

PENDULUM SYSTEMS

Data sheet n°: FT It C V 5 5 V01 – 06/24

- | | |
|---|--|
| 1. Elevata capacità di carico verticale | 1. Adattabile a qualsiasi norma internazionale |
| 2. Elevata capacità di spostamento | 2. Eccellente durata |
| 3. Elevata capacità dissipativa | 3. Elevata resistenza al calore |

Introduzione

I dispositivi per la protezione sismica sono essenziali per le strutture, assorbono e dissipano l'energia sismica per minimizzare i danni durante i terremoti. Migliorano la resilienza strutturale, salvaguardando vite umane e beni immobili in aree soggette a terremoti e sono integrati nelle moderne tecniche di costruzione antisismica.

Come attore principale nel campo delle costruzioni, Freyssinet ha sviluppato un'ampia gamma di isolatori. 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 fin dal 1980 con decine di migliaia di dispositivi progettati, prodotti e installati con successo in tutto il mondo. I dispositivi sismici ISOSISM® sono prodotti internamente, marchiati CE e approvati ufficialmente in molti paesi.

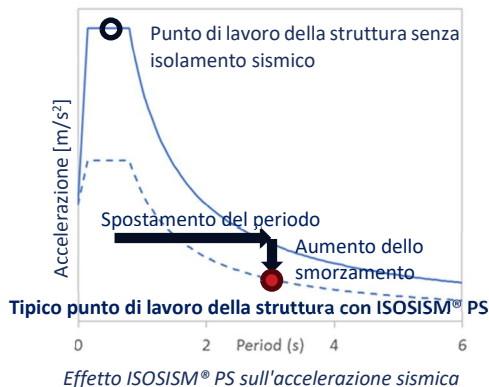
Campi di utilizzo

I dispositivi sismici hanno applicazioni in un'ampia gamma di strutture, comprese le infrastrutture come ponti e viadotti, edifici di vario tipo, centrali nucleari e serbatoi di stoccaggio.

Descrizione

I dispositivi sismici ISOSISM® PS (Pendulum System) sono costituiti da una o due superfici primarie di scorrimento curve e da una piastra mediana curva. Tra questi elementi si trova il materiale speciale di scorrimento ISOGLIDE® che controlla le proprietà di attrito e dissipazione del dispositivo.

Questo isolatore funziona secondo il principio di un pendolo: il suo periodo di oscillazione dipende esclusivamente dal raggio di curvatura equivalente. Questo raggio allunga il periodo di vibrazione della struttura, riducendo la pseudo-accelerazione e le forze sismiche indotte nella struttura disaccoppiandola dal movimento del suolo. Allo stesso tempo, una minore rigidità consente maggiori spostamenti orizzontali, concentrati all'interno degli isolatori, accompagnati solo da minime deformazioni nella struttura. La curvatura delle superfici di scorrimento facilita il ricentraggio del dispositivo dopo un evento sismico.



Le prestazioni sismiche dei dispositivi ISOSISM® PS, in termini di periodo di vibrazione e dissipazione di energia, sono governate dal raggio di curvatura equivalente e dal coefficiente di attrito dinamico. Il primo permette infatti di allungare il periodo di vibrazione della sovrastruttura, mentre il secondo aumenta lo smorzamento.

Progetto

I dispositivi sismici ISOSISM® PS possono essere dimensionati secondo le principali norme di progettazione vigenti e regole aggiuntive che dipendono dalle specifiche del progetto: Norme Europee EN 15129, AASHTO GSSID 2014 e ASCE/SEI 7-22, e molte altre.

La scheda con i dati di progetto dell'isolatore sismico deve identificare i carichi verticali, gli spostamenti orizzontali nelle combinazioni di servizio e ultima, nonché il raggio di curvatura equivalente richiesto e il coefficiente di attrito dinamico. La tabella seguente riassume i parametri fondamentali per la progettazione di un dispositivo ISOSISM® PS.

Carichi verticali				Spostamenti orizzontali			Rotazioni		
N_{Sd}	$N_{max,SLE}$	$N_{max,SLU}$	$N_{max,SLC}$	$d_{max,SLE}$	$d_{max,SLU}$	$d_{max,SLC}$	$\alpha_{max,SLE}$	$\alpha_{max,SLU}$	$\alpha_{max,SLC}$
Raggio di curvatura equivalente						Coefficiente di attrito dinamico			
R_{eq}						$\mu_d(N_{Sd})$			

Nella tabella precedente:

- N_{Sd} = Combinazione di carico quasi permanente
- N_{SLE} = Stato limite di esercizio
- N_{SLU} = Stato limite ultimo statico
- N_{SLC} = Stato limite ultimo sismico

Concetto generale e tipologie

ISOSISM® PS con singola superficie di scorrimento – sono costituiti da una superficie di scorrimento primaria curva, il cui raggio di curvatura governa il periodo di oscillazione, da un elemento in acciaio con materiale speciale ISOGLIDE® per lo scorrimento lungo la superficie primaria e da un elemento di base con superficie di scorrimento concava secondaria. La superficie secondaria può essere progettata per permettere elevate rotazioni del dispositivo sia in condizioni statiche che sismiche. L'eccentricità del carico verticale è uguale allo spostamento orizzontale.

ISOSISM® PS con doppia superficie di scorrimento – sono costituiti da due superfici di scorrimento primarie curve con raggi di curvatura identici che consentono spostamenti orizzontali e rotazioni. Ogni superficie di scorrimento è progettata per accogliere la metà dello spostamento orizzontale totale, riducendo così significativamente le dimensioni in pianta del dispositivo rispetto a una configurazione con una sola superficie di scorrimento. Tra le due superfici primarie si trova una piastra mediana in acciaio, dotata di materiale di scorrimento ISOGLIDE® sia sulla superficie superiore che su quella inferiore. A seconda del livello di rotazione richiesto, la mediana può essere formata da un unico pezzo o articolata. L'eccentricità del carico verticale è pari alla metà dello spostamento.

Tipo	Singola superficie di scorrimento	Doppia superficie di scorrimento
Vista 3D		
Capacità di rotazione	Fino a 40 mrad	Fino a 40 mrad *con mediana articolata
Configurazione deformata ed eccentricità del carico verticale		

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Sistema di denominazione

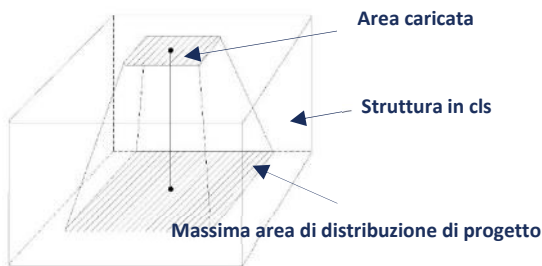
La designazione dei dispositivi sismici ISOSISM® PS identifica le massime prestazioni in termini di carico verticale e spostamento orizzontale totale. Ad esempio:

- ISOSISM® PS 20000.400

Significa ISOSISM® PS con capacità di carico verticale di 20000 kN e capacità di spostamento di 400 mm (±200 mm).

Pressione di contatto calcestruzzo

La pressione di contatto tra l'isolatore e le strutture adiacenti è progettata in conformità alle norme EN 1992, AS 5100.4 e AASHTO LRFD, aree parzialmente caricate, considerando la distribuzione dei carichi su un'area caricata fino alla massima area di distribuzione di progetto.



Materiali

Per fornire le migliori prestazioni meccaniche e durabilità, vengono utilizzati i seguenti materiali:

- Componenti strutturali in acciaio: grado minimo S355J2 secondo EN 10025
- Materiale di scorrimento: materiale di scorrimento speciale ISOGLIDE® certificato secondo European Technical Assessment ETA 17/0808 per elevata resistenza, temperature estreme e migliori caratteristiche di usura
- Superfici di scorrimento: acciaio austenitico 1.4404+2B secondo EN 10088
- Bullonatura strutturale: classe 10.9 secondo ISO 898
- Protezione dalla polvere: sistema ad hoc compatibile con i movimenti di servizio

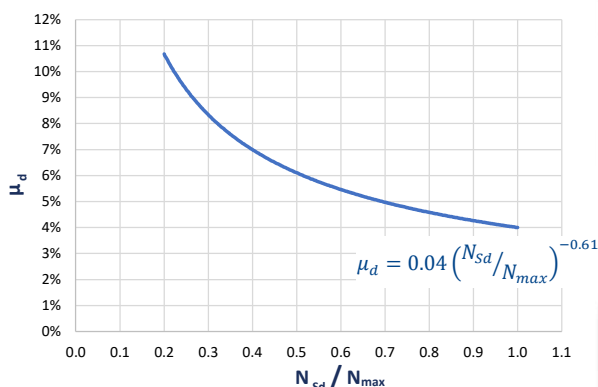
ISOGLIDE® è un PTFE modificato appartenente alla famiglia dei fluoropolimeri. ISOGLIDE® ha notevoli qualità di scorrimento e anche capacità di carico notevolmente superiori. ISOGLIDE® riduce così i costi di gestione del dispositivo sismico. Questo materiale di scorrimento è certificato in un range di temperature compreso tra -50°C e +90°C con una temperatura di fusione superiore a 320°C. Grazie a queste caratteristiche, gli isolatori a pendolo sono caratterizzati da ottime prestazioni di attrito durante un evento sismico e riescono a garantire un'elevata resistenza al fuoco. Inoltre, ISOGLIDE® ha una resistenza all'usura a lungo termine cinque volte superiore a quella del PTFE, con conseguente durabilità molto più lunga. Nello specifico, è stato effettuato un test di attrito a lungo termine durante il quale il materiale è stato testato su uno spostamento totale di 50.000 metri. Questo rende i dispositivi ISOSISM® PS particolarmente efficaci in presenza di frequenti spostamenti quotidiani di servizio, come nel caso di ponti e viadotti. Per informazioni

complete sul materiale di scorrimento, fare riferimento alla scheda tecnica Freyssinet di ISOGLIDE® No: FT It C V 4 1 1.

Il materiale di scorrimento determina la capacità di attrito e quindi dissipativa dei dispositivi sismici ISOSISM® PS durante un evento sismico. In particolare, la preoccupazione principale dell'ingegnere strutturista risiede nella valutazione del coefficiente di attrito dinamico durante la modellazione di strutture con questo tipo di dispositivo. Mentre il coefficiente di attrito di qualsiasi materiale di scorrimento è influenzato sia dalla velocità che dalla pressione, l'impatto della velocità è trascurabile all'interno dell'intervallo di velocità tipicamente associato all'eccitazione sismica di strutture isolate. Al contrario, come documentato nella letteratura esistente e confermato dai risultati sperimentali, la dipendenza dalla pressione (carico verticale) non può essere ignorata. In particolare, il coefficiente di attrito tende a diminuire con l'aumentare della pressione (carico verticale).

ISOGLIDE®	Lubrificato	non lubrificato
Coefficiente di attrito dinamico minimo	< 1.0%	4.0%

Il grafico seguente illustra la variazione del coefficiente di attrito dinamico non lubrificato in funzione del rapporto N_{sd}/N_{max} , dove N_{max} rappresenta il massimo tra il carico verticale statico N_{SLU} e il carico verticale sismico N_{SLC} .



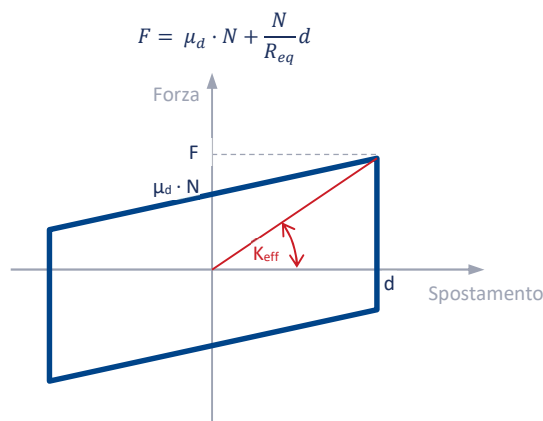
Curva di carico verticale-attrito per ISOSISM® PS con ISOGLIDE® non lubrificato

Inoltre, il materiale di scorrimento ISOGLIDE® ha un coefficiente di attrito statico inferiore a quello dinamico. Questo rende il dispositivo esente dagli effetti stick-slip e di distacco tipici di alcuni materiali scorrevoli.

Nel caso di ISOGLIDE® lubrificato, la dipendenza dell'attrito dal carico verticale è trascurabile e può essere considerata un valore convenzionale inferiore all'1,0%.

Legge di comportamento

La risposta isteretica del dispositivo sismico ISOSISM® PS può essere modellata attraverso una legge forza-spostamento bilineare, espressa dalla seguente equazione costitutiva:



Risposta bilineare teorica di ISOSISM® PS

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Tipicamente, il carico verticale utilizzato per modellare il dispositivo e determinare il coefficiente di attrito è il carico verticale di servizio (N_{sd}).

Quando la norma di progettazione consente di modellare tale comportamento non lineare come lineare equivalente, la rigidità efficace K_{eff} e lo smorzamento viscoso ξ_{eff} possono essere calcolati utilizzando le seguenti formule:

$$K_{eff} = N \left(\frac{1}{R_{eq}} + \frac{\mu_d}{d} \right) \quad \xi_{eff} = \frac{2\mu_d}{\pi \left(\mu_d + \frac{d}{R_{eq}} \right)}$$

A causa della dipendenza della rigidità efficace dal carico verticale, il centro di massa e il centro di rigidità del sistema di isolamento coincidono in pianta (assumendo un coefficiente di attrito costante).

Partendo dalla rigidità efficace K_{eff} , è possibile calcolare il corrispondente periodo di vibrazione efficace T_{eff} del dispositivo:

$$T_{eff} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g \cdot \left(\frac{1}{R_{eq}} + \frac{\mu_d}{d} \right)}}$$

T_{eff} è un parametro utile solo per l'analisi lineare equivalente. Una volta attivato lo scorrimento, il dispositivo oscillerà con un periodo di vibrazione T_r :

$$T_r = 2\pi \sqrt{\frac{R_{eq}}{g}}$$

T_r dipende solo da R_{eq} ; questo è il motivo dell'equivalenza di ISOSISM® PS a un «pendolo» con una lunghezza pari a R_{eq} .

Protezione dalla corrosione

Come componenti strutturali in acciaio, i dispositivi sismici devono essere protetti dalla corrosione mediante verniciatura. Il sistema viene selezionato in base all'ambiente circostante e alla norma di riferimento applicata.

Freyssinet offre sistemi affidabili e ampiamente testati in conformità alle norme EN ISO 12944 e EN 1337-9.

Sistema	Uso ambientale	Durabilità
C4-H	Atmosfera altamente corrosiva	Alta
C4-VH		Molto alta
C5-H	Atmosfera estremamente corrosiva (marina o industriale)	Alta
C5-VH		Molto alta

Altri sistemi di protezione dalla corrosione possono essere proposti su richiesta. In alternativa, l'utilizzo dell'acciaio inox è una soluzione veramente efficace per minimizzare i problemi di corrosione ed evitare la necessità di manutenzione della vernice.

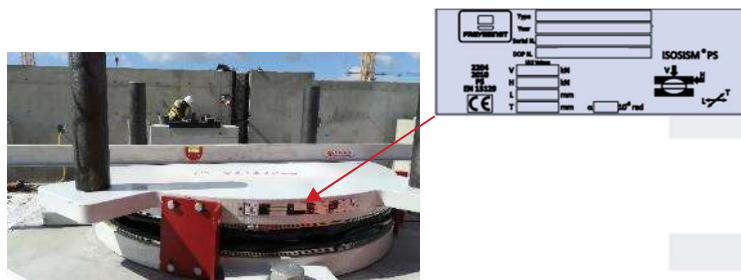
Resistenza al fuoco

I dispositivi sismici ISOSISM® PS sono in grado di fornire resistenza al fuoco, intesa come capacità di sopportare carichi verticali in presenza di un incendio. Infatti, ciò che potrebbe verificarsi durante un incendio è che il materiale ISOGLIDE® si plastifichi, sebbene la sua temperatura di fusione sia superiore a 320°C. In caso di plastificazione e quindi perdita di rigidità del materiale di scorrimento, il dispositivo ISOSISM® PS subirà un assetamento verticale massimo pari allo spazio disponibile tra le piastre concave in acciaio, senza comprometterne la capacità portante verticale. In questo caso, la struttura dovrà essere verificata e progettata per resistere agli assetamenti del dispositivo.

Su richiesta, Freyssinet può progettare i dispositivi per rispettare una specifica classe di resistenza al fuoco.

Etichettatura

Ogni dispositivo sismico ha un'etichetta identificativa individuale fissata in modo permanente sul suo corpo indicante il suo numero di serie univoco e le sue caratteristiche tecniche.

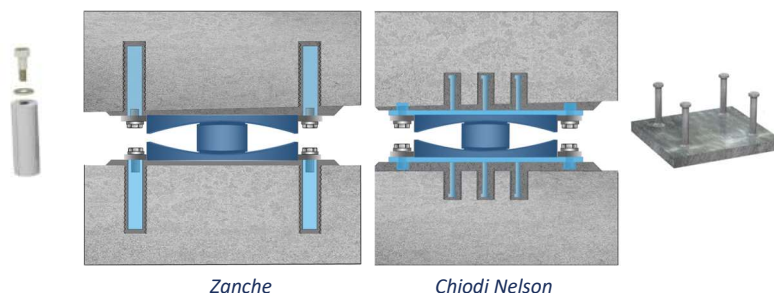


Sistemi di ancoraggio

Possono essere forniti diversi tipi di fissaggi, a seconda del tipo di struttura, del livello di carico e delle modalità di installazione.

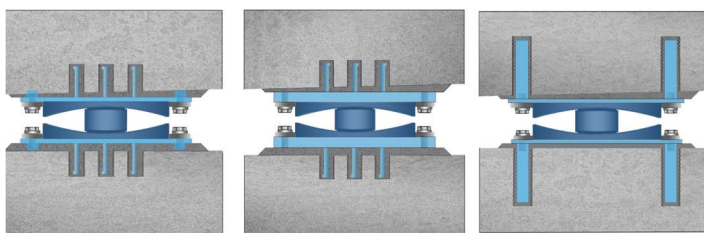
Zanche/Chiodi Nelson

Gli ancoraggi vengono utilizzati per fissare il dispositivo alla struttura trasmettendo i carichi orizzontali. Sono disponibili diversi tipi di ancoraggi:



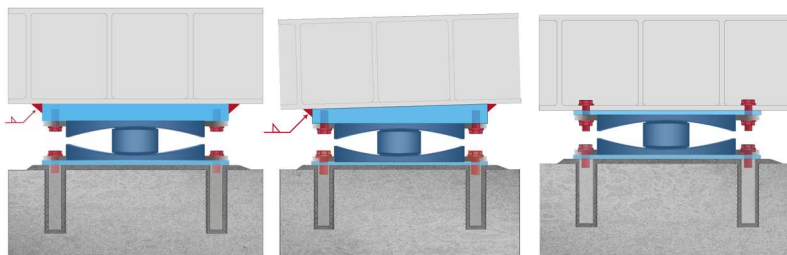
Contropiastre

Le contropiastre sono installate tra i dispositivi sismici e la struttura. Facilitano la rimozione dell'isolatore e, in alcuni casi, consentono di ridurre le dimensioni dell'isolatore.



Bulloni

I bulloni sono generalmente utilizzati per il fissaggio a una struttura metallica; sono progettati per resistere ai carichi orizzontali e di trazione, se presenti.



ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Garanzia di qualità

Freyssinet progetta e produce tutti i dispositivi sismici 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 grazie alle squadre specializzate 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.

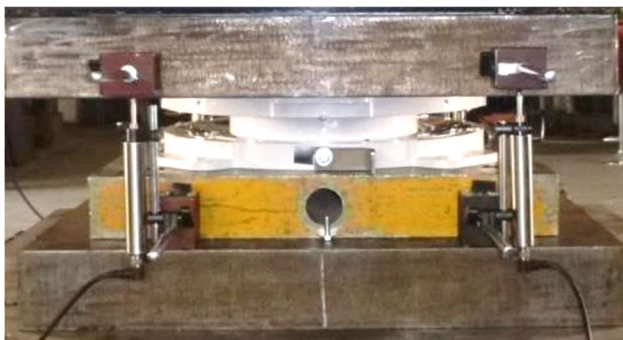
Tutte le fasi del processo sono in accordo al sistema di qualità ISO 9001.

Collaudo e prove

In conformità con tutte le normative sismiche internazionali, i dispositivi sismici devono essere sottoposti a test obbligatori per dimostrare il comportamento dell'isolatore, compresa la capacità di carico verticale, la rigidità orizzontale e la dissipazione di energia per ciclo. In genere, le prove sugli isolatori sono classificate come prove iniziali di tipo/prototipo e prove di controllo della produzione in fabbrica. Tutte le prove richieste dalle specifiche di progetto sono prese in considerazione fin dall'inizio del progetto.

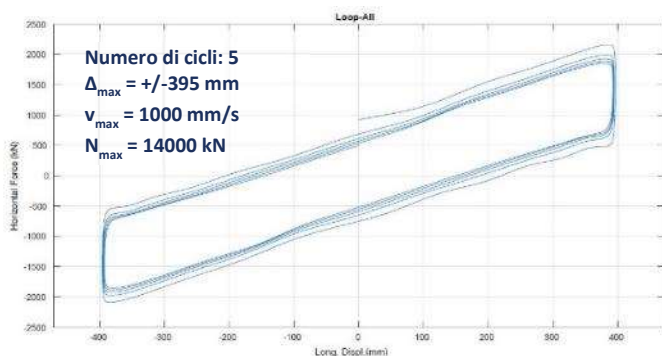
Il nostro laboratorio di prova ISOLAB è in grado di condurre test su ISOSISM® PS in conformità con i principali standard internazionali. Requisiti di prova specifici possono essere proposti su richiesta.

Prove in accordo al protocollo NTC 2018 possono essere eseguite presso il nostro laboratorio alla presenza di un ente terzo universitario riconosciuto.



Test ISOSISM® PS presso la struttura di prova ISOLAB.

La figura seguente illustra la tipica risposta dinamica sperimentale di un dispositivo ISOSISM® PS del tutto coerente con la modellazione teorica.

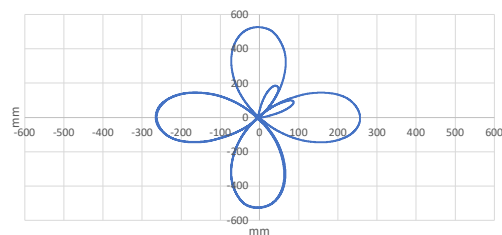


Risposta isteretica sperimentale di ISOSISM® PS

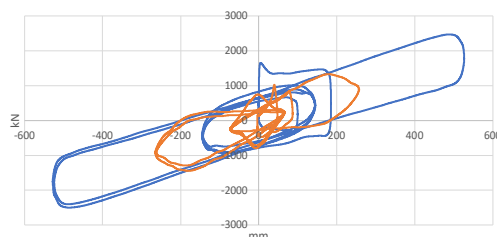
I dispositivi ISOSISM® PS sono stati testati con:

- velocità di scorrimento superiori a 1 m/s,
- spostamenti orizzontali fino a 1,5 m,
- carichi verticali fino a 70 MN in condizioni statiche,
- carichi verticali fino a 50 MN in condizioni dinamiche (cicliche).

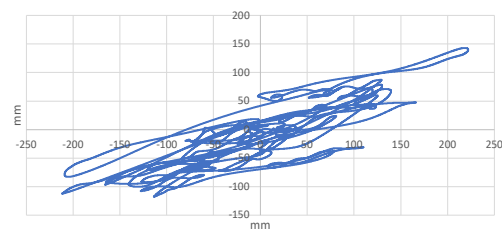
Sono state eseguite prove applicando un input di spostamento mono o bidirezionale (sia sinusoidale, come da requisiti standard principali, sia utilizzando un segnale di input corrispondente ad un terremoto reale).



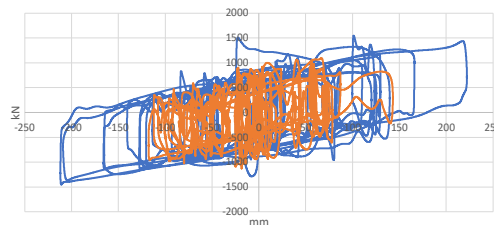
Input di spostamento a "quadrifoglio"



Risposta ISOSISM® PS soggetta a input a "quadrifoglio"



Input di spostamento sismico



Risposta ISOSISM® PS soggetta a input sismico

I dispositivi sismici realizzati con certificazione e marcatura CE hanno una costanza di prestazioni garantita grazie al controllo continuo della produzione in fabbrica, rendendo non necessario il collaudo sul 100% della produzione di massa.

Installazione

L'installazione dei dispositivi sismici ISOSISM® PS è un'operazione meticolosa durante la quale qualsiasi errore o mancanza di precisione può, durante la vita attesa delle strutture, indurre effetti che possono rivelarsi dannosi per l'isolatore e, nei casi più gravi, addirittura compromettere l'integrità strutturale. La patologia del dispositivo è strettamente associata alla qualità dell'installazione. Per tale motivo Freyssinet ha preparato delle linee guida, disponibili su richiesta, che descrivono i principi da seguire per garantire una corretta installazione del prodotto



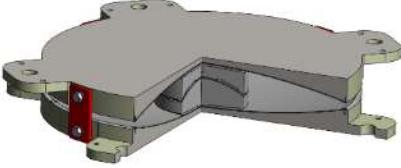
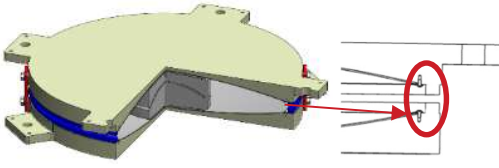


Installazione di ISOSISM® PS da parte delle squadre Freyssinet – esempi di progetti di nuova costruzione e retrofit

Ispezione e manutenzione

I dispositivi sismici sono elementi essenziali di una struttura. La loro durata dipende dalle sollecitazioni e dalle condizioni ambientali. È essenziale applicare un programma di ispezione e manutenzione per ridurre gli effetti del normale deterioramento: verniciatura, rivestimento, usura... Freyssinet può dare un'assistenza completa, grazie ai servizi offerti dalla nostra entità locale, per preparare le procedure iniziali, ispezionare e mantenere il prodotto durante la sua vita, in collaborazione con il proprietario dell'asset per prolungare la vita utile e garantire la sostenibilità.

Opzioni e componenti aggiuntivi

Freyssinet offre diverse opzioni sui suoi dispositivi sismici, che dovrebbero essere chiaramente richieste dal cliente fin dalla fase di progettazione per essere prese in considerazione nella progettazione e aggiunte ai disegni.

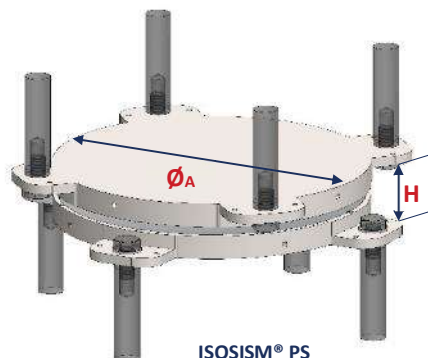
Piastra mediana articolata	Anello di ritegno
	
Monitoraggio degli spostamenti	Protezione speciale da polvere e spruzzi d'acqua per l'ambiente marino
	

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Dimensioni indicative

ISOSISM® PS con raggio di curvatura equivalente 2500 mm, attrito dinamico 4,0% con N_{max} e capacità di rotazione di $\pm 0,005$ rad.

(N_{max} = carico verticale massimo tra le combinazioni di carico SLU e SLC).



X	200 [mm]		300 [mm]		400 [mm]		500 [mm]		600 [mm]		700 [mm]		800 [mm]		900 [mm]		1000 [mm]		
	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	
ISOSISM®																			
PS 1000.X	300	70	360	70	400	80	460	90	520	100	560	110	620	130	680	130	740	150	
PS 1500.X	340	70	380	80	440	80	480	90	540	100	600	110	640	140	700	150	760	160	
PS 2000.X	360	70	400	80	460	90	520	100	560	110	620	120	680	130	740	160	800	160	
PS 3000.X	400	80	460	90	500	100	560	110	600	120	660	140	720	140	780	160	840	180	
PS 4000.X	440	80	480	90	540	110	600	110	640	130	700	150	760	150	820	180	860	200	
PS 5000.X	460	90	520	100	580	110	620	130	680	130	740	150	780	170	840	190	900	200	
PS 6000.X	500	90	540	100	600	120	640	130	700	150	760	160	820	180	860	200	920	230	
PS 8000.X	540	110	600	110	640	140	700	150	760	150	820	180	860	200	920	210	980	230	
PS 10000.X	580	110	640	130	700	150	740	150	800	170	860	180	920	220	980	240	1040	270	
PS 12000.X	620	140	680	150	740	150	780	170	840	190	900	200	960	220	1020	240	1060	260	
PS 14000.X	660	140	720	140	760	160	820	180	880	210	940	230	1000	250	1040	270	1100	290	
PS 16000.X	700	150	760	160	800	180	860	200	920	220	980	240	1040	270	1080	290	1140	310	
PS 18000.X	720	150	780	170	840	180	900	200	960	220	1000	240	1060	260	1120	300	1180	330	
PS 20000.X	760	160	820	180	880	210	920	230	980	230	1040	270	1100	290	1160	300	1220	340	
PS 24000.X	820	180	860	200	920	210	980	230	1040	270	1100	290	1160	310	1220	320	1280	390	
PS 28000.X	860	210	920	210	980	230	1040	270	1080	290	1140	310	1220	320	1260	360	1320	390	
PS 30000.X	900	200	940	220	1000	240	1060	260	1120	280	1180	320	1240	330	1300	380	1360	380	
PS 35000.X	960	220	1000	240	1060	260	1120	300	1180	320	1240	350	1300	380	1360	380	1420	430	
PS 40000.X	1000	240	1060	260	1120	280	1180	300	1240	330	1300	380	1340	380	1420	430	1480	480	
PS 45000.X	1060	260	1120	280	1180	300	1240	330	1280	390	1340	380	1420	430	1480	460	1540	510	
PS 50000.X	1100	290	1160	300	1220	320	1280	390	1340	390	1400	440	1460	470	1520	510	1580	510	
PS 60000.X	1200	330	1240	350	1300	380	1360	390	1420	420	1480	480	1560	520	1620	550	1680	580	
PS 70000.X	1280	390	1360	440	1400	420	1460	470	1520	480	1580	550	1660	550	1720	600	1780	630	

Le dimensioni sopra riportate sono indicative e possono variare a seconda del tipo di struttura (cemento armato, acciaio, muratura, ecc.) sopra e sotto l'isolatore.

Gli isolatori saranno dimensionati e realizzati in base ai carichi/spostamenti/rotazioni effettivi previsti nella scheda di progetto fornita dal progettista della struttura.

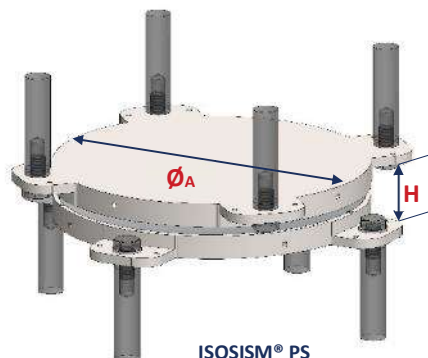
Il sistema di ancoraggio del dispositivo (numero e diametro di bulloni e zanche) viene personalizzato caso per caso in base alle esigenze del progetto.

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Dimensioni indicative

ISOSISM® PS con raggio di curvatura equivalente 3000 mm, attrito dinamico 4,0% con N_{max} e capacità di rotazione di $\pm 0,005$ rad.

(N_{max} = carico verticale massimo tra le combinazioni di carico SLU e SLC).



X	200 [mm]		300 [mm]		400 [mm]		500 [mm]		600 [mm]		700 [mm]		800 [mm]		900 [mm]		1000 [mm]		
	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	
ISOSISM®																			
PS 1000.X	300	60	360	70	400	70	460	80	520	90	560	100	620	110	660	120	740	140	
PS 1500.X	340	70	380	70	440	80	480	80	540	90	580	100	640	110	700	130	740	150	
PS 2000.X	360	70	400	80	460	80	500	90	560	100	620	110	660	120	720	130	780	140	
PS 3000.X	400	70	460	90	500	100	560	100	600	110	660	120	720	130	760	150	820	150	
PS 4000.X	440	80	480	90	540	100	600	100	640	110	700	130	740	140	800	160	860	160	
PS 5000.X	460	90	520	90	560	100	620	130	680	130	720	140	780	150	840	160	880	180	
PS 6000.X	500	90	540	100	600	110	640	120	700	130	760	150	800	160	860	170	920	190	
PS 8000.X	540	100	600	110	640	110	700	140	760	150	800	160	860	160	920	190	960	210	
PS 10000.X	580	110	640	130	700	130	740	140	800	150	860	170	900	180	960	210	1020	230	
PS 12000.X	620	130	680	140	740	130	780	140	840	160	900	180	940	200	1000	210	1060	230	
PS 14000.X	660	130	720	140	760	150	820	150	880	170	920	190	980	220	1040	220	1100	240	
PS 16000.X	700	130	760	150	800	160	860	170	900	180	960	200	1020	230	1080	250	1140	270	
PS 18000.X	720	150	780	150	840	170	900	180	940	210	1000	230	1060	230	1100	260	1180	280	
PS 20000.X	760	150	820	160	860	170	920	190	980	200	1040	220	1080	240	1140	270	1200	290	
PS 24000.X	820	160	860	170	920	190	980	200	1020	230	1080	250	1140	270	1200	290	1260	310	
PS 28000.X	860	160	920	190	980	200	1020	220	1080	240	1140	270	1200	290	1240	310	1300	330	
PS 30000.X	880	170	940	210	1000	210	1060	230	1100	260	1160	260	1220	280	1280	320	1340	330	
PS 35000.X	960	210	1000	230	1060	230	1120	250	1160	280	1220	300	1280	310	1340	350	1400	390	
PS 40000.X	1000	230	1060	250	1100	260	1160	280	1220	300	1280	320	1340	330	1400	390	1460	390	
PS 45000.X	1060	250	1120	270	1160	300	1220	280	1280	320	1340	330	1400	390	1460	380	1500	430	
PS 50000.X	1100	300	1160	280	1220	300	1260	320	1320	350	1380	400	1440	390	1500	420	1560	420	
PS 60000.X	1180	310	1240	330	1300	350	1360	380	1420	390	1480	440	1540	430	1600	460	1660	480	
PS 70000.X	1280	360	1340	390	1400	390	1440	420	1500	420	1560	480	1620	500	1680	510	1760	540	

Le dimensioni sopra riportate sono indicative e possono variare a seconda del tipo di struttura (cemento armato, acciaio, muratura, ecc.) sopra e sotto l'isolatore.

Gli isolatori saranno dimensionati e realizzati in base ai carichi/spostamenti/rotazioni effettivi previsti nella scheda di progetto fornita dal progettista della struttura.

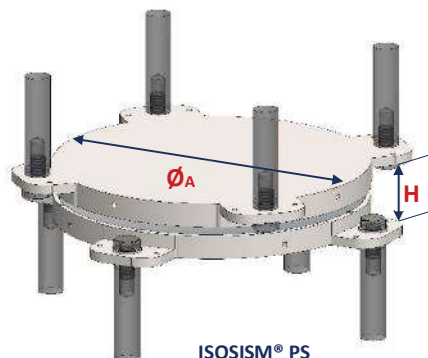
Il sistema di ancoraggio del dispositivo (numero e diametro di bulloni e zanche) viene personalizzato caso per caso in base alle esigenze del progetto.

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Dimensioni indicative

ISOSISM® PS con raggio di curvatura equivalente 3500 mm, attrito dinamico 4,0% con N_{max} e capacità di rotazione di $\pm 0,005$ rad.

(N_{max} = carico verticale massimo tra le combinazioni di carico SLU e SLC).



X	200 [mm]		300 [mm]		400 [mm]		500 [mm]		600 [mm]		700 [mm]		800 [mm]		900 [mm]		1000 [mm]	
	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]
ISOSISM®	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]
PS 1000.X	300	60	360	70	400	70	460	80	500	80	560	90	620	100	660	110	720	140
PS 1500.X	340	60	380	70	440	70	480	80	540	90	580	100	640	100	700	110	740	130
PS 2000.X	360	70	400	80	460	80	500	80	560	90	620	100	660	110	720	120	760	130
PS 3000.X	400	70	460	80	500	100	560	100	600	100	660	110	700	120	760	130	820	140
PS 4000.X	440	80	480	90	540	100	580	100	640	110	700	110	740	130	800	140	860	150
PS 5000.X	460	80	520	90	560	90	620	100	680	130	720	130	780	140	820	150	880	150
PS 6000.X	500	90	540	90	600	100	640	120	700	120	740	130	800	150	860	150	900	170
PS 8000.X	540	90	600	110	640	110	700	150	740	140	800	150	860	150	900	170	960	180
PS 10000.X	580	110	640	110	700	120	740	130	800	150	840	150	900	160	960	180	1000	180
PS 12000.X	620	110	680	130	740	140	780	140	840	150	880	150	940	180	1000	190	1040	200
PS 14000.X	660	130	720	130	760	140	820	150	880	160	920	160	980	180	1040	210	1080	230
PS 16000.X	700	130	740	140	800	140	860	150	900	170	960	180	1020	200	1060	220	1120	220
PS 18000.X	740	140	780	150	840	150	880	160	940	170	1000	180	1040	200	1100	230	1160	250
PS 20000.X	760	140	820	140	860	160	920	160	980	180	1020	200	1080	230	1140	230	1200	260
PS 24000.X	820	140	860	160	920	160	980	180	1020	210	1080	230	1140	240	1180	260	1240	260
PS 28000.X	860	160	920	160	960	170	1020	210	1080	230	1140	230	1180	260	1240	260	1300	280
PS 30000.X	880	160	940	180	1000	190	1040	200	1100	220	1160	250	1220	270	1260	270	1320	290
PS 35000.X	940	210	1000	200	1060	240	1100	240	1160	240	1220	270	1280	290	1320	290	1380	310
PS 40000.X	1000	210	1060	240	1100	240	1160	250	1220	270	1260	290	1320	310	1380	310	1440	330
PS 45000.X	1060	260	1100	240	1160	270	1220	290	1280	290	1320	310	1380	330	1440	370	1500	390
PS 50000.X	1100	240	1160	270	1200	290	1260	290	1320	320	1380	340	1420	360	1480	360	1540	390
PS 60000.X	1180	300	1240	280	1300	300	1340	330	1400	340	1460	380	1520	400	1580	420	1640	440
PS 70000.X	1280	330	1340	330	1380	350	1440	390	1500	390	1560	420	1620	430	1680	480	1740	510

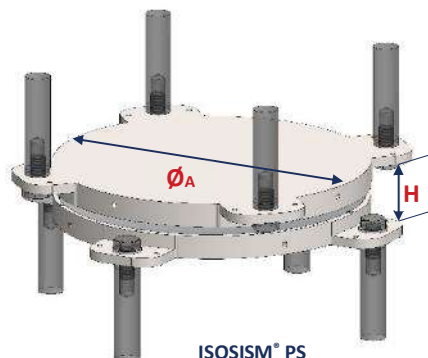
Le dimensioni sopra riportate sono indicative e possono variare a seconda del tipo di struttura (cemento armato, acciaio, muratura, ecc.) sopra e sotto l'isolatore. Gli isolatori saranno dimensionati e realizzati in base ai carichi/spostamenti/rotazioni effettivi previsti nella scheda di progetto fornita dal progettista della struttura. Il sistema di ancoraggio del dispositivo (numero e diametro di bulloni e zanche) viene personalizzato caso per caso in base alle esigenze del progetto.

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Dimensioni indicative

ISOSISM® PS con raggio di curvatura equivalente 4000 mm, attrito dinamico 4,0% con N_{max} e capacità di rotazione di $\pm 0,005$ rad.

(N_{max} = carico verticale massimo tra le combinazioni di carico SLU e SLC).



ISOSISM® PS

X	200 [mm]		300 [mm]		400 [mm]		500 [mm]		600 [mm]		700 [mm]		800 [mm]		900 [mm]		1000 [mm]	
	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]
ISOSISM®																		
PS 1000.X	300	60	360	60	400	70	460	70	500	80	560	90	600	100	660	100	700	110
PS 1500.X	340	60	380	70	440	70	480	80	540	90	580	90	640	100	680	110	740	120
PS 2000.X	360	70	400	70	460	80	500	80	560	90	620	100	660	100	720	110	760	120
PS 3000.X	400	70	440	70	500	100	540	100	600	100	660	100	700	110	760	120	800	140
PS 4000.X	440	70	480	90	540	100	580	100	640	100	680	110	740	110	800	120	840	130
PS 5000.X	460	80	520	90	560	90	620	100	680	100	720	130	780	130	820	140	880	150
PS 6000.X	500	90	540	90	600	90	640	130	700	120	740	120	800	130	860	150	900	150
PS 8000.X	540	90	600	100	640	110	700	120	740	150	800	150	860	150	900	150	960	170
PS 10000.X	580	100	640	110	700	130	740	130	800	140	840	150	900	150	940	160	1000	170
PS 12000.X	620	110	680	120	740	120	780	140	840	140	880	140	940	170	1000	170	1040	180
PS 14000.X	660	130	720	130	760	140	820	140	860	150	920	160	980	170	1020	180	1080	200
PS 16000.X	700	130	740	130	800	140	860	150	900	150	960	170	1000	180	1060	180	1120	200
PS 18000.X	740	120	780	140	840	130	880	150	940	150	1000	170	1040	190	1100	210	1160	230
PS 20000.X	760	140	820	140	860	150	920	160	980	170	1020	180	1080	200	1140	220	1180	220
PS 24000.X	820	130	860	150	920	160	960	170	1020	170	1080	200	1120	220	1180	220	1240	250
PS 28000.X	860	150	920	170	960	180	1020	180	1080	200	1120	220	1180	220	1240	250	1280	270
PS 30000.X	880	150	940	170	1000	190	1040	210	1100	200	1160	230	1200	250	1260	260	1320	260
PS 35000.X	940	180	1000	190	1060	210	1100	220	1160	230	1220	250	1260	280	1320	300	1380	280
PS 40000.X	1000	180	1060	210	1100	220	1160	250	1220	250	1260	280	1320	280	1380	300	1420	310
PS 45000.X	1060	210	1100	220	1160	250	1220	270	1260	280	1320	300	1380	310	1440	330	1480	350
PS 50000.X	1100	220	1160	250	1200	270	1260	300	1320	280	1360	300	1420	330	1480	350	1540	390
PS 60000.X	1180	280	1240	290	1300	290	1340	320	1400	340	1460	320	1500	380	1560	400	1620	400
PS 70000.X	1280	310	1340	340	1380	320	1440	350	1500	390	1540	390	1600	420	1660	420	1720	430

Le dimensioni sopra riportate sono indicative e possono variare a seconda del tipo di struttura (cemento armato, acciaio, muratura, ecc.) sopra e sotto l'isolatore.

Gli isolatori saranno dimensionati e realizzati in base ai carichi/spostamenti/rotazioni effettivi previsti nella scheda di progetto fornita dal progettista della struttura.

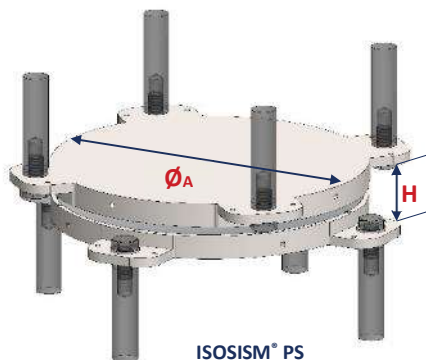
Il sistema di ancoraggio del dispositivo (numero e diametro di bulloni e zanche) viene personalizzato caso per caso in base alle esigenze del progetto.

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Dimensioni indicative

ISOSISM® PS con raggio di curvatura equivalente 4500 mm, attrito dinamico 4,0% con N_{max} e capacità di rotazione di $\pm 0,005$ rad.

(N_{max} = carico verticale massimo tra le combinazioni di carico SLU e SLC).



X	200 [mm]		300 [mm]		400 [mm]		500 [mm]		600 [mm]		700 [mm]		800 [mm]		900 [mm]		1000 [mm]	
	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]
ISOSISM®																		
PS 1000.X	300	60	360	60	400	70	460	70	500	80	560	90	600	90	660	100	720	110
PS 1500.X	340	60	380	70	440	70	480	80	540	80	580	90	640	90	680	100	740	110
PS 2000.X	360	60	400	70	460	80	520	80	560	90	620	90	660	100	720	110	760	120
PS 3000.X	400	70	440	70	500	80	560	110	600	90	660	100	700	110	760	110	800	120
PS 4000.X	440	70	480	90	540	100	580	100	640	110	680	100	740	110	800	120	840	130
PS 5000.X	460	80	520	80	580	90	620	110	680	100	720	110	780	130	820	130	880	140
PS 6000.X	500	90	540	100	600	90	640	110	700	140	760	130	800	130	860	130	900	150
PS 8000.X	540	100	600	100	640	110	700	120	740	130	800	150	860	150	900	150	960	160
PS 10000.X	580	100	640	110	700	110	740	130	800	150	840	150	900	150	940	150	1000	160
PS 12000.X	680	110	680	120	740	130	780	130	840	120	880	130	940	160	1000	170	1040	170
PS 14000.X	660	110	720	130	760	130	820	140	860	140	920	150	980	160	1020	170	1080	180
PS 16000.X	700	140	760	130	800	140	860	140	900	140	960	150	1000	160	1060	170	1120	190
PS 18000.X	740	130	820	140	840	140	880	150	940	140	1000	150	1040	170	1100	180	1160	210
PS 20000.X	760	150	820	140	860	140	920	150	980	160	1020	170	1080	180	1120	180	1180	200
PS 24000.X	820	140	860	150	920	150	960	160	1020	170	1080	180	1120	180	1180	200	1240	230
PS 28000.X	860	150	920	170	960	170	1020	180	1080	180	1120	200	1180	200	1240	230	1280	250
PS 30000.X	900	150	940	160	1000	170	1040	190	1100	210	1160	210	1200	230	1260	240	1320	240
PS 35000.X	960	170	1000	190	1060	210	1100	210	1160	220	1220	250	1260	260	1320	240	1380	270
PS 40000.X	1000	190	1060	200	1100	210	1160	220	1220	250	1260	260	1320	240	1380	270	1420	290
PS 45000.X	1060	210	1100	230	1160	220	1220	250	1260	280	1320	260	1380	290	1420	290	1480	320
PS 50000.X	1100	230	1160	250	1200	250	1260	280	1320	280	1360	290	1420	310	1480	330	1520	320
PS 60000.X	1180	280	1240	260	1300	290	1340	310	1400	320	1460	330	1500	350	1560	390	1620	390
PS 70000.X	1280	310	1340	320	1380	330	1440	350	1500	350	1540	390	1600	400	1660	440	1720	440

Le dimensioni sopra riportate sono indicative e possono variare a seconda del tipo di struttura (cemento armato, acciaio, muratura, ecc.) sopra e sotto l'isolatore.

Gli isolatori saranno dimensionati e realizzati in base ai carichi/spostamenti/rotazioni effettivi previsti nella scheda di progetto fornita dal progettista della struttura.

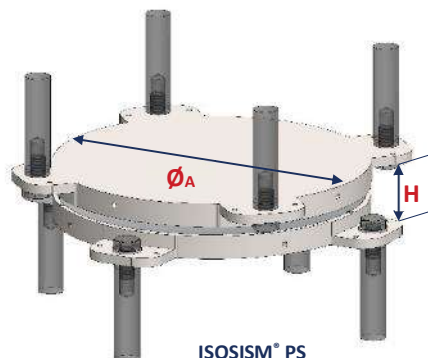
Il sistema di ancoraggio del dispositivo (numero e diametro di bulloni e zanche) viene personalizzato caso per caso in base alle esigenze del progetto.

ISOSISM® PS PENDULUM SYSTEMS

Dimensioni indicative

ISOSISM® PS con raggio di curvatura equivalente 5000 mm, attrito dinamico 4,0% con N_{max} e capacità di rotazione di $\pm 0,005$ rad.

(N_{max} = carico verticale massimo tra le combinazioni di carico SLU e SLC).



X	200 [mm]		300 [mm]		400 [mm]		500 [mm]		600 [mm]		700 [mm]		800 [mm]		900 [mm]		1000 [mm]	
	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]
ISOSISM®	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]	Ø _A [mm]	H [mm]
PS 1000.X	300	60	360	60	400	70	460	70	500	80	560	90	600	90	660	100	720	110
PS 1500.X	340	60	380	70	440	70	480	80	540	80	580	90	640	100	700	100	740	110
PS 2000.X	360	60	420	70	460	70	520	80	560	90	620	90	660	100	720	110	760	110
PS 3000.X	400	70	460	70	500	90	560	100	600	100	660	110	700	100	760	110	800	120
PS 4000.X	440	70	480	90	540	90	580	100	640	100	680	100	740	110	800	120	840	120
PS 5000.X	480	80	520	90	580	100	620	100	680	110	720	110	780	130	820	120	880	130
PS 6000.X	500	80	540	90	600	90	640	100	700	100	760	130	800	140	860	130	900	130
PS 8000.X	540	90	600	90	640	110	700	110	760	130	800	160	860	150	900	150	960	150
PS 10000.X	600	110	640	110	700	110	740	130	800	160	840	150	900	160	960	160	1000	160
PS 12000.X	640	110	680	110	740	130	780	130	840	140	880	130	940	140	1000	150	1040	160
PS 14000.X	660	110	720	120	760	130	820	130	880	140	920	150	980	160	1020	150	1080	170
PS 16000.X	700	130	760	120	800	140	860	140	900	150	960	150	1000	150	1060	170	1120	170
PS 18000.X	740	130	780	140	840	140	900	150	940	150	1000	150	1040	160	1100	170	1160	180
PS 20000.X	760	130	820	130	860	140	920	160	980	150	1020	160	1080	170	1120	170	1180	180
PS 24000.X	820	140	860	140	920	150	980	160	1020	160	1080	180	1120	190	1180	190	1240	200
PS 28000.X	860	130	920	150	980	160	1020	170	1080	170	1120	200	1180	200	1240	200	1280	230
PS 30000.X	900	140	940	150	1000	150	1040	170	1100	190	1160	210	1200	210	1260	230	1300	220
PS 35000.X	960	170	1000	170	1060	190	1100	210	1160	210	1220	230	1260	230	1320	240	1380	270
PS 40000.X	1000	180	1060	180	1100	210	1160	210	1220	230	1260	230	1320	240	1360	270	1420	270
PS 45000.X	1060	210	1100	200	1160	230	1220	230	1260	250	1320	260	1380	270	1420	290	1480	300
PS 50000.X	1100	230	1160	250	1200	250	1260	270	1320	260	1360	290	1420	310	1480	320	1520	320
PS 60000.X	1180	240	1240	280	1300	290	1340	290	1400	320	1460	320	1500	330	1560	360	1620	400
PS 70000.X	1280	290	1340	320	1380	320	1440	330	1500	360	1540	400	1600	380	1660	390	1700	430

Le dimensioni sopra riportate sono indicative e possono variare a seconda del tipo di struttura (cemento armato, acciaio, muratura, ecc.) sopra e sotto l'isolatore. Gli isolatori saranno dimensionati e realizzati in base ai carichi/spostamenti/rotazioni effettivi previsti nella scheda di progetto fornita dal progettista della struttura. Il sistema di ancoraggio del dispositivo (numero e diametro di bulloni e zanche) viene personalizzato caso per caso in base alle esigenze del progetto.

COMPETENZA SISMICA IN TUTTO IL MONDO

