



UTSBasilicata.it

Corsi di Aggiornamento
R.S.P.P. - A.S.P.P.

RISCHIO ARCHITETTONICO IN ZONA SISMICA

Ing. Leonardo CHIAUZZI

Potenza, 08 marzo 2017



La Figura dell' A.S.P.P. e R.S.P.P. ai sensi del D. Lgs. 81/2008

ART. 2 DEFINIZIONI (D.LGS. 81/2008)

R.S.P.P.

f) "**responsabile del servizio di prevenzione e protezione**": persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali di cui all'articolo 32 designata dal datore di lavoro, a cui risponde, per coordinare il servizio di prevenzione e protezione dai rischi;

A.S.P.P.

g) "**addetto al servizio di prevenzione e protezione**": persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali di cui all'articolo 32, facente parte del servizio di cui alla lettera l);

...

l) "**servizio di prevenzione e protezione dai rischi**": insieme delle persone, sistemi e mezzi esterni o interni all'azienda finalizzati all'attività di prevenzione e protezione dai rischi professionali per i lavoratori;

La Figura dell' A.S.P.P. e R.S.P.P. ai sensi del D. Lgs. 81/2008

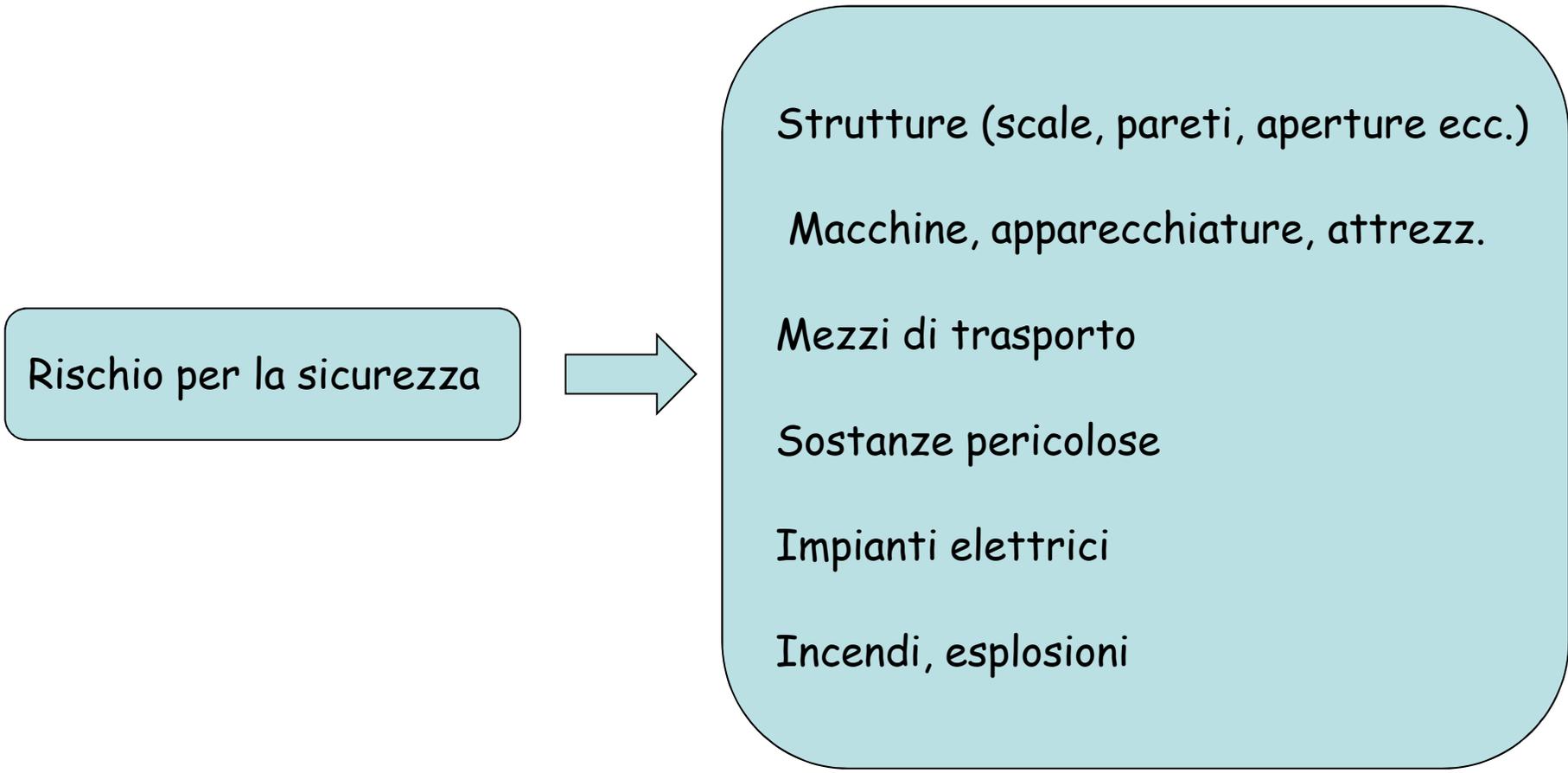
L'**Addetto al Servizio di Prevenzione e Protezione (ASPP)** è la figura incaricata dal datore di lavoro, a cui risponde, per fa parte del servizio di prevenzione e protezione dai rischi, i cui compiti, definiti dall'art. 33 del D.Lgs. 81/08, sono:

- *provvedere all'individuazione dei **fattori di rischio**, alla valutazione dei rischi e all'individuazione delle misure per la sicurezza e la salubrità degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente sulla base della specifica conoscenza dell'organizzazione aziendale;*
- *elaborare, per quanto di competenza, le **misure preventive e protettive e i sistemi di controllo** di tali misure;*
- *elaborare le **procedure di sicurezza** per le varie attività aziendali;*
- *proporre i **programmi di informazione e formazione dei lavoratori**;*
- *partecipare alle consultazioni in materia di tutela della salute e sicurezza sul lavoro, nonché alla riunione periodica;*
- *fornire ai lavoratori le informazioni di cui all'articolo 36 del D.Lgs. 81/08.*

GLI INFORTUNI NELLE SCUOLE

Gli infortuni sono conseguenza dei rischi per la sicurezza

Rischio per la sicurezza



Strutture (scale, pareti, aperture ecc.)

Macchine, apparecchiature, attrezz.

Mezzi di trasporto

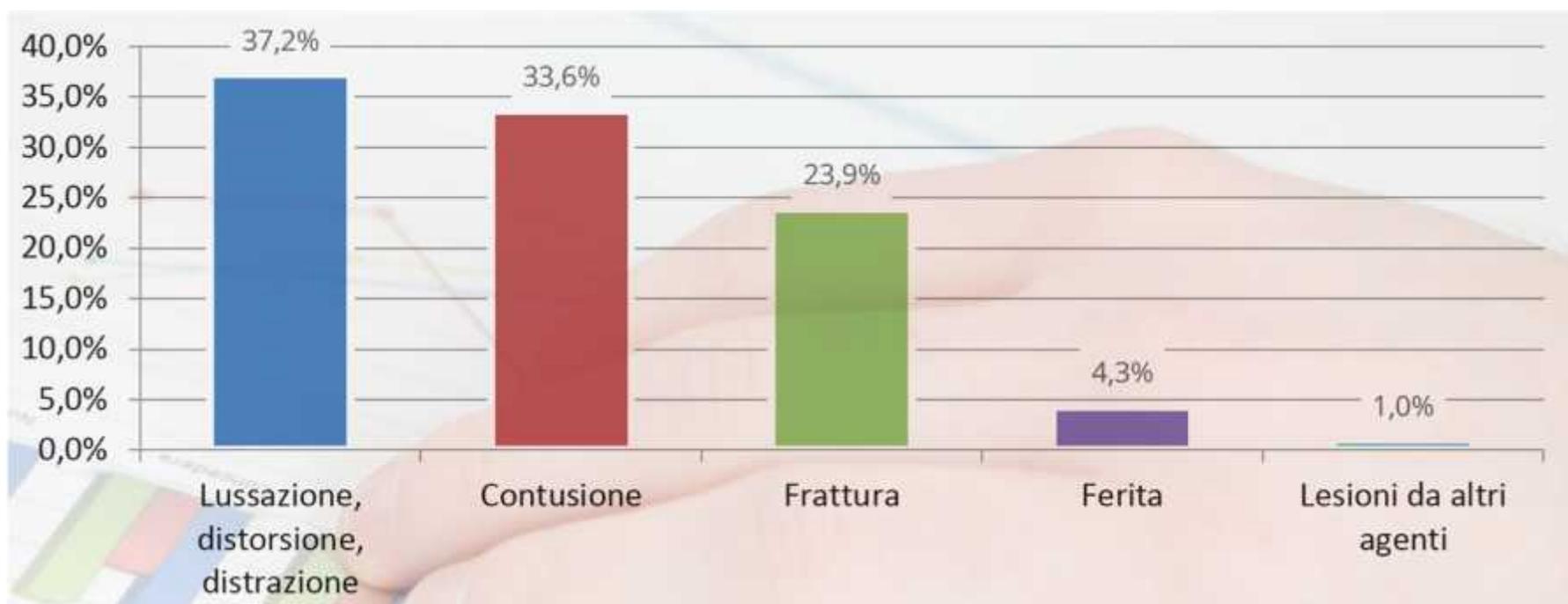
Sostanze pericolose

Impianti elettrici

Incendi, esplosioni

GLI INFORTUNI NELLE SCUOLE

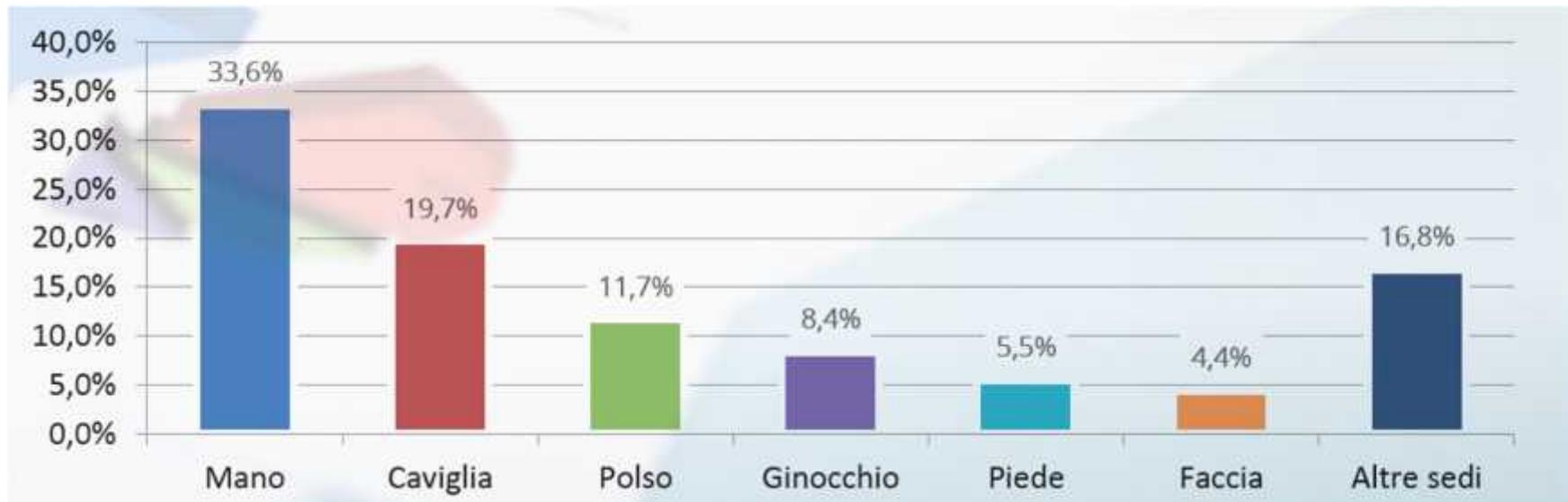
Studenti delle scuole pubbliche statali
Infortunati accertati positivi per natura della lesione (A.A. 2015)



Fonte: INAIL Open Data - Banca dati statistica - dati rilevati al 30.04.2016

GLI INFORTUNI NELLE SCUOLE

Studenti delle scuole pubbliche statali
Infortunati accertati positivi per sede della lesione (A.A. 2015)



Fonte: INAIL Open Data - Banca dati statistica - dati rilevati al 30.04.2016

ANAGRAFE NAZIONALE EDILIZIA SCOLASTICA

Edifici Censiti al 2015

	Si	Non richiesto	No	Informazione assente
Piano di emergenza	73%	0%	19%	8%
Documento di valutazione del rischio	72%	0%	20%	8%
Certificato di collaudo statico	49%	7%	32%	12%
Certificato di agibilità/abitabilità	39%	4%	45%	12%
Certificato di omologazione della Centrale Termica	39%	7%	38%	15%
Certificato di prevenzione incendi in corso di validità (C.P.I.)	21%	12%	54%	13%
Nulla osta provvisorio di prevenzione incendi (N. O. P.)	16%	18%	50%	16%
Certificato di collaudo dell'impianto di spegnimento	9%	27%	48%	16%

Si precisa che il 50% circa degli immobili risulta costruito prima del 1971, anno di entrata in vigore della normativa sul collaudo statico degli edifici. Pertanto, il dato relativo alla certificazione di agibilità va confrontato con tale percentuale e con la normativa di settore che è stata emanata nel tempo.

IL RISCHIO ARCHITETTONICO

Rischio dovuto a **scelte architettoniche non idonee** alla funzionalità dei luoghi di lavoro: errato uso dello spazio di lavoro, errata concezione funzionale di scale, pareti, porte, solai, botole, rampe, finestre, ingombri, disposizione delle suppellettili, ecc...

Rischio dovuto a **deficit di protezione** nei confronti di agenti esterni: eventi metereologici, degrado manutentivo, incendi, sisma, ecc...

DLgs 81/08 - ALLEGATO IV
REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO

DLgs 81/08 - ALLEGATO IV

REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO

- 1.1. Stabilità e solidità
- 1.2. Altezza, cubatura e superficie
- 1.3. Pavimenti, muri, soffitti, finestre e lucernari dei locali scale e marciapiedi mobili, banchina e rampe di carico
- 1.4. Vie di circolazione, zone di pericolo, pavimenti e passaggi
- 1.5. Vie e uscite di emergenza.
- 1.6. Porte e portoni
- 1.7. Scale
- 1.8. Posti di lavoro e di passaggio e luoghi di lavoro esterni
- 1.9. Microclima
- 1.10 Illuminazione naturale ed artificiale dei luoghi di lavoro
- 1.11 Locali di riposo e refezione
- 1.12 Spogliatoi e armadi per il vestiario
- 1.13 Servizi igienico assistenziali
- 1.14 Dormitori

DLgs 81/08 - ALLEGATO IV

REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO

1.1. Stabilità e solidità

1.2. Altezza, cubatura e superficie

1.3. Pavimenti, muri, soffitti, finestre e lucernari dei locali scale e marciapiedi mobili, banchina e rampe di carico

1.4. Vie di circolazione, zone di pericolo, pavimenti e passaggi

1.5. Vie e uscite di emergenza.

1.6. Porte e portoni

1.7. Scale

1.8. Posti di lavoro e di passaggio e luoghi di lavoro esterni

1.9. Microclima

1.10 Illuminazione naturale ed artificiale dei luoghi di lavoro

1.11 Locali di riposo e refezione

1.12 Spogliatoi e armadi per il vestiario

1.13 Servizi igienico assistenziali

1.14 Dormitori

IL RISCHIO ARCHITETTONICO

Rischio dovuto a **scelte architettoniche non idonee** alla funzionalità dei luoghi di lavoro: errato uso dello spazio di lavoro, errata concezione funzionale di scale, pareti, porte, solai, botole, rampe, finestre, ingombri, disposizione delle suppellettili, ecc...

Rischio dovuto a **deficit di protezione e manutenzione** nei confronti di agenti esterni: eventi metereologici, degrado manutentivo, incendi, sisma, ecc...

DLgs 81/08 - ALLEGATO IV REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO

1.1 Stabilità e solidità

1.1.1. Gli edifici che ospitano i luoghi di lavoro o qualunque altra opera e struttura presente nel luogo di lavoro devono essere stabili e possedere una solidità che corrisponda al loro tipo d'impiego ed alle caratteristiche ambientali.

1.1.2. Gli stessi requisiti vanno garantiti nelle manutenzioni (e aggiornamenti normativi)

La valutazione del rischio sismico nell'ambito del D.Lgs. 81/2008

PRIMA DOMANDA A CUI RISPONDERE:

Può un sisma, o un altro evento naturale, essere ricondotto ad un rischio da valutare per la sicurezza dei lavoratori ai sensi del D.Lgs. 81/08?

Articolo 17 - Obblighi del datore di lavoro non delegabili

Comma 1, lettera a): «La valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'articolo 28 (il DVR)».

SECONDA DOMANDA A CUI RISPONDERE:

Un terremoto o meglio, la probabilità di accadimento di un terremoto, va inserito nel Documento di Valutazione dei Rischi?

Articolo 28 - Oggetto della valutazione dei rischi

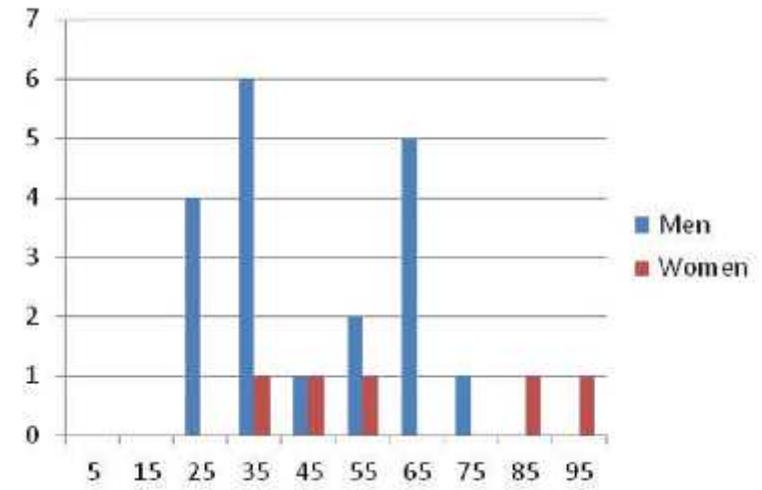
Comma 2 lettera a): «...valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute durante l'attività lavorativa, nella quale siano specificati i criteri adottati per la valutazione stessa...»

Comma 2 lettera b): «l'indicazione delle misure di prevenzione e di protezione (COLLETTIVE) attuate e dei dispositivi di protezione individuali adottati, a seguito della valutazione di cui all'articolo 17, comma 1, lettera a)»

TERREMOTO EMILIA 2012



Distribuzione dell'età delle vittime dei due terremoti



Matrice di Valutazione del Rischio

Matrice Impatto - Probabilità

Livello di probabilità	Certo	H	H	C	C	C
	Probabile	M	H	H	C	C
	Moderato	L	M	H	C	C
	Poco probabile	L	L	M	H	A
	Raro	L	L	M	H	H
		Basso	Da moderato a basso	Moderato	Da moderato a alto	Alto
		Impatto				

Legenda:
L: Low risk
M: Moderate risk
H: High risk
C: Critical risk

SCUOLA DI SAN GIULIANO

SISMA MOLISE 2002



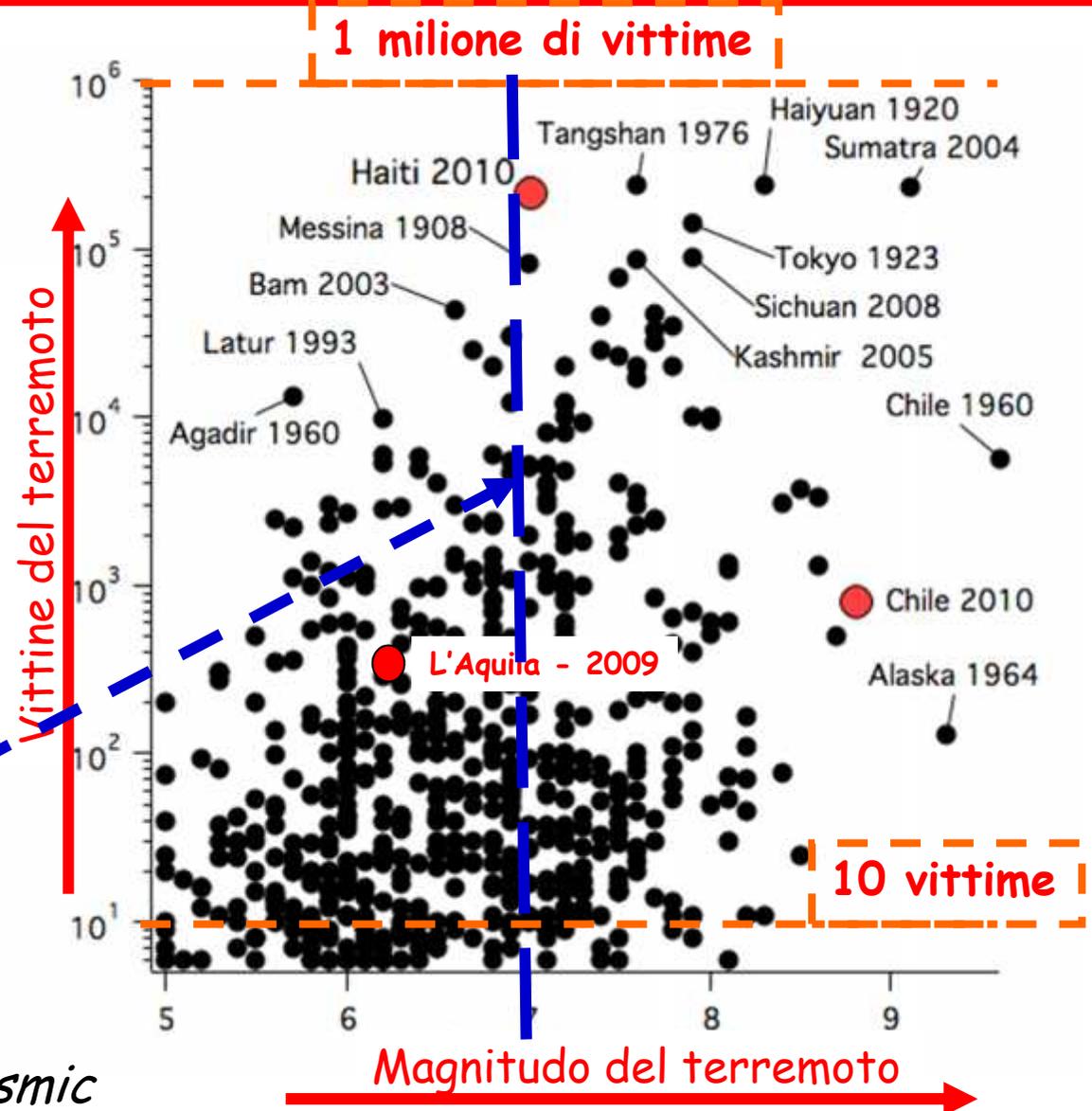
30 morti a San Giuliano:
28 morti nel collasso della scuola
2 morti in edifici residenziali



INTENSITÀ E VITTIME DEI TERREMOTI

È l'intensità la causa principale delle vittime dei terremoti?

	M	N. vittime
L'Aquila 2009	6.3	308
Haiti 2010	7.0	220.000
NZ 2010	7.1	0
Cile	8.8	521
Giappone 2011	9.0	26.000



Roger Bilham, 2009. *The seismic future of cities*. BEE. 7:839-887

DALL'APPROCCIO FATALISTA...A QUELLO GESTIONALE



*"Ai terremoti non v'è rimedio alcuno.
Se il cielo ci minaccia con le folgori,
pure si trova scampo nelle caverne,
ma **contro i terremoti non vale la
fuga, non giovano nascondigli ...**"*

(Francesco Petrarca, Secretum, dialogo 91,
dopo il terremoto del 1349 dell'Appennino Centrale)

GESTIONE DEI RISCHI NATURALI

FASE N.1: VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Conoscere i PUNTI DEBOLI del territorio

FASE N.2: MITIGAZIONE DEL RISCHIO

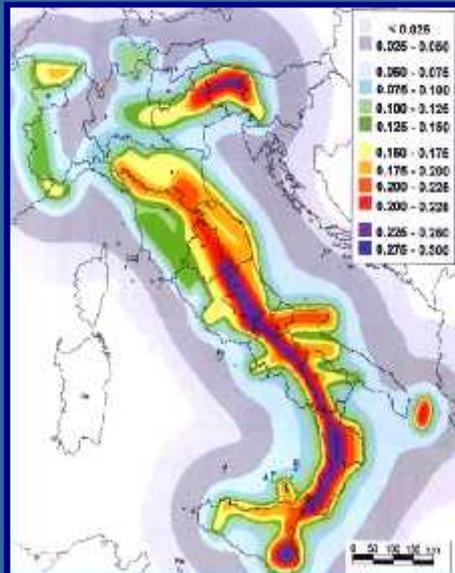
Prendere dei provvedimenti: AZIONI

IL RISCHIO SISMICO

Il **rischio sismico** è la valutazione probabilistica dei **danni sociali** (persone), materiali, economici e funzionali che ci si attende in un dato **luogo** ed in un prefissato intervallo di **tempo**, a seguito del verificarsi di uno o più **terremoti**.

RISCHIO =

Pericolosità



X

Vulnerabilità



X

Esposizione



IL RISCHIO SISMICO

La **pericolosità sismica** è costituita dalla probabilità che si verifichino terremoti di una data entità, in un data zona ed in un prefissato intervallo di tempo.

Dipende dalla **intensità, frequenza e mutevolezza** dei sismi che possono interessare quella zona.

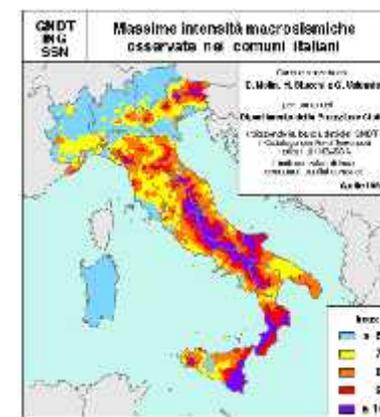
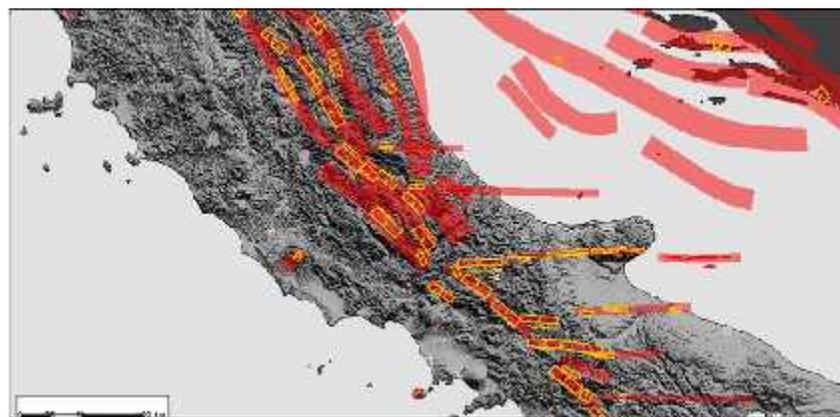
La **vulnerabilità sismica** rappresenta la predisposizione di una costruzione, di una infrastruttura o di una parte del territorio a subire danni per effetto di un sisma di prefissata entità.

Misura l'incapacità, congenita o dovuta ad obsolescenza, di resistere ad azioni sismiche.

L'**esposizione** è costituita dal complesso dei beni e delle attività che possono subire perdite per effetto del sisma.

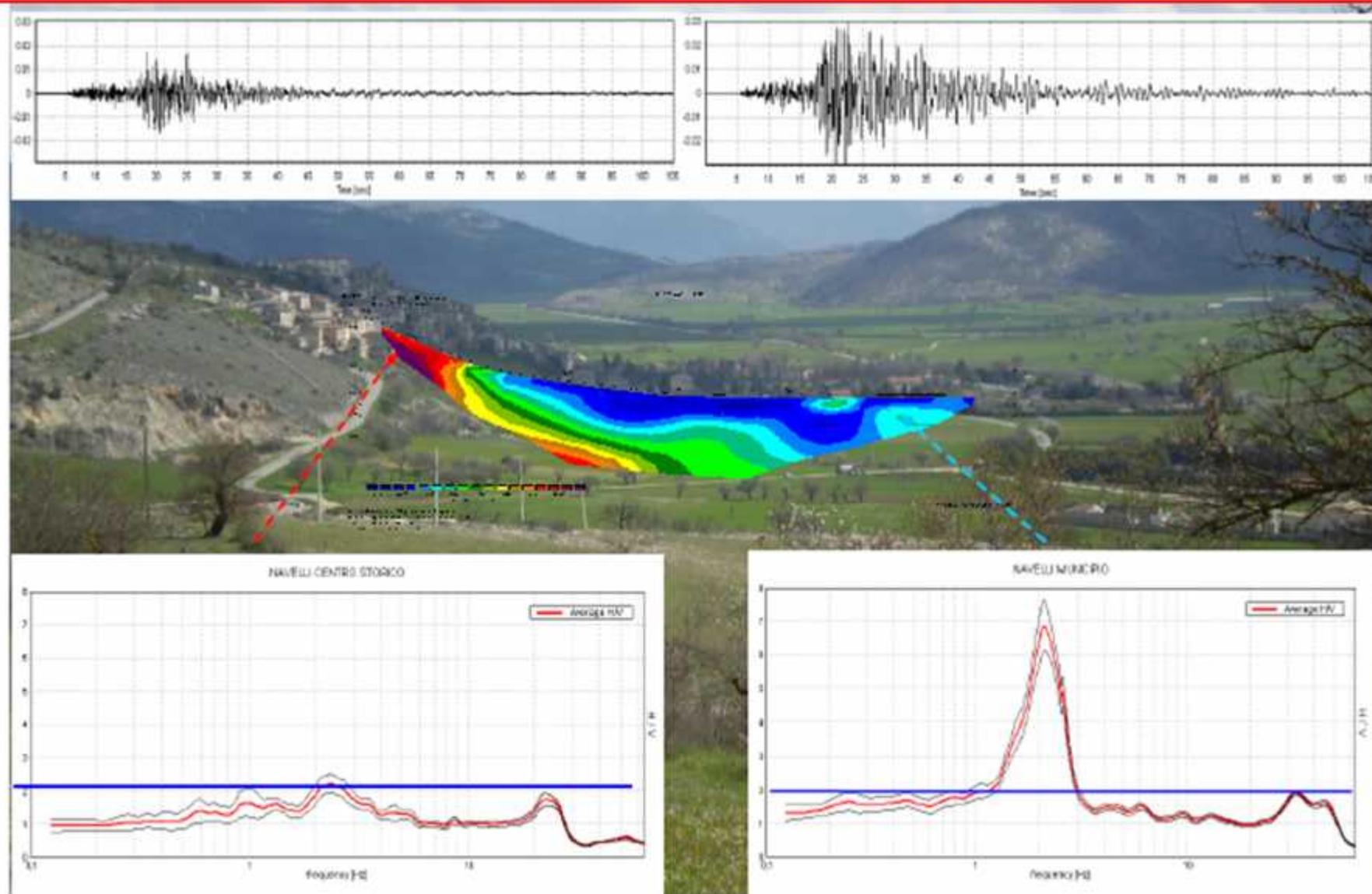
COSA SAPPIAMO FARE PER LA STIMA DELLA PERICOLOSITA' CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO...

1. *Conosciamo l'entità della deformazione e le sue caratteristiche generali dall'analisi geologica e da osservazioni dirette*
2. *Sappiamo che esistono zone nelle quali questa deformazione è più intensa e dove quindi si può accumulare energia sufficiente a generare un terremoto*
3. *Abbiamo tracce (documentarie o geologiche) di terremoti che nel passato sono stati generati da alcune di queste strutture*
4. *Sappiamo dalla storia che in certe aree i terremoti sono più frequenti che in altre*



COSA SAPPIAMO FARE SULLA STIMA DELLA PERICOLOSITA'

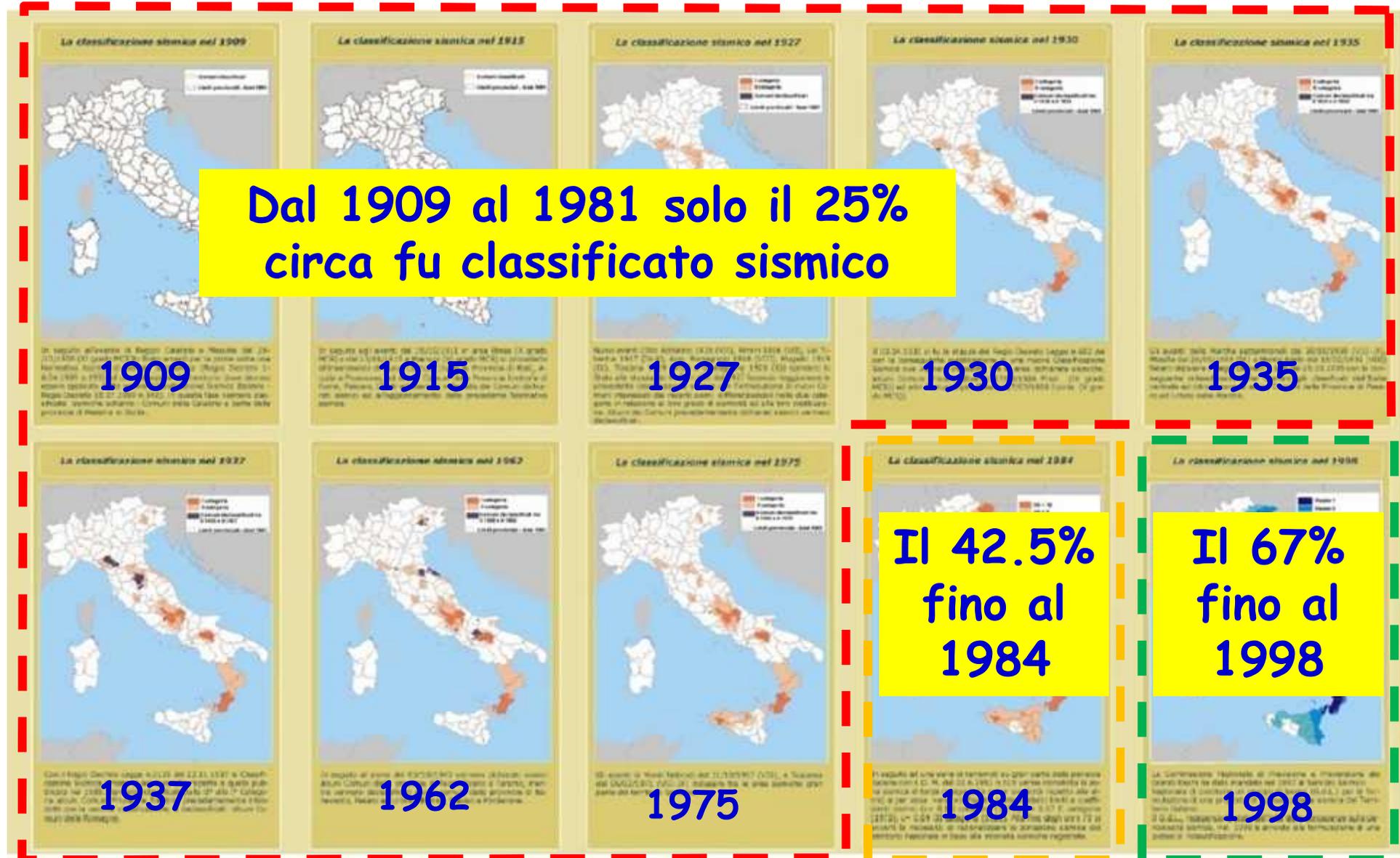
Risposta Sismica Locale e Microzonazione Sismica



Cortesia del Prof. M. Mucciarelli (UNIBAS)

LA CLASSIFICAZIONE SISMICA

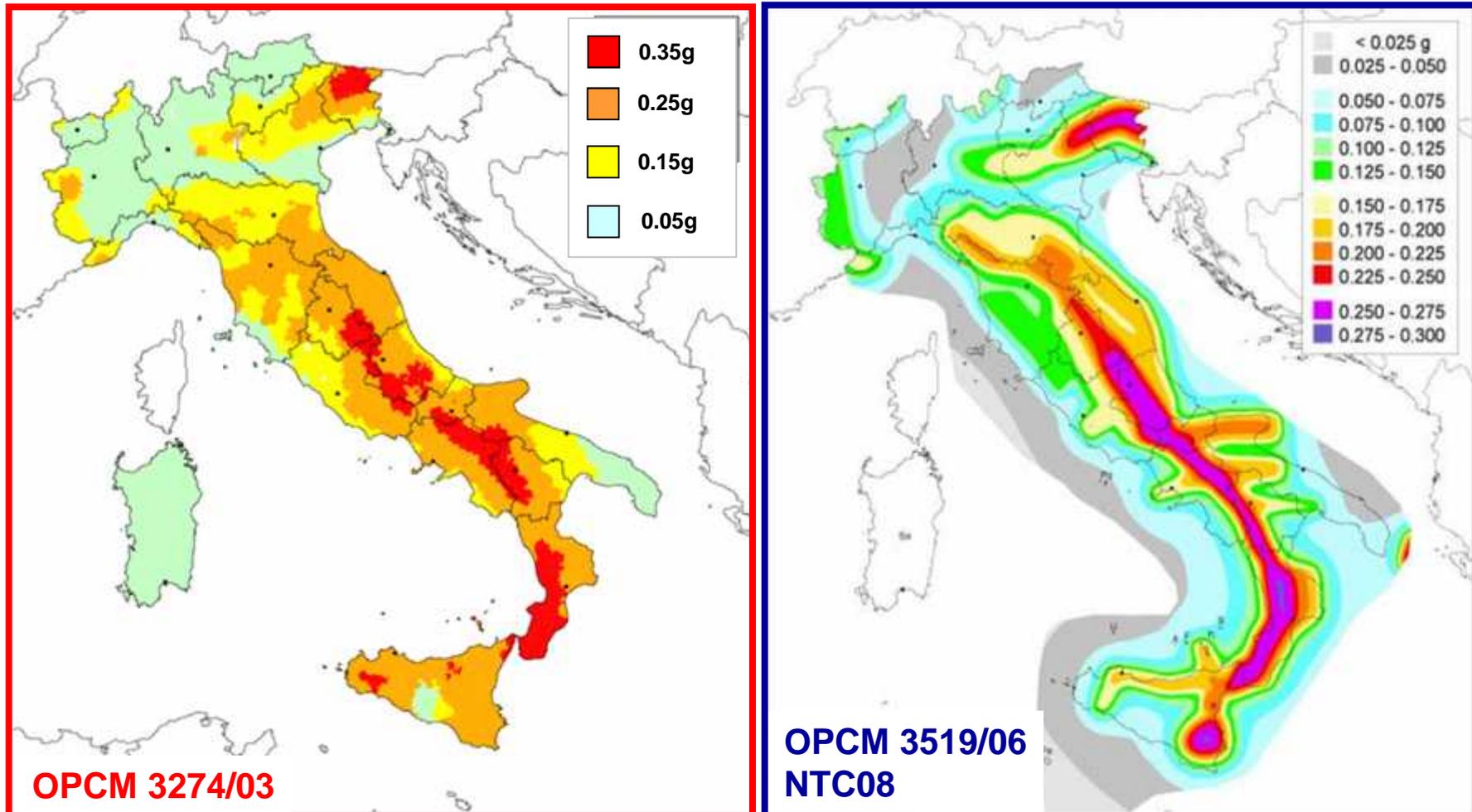
Dal 1909 al 1998



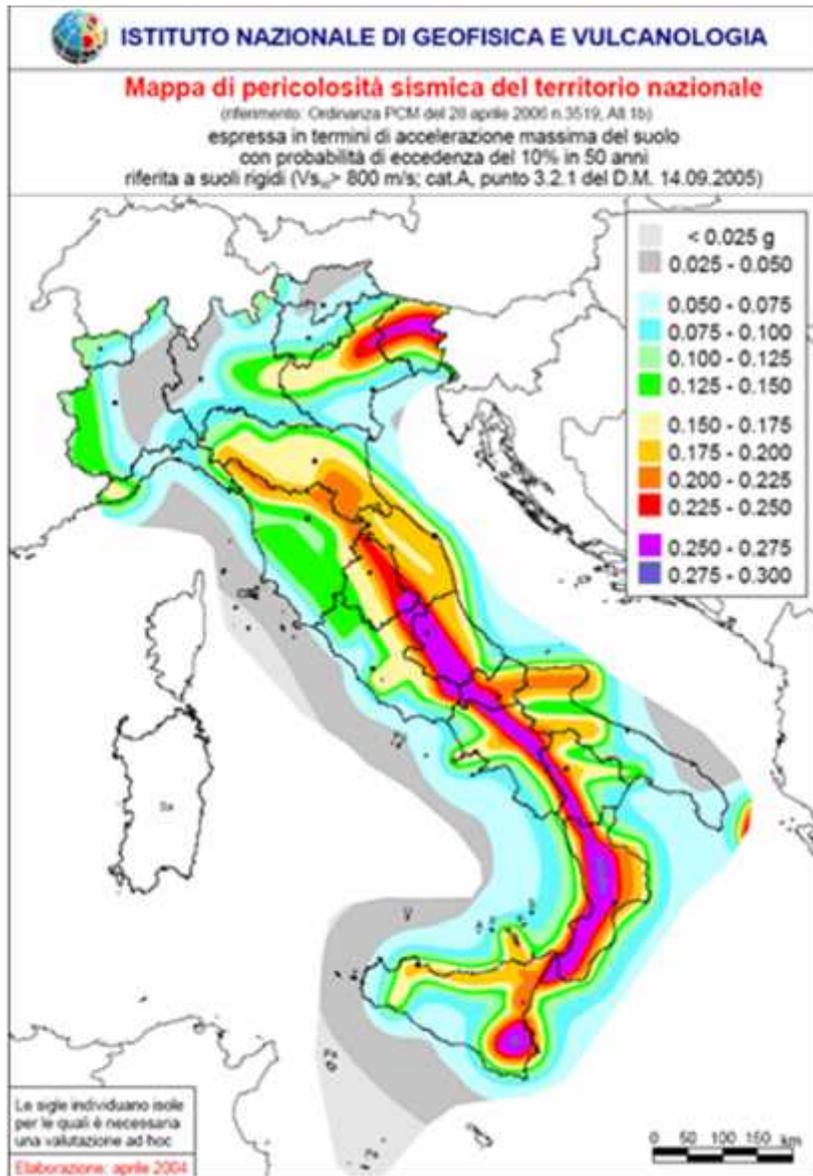
LA MAPPA DI PERICOLOSITA' SISMICA

Dalla *OPCM3274* alla *OPCM3519/06 (NTC08)*

Valori dell'accelerazione massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($T_R = 475$ anni)



COSA SAPPIAMO FARE PER SULLA STIMA DELLA PERICOLOSITA' CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO...



Queste carte identificano il massimo **"ragionevole"** dello scenario di scuotimento che ci si può aspettare in 50 anni per tutto il territorio nazionale

"Ragionevole" vuol dire che **scenari anche più gravi sono effettivamente possibili** ma sono giudicati (per scelta politica) **troppo poco verosimili** per dare supporto a scelte operative **valide e sostenibili**

COSA SAPPIAMO FARE PER SULLA STIMA DELLA PERICOLOSITA' CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO...

Tabella 3.2.1 – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Gli stati limite ultimi sono:

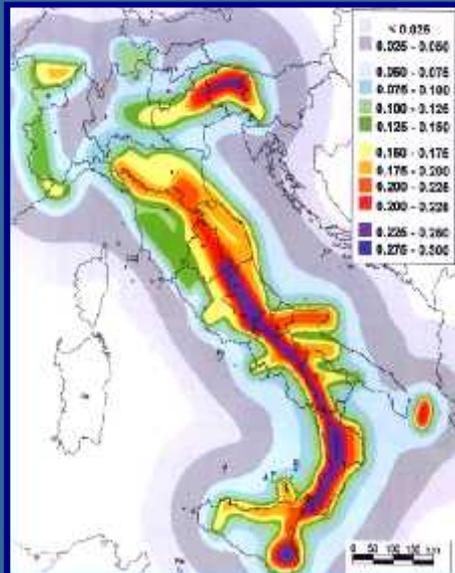
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

IL RISCHIO SISMICO

Il **rischio sismico** è la valutazione probabilistica dei **danni sociali** (persone), materiali, economici e funzionali che ci si attende in un dato **luogo** ed in un prefissato intervallo di **tempo**, a seguito del verificarsi di uno o più **terremoti**.

RISCHIO =

Pericolosità



X

Vulnerabilità



X

Esposizione

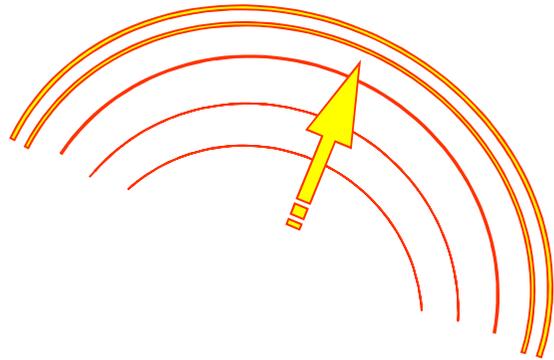


VULNERABILITA' SISMICA

Edificio **MENO** Vulnerabile



Edificio **PIU'** Vulnerabile



UGUALE AZIONE SISMICA

Edificio **MENO**
Danneggiato



Edificio **MENO**
Vulnerabile

Edificio **PIU'**
Danneggiato



Edificio **PIU'**
Vulnerabile

VULNERABILITA' e DANNO



VULNERABILITA' SISMICA

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE CHE INFLUENZANO LA VULNERABILITA' DELLE STRUTTURE

- **Età di costruzione** → classificazione sismica, Norme tecniche
- **Materiale:** muratura, cemento armato, acciaio, ecc.
- **Schema resistente:** struttura a telai, pareti, ecc.
- **Regolarità strutturale** in pianta ed in elevazione
- **Altezza della struttura**
- **Stato di conservazione**
- **Dettagli costruttivi**
- ...

VULNERABILITÀ SISMICA

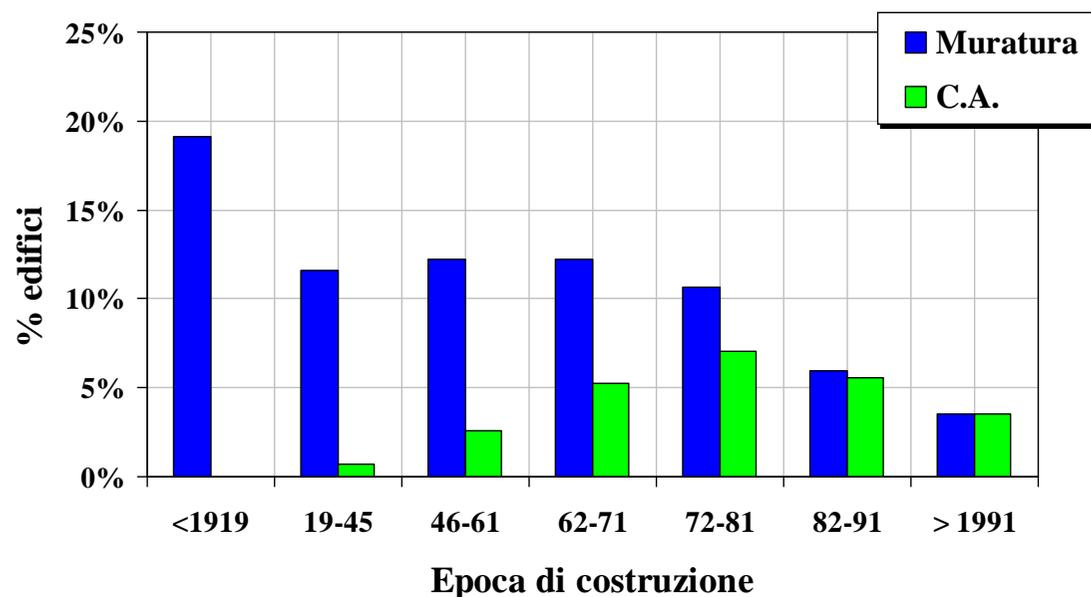
Età di Costruzione

L'EDILIZIA ITALIANA - DATI ISTAT 2011



**Edifici ... piuttosto
STANCHI !**

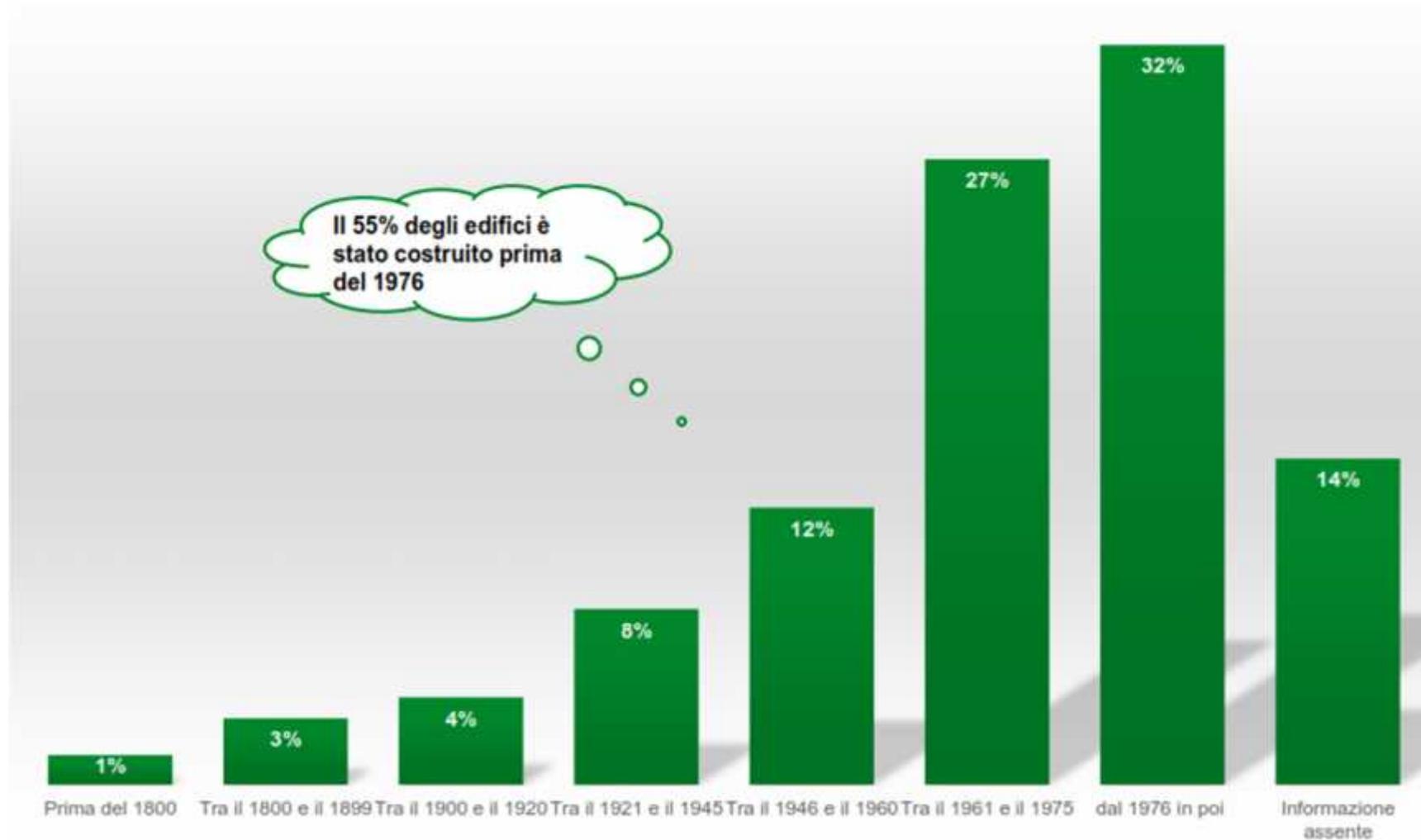
L'età di Costruzione - La Normativa
Tecnica di Progetto



**Evoluzione della Normativa
Tecnica → ...**

ANAGRAFE NAZIONALE EDILIZIA SCOLASTICA

Edifici Censiti al 2015



VULNERABILITA' SISMICA

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE CHE INFLUENZANO LA VULNERABILITA' DELLE STRUTTURE

- **Età di costruzione** → classificazione sismica, Norme tecniche
- **Materiale:** muratura, cemento armato, acciaio, ecc.
- **Schema resistente:** struttura a telai, pareti, ecc.
- **Regolarità strutturale** in pianta ed in elevazione
- **Altezza della struttura**
- **Stato di conservazione**
- **Dettagli costruttivi**
- ...

TIPOLOGIA STRUTTURALE

EDIFICIO IN CEMENTO ARMATO



EDIFICIO IN MURATURA



EDIFICIO IN ACCIAIO



EDIFICIO IN LEGNO

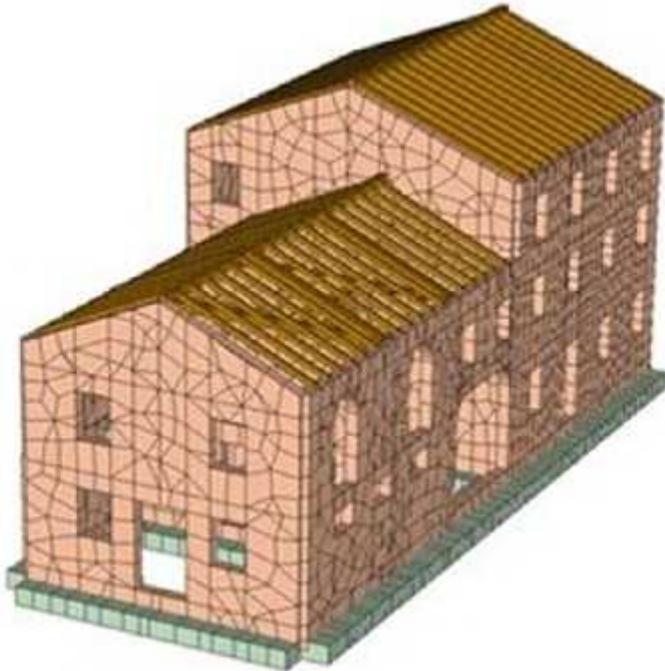


VULNERABILITÀ SISMICA

Tipologia Strutturale

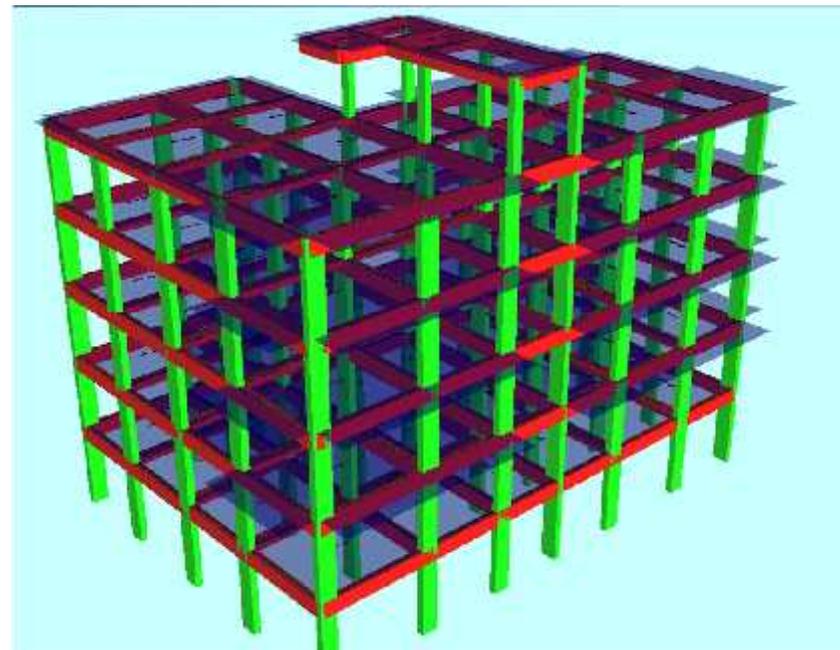
LE TIPOLOGIE STRUTTURALI PIÙ DIFFUSE IN ITALIA SONO
LA MURATURA E IL CEMENTO ARMATO

Edifici in MURATURA



Schema Strutturale a
RESISTENZA DISTRIBUITA

Edifici in CEMENTO
ARMATO



Schema Strutturale a
RESISTENZA CONCENTRATA

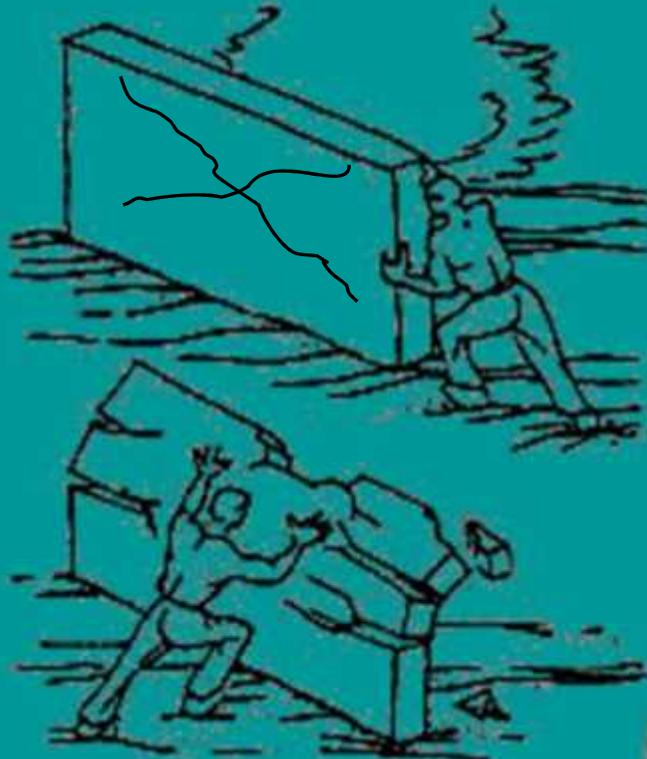
VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Muratura

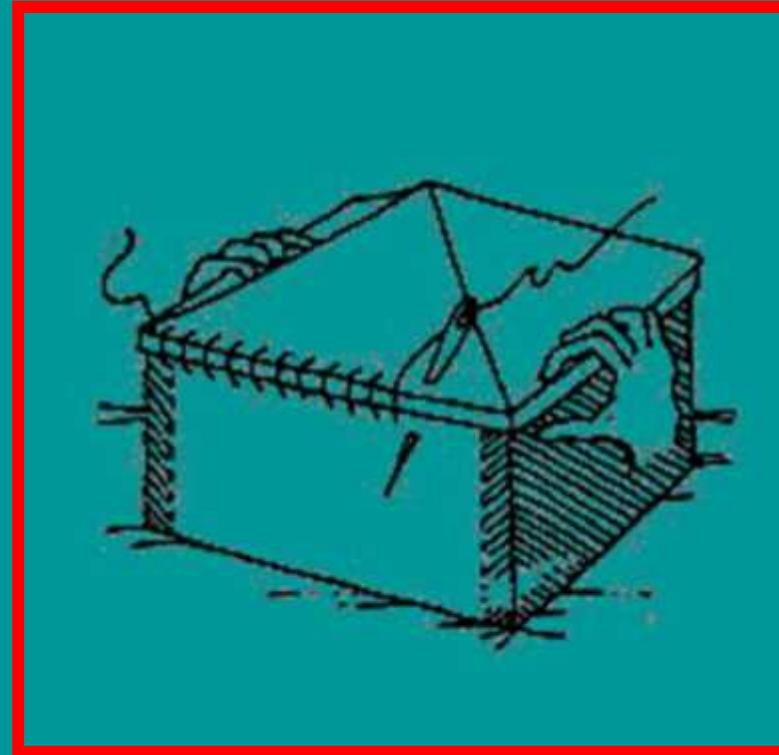
IL COMPORTAMENTO "SCATOLARE"

COLLASSI NEL PIANO E FUORI DAL PIANO DELLE PARETI

Azioni nel piano



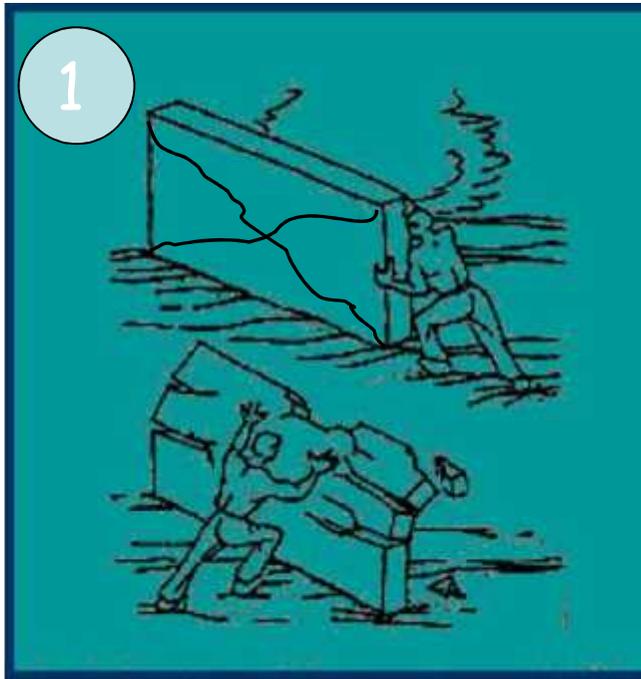
Azioni fuori dal piano



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Muratura

COLLASSI NEL PIANO DELLE MURATURE

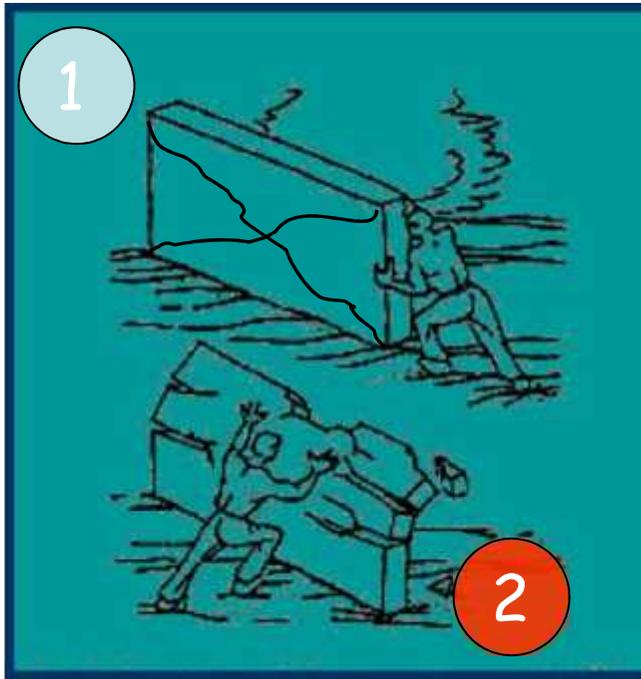


**Danni alle Strutture in
Muratura (L'Aquila, 2009)**

VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Muratura

COLLASSI FUORI DAL PIANO DELLE MURATURE



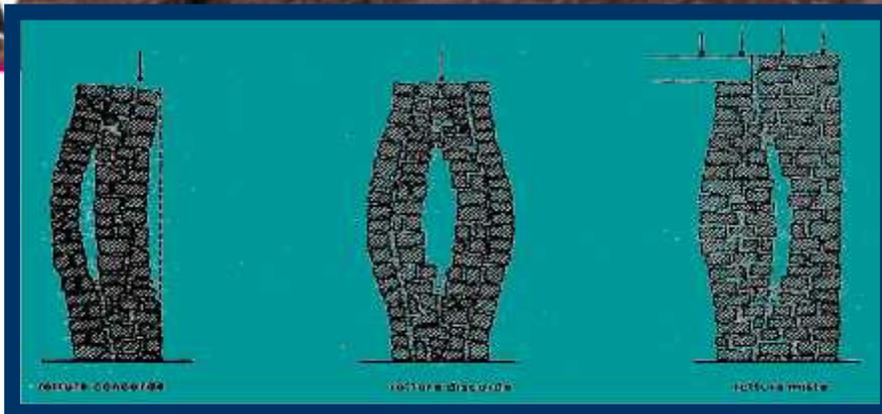
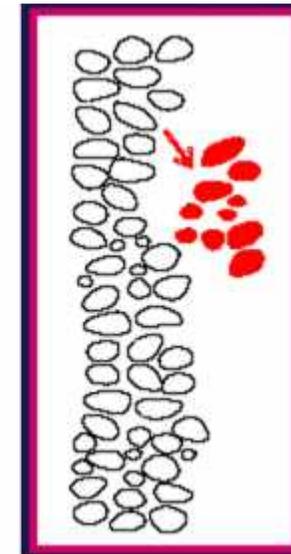
**Danni alle Strutture in
Muratura (L'Aquila, 2009)**



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Muratura

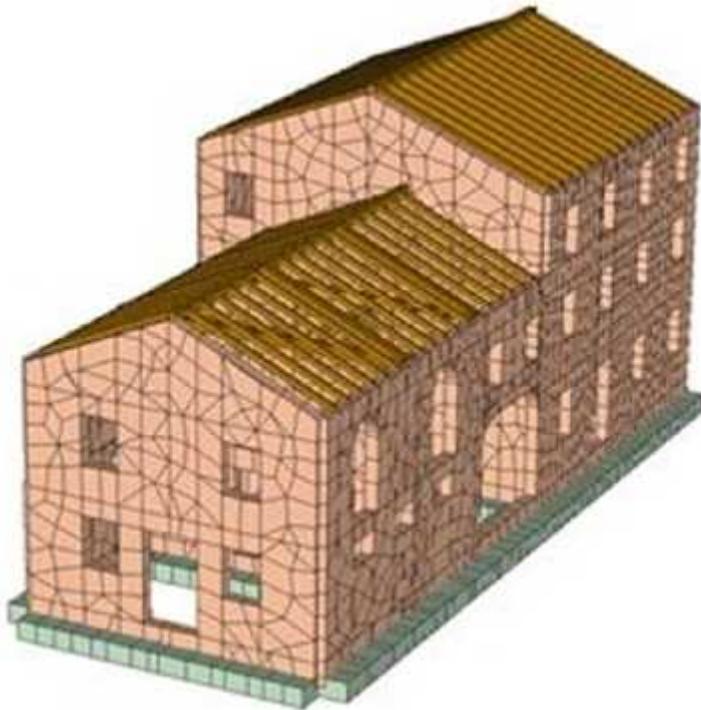
DISGREGAZIONE DELLA TESSITURA MURARIA



VULNERABILITÀ SISMICA

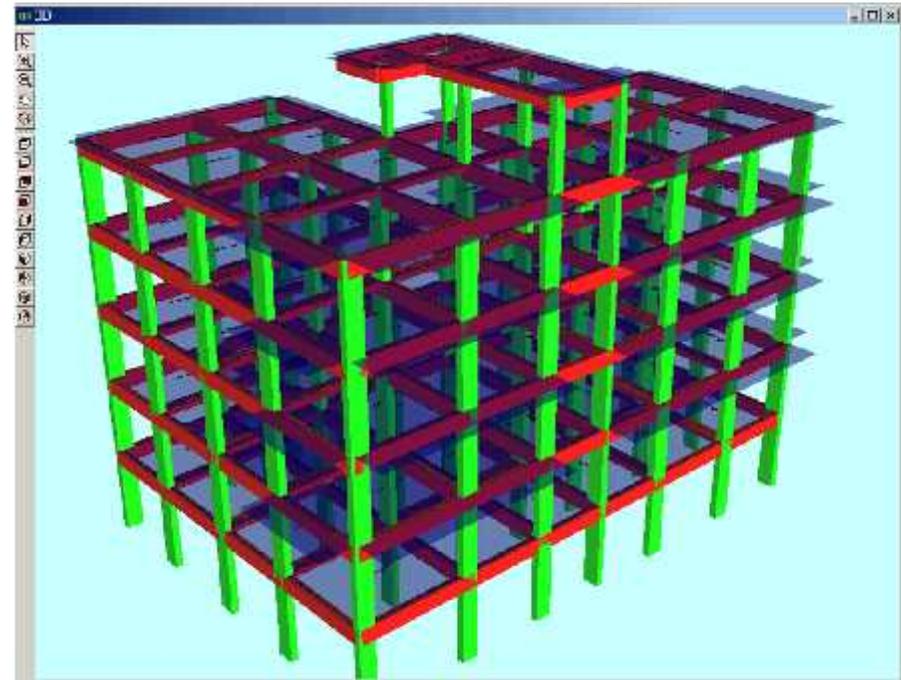
Tipologia Strutturale

Edifici in MURATURA



Schema Strutturale a
RESISTENZA DISTRIBUITA

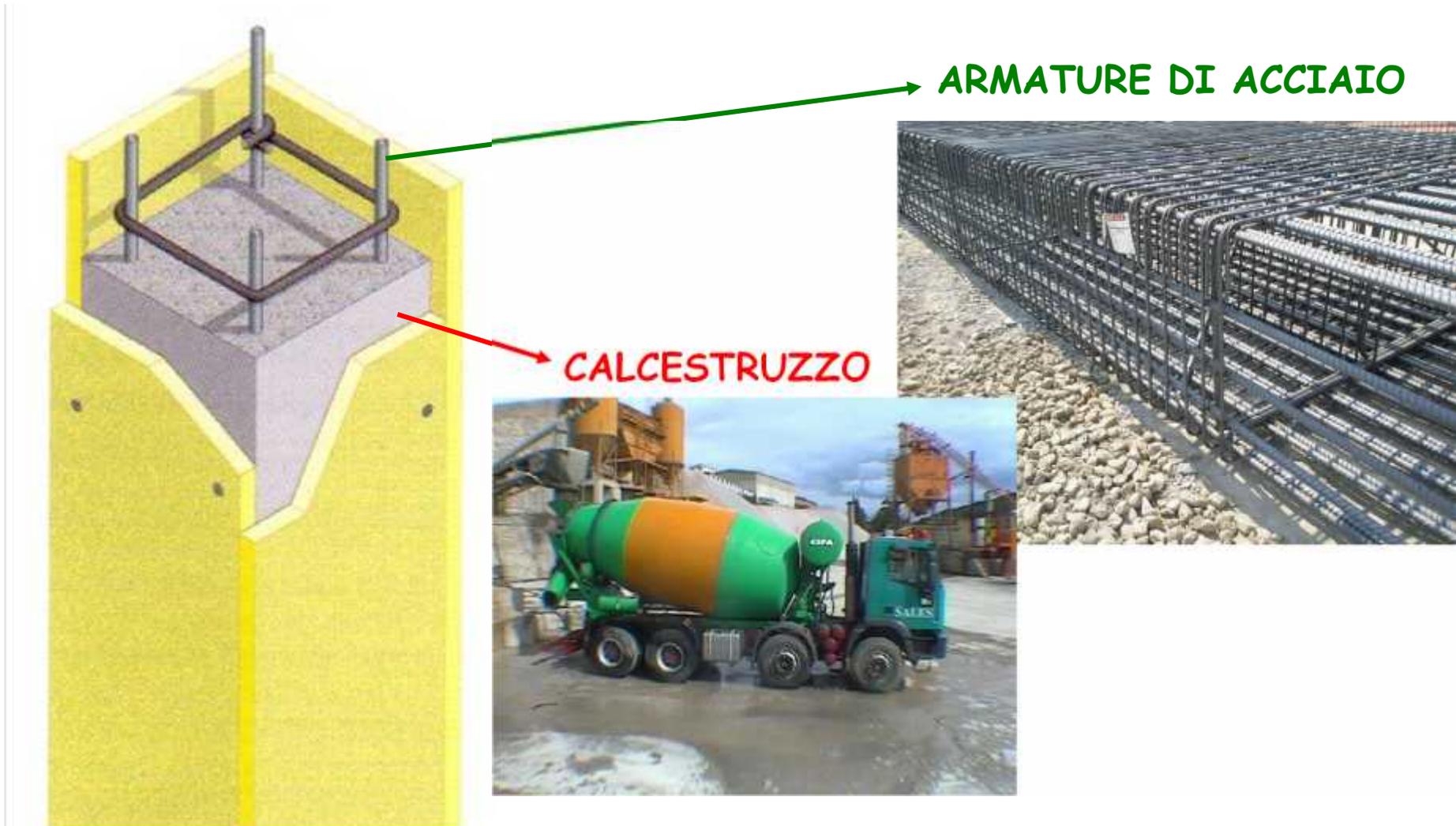
Edifici in CEMENTO ARMATO



Schema Strutturale a
RESISTENZA CONCENTRATA

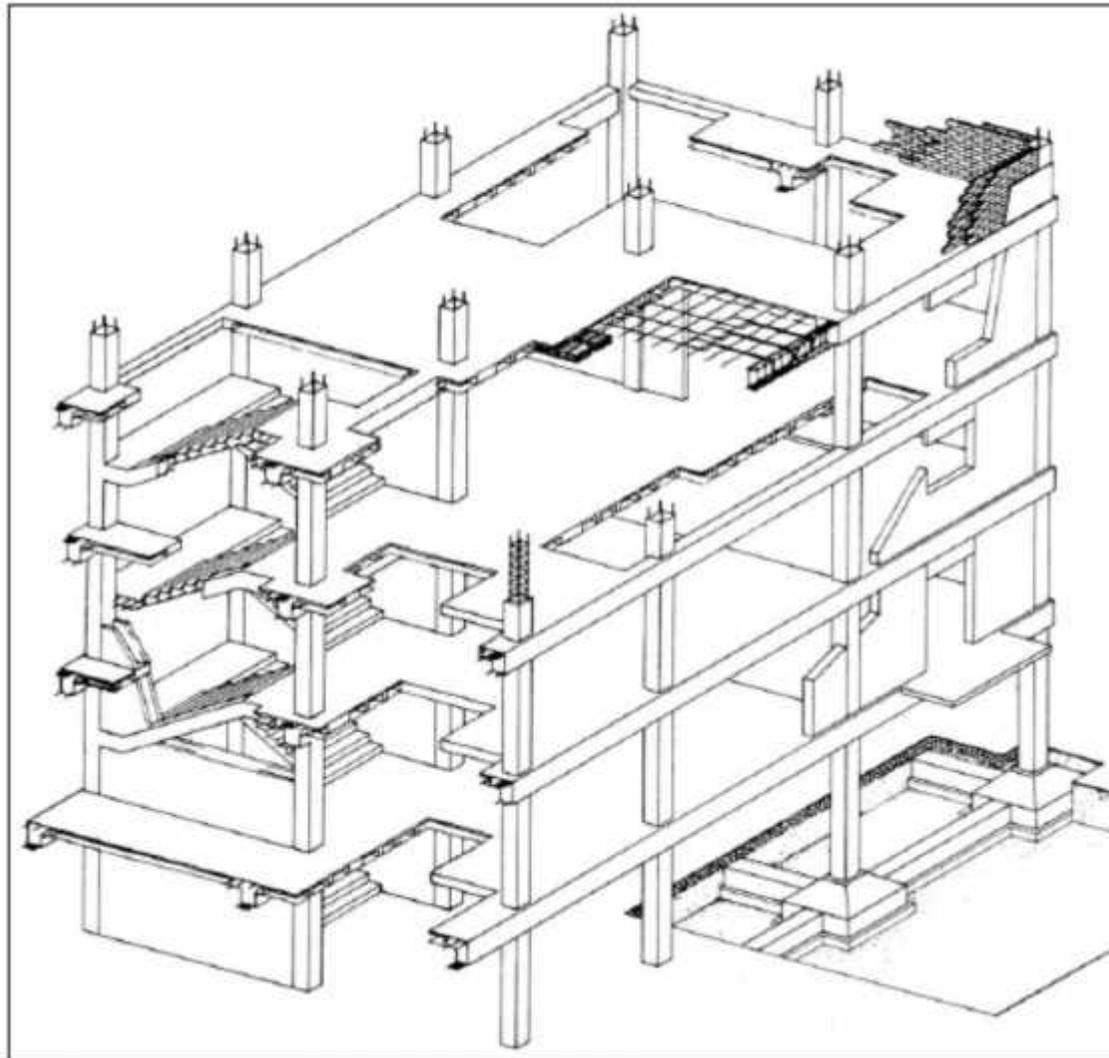
VULNERABILITÀ SISMICA

CEMENTO ARMATO = CALCESTRUZZO + ACCIAIO



STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO E' COMPOSTA DA:



STRUTTURE DI
FONDAZIONE

STRUTTURE IN
ELEVAZIONE:

- Impalcati orizzontali
(o inclinati)
⇒ solai
⇒ travi di piano
- Elementi strutturali
verticali
⇒ pilastri
⇒ setti
- Strutture delle scale

VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Comportamento sismico degli edifici in C.A. soggetti ad azioni sismiche

CAPACITA'

del singolo elemento in
termini di resistenza,
rigidezza e duttilità

VS

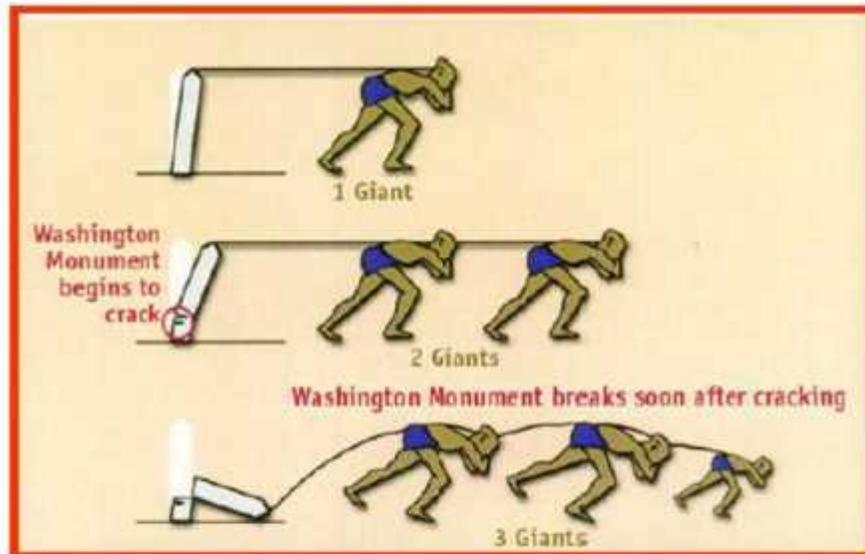
RICHIESTA

al singolo elemento in
termini di resistenza,
rigidezza e duttilità

La capacità di una struttura in cemento armato di sopportare terremoti di elevata intensità senza crollare dipende fortemente dalla sua **DUTTILITÀ**

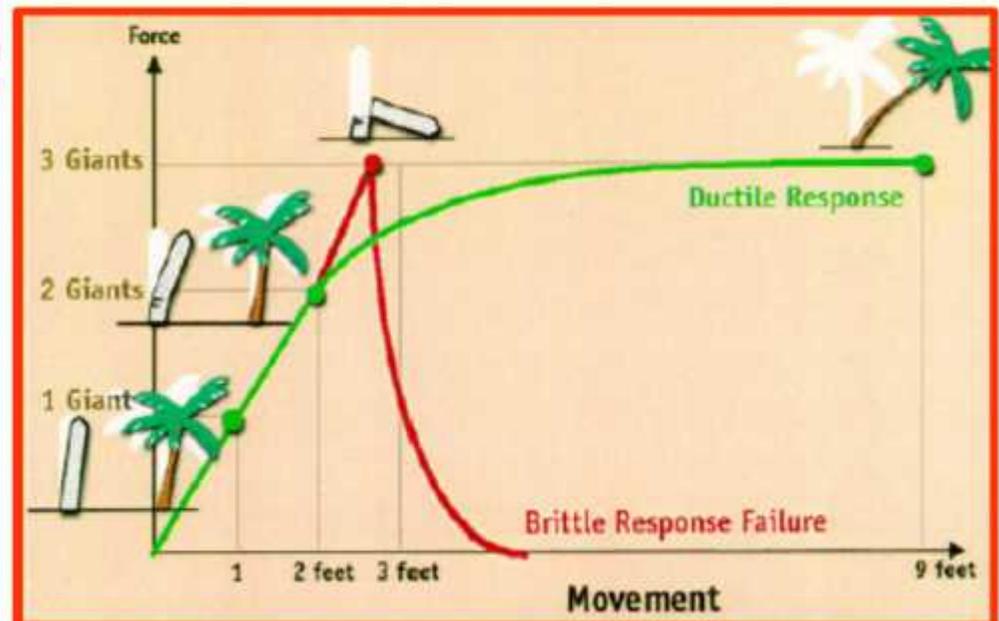
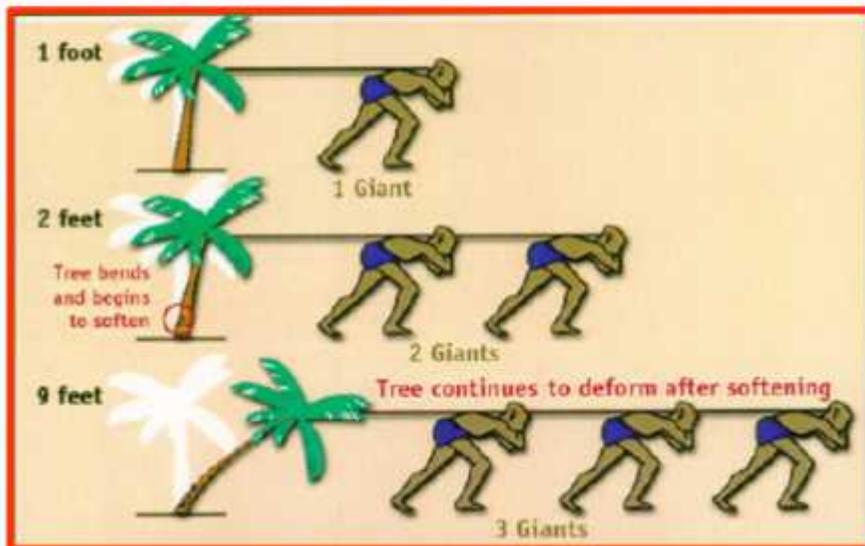
VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato



LA DUTTILITÀ

"... mi piego ma non mi spezzo"



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Terremoto de L'Aquila 06.04.2009 (M6.3)



Severo Danno Elementi Non
Strutturali - Lieve Danno
Elementi Strutturali



**COLLASSO
DI PIANO**



Severo Danno Elementi
Strutturali e S

VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Terremoto de L'Aquila 06.04.2009 (M6.3)



IL PIANO "SOFFICE"



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Terremoto
centro Italia 2017
(Amatrice)



VULNERABILITÀ SISMICA

L'irregolarità in elevazione



L'Aquila, Hotel Duca degli Abruzzi



Fonte: *O.S. Bursi, T. Dusatti, R. Pucinotti*, A reconnaissance report.
The 6, April, 2009, L'Aquila earthquake, Italy

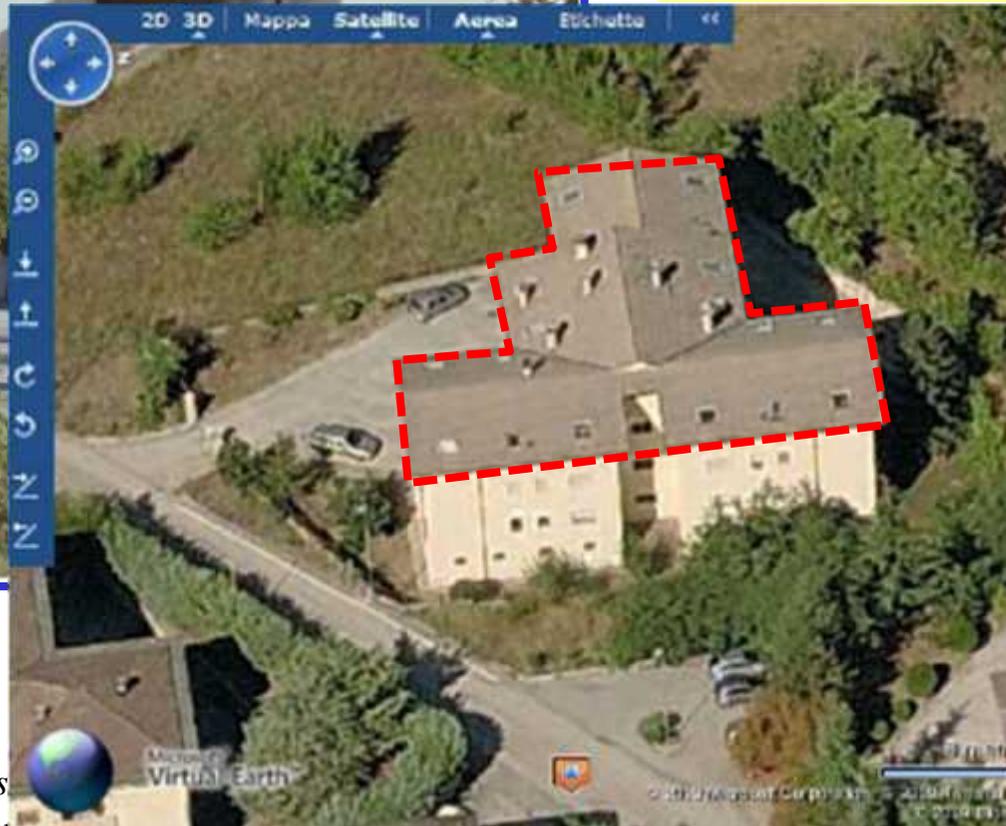
VULNERABILITÀ SISMICA

L'irregolarità in pianta e in elevazione

PRIMA



Pettino, edificio di 3 piani con forma in pianta "irregolare" e "garage" al piano terra

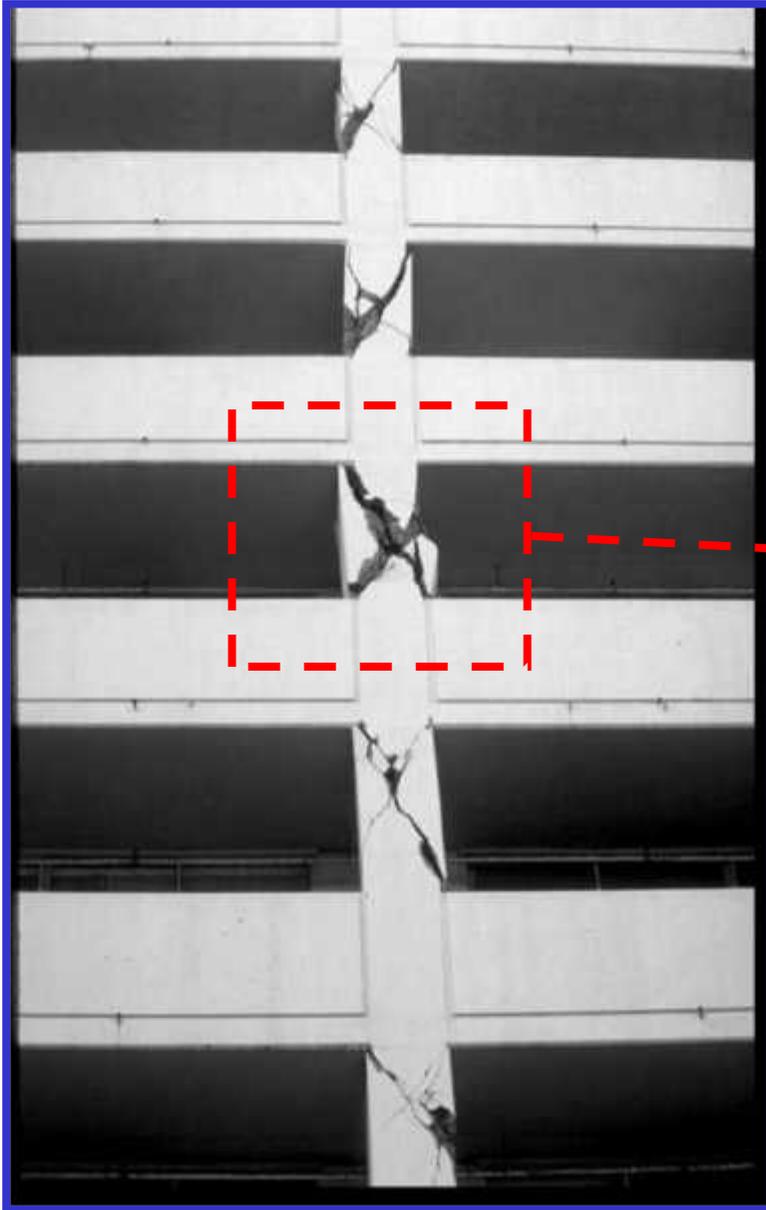


Fonte: *O.S. Bursi*
Pucinotti, A reconnaissance report.
The 6, April, 2009, L'Aquila
earthquake, Italy



VULNERABILITÀ SISMICA

Il pilastro "tozzo"



VULNERABILITÀ SISMICA

Il pilastro "tozzo"



Collasso della copertura
in c.a.

La presenza di finestre "a
nastro" determina il
comportamento a pilastro
"tozzo"

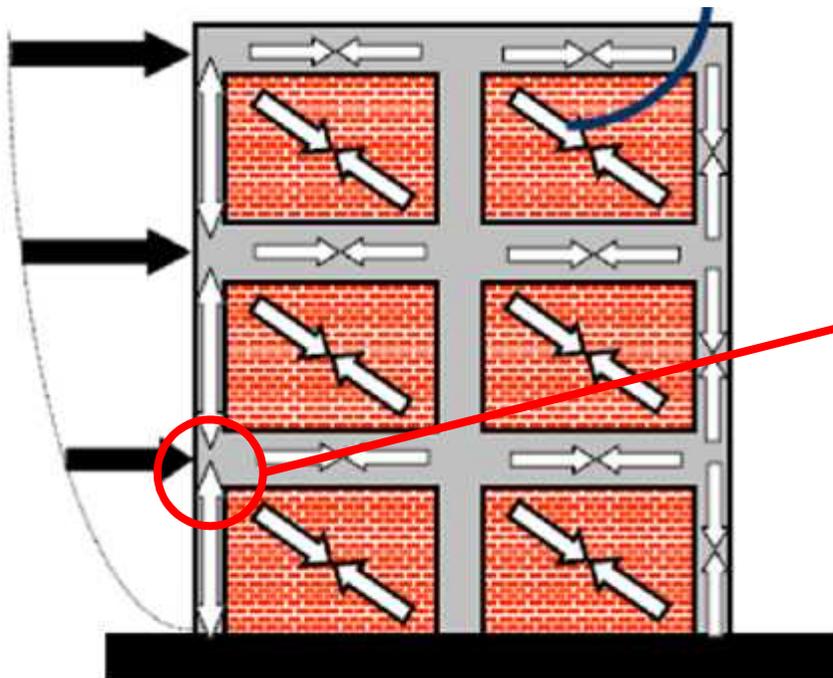


Particolare pilastro "tozzo"

VULNERABILITÀ SISMICA

Il ruolo delle tamponature

Reazione della
tamponatura

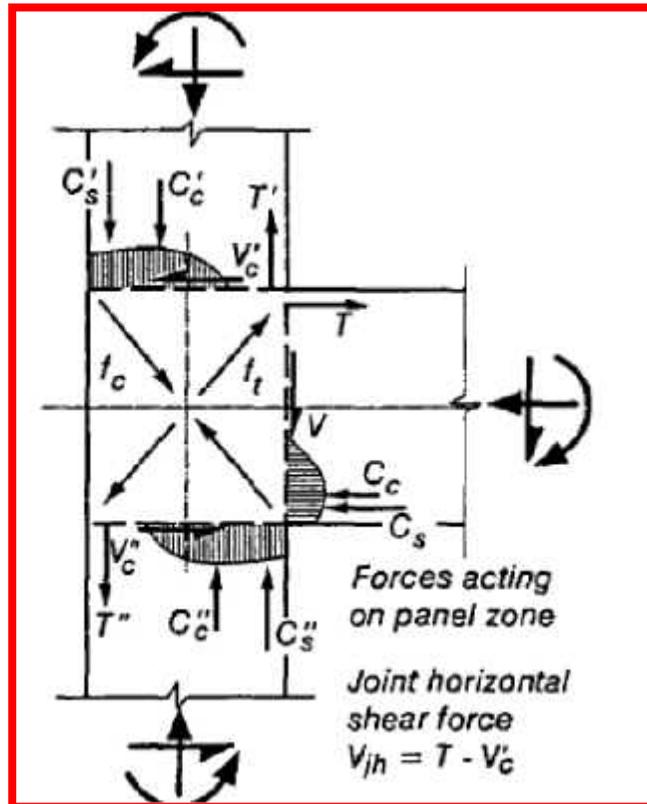


Crisi del nodo trave-colonna

**SCHEMA DI TELAIO CON
TAMPONATURE DISPOSTE AD
OGNI LIVELLO**

VULNERABILITÀ SISMICA

Il nodo trave-pilastro



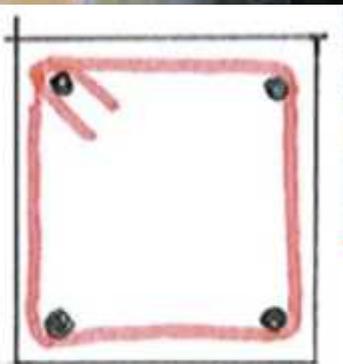
Nodi trave-colonna di strutture
in c.a. **NON STAFFATI**

VULNERABILITÀ SISMICA

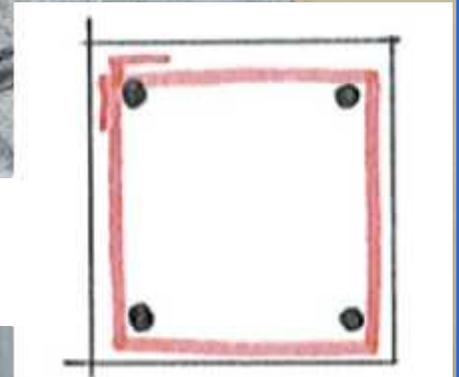
Strutture in Cemento Armato

IL "PARTICOLARE COSTRUTTIVO" DIVENTA FONDAMENTALE

Ottima staffatura di un pilastro



Scarsa staffatura



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture prefabbricate



L'assenza del collegamento trasversale trave-colonna ha determinato il collasso degli elementi di copertura



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

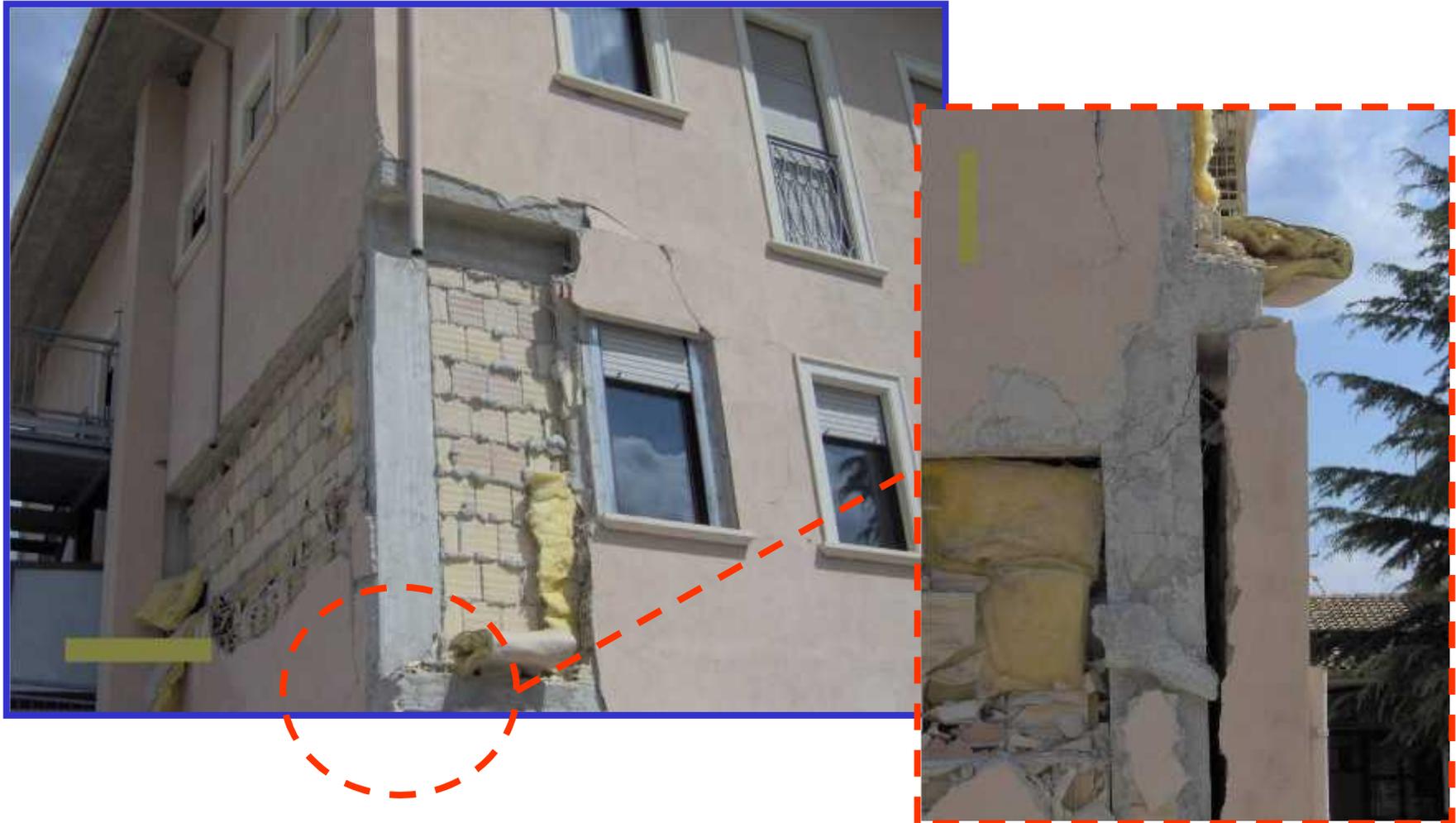
Il danneggiamento degli ELEMENTI NON STRUTTURALI



Il costo delle parti NON STRUTTURALI rappresenta il 70-80% del costo dell'intera costruzione

VULNERABILITÀ SISMICA

Gli elementi NON strutturali



Paramento realizzato all'esterno della maglia strutturale su "alette" aggettanti dalle travi di piano ➔ **vincoli inefficaci**

VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Il danneggiamento degli ELEMENTI NON STRUTTURALI

Facoltà di Ingegneria - L'Aquila



PRIMA del sisma



DOPO del sisma

VULNERABILITÀ SISMICA

Gli elementi NON strutturali



Collassi di tramezzi in late

*Esempi di collasso
di tramezzature*



Collassi di tramezzi in gesso

VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Il danneggiamento degli ELEMENTI NON STRUTTURALI



VULNERABILITÀ SISMICA

Strutture in Cemento Armato

Il danneggiamento degli **ELEMENTI NON STRUTTURALI**

Ospedale di Mirandola - Terremoto dell'Emilia 2012



VULNERABILITÀ SISMICA

Elementi NON strutturali

Danneggiamento dei controsoffitti



Ospedale San Salvatore



Università de L'Aquila

VULNERABILITÀ SISMICA

Gli effetti sui contenuti

Ribaltamento degli arredi - Terremoto de L'Aquila 2009



VULNERABILITÀ SISMICA

Gli effetti sui contenuti

Ribaltamento degli arredi - Terremoto dell'Emilia 2012



Agibilità Emilia 2012



Evacuazione della
scuola a seguito del
terremoto



Agibilità Emilia 2012



Lesione sull'ingresso principale

Spostamento dei pannelli di
controsoffitto



Agibilità Emilia 2012



Lesioni nella zona di contatto
tra tramezzo e solaio



Agibilità Emilia 2012



Danno alle
controsoffittature

Rottura dei vetri della palestra



Agibilità Emilia 2012



Distacco di intonaco

prima



dopo



Distacco della cortina su una
via di accesso

Agibilità Centro Italia 2016



Lesione sull'architrave di una porta di un aula

Lesione su parete portante
adiacente l'ingresso principale



VULNERABILITÀ SISMICA

Valutazione e Riduzione

A parità di sollecitazione sismica (**domanda**) quanto più l'edificio è capace di assorbire queste sollecitazioni senza subire danni (**capacità**) tanto meno è vulnerabile.

1. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ:

definire la (**in**)capacità di sopportare azioni sismiche

2. RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ:

intervenire per diminuire la domanda (ad es. alleggerendo l'edificio) o aumentare la capacità

STRATEGIA DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI n. 3274 del 20 marzo 2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (GU n. 105 del 8 maggio 2003, Suppl. Ordinario n. 72)

ARTICOLO 2

...

3. E' fatto **OBBLIGO DI PROCEDERE A VERIFICA**, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, ai sensi delle norme di cui ai suddetti allegati, sia degli **EDIFICI DI INTERESSE STRATEGICO** e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possono assumere **RILEVANZA IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE DI UN EVENTUALE COLLASSO.**

Le **VERIFICHE** di cui al presente comma dovranno essere effettuate **ENTRO CINQUE ANNI** dalla data della presente ordinanza ...

LE VERIFICHE DI VULNERABILITÁ SISMICA DI EDIFICI ESISTENTI (Cap. VIII - NTC-2008) - C'è UN OBBLIGO?

Le recenti normative per le costruzioni in zona sismica introducono nuovi **impegni per i proprietari, pubblici o privati, di edifici esistenti** la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di Protezione Civile (es. ospedali, municipi, caserme, ecc.) e/o di edifici che possono **assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso** (es. scuole, teatri, musei, biblioteche, chiese, alberghi, ecc.).

Per tali edifici è fatto obbligo di procedere alla valutazione di sicurezza sismica.

LE VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA DI EDIFICI ESISTENTI (Cap. VIII - NTC-2008) - C'È UN OBBLIGO?

Per gli **edifici privati** ad uso residenziale, ad oggi, nessun obbligo normativo impone al proprietario, o al legale rappresentante, di procedere alla verifica di vulnerabilità sismica ad esclusione della ricorrenza di anche una delle seguenti situazioni (§ 8.3 Norme Tecniche per le Costruzioni 2008):

- **riduzione evidente della capacità resistente** e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti di essa dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;
- **provati gravi errori di progetto o di costruzione;**
- **cambio della destinazione d'uso** della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- **interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale** e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modifichino la rigidità.

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

Dalle Verifiche agli Interventi

Quanto costa una VERIFICA sismica

- Mediamente 2,5 Euro/mc (al 2003)
- Per un edificio di 10.000 mc sono necessari circa 25.000 Euro

Quanto costa un INTERVENTO di rafforzamento

- Mediamente tra 150 e 400 Euro/mc (dipende dal tipo di intervento e dall'esito della verifica)
- Per un edificio di 10.000 mc possono essere necessari fino a 4.000.000 Euro

Vale la pena di fare le VERIFICHE ?

- SI (e ben fatte): se ne ricava tipo, entità ed urgenza dell'intervento
- SI: basta un risparmio sull'intervento di poche unità per cento per ripagare il costo della verifica

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

SCHEDA DI SINTESI PER LA VERIFICA TECNICA SISMICA DI "LIVELLO 1" O DI "LIVELLO 2" PER GLI EDIFICI E LE OPERE STRATEGICHE AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, DGR Lazio 766/03 all. 2)

1) Identificazione dell'edificio		riservato Regione		
<i>Regione</i>	<i>Codice Istat</i> 1 2	<i>N° progressivo intervento</i>		
		<i>Scheda n°</i>	<i>Data</i> / /	
<i>Provincia</i>		<i>Codice Istat</i> 0 5 7	<i>Complesso edilizio composto da</i> <i>edifici</i>	
		<i>Codice identificativo</i> 1		
<i>Comune</i>	<i>Codice Istat</i> 0 5 9	<i>Dati Catastali</i>	<i>Foglio</i>	<i>Allegato</i>

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

7) Destinazione d'uso		
A	Originaria	Codice d'uso 5 0 3
B	Attuale	Codice d'uso 5 0 3

8) Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti		
A	Sopraelevazione	<input type="checkbox"/>
B	Ampliamento	<input type="checkbox"/>
C	Variazione di destinazione che ha comportato un incremento dei carichi originari al singolo piano superiore al 20%	<input type="checkbox"/>
D	Interventi strutturali volti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.	<input type="checkbox"/>
E	Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implichino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.	<input type="checkbox"/>
F	Interventi di miglioramento sismico.	<input type="checkbox"/>
G	Interventi di sola riparazione dei danni strutturali.	<input type="checkbox"/>

9) Eventi significativi subiti dalla struttura			10) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
<i>Tipo evento</i>	<i>Data</i>	<i>Tipologia Intervento</i>	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
1) Codice evento _	_ _ / _ _ / _ _ _ _	_	Autorità di Bacino _ _ _ _ _ _ _	Area R4	Area R3
2) Codice evento _	_ _ / _ _ / _ _ _ _	_	1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Codice evento _	_ _ / _ _ / _ _ _ _	_	2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

19) Classificazione sismica	
1) Zona sismica (DGR Lazio 766/03):	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/>
2) Valore dell'accelerazione orizzontale massima di ancoraggio spettro risposta elastico (suolo A), rapportata a g, dedotta da:	0. 2 5 0 g
2.1) Allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/2003	<input type="radio"/>
2.2) Delibera di Giunta Regionale	<input type="radio"/>
2.3) Studio più approfondito:	
2.3.1) Mappa di riferimento nazionale (INGV)	<input checked="" type="radio"/>
2.3.2) Studio regionale	<input type="radio"/>
2.3.3) Studio di letteratura	<input type="radio"/>
2.3.4) Studio effettuato direttamente	<input type="radio"/>

20) Categoria di suolo di fondazione		
1	Metodologia per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione	1) Sulla base di carte geologiche disponibili <input type="checkbox"/>
		2) Sulla base di indagini esistenti <input type="checkbox"/>
		3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente <input checked="" type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo <input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT) <input type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole) <input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione <input checked="" type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica <input type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali <input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto <input type="checkbox"/>
		8) Altro <u>Defini</u> <input checked="" type="checkbox"/>

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità o Sinkhole		SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>			
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa		SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>			
4	Velocità media onde di taglio V_{s30} 4 9 4 m/s	5	Resistenza Penetrometrica media N_{60} colpi	6	Resistenza media alla punta q kPa	7	Coesione non drenata media c_u kPa
8	Suscettibilità alla liquefazione SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna				Z_w	
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna				Z_g	
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:				SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>	
		Spessore	densità	sciolte	medie	dense	
		3.1) Sabbie fini	m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
		3.2) Sabbie medie	m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.3) Sabbie grosse	m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
9	Categoria di suolo di fondazione B (par 3.2.1 Norme Tecniche Costruzioni)	10	1) Coefficiente S per le categorie del suolo 1.25 2) Periodo T_B dello spettro di risposta orizz. 0.15 3) Periodo T_B dello spettro di risposta vert. 0.05 4) Periodo T_c dello spettro di risposta orizz. 0.50 5) Periodo T_c dello spettro di risposta vert. 0.15 a) Valori di Norma <input checked="" type="radio"/> b) Valori da letteratura <input type="radio"/> c) Valori da analisi specifiche <input type="radio"/>				
11	Coefficiente di amplificazione topografica	1.0 9					

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

21) Regolarità dell'edificio		
A	La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze ?	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
B	Qual è il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto ?	1 2
C	Qual è il massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione?	1 1 0 %
D	I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="radio"/>
E	Qual è la minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio ?	1 4 8 %
F	Quali sono le massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidezza espresse in % della massa e della rigidezza del piano contiguo con valori più elevati ?	1 2 0 %
G	Quali sono i massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	1 5 % (p. 1°) 1 5 % (p. T)
H	Sono presenti elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti)	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
I	Giudizio finale sulla regolarità dell'edificio, ottenuto in relazione alle risposte fornite dal punto A al punto H	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

23) Livello di conoscenza			
A	LC1: Conoscenza Limitata	(FC 1.35)	<input checked="" type="checkbox"/>
B	LC2: Conoscenza Adeguata	(FC 1.20)	<input type="checkbox"/>
C	LC3: Conoscenza Accurata	(FC 1.00)	<input type="checkbox"/>

22) Livello di verifica		
A	Livello 1	<input checked="" type="checkbox"/>
B	Livello 2	<input type="checkbox"/>

D	Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione	<input type="checkbox"/>
		2) Rilievo ex-novo completo	<input checked="" type="checkbox"/>
E	Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)	1) Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ	<input type="checkbox"/>
		3) Estese verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
		4) Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ	<input type="checkbox"/>
		5) Esaustive verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
F	Proprietà dei materiali (cemento armato, acciaio)	1) Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in-situ	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ	<input type="checkbox"/>
		3) Estese prove in-situ	<input type="checkbox"/>
		4) Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ	<input type="checkbox"/>
		5) Esaustive prove in-situ	<input type="checkbox"/>

N	Dettagli strutturali (muratura)	1) Limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese ed esaustive verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		3) Buona qualità del collegamento tra pareti verticali ?	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
		4) Buona qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ?	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
		5) Presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento ?	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
		6) Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture ?	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
		7) Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti ?	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
		8) Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità ?	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
O	Proprietà dei materiali (muratura)	1) Limitate indagini in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese indagini in-situ	<input type="radio"/>
		3) Esaustive indagini in-situ	<input type="radio"/>
P	Edificio semplice	1) Rispondenza alla definizione ex-OPCM n. 3274/2003 all. 2 par. 11.5.10	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>

24) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)	120	120						
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)			310					
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)	0.45	0.45						
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)	25.5	25.5	206					
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)	11.6	11.6	79					

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

25) Metodo di analisi				
A	Analisi statica lineare	<input type="radio"/>	E	Fattore di struttura $q = 2.000$
B	Analisi dinamica modale	<input checked="" type="checkbox"/>		
C	Analisi statica non lineare	<input type="radio"/>		
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="radio"/>		

26) Modellazione della struttura			
A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale	<input type="radio"/>	
B	Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi	<input checked="" type="checkbox"/>	
C	Periodi fondamentali	Direzione X 0.62	Direzione Y 0.57
D	Masse partecipanti	Direzione X 97%	Direzione Y 98%

Rigidezza flessionale ed a taglio		1	2		3
		Non fessurata	Fessurata	con una riduzione del	determinata dal legame costitutivo utilizzato
E	Elementi trave	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	00%	<input type="radio"/>
F	Elementi pilastro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	00%	<input type="radio"/>
G	Muratura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	$LL\%$	<input type="radio"/>
H	Altro elem. 1 (specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	$LL\%$	<input type="radio"/>
I	Altro elem. 2 (specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	$LL\%$	<input type="radio"/>

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Scheda di SINTESI

		27) Risultati dell'analisi: livelli di accelerazione al suolo (in rapporto a g) per diversi SL								
		Tipo di rottura								
		cemento armato, acciaio				muralura				totale
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Primo collasso a taglio	Collasso di un nodo	Rotazione rispetto alla corda o vertiche a flessione o pressoflessione	Capacità limite del terreno di fondazione	Capacità limite del terreno di fondazione	Deformazione ultima nel piano	Resistenza fuori dal piano	Resistenza nel piano	Deformazione di danno
A	PGA _{coll.}									
B	PGA _{coll.}	0 0 0 5	0 0 0 3	0 0 3 0 3	2 1 8 4 0					
C	PGA _{coll.}									0 28 3

28) Valori di riferimento	
Livelli di accelerazione al suolo di riferimento	Valore dell'accelerazione (in rapporto a g)
A	PGA _{2%} 0 3 4 5 g
B	PGA _{10%} 0 2 5 0 g
C	PGA _{50%} 0 1 0 0 g

29) Indicatori di rischio	
Indicatore di rischio	Valore dell'indicatore
A	di collasso 1 (i ₁) = (PGA _{coll.} / PGA _{2%})
B	di collasso 2 (i ₂) 0 0 0 5 = (PGA _{coll.} / PGA _{10%})
C	di inagibilità (i ₃) 0 0 1 3 = (PGA _{coll.} / PGA _{50%})

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

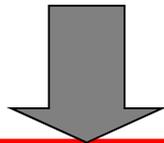
Capacità vs Domanda

CAPACITA'

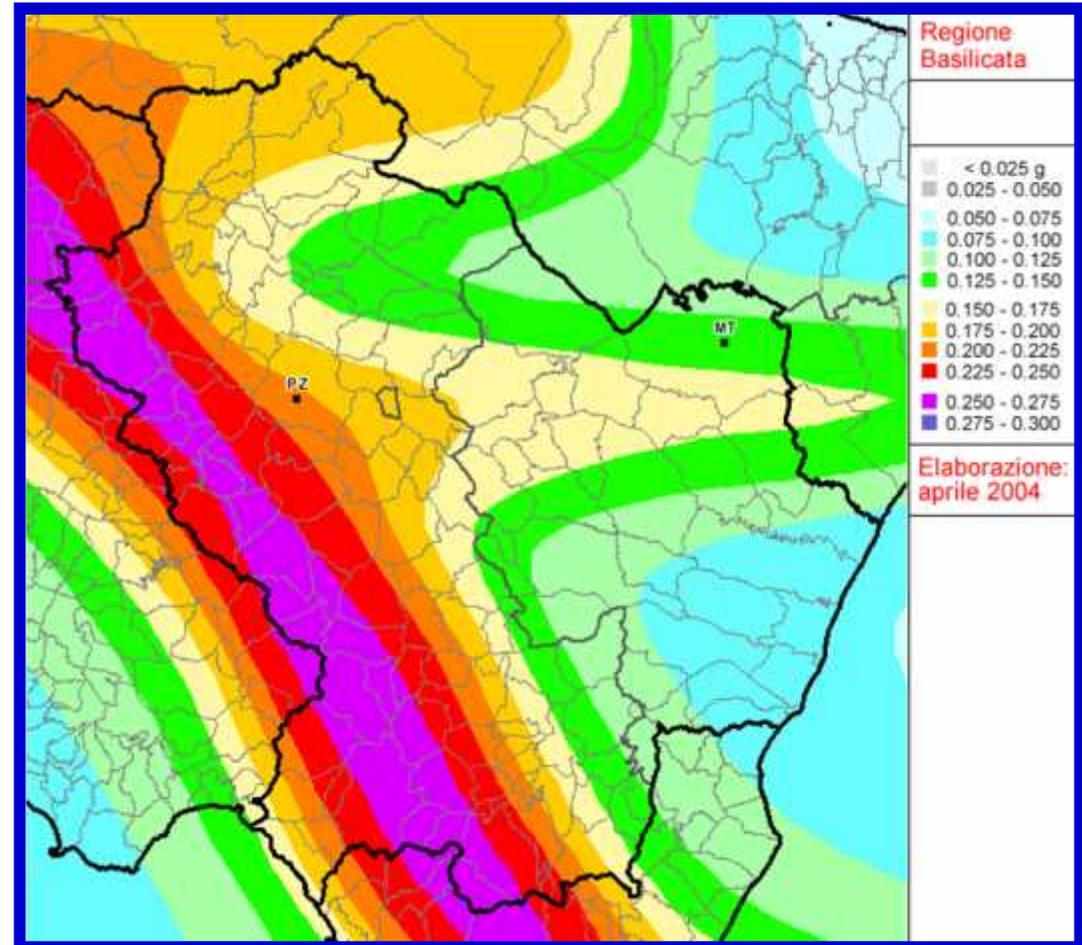
Valutazione della resistenza sismica (rispetto ad un certo stato limite)

DOMANDA

Intensità sismica nel sito in esame (per il terremoto relativo allo stato limite di verifica)



$$\alpha_{SLV} = \text{Capacità/Domanda}$$



Mappa di Pericolosità sismica della Basilicata ($T_R = 475$ anni)

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

SISMA del 5 maggio 1990, Intensità locale VI MCS

EDIZ. BASILICATA Anno CIII - N. 121 - Domenica 4 Maggio 1990

Dieci anni dopo, un lungo terremoto scuote la Basilicata e il Sud

La grande paura

Due morti ma non è stata catastrofe

Una scossa dell'ottavo grado della scala Mercalli, poi altre 30 di intensità decrescente. L'epicentro a 10 km dal capoluogo. Una vittima a Potenza, l'altra a Baronissi (Salerno). Il ministro della Protezione civile, Lattanzio, accorre e presiede un vertice d'emergenza



II Mercoledì 5 Giugno 1991

CRONACA D

I genitori chiedono accertamenti scientifici

Scuole, scoppia la polemica Divisi sul tipo di verifica

Il solo controllo a vista non basta più. Ma per andare in profondità occorrono tempo e denaro

È pericoloso assuefarsi al terremoto. Una frase che abbiamo sentito spesso all'indomani del sisma del 26 maggio scorso. Se assuefarsi significa abbassare la guardia — e in questo senso intendeva il sindaco di Potenza, Sampogna — ci troviamo pienamente d'accordo. Non altrettanto se assuefarsi vuol significare iniziare ad acquisire una capacità più razionale di affrontare un evento con il quale bisogna purtroppo convivere (anche questo termine è tornato spesso in questi giorni). Fatta questa premessa, chiediamoci cosa è accaduto a Potenza e nei centri colpiti dall'ultimo terremoto dopo i primi momenti di inevitabile apprensione?

L'impressione è che i fatti nuovi siano stati affrontati con fermezza d'ortodossia del ministro Capria e frutto anche di questo generale atteggiamento, ma anche con quella serenità che in casi del genere porta ad un'analisi serena ed esperti che, assumendosi non poche responsabilità, hanno consentito all'amministrazione comunale di Potenza di adottare una non facile ma necessaria decisione: riprendere l'attività scolastica. E in quasi tutte le scuole del capoluogo si è tornato a far lezione, dimostrando, studenti, docenti e genitori, una grande maturità. Da non confondere, comunque, con l'assuefazione della quale dicevamo all'inizio. Spendere una parola in più sugli studenti ci sembra doveroso. Più volte additati come superficiali, pronti a sfruttare ogni occasione, questa volta sono tornati tra i banchi, anche se con qualche apprensione dovuta anche a discorsi non sempre supportati da dati tecnici. Tutti hanno ritenuto prioritario concludere l'anno scolastico anche se hanno chiesto precise garanzie. Quelle che i tecnici hanno fornito non certo in maniera approssimativa, come qualcu-



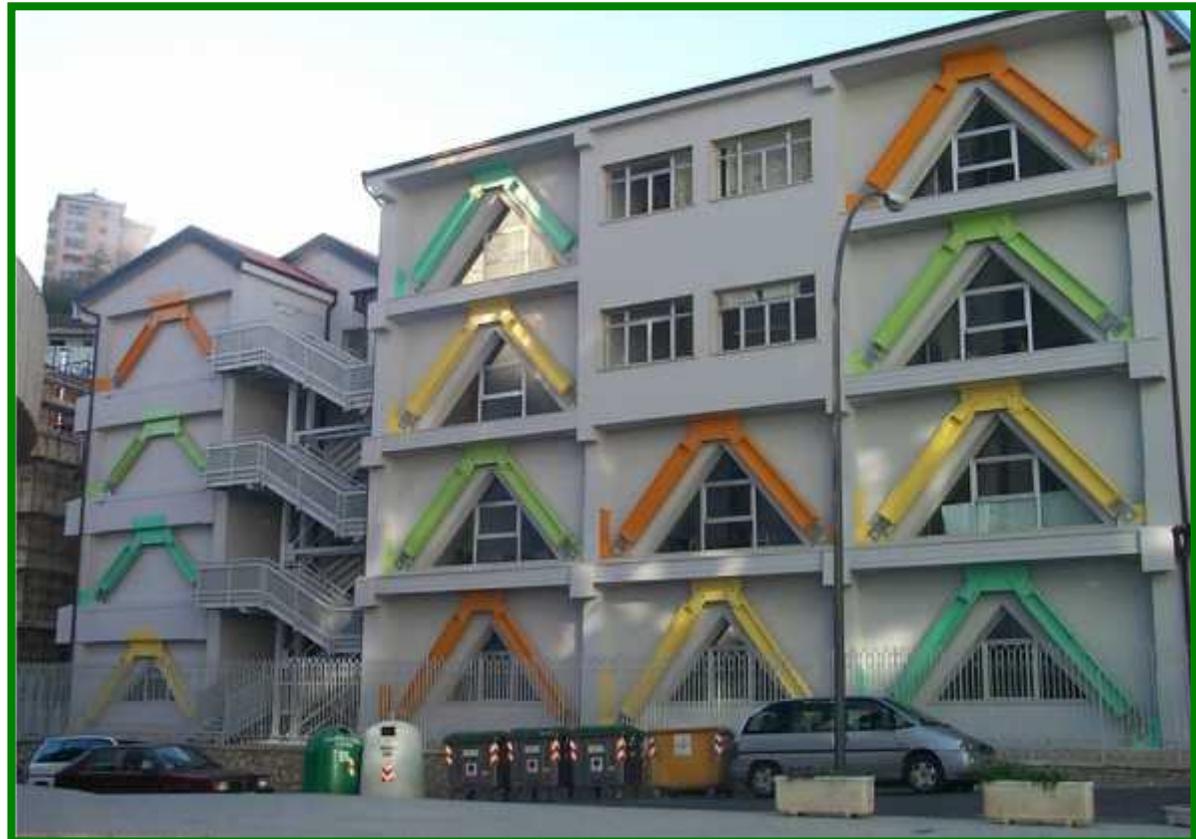
LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

Attività post-sisma 1990

Il contributo delle categorie professionali nelle attività per la mitigazione del rischio sismico

Manuale per la valutazione e l'adeguamento sismico, Ordine degli Ingegneri di Potenza, 1992

Interventi per la messa in sicurezza degli edifici scolastici



LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

Attività post-sisma 2002

13 novembre 2002: Convenzione per lo studio della vulnerabilità sismica delle scuole della Provincia di Potenza (resp. Mauro DOLCE)

I FASE: raccolta dei dati disponibili per una prima valutazione di vulnerabilità degli edifici scolastici progettati senza criteri antisismici.

II FASE: estensione anche agli edifici scolastici progettati o adeguati con criteri antisismici. Approfondimento delle valutazioni di vulnerabilità attraverso prove sui materiali strutturali, identificazione dinamica delle degli edifici e la raccolta di tutti i dati utili a definire un database di fascicoli di fabbricato.

III FASE: definizione di tipologie di intervento adottabili ai fini del loro adeguamento o miglioramento sismico, in una logica di ottimizzazione della spesa e dei risultati conseguibili in termini di riduzione del rischio, in una condizione di budget limitato o di attuazione per fasi.

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

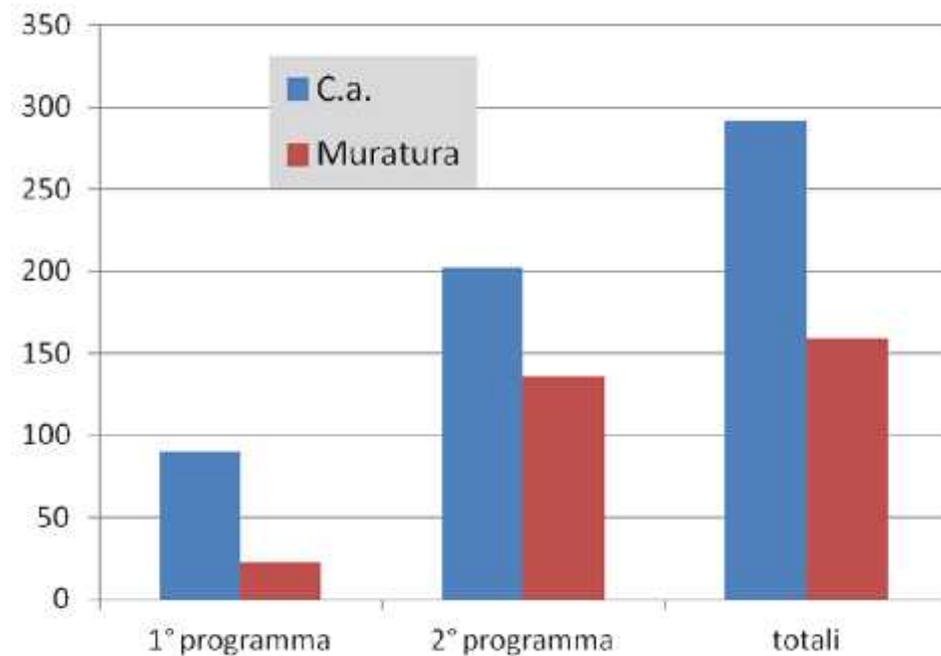
Valutazione della Vulnerabilità

A seguito della OPCM 3362/2004 sono stati varati dalla Regione Basilicata 2 programmi di verifiche tecniche su edifici non progettati con regole sismiche:

- 1° Programma temporale delle verifiche del patrimonio edilizio strategico e rilevante (anno 2004): 68 edifici ospedalieri e **113 edifici scolastici**
- 2° Programma temporale delle verifiche del patrimonio edilizio strategico e rilevante (anno 2005): **338 edifici scolastici**

- **451 edifici scolastici verificati**

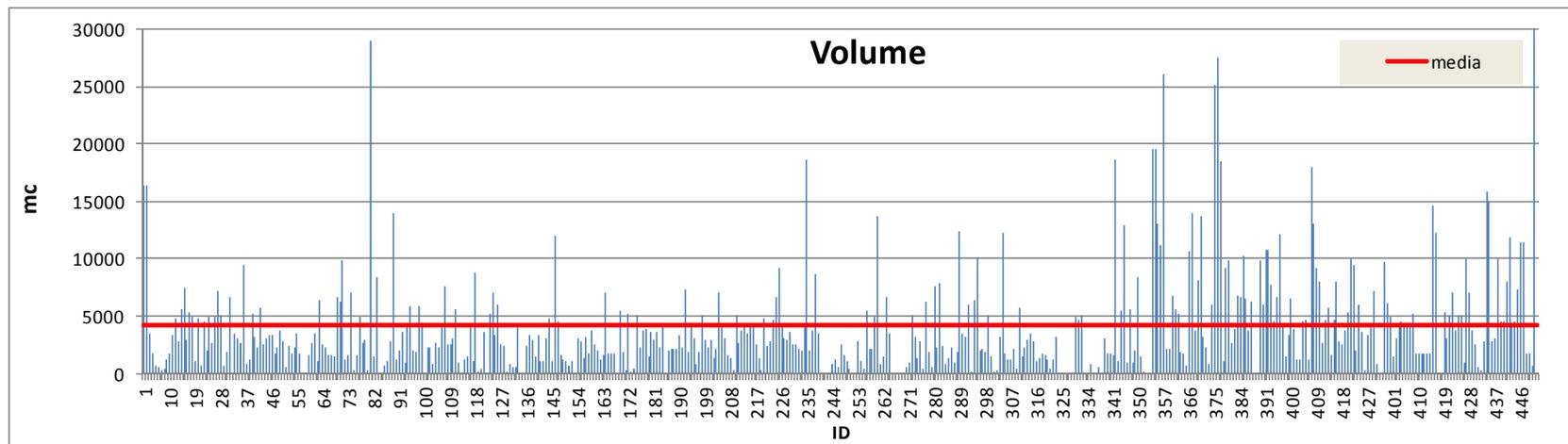
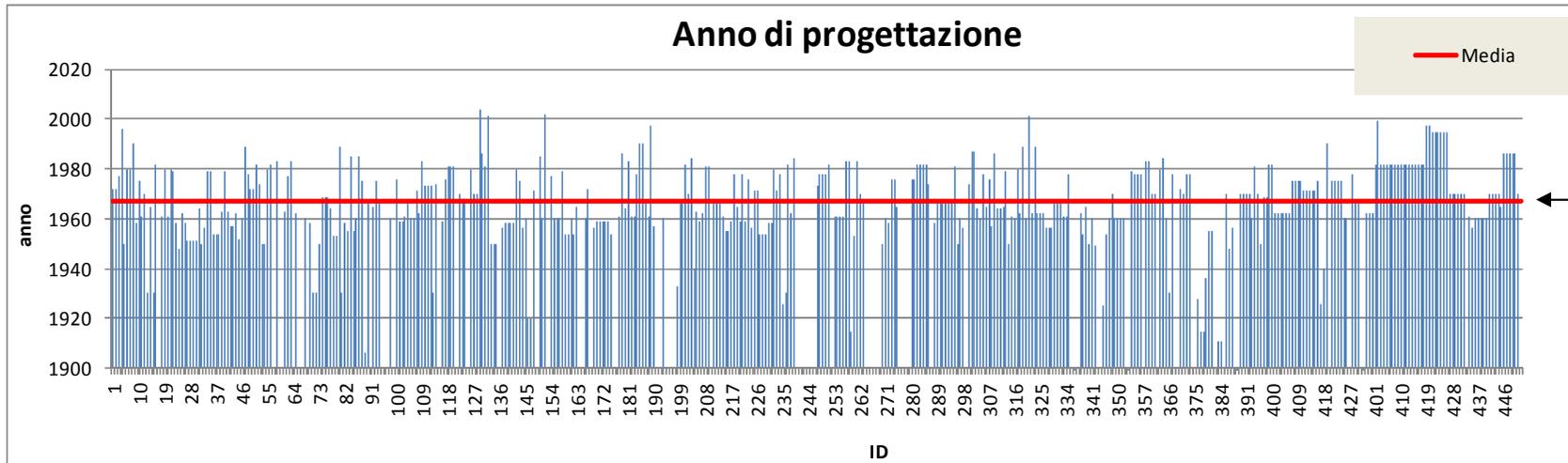
- **Circa 2/3 degli edifici sono in c.a.**



Tipologie prevalenti edifici scolastici

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

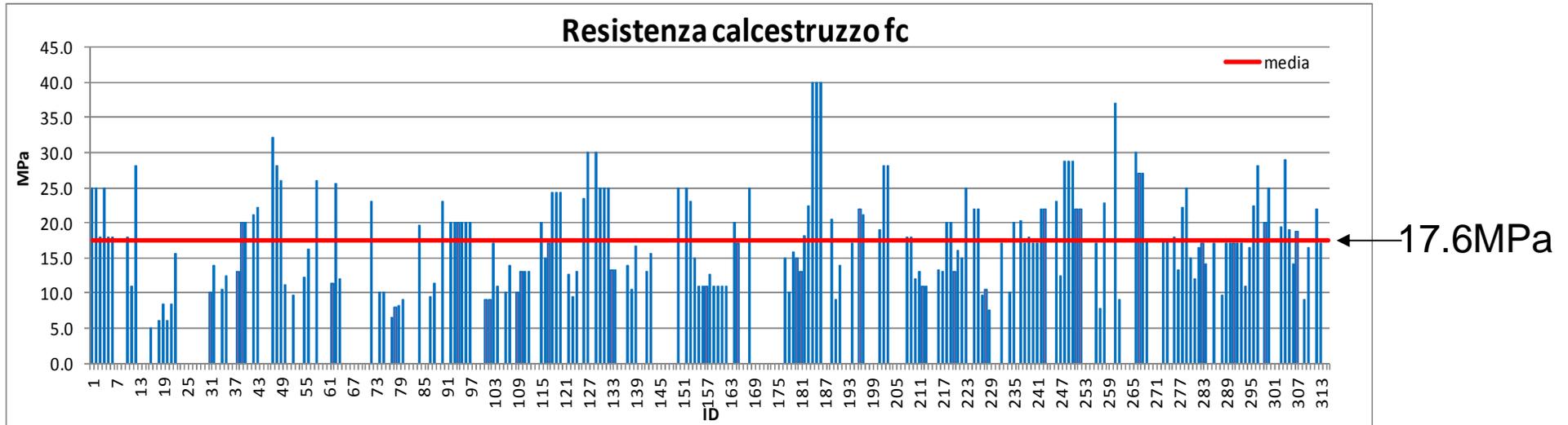
Valutazione della Vulnerabilità



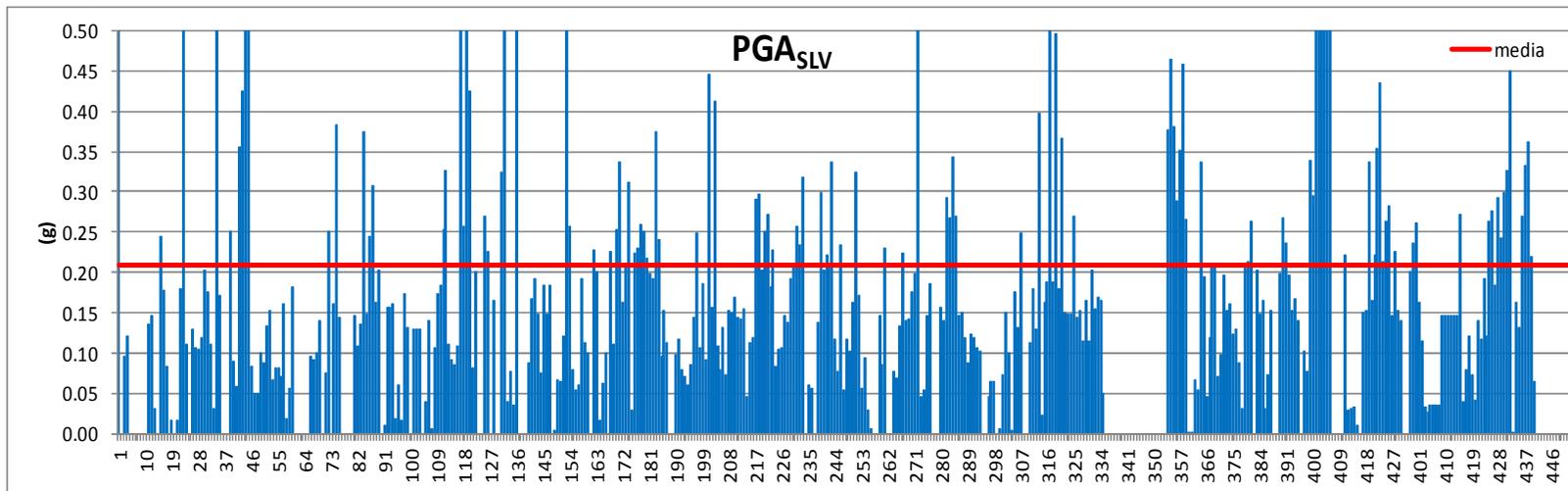
Volume Totale circa 2.000.000 di mc

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

Qualità dei materiali, Capacità



Capacità



LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

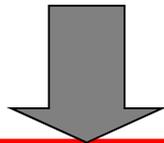
Capacità vs Domanda

CAPACITA'

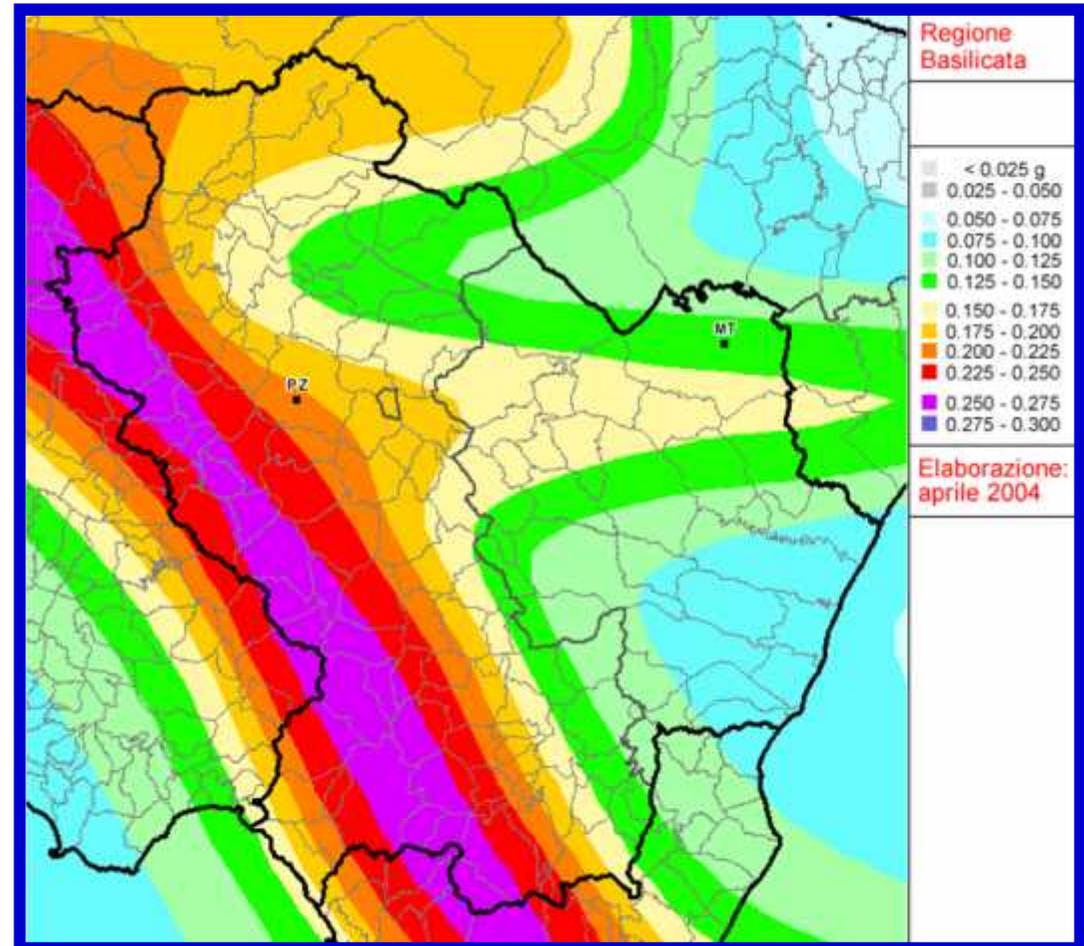
Valutazione della resistenza sismica (rispetto ad un certo stato limite)

DOMANDA

Intensità sismica nel sito in esame (per il terremoto relativo allo stato limite di verifica)



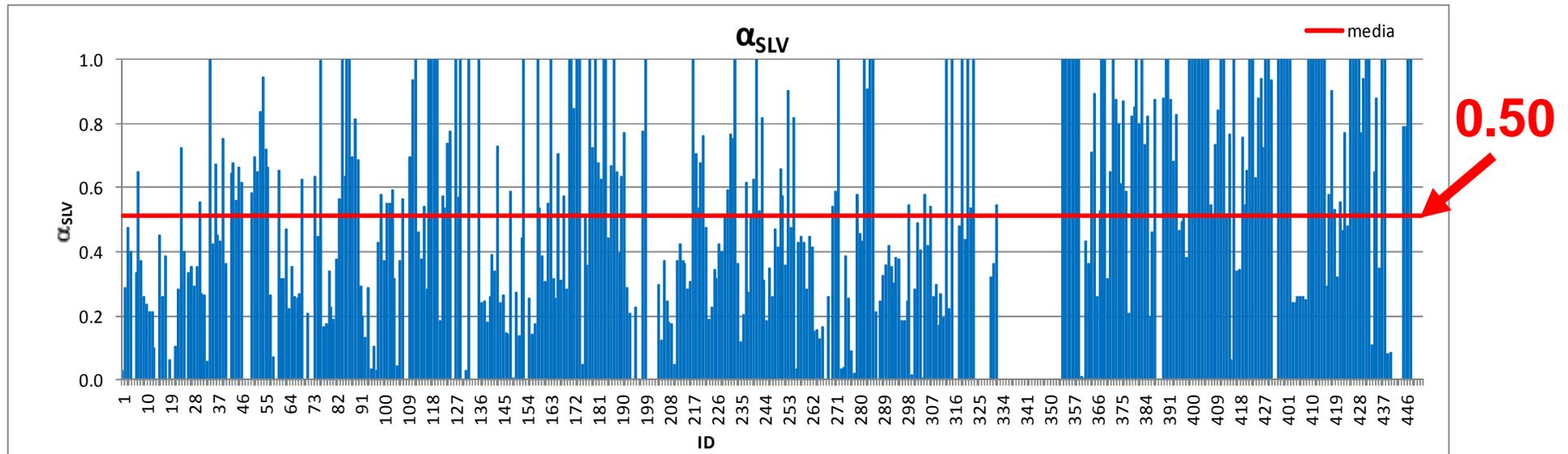
$$\alpha_{SLV} = \text{Capacità/Domanda}$$



Mappa di Pericolosità sismica della Basilicata ($T_R = 475$ anni)

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

Valutazione della Vulnerabilità



α_{SLV} →

Rapporto Capacità/Domanda
per lo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita)

Il calcolo α_{SLV} consente:

- di definire le priorità di intervento
- di stimare costi e tempi globali necessari per la messa in sicurezza
- di individuare la più idonea strategia di intervento

LA SICUREZZA DELLE SCUOLE

Livello di Rischio → Costo di intervento

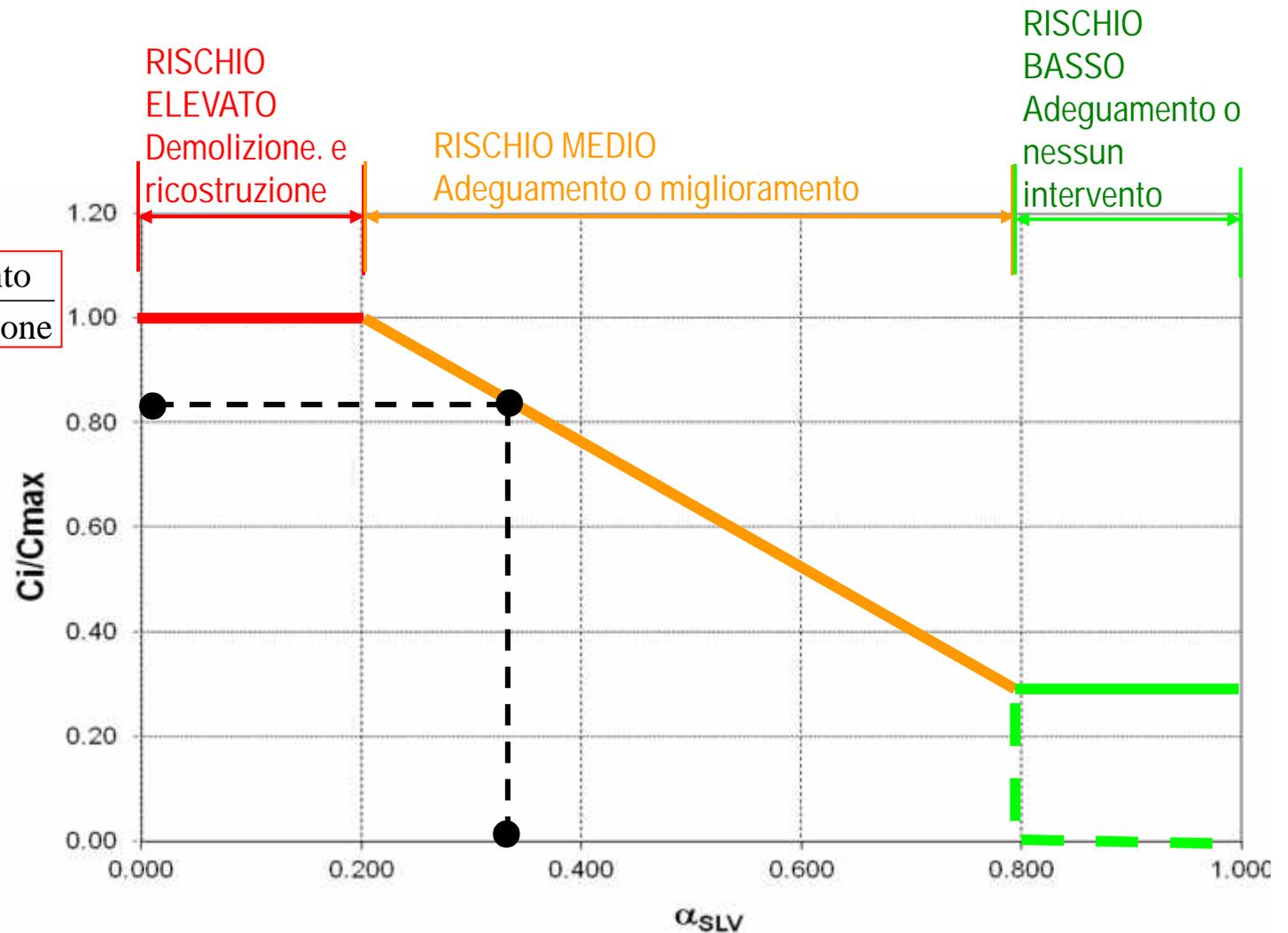
Relazione tra costo di intervento

$$\frac{C_i}{C_{max}} = \frac{\text{Costo di intervento}}{\text{Costo di ricostruzione}}$$

e livello di rischio attuale dell'edificio

α_{SLV}

Rapporto
Capacità/Domanda
per lo SLV



VULNERABILITÀ SISMICA

Quali Interventi per la Riduzione?

EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE

Renderli poco vulnerabili (l'invulnerabilità è un mito) è abbastanza semplice e non comporta costi elevati: basta rispettare poche regole contenute nelle **norme tecniche** per le costruzioni in zona sismica. Molto importante è rivolgersi a professionisti che siano **esperti** di ingegneria sismica.

EDIFICI ESISTENTI

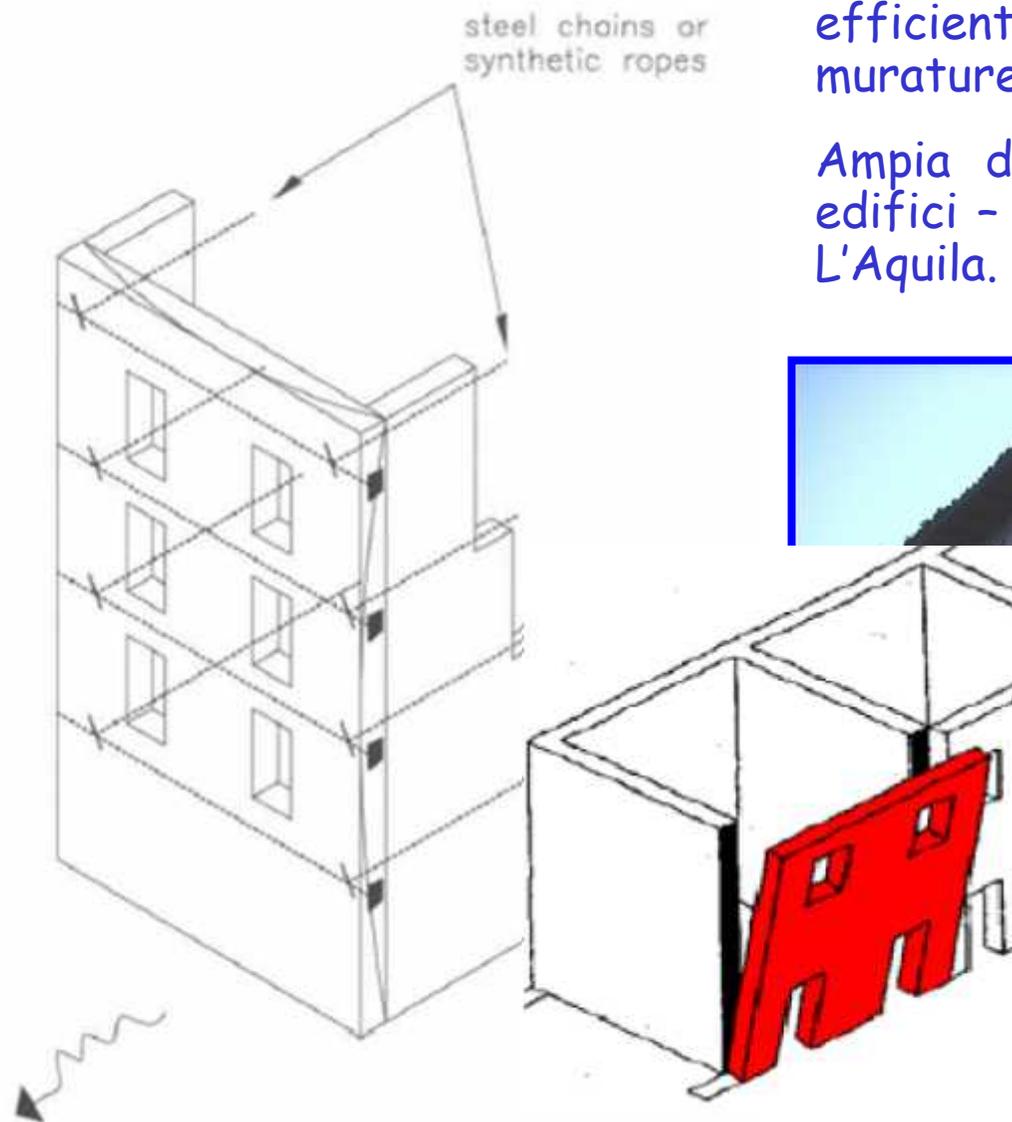
La riduzione della vulnerabilità può essere rivolta a singoli elementi ovvero estesa all'intera struttura con interventi progettati per assicurare diversi livelli di sicurezza:

- interventi di **adeguamento sismico** finalizzato a dare all'edificio lo stesso livello di sicurezza previsto per gli edifici nuovi dalle norme tecniche vigenti;
- interventi di **miglioramento sismico** finalizzati ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle norme vigenti;
- **riparazioni o interventi locali di rafforzamento** che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

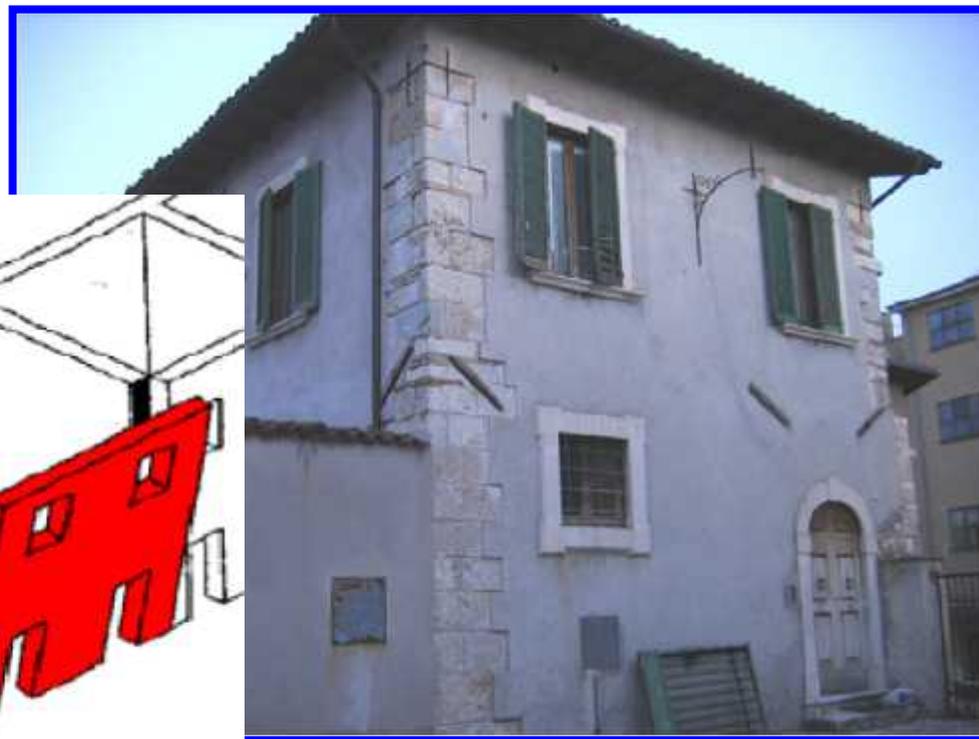
Edifici in Muratura

IL RUOLO DELLE CATENE



Le catene **limitano** - se ben realizzate ed efficienti - **il collasso fuori del piano** delle murature.

Ampia diffusione di tali elementi negli edifici - meno danneggiati - del centro di L'Aquila.



RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Edifici in Muratura

CAM - CUCITURA ATTIVA DELLA MURATURA

Sfruttando la tecnica dell'“imballaggio” consente di incrementare la resistenza e la duttilità delle pareti murarie



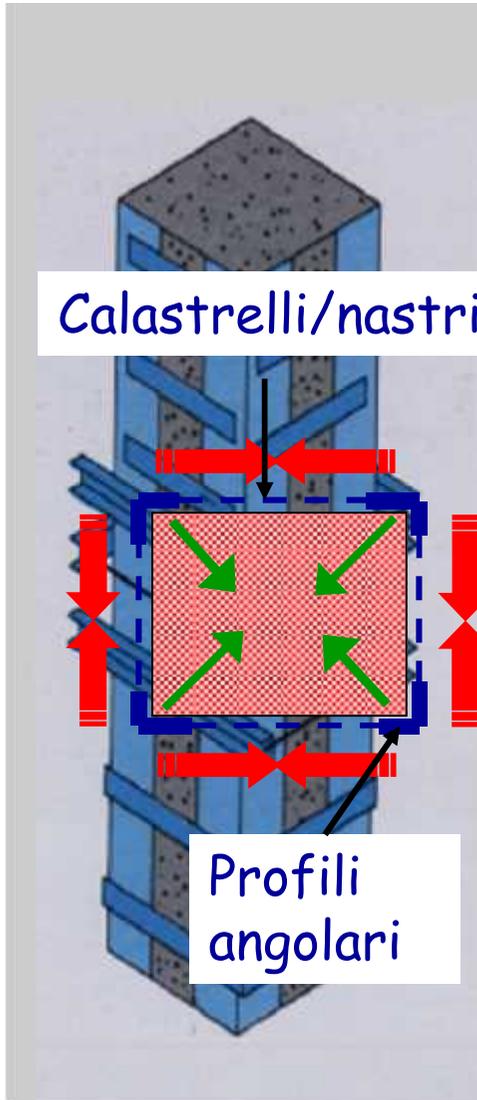
RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Strutture in c.a.

Incamicatura in c.a. Incamicatura in acciaio Confinamento con FRP



Cl.s camicia

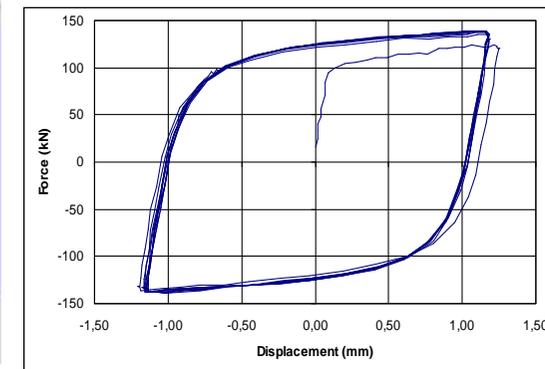
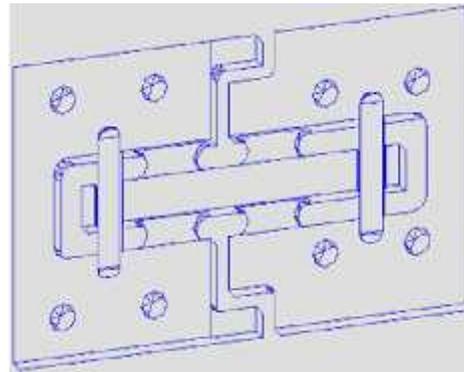
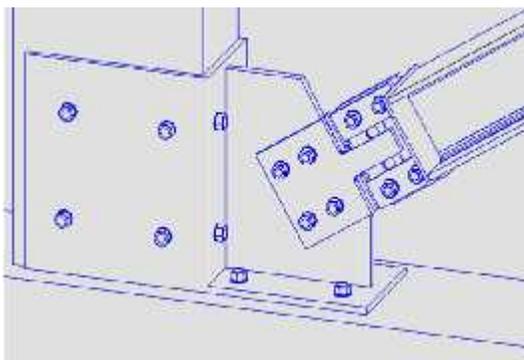


RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Edifici in C.A.



Controventi dissipativi isteretici sulla scuola "Domiziano Viola" a Potenza



Dispositivo a coprigiunti dissipativi (Dolce, Marnetto, 2000)

LA FUNZIONALITÀ DELLE STRUTTURE STRATEGICHE

Le strutture con funzione strategica (caserme, ospedali, scuole, centri di comando) in occasione di eventi sismici dovrebbero garantire l'esercizio delle attività svolte al loro interno.

Con il sistema costruttivo "tradizionale" il danno non strutturale è inevitabile in occasione di sismi particolarmente violenti, a meno di adottare tecniche di protezione antisismiche avanzate.

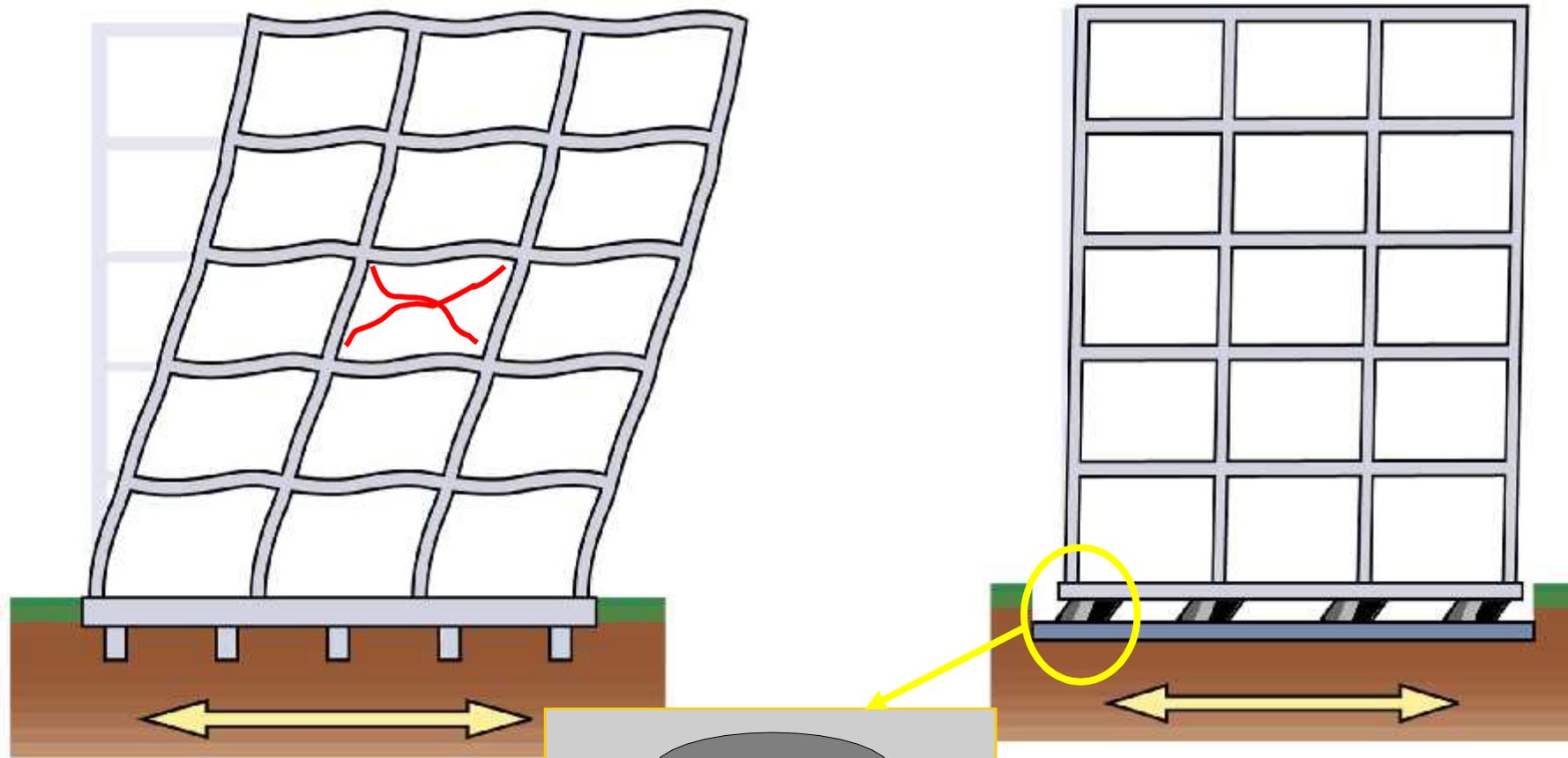


**ISOLAMENTO
SISMICO ALLA
BASE**

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Edifici in C.A.

ISOLAMENTO SISMICO

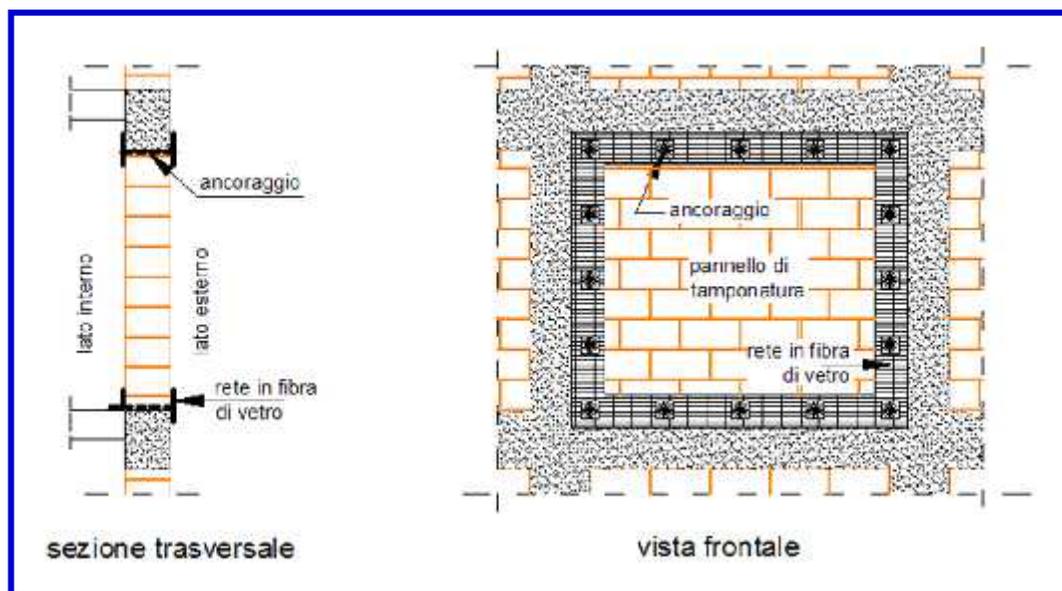


Struttura convenzionale
Fissa alla base
Spostamenti grandi
Danni elevati

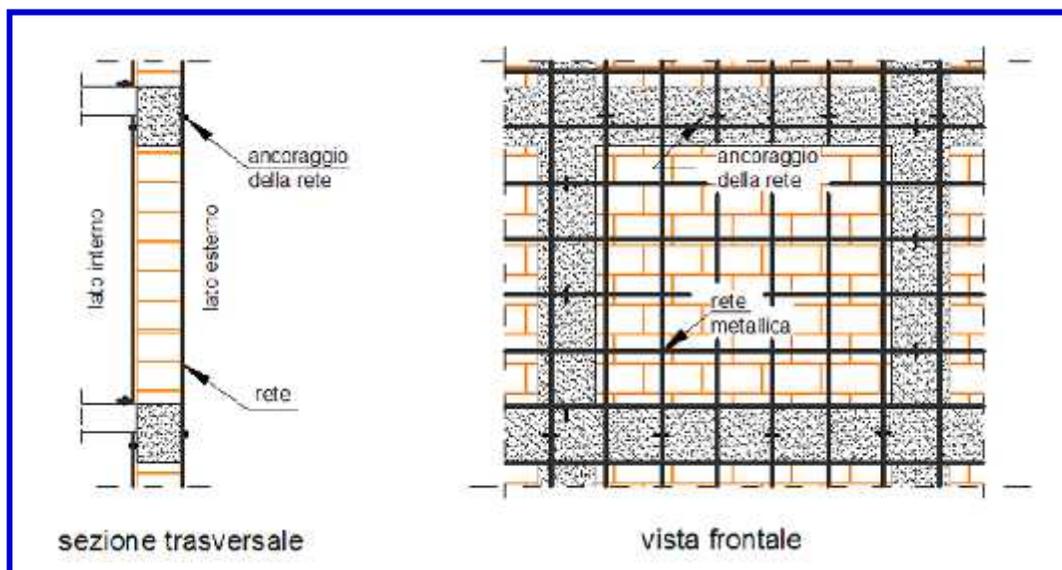
Struttura isolata alla base
Spostamenti piccoli
Danni trascurabili

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Elementi non strutturali



Intervento per migliorare la **connessione** tra il pannello di tamponatura e il reticolo strutturale



Intervento per **aumentare la resistenza** delle tamponature ed evitare l'espulsione verso l'esterno

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Elementi non strutturali

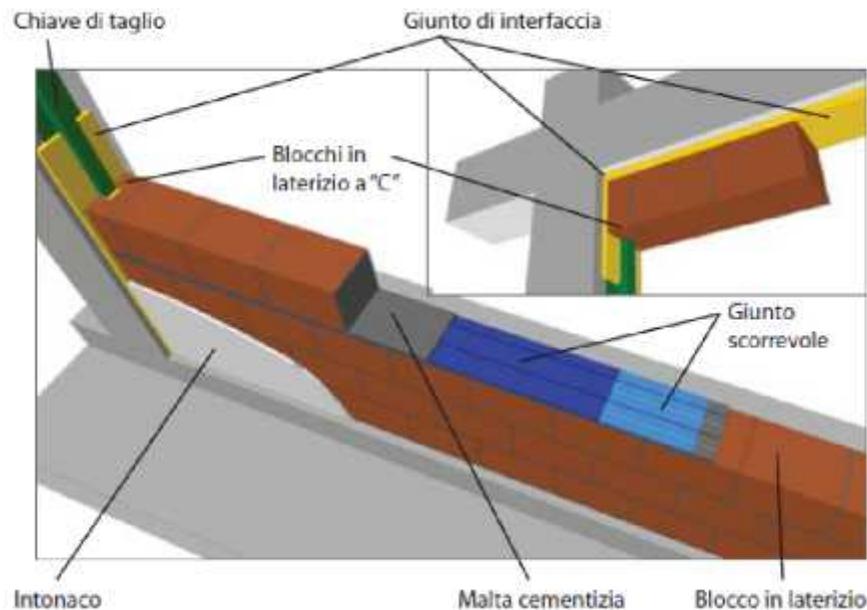
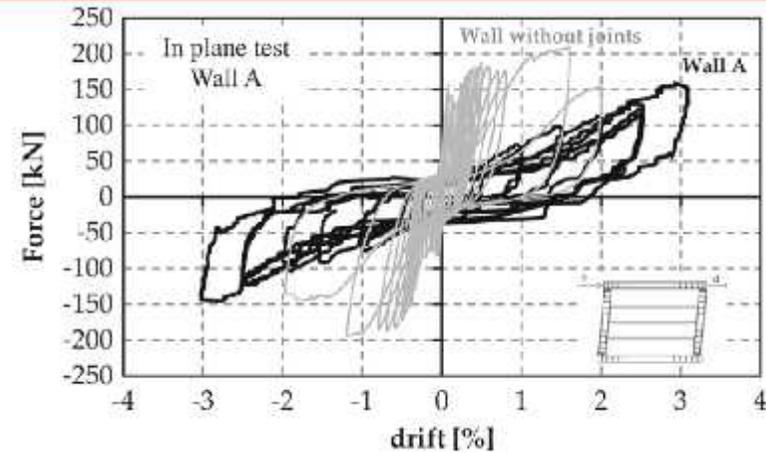
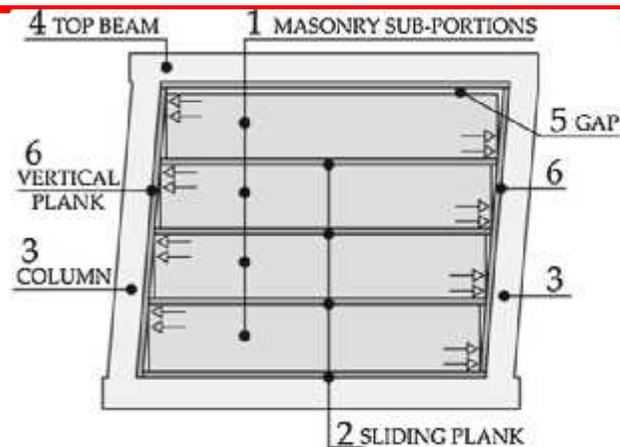


miglioramento della connessione
pannello-reticolo strutturale



Rete metallica per aumentare la
capacità del pannello

Rinforzo degli elementi non strutturali



Schema della tamponatura a giunti scorrevoli predisposta nell'ambito del progetto INSYSME "Innovative SYStems for earthquake resistant Masonry Enclosures in rc buildings"

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Elementi non strutturali

LINEE GUIDA PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI, ARREDI E IMPIANTI



Pratiche Schede per:

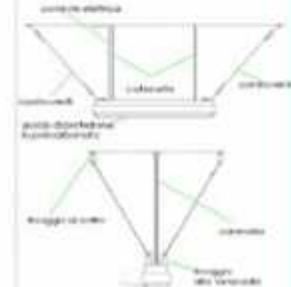
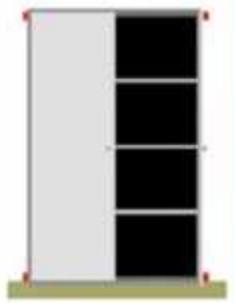
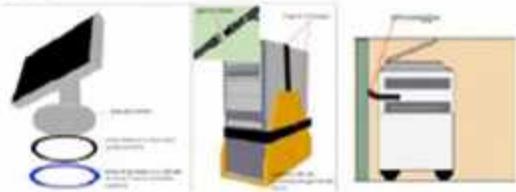
- Fonti di illuminazioni;
- Superfici vetrate;
- Armadi, librerie, contenitori;
- Monitor e computer;
- ...

Disponibile all'indirizzo
www.reluis.it

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Elementi non strutturali

LINEE GUIDA PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI, ARREDI E IMPIANTI

FONTI DI ILLUMI	SUPERFICI	ARMADI, LIBRERIE,	MONITOR E COMPUTER
<p>Le fonti di illuminazione artificiale, presenti in ambienti industriali, sono lampade incassate nel controsoffitto. Oltre a un rischio diretto di danneggiamento di queste luci rende difficile il controllo sismico.</p> <p>DANNO Il danno più comune che queste componenti subiscono è la rottura delle lampade, facendo cadere i frammenti più gravi quando, a causa di sistemi di sorveglianza, con un elevato pericolo per le persone.</p>  <p>INTERVENTO Il pericolo di caduta dei lampadari appesi al soffitto, dei controventi che impedisca oscillazioni causate dal sisma; inoltre essi in caso di sostituzione dei supporti originali. Per la sicurezza consiste nell'utilizzo di ancoraggi, che dissipino parzialmente l'urto.</p> 	<p>L'uso delle superfici vetrate, sia nell'edilizia residenziale che industriale, comporta un rischio diretto di danneggiamento di queste luci rende difficile il controllo sismico.</p> <p>DANNO La rottura del vetro, porta alla formazione di frammenti per gli occupanti delle stanze, sia in caso di vicinanza dei serramenti.</p>  <p>INTERVENTO Per ridurre i rischi in caso di rottura del vetro, si consiglia l'uso di pellicole di sicurezza applicate al vetro in un vetro di sicurezza a norma. In caso di rottura, il vetro verrà tenuto insieme da frammenti più o meno grandi, sia verso l'interno che verso l'esterno, con una spessore inferiore a 10 mm.</p> 	<p>Solitamente questi componenti, vengono fissati a un elemento di ancoraggio dedicato, molto pesante, senza curarsi della distribuzione delle cariche, nei ripiani più alti i pesi sono utilizzati più raramente e nei piani più bassi sono utilizzati più frequentemente.</p> <p>DANNO La collocazione tipica di questi componenti sismici lievi, pericolosi fenomeni oscillatori e ribaltamento dello stesso.</p>  <p>INTERVENTO L'intervento consigliato consiste nel posizionare l'armadio per evitare che si rovesci a se stesso. Un sistema aggiuntivo di chiusura di sicurezza.</p> 	<p style="text-align: right;">14</p> <p>A volte, per necessità di spazio, vengono collocate delle apparecchiature elettroniche, di rilevante su mobili che di per sé sarebbero sufficientemente stabili, ma che con un peso aggiuntivo così rilevante, cambiano radicalmente il posizionamento del baricentro dell'insieme, aumentando i rischi di ribaltamento. Lo stesso rischio vale per quelle apparecchiature informatiche, come computer e monitor che rappresentano oggi un elemento costante e fondamentale per la gestione dell'ufficio.</p> <p>DANNO Caduta e conseguente rottura delle apparecchiature che trovavano posto su questi supporti inadeguati. Il rischio è particolarmente elevato per i monitor LCD a schermo piatto di ultima generazione, che per la loro geometria risultano particolarmente vulnerabili al ribaltamento.</p>  <p>INTERVENTO Per i monitor l'intervento più efficace è volto a ridurre la possibilità che l'apparecchio possa rovesciarsi. Vengono realizzati due anelli dello stesso diametro della base di appoggio della struttura: il primo, che sarà a diretto contatto con il tavolo, è fatto con un sottile strato di gel con una superficie in Velcro, che andrà a combaciare con l'anello soprastante; il secondo anello pure in Velcro, verrà incollato alla base del monitor. Questo sistema permette di resistere a urti di una certa intensità e rende possibile il riposizionamento del monitor in altre posizioni sul tavolo operativo, cambiando solo l'anello adesivo. Per quanto riguarda la CPU, scopo fondamentale è impedire al caso di rovesciarsi, per scongiurare il danneggiamento della componente hardware interna e il danneggiamento delle prese di collegamento con i cavi esterni. La riduzione del danno alla strumentazione è potenzialmente molto efficace, garantendo al contempo una elevata flessibilità nell'ipotesi di manutenzione o sostituzione del componente. Il tutto viene realizzato con un sistema di cinghie a sgancio rapido che pur non intaccando la struttura dell'elemento, consente dei piccoli spostamenti di assetto, ma non permette al componente di cadere al suolo. Per le fotocopiatrici l'intervento è volto ad ancorare in maniera solida il supporto alla parete, attraverso cinghie o fermi riposizionabili.</p> 

Agibilità Centro Italia 2016

Scaffalature bloccate

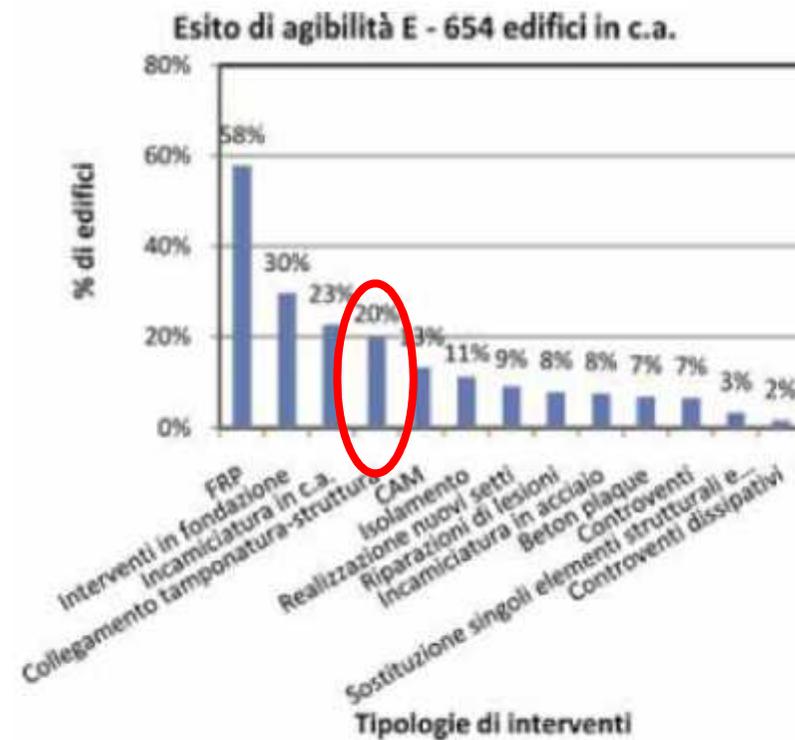
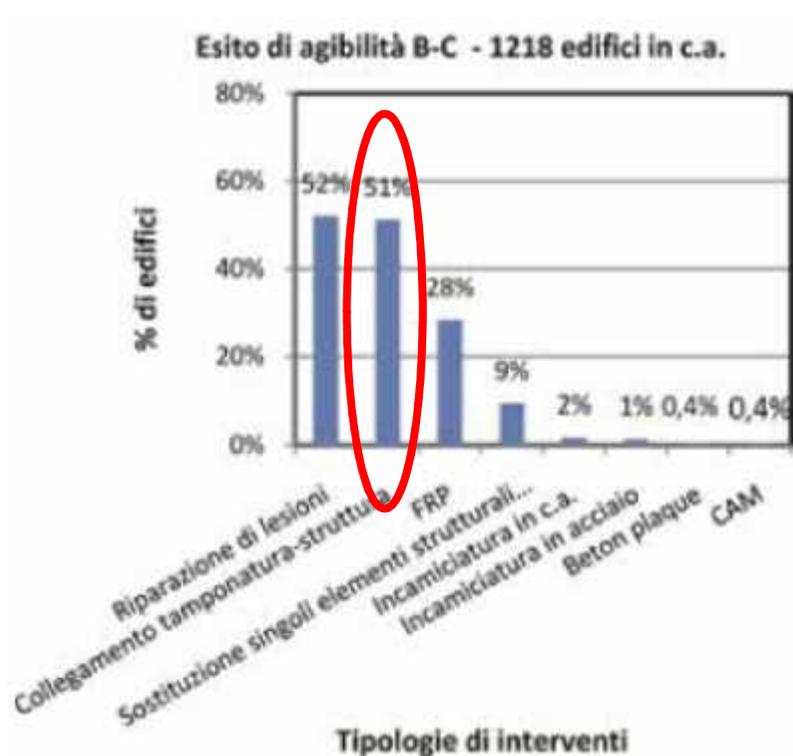


Sistemi
antiribaltamento
di pannelli di
tamponatura

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

Elementi non strutturali

Tipologie di interventi di riparazione/miglioramento utilizzati nella ricostruzione post-sisma Abruzzo 2009



La vulnerabilità degli Elementi Non Strutturali

Deficit di Manutenzione



(foto dell'ing. P. Costante, Ufficio Scolastico Regionale Basilicata)

La vulnerabilità degli Elementi Non Strutturali

(foto dell'ing. P. Costante, Ufficio Scolastico Regionale Basilicata)



**Fondelli in laterizio
particolarmente
instabili**



La vulnerabilità degli Elementi Non Strutturali

(foto dell'ing. P. Costante, Ufficio Scolastico Regionale Basilicata)



Sfondellamento

Distacco e successiva caduta dei blocchi di alleggerimento (pignatte o tavelloni) inseriti nei solai composti in cemento armato

La vulnerabilità degli Elementi Non Strutturali

(foto dell'ing. P. Costante, Ufficio Scolastico Regionale Basilicata)



Possibile caduta di pignatte sul
controsoffitto che non sempre è in grado
di trattenere il materiale distaccato

INDAGINI DIAGNOSTICHE DEI SOLAI



40 milioni di euro
le risorse stanziare dalla legge #labuonascuola

7.000 circa
gli edifici oggetto di indagine diagnostica

Si tratta di indagini strutturali e non strutturali sui solai degli edifici scolastici al fine di garantirne la sicurezza e di prevenire crollo di solai e controsoffitti.

VULNERABILITÀ SISMICA

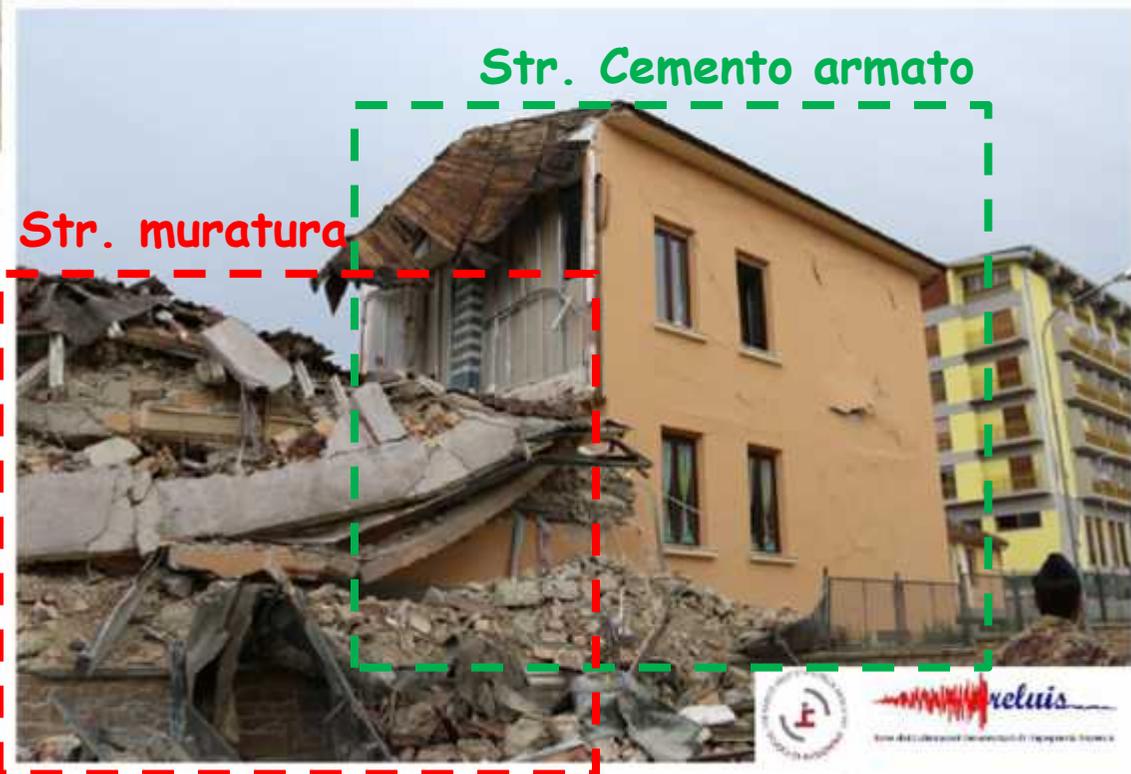
Edificio scolastico Romolo Capranica-Amatrice



VULNERABILITÀ SISMICA

Edificio scolastico Romolo Capranica-Amatrice

Danneggiamento al corpo in muratura



La Figura dell' A.S.P.P. e R.S.P.P. ai sensi del D. Lgs. 81/2008

L'**Addetto al Servizio di Prevenzione e Protezione (ASPP)** è la figura incaricata dal datore di lavoro, a cui risponde, per fa parte del servizio di prevenzione e protezione dai rischi, i cui compiti, definiti dall'art. 33 del D.Lgs. 81/08, sono:

- *provvedere all'individuazione dei **fattori di rischio**, alla valutazione dei rischi e all'individuazione delle misure per la sicurezza e la salubrità degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente sulla base della specifica conoscenza dell'organizzazione aziendale;*
- *elaborare, per quanto di competenza, le **misure preventive e protettive e i sistemi di controllo** di tali misure;*
- *elaborare le **procedure di sicurezza** per le varie attività aziendali;*
- *proporre i **programmi di informazione e formazione dei lavoratori**;*
- *partecipare alle consultazioni in materia di tutela della salute e sicurezza sul lavoro, nonché alla riunione periodica;*
- ***fornire ai lavoratori le informazioni di cui all'articolo 36 del D.Lgs. 81/08.***

La Figura dell' A.S.P.P. e R.S.P.P. ai sensi del D. Lgs. 81/2008

ART. 36 - INFORMAZIONE AI LAVORATORI

1. Il datore di lavoro provvede affinché ciascun lavoratore riceva una adeguata informazione:

a) sui **rischi per la salute e sicurezza** sul lavoro connessi alla attività della impresa in generale;

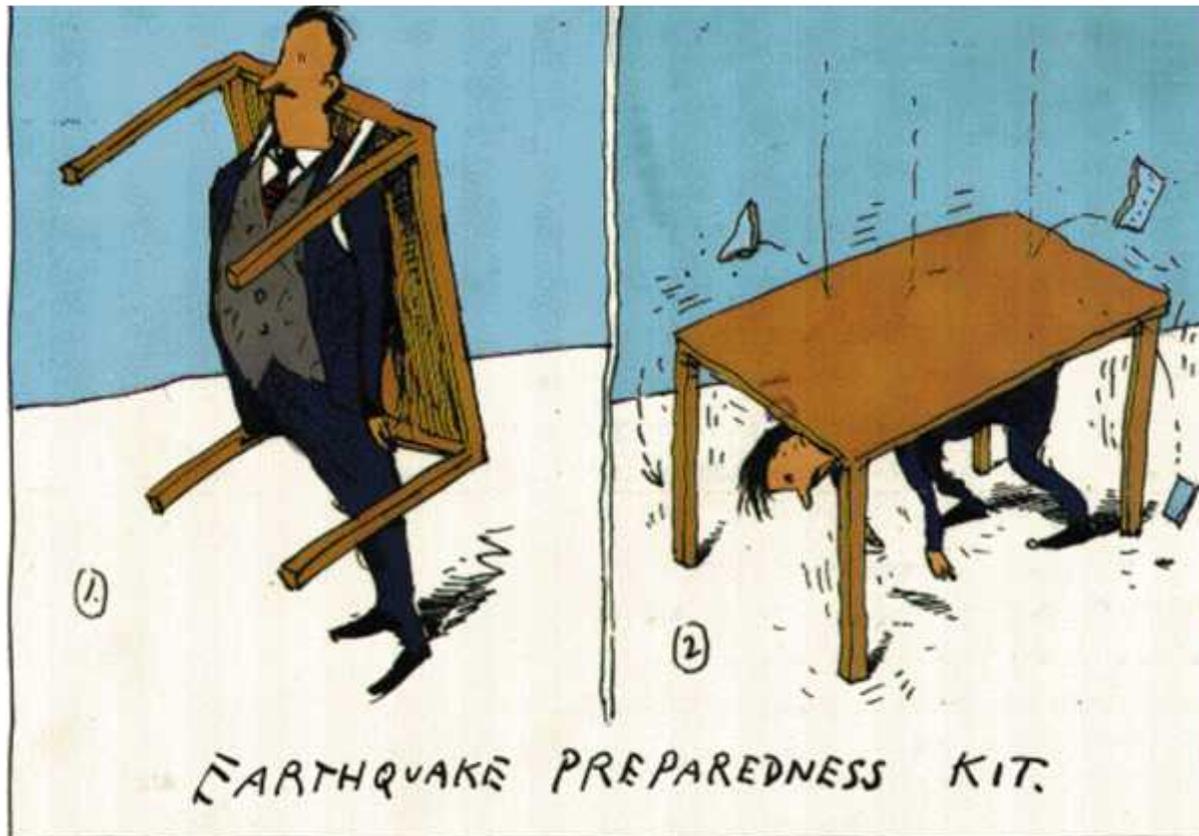
2. Il datore di lavoro provvede altresì affinché ciascun lavoratore riceva una adeguata informazione:

a) **sui rischi specifici cui è esposto in relazione all'attività svolta**, le normative di sicurezza e le disposizioni aziendali in materia;

3. Il datore di lavoro fornisce le informazioni di cui al comma 1, lettera a), e al comma 2, lettere a), b) e c), anche ai lavoratori di cui all'articolo 3, comma 9.

4. Il contenuto della **informazione deve essere facilmente comprensibile** per i lavoratori e deve consentire loro di acquisire le relative conoscenze. Ove la informazione riguardi lavoratori immigrati, essa avviene previa verifica della comprensione della lingua utilizzata nel percorso informativo

IL RUOLO ATTIVO DEI CITTADINI: PREPARARSI AL PROSSIMO EVENTO NATURALE...



A. INFORMARSI

B. RISPETTARE LE REGOLE

C. SAPERSI COMPORTARE

CAMPAGNA
NAZIONALE PER LA
PREVENZIONE DEL
RISCHIO SISMICO
www.iononrischio.it

TERRE
MOTO
IO NON RISCHIO

EDUCAZIONE E / E' PREVENZIONE

Il ruolo dell'informazione e dell'educazione:

favorire la crescita della consapevolezza e della responsabilità individuale nelle attività di prevenzione del rischio

SAPERE	SAPER ESSERE	SAPER FARE
Consapevolezza	Comportamenti e valori	Agire in modo corretto

SAPERE - INFORMAZIONE

Recupero della memoria storica

1908 ReggioC.-Messina



1919 Mugello



1905 Calabria



TERREMOTO ALLA RICOSTRUZIONE



1883 Ischia



1915 Avezzano

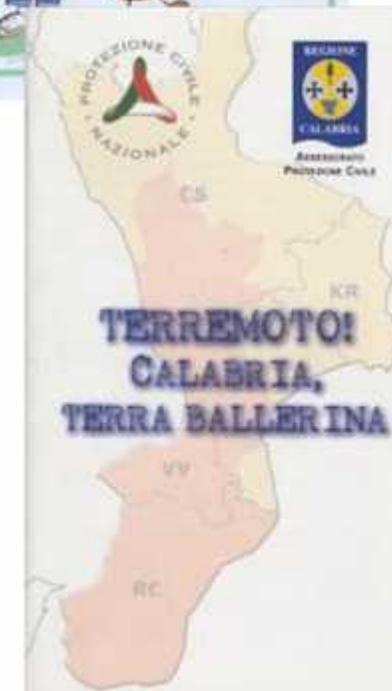


1930 Alta Irpinia

Attività di ricerca documentaria sui maggiori terremoti italiani e realizzazione di volumi monografici

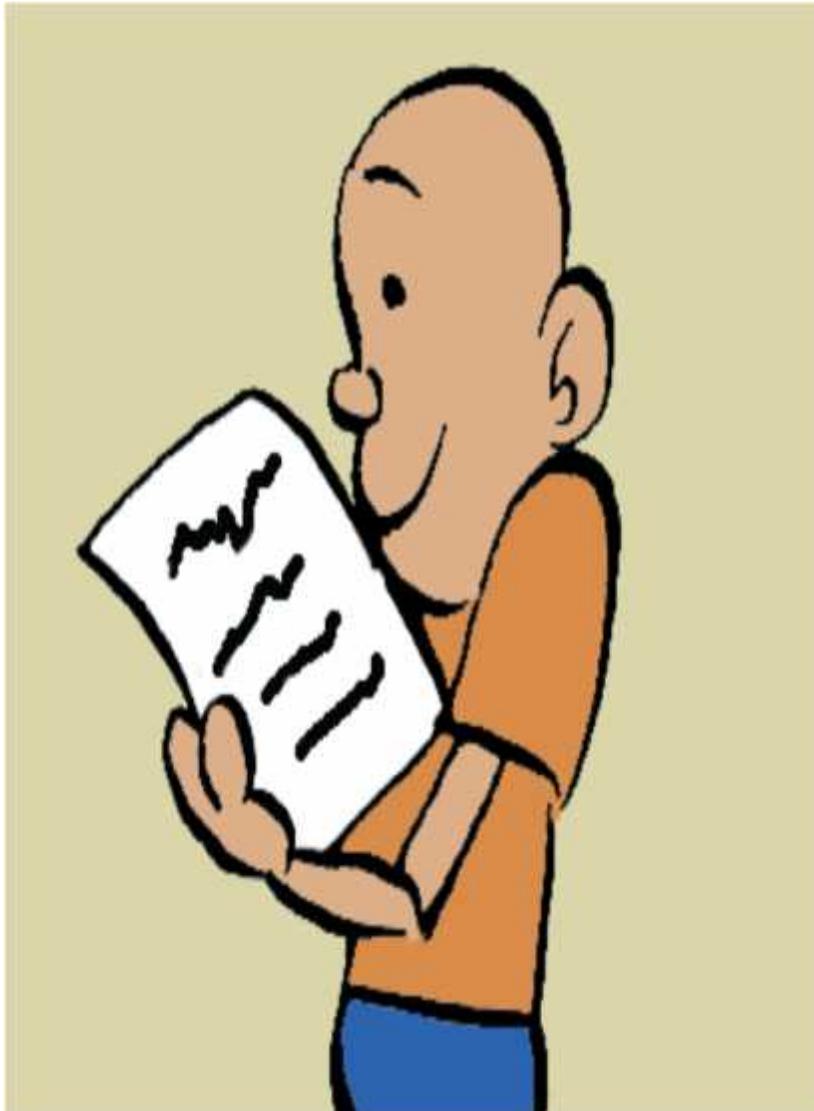
SAPERE - INFORMAZIONE

Attività comunicative, opuscoli, giornate studio, ...



Iniziative realizzate allo scopo di informare la popolazione sui temi del rischio e della prevenzione, fornendo, in particolare, le norme comportamentali da adottare in caso di terremoto.

SAPER ESSERE - INFORMAZIONE



SE VIVI IN UNA ZONA SISMICA...

DEVI conoscere qual è la **classificazione sismica** del territorio in cui vivi chiedendolo all'Ufficio Tecnico del tuo Comune o alla Regione. Tutte le nuove abitazioni, costruite dopo la data in cui il Comune è stato classificato sismico devono essere state costruite rispettando la normativa antisismica.

SAPER ESSERE - INFORMAZIONE



SE VIVI IN UNA ZONA SISMICA...

DEVI sapere se esiste un **piano di protezione civile comunale** e prendere visione di ciò che prevede (es. quale è l'area di raccolta per la popolazione, l'area degli insediamenti di emergenza, i mezzi a disposizione, ecc.) altrimenti sollecita il tuo Sindaco a provvedere.

SAPER ESSERE - INFORMAZIONE



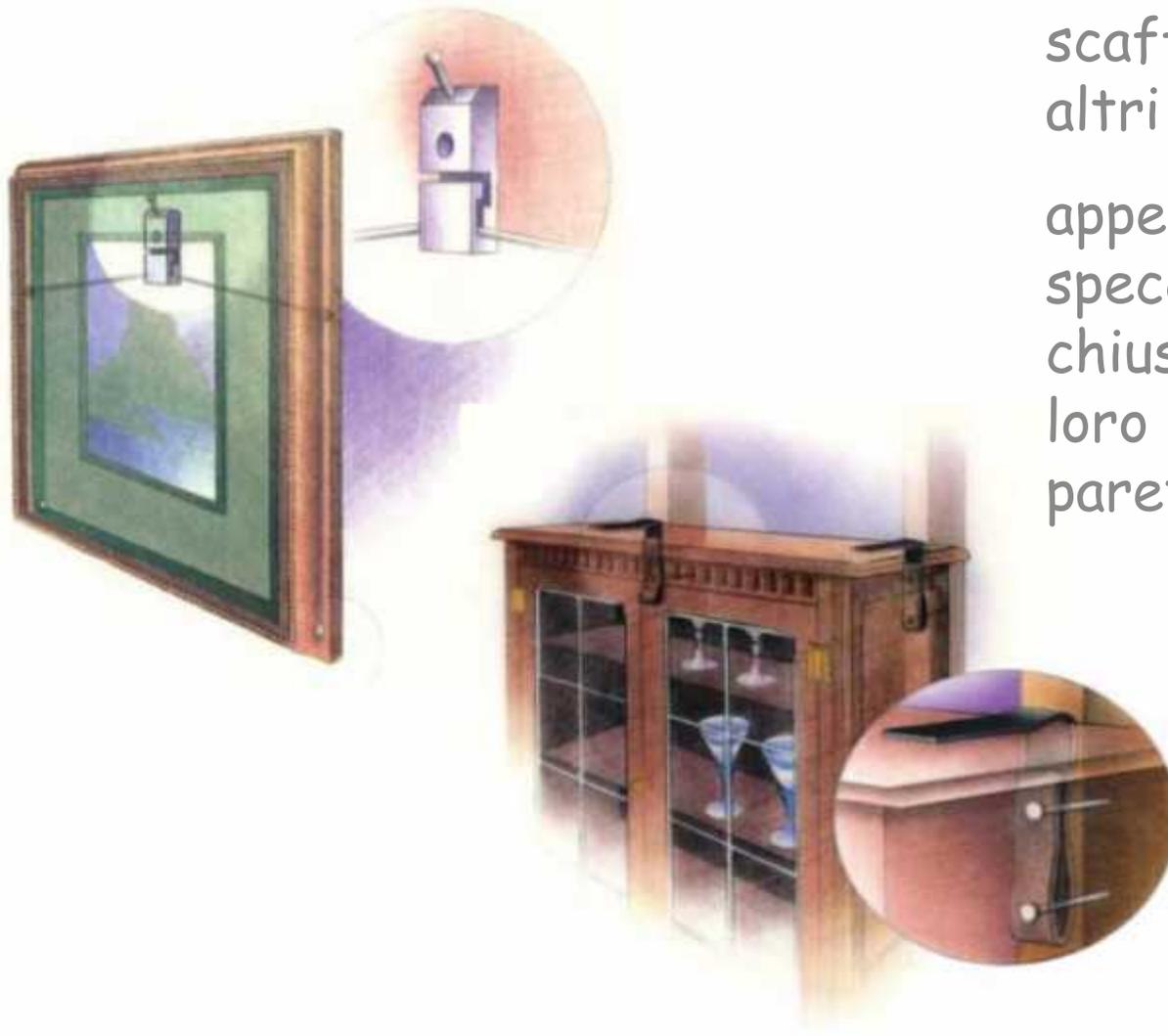
SE VIVI IN UNA ZONA SISMICA...

DEVI conoscere come è stata costruita la casa in cui abiti e soprattutto verificare:

- se la casa è stata progettata e realizzata con criteri antisismici;
- se sono stati fatti interventi per renderla più resistente;

Se occorre, intervieni per rinforzarla, anche utilizzando i fondi appositamente stanziati per il recupero e la riqualificazione del patrimonio edilizio.

SAPER FARE MIGLIORARE LA SICUREZZA



fissare alle pareti
scaffali, librerie e
altri mobili alti;

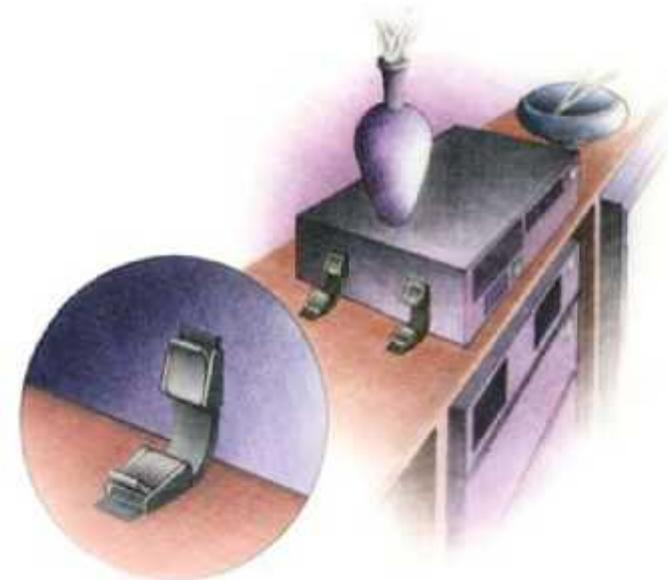
appendere quadri e
specchi con ganci
chiusi, che impediscano
loro di staccarsi dalla
parete;

SAPER FARE MIGLIORARE LA SICUREZZA

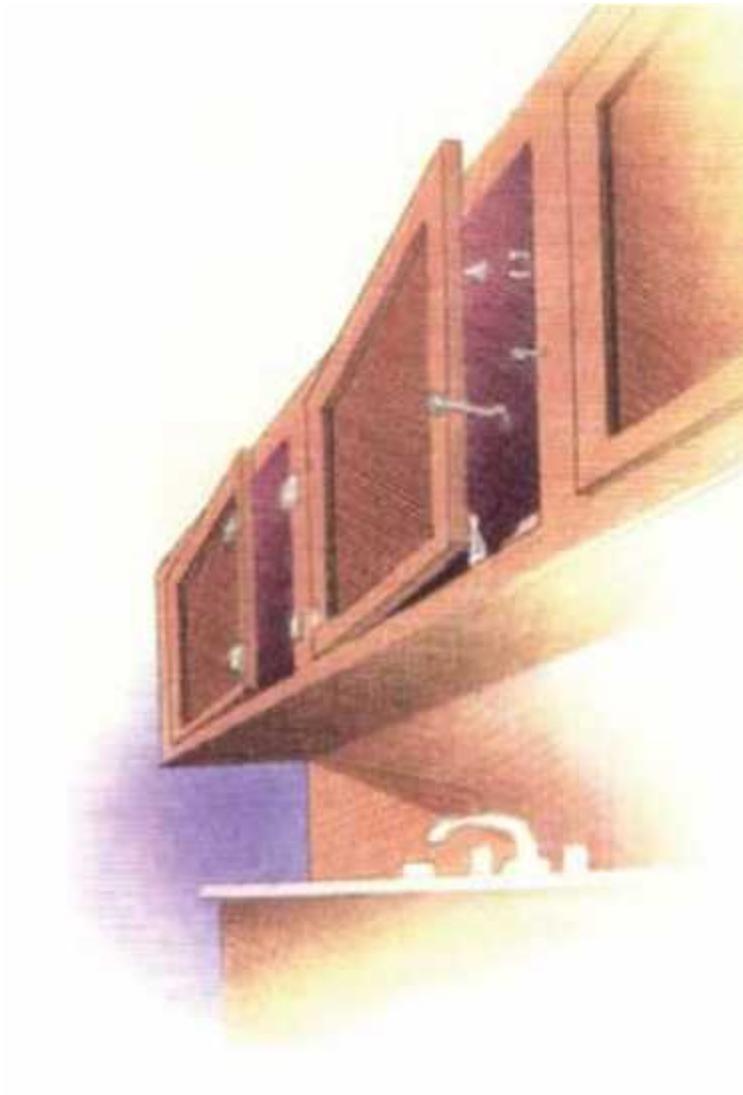


sui ripiani alti fissare gli oggetti con del nastro biadesivo o con apposite staffe;

mettere gli oggetti pesanti sui ripiani bassi delle scaffalature;



SAPER FARE **MIGLIORARE LA SICUREZZA**

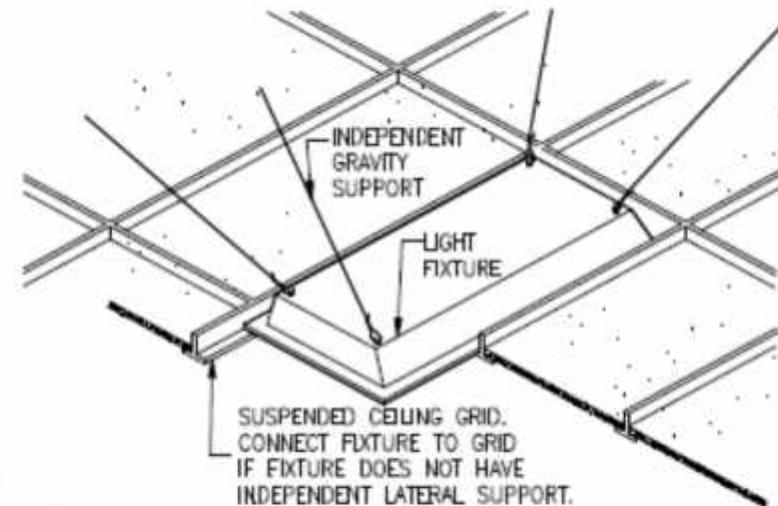


in cucina utilizzare un fermo per l'apertura degli sportelli del mobile dove sono contenuti piatti e bicchieri, in modo che non si aprano durante la scossa;

CAVI DI CONTROVENTO PER UNA TIPICA LAMPADA AD INCASSO

Le lampade ad incasso in soffitti "lay-in" di solito si danneggiano se sono sostenute solo dalle aste a T della griglia del controsoffitto, sia in presenza che in assenza di dispositivi che limitano gli spostamenti laterali del controsoffitto. I profilati a T tendono a svergolare oppure a flettersi per il movimento del controsoffitto e quindi possono non essere in grado di sostenere la plafoniera.

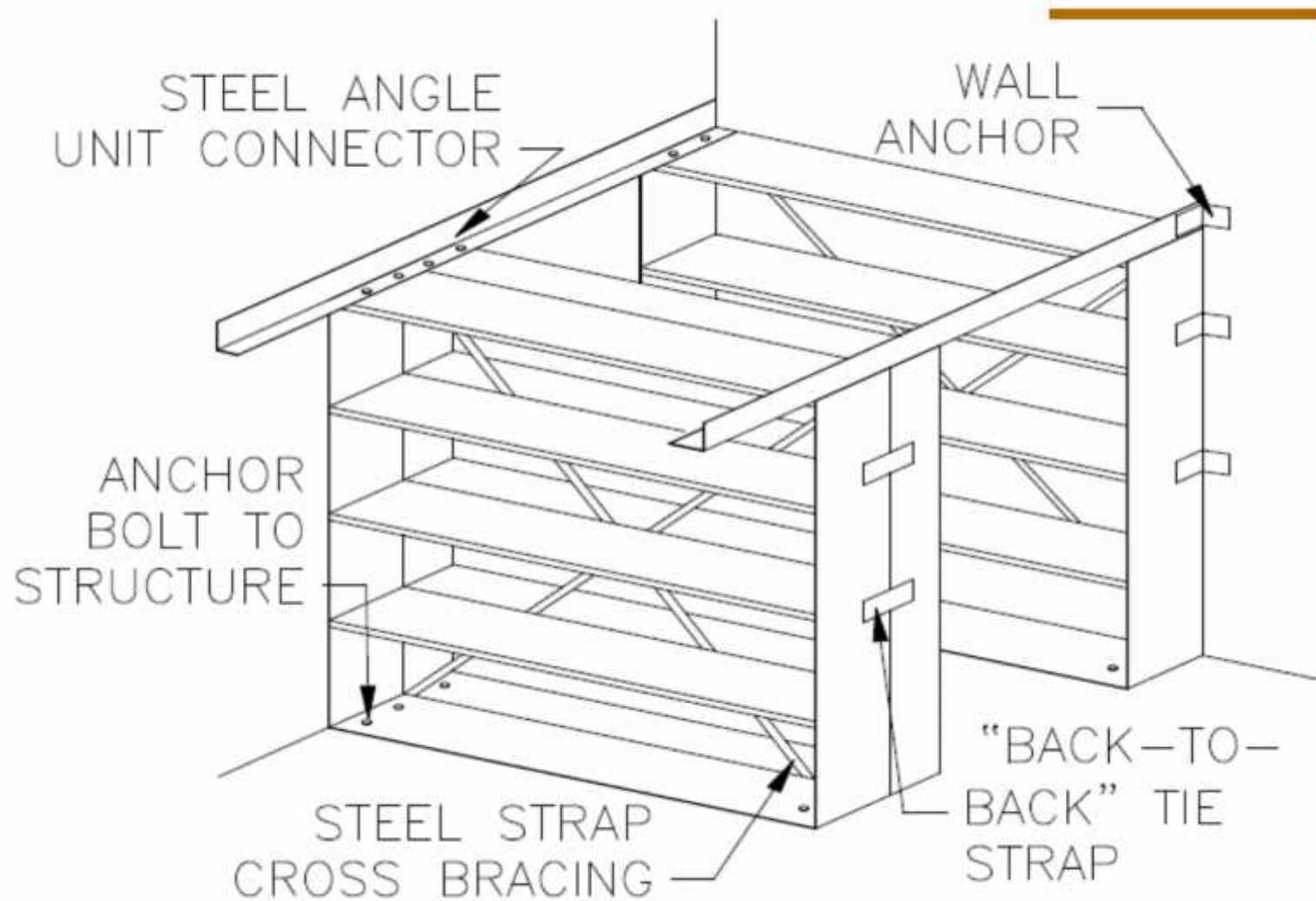
2009



38/43

Cortesia Ing. D. Mannelli

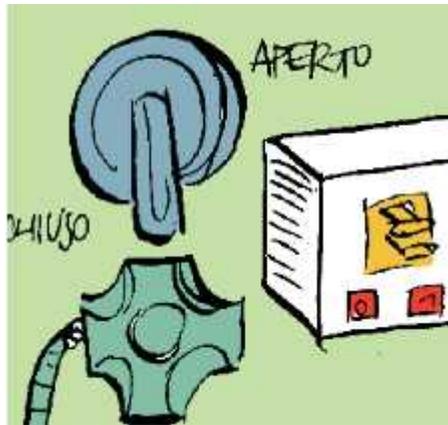
MISURE DI PROTEZIONE SISMICA PER SCAFFALATURE LEGGERE.



Cortesia Ing. D. Mannelli

SAPER FARE MIGLIORARE LA SICUREZZA

Organizzare un piano di emergenza familiare ed assicurarsi che:



- tutti sappiano dove sono e come si chiudono i rubinetti di gas e acqua e l'interruttore generale della luce.

- in casa ci sia una cassetta di pronto soccorso, una torcia elettrica, una radio a pile, un estintore e che tutti sappiano dove si trovano;



SAPER FARE DURANTE UN TERREMOTO



Se sei al chiuso:

Cerca riparo nel vano di una porta inserita in un muro portante (quelli più spessi) o riparati sotto un tavolo, sotto un letto o un banco (se sei a scuola).

Devi comunque allontanarti dal centro della stanza: perché potresti essere ferito dalla caduta di vetri, intonaco o altri oggetti.



SAPER FARE DURANTE UN TERREMOTO

Se sei al chiuso:



Non precipitarti fuori lungo le scale.

Non usare l'ascensore: si può bloccare.

Aspetta che la scossa sia cessata prima di uscire

SAPER FARE DURANTE UN TERREMOTO

Se sei all'aperto:

Allontanati da edifici, alberi, lampioni, linee elettriche.

Cerca un posto dove non ci sia nulla sopra di te. In strada potresti essere colpito da vasi, tegole ed altri materiali che cadono.



Se sei in auto:

non sostare sotto o sopra i ponti o in prossimità di terreni franosi e corsi d'acqua.

SAPER FARE DOPO UN TERREMOTO



assicurati dello stato di salute delle persone a te vicine e, se puoi, presta i primi soccorsi senza muovere le persone ferite gravemente;



chiudi i rubinetti di gas, acqua e l'interruttore generale della luce;
esci con prudenza indossando le scarpe.

SAPER FARE DURANTE UN TERREMOTO



raggiungi uno spazio aperto,
lontano da edifici e strutture
pericolanti

appena ti è possibile, raggiungi
l'area di attesa individuata dal piano
di emergenza comunale;



SAPER FARE DURANTE UN TERREMOTO



stai lontano da
spiagge, dighe,
impianti industriali;



Se sei in una zona a rischio
tsunami, raggiungi un
posto elevato e segui le
indicazioni previste dal
piano di protezione civile.



SAPER FARE DURANTE UN TERREMOTO

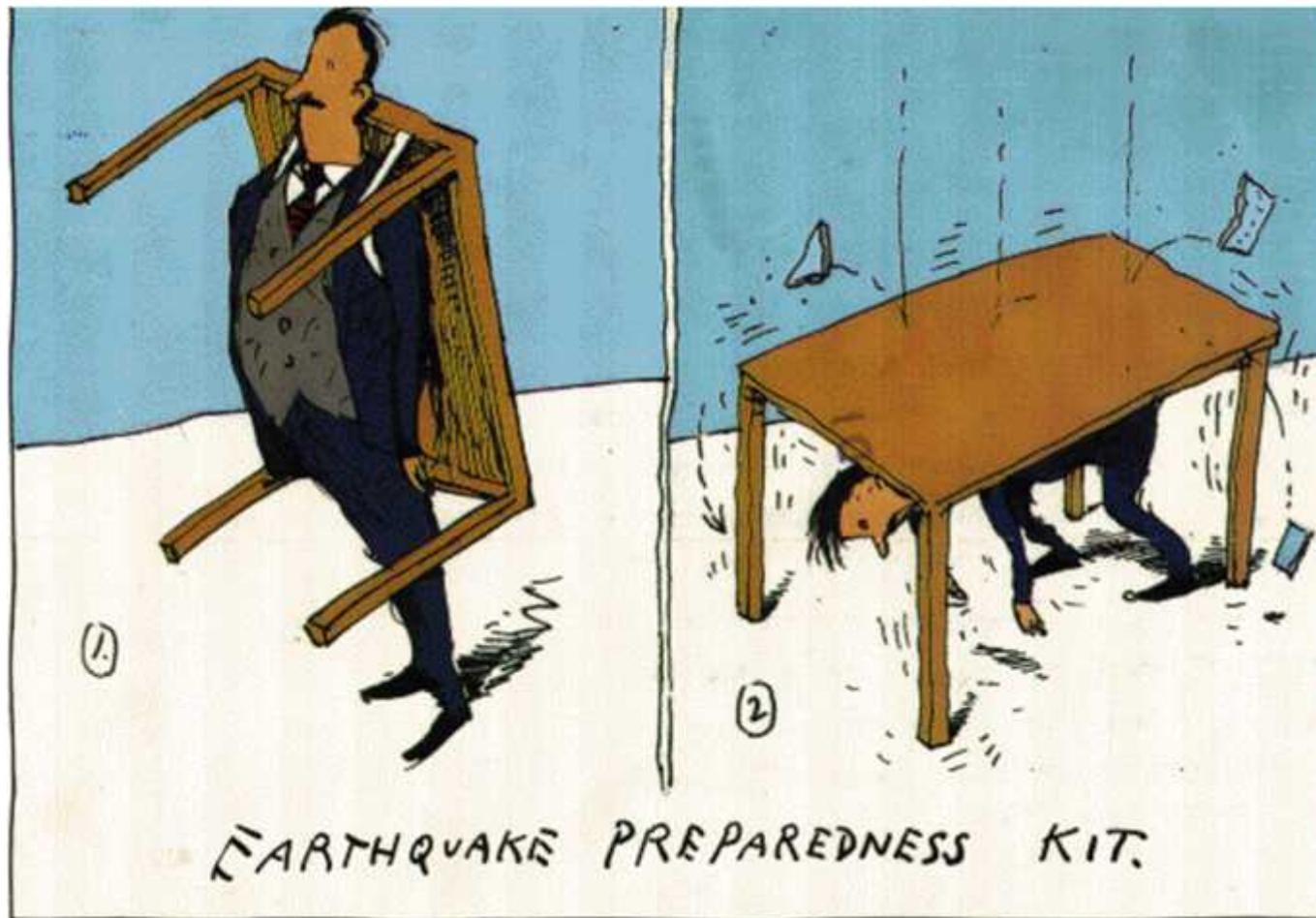


non usare il telefono, ma lascia le linee libere per le chiamate di emergenza;
non usare l'automobile per evitare di intralciare l'intervento dei mezzi di soccorso.

EDUCAZIONE E/E' PREVENZIONE

...cosa altro possiamo fare noi cittadini?

...Essere **SEMPRE** pronti ad affrontare il prossimo terremoto.





UTSBasilicata.it

Corsi di Aggiornamento
R.S.P.P. - A.S.P.P.

GRAZIE

Ing. Leonardo CHIAUZZI

Potenza, 08 marzo 2017

