeguatamente risolte, attraverso appositi interventi, anche provvisionali.

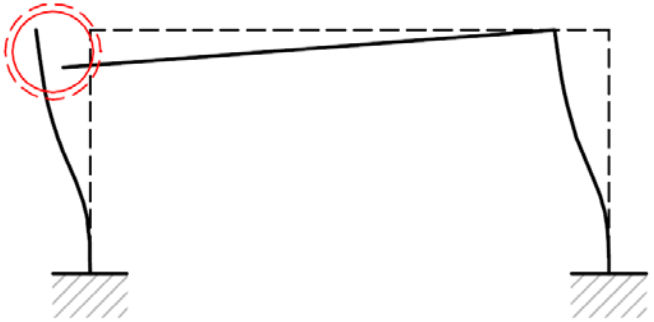
9. La verifica di sicurezza ai sensi delle norme vigenti dovra' essere effettuata entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO









CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO

il METODO SEMPLIFICATO – *la famosa pagina 11*

Di fatto, quindi, anche per tali costruzioni è **necessario rimuovere le cause che possano dare luogo all'attivazione di meccanismi locali** che, a cascata, potrebbero generare il collasso dell'immobile. Nell'intervenire su tali costruzioni è comunque opportuno che **il dimensionamento dei collegamenti avvenga con riferimento al criterio di gerarchia delle resistenze, adottando collegamenti duttili**, prevedendo sistemi di ancoraggio efficaci, e pertanto lontani dai lembi esterni degli elementi, e idonei sistemi anti caduta/ribaltamento, **laddove non si riesca a limitare in altro modo gli spostamenti**.

Alcuni dubbi:

- *E' necessaria la pratica edilizia? E la pratica strutturale? E la (conseguente) valutazione di sicurezza completa?*
- *Quanto ci si deve «spingere» con i collegamenti? Cambia lo schema resistente?*
- *Come si definisce la Classe di Rischio di partenza (al fine della dichiarazione asseverata dell'allegato B)?*

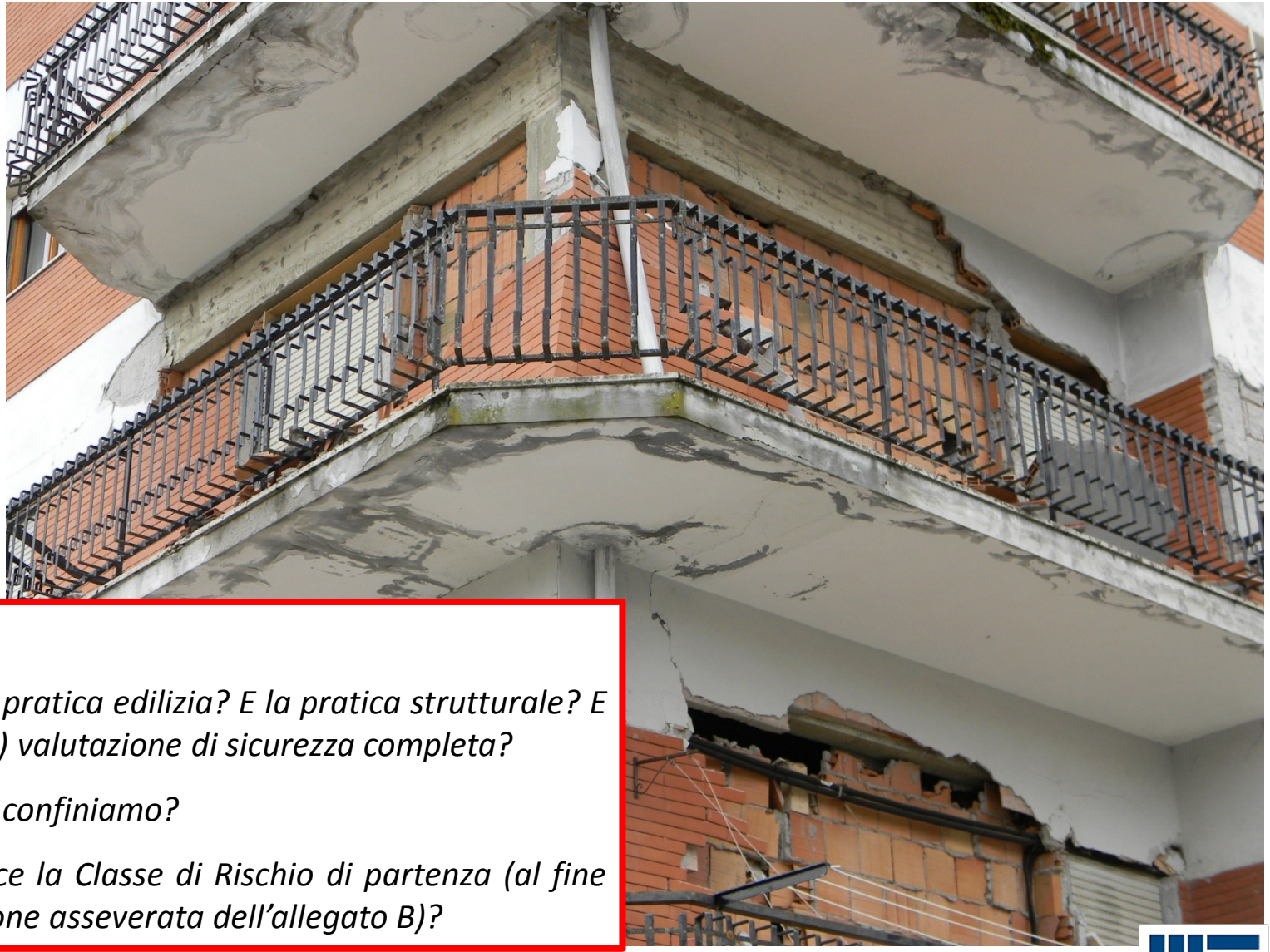
il METODO SEMPLIFICATO – *la famosa pagina 11*

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**.

CLASSIFICAZIONE del RISCHIO SISMICO



Alcuni dubbi:

- *E' necessaria la pratica edilizia? E la pratica strutturale? E la (conseguente) valutazione di sicurezza completa?*
- *Quanto/come li confiniamo?*
- *Come si definisce la Classe di Rischio di partenza (al fine della dichiarazione asseverata dell'allegato B)?*

Grazie per l'attenzione!

Via del Carpino, 8
47822 Santarcangelo di Romagna (RN) – Italia

www.maggiolieditore.it - www.maggioli.it

Tel. +39 0541 628111 – Fax +39 0541 622100
Email maggiolispa@maggioli.it
PEC segreteria@maggioli.legalmail.it