Le metodologie computazionali per l'utilizzo dei software di analisi strutturale

TECNICHE AVANZATE DI PROTEZIONE SISMICA: ISOLAMENTO SISMICO E DISSIPAZIONE SUPPLEMENTARE DI ENERGIA

Galleria San Marco 4
33170 Pordenone
Tel. 0434 28465
Fax 0434 28466
E-mail info@csi-italia.eu
http://www.csi-italia.eu

A cura di:
Ing. Leonardo Bandini leonardo@csi-italia.eu
http://www.csi-italia.eu
CSi Italia, Tel. 0434.28465
Cell. 347.1921706

ISOLAMENTO ~~SISMICO~~ DINAMICO E SISMICO

~~DI STRUTTURE~~

COME

TECNICA DI PROTEZIONE ~~INNOVATIVA~~ AVANZATA

http://www.csi-italia.eu
Leonardo Bandini
Tel. 0434.28465 /Mob. 347.1921706
E-mail leonardo@csi-italia.eu

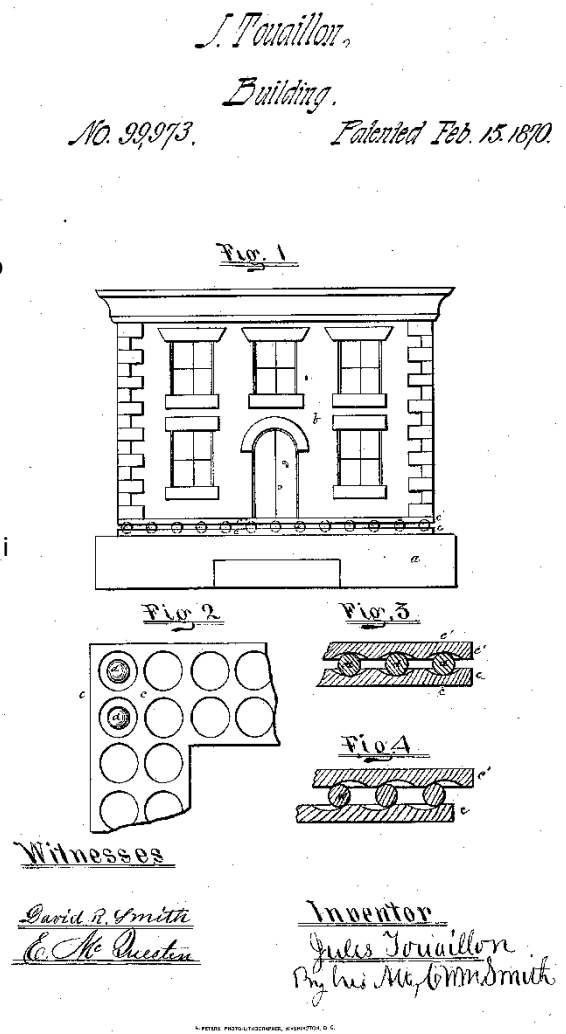
PROTEZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

JULES TOUAILLON, 0F SAN FRANCISCO, CALIFORNIA.
Letters Patent No. 99,973,
dated February 15, 1870.

Sia noto che io, JULES TOUAILLON, della città e della contea di San Francisco, nello stato della California, ho inventato un nuovo e migliorato metodo di costruzione degli edifici, in modo da renderli una prova "contro gli shock sismici; e con la presente dichiaro che quanto segue è una descrizione completa, cristallina ed esatta dello stesso, con riferimento ai disegni e alle lettere di riferimento acclusi su di essi.

La mia invenzione riguarda alcuni miglioramenti di case di abitazione, magazzini e altri edifici, e consiste in alcuni dettagli di costruzione di seguito più dettagliatamente descritti; e ha per oggetto la sua sicurezza contro lesioni o distruzione di edifici durante i terremoti.

…



PROTEZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

Primi edifici isolati

…

- **MACEDONIA, 1963**

ISOLATORI IN NEOPRENE NON RINFORZATO

- **BERKELEY, 1976**

ISOLATORI IN NEOPRENE RINFORZATO

…

- **ITALIA, 1970-1980**

NUMEROSI PONTI E VIADOTTI DELLA RETE AUTOSTRADALE ITALIANA (OLTRE 150 PONTI)

- ITALIA, 1981

STAZIONE DEI VV.FF. NAPOLI, MAZZOLANI

- ITALIA, 1990

SEDE TELECOM DI ANCONA

…

Replacement of the Old Rubber Bearings of the Base Isolated Building in the World

Igor Gjorgjiev, Mihail Garevski
Institute for Earthquake Engineering and Engineering Seismology, Macedonia

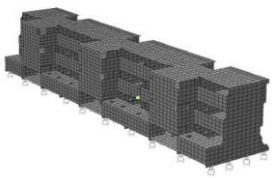
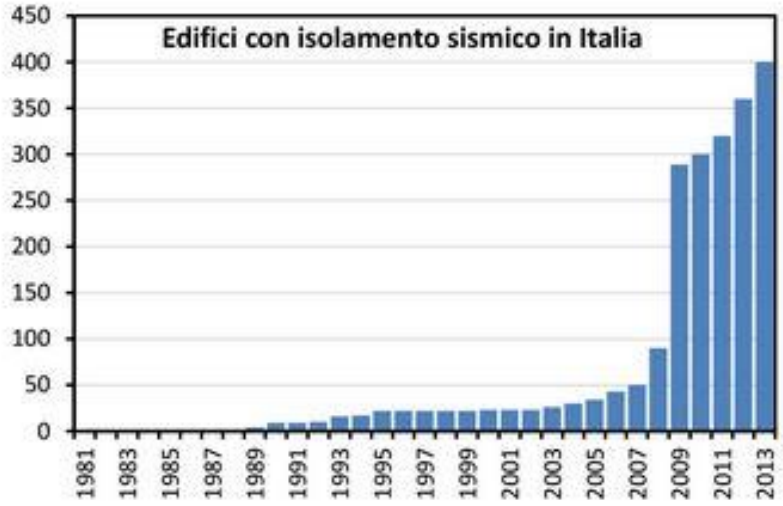


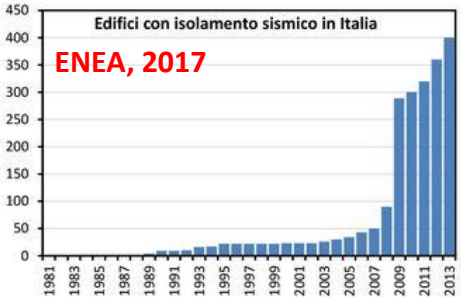
Fig. 3 3D Model of the Pestalozzi school building

a) Pestalozzi school building

b) Old isolation system



ENEA, 2017



PROTEZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

Excursus normativo e "culturale" italiano

…

- **LEGGE 14 MAGGIO 1981, N. 219**

ISTRUZIONI RELATIVE ALLA NORMATIVA TECNICA PER LA RIPARAZIONE ED IL RAFFORZAMENTO EDIFICI IN CEMENTO ARMATO ED A STRUTTURA METALLICA DANNEGGIATI DAL SISMA

- **CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 12 DICEMBRE 1981 N. 22120** (PRESIDENZA CONSIGLIO SUPERIORE - SERVIZIO TECNICO CENTRALE).

- **DECRETO MINISTERIALE 20 NOVEMBRE 1987**

NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PER IL LORO CONSOLIDAMENTO

- **DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 9 GENNAIO 1996**

NORME TECNICHE PER IL CALCOLO, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO, NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE

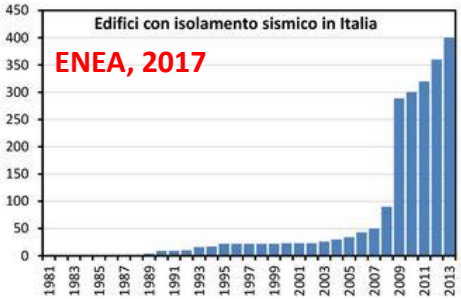
- **CIRCOLARE MINISTERO LAVORI PUBBLICI 10 APRILE 1997, N. 65/AA.GG.**

ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE «NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE» DI CUI AL DM 16 GENNAIO 1996

- **LINEE GUIDA PER LE STRUTTURE ISOLATE, 1998**

- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3724**

PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA.



PROTEZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

Excursus normativo e "culturale" italiano

…

- **OPCM 3431 del 03.05.2005**
INTEGRAZIONE ALLA OPCM 3274

- **D.M. 14 SETTEMBRE 2005**
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE di concerto con IL MINISTRO DELL'INTERNO e con IL CAPO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

- **D.M. 2008 14 GENNAIO 2008**
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE di concerto con IL MINISTRO DELL'INTERNO e con IL CAPO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

- **D.M. 2018 17 GENNAIO 2018**
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

…

SUI VANTAGGI DELL'ISOLAMENTO SISMICO

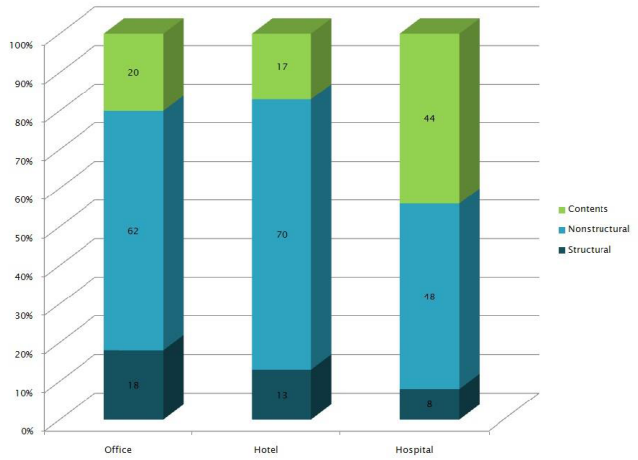
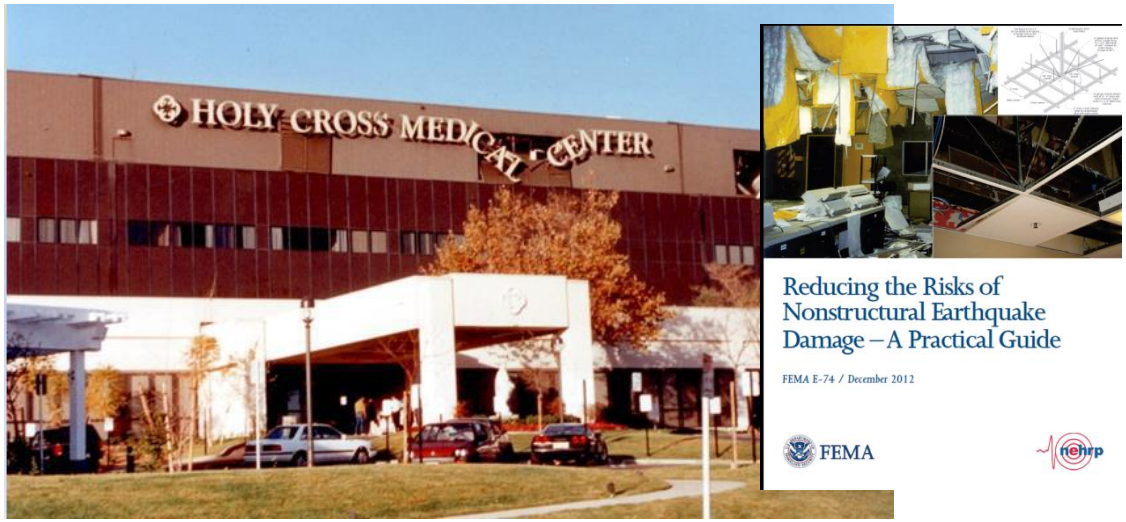
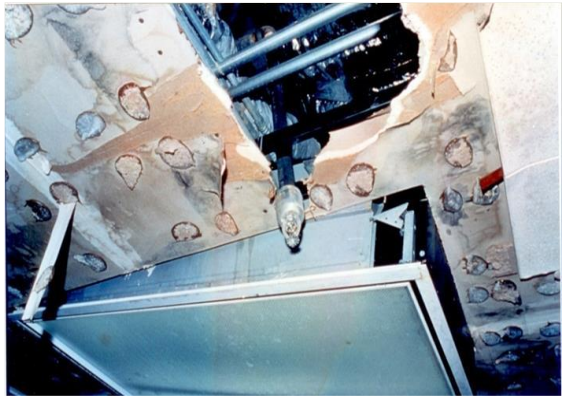


Figure 2.1.3-1 Typical investments in building construction.



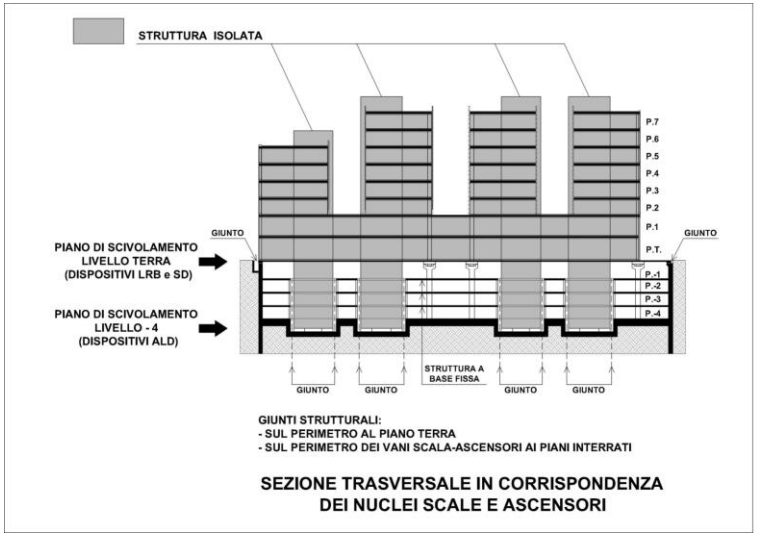


Isolamento sismico vs Capacity Design
Isolamento sismico vs Progettazione con q = 1

http://www.csi-italia.eu
Leonardo Bandini
Tel. 0434.28465 /Mob. 347.1921706
E-mail leonardo@csi-italia.eu

ISOLAMENTO SISMICO

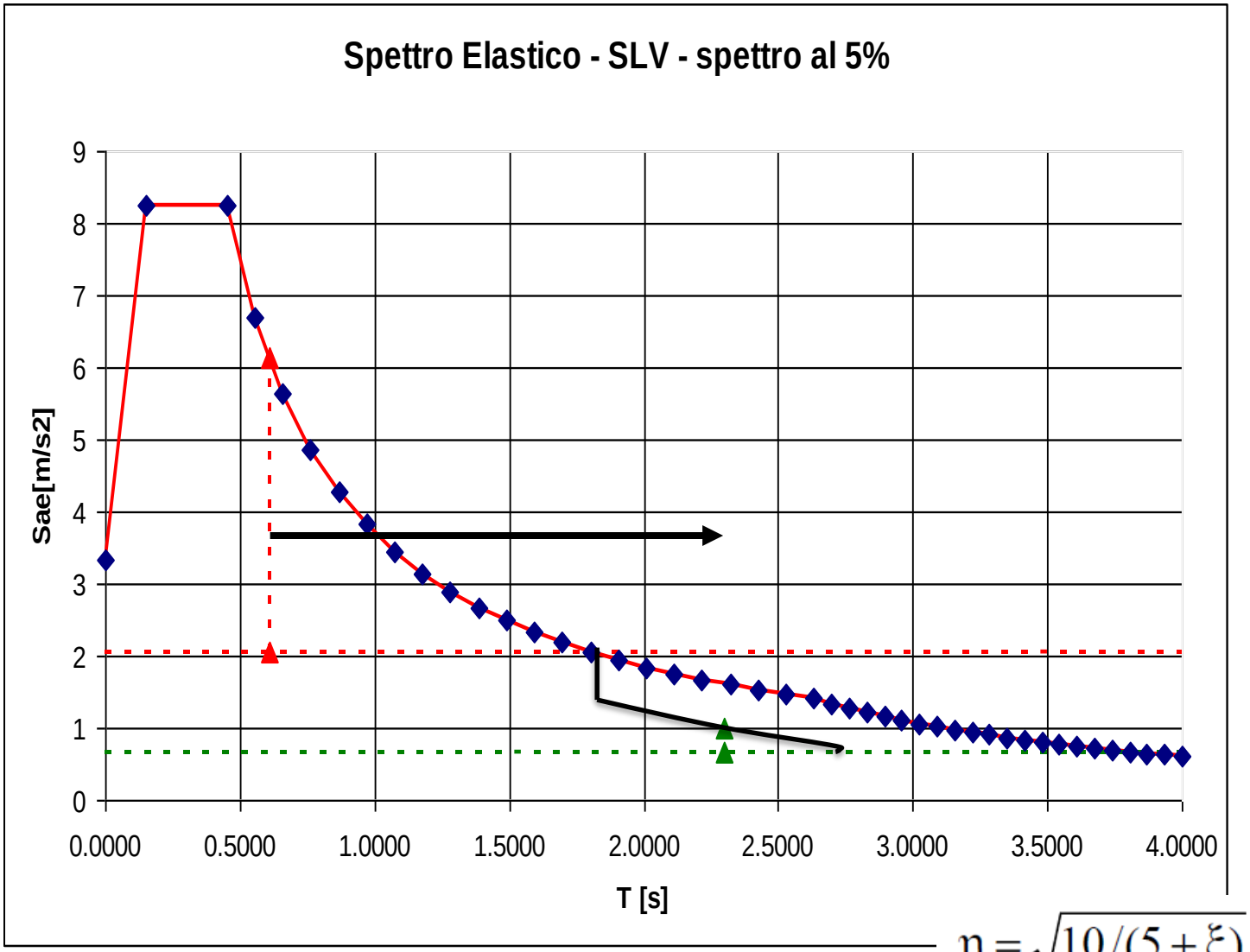
L'isolamento sismico lo si applica interponendo dei dispositivi atti al disaccoppiamento dinamico tra una porzione della struttura (detta a base fissa) e la porzione mobile della stessa su quello che comunemente prende il nome di piano di scivolamento.
Non necessariamente c'è un unico piano di scivolamento. Esso può essere ovunque: piano fondazionale, uno o due livelli al di sopra…



Si può isolare anche solo un piano, per esempio l'ultimo di un edificio soggetto ad un intervento di sopraelevazione, oppure si può isolare la sola copertura (roof isolation), oppure ancora, l'impalcato di un ponte rispetto alle pile e le spalle.

La parte protetta è, ovviamente, quella al di sopra del piano di scivolamento.

ISOLAMENTO SISMICO



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

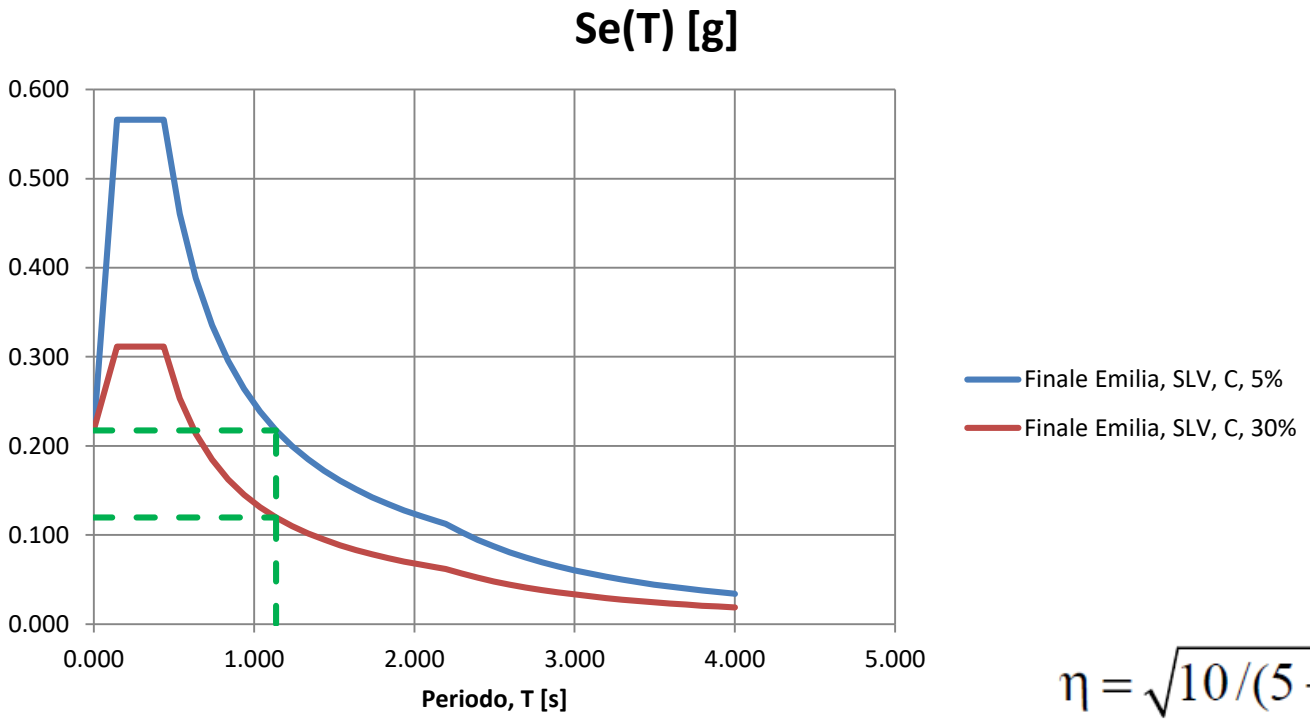
http://www.csi-italia.eu
Leonardo Bandini
Tel. 0434.28465 /Mob. 347.1921706
E-mail leonardo@csi-italia.eu

DISSIPAZIONE SUPPLEMENTARE DI ENERGIA

Si presta sia per interventi di adeguamento di strutture esistenti sia come protezione sismica di strutture nuove.
Consiste nell'inserimento di controventi a comportamento dissipativo all'interno di una compagine strutturale. In questo genere d'intervento, normalmente questi controventi, sono dei meri controventi metallici atti all'alloggiamento di uno o più dispositivi commerciali.
Si definisce come **"struttura nuda"** la porzione di struttura priva di tali controventi, per esempio in riferimento ad una struttura esistente, la struttura *ante operam* e come "**struttura protetta"**, la medesima dopo l'inserimento di tali elementi.

DISSIPAZIONE SUPPLEMENTARE DI ENERGIA

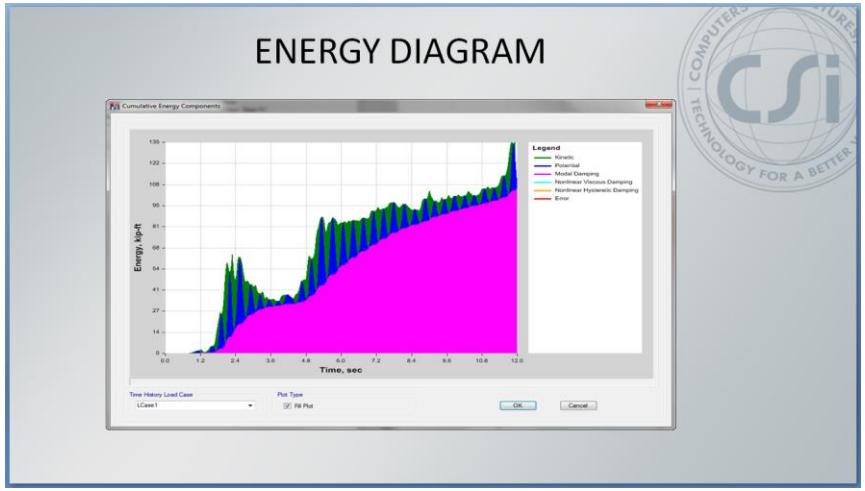
L'introduzione di dispositivi di dissipazione supplementare di energia, produce una significativa riduzione della componente di azione sismica assorbita dalla struttura. In altre parole si riduce sulla struttura la forza applicata e di conseguenza le sue deformazioni. Molti dispositivi aggiungono smorzamento senza aggiungere rigidezza, per essi appare utile confrontare gli spettri calcolati con diversi valori di smorzamento viscoso lineare equivalente.

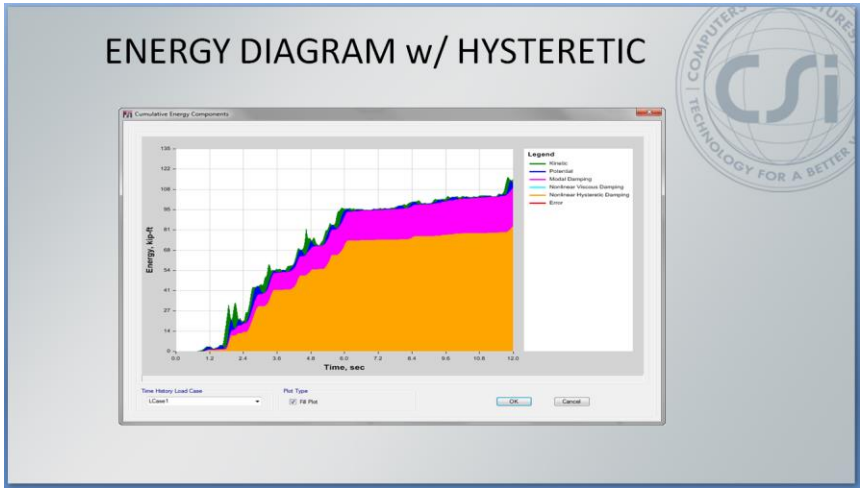


$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55$$

http://www.csi-italia.eu
Leonardo Bandini
Tel. 0434.28465 /Mob. 347.1921706
E-mail leonardo@csi-italia.eu

BILANCIO ENERGETICO

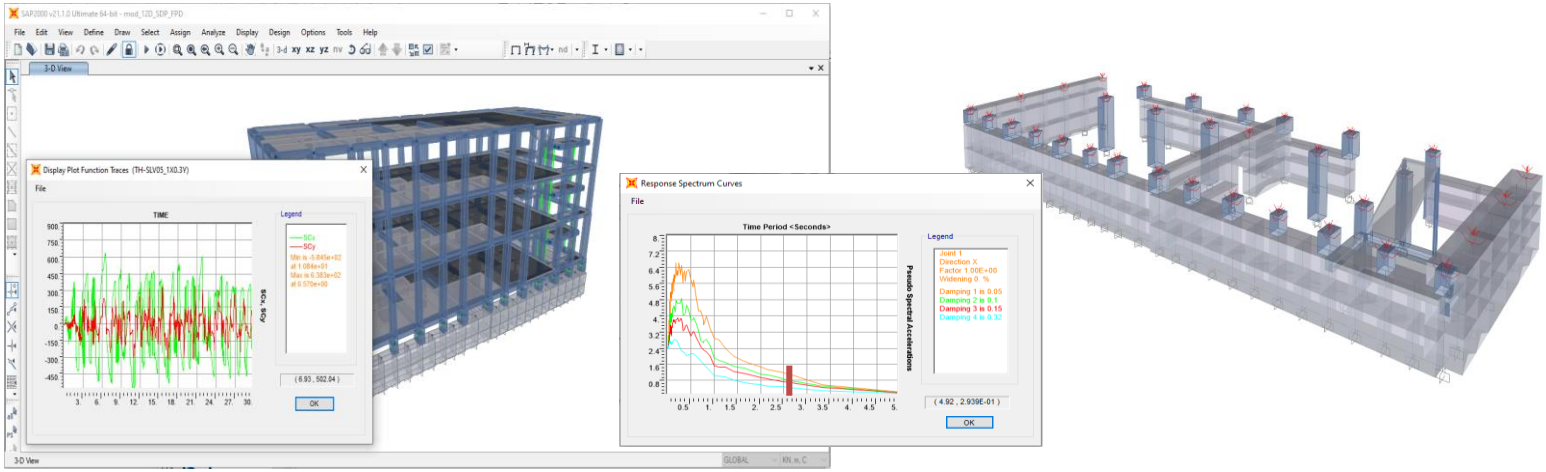




$$E_k + E_\xi + E_s + E_h + E_v + E_e = E_i$$

Slide tratta da «The theory and practice of PBD – The future of earthquake engineering»
Roma novembre 2015. Ashraf Habibullah

ISOLAMENTO SISMICO DI EDIFICIO ESISTENTE



Vx = Vy = 636 kN, Fz = 10800 kN, Cx = Cy = 0.059g

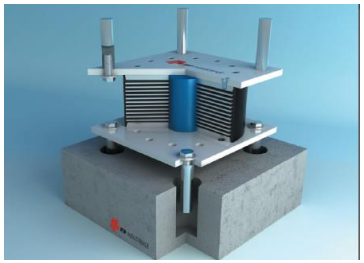
T1 = 2,58s, Sed,5%(T1) = 0.114g, → ξ = 27%

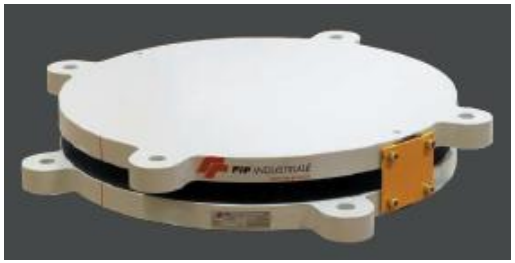
http://www.csi-italia.eu
Leonardo Bandini
Tel. 0434.28465 /Mob. 347.1921706
E-mail leonardo@csi-italia.eu

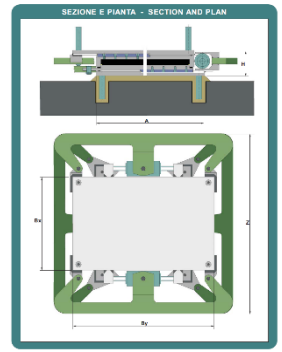
DISSIPAZIONE SUPPLEMENTARE DI ENERGIA SU EDIFICIO ESISTENTE

http://www.csi-italia.eu
Leonardo Bandini
Tel. 0434.28465 /Mob. 347.1921706
E-mail leonardo@csi-italia.eu

MODELLAZIONE DEI DISPOSITIVI DI ISOLAMENTO SISMICO



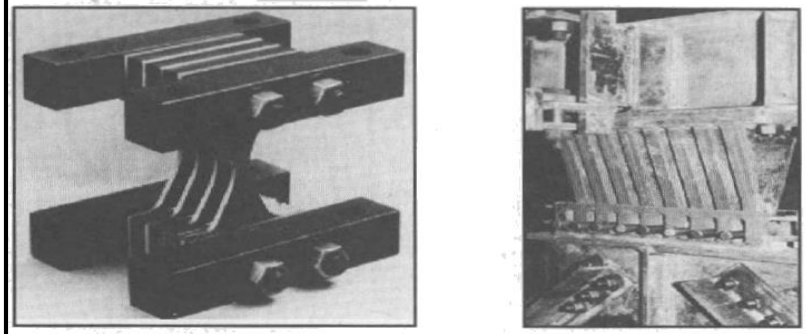




+ Effetto fusibile per il ritegno di elementi isolati

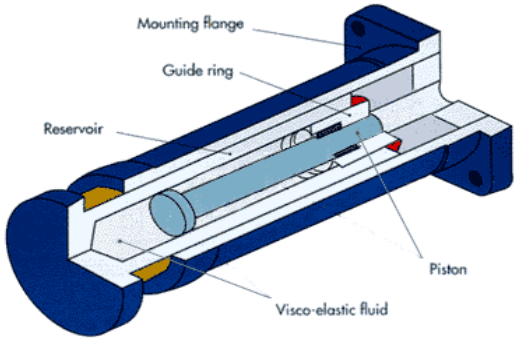
MODELLAZIONE DEI DISPOSITIVI PER LA DISSIPAZIONE SUPPLEMENTARE DI ENERGIA

Dispositivo ADAS:

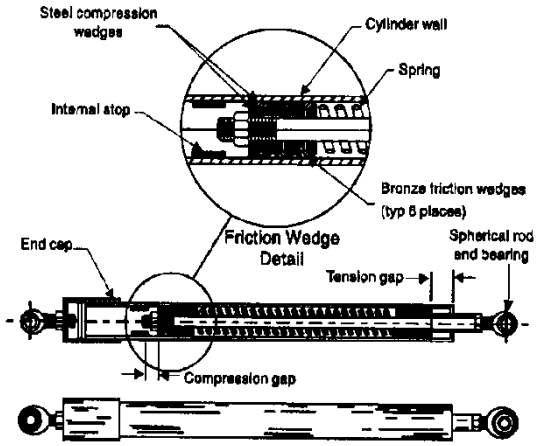


(a) X-shaped Plate Damper (b) Triangular Plate Damper

Dispositivo SFV:



Dispositivo ad attrito:



+ Effetto fusibile per il ritegno di elementi isolati