

- Elevata capacità dissipativa
- Riduce le accelerazioni e spostamenti sulla struttura
- Eccellente durata
- Combinabile con isolatori sismici
- Migliora il comportamento sismico torsionale di strutture irregolari

Introduzione

I dispositivi sismici sono essenziali per le strutture. Migliorano la resilienza strutturale, salvaguardando vite e proprietà in aree soggette a terremoti e sono parte integrante delle moderne pratiche di costruzione antisismica.

In qualità di attore principale nel campo delle costruzioni, Freyssinet ha sviluppato un'ampia gamma di dispositivi. Freyssinet progetta e fornisce soluzioni su misura per soddisfare le esigenze dei propri clienti per ogni tipo di struttura.

La gamma Freyssinet ISOSISM® è una soluzione leader per i dispositivi sismici dal 1960 con migliaia di dispositivi progettati, prodotti e installati con successo in tutto il mondo. I dispositivi sismici ISOSISM® sono prodotti internamente, marcati CE e ufficialmente approvati in molti paesi.



ISOSISM® FD - produzione interna

Vantaggi

ISOSISM® FD migliora significativamente le prestazioni strutturali:

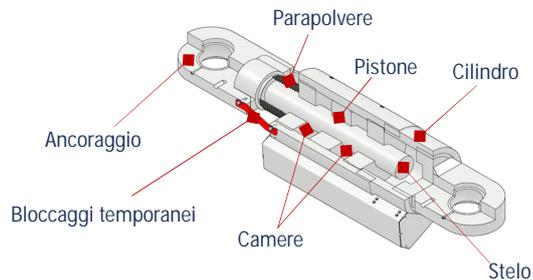
- Riduce le accelerazioni e gli spostamenti
- Se installato in strutture esistenti, riduce la domanda sismica al di sotto della capacità resistente della struttura
- In combinazione con gli isolatori sismici ISOSISM®, massimizza la dissipazione di energia complessiva
- Attenua gli effetti sismici torsionali negli edifici irregolari
- Possibilità di accoppiare ISOSISM® FD con cuscinetti strutturali come TETRON® CD o TETRON® SB



ISOSISM® FD - Viadotto Ihsaniye (Turchia)

Descrizione

ISOSISM® FD Fluid Damper è composto da un cilindro e da uno stelo con un pistone interno che si muove tra due camere riempite con fluido ad alta viscosità.



ISOSISM® FD - Componenti principali

ISOSISM® FD converte l'energia cinetica del movimento della struttura in calore tramite il flusso di olio attraverso il pistone, che è dotato di valvole appositamente dimensionate. L'olio scorre grazie al movimento relativo tra il cilindro e il pistone durante gli eventi dinamici. ISOSISM® FD dissipa energia per mezzo di uno specifico sistema idraulico che crea un effetto smorzante quando il fluido scorre da una camera all'altra. Durante gli eventi dinamici ISOSISM® FD può raggiungere fino al 40% di smorzamento.

Progetto

ISOSISM® FD è un dispositivo dipendente dalla velocità. Funziona in due modi diversi:

- **Bassa velocità:** durante gli spostamenti lenti delle strutture causati da effetti termici, creep e ritiro, ISOSISM® FD consente il movimento poiché il fluido scorre da una camera all'altra. In conformità alla norma EN 15129 §7.4.2.3, durante questi movimenti, ISOSISM® FD genera una forza di reazione trascurabile che varia dall'1% al 4% della forza di progetto (F_d) a una velocità di 0,1 mm/s.
- **Alta velocità:** durante eventi dinamici, come terremoti, vento, impatti, l'ISOSISM® FD dissipa energia.

ISOSISM® FD può essere progettato in conformità alle norme europee EN 15129 o ad altre norme e/o specifiche applicabili.

Per progettare ISOSISM® FD, sono necessari i seguenti parametri:

- d_{max} = Corsa massima
- C = Coefficiente di smorzamento
- V = Velocità massima
- α = Esponente di smorzamento ($0,01 \leq \alpha \leq 0,5$)

La forza di progetto (F_d) è determinata dagli ultimi tre parametri, che si basano sull'analisi strutturale, come spiegato nella sezione Legge di Comportamento. Il fattore di affidabilità (γ_v), in conformità alla norma EN 15129 §5.3.3, garantisce che il dispositivo possa sopportare i carichi applicati.

Fattore di affidabilità ISOSISM® FD secondo EN 15129

$F_{max} = \gamma_v \cdot F_d = [(1 + t_d) \cdot 1,5^\alpha] \cdot F_d$	$A 23 \pm 5^\circ C: F_{max} = [(1 + 0,15) \cdot 1,5^\alpha] \cdot F_d$
	<i>Altre temperature:</i> $F_{max} = [(1 + 0,2) \cdot 1,5^\alpha] \cdot F_d$

Dove: t_d = Tolleranza della reazione di progetto data dal produttore

ISOSISM[®] FD AMORTIZZATORI VISCOSI

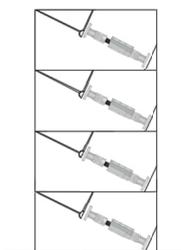
Applicazioni

ISOSISM[®] FD è adatto per varie applicazioni, in particolare:

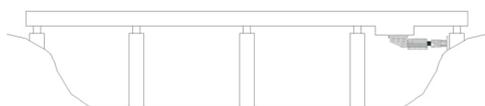
- Edifici
- Ponti
- Impianti industriali

Edifici: può essere installato in strutture civili in combinazione con un sistema di isolamento per ridurre ulteriormente l'accelerazione sismica e contribuire a diminuire lo spostamento dell'isolatore (di conseguenza il costo) grazie alla sua elevata capacità di dissipazione.

ISOSISM[®] FD consente agli edifici di vitale importanza, come gli ospedali, di continuare a funzionare. È versatile poiché può essere implementato durante la fase di progettazione di un edificio nuovo o come adeguamento sismico di uno esistente. ISOSISM[®] FD può essere un dispositivo di protezione sismica strategica ottimale per edifici flessibili (per edifici molto alti e snelli) se applicato sui controventi in acciaio.



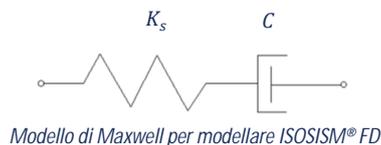
Ponti: installato tra l'impalcato e la pila e/o tra la spalla e l'impalcato, protegge il ponte dagli eventi sismici e mitiga le vibrazioni causate dal traffico veicolare.



ISOSISM[®] FD può funzionare in un'ampia gamma di temperature, generalmente da -25°C a +50°C, e con un design specifico da -40°C a +80°C.

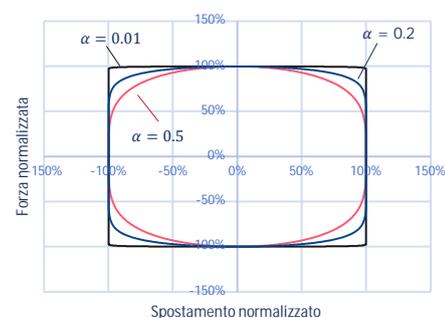
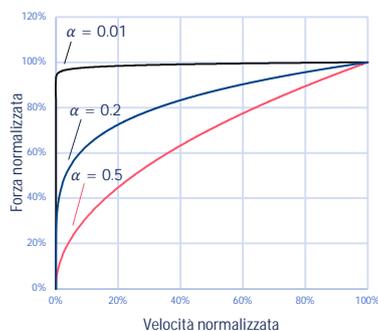
Legge di comportamento

Per l'implementazione nell'analisi strutturale, ISOSISM[®] FD può essere modellato in serie come una molla e un "dashpot" (modello di Maxwell).



La rigidità (K_s) in serie regola la forza elastica (F_{el}) risultante dalla comprimibilità dell'acciaio, dai giochi meccanici e dalla colonna di fluido all'interno del dispositivo, mentre il "dashpot" (C) regola la forza non lineare (F_d) seguendo la formula analitica sottostante:

$$F_d = CV^\alpha$$



Il fattore più importante che influenza il comportamento dell'ISOSISM[®] FD è l'esponente di smorzamento α , come mostrato nel grafico della legge comportamentale. La modifica dell'esponente altera la sensibilità del dispositivo, con $\alpha = 0,01$ che indica un'elevata sensibilità e $\alpha = 0,5$ che indica una sensibilità inferiore.

Inoltre, la variazione di α influisce sulla capacità di smorzamento del dispositivo: più basso è il valore di α , maggiore è l'effetto dissipativo.

ISOSISM® FD AMORTIZZATORI VISCOSI

Materiali

I materiali tipici utilizzati per la produzione degli ISOSISM® FD sono elencati nella tabella seguente:

Componente	Classe	Standard
Cilindro	S355J2 o superiore	EN 10025
Pistone	S355J2 o superiore	EN 10025
Stelo	42CrMo4 o 30CrNiMo8	ISO 683
Perni	42CrMo4	ISO 683
Bulloni	Cl 10,9	EN 898
Fluido idraulico	Olio silconico	EN 15129

Protezione dalla corrosione

I componenti strutturali in acciaio di ISOSISM® FD sono protetti dalla corrosione mediante verniciatura. La scelta del sistema di verniciatura dipende dall'ambiente circostante e dalle norme di riferimento applicabili. Freyssinet offre sistemi affidabili e ampiamente testati in conformità alle norme EN ISO 12944 e EN 1337-9.

Sistema	Ambiente	Durabilità
C4-H	Atmosfera altamente corrosiva	Alta >15 anni alla prima manutenzione
C4-VH		Molto alta >25 anni alla prima manutenzione
C5-H	Atmosfera estremamente corrosiva (Marina o industriale)	Alta >15 anni alla prima manutenzione
C5-VH		Molto alta >25 anni alla prima manutenzione

Altri sistemi di protezione dalla corrosione possono essere proposti su richiesta.

I bulloni sono protetti da zincatura a caldo secondo la norma EN 10684 o in acciaio inox.

Gli steli degli ISOSISM® FD sono cromati secondo la norma EN 15129 §5.3.2.3, seguendo un processo di cromatura conforme alla norma ISO 6158 e garantendo lo spessore minimo di cromo pari a 70 µm.

Garanzia di qualità

Freyssinet progetta e produce tutti i dispositivi forniti ai suoi clienti nei suoi stabilimenti e garantisce la qualità dei suoi prodotti gestendo attentamente i processi dalla progettazione alla produzione e al collaudo, fino all'installazione in cantiere attraverso le squadre specializzate dislocate in tutto il mondo. Questo approccio integrato, che abbraccia prodotti e servizi, non ha rivali e ci consente di adattare le soluzioni a un'ampia gamma di condizioni.

Tutte le fasi del processo sono coperte dal sistema di qualità ISO 9001.

Prove e collaudi

Le prove sugli ISOSISM® FD sono eseguite secondo la norma europea EN 15129 o altri standard su richiesta.

Le prove principali in accordo alla norma europea EN 15129 sono:

- Prova di pressione (§7.4.2.2)
- Prova a bassa velocità (§7.4.2.3)
- Prova della legge costitutiva (§7.4.2.5)
- Prova dell'efficienza di smorzamento (§7.4.2.7)
- Prova del ciclo di carico del vento (§7.4.2.8)
- Prova di usura delle guarnizioni (§7.4.2.9)
- Prova di verifica della corsa (§7.4.2.10)

Queste prove sono incluse nel test iniziale di tipo (ITT) o nel test di controllo della produzione in fabbrica (FPC).

- Le prove iniziali di tipo devono essere eseguite ogni volta che un nuovo dispositivo differisce in termini di carico e velocità. Il test iniziale di tipo viene eseguito su un dispositivo prototipo secondo EN 15129 §7.4.2.
- Le prove di controllo della produzione in fabbrica (FPC) vengono eseguite sul 5% dei dispositivi dello stesso tipo nel lotto di produzione, secondo EN 15129 §7.4.3.

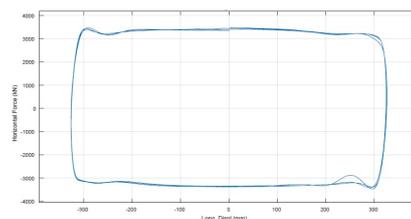
Prova							
	Pressione*	Bassa velocità	Legge costitutiva	Efficienza di smorzamento	Carico del vento	Usura delle guarnizioni	Verifica della corsa
Prova iniziale di tipo	X**	X	X	X	X**	X**	X**
Test FPC	X**	X**	X**	X**			

* Il test di pressione viene eseguito sul 100% dei dispositivi di ogni lotto di produzione

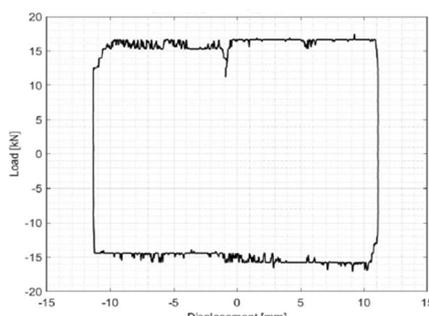
** Test eseguito sempre a temperatura ambiente secondo EN 15129 §7.4.3



ISOSISM® FD durante le prove



ISOSISM® FD – Grafico prova di efficienza dello smorzamento



ISOSISM® FD – Grafico prova a bassa velocità

ISOSISM® FD è marcato CE in quanto ha superato con successo tutti i test necessari secondo la norma europea EN 15129.

ISOSISM® FD AMORTIZZATORI VISCOSI

Ispezione e manutenzione

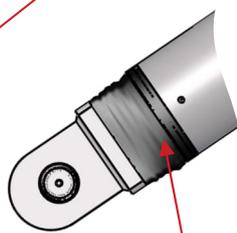
ISOSISM® FD ha una vita di servizio di almeno 50 anni, a condizione che venga seguito il piano di ispezione e manutenzione raccomandato. L'obiettivo delle ispezioni periodiche è quello di garantire il corretto funzionamento per tutta la sua vita utile.

Freyssinet ha istituito un reparto altamente specializzato dedicato a questo tipo di dispositivi, che prepara le procedure per mantenere in modo ottimale le loro proprietà funzionali ed esegue le necessarie ispezioni.

Opzioni e componenti aggiuntivi

Nel corso degli anni, Freyssinet ha sviluppato nuovi metodi per proteggere lo stelo. Tipicamente, lo stelo è protetto da soffiotti di plastica. Su richiesta, Freyssinet può fornire soffiotti su misura utilizzando il sistema di protezione Bodygarde™, brevettato da Freyssinet.

Sistema di protezione Bodygarde™



Parapolvere Bodygarde™

Sistema di protezione parapolvere Bodygarde™ per ISOSISM® FD

Il vantaggio del sistema di protezione Bodygarde™ è la sua traspirabilità e la possibilità di rimuovere l'intero sistema per l'ispezione senza la necessità alcuna attrezzatura.

ISOSISM® FD può essere accoppiato con un sistema di fusibili per fornire un punto fisso temporaneo durante l'esercizio.

È adatto per strutture civili che richiedono un punto fisso durante la condizione di esercizio, come i ponti, ma necessitano di smorzamento durante gli eventi sismici.

Il fusibile funziona finché la forza agente (*FA*) non supera la forza di rottura del fusibile (*FF*). Quando *FA* supera *FF*, il fusibile si rompe e l'ISOSISM® FD inizia a funzionare come smorzatore viscoso.

ISOSISM® FD può essere monitorato. Grazie a specifici sensori, è possibile misurare la pressione interna del dispositivo e lo spostamento dello stelo.

Sistema di ancoraggio

Il progetto del sistema di ancoraggio è conforme all'Eurocodice 3 se non diversamente specificato. Il dimensionamento strutturale considera la cinematica prevista e include i fattori di sicurezza di sovraccarico secondo gli standard applicabili (valore 1.1 secondo EN 15129). I dispositivi ISOSISM® FD possono essere installati su strutture nuove o integrati in strutture esistenti come parte di una soluzione di retrofit.

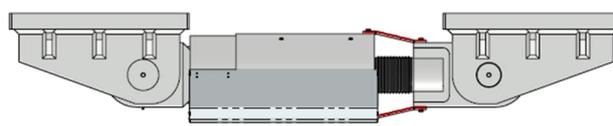
Le configurazioni di installazione più comuni sono descritte nelle figure seguenti:



Collegamento Assiale



Collegamento Taglio - Assiale



Collegamento Taglio - Taglio

Su richiesta è possibile sviluppare soluzioni di ancoraggio su misura.

Le piastrine di bloccaggio temporanee (verniciate in rosso) devono essere rimosse dopo l'installazione.

I sistemi di ancoraggio possono essere forniti insieme all'ISOSISM® FD per garantire un corretto posizionamento e sicurezza durante la movimentazione.

In casi particolari, come i progetti di retrofit, è possibile progettare e produrre ancoraggi personalizzati.



ISOSISM® FD installato in un edificio esistente

ISOSISM® FD AMORTIZZATORI VISCOSI

Sistema di denominazione

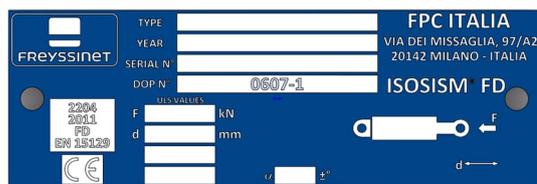
La designazione dei dispositivi ISOSISM® FD identifica le massime prestazioni in termini di carico e spostamento totale. Questo dà la seguente designazione, ad esempio:

ISOSISM® FD 2500.200

Significato: ISOSISM® FD con forza di progetto (F_d) di 2500 kN e corsa (d) di 200 mm (± 100 mm).

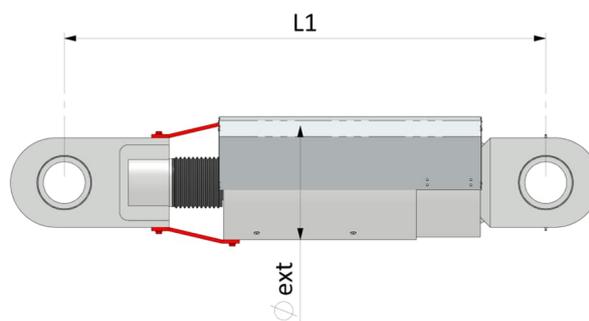
Etichettatura

Ogni dispositivo ISOSISM® FD è dotato di un'etichetta di identificazione individuale fissata in modo permanente sul corpo, che ne indica il numero di serie univoco e le capacità di progetto.



ISOSISM® FD etichetta identificativa

Dimensioni indicative



Forze		Corsa 200 [mm]				Corsa 400 [mm]			
F_d [kN]	F_{max} [kN]	ISOSISM®	D_{max} [mm]	$L1$ [mm]	ϕ_{ext} [mm]	ISOSISM®	D_{max} [mm]	$L1$ [mm]	ϕ_{ext} [mm]
800	1000	FD 800.200	± 100	1400	250	FD 800.400	± 200	2000	250
1200	1500	FD 1200.200	± 100	1500	250	FD 1200.400	± 200	2100	250
1600	2000	FD 1600.200	± 100	1600	300	FD 1600.400	± 200	2200	300
2000	2500	FD 2000.200	± 100	1700	335	FD 2000.400	± 200	2300	335
2400	3000	FD 2400.200	± 100	1800	360	FD 2400.400	± 200	2400	360
2800	3500	FD 2800.200	± 100	1900	400	FD 2800.400	± 200	2500	400
3200	4000	FD 3200.200	± 100	2000	420	FD 3200.400	± 200	2600	420

Tutte le dimensioni sono indicative, i dispositivi sono progettati su misura in base alle specifiche di progetto, ai carichi e agli spostamenti nonché al sistema di ancoraggio richiesto.

F_{max} viene calcolato come descritto nella sezione Progettazione, utilizzando le seguenti formule e considerando $\alpha = 0,2$:

fattore di affidabilità ISOSISM® FD secondo EN 15129	
$F_{max} = \gamma_V \cdot F_d = [(1 + t_d) \cdot 1,5^\alpha] \cdot F_d$	A 23 $\pm 5^\circ C$ $F_{max} = [(1 + 0.15) \cdot 1,5^\alpha] \cdot F_d$
	Altre temperature $F_{max} = [(1 + 0.2) \cdot 1,5^\alpha] \cdot F_d$

COMPETENZA SISMICA IN TUTTO IL MONDO

