

## *Il Giornata della Prevenzione Premio Ilaria Rambaldi*

**Incontro su  
PREVENZIONE COME STRUMENTO PER  
DIFENDERE IL TERRITORIO DALL'EMERGENZA**

*Lanciano (Chieti), 11 aprile 2014*



*Il rischio sismico,  
le tecnologie antisismiche  
e la risposta delle Istituzioni*

### *Alessandro Martelli*

- *Presidente GLIS*
- *Founding President” e Vicepresidente ASSISi*
- *Già assistente del Direttore Generale dell'ENEA per lo sviluppo di tecnologie antisismiche e, prima, direttore del Centro Ricerche di Bologna*
- *Docente di ingegneria sismica, corsi di dottorato, Politecnico di Bari (fino al 2011 di Costruzioni in Zona Sismica, Facoltà di Architettura, Università di Ferrara)*
- *“Founding President” ISSO e Coordinatore EAEE-TG5*

**S. Giuliano di Puglia (2002)**



**Emilia  
(2012)**



**Abruzzo  
(2009)**



**Sichuan, Cina (2008)**



↑ **Collasso della “Casa dello Studente”  
a L’Aquila  
durante il terremoto del  
6 aprile 2009 (M = 6,2)**

**Collasso del capannone industriale  
della “Ceramica Sant’Agostino”  
a Sant’Agostino (FE)  
durante il terremoto dell’Emilia  
del 20 maggio 2012 (M = 5,9) →**



**Priolo**



**Milazzo**

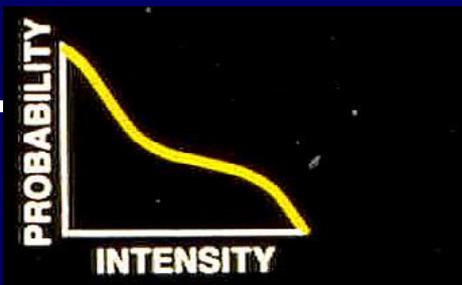


***Rottura di un serbatoio di stoccaggio nella raffineria di Yarimca (Turchia) durante il terremoto di Izmit del 17/08/1999 ( $M_w=7,4$  – 17·000 vittime)***

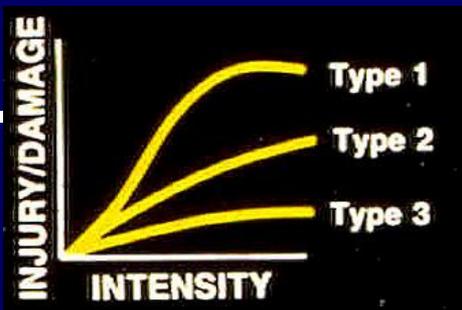
***Incendio dell'impianto petrolchimico di Tomakomai City (Giappone) durante i terremoti di Off Tokachi del 26 e 28/9/2003 ( $M=8,0$  e  $M=7,1$ )***

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## PERICOLOSITÀ

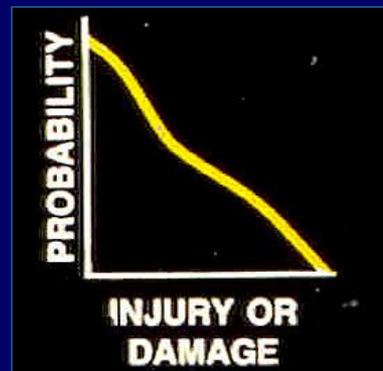


## VULNERABILITÀ



## ESPOSIZIONE

Numero/tipo occupanti  
Tipo di strutture e infrastrutture  
Effetti sull'ambiente  
Patrimonio culturale  
Sicurezza  
Economia e proprietà



**RISCHI NATURALI**

**PERDITA ATTESA**

# Indagine conoscitiva

sullo «Stato della sicurezza sismica in Italia»

*Proponente e relatore: On. Gianluca Benamati*

**VIII Commissione Permanente Ambiente,  
Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati,**

*approvata il 12 aprile 2012,*

**audizioni iniziate il 30/05/2012 e terminate in novembre 2012**

*(parte tecnica scritta con la collaborazione di A. Martelli  
e dei Proff. Giuliano Panza dell'Università di Trieste e dell'ICTP ed Antonello  
Salvatori dell'Università de L'Aquila)*

(Atto Camera, Resoconti delle Giunte e Commissioni, VIII Commissione, Roma, 12/04/2012, pp. 64-64)

**L'ENEA (A. Martelli e P. Clemente) è stata audita sia il 30/05/2012**

**(assieme ai Proff. Panza e Salvatori) che il 13/09/2012**

---

**11 giugno 2013: Proposta di Legge dell'On. Benamati et al. su**

***“Delega al Governo per l'adozione  
del Piano Antisismico Nazionale”***

**Almeno il 70% degli edifici italiani non è in grado di resistere ai terremoti a cui potrebbe trovarsi soggetto**

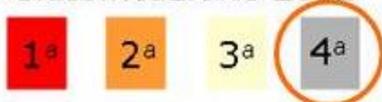
*(in base ai dati storici disponibili)*

*(Indagine conoscitiva della Camera dei Deputati  
sullo «Stato della sicurezza sismica in Italia», 2012)*

- **Evoluzione della classificazione sismica del territorio negli anni**
- **Limiti del metodo probabilistico adottato in Italia per la definizione della pericolosità sismica**
- **Evoluzione della normativa per la progettazione antisismica**
- **Ritardi nell'entrata in vigore obbligatoria della nuova normativa sismica (*decreti "milleproroghe", fino al 2009*)**
- **Frequente cattiva costruzione ed assenza di controlli adeguati**
- **Continui rinvii della data di ultimazione delle verifiche di vulnerabilità sismica degli edifici (*"milleproroghe", pure nel 2011*)**



Classificazione 2003



## *Evoluzione della classificazione sismica del territorio italiano*

- ~ 25% classificato sismico nel 1980
- ~ 45% classificato sismico nel 1981
- ~ 70% proposto sismico nel 1998

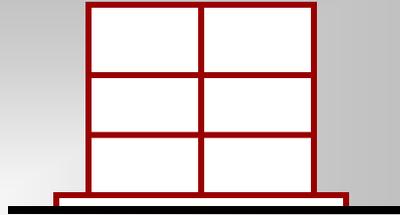
← **OCPM 3274/2003: Criteri generali di classificazione sismica**

(circa 70% del territorio in zone 1-3 + zona 4)

# STRATEGIE DI PROTEZIONE SISMICA

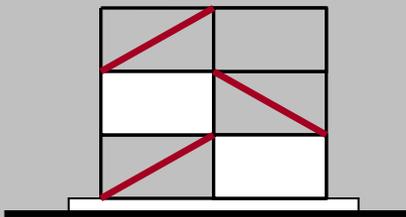
## CONVENZIONALE

Danno strutturale accettato  
sopra allo SLD



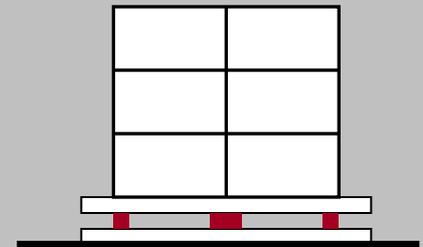
**OPCM 3274/2003, EUROCODICE 8 e nuove NTC:** La struttura deve essere progettata per resistere senza crollare ai terremoti che hanno probabilità di accadimento del 10% in 50 anni (SLU)

## DISSIPAZIONE D'ENERGIA



- Nessun danno strutturale
- Dispositivi speciali

## ISOLAMENTO SISMICO

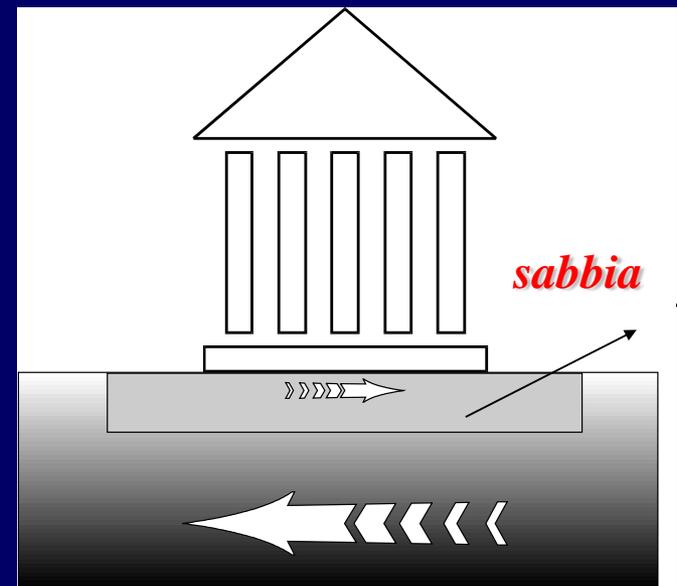


# L'ISOLAMENTO SISMICO NON È UN CONCETTO NUOVO!

Gaius Plinius Secundus, Naturalis Historia:

*“Graecae magnificentiae vera admiratio extat templum Ephesiae Dianae  
CXX annis factum a tota Asia.*

*In solo id palustri fecere, ne terrae motus sentiret aut hiatus timeret,  
rursus ne in lubrico atque instabili fundamenta tantae molis locarentur,  
calcatis ea substravere carbonibus, dein velleribus lanae”.*



**Antichi templi greci, monasteri, templi e ponti cinesi, costruzioni in Anatolia, in Persia e degli Incas e templi italiani appaiono protetti da rudimentali sistemi d'isolamento sismico (sabbia, strati di pietrisco, tronchi d'albero a mo' di rulli),  
CHE PERÒ HANNO PERMESSO AD ESSI DI SOPRAVVIVERE FINO AD OGGI**

# MODERNI ISOLATORI USATI IN ITALIA E NEL MONDO

Sistema attualmente più usato:

Isolatori in gomma naturale  
ad alto smorzamento (HDRB)  
od in gomma-piombo (LRB),  
eventualmente con alcuni  
isolatori a scorrimento  
a superficie piana acciaio-teflon (SD)



*Esempio: ricostruzione in corso del 1° corpo  
del Liceo Scientifico Romita di Campobasso  
(1300 studenti, collaudo in c.o. di A. Martelli)*



*I soli utilizzati in Italia prima del  
terremoto in Abruzzo del 2009*

## (2) ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE



**IL “NONNO”:** *Friction Pendulum System (FPS) americano (materiale a scorrimento realizzato con uno speciale tessuto)*  
*Esempio: Terminal dell’aeroporto Ataturk, Istanbul, Turchia, adeguato dopo i sismi del 1999 con 100 isolatori FPS (anche a Priolo)*



**IL “PADRE”:** *Sliding Isolation Pendulum (SIP) tedesco (materiale a scorrimento polietilenico)*  
*Esempio: Museo dell’Acropoli, Centro Onassis di Atene, Grecia, protetto da 94 isolatori SIP nel 2006 (altri in Turchia)*



**I “FIGLI”:** *Curved Sliding Surface (CSS) italiani (materiali a scorrimento polietilenici e poliammidici). Utilizzati per la prima volta in Italia nel Progetto C.A.S.E. a L’Aquila*

### (3) ISOLATORI A ROTOLAMENTO

#### Esempi:

*a – Tempio buddista di Jyorakuin (Tokyo Tachikawa) in legno pregiato*



*c – Il Guerriero di Capestrano, G8, L'Aquila (1999)*



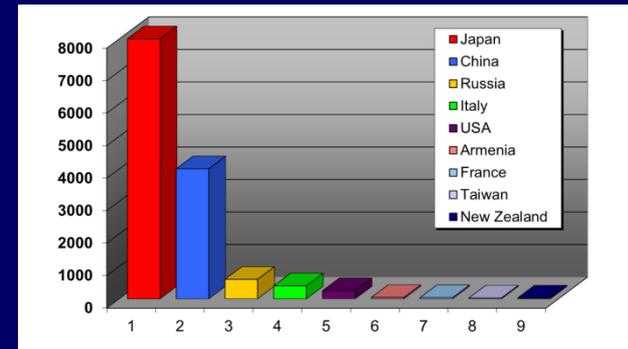
*b – Centinaia di edifici giapponesi, pure cottages, anche in legno*



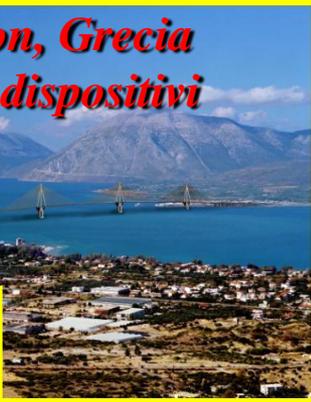
# Applicazioni dei sistemi antisismici

> 23.000, a strutture sia nuove *che* esistenti

- *Ponti e viadotti*
- *Impianti e componenti industriali, in particolare a rischio di incidente rilevante*



*Rion-Antirion, Grecia (VD ed altri dispositivi italiani)*



*Prove su un serbatoio isolato (collab. ENEA)*



- *Singoli capolavori*

*Bronzi di Riace*



- *Edifici, incluso il patrimonio culturale*

*Primo ospedale giapponese isolato, Kushiro City*



*San Francesco, Assisi (SMAD & STU)*

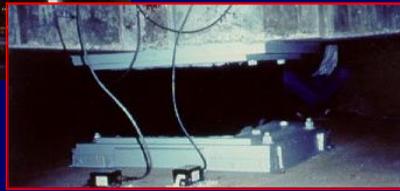


# CONFERME DELL'EFFICACIA DELL'ISOLAMENTO



**USC Hospital a Los Angeles, terremoto di Northridge, California, USA, ~ 30 km dall'epicentro (1994):**

**Isolatori in gomma-piombo (LRB)**



**indenne,  $A_{is}/A_c \sim 1/9$**



**$A_{top} = 0,194 g$**

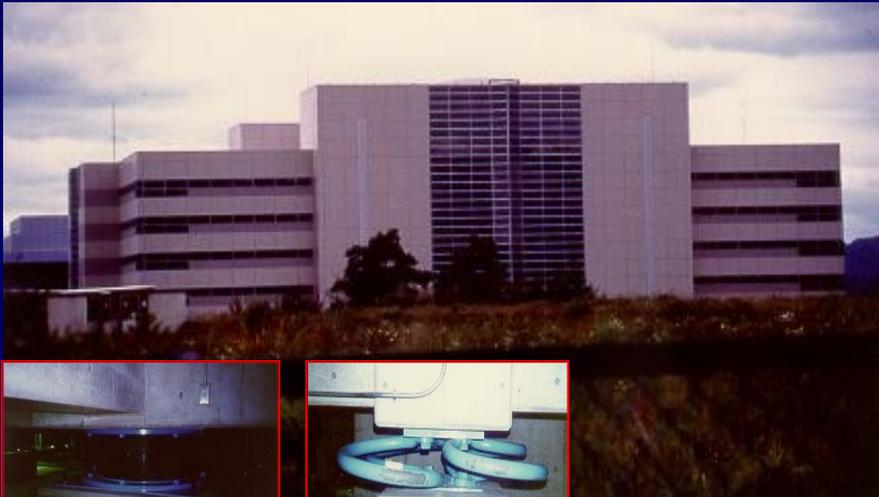
**$A_{base} = 0,725 g$**

**Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni di Sanda City, terremoto di Hyogo-ken Nanbu, Kobe, Giappone,**

**~ 30 km dall'epicentro (1995):  
indenne,  $A_{is}/A_c \sim 1/9$**



**Isolatori in gomma (RB) e appoggi a scorrimento (SD)**



**Isolatori in gomma a basso smorzamento (LDRB)**

**e dissipatori elastoplastici (EPD)**

**Analogo comportamento di molte altre strutture isolate giapponesi**

**Edificio in c.a. costruito a Ojiya City (Giappone) nel 1996, terremoto di Niigata-ken Chetsu (2004): indenne**

# ALTRE CONFERME DELL'EFFICACIA DELL'ISOLAMENTO SISMICO (I.S.)



*Edificio con fondazioni  
convenzionali*

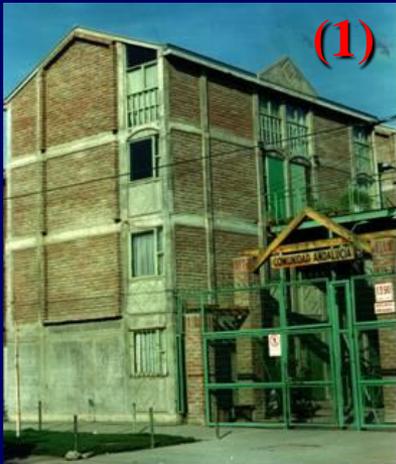


*Completa integrità dei 3 edifici isolati esistenti  
(2 in c.a., 1 in muratura)*



(1) Cina: sisma  
di Wenchuan  
(12/05/2008,  
M = 8,0)  
pericolosità  
sismica  
assai sottostimata  
87·500 ÷ 96·000  
vittime,  
85 miliardi  
di USD di danni

## (2) Cile: sisma di Maule (27/02/2010, M = 8.8)



(1)



(2)



(2)

**Gli edifici  
isolati  
sono rimasti  
indenni**

*(2) Nuevo Hospital Militar La  
Reina (80,000 m<sup>2</sup>, 114 HDRB + 50  
LRB, costo = 112,8 MUS\$, 2005)*

*(1) Comunidad Andalucia, 1° edificio isolato cileno (HDRB, 1992)*

# ALTRE CONFERME DELL'EFFICACIA DELL'I.S.

Nuova Zelanda: (1) sisma di Canterbury (03/09/2010,  $M = 7,1$ , 0 vittime)

(2) Sisma di Christchurch (21/02/2011,  $M = 6,3$ , 166 vittime)



(1) Il Christchurch Women's Hospital (LRB + SD, 2005) e strutture aeroportuali di Christchurch con dissipatori hanno resistito indenni al primo terremoto ( $D_{estimated} = 10\text{ cm}$ )

(2) L'ospedale era immediatamente operativo dopo il secondo sisma ( $D_{estimated} = 20\text{ cm} = 1/2$  dello spostamento di progetto dei LRB, PGA nel sito = 0,5 g, PGA all'epicentro = 2,2 g)

**RECENTI CONFERME DELL'EFFICACIA DELL'I.S.:  
TERREMOTO DI TOHUKU DELL'11/03/2011  
(118 EDIFICI ISOLATI NEL DISTRETTO DI TOHOKU)**



***Municipio di Hachinohe  
(a nord di Sendai), 10 piani:  
il sistema d'isolamento (LRB)  
ha ridotto  $a_{o,max}$   
da 0,21 e 0,29 g alla base  
a 0,12 g alla sommità***



***Edificio governativo di Sendai,  
(9 piani), adeguato 2009 con HDRB:  
il sistema d'isolamento ha ridotto  
 $a_{o,max}$  da 0,25 e 0,29 g alla base  
a 0,14 e 0,18 g alla sommità  
( $s_{o,max} = 18$  cm)***

**RECENTI CONFERME  
DELL'EFFICACIA DELL'I.S.:  
TERREMOTO DI TOHUKU  
DELL'11/03/2011**



***MT Building (Sendai, 18 piani):  
il sistema d'isolamento (RB + SD)  
ha ridotto  $a_{o,max}$   
da 0,23 e 0,31 g alla base a 0,19 g  
alla sommità ( $S_{o,max} = 23$  cm)***



***Municipio di Tsukuba  
(tra Tokyo e Sendai, 6 piani):  
il sistema d'isolamento ha ridotto  
 $a_{o,max}$  da 0,23 e 0,33 g alla base  
a 0,09 e 0,13 g alla sommità***

# RECENTI CONFERME DELL'EFFICACIA DELL'I.S.: TERREMOTO DI TOHUKU DELL'11/03/2011



***National Western Art (Le Corbusier) Museum di Tokyo (4 piani),  
adeguato sismicamente con HDRB in sottofondazione nel 1999:  
il sistema d'isolamento ha ridotto  $a_{o,max}$   
da 0,19 e 0,28 g alla base  
a 0,08 e 01,10 g alla sommità***

# ULTIME CONFERME DELL'EFFICACIA FELL'I.S.: terremoto di Lu Shan(芦山), Cina

- ◆ **20 aprile 2013, ore 8:02**  
*(solo 5 anni dopo  
il terremoto di Wenchuan del 2008)*
- ◆ **Magnitudo  $M = 7,0$ ,**  
**profondità ipocentrale = 13 km**
- ◆ **Accelerazione massima del terreno  
registrata = 0,4-0,5 g,**  
**mentre il valore di progetto era = 0,15 g**
- ◆ **196 morti, 21 dispersi, 250.000 feriti**
- ◆ **Danni economici diretti =**  
**65,57 miliardi di dollari USA**
- ◆ **75% degli edifici crollati o danneggiati**  
**( $\approx 40.000$ )**



## Edifici in cemento armato



## Edifici in muratura



← Edificio del *governo* della contea

# Scuola ricostruita dopo il terremoto di Wenchuan

## 5. 12汶川地震后, 台湾红十字组织援建



**Tramezzi:**  
*rotture*



**Soffitto:**  
*crollo*



# Danni ad altre 2 scuole ricostruite dopo il sisma di Wenchuan



# Danni ad un centro di riabilitazione per diversamente abili e ad un'altra scuola, ricostruiti dopo il sisma di Wenchuan



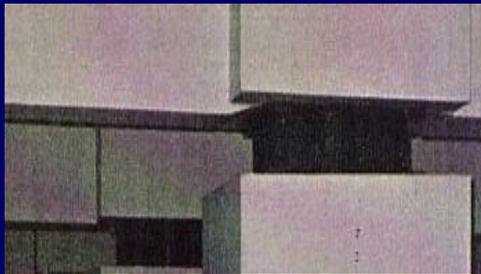
# Ospedale della contea di Lu Shan



- ◆ 2 edifici fondati convenzionalmente: danni strutturali ed alle apparecchiature; crolli del tetto e delle pareti
- ◆ 1 edificio con isolamento sismico: assenza di danni, pienamente operativo dopo il terremoto

+7 piani fuori terra

-1 piano interrato



*L'edificio isolato è stato l'unico della contea a superare il sisma indenne ed ha permesso di curarvi migliaia di feriti*



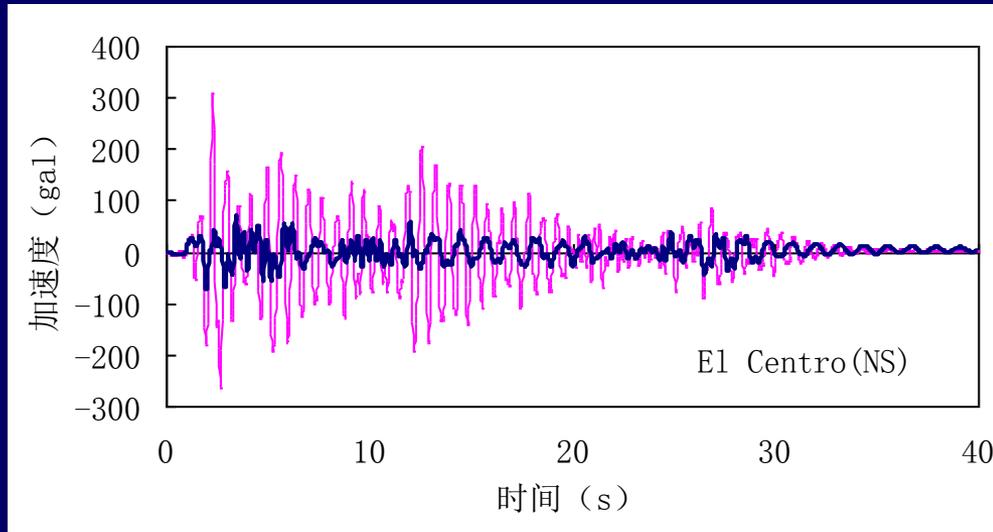
**Danni subiti dai 2  
edifici fondati  
convenzionalmente  
dell'ospedale di Lu  
Shan: tali edifici sono  
risultati *inutilizzabili*  
dopo il terremoto**



**Assenza di danni  
all'edificio isolato  
sismicamente  
dell'ospedale di Lu  
Shan: tale edificio è  
rimasto pienamente  
operativo dopo il sisma**



# Registrazioni del terremoto di Lu Shan su una scuola fondata convenzionalmente ed una isolata sismicamente



**Accelerazione orizzontale massima del terreno (PGA) = 0,20 g**

**Accelerazioni alla sommità:**

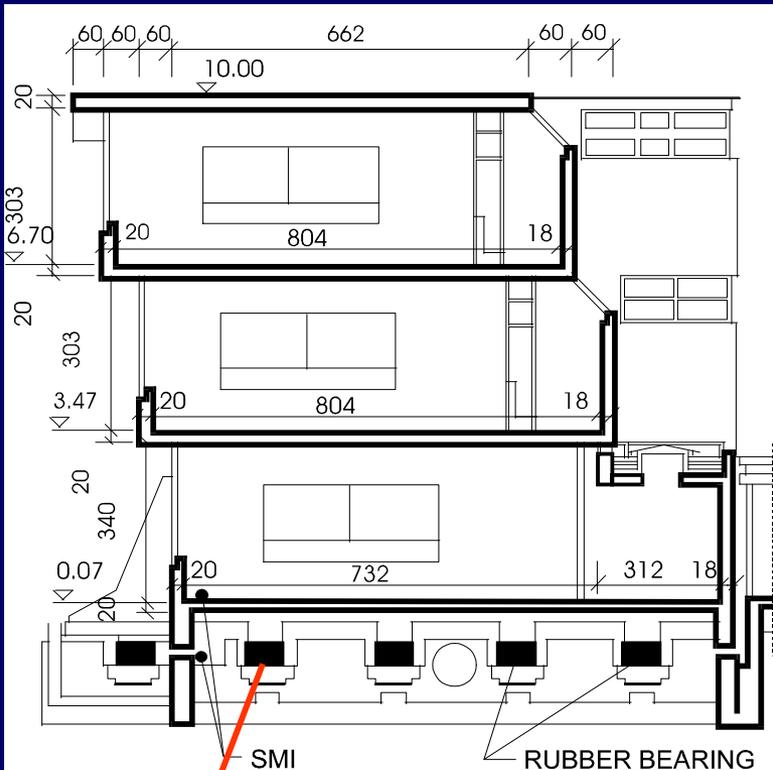
- **scuola isolata sismicamente: accelerazione orizzontale max = 0,12 g**
- **scuola fondata convenzionalmente: accelerazione orizz. max = 0,72g**

**Effetto dell'isolamento sismico = fattore 6**

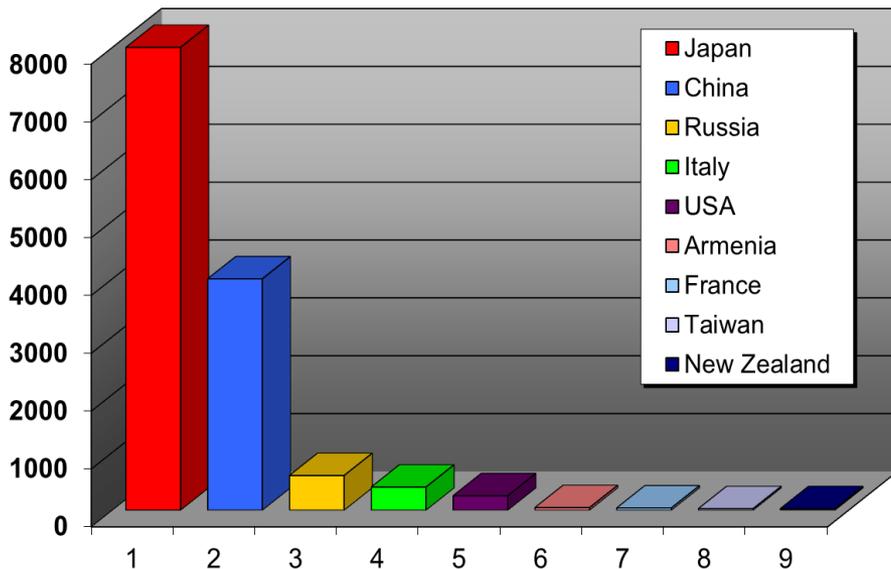
# 1<sup>a</sup> APPLICAZIONE MODERNA DELL'ISOLAMENTO SISMICO: *Scuola elementare Pestalozzi (Skopje, Macedonia, metà anni 1960)*

*I LDRB originali, poco armati ed ormai molto deteriorati, furono sostituiti da HDRB nel 2007*

*Un LDRB originario ancora in posizione (a destra) ed un nuovo HDRB subito dopo l'installazione (a sinistra)*

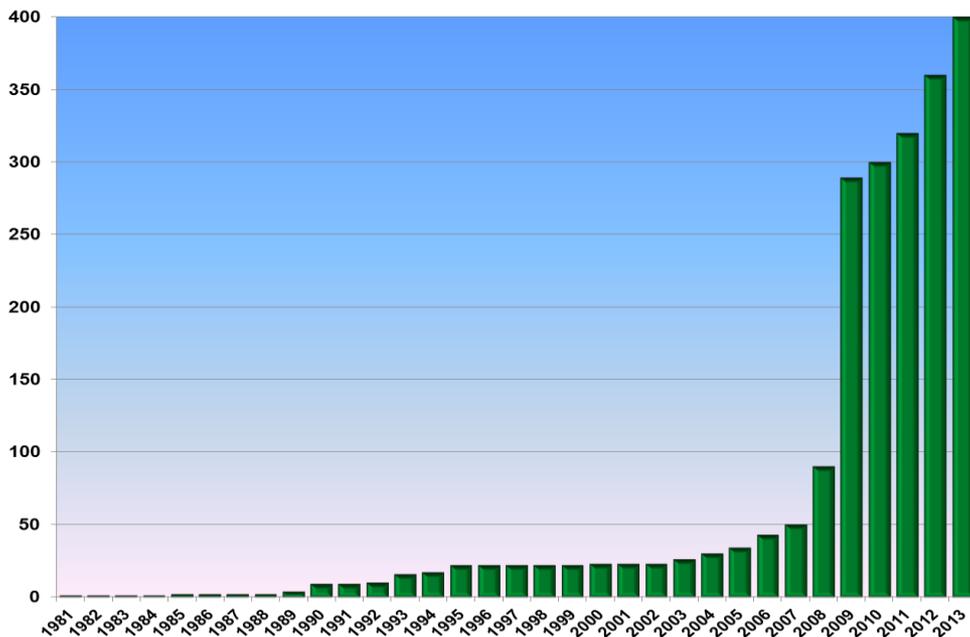


*LDRB donati dalla Svizzera dopo il terremoto di Skopje del 1963 (2008)*



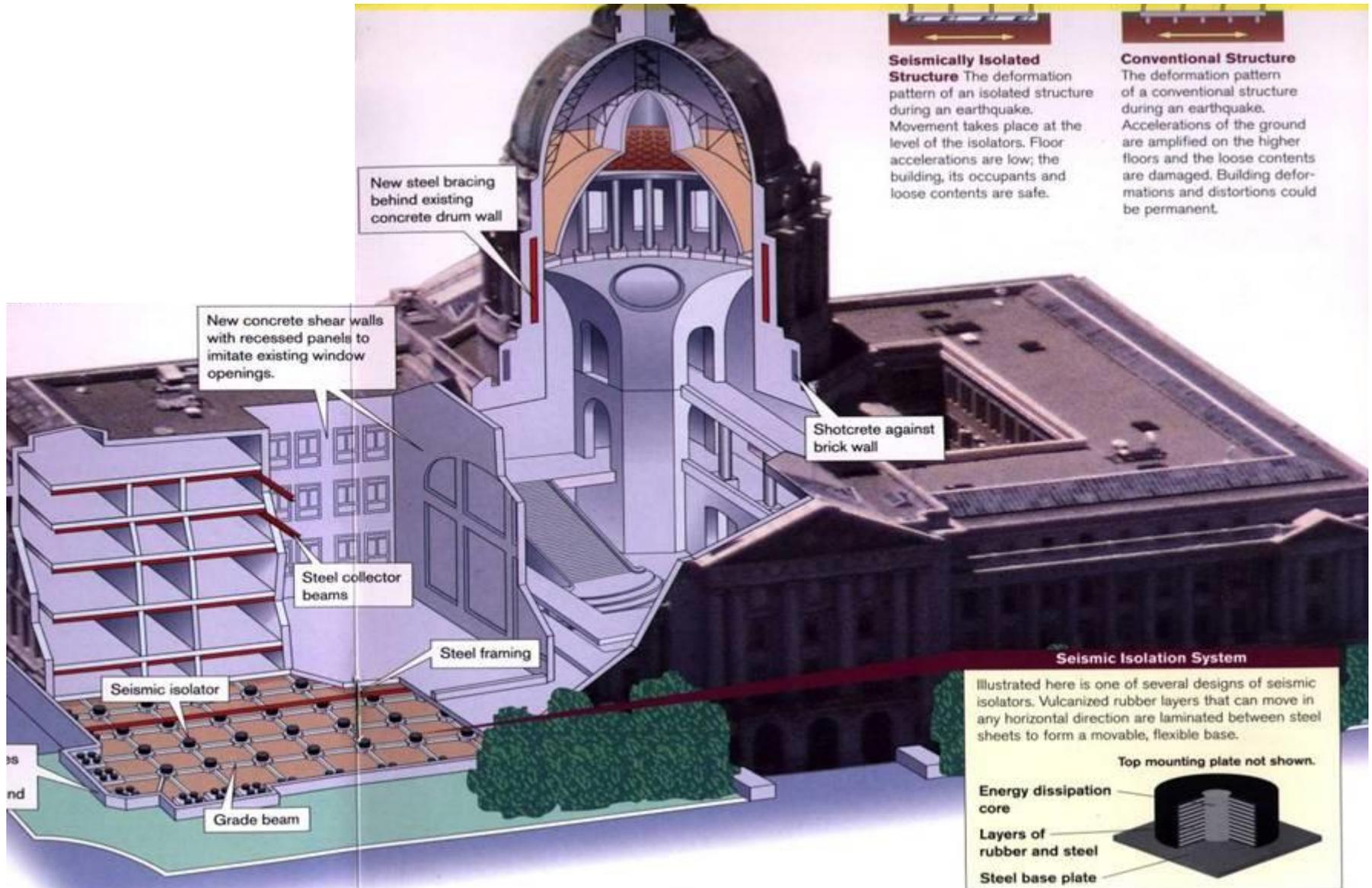
# APPLICAZIONI DEI SISTEMI ANTISISMICI *in settembre 2013* (>23.000)

← **Numero totale degli edifici isolati sismicamente realizzati nei paesi più attivi nel settore della protezione sismica (ASSISi 13<sup>th</sup> World Conference, Sendai, Giappone, settembre 2013)**



← **Numero totale degli edifici isolati sismicamente realizzati in Italia durante gli anni (dati di settembre 2013)**

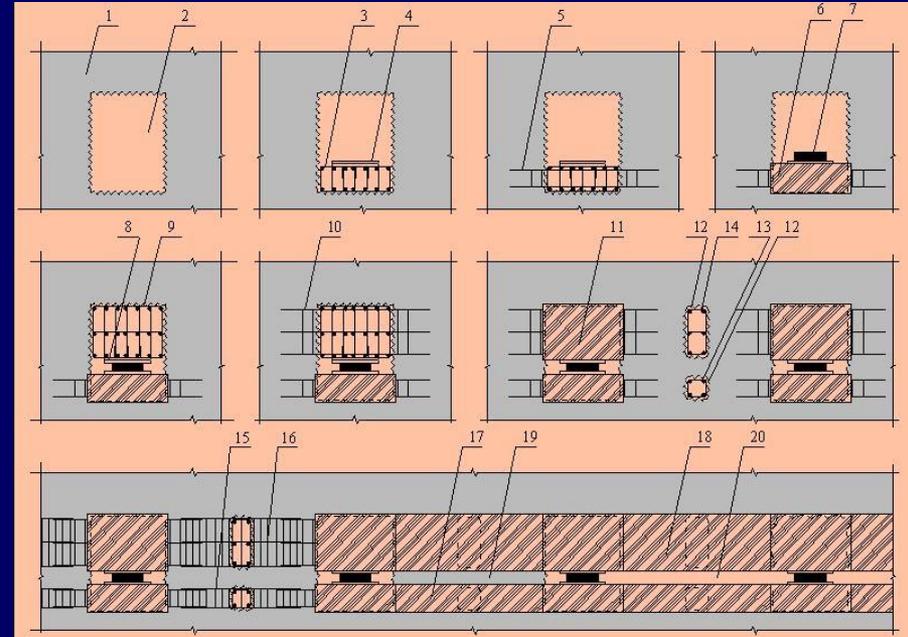
# RETROFIT DEL MUNICIPIO DI SAN FRANCISCO, CALIFORNIA, USA (2000)



# EDIFICI ISOLATI IN ARMENIA

(43 edifici isolati)

*Scuola #4 in muratura a Vanadzor: età = 55 anni, retrofit con isolatori in neoprene a medio smorzamento (MDRB) nel 2002*



# ITALIA

## Centrale dei Vigili del Fuoco, Napoli



1974 - 1976  
(1976: sisma del Friuli)



1981



## Viadotto Somplago, autostrada Udine-Tarvisio



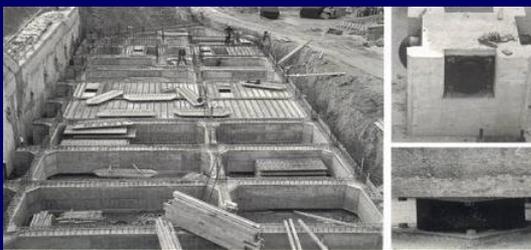
Inizio necessità ↑ di approvazione

↑ OPCM 3274/2003

San Giuliano di Puglia (2002): la scuola elementare crollò →



← prove in sito (1990) fino a  $s = 110 \text{ mm} (= 0,8 s_{progetto})$



## Centro Regionale delle Marche della Telecom Italia, 1ª grande applicazione italiana dell'isolamento ad edifici (5 edifici, 8 piani, h= 25 m, 297 HDRB, 1991)

**ANTE SISMA IN ABRUZZO:**  
 ≈ 70 edifici isolati (ORA > 400) +  
 decine di edifici e > 250 ponti  
 e viadotti con altri sistemi

# TIPI DI EDIFICI ITALIANI ISOLATI



*1<sup>a</sup> edifici scolastici isolati italiani*

**Università della Basilicata, PZ (221 HDRB, 1995)**



**Ospedale Gervasutta,  
Udine (52 HDRB, 2005)**



**10 HDRB ( $\Phi=1\text{ m}$ )**

**Collaudo di A. Martelli  
Centro della Protezione  
Civile di Foligno (>7  
edifici isolati con HDRB  
e SD, 5 finiti)**



**Centro NATO, Napoli  
Sud, in costruzione  
(399 HDRB +20 SD)**



**Basilica Superiore di San  
Francesco in Assisi (2 · 47  
SMAD + 34 STU, 1999)**



*retrofit della cupola*

**Santuario della Madon-  
na delle Lacrime (11·000  
t), Siracusa (EPD, 2007)**



**Nuova palazzina privata,  
San Giuliano di Puglia  
(13 HDRB + 2 SD, 2007)**



*retrofit ↓*



**Centro Polifunzionale  
Rione Traiano, Napoli  
(630 HDRB, 2005)**



*retrofit ↓*



**Collaudo di A. Martelli**

**Palazzina a Fabriano,  
danneggiata dal sisma del  
1997 (56 HDRB, 2006)**



**Collasso della scuola Francesco Jovine di San Giuliano di Puglia (31/10/2002)**

**Ricostruzione  
della scuola  
F. Jovine  
(autunno 2006 –  
settembre 2008,  
collaudo in corso  
d'opera di A.  
Martelli per  
l'ENEA e di  
C. Pasquale  
il 02/09/2008)**



**zona 2, HDRB + SD**





**La nuova scuola  
elementare di Marzabotto  
(Bologna, ex zona sismica 3):  
28 HDRB + 14 SD, certificato di  
collaudo statico in c.o. di A.  
Martelli in settembre 2010**



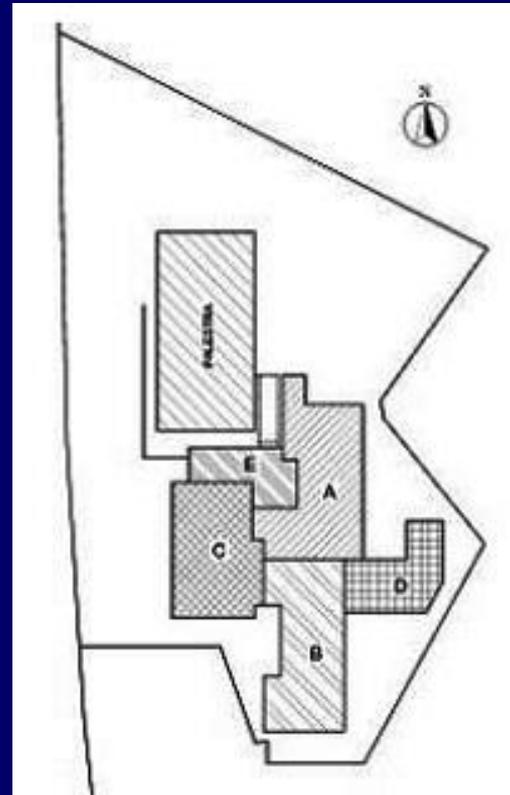
**La nuova scuola materna ed  
elementare di Mulazzo  
(Massa Carrara, ex zona sismica  
2): 29 LRB+ 15 SD, certificato di  
collaudo statico in c.o. di  
A. Martelli in settembre 2012**

# Liceo scientifico

Romita a Campobasso,

1300 studenti

(attuale ex zona sismica 2),  
per il quale l'ENEA  
evidenziò perfino problemi  
statici dopo il sisma del  
Molise e della Puglia del  
2002)



←  
Provino  
prima e  
dopo la  
rottura  
(resistenz  
a minima  
= 46  
kg/cm<sup>2</sup>)



**Però, fu solo rinforzato staticamente**

**Solo a seguito del  
terremoto del 2009 in  
Abruzzo, si è deciso di  
demolirlo e  
ricostruirlo  
parzialmente con  
l'isolamento sismico**

# Liceo Romita: demolizione e ricostruzione *(coll. in c.o. di A. Martelli)*



*30 novembre  
2011 →  
(collaudo  
avvenuto in  
giugno 2013)*



**Adeguamento di una palazzina a Fabriano,**  
**danneggiata agli elementi non strutturali dal sisma**  
**umbro-marchigiano del 1997-98: HDRB tutti inseriti,**  
**vecchi pali quasi tutti tagliati, tubazioni montate, viste del**  
**giunto (aprile 2005, collaudo in c.o. di A. Martelli)**

# Ricostruzione a L'Aquila e, in generale, in Abruzzo

È in corso un vasto uso dell'isolamento, anche per il retrofit di edifici residenziali, strategici e pubblici, in particolare (con HDRB o LRB, + alcuni SD), in parte nell'ambito di Protocolli d'Intesa firmato dall'ENEA e dal Comune de L'Aquila nel 2010

*Edificio residenziale di Pianola (L'Aquila), appena costruito prima del sisma del 2009 e da esso danneggiato*





**Adeguamento sismico con l'isolamento dell'edificio residenziale di Via dei Tigli, località Pianola (L'Aquila) (42 HDRB e 62 SD, progetto del socio GLIS G. Mancinelli, collaudo in c.o. di A. Martelli)**

# Ricostruzione all'Aquila e, in generale, in Abruzzo

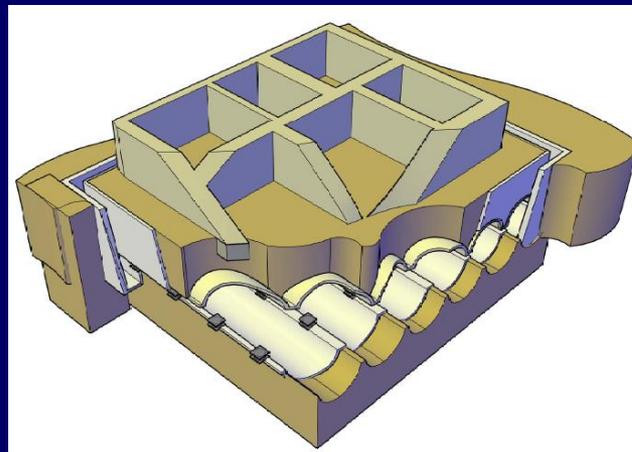
È previsto un largo uso dell'isolamento anche per il *retrofit* di alcuni edifici monumentali, in particolare (con HDRB o LRB, + SD), nell'ambito di Protocolli d'Intesa firmati dall'ENEA e dai comuni de L'Aquila e di Sulmona nel 2010 e 2011



← Palazzo Margherita



Scuola De Amicis ↑



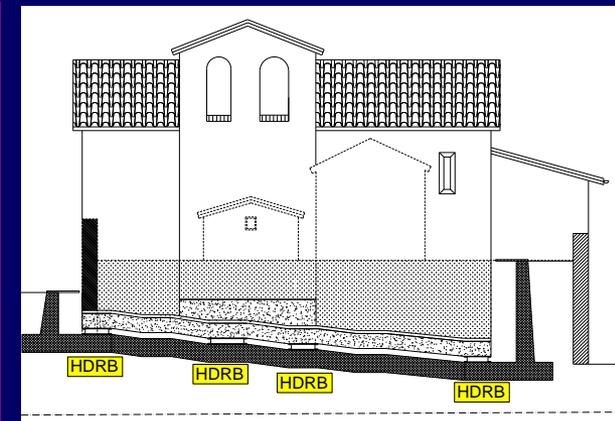
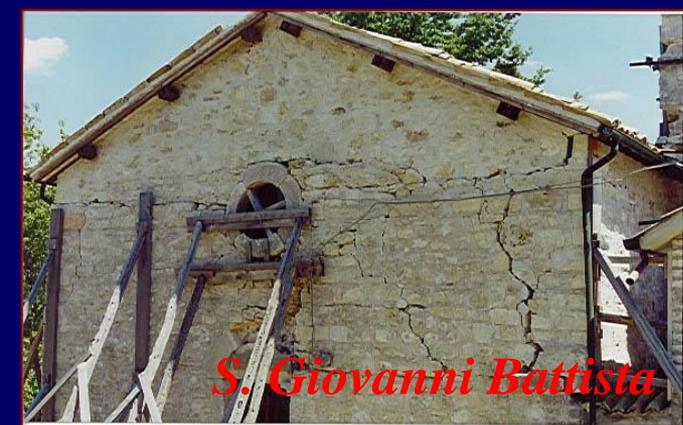
*“Struttura d’Isolamento Sismico per Edifici Esistenti”*: **Brevetto dei soci del GLIS P. Clemente (ENEA) e A. De Stefano (Politecnico di Torino), 2010**

# Applicazione dell'isolamento nell'adeguamento sismico delle costruzioni realmente antiche

→ È necessaria una sottofondazione.

→ Studi effettuati in Italia, per

- *la chiesa di San Giovanni Battista ad Apagni (Sellano, PG)*
- *la chiesa di Santa Croce (Casebasse, Nocera Umbra, PG)*



**hanno mostrato che:**

- *ciò è fattibile;*
- *è il solo modo per evitare il ripetersi dello stesso danno in sismi successivi.*



Restaurato dopo il sisma della Valnerina del 1979



Distrutto nuovamente dopo il sisma umbro-marchigiano del 1997-98

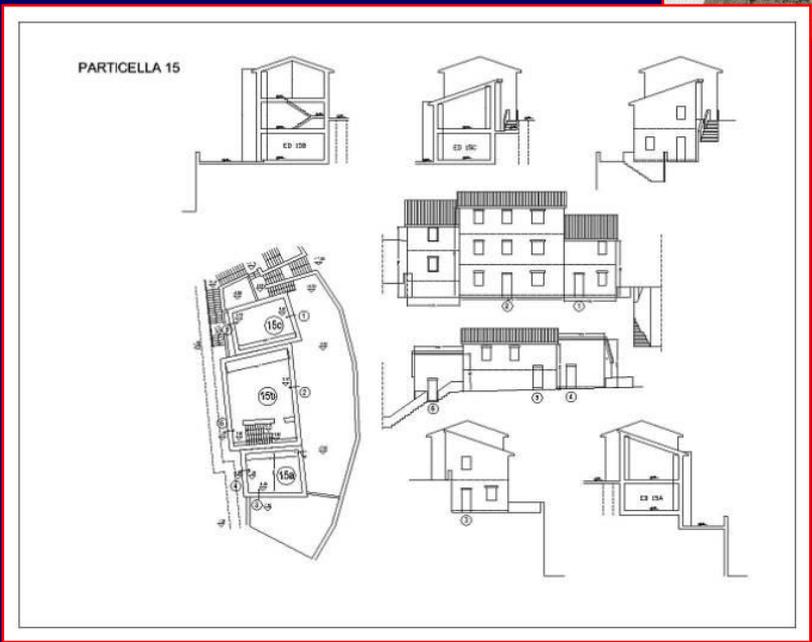
# Ricostruzione di borghi antichi in muratura con l'isolamento

## Mevale di Visso (Macerata)

Demolito nel 2001-2002



← Amplificazione locale fino a 2,4 (anche a causa di metri di detriti)



← *La ricostruzione con l'isolamento (HDRB) ed i metodi e materiali originari è stata decisa dal CTS della Regione Marche, sulla base dei risultati di uno studio di fattibilità effettuato dall'ENEA*

(costo aggiuntivo = 9% rispetto alla muratura non rinforzata; =10,5% rispetto al c.a.)

# ISOLAMENTO SISMICO DI IMPIANTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE



## I 2 SERBATOI LNG DELLA EGEGAZ AD ALIAGA, TURCHIA (operativi)

- diametro LRB = 900 mm, diam. nocciolo di piombo = 280 mm, altezza totale = 640 mm
  - coeff. di smorzamento all'OBE = 10%
  - coeff. di smorzamento al SSE = 20%
  - spostamento all'OBE = 240 mm
  - spostamento al SSE = 440 mm.



**112 LRB e 241 LDRB**

# CIÒ CHE NON VOGLIAMO VEDERE PIÙ:



**12/05/2008:** 900 studenti muoiono a causa del crollo della scuola secondaria di Dujiangyan (Cina), durante il terremoto di Wenchuan



**05/04/2009:** numerosi edifici crollano o sono fortemente lesionati durante il terremoto dell'Abruzzo



**11/03/2011:** i 4 BWR di Fukushima Daiichi (Giappone)



**17/08/1999:** Impianto petrolchimico di Tupras (Turchia)



**Isolare le scuole!**

**Isolare anche ospedali, altri edifici e pure gli impianti!**



**02/09/2008**

**La nuova scuola isolata Jovine di S. Giuliano di Puglia (collaudo in c.o. di A. Martelli & C. Pasquale)**



**Priolo Gargallo (SR)**

**Gli unici 3 componenti chimici italiani isolati**

**↑ COME? ↑**

# CONDIZIONI PER L'USO CORRETTO DELL'ISOLAMENTO

- **In paesi come l'Italia la percezione del rischio sismico è limitata.**
- **Pertanto, le normative sismiche di tali paesi permettono un certo abbassamento delle forze sismiche agenti sulla sovrastruttura e (di conseguenza) sulle fondazioni, quando si usi l'isolamento.**
- **Però, in tali paesi, la sicurezza delle strutture isolate può essere effettivamente assicurata se e solo se si presta grande attenzione:**
  - (1) **alla scelta dei dispositivi d'isolamento (tenendo conto dell'ampiezza delle vibrazioni verticali e delle vibrazioni a bassa frequenza), alla loro qualificazione, qualità di produzione, protezione, installazione e manutenzione, nonché alla verifica che le caratteristiche di progetto restino immutate durante l'intera vita utile delle strutture;**
  - (2) **ad alcuni altri dettagli costruttivi (giunti strutturali, loro protezioni, elementi d'interfaccia – come le tubazioni del gas ed altre rilevanti ai fini della sicurezza, cavi, scale, ascensori –, ecc.).**

# CONDIZIONI PER L'USO CORRETTO DELL'ISOLAMENTO

- **Altrimenti, gli isolatori,**

**invece di aumentare nettamente la protezione sismica, renderanno la struttura meno resistente al sisma**

**di una fondata convenzionalmente, esponendo così sia la vita umana che la tecnologia dell'isolamento a *gravi rischi*.**

- **Infine, un requisito chiave per il funzionamento ottimale di tutti i dispositivi antisismici (ma specialmente degli isolatori)**

**è la definizione realistica ed affidabile dell'input sismico, che non può più basarsi solo sui metodi probabilistici comunemente usati (PSHA), soprattutto per la definizione degli spostamenti**

**(parametro sul quale si basa la progettazione degli edifici isolati).**

- **Pertanto, è ora molto urgente migliorare nettamente l'approccio probabilistico, ora utilizzato in numerosi paesi (inclusa l'Italia), affiancandogli modelli neodeterministici (NDSHA)**

**(Position Statement dell'ISSO, agosto 2012 & DdL di Benamati et al.).**

# Indagine conoscitiva

«sullo stato della sicurezza sismica in Italia»

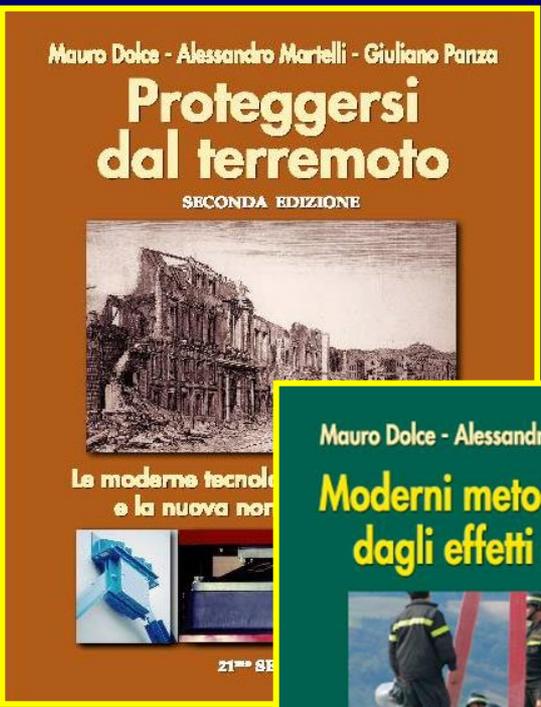
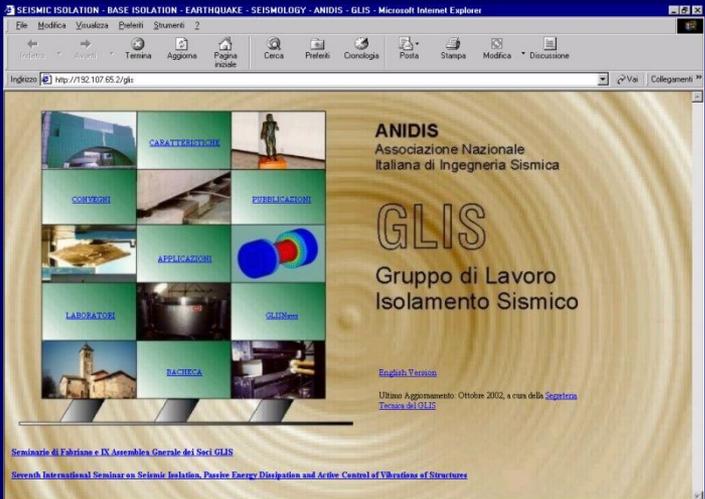
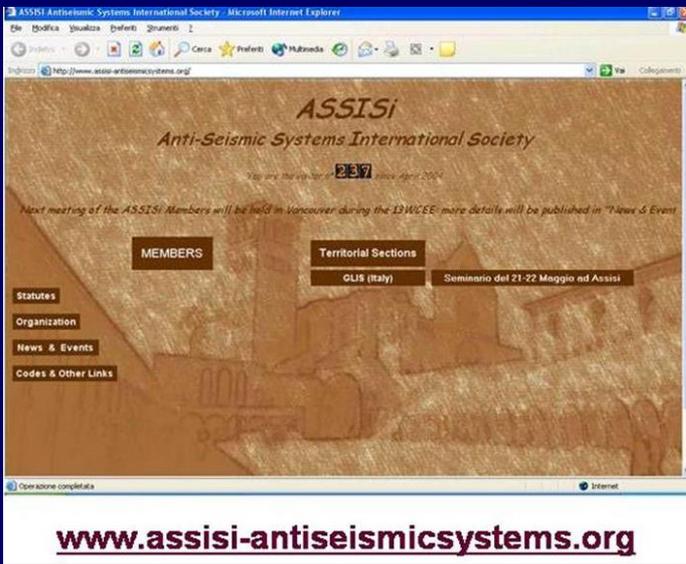
*Resoconti stenografici, 13 settembre 2012, pag. 12:*

«ALESSANDRO MARTELLI – ... (*omissis*) ... Aggiungo un'ultima notazione sulle scuole.

Bisogna veramente lanciare un segnale. In Italia purtroppo tutto ciò che ha cinquant'anni diventa antico, mentre molte volte è solo vecchio e bisogna demolirlo. Bisogna smettere di considerare tutto uguale al Colosseo.

Io dovrò recarmi nei prossimi giorni – sono stato chiamato sessanta volte e dovrò andarci, finalmente – nelle Marche, in un ex convento di suore che ospita una scuola, la quale è assolutamente incapace di reggere il terremoto che può avvenire in quell'area. Non si può far nulla, però, perché *il Ministero dei beni culturali non vuole*.

Si lascino le suore nel convento e si mettano i ragazzi in una scuola nuova. Bisogna privilegiare la sicurezza rispetto ad altri aspetti.»



***Grazie per la vostra attenzione***



***In novembre 2006 è stata fondata, con lo stesso nome abbreviato, l'associazione GLIS ("GLIS – Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica")***