



**edilportale**<sup>®</sup>  
**smart**  
**village**  
**in tour** **MADE**expo  
in collaborazione con

segui su   

**Udine, 6 giugno 2013**

**Scuole sicure: diritto e dovere della società civile**

**Alessandro Martelli**



# *Scuole sicure: diritto e dovere della società civile*

*Alessandro Martelli*

*Presidente GLIS\* & ISSO\*\**

- \* **GLIS – Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica**
- \*\* **International Seismic Safety Organization**

- *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” e Vicepresidente ASSISi, Coord. EAEE-TG5, Consigliere ANIDIS*



## Kofi Annan, ONU, 1999

(Introduction to Secretary-Generals Annual Report on the Work of the Organization of United Nations – doc. A/54/1)

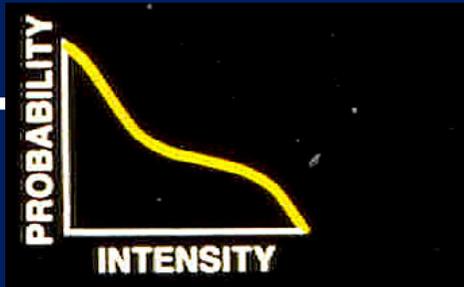
*«More effective prevention strategies would save not only tens of billions of dollars, but save tens of thousands of lives. Funds currently spent on intervention and relief could be devoted to enhancing equitable and sustainable development instead, which would further reduce the risk for war and disaster. Building a culture of prevention is not easy. While the costs of prevention have to be paid in the present, its benefits lie in a distant future. Moreover, the benefits are not tangible; they are the disasters that did NOT happen»*

**«Strategie di prevenzione più efficaci consentirebbero non solo di risparmiare decine di miliardi di dollari, ma permetterebbero di salvare decine di migliaia di vite umane. I fondi attualmente stanziati per le attività di intervento e soccorso potrebbero essere utilizzati, invece, per promuovere uno sviluppo equo e sostenibile, che consentirebbe di ridurre il rischio di guerre ed ulteriori disastri. Costruire una cultura di prevenzione, tuttavia, non è semplice. Mentre i costi per la prevenzione debbono essere pagati nel presente, i suoi benefici risiedono in un lontano futuro. Inoltre, i benefici non sono visibili; essi sono i disastri che NON sono avvenuti»**

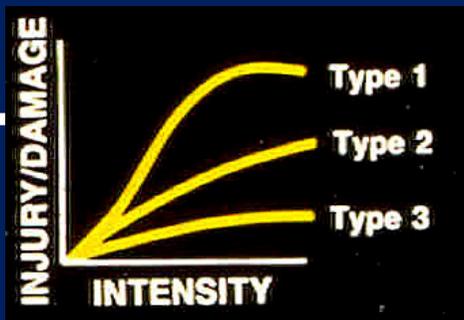
# VALUTAZIONE DEL RISCHIO

**RISCHI  
NATURALI**

**PERICOLOSITÀ**

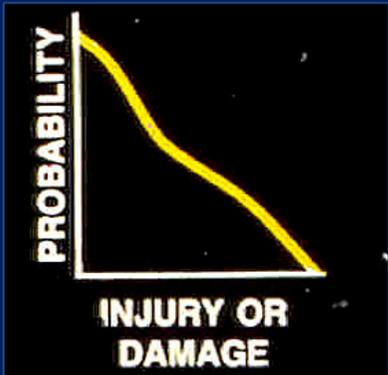


**VULNERABILITÀ**



**ESPOSIZIONE**

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



**PERDITA  
ATTESA**

# Vittime stimate in caso di terremoti già avvenuti in passato

**161.829 a Catania**

**111.622 a Messina**

**84.559 a Reggio Calabria**

**45.991 a Catanzaro**

**31.858 a Benevento**

**19.053 a Potenza**

**73.539 a Foggia**

**24.016 a Campobasso**

**20.683 a Rieti**

**6.907 a Roma**

**7.601 a Verona**

**17.520 a Belluno**

**5.224 a Brescia**

**962 a Milano (+ 26.400 senz'atetto)**

# Indagine conoscitiva

«sullo stato

della sicurezza sismica in Italia»

*Proponente e relatore: On. Gianluca Benamati (PD)*

**VIII Commissione Permanente Ambiente,**

**Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati,**

*approvata il 12 aprile 2012,*

**audizioni iniziate il 30/05/2012**

*(parte tecnica scritta con la collaborazione di A. Martelli)*

*(Atto Camera, Resoconti delle Giunte e Commissioni,*

*VIII Commissione,*

**Roma, 12 aprile 2012, pp. 64-64)**

**L'ENEA (A. Martelli e P. Clemente)**

**è stata audita sia il 30/05/2012 che il 13/09/2012**

**Risoluzione**  
**in Commissione N. 7/01053**

**«sulla possibilità di devolvere l'8 per mille per la  
sicurezza delle scuole»**

**Presentata nella V Commissione Permanente (Bilancio, Tesoro  
e Programmazione) della Camera dei Deputati  
da Simonetta Rubinati (PD), Angelo Alessandri (Gruppo  
Misto)**

**e da altri 15 deputati di tutte le forze politiche  
(fra cui Gianluca Benamati) il 5 dicembre 2012  
(parte tecnica scritta da A. Martelli)**

***(Atti Parlamentari, Camera dei Deputati, XVI Legislatura –  
Allegato B ai Resoconti – Seduta del 5 dicembre 2012, Atti di Controllo  
ed Indirizzo, Atti di Indirizzo, Risoluzioni in Commissione, V***

... nell'ambito delle audizioni svolte dall'VIII Commissione ambiente, territorio e lavori pubblici in occasione dell'indagine conoscitiva sullo stato della sicurezza sismica in Italia, in particolare durante le audizioni dei rappresentanti del Consiglio nazionale dei geologi, del Consiglio nazionale degli ingegneri, dell'ENEA e di alcune università, è stato ancora una volta ribadito come nel nostro paese vi sia una *gravissima situazione di scarsa sicurezza delle scuole* e che in particolare, attraverso il rapporto Cresme, si possa evincere che il *49 per cento* degli edifici scolastici in Italia non abbia un certificato di agibilità;

il Consiglio Nazionale dei geologi, sulla base dello studio condotto dal medesimo Consiglio su dati Cresme, ISTAT e protezione civile, ha accertato che in Italia 27.920 edifici scolastici sono in aree ad *elevato rischio sismico*, di cui 4.856 in Sicilia, 4.608 in Campania, 3.130 in Calabria (il 100 per cento del totale), 2.864 in Toscana, 2.521 nel Lazio;

inoltre, ad *elevato rischio idrogeologico* sono 6.122 scuole, di cui 994 in Campania, 815 in Emilia-Romagna e 629 in Lombardia;

quanto sopra riportato è altresì confermato dagli stessi dati del Ministero dell'istruzione dell'università e della ricerca pubblicati di recente a seguito dei risultati dell'anagrafe dell'edilizia scolastica; ...

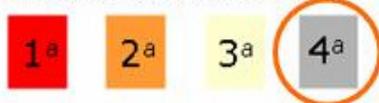
**Almeno il 70% degli edifici italiani  
non è in grado di resistere ai terremoti  
a cui potrebbe trovarsi soggetto**

*(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**

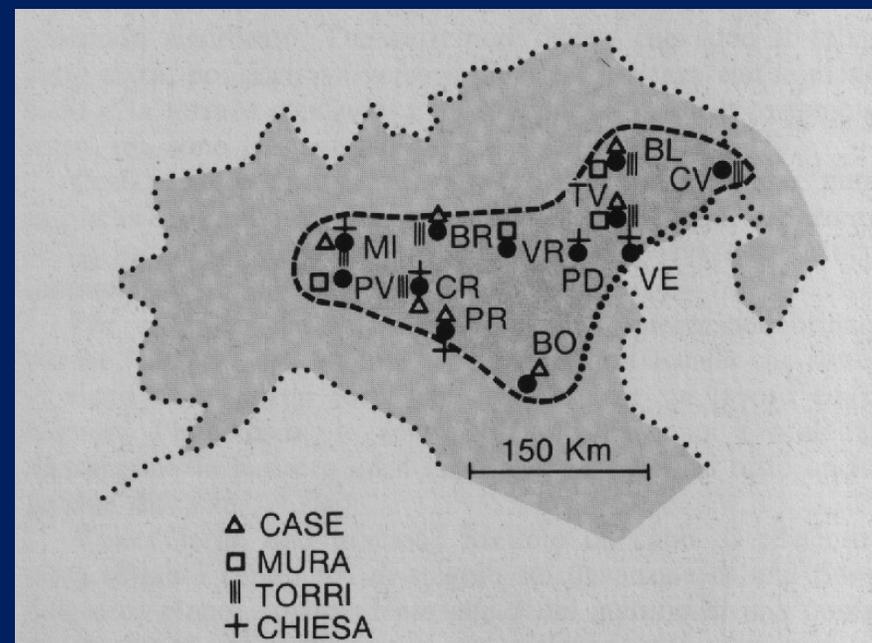
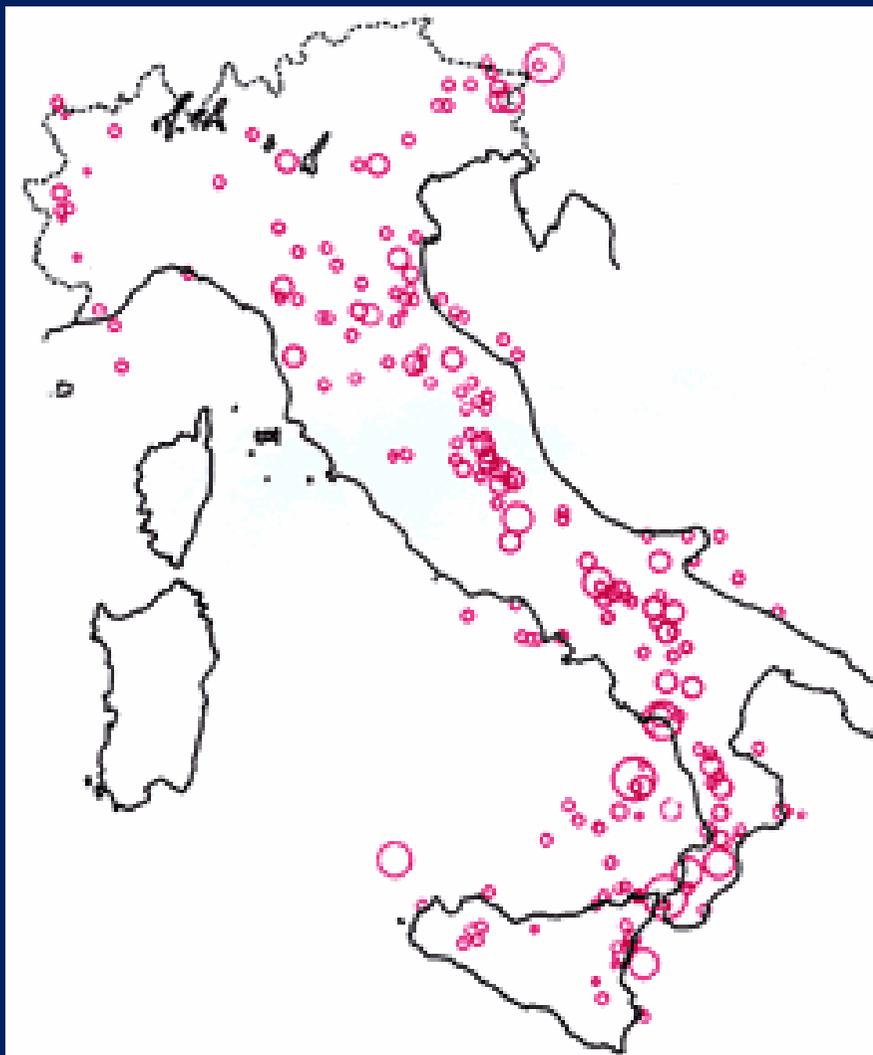
(circa 70% del territorio in zone 1-3 + zona 4)

*Gli 11 terremoti che hanno causato il maggior numero di vittime nel periodo 2000-2011 (mediamente uno ogni anno) e le differenze in gradi di intensità macrosismica ( $\Delta I$ ) tra i valori osservati e quelli previsti dalla mappa probabilistica redatta dal Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP)*

<i>Luogo</i>	<i>Data</i>	<i>Magnitudo M</i>	$\Delta$ <i>I</i>	<i>Numero di vittime</i>
<b>Sendai (Giappone)</b>	<b>11/03/2011</b>	<b>9,0</b>	<b>III</b>	<b>&gt; 20.000</b>
<b>Port-au-Prince (Haiti)</b>	<b>12/01/2010</b>	<b>7,3</b>	<b>II</b>	<b>222.570</b>
<b>Padang (Sumatra Meridionale, Indonesia)</b>	<b>30/09/2009</b>	<b>7,5</b>	<b>II</b>	<b>1.117</b>
<b>Wenchuan (Sichuan, Cina)</b>	<b>12/05/2008</b>	<b>8,1</b>	<b>III</b>	<b>87.587</b>
<b>Yogyakarta (Giava, Indonesia)</b>	<b>26/05/2006</b>	<b>6,3</b>	<b>=</b>	<b>5.749</b>
<b>Kashmir (India Settentrionale e regione di confine del Pakistan)</b>	<b>08/10/2005</b>	<b>7,7</b>	<b>II</b>	<b>86.000</b>
<b>Nias (Sumatra, Indonesia)</b>	<b>28/03/2005</b>	<b>8,6</b>	<b>III</b>	<b>1.313</b>
<b>Sumatra-Andaman (Oceano Indiano)</b>	<b>26/12/2004</b>	<b>9,0</b>	<b>IV</b>	<b>227.898</b>
<b>Bam (Iran)</b>	<b>26/12/2003</b>	<b>6,6</b>	<b>=</b>	<b>31.000</b>
<b>Boumerdes (Algeria)</b>	<b>21/05/2003</b>	<b>6,8</b>	<b>II</b>	<b>2.266</b>
<b>Bhuj (Gujarat, India)</b>	<b>26/01/2001</b>	<b>8,0</b>	<b>III</b>	<b>20.085</b>

**In Italia, già prima degli eventi del 2012 in Emila si sapeva\* che terremoti significativi *si sarebbero potuti manifestare* anche in aree considerate “non sismiche”. Quanto all’Emilia, sono da ricordare, oltre al terremoto del 1570,**

**- il sisma che nel 1117 colpì l’area padana, oggi ad industrializzazione diffusa ( $M_{stimata} \geq 6,4$ , 30·000 vittime)**



**\*A. Martelli, corso di Costruzioni in Zona sismica, Facoltà di Architettura dell’Università di Ferrara, A.A. 1998-99 – 2010-2011**



**Collasso della scuola Francesco Jovine di San Giuliano di Puglia (31/10/2002, M = 5,9)**



**Collasso della Casa dello Studente  
all'Aquila (6/4/2009, M = 6,2)**

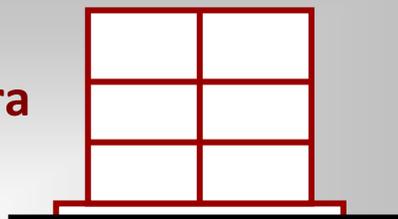


**Scuola media di Dujiangyan (Cina) crollata  
durante il terremoto di Wenchuan  
del 12/5/2008 (M=8,0, 900 vittime)**

# STRATEGIE DI PROTEZIONE SISMICA

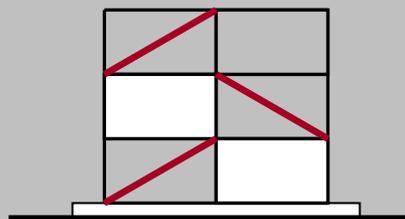
## CONVENZIONALE

Danno strutturale accettato sopra  
allo SLD

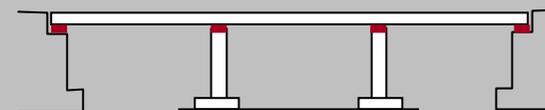
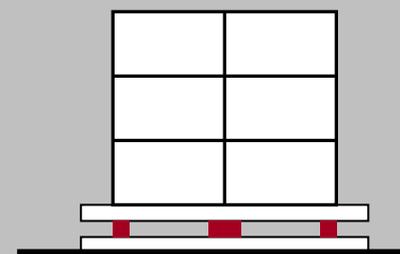


**OPCM 3274/2003, EUROCODICE 8 e nuove NTC:** La struttura deve essere progettata per resistere senza crollare ai terremoti che hanno probabilità di accadimento del 10% in 50 anni (SLU)

## DISSIPAZIONE D'ENERGIA



## ISOLAMENTO SISMICO



- Nessun danno strutturale
- Dispositivi speciali



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

## **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)**



*30 novembre 2011*

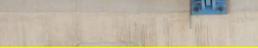


*I soli utilizzati in Italia prima del  
terremoto in Abruzzo del 2009*

# Applicazioni dei sistemi antisismici

*Circa 20.000, 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)*

- *Edifici, incluso il patrimonio culturale*

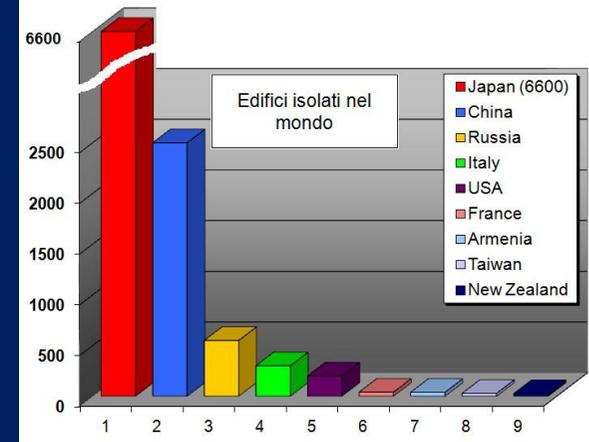


*Primo ospedale giapponese isolato, Kushiro City*

edilportale  
smart  
village  
in tour  
MADE Expo



*San Francesco, Assisi (SMAD & STU)*



- *Singoli capolavori*



*Bronzi di Riace*



edilportale  
**smart  
village**  
in tour MADE



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

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

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

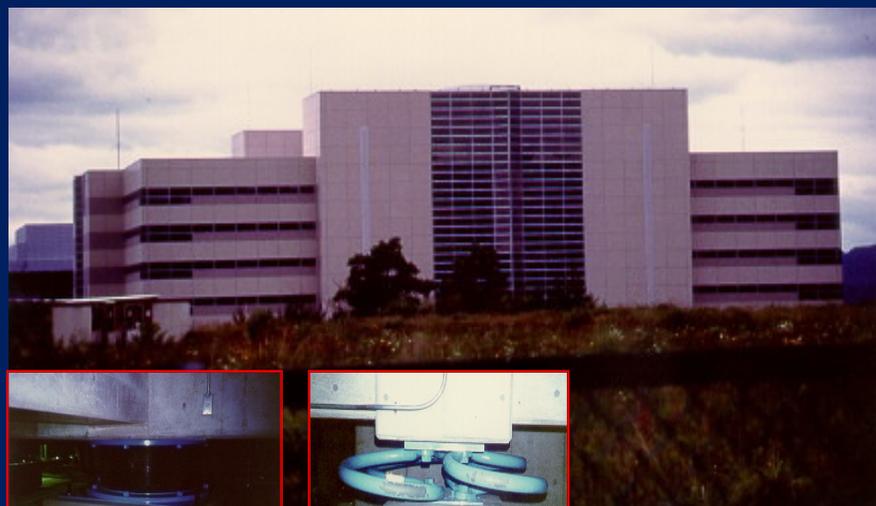


## **CONFERME DELL'EFFICACIA DELL'ISOLAMENTO**



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

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



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

**e dissipatori elastoplastici (EPD)**



**Analogo comportamento di numerose altre strutture isolate**



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

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



ERROR: stackunderflow  
OFFENDING COMMAND: ~  
STACK: