



FIP Industriale è fiiera 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 Sompiego 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 presentate 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-Anitiron 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 **grattaciello Taipei 101 a Taipei, Taiwan**, dal 2004 l'edificio più alto del mondo (508 m). Lo smorzatore a massa risonante speciali dissipatori viscosi di **FIP Industriale**, progettati per avere un comportamento diverso per il vento e per il terremoto.
- Il **Rion-Anitiron Bridge in Grecia**, in cui sono installati i dissipatori viscosi più lunghi del mondo (interasse tra gli snodi 11,3 m).
- 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 debbiate farlo anche voi.



FIP INDUSTRIALE



FIP INDUSTRIALE

FIP INDUSTRIALE SPA
via Scapacchio 41, Casella Postale 97
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

fip-group.it



Kha Bridge - CROAZIA

In cooperation: Taipei 101 - TAIWAN



Storebælt Bridge - DANIMARCA

• Polo Distretto di Montedago - Università di ANCONA



DISPOSITIVI ANTISISMICI

S00



FIP INDUSTRIALE

DISPOSITIVI ANTISISMICI



ISO 9001 - Cert. n. 0857



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.

ISOLATORI SISMICI ELASTOMERICI A SCORRIMENTO

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 rigidità equivalente ed il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente. Solitamente sono realizzati con mescole elastomeriche ad alto smorzamento, cioè con coefficienti di smorzamento viscoso equivalente tra il 10 e il 15% ad una deformazione di taglio del 100%.

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.

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).

Questi isolatori costituiscono la combinazione in un unico dispositivo di un apparecchio di 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 multirezionale o unidirezionale. Gli isolatori possono comprendere anche dispositivi di vincolo dinamico o dispositivi di vincolo a fusibile meccanico.

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 (FP-D), che consentono di ridurre l'ingombro in pianta.

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

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 rigidità, C è la costante di smorzamento e $\alpha=0,15$.

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 installabilità 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.

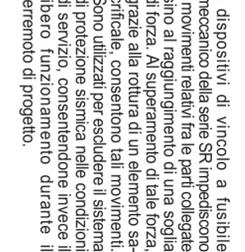
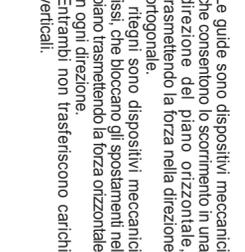
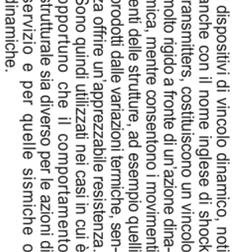
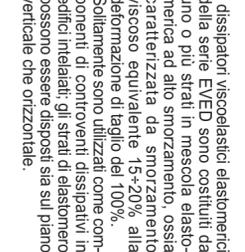
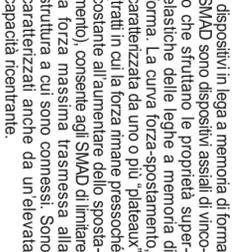
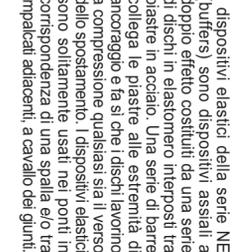
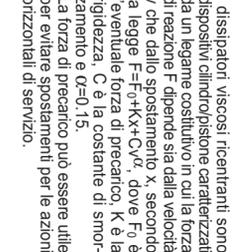
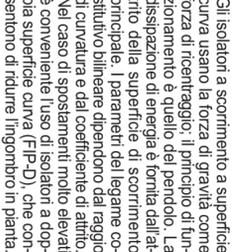
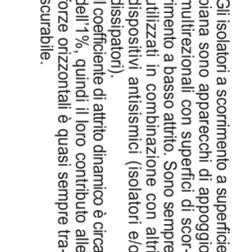
I dispositivi elastici della serie NE (rubbers) sono dispositivi assiali a doppio effetto costituiti da una serie di dischi in elastomero interposti tra piastre in acciaio. Una serie di barre collega le piastre alle estremità di ancoraggio e fa sì che i dischi lavorino a compressione. Qualsiasi sia il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

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

I dissipatori viscoelastici elastomerici della serie EVED sono costituiti da uno o più strati in mescola elastomero ad alto smorzamento, ossia caratterizzata da smorzamento viscoso equivalente 15-20% alla deformazione di taglio del 100%.

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 ortogonali.

I dispositivi di vincolo a fusibile meccanico della serie SR impediscono i movimenti relativi tra 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, consentendo invece il libero funzionamento durante il terremoto di progetto.



Cicli isteretici sperimentali di un isolatore SI a frequenza 0,5 Hz e deformazione di taglio $\pm 100\%$.

Cicli isteretici sperimentali di un isolatore LRB a frequenza 0,5 Hz e deformazione di taglio $\pm 100\%$.

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

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

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

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

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

Curva forza-spostamento sperimentale di un dispositivo elastico.

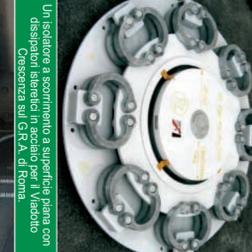
Curva sperimentale forza-spostamento di un dispositivo in lega a memoria di forma.

Cicli isteretici sperimentali di un dissipatore EVED (frequenza 0,5 Hz, deformazione di taglio 100 %).

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

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

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



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

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

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

Un isolatore a scorrimento a superficie piana con dissipatori isteretici in acciaio installato nel Manhattan Bridge (New York, USA).

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

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

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

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

Dispositivi SMAD installati nella Basilica di San Francesco ad Assisi.

Prove su tavola vibrante su un table in c.a. con dissipatori EVED alla sommità del controvento a Ivoseda.

Allineamento delle prove su un dispositivo di vincolo dinamico per il Svelthel Bridge (Danimarca).

Una guida per i ponti della Franiglia Glevens Section (Grecia).

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

LA CLASSIFICAZIONE E LA RAPPRESENTAZIONE GRAFICA (IN PANTATA) DEI DISPOSITIVI ANTISISMICI SONO IN ACCORDO CON LA NORMATIVA EUROPEA PEN 15129 "ANTI-SEISMIC DEVICES".