



FIP Industriale è fiera del contributo che ha fornito negli ultimi **30 anni** allo sviluppo dei dispositivi antisismici, in particolare degli isolatori sismici e dei dissipatori di energia.

Già negli anni Settanta FIP Industriale progettò e costruì i dispositivi per il primo viadotto europeo isolato sismicamente, il Viadotto Somplago sull'Autostrada A23 Udine -Tarvisio.

Da allora, i continui e crescenti investimenti in ricerca hanno portato **FIP Industriale** a sviluppare una **serie completa di dispositivi antisismici**. Alcuni di questi, in particolare quelli che costituiscono vincoli permanenti o temporanei, possono essere utilizzati nell'approccio tradizionale all'ingegneria sismica; tuttavia la maggior parte dei dispositivi antisismici viene utilizzata nell'ambito dell'**approccio innovativo all'ingegneria sismica**, per modificare la risposta sismica di una struttura mediante l'**isolamento sismico e/o la dissipazione di energia**.

I **vantaggi** dell'approccio innovativo sono ben noti:

- i danni agli elementi strutturali possono essere completamente eliminati o almeno fortemente ridotti;
- l'isolamento sismico è l'unica tecnologia che può garantire la completa funzionalità di una struttura anche immediatamente dopo un forte terremoto.

La **flessibilità** è uno dei punti di forza di **FIP Industriale**. Ciò le permette di progettare secondo le più diverse **normative internazionali** e specifiche tecniche di progetto, così come sviluppare dispositivi completamente nuovi sulla base delle richieste dei clienti.

I dispositivi antisismici sono provati in scala reale alla **FIP Industriale**, grazie ad **uno dei maggiori laboratori europei del settore**, le cui attrezzature comprendono tra l'altro un impianto della potenza di 630 kW, numerose strutture per prove dinamiche, ed una pressa per prove quasi-statiche su appoggi e isolatori, con capacità di 80000 kN di carico verticale e 7500 kN di carico orizzontale.

Le prove effettuate nel laboratorio della **FIP Industriale** sono regolarmente presenziate e certificate da Enti terzi. Inoltre i dispositivi antisismici sono sottoposti a prove presso i più importanti **laboratori indipendenti in tutto il mondo**. Ad esempio, sia i dissipatori viscosi sia gli isolatori a scorrimento a superficie piana con dissipatori isteretici sono stati provati in California secondo il **protocollo statunitense HITEC**.

Degne di nota sono anche le prove effettuate presso il laboratorio dell'**Università della California a San Diego** sui dissipatori viscosi per i ponti Rion-Antirion in Grecia, fino alla velocità massima di progetto di 1.6 m/s, e Loureiro in Portogallo.

A seguito di prove effettuate presso l'Università della California a Berkeley, **FIP Industriale** è l'unico produttore di dissipatori viscosi non americano prequalificato per la fornitura di dissipatori per l'adeguamento sismico del **Golden Gate Bridge** a San Francisco. Inoltre **FIP Industriale** è approvata dal **Caltrans** per la fornitura di dissipatori viscosi.

Il numero sempre crescente di grandi strutture in tutto il mondo protette dai dispositivi antisismici di **FIP Industriale** testimonia la sua competenza tecnica ed affidabilità. Fra questi prestigiosi progetti troviamo:

- Lo **Storebælt Bridge** in Danimarca, il più lungo ponte sospeso in Europa, dove sono installati **dispositivi di vincolo dinamico** progettati per 5000 kN e \pm 1100 mm.
- Il **grattacielo Taipei 101** a Taipei, Taiwan, dal 2004 l'edificio più alto del mondo (508 m). Lo smorzatore a massa risonante utilizza speciali dissipatori viscosi di **FIP Industriale**, progettati per avere un comportamento diverso per il vento e per il terremoto.
- Il **Rion-Antirion Bridge** in Grecia, in cui sono installati i dissipatori viscosi più lunghi del mondo (interasse tra gli snodi mm11.3).
- L'**Ospedale del Mare** di Napoli, isolato alla base con 327 isolatori elastomerici.
- Lo **Stonecutters Bridge** ad Hong Kong, ponte strallato con luce principale di 1018 m, protetto da un complesso sistema di dispositivi di vincolo dinamico (forza massima 8000 kN).

Se la terra trema, non è detto che dobbiate farlo anche voi.



FIP INDUSTRIALE SpA
via Scapacchiò 41 • 35030 Selvazzano (PD) • ITALY
T +39 049 8225511 • F +39 049 638567
fip@fip-group.it

FIP INDUSTRIAL UK LTD
PO BOX 504 • Cambridge CB1 0AP • UK
T +44 1223 518286 • F +44 1223 518287
fip-uk@fip-group.it

www.fip-group.it

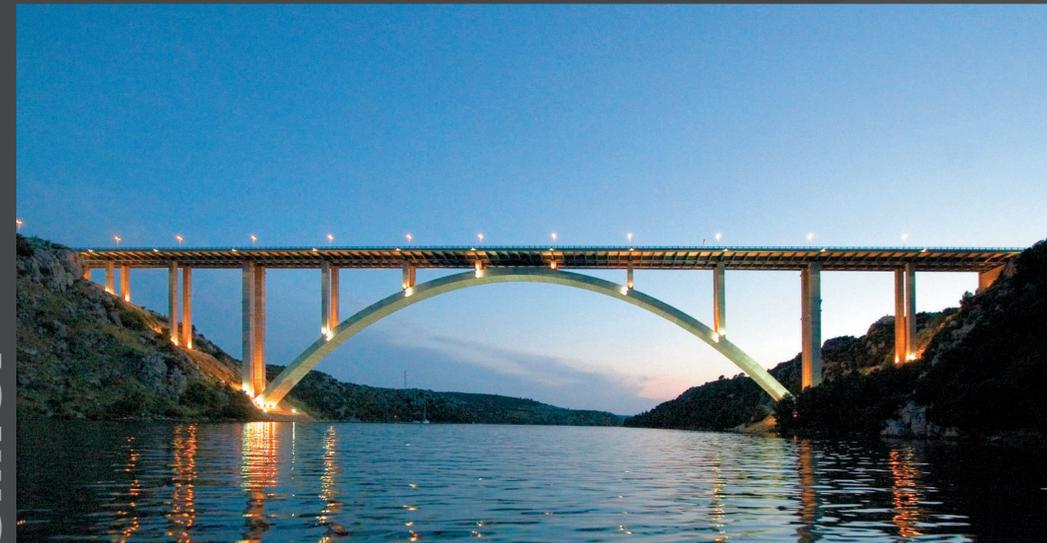
mar. 2009



DISPOSITIVI ANTISISMICI



S00



• Krka Bridge - CROAZIA



• Storebælt Bridge - DANIMARCA



• Polo Didattico di Montedago - Università di ANCONA

In copertina: Taipei 101 - TAIWAN

Nel 1992 **FIP Industriale** ha ottenuto la Certificazione di Qualità CISQ/ICIM per il Sistema di Assicurazione Qualità in conformità con la normativa europea EN 29001 (ISO 9001).

FIP Industriale è stata la prima azienda produttrice di appoggi strutturali, dispositivi antisismici e giunti di dilatazione ad essere certificata con il Sistema Qualità ai più alti livelli, garantendo così la medesima qualità ed affidabilità in tutto il ciclo aziendale, dalla progettazione alla produzione fino all'installazione.



ISO 9001 - Cert. n. 0057

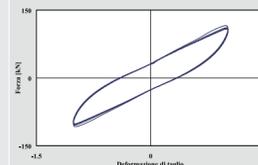
ISOLATORI SISMICI

ELASTOMERICI

ISOLATORI ELASTOMERICI



Gli isolatori elastomerici della serie SI sono costituiti da strati alterni di acciaio e di elastomero collegati mediante vulcanizzazione. Il loro comportamento può essere modellato come lineare, mediante la rigidezza equivalente ed il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente. Solitamente sono realizzati con mescole elastomeriche ad alto smorzamento, cioè con coefficiente di smorzamento viscoso equivalente tra il 10 e il 15% ad una deformazione di taglio del 100%.



Cicli isteretici sperimentali di un isolatore SI a frequenza 0.5 Hz e deformazione di taglio = 100%.



Allentamento presso il laboratorio FIP di una prova sperimentale su due isolatori SI di diametro 1150 mm.



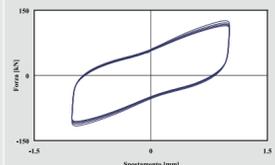
Un isolatore SI installato nell'Ospedale "Da Luz" di Lisbona (Portogallo).

SI

ISOLATORI ELASTOMERICI CON NUCLEO IN PIOMBO



Gli isolatori della serie LRB sono isolatori elastomerici con un nucleo centrale in piombo di forma cilindrica. La plasticizzazione del piombo consente di ottenere un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente fino al 30% circa. Il legame costitutivo degli isolatori della serie LRB è bilineare; nella progettazione si possono usare modelli non lineari o lineari equivalenti, a seconda delle prescrizioni normative.



Cicli isteretici sperimentali di un isolatore LRB a frequenza 0.5 Hz e deformazione di taglio = 100%.



Prove su tavola vibrante su un isolatore LRB presso la National Technical University di Atene (Grecia).



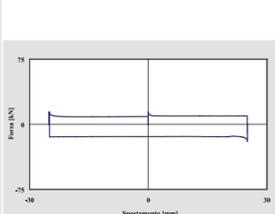
Isolatori LRB installati nell'edificio per uffici "La Torre" ad Ancona.

LRB

ISOLATORI A SCORRIMENTO A SUPERFICIE PIANA



Gli isolatori a scorrimento a superficie piana sono apparecchi di appoggio multirezionali con superfici di scorrimento a basso attrito. Sono sempre utilizzati in combinazione con altri dispositivi antisismici (isolatori e/o dissipatori).



Risultato di una prova statica di attrito (velocità 4 mm/min) su un isolatore VM al massimo carico verticale di progetto (14000 kN).



Isolatori a scorrimento a superficie piana per la Facoltà di Lettere dell'Università degli Studi dell'Aquila.



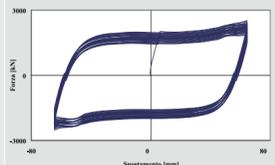
Un isolatore a scorrimento a superficie piana durante l'installazione nella scuola elementare Quasimodo a Riposto (CT).

VM, EM

ISOLATORI A SCORRIMENTO A SUPERFICIE PIANA CON DISSIPATORI



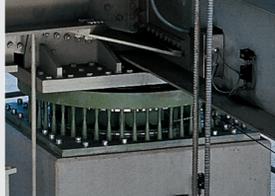
Questi isolatori costituiscono la combinazione in un unico dispositivo di un apparecchio d'appoggio e di dissipatori; questi ultimi sono tipicamente dissipatori isteretici in acciaio e/o dissipatori viscosi. Sono quindi caratterizzati da un'elevata capacità dissipativa. L'apparecchio di appoggio può essere multidirezionale o unidirezionale. Gli isolatori possono comprendere anche dispositivi di vincolo dinamico o dispositivi di vincolo a fusibile meccanico.



Cicli isteretici sperimentali di un isolatore a scorrimento a superficie piana con dissipatori isteretici in acciaio.



Un isolatore a scorrimento a superficie piana con dissipatori isteretici in acciaio per il Viadotto Crescenza sul G.R.A. di Roma.



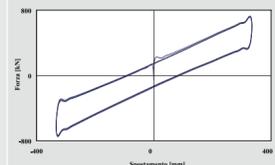
Un isolatore a scorrimento a superficie piana con dissipatori isteretici in acciaio installato nel Marquam Bridge (Oregon, USA).

VEL, VEP, VOP, VOTP, VELOP, VELOTP

ISOLATORI A SCORRIMENTO A SUPERFICIE CURVA



Gli isolatori a scorrimento a superficie curva usano la forza di gravità come forza di ricentraggio; il principio di funzionamento è quello del pendolo. La dissipazione di energia è fornita dall'attrito della superficie di scorrimento principale. I parametri del legame costitutivo bilineare dipendono dal raggio di curvatura e dal coefficiente di attrito. Nel caso di spostamenti molto elevati è conveniente l'uso di isolatori a doppia superficie curva (FIP-D), che consentono di ridurre l'ingombro in pianta.



Cicli isteretici sperimentali di un isolatore FIP.



Un isolatore FIP-D durante una prova presso il laboratorio Eucentre a Pavia.



Un isolatore FIP-D progettato per un carico verticale di 10000 kN.

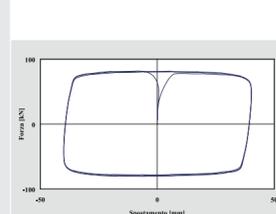
FIP, FIP-D

DISPOSITIVI DIPENDENTI DALLA VELOCITÀ

DISSIPATORI VISCOSI



I dissipatori viscosi della serie OP o OTP sono dispositivi cilindro/pistone in cui la laminazione di un fluido silicico attraverso un idoneo circuito idraulico permette la dissipazione di energia.



Cicli forza-spostamento di un dissipatore viscoso ottenuti in una prova a spostamento imposto con segnale sinusoidale.



Prove presso il laboratorio FIP su un dissipatore viscoso per il Rion-Antirion Bridge (Grecia).



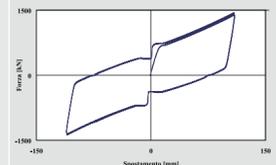
Dissipatori viscosi installati nello smorzatore a massa risonante nel grattacielo Taipei 101 (Taiwan).

OP, OTP

DISSIPATORI VISCOSI RICENTRANTI



I dissipatori viscosi ricentranti sono dispositivi cilindro/pistone caratterizzati da un legame costitutivo in cui la forza di reazione F dipende sia dalla velocità v che dallo spostamento x, secondo la legge $F = F_0 + Kx + Cv^{\alpha}$, dove F_0 è l'eventuale forza di precarico, K è la rigidezza, C è la costante di smorzamento e $\alpha = 0.15$. La forza di precarico può essere utile per evitare spostamenti per le azioni orizzontali di servizio.



Cicli isteretici sperimentali di un dissipatore viscoso ricentrante senza forza di precarico.



Un dissipatore viscoso ricentrante per il viadotto Badi Nuova sull'autostrada A1.



Un dissipatore viscoso ricentrante installato nel Rio Higüamo Bridge (Repubblica Dominicana).

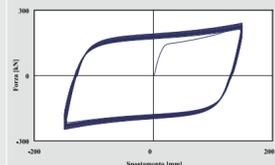
OVE, OVE*

DISPOSITIVI DIPENDENTI DALLO SPOSTAMENTO

DISSIPATORI ISTERETICI IN ACCIAIO



I dissipatori isteretici in acciaio sfruttano la plasticizzazione di elementi in acciaio di forma opportuna, progettata per garantire un comportamento ciclico stabile. Gli elementi a falce di luna e a piolo sono i più usati per i ponti, mentre i dissipatori isteretici assiali ad instabilità impedita (BRAD) sono i più usati come controventi dissipativi negli edifici. Per i ponti, i dissipatori isteretici in acciaio possono essere combinati con dispositivi di vincolo dinamico.



Cicli isteretici sperimentali di un dissipatore isteretico in acciaio con elementi a falce di luna.



Dissipatore isteretico in acciaio costituito di elementi a doppio piolo e dispositivi di vincolo dinamico (Jamuna Bridge, Bangladesh).



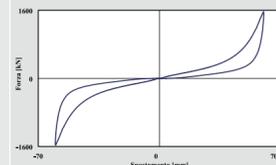
Dissipatori BRAD installati nella scuola Cappuccini a Ramacca (CT).

MEL, MEP, BRAD

DISPOSITIVI ELASTICI



I dispositivi elastici della serie NE (buffers) sono dispositivi assiali a doppio effetto costituiti da una serie di dischi in elastomero interposti tra piastre in acciaio. Una serie di barre collega le piastre alle estremità di ancoraggio e fa sì che i dischi lavorino a compressione qualsiasi sia il verso dello spostamento. I dispositivi elastici sono solitamente usati nei ponti in corrispondenza di una spalla e/o tra impalcati adiacenti, a cavallo dei giunti.



Curva forza-spostamento sperimentale di un dispositivo elastico.



Dispositivi elastici per i viadotti dell'Autostrada TAG in Turchia.



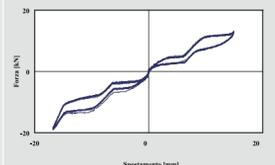
Dispositivi NE installati nel Viadotto Somplago, il primo ponte europeo sismicamente isolato (1974-1976).

NE

DISPOSITIVI IN LEGA A MEMORIA DI FORMA



I dispositivi in lega a memoria di forma SMAD sono dispositivi assiali di vincolo che sfruttano le proprietà elastico-elastiche delle leghe a memoria di forma. La curva forza-spostamento, caratterizzata da uno o più "plateaux" (tratti in cui la forza rimane pressoché costante all'aumentare dello spostamento), consente agli SMAD di limitare la forza massima trasmessa alla struttura a cui sono connessi. Sono caratterizzati anche da un'elevata capacità ricentrante.



Curva sperimentale forza-spostamento di un dispositivo in lega a memoria di forma.



Prove su tavola vibrante su pareti in muratura con dispositivi SMAD usati come tiranti orizzontali.



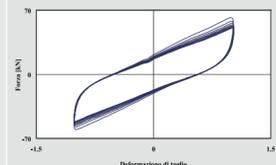
Dispositivi SMAD installati nella Basilica di San Francesco ad Assisi.

SMAD

DISSIPATORI VISCOELASTICI ELASTOMERICI



I dissipatori viscoelastici elastomerici della serie EVED sono costituiti da uno o più strati in mescola elastico-elastica che sfruttano le proprietà di smorzamento viscoso equivalente 15+20% alla deformazione di taglio del 100%. Solitamente sono utilizzati come componenti di controventi dissipativi in edifici intelaiati; gli strati di elastomero possono essere disposti sia sul piano verticale che orizzontale.



Cicli isteretici sperimentali di un dissipatore EVED (frequenza 0.5 Hz, deformazione di taglio 100 %).



Prove su tavola vibrante su un telaio in c.a. con dissipatori EVED alla sommità del controvento a V rovescia.



Un dissipatore EVED installato nella scuola Gentile-Fermi di Fabriano.

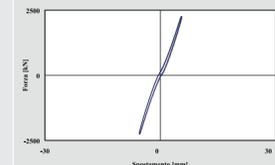
EVED

DISPOSITIVI DI VINCOLO RIGIDO

TEMPORANEO



I dispositivi di vincolo dinamico, noti anche con il nome inglese di shock transmitters, costituiscono un vincolo molto rigido a fronte di un'azione dinamica, mentre consentono i movimenti lenti delle strutture, ad esempio quelli prodotti dalle variazioni termiche, senza offrire un'apprezzabile resistenza. Sono quindi utilizzati nei casi in cui è opportuno che il comportamento strutturale sia diverso per le azioni di servizio e per quelle sismiche o dinamiche.



Curva sperimentale forza-spostamento di un dispositivo di vincolo dinamico ottenuta in una prova ad alta velocità.



Allentamento della prova su un dispositivo di vincolo dinamico per lo Storebaelt Bridge (Danimarca).



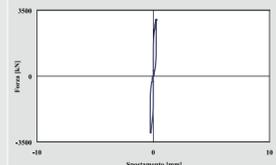
Installazione di dispositivi di vincolo dinamico nello Stonecutters Bridge (Hong Kong, Cina).

OT

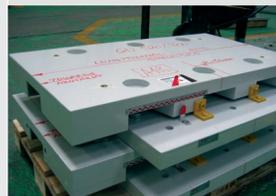
PERMANENTE



Le guide sono dispositivi meccanici che consentono lo scorrimento in una direzione del piano orizzontale, trasmettendo la forza nella direzione ortogonale. I ritegni sono dispositivi meccanici fissi, che bloccano gli spostamenti nel piano trasmettendo la forza orizzontale in ogni direzione. Entrambi non trasferiscono carichi verticali.



Curva sperimentale forza-spostamento di una guida della serie GU.



Una guida per i ponti della Panagia Grevena Section (Grecia).



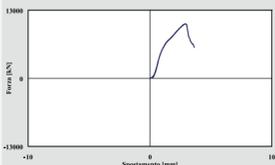
Un ritegno per il viadotto 1.1 della Ferrovia Caracas -Tuy Medio (Venezuela).

GU, NET, FP, MCT

DISPOSITIVI DI VINCOLO A FUSIBILE MECCANICO



I dispositivi di vincolo a fusibile meccanico della serie SR impediscono i movimenti relativi fra le parti collegate sino al raggiungimento di una soglia di forza. Al superamento di tale forza, grazie alla rottura di un elemento sacrificale, consentono tali movimenti. Sono utilizzati per escludere il sistema di protezione sismica nelle condizioni di servizio, consentendone invece il libero funzionamento durante il terremoto di progetto.



Curva sperimentale forza-spostamento di un dispositivo di vincolo a fusibile meccanico.



Dispositivi SR accoppiati ad un apparecchio di appoggio (Krka Bridge, Croazia).



Un dispositivo della serie SR installato assieme a dissipatori viscosi nel Rion Antirion Bridge (Grecia).

SR