



VOLUME	PRODUCTS CATALOGUE
06	AMORTIGUADORES Y UNIDADES DE TRANSMISIÓN DE CHOQUE

YOUR CHALLENGES,
OUR SOLUTIONS



01. PERFIL DE LA EMPRESA	03
02. PROTECCIÓN SÍSMICA	07
03. TRANSMISOR DE CHOQUE TENS SHOCK (TSTD).....	11
04. AMORTIGUADOR TENS FLUID VISCOUS (TFVD)	19
05. DISPOSICIONES Y PRÁCTICAS GENERALES.....	29
06. CALIDAD Y PRUEBAS	33
07. INSTALACIÓN	39



01

PERFIL DE LA EMPRESA

Nuestra misión es mejorar constantemente los métodos y la calidad de los procesos de construcción a través de la investigación, la innovación y la cooperación con diseñadores, ingenieros y contratistas en todo el mundo.



TENSA

Tensacciai, actualmente denominada TENSA, fue fundada en 1951 y tiene su sede central en Milán, Italia. Mantiene actividades en más de 50 países y tiene presencia directa en 14 países. TENSA es líder en tirantes, sistemas de postensado, dispositivos antisísmicos, apoyos estructurales y juntas de calzada. TENSA dispone de amplias referencias y sus productos han recibido numerosas certificaciones en todo el mundo.

HISTORIA

1951: Inicio de la actividad

1964: En los años 60, Tensacciai crece de forma notable en Italia. La tecnología de postensado está dando sus primeros pasos y su aplicación es todavía experimental.

1970: Se inicia un programa de renovación tecnológica con la adopción del cable de acero.

1980: Tensacciai desarrolla nuevos equipos y sistemas de tendido para anclajes al suelo que combinan innovación, versatilidad y facilidad de uso.

1990: Se abren nuevas filiales en Brasil, India y Australia. En Europa se establecen empresas asociadas en Portugal, Grecia y Países Bajos.

2000: El proceso de internacionalización de Tensacciai sigue su curso.

2010: La compañía se implica directamente en proyectos de los cinco continentes.

2011: Tensacciai es adquirida por Deal - proveedor de soluciones líder mundial en el campo de la construcción de puentes - y pasa a formar parte de De Echer Group. Tensacciai es ahora miembro de una organización capaz de diseñar, fabricar e instalar sistemas en todo el mundo gracias a la especialización de los ingenieros y técnicos del departamento técnico y de control de calidad. Todos los procesos de producción y entrega están avalados por las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

2012: Tensacciai se fusiona con Tesit, otro importante proveedor especializado en hormigón y con experiencia internacional en postensado, barras de acero, apoyos estructurales y juntas de calzada.

La fusión los convierte en un actor principal en el campo de la subcontratación especializada. Tensacciai celebra un acuerdo de licencia de exclusividad mundial con TIS (Tecnico Idraulico-Stradali S.r.l.), una empresa con sede en Roma experta en el diseño y la producción de apoyos estructurales, juntas de calzada y dispositivos antisísmicos desde 1973.

2014: Tensacciai adquiere TIS.

2015: TENSA se constituye a partir de la fusión y el desarrollo de las tres compañías mencionadas anteriormente: Tensacciai, Tesit y TIS.

MISIÓN

Nuestra misión es mejorar constantemente los métodos y la calidad de los procesos de construcción a través de la investigación, la innovación y la cooperación con diseñadores, ingenieros y contratistas de todo el mundo. Una apuesta decidida por la calidad es la única manera de garantizar estructuras seguras y duraderas. Apoyamos el diseño desde la fase inicial, sobrepasando los estándares para desarrollar soluciones personalizadas. Consideramos que la puntualidad en la ejecución y el servicio es un aspecto clave para el establecimiento de relaciones sólidas. Nuestra base de conocimiento se centra en tirantes, sistemas de postensado, dispositivos antisísmicos, apoyos estructurales y juntas de calzada, además de todos los accesorios, equipos y servicios relacionados.

TENSA procura aplicar su vasta experiencia en la búsqueda de nuevos métodos y variantes de aplicaciones, desarrollando para ello soluciones ingeniosas que se emplearán en la construcción de nuevas estructuras, ya sean edificios o infraestructuras, así como en la rehabilitación de las ya existentes.

CATÁLOGOS DE PRODUCTOS

01 - TIRANTES

02 - POSTENSADO

03 - ANCLAJES AL TERRENO

04 - JUNTAS DE DILATACIÓN

05 - APOYOS

06 - AMORTIGUADORES Y STU

07 - AISLADORES SÍSMICOS

08 - DISPOSITIVOS ELASTO-PLÁSTICOS

09 - CONTROL DE VIBRACIONES



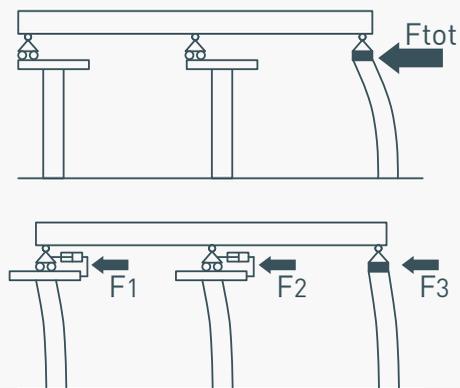


Viaducto Wadi Hanifa, Riyadh (Arabia Saudi)

02

PROTECCIÓN SÍSMICA

La protección sísmica mediante dispositivos hidráulicos se utiliza para la reducción de los riesgos sísmicos y la protección de estructuras y vidas humanas



PROTECCIÓN SÍSMICA

La protección de las estructuras sometidas a eventos sísmicos representa uno de los retos más fascinantes para la ingeniería estructural. La protección de las vidas humanas y las funciones para las que las estructuras han sido concebidas son razones fundamentales para la búsqueda de nuevas soluciones y la mejora de las que ya existen. El comportamiento de las estructuras sometidas a fuerzas dinámicas, tales como un seísmo, fuerzas relacionadas con el viento o de frenadas en puentes de ferrocarril por ejemplo, depende de diferentes factores, incluyendo:

- Rigidez global del sistema;
- Capacidad de disipación de energía de los elementos estructurales;
- Inercia de la estructura.

A continuación se describen dos tipos de dispositivos hidráulicos capaces de modificar la respuesta estructural interviniendo directamente en la matriz de rigidez o las capacidades de disipación de energía. Ambos dispositivos muestran una respuesta que depende de una acción impulsora dinámica externa.

- **TSTD – Transmisor de Choque Tens Shock (conexiones rígidas temporales):** es capaz de variar la rigidez global de la estructura sometida a una fuerza de impulso. Cuando está sometido a acciones lentas (como encogido, deslizamiento, variaciones térmicas), el dispositivo permite desplazamientos mostrando una fuerza de restauración insignificante, mientras que se comporta como un vínculo rígido bajo una fuerza de impulso (aporte sísmico, golpes y frenadas de cargas en movimiento).
- **TFVD – Amortiguador Viscoso Tens Fluid:** se caracteriza por tener un comportamiento dependiente de la velocidad y mostrar fuerzas de restauración limitadas debido a desplazamientos cuasi estáticos. Sin embargo, garantiza una disipación de energía elevada en caso de actividad dinámica mediante la operación de un circuito hidráulico que fuerza el paso de un líquido viscoso a través de válvulas calibradas u orificios.

Viaducto Wadi Hanifa, Riyadh (Arabia Saudí)





Viaducto de Tevere, Castelnuovo di Porto, Roma (Italia)

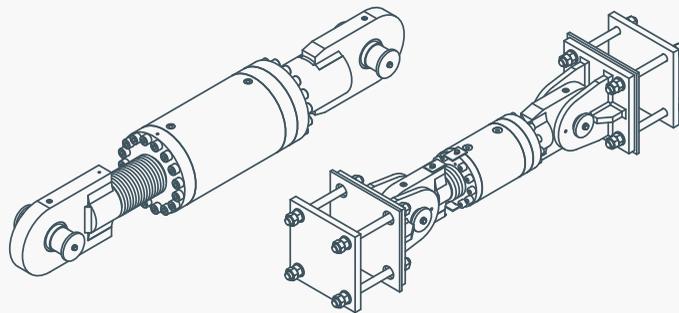


03

TRANSMISOR DE CHOQUE TENS SHOCK (TSTD)

Los dispositivos de conexión rígida temporal de TENSA son la solución más adecuada cuando se necesita una modificación de la respuesta de la estructura.

De hecho, pueden modificar el comportamiento de la estructura de estático a dinámico para distribuir la fuerza del aporte sísmico en diferentes posiciones estructurales.



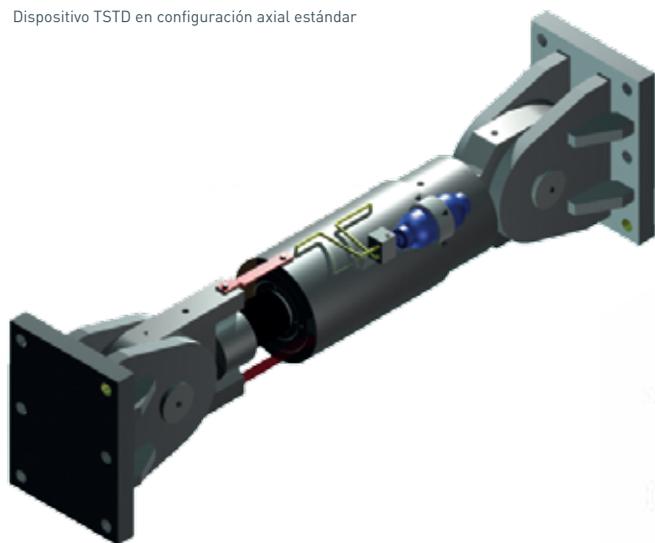
DESCRIPCIÓN

Los dispositivos TENS SHOCK TRANSMITTER DEVICES (TSTD) son dispositivos de conexión hidráulica temporal, diseñados para cambiar el comportamiento de la estructura de estático a dinámico. Permiten movimientos lentos relativos entre los elementos conectados (normalmente pero no limitados a plataforma a muelle y enlosado a columna) sin generar una fuerza de restauración apreciable. Sin embargo, proporcionan una reacción rígida cuando se enfrentan a un aporte dinámico externo, como por ejemplo el generado por un evento sísmico o el frenado de una carga en movimiento. La respuesta del dispositivo es simétrica, ya que proporciona el mismo comportamiento tanto en compresión como en tensión.

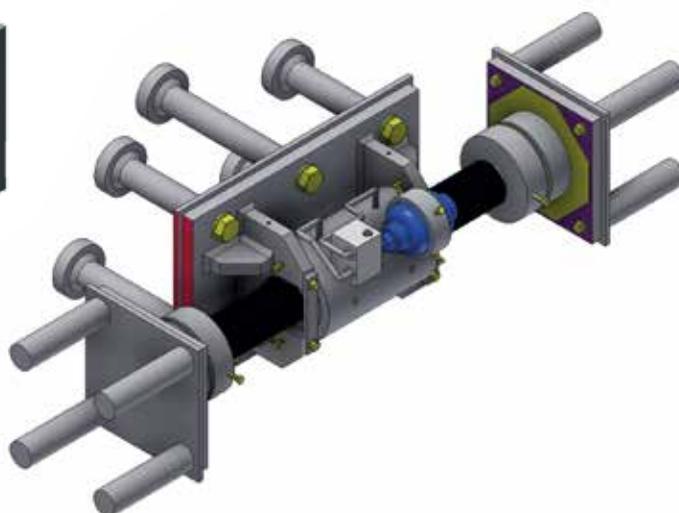
Estos dispositivos están compuestos de un cilindro, en el que se mueve un pistón, a través del cual un circuito hidráulico adecuado permite el paso de un líquido viscoso de una cámara a otra. Al contrario que los dispositivos TFVD, descritos en el siguiente párrafo, que pueden generar disipación, los TSTD no están equipados con válvulas y el fluido es obligado a pasar a través de unos orificios especialmente calibrados.

El sistema está diseñado de manera que, debido a los movimientos lentos (como los inducidos por una variación térmica, deslizamiento y encogido), se crean fuerzas insignificantes (Eurocodigo impone para los dispositivos de conexiones temporales el suministro de una fuerza de restauración máxima de menos del 10% de su fuerza de diseño máxima) y por tanto se permite el movimiento relativo en la junta. Sin embargo, para acciones dinámicas, como acciones de frenado de cargas en movimiento o eventos sísmicos, el dispositivo evita el desplazamiento relativo entre las partes vinculadas, garantizando en paralelo la transferencia rígida de las cargas horizontales.

Dispositivo TSTD en configuración axial estándar



Dispositivo TSTD con movimientos transversales libres



Su uso puede ser una ventaja cuando la estructura tiene que cambiar su esquema estático con la presencia de un terremoto u otro evento dinámico. De esta manera, mientras que se permiten deformaciones lentas, durante el evento sísmico los dispositivos distribuyen las fuerzas generadas por el terremoto en varias ubicaciones de la estructura, escogidas adecuadamente por el ingeniero estructural en cuanto a ubicación y capacidad.

Los dispositivos TSTD también se utilizan normalmente en edificios, para conectar partes separadas del edificio a otras en caso de terremotos, y así tener una sola respuesta sísmica. Esto reduce los movimientos relativos y por tanto los costes de las juntas de transición.

El desplazamiento de los dispositivos TSTD debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1) los efectos a largo plazo
- 2) desplazamientos causados por cambios de temperatura
- 3) deformaciones dinámicas
- 4) cualquier ajuste en longitud requerido por los ingenieros estructurales, incluyendo el previsto en una instalación de dispositivo micrométrica y fácil de usar.

La carrera de diseño mínima, según EN 15129 debe ser de ± 50 mm para puentes y ± 25 mm para edificios. El desplazamiento de activación depende de la compresibilidad del fluido hidráulico incluido en las cámaras del dispositivo, mientras que la velocidad de activación está generalmente entre 1,00 mm/s y 20,0 mm/s.

El rango de temperatura operativa de diseño estándar está entre -25 y $+50^{\circ}\text{C}$ según la norma europea EN15129. Un rango de temperatura mayor se puede considerar en pedidos particulares.

Los TSTD no están diseñados a resistir acciones verticales, por tanto, se usan normalmente en paralelo con retenciones estructurales capaces de soportar dichas cargas, como

apoyos de goma reforzada (TENS RUBBER), apoyos de tipo pot (TENS POT) y apoyos esféricos (TENS SPHERICAL).

Los dispositivos TSTD pueden requerir el uso de acumuladores hidráulicos, diseñados para compensar la variación de volumen de fluido durante el tiempo, que es causada por temperaturas que pueden generar incrementos de presión interna con la consiguiente degradación acelerada de los sellos.

Las características principales de rendimiento se resumen de la manera siguiente:

- Invulnerabilidad a fluctuaciones de temperatura
- Fiabilidad de rendimiento con el tiempo como consecuencia de la alta calidad del fluido y los sellos internos utilizados.
- Fiabilidad de servicio y condición y durante acción sísmica
- Compensación automática de cambios volumétricos debido a expansión térmica para evitar presiones internas sin control y efectos de vacío que puede comprometer la durabilidad del dispositivo con el tiempo
- Invulnerabilidad al envejecimiento del fluido de silicona utilizado
- Viscosidad de fluido constante y estable por el rango de temperatura del dispositivo cuando las temperaturas fluctúan, con compresibilidad que permite la compensación volumétrica debida a variaciones de temperatura
- Capacidad de desplazamiento confiada a un orificio calibrado, que permite la filtración de fluido para movimientos lentos, mientras que hace de válvula cerrada para acciones de impulso
- Extremidades de eje de bisagra esféricas (pasadores), capaces de permitir rotaciones de $\pm 2^{\circ}$ (una mayor capacidad de rotación es posible a petición del cliente en particular).



Dispositivo TSTD en configuración axial estándar

COMPONENTES

A continuación se describen los componentes del dispositivo con particular referencia a los materiales y normas.

CILINDRO

El cilindro está hecho de un tubo de acero S355J2, S355J0, S355JR (EN10025) o equivalente, lapeado internamente.

En su superficie exterior se proporcionan dos agujeros para cargar el fluido, más dos agujeros adicionales utilizados como ventilación de aire; los agujeros mencionados anteriormente están equipados con válvulas de junta rápida para carga de relleno viscoso y presión (incluyendo su control durante las pruebas del dispositivo).

La parte externa del cilindro está protegida adecuadamente contra agentes agresivos, después del ciclo de pintura descrito en la sección *Disposiciones y Prácticas Generales*.

VASTAGO

La barra de soporte está hecha de acero de aleación 39Ni-Cr-Mo3 (EN10083) o superior. La barra original, después de los tratamientos de pulido y chapado, se corta al tamaño deseado con una sierra de cinta. En ambos extremos se realizan conexiones roscadas.



PISTÓN

El pistón está hecho de acero de aleación tipo S355J2, S355J0, S355JR (EN10025) o superior. La conexión a la barra de soporte está sujeta mediante un agujero central adecuadamente roscado. En la superficie de contacto del pistón-cilindro, se inserta un sistema de sellos, franjas de guía y anillos de sellado, necesario para evitar la pérdida del fluido interno contenido en las cámaras. En el cuerpo del pistón se insertan orificios calibrados, necesarios para una correcta funcionalidad del dispositivo.

PERNOS

La creación de las conexiones de bisagra entre el dispositivo y los elementos estructurales se lleva a cabo a través de un sistema de conexiones de acero 39NiCrMo3 (EN10083).

FLUIDO HIDRÁULICO

El fluido hidráulico utilizado es generalmente aceite de silicona, pero otros tipos de fluido pueden ser proporcionados dependiendo de las circunstancias, necesidades de diseño o especificaciones técnicas.



TSTD - detalle

MATERIALES

ELEMENTO	MATERIAL	NORMA EUROPEA RELEVANTE
Cilindro	S355J2, 0, JR o equivalente	EN10025
Tapas y conexiones a la estructura	S355J2, 0, JR o equivalente	EN10025
Pernos	39NiCrMo3 o equivalente	EN10083
Vastago	39NiCrMo3 o equivalente	EN10083
Pistón	S355J2, 0, JR o equivalente	EN10025
Fluido hidráulico	Aceite de silicona	

Aeropuerto de Fontanarossa, Catania (Italia)



MARCADO

Cada dispositivo está identificado mediante las iniciales TSTD (TENZA SHOCK TRANSMITTER DEVICE) seguidas de dos valores. La primera representa la capacidad máxima horizontal del dispositivo (kN), mientras que la segunda representa el desplazamiento máximo expresada en mm, bajo la combinación de carga ULS.

A continuación se muestra un ejemplo:

	Capacidad máxima horizontal (kN)	
TSTD	1500/±200	
TENZA SHOCK TRANSMITTER DEVICE		Desplazamiento máximo (mm)

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LOS DISPOSITIVOS

El catálogo de TSTD ha sido preparado siguiendo la norma EN15129.

La carga de diseño horizontal máxima considerada es igual a 5000 kN y por cada capacidad nominal de cada dispositivo, se consideran dos valores de desplazamiento.

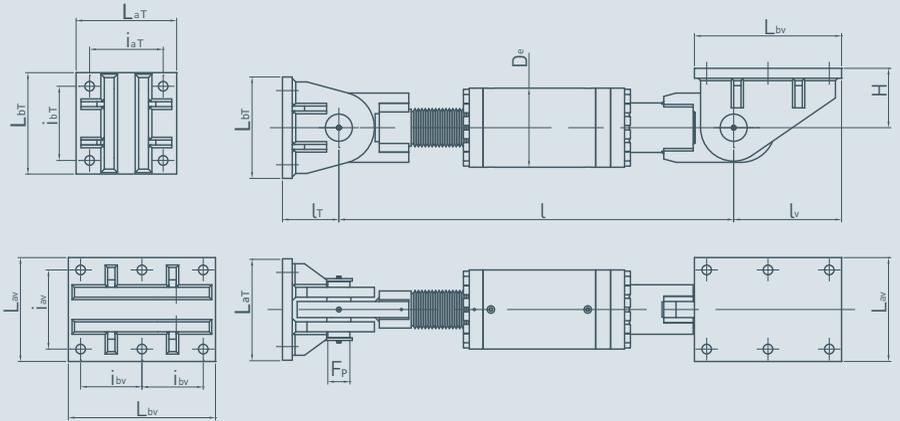
Los dispositivos con mayor capacidad horizontal, desplazamiento o una conexión diferente a la estructura pueden ser diseñados según una petición específica.

El departamento técnico de TENSA está disponible para evaluar y diseñar soluciones hechas a medida para edificios, puentes y cualquier otro tipo de estructura que requiera protección sísmica.

Dispositivo TSTD en configuración axial estándar



TABLAS TÉCNICAS DEL CATÁLOGO



DIMENSIONES TÍPICAS PARA EDIFICIOS

DISPOSITIVO	F (ULS)	d (ULS)	D	L	L _T	L _V	F _P	L _{aT}	L _{bT}	i _{aT}	i _{bT}	N°	L _{aV}	L _{bV}	i _{aV}	i _{bV}	N°	H
	[kN]	[±mm]	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)
TSTD 500/±25	500	25	185	760	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	160	6 M30	200
TSTD 500/±50	500	50	185	850	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	160	6 M30	200
TSTD 750/±25	750	25	215	850	220	330	70	300	350	220	275	4 M30	300	410	220	160	6 M36	200
TSTD 750/±50	750	50	215	940	220	330	70	300	350	220	275	4 M30	300	410	220	160	6 M36	200
TSTD 1000/±25	1000	25	250	960	245	330	80	325	350	230	260	4 M36	325	420	230	155	6 M42	200
TSTD 1000/±50	1000	50	250	1040	245	330	80	325	350	230	260	4 M36	325	420	230	155	6 M42	200
TSTD 1250/±25	1250	25	290	1080	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TSTD 1250/±50	1250	50	290	1160	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TSTD 1500/±25	1500	25	300	1180	280	425	90	400	450	290	345	4 M42	400	530	290	205	6 M48	250
TSTD 1500/±50	1500	50	300	1260	280	425	90	400	450	290	345	4 M42	400	530	290	205	6 M48	250
TSTD 2000/±25	2000	25	350	1365	325	505	110	450	500	330	380	4 M48	450	630	330	170	8 M48	275
TSTD 2000/±50	2000	50	350	1445	325	505	110	450	500	330	380	4 M48	450	630	330	170	8 M48	275

DIMENSIONES TÍPICAS PARA PUENTES

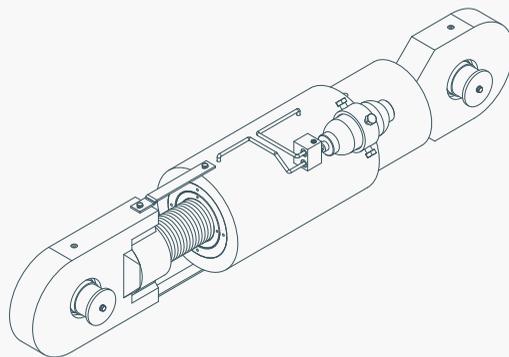
DISPOSITIVO	F (ULS)	d (ULS)	D	L	L _T	L _V	F _P	L _{aT}	L _{bT}	i _{aT}	i _{bT}	N°	L _{aV}	L _{bV}	i _{aV}	i _{bV}	N°	H
	[kN]	[±mm]	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)
TSTD 500/±200	500	200	185	1650	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	160	6 M30	200
TSTD 500/±300	500	300	185	2175	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	160	6 M30	200
TSTD 750/±200	750	200	215	1735	220	330	70	300	350	220	275	4 M30	300	410	220	160	6 M36	200
TSTD 750/±300	750	300	220	2275	220	330	70	300	350	220	275	4 M30	300	410	220	160	6 M36	200
TSTD 1000/±200	1000	200	250	1820	245	330	80	325	350	230	260	4 M36	325	420	230	155	6 M42	200
TSTD 1000/±300	1000	300	250	2350	245	330	80	325	350	230	260	4 M36	325	420	230	155	6 M42	200
TSTD 1250/±200	1250	200	290	1905	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TSTD 1250/±300	1250	300	290	2435	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TSTD 1500/±200	1500	200	300	1955	280	425	90	400	450	290	345	4 M42	400	530	290	205	6 M48	250
TSTD 1500/±300	1500	300	300	2485	280	425	90	400	450	290	345	4 M42	400	530	290	205	6 M48	250
TSTD 2000/±200	2000	200	350	2080	325	505	110	450	500	330	380	4 M48	450	630	330	170	8 M48	275
TSTD 2000/±300	2000	300	350	2610	325	505	110	450	500	330	380	4 M48	450	630	330	170	8 M48	275
TSTD 2500/±200	2500	200	390	2165	350	535	120	450	550	340	220	6 M42	450	680	340	190	8 M48	300
TSTD 2500/±300	2500	300	390	2700	350	535	120	450	550	340	220	6 M42	450	680	340	190	8 M48	300
TSTD 2500/±400	2500	400	390	3230	350	535	120	450	550	340	220	6 M42	450	680	340	190	8 M48	300
TSTD 3000/±200	3000	200	430	2300	400	585	140	500	600	380	240	6 M48	500	740	380	200	8 M56	350
TSTD 3000/±300	3000	300	430	2830	400	585	140	500	600	380	240	6 M48	500	740	380	200	8 M56	350
TSTD 3000/±400	3000	400	430	3360	400	585	140	500	600	380	240	6 M48	500	740	380	200	8 M56	350
TSTD 4000/±200	4000	200	500	2440	450	710	160	550	650	430	175	8 M48	550	890	430	190	10 M56	350
TSTD 4000/±300	4000	300	500	2970	450	710	160	550	650	430	175	8 M48	550	890	430	190	10 M56	350
TSTD 4000/±400	4000	400	500	3500	450	710	160	550	650	430	175	8 M48	550	890	430	190	10 M56	350
TSTD 5000/±200	5000	200	580	2620	495	940	180	600	750	480	210	8 M48	600	1140	480	200	12 M56	450
TSTD 5000/±300	5000	300	580	3150	495	940	180	600	750	480	210	8 M48	600	1140	480	200	12 M56	450
TSTD 5000/±400	5000	400	580	3680	495	940	180	600	750	480	210	8 M48	600	1140	480	200	12 M56	450



04

AMORTIGUADOR TENS FLUID VISCOUS

Los TFVD están diseñados para reducir la respuesta estructural sísmica añadiendo importante disipación de energía al sistema.
Se utilizan en paralelo con apoyo y aisladores y también como contro vientos disipativo en edificios.



DESCRIPCIÓN

Los TENS FLUID VISCOUS DAMPERS (TFVD) dependen de la velocidad y son disipadores hidráulicos. Estos dispositivos aseguran una respuesta estructural mejor cuando son sometidos a acciones dinámicas, incluyendo las inducidas por terremotos, proporcionando una contribución importante en cuanto a disipación de energía. Desde el punto de vista de la construcción, cada dispositivo está formado por un cilindro de acero, dividido en dos cámaras mediante un pistón. Las cámaras están llenas de un fluido viscoso basado en silicona.

Cuando se someten a un aporte dinámico, se genera un movimiento relativo entre el pistón y el cilindro, que obliga al fluido a pasar de una cámara del dispositivo hidráulico a otro, a través de un sistema hidráulico. El sistema está diseñado de manera en que, para movimientos lentos (como variaciones de temperatura y encendido) se induce una fuerza de restauración insignificante (menor al 10% de la capacidad de diseño del dispositivo), asegurando así el movimiento relativo entre las juntas, evitando los efectos de la fatiga.

A medida que aumenta la velocidad de la carga, también aumenta la fuerza de reacción generada por el dispositivo y este comportamiento cumple con la siguiente ley constitutiva:

$$F = C \cdot V^\alpha$$

donde:

F = Fuerza transmitida por el dispositivo (kN);

C = $\text{kN}/(\text{mm}/\text{seg})^\alpha$;

V = índice de aplicación de velocidad de carga (mm/seg);

α = término que toma en consideración las propiedades de amortiguación del dispositivo.

Cuando consideramos los amortiguadores de fluido-dinámicos, el valor del coeficiente alfa es menor que 1 (normalmente igual a 0,15). Un dispositivo con un valor menor que alfa puede asegurar una disipación de energía mayor.



Autopista A24 L'Aquila Teramo Cantiere Pizzoli (Italia)

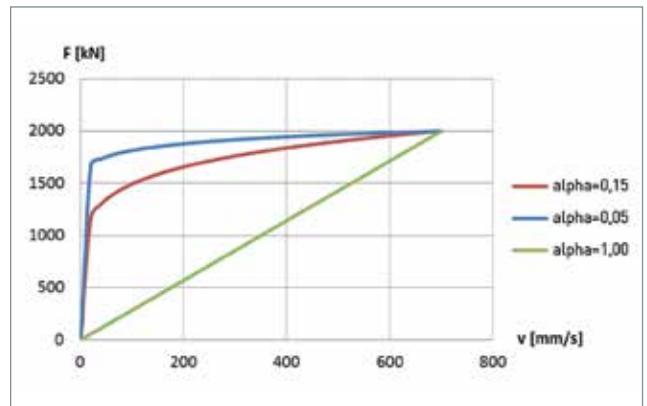


Diagrama de respuesta típica Fuerza/Velocidad (variable alfa de 1,00 a 0,05)

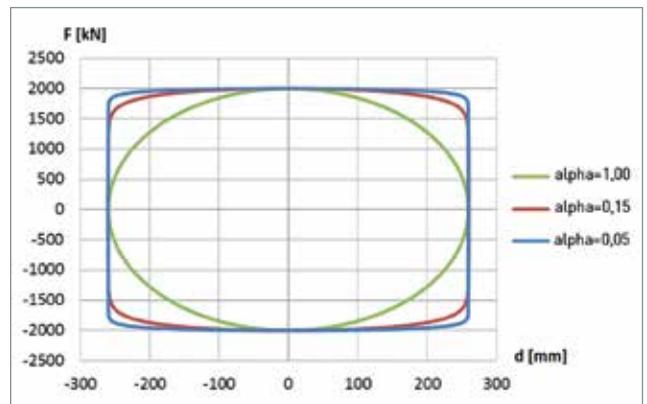
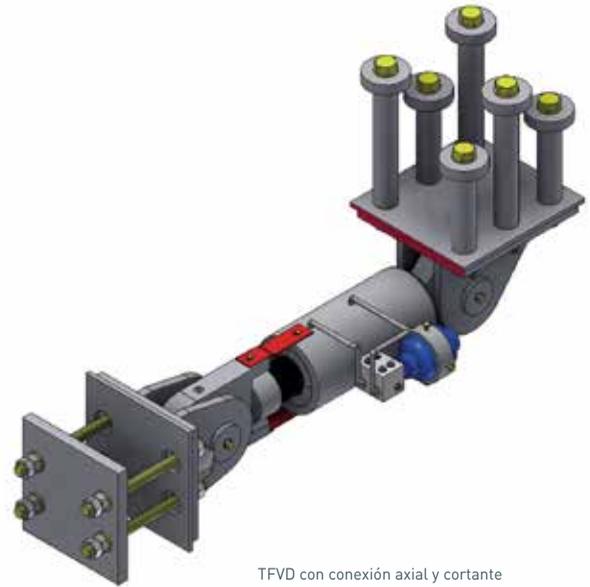


Diagrama de respuesta típica Fuerza/Desplazamiento (variable alfa de 1,00 a 0,05)



Dispositivo TFVD



TFVD con conexión axial y cortante

Al contrario que los dispositivos TSTD, los dispositivos TFVD nunca muestran comportamiento *pseudo-rígido* en su rango de velocidad operacional completo.

Los amortiguadores TFVD son capaces de transportar fuerzas de compresión y tensión.- Para mantener la carga transmitida alineada a lo largo del eje del dispositivo, y para evitar los efectos de flexión no deseados, el dispositivo está equipado con bisagras esféricas en ambos extremos.

El desplazamiento de los dispositivos TFVD debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1) Efectos a largo plazo
- 2) Desplazamientos causados por cambios de temperatura
- 3) Deformaciones dinámicas
- 4) Cualquier ajuste en longitud requerido por los ingenieros estructurales, incluyendo una instalación de dispositivo micrométrica y fácil de usar.

La carrera no puede ser, bajo ninguna circunstancia, menor que ± 50 mm para bisagras y ± 25 mm para edificios. El rango de temperatura de diseño operativa estándar está entre -25

y $+ 50$ °C en cumplimiento con la norma europea EN15129. Un rango de temperatura mayor se puede considerar en pedidos particulares.

Los dispositivos TFVD no son capaces de resistir acciones verticales y por tanto se utilizan normalmente en paralelo con los siguientes tipos de dispositivo: soportes de goma reforzados (TENS RUBBER), apoyos de tipo POT (TENS POT), apoyos esféricos (TENS SPHERICAL) y aisladores sísmicos (TDRI, TLRI y TFPD). También pueden ser utilizados como dispositivos de disipación y no necesitarían ser complementados por los apoyos estructurales en esta aplicación descrita anteriormente.

Los dispositivos TFVD pueden requerir el uso de acumuladores externos adecuados para compensar la cavitación potencial, que puede ocurrir con cargas de alta velocidad y posibles variaciones de volumen de fluido con el tiempo desde fluctuaciones en temperatura, que pueden causar aumentos de presión interna con el deterioro acelerado consiguiente de los sellos.



Dispositivo TFVD en configuración axial estándar

Las características principales de rendimiento de los TFVD se resumen a continuación:

- Invulnerabilidad a variaciones de temperatura
- Fiabilidad de rendimiento con el tiempo como consecuencia de la alta calidad del fluido y los sellos internos utilizados
- Fiabilidad de servicio y condición y durante acción sísmica
- Compensación automática de cambios volumétricos debido a expansión térmica para evitar presiones internas sin control y efectos de vacío que puede comprometer la durabilidad del dispositivo con el tiempo
- Invulnerabilidad al envejecimiento del fluido de silicona utilizado
- Viscosidad de fluido constante y estable por el rango de temperatura del dispositivo con compresibilidad que permite la compensación volumétrica debida a variaciones de temperatura
- Movimiento relativo garantizado entre los elementos estructurales conectados en caso de bajas velocidades, aseguradas mediante la presencia de un orificio calibrado específico que permite el paso del fluido entre las dos cámaras del sistema hidráulico. Como se determina en la norma europea EN 15129, la fuerza horizontal transmitida generada por el TFVD en caso de movimientos lentos deben ser menores al 10% de su capacidad nominal
- Activación del sistema hidráulico interno bajo impulso, para asegurar la disipación de energía requerida y la fuerza reactiva de diseño
- Bisagra esférica, capaz de permitir rotaciones de $\pm 2^\circ$ (una mayor capacidad de rotación es posible a petición del cliente en particular).

COMPONENTES

A continuación se describen los componentes del dispositivo con particular referencia a los materiales y normas.

CILINDRO

El cilindro es fabricado a partir de un tubo de acero S355J2, S355J0, S355JR (EN10025) o equivalente, pulido internamente.

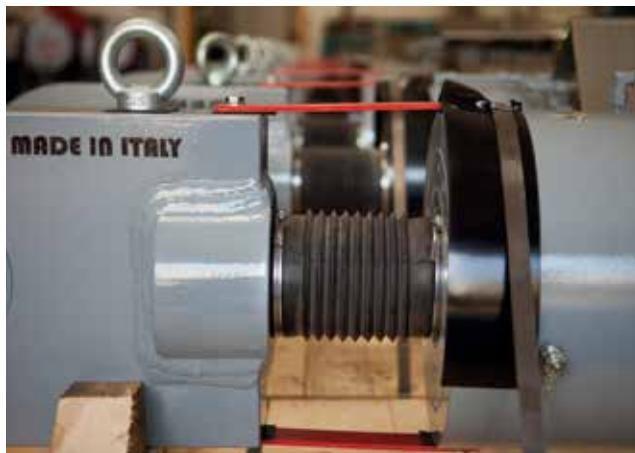
En su superficie exterior se proporcionan dos agujeros para cargar el fluido, más dos agujeros adicionales utilizados como ventilación de aire; los agujeros mencionados anteriormente están equipados con válvulas de junta rápida para carga de relleno viscoso y presión (incluyendo su control durante las pruebas del dispositivo).

La parte externa del cilindro está protegida adecuadamente contra agentes agresivos, después del ciclo de pintura descrito en la sección *Disposiciones y Prácticas Generales*.

VASTAGO

El vástago de soporte está realizado en acero de aleación 39NiCrMo3 (EN10083) o superior. La barra original, después de los tratamientos de pulido y chapado, se corta al tamaño deseado con una sierra de cinta. En ambos extremos se realizan conexiones roscadas.

TFVD - detalles



PISTÓN

El pistón está fabricado en acero de aleación tipo 355J2, S355J0, S355JR (EN10025) o superior. La conexión a la barra de soporte está sujeta mediante un agujero central adecuadamente roscado. En la superficie de contacto del pistón-cilindro, se inserta un sistema de sellos, franjas de guía y anillos de sellado, necesario para evitar la pérdida del fluido interno contenido en las cámaras. En el cuerpo del pistón se insertan orificios calibrados, necesarios para corregir la funcionalidad del dispositivo.

PERNOS

La creación de las conexiones entre el dispositivo y los elementos estructurales se lleva a cabo a través de un sistema de pernos de acero 39NiCrMo3 (EN10083).

FLUIDO HIDRÁULICO

El fluido hidráulico usado afecta la capacidad de amortiguación del dispositivo. En particular, en caso de los amortiguadores viscosos, los diferentes tipos de materiales utilizados permiten la variación, dependiendo de las necesidades del proyecto, de los parámetros que rigen la ley constitutiva y por tanto la fuerza de reacción y la velocidad de carga. Generalmente se utiliza el aceite de silicona, pero otros tipos de fluido pueden ser proporcionados dependiendo de las necesidades de diseño o especificaciones técnicas.



MATERIALES

ELEMENTO	MATERIAL	NORMA EUROPEA RELEVANTE
Cilindro	S355J2, J0, JR o equivalente	EN10025
Tapas y conexiones a la estructura	S355J2, J0, JR o equivalente	EN10025
Pernos	39NiCrMo3 o equivalente	EN10083
Vastago	39NiCrMo3 o equivalente	EN10083
Pistón	S355J2, J0, JR o equivalente	EN10025
Fluido hidráulico	Aceite de silicona	



MARCADO

Cada dispositivo está identificado mediante las iniciales TFVD (TENS FLUID VISCOUS DAMPER) seguidas de dos valores. El primero representa la capacidad de diseño horizontal máxima del dispositivo (kN), mientras que el segundo representa el desplazamiento máximo expresado en mm, bajo la combinación ULS de carga.

A continuación se muestra un ejemplo:

TFVD	1500/±200
TENS FLUID VISCOUS DAMPER	Desplazamiento máximo (mm)
	Capacidad máxima horizontal (kN)

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LOS DISPOSITIVOS

El catálogo de TFVD ha sido preparado siguiendo la norma EN15129.

La carga de diseño horizontal máxima considerada es igual a 5000 kN y para cada capacidad nominal del dispositivo se estudian dos valores de desplazamiento. El alfa considerado es 0,15.

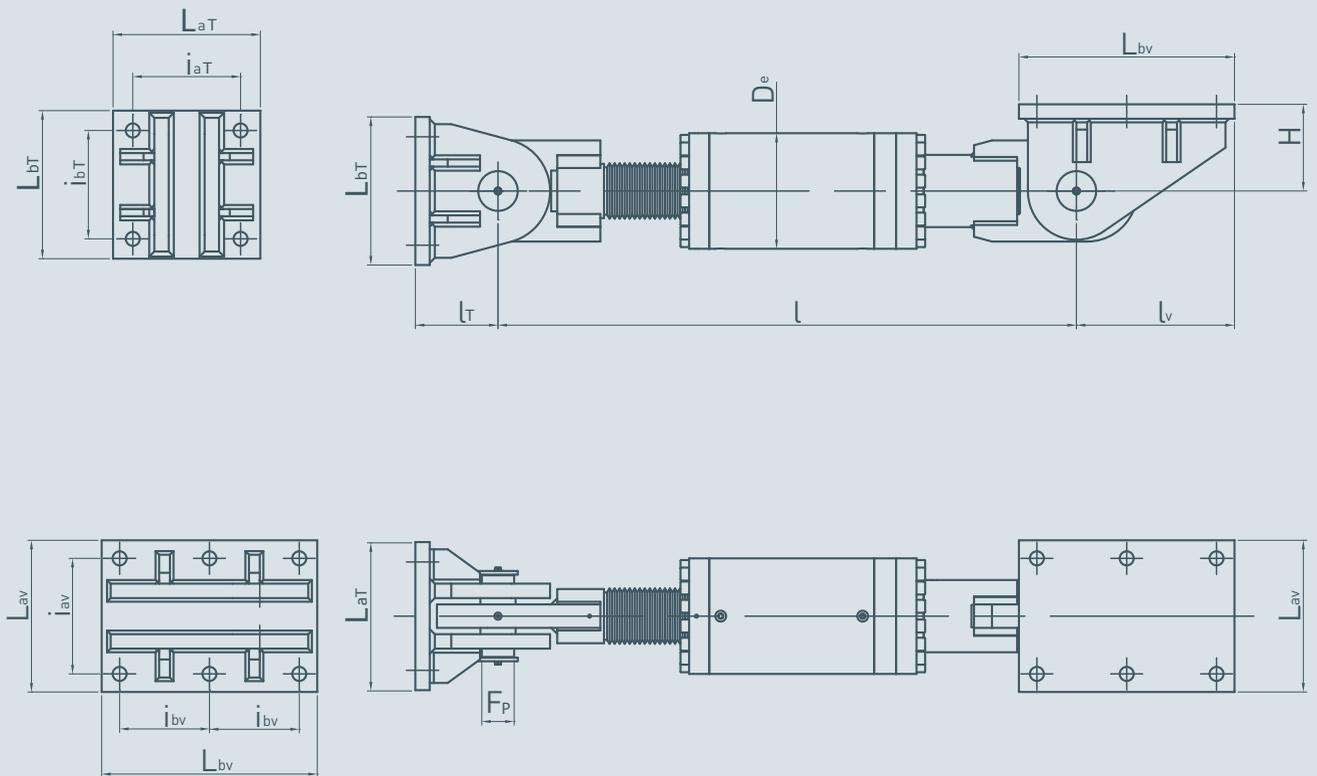
Los dispositivos con mayor capacidad horizontal, valor alfa, desplazamiento o una conexión diferente a la estructura pueden ser diseñados según una petición específica.

El departamento técnico de TENSA está disponible para evaluar y diseñar soluciones hechas a medida para edificios, puentes y cualquier tipo de estructura que requiere protección sísmica.



Dispositivo TFVD con movimientos de deslizamiento libres ortogonalmente a la dirección de trabajo del dispositivo

TABLAS TÉCNICAS DEL CATÁLOGO



DIMENSIONES TÍPICAS PARA EDIFICIOS

DISPOSITIVO	F (ULS)	d (ULS)	D	L	L _T	L _V	F _P	L _{aT}	L _{bT}	i _{aT}	i _{bT}	N°	L _{aV}	L _{bV}	i _{aV}	i _{bV}	N°	H
	[kN]	[±mm]	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)
TFVD 500/±25	500	25	190	770	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	165	6 M27	200
TFVD 500/±50	500	50	190	870	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	165	6 M27	200
TFVD 750/±25	750	25	225	835	200	380	60	250	300	190	240	4 M24	250	450	190	185	6 M30	200
TFVD 750/±50	750	50	225	915	200	380	60	250	300	190	240	4 M24	250	450	190	185	6 M30	200
TFVD 1000/±25	1000	25	260	905	230	430	70	300	350	220	275	4 M30	300	510	220	210	6 M36	200
TFVD 1000/±50	1000	50	260	985	230	430	70	300	350	220	275	4 M30	300	510	220	210	6 M36	200
TFVD 1250/±25	1250	25	295	995	245	430	80	325	350	230	260	4 M36	325	520	230	205	6 M42	250
TFVD 1250/±50	1250	50	295	1075	245	430	80	325	350	230	260	4 M36	325	520	230	205	6 M42	250
TFVD 1500/±25	1500	25	320	1015	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TFVD 1500/±50	1500	50	320	1105	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TFVD 2000/±25	2000	25	365	1145	300	515	100	450	450	330	330	4 M48	450	630	330	255	6 M48	250
TFVD 2000/±50	2000	50	365	1225	300	515	100	450	450	330	330	4 M48	450	630	330	255	6 M48	250

DIMENSIONES TÍPICAS PARA PUENTES

DISPOSITIVO	F (ULS)	d (ULS)	D	L	L _T	L _V	F _P	L _{aT}	L _{bT}	i _{aT}	i _{bT}	N°	L _{aV}	L _{bV}	i _{aV}	i _{bV}	N°	H
	[kN]	[±mm]	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)
TFVD 500/±200	500	200	200	1670	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	165	6 M27	200
TFVD 500/±300	500	300	200	2200	195	330	60	250	300	190	240	4 M24	250	400	190	165	6 M27	200
TFVD 750/±200	750	200	240	1705	200	380	60	250	300	190	240	4 M24	250	450	190	185	6 M30	200
TFVD 750/±300	750	300	240	2235	200	380	60	250	300	190	240	4 M24	250	450	190	185	6 M30	200
TFVD 1000/±200	1000	200	260	1760	230	430	70	300	350	220	275	4 M30	300	510	220	210	6 M36	200
TFVD 1000/±300	1000	300	260	2295	230	430	70	300	350	220	275	4 M30	300	510	220	210	6 M36	200
TFVD 1250/±200	1250	200	295	1835	245	430	80	325	350	230	260	4 M36	325	520	230	205	6 M42	250
TFVD 1250/±300	1250	300	295	2365	245	430	80	325	350	230	260	4 M36	325	520	230	205	6 M42	250
TFVD 1500/±200	1500	200	320	1900	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TFVD 1500/±300	1500	300	320	2430	265	430	90	350	400	260	310	4 M36	350	530	260	205	6 M48	250
TFVD 2000/±200	2000	200	365	2015	300	515	100	450	450	330	330	4 M48	450	630	330	255	6 M48	250
TFVD 2000/±300	2000	300	365	2545	300	515	100	450	450	330	330	4 M48	450	630	330	255	6 M48	250
TFVD 2500/±200	2500	200	400	2105	330	555	110	450	500	330	380	4 M48	450	680	330	185	8 M48	300
TFVD 2500/±300	2500	300	400	2635	330	555	110	450	500	330	380	4 M48	450	680	330	185	8 M48	300
TFVD 2500/±400	2500	400	400	3165	330	555	110	450	500	330	380	4 M48	450	680	330	185	8 M48	300
TFVD 3000/±200	3000	200	450	2215	350	595	120	500	550	360	415	4 M56	500	730	360	200	8 M48	300
TFVD 3000/±300	3000	300	450	2745	350	595	120	500	550	360	415	4 M56	500	730	360	200	8 M48	300
TFVD 3000/±400	3000	400	450	3275	350	595	120	500	550	360	415	4 M56	500	730	360	200	8 M48	300
TFVD 4000/±200	4000	200	500	2375	405	730	140	500	600	380	240	6 M48	500	890	380	250	8 M56	350
TFVD 4000/±300	4000	300	500	2905	405	730	140	500	600	380	240	6 M48	500	890	380	250	8 M56	350
TFVD 4000/±400	4000	400	500	3435	405	730	140	500	600	380	240	6 M48	500	890	380	250	8 M56	350
TFVD 5000/±200	5000	200	590	2535	455	910	160	600	700	460	185	8 M56	600	1090	460	235	10 M56	400
TFVD 5000/±300	5000	300	590	3065	455	910	160	600	700	460	185	8 M56	600	1090	460	235	10 M56	400
TFVD 5000/±400	5000	400	590	3595	455	910	160	600	700	460	185	8 M56	600	1090	460	235	10 M56	400

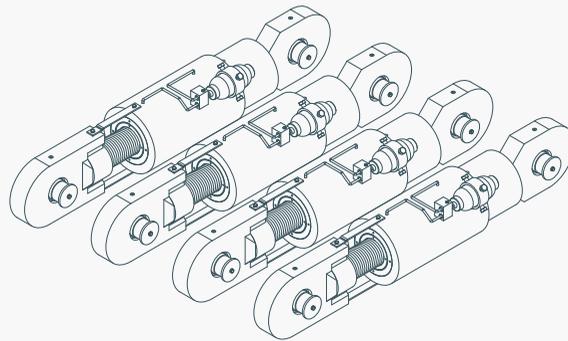
Algunos de los 293 dispositivos de conexión dinámicos listos para ser entregados a VAS, Centro Comercial de Verona, Verona (Italia)



05

DISPOSICIONES Y PRÁCTICAS GENERALES

Resumen de los reglamentos y procedimientos
operativos que garantizan la eficiencia de
nuestros dispositivos hidráulicos



TRATAMIENTO CONTRA CORROSIÓN

Salvo las especificaciones diferentes de cada cliente, las partes de metal expuestas a agentes agresivos están sometidas al siguiente ciclo de tratamiento contra la corrosión:

- Limpieza de superficie con solventes;
- Arenado de metal blanco SA,5;
- Pintura de base hecha de resinas de epoxi-poliamida;
- Pintura protectora de gran grosor hecha de resinas de epoxi modificado;
- Capa de pintura de terminación a base de resinas de poliuretano alifático.

Cualquier tipo de ciclos de tratamiento puede ser proporcionado bajo pedido, según la norma ISO 12944, también para durabilidad esperada de más de 15 años en ambientes industriales o marinos (C5-I & C5-M).



Algunos de los 293 dispositivos de conexión dinámicos listos para ser entregados a VAS, Centro Comercial de Verona, Verona (Italia)

ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Los dispositivos TFVD y TSTD deben almacenarse en un lugar limpio, seco y protegido. Para el manejo, el uso de palés de madera y de cintas de tela es preferible, y se debe evitar estrictamente el contacto entre las partes y la cuerda de acero y las cadenas, imanes de elevación, horquillas del montacargas y las superficies metálicas en general. Debe tenerse especial cuidado cuando se maneja la parte, para poder evitar cualquier tipo de daño que pudiese comprometer el dispositivo de operación estándar.

Asegúrese de que el dispositivo se eleva utilizando los puntos de conexión especificados en el manual de instalación o planos de diseño o indicados claramente en los dispositivos mediante la presencia de conexiones de ojal.

Los dispositivos no pueden dejarse en ambientes con sobrecalentamiento, ya que el sobrecalentamiento sin control del fluido viscoso presente en las cámaras del cilindro puede causar presiones internas incompatibles con el funcionamiento correcto de los sellos (temperatura máxima de 50° C).

INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

Los dispositivos están diseñados y producidos con el objetivo de minimizar la actividad de mantenimiento durante la vida de diseño esperada. Si la estructura y los dispositivos no están expuestos a condiciones excepcionales (terremotos, incendios, colisiones, etc.) deben ser inspeccionados un año después de la instalación, y después con una frecuencia no mayor a cinco años. Estas inspecciones comprenden la evaluación del comportamiento adecuado del dispositivo y la integridad de los componentes individuales, verificando una eventual pérdida de fluido. En último lugar, la comprobación periódica incluye el control del estado de la protección contra la corrosión, con la posibilidad de llevar a cabo mantenimiento localizado mediante la evaluación del tiempo y los métodos requeridos para una restauración posible, según la norma internacional ISO 12944.



DATOS NECESARIOS PARA UN DISEÑO CORRECTO

El diseño de los amortiguadores de fluido viscoso TFVD y el dispositivo de transmisión de choque TSTD se realiza según la norma europea EN 15129.

Para solicitar un presupuesto, la siguiente información es necesaria:

- Rango de temperatura máxima;
- Fuerza máxima de acoplamiento;
- Desplazamiento de acoplamiento o rigidez del dispositivo;
- Velocidad de activación (solo para TFVD);
- Coeficiente alfa (solo para TFVD);
- Tipo de soporte a ser conectado (hormigón o acero);
- Cualquier preferencia en protección contra corrosión.

La siguiente información también es necesaria para proporcionar una solución técnica óptima:

- Los planos estructurales de la instalación (planos, elevaciones y secciones)
- Detalles o elementos relacionados con la zona de posicionamiento del dispositivo para evaluar interferencias geométricas potenciales.

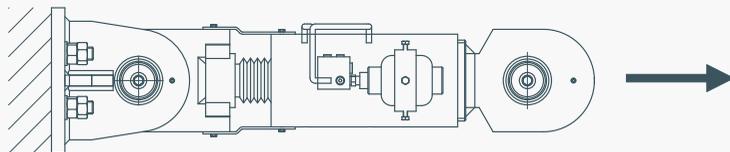
Para cualquier petición o sugerencia, contacte con el Departamento Técnico de TENSA, que estará encantado de proporcionar la solución más adecuada para los requisitos del proyecto. TENSA puede proporcionar dispositivos diseñados también según otras especificaciones técnicas y según el código ASCE 7-10 y siguientes y AASHTO.



06

CALIDAD Y PRUEBAS

Las pruebas y el control son procesos fundamentales que garantizan a nuestros clientes la calidad y eficiencia de nuestros dispositivos hidráulicos



CALIDAD Y CONTROL

Los dispositivos TENSA TFVD y TSTD están producidos según el sistema de control de calidad UNI EN ISO 9001:2008.

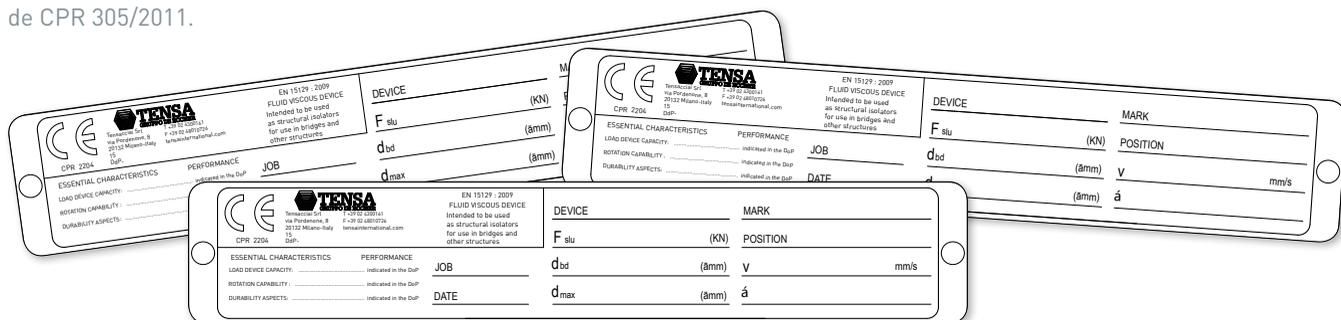
El proceso de diseño y producción completo de los TSTD y TFVD con marcado CE (EN 15129) está controlado a través de instrucciones operativas, planes de control de calidad y documentos de registro; en particular, controles en materias primas, procesos de semi producción y garantía de montaje final de que todos los productos entregados cumplan los requisitos regulatorios y el rendimiento exigidos por el cliente. TENSA aplica todas las comprobaciones y controles necesarios requeridos por EN 15129, así como los ensayos de tipo y control de producción de fábrica para verificar la constancia de rendimiento de los productos proporcionados. TENSA es inspeccionada también por organismos de certificación independientes.

Los dispositivos están acompañados por la Declaración de Constancia de Rendimiento CE, según las disposiciones de CPR 305/2011.

MARCADO CE

Los dispositivos hidráulicos están equipados con placas de identificación de aluminio con la siguiente información:

- número de identificación del organismo de certificación
- nombre o nombre comercial de identificación del productor;
- domicilio social del productor;
- los dos últimos dígitos del año en el que se adquirió la Certificación CE;
- Certificado de Constancia de Rendimiento CE;
- Número de Declaración de Constancia de Rendimiento;
- referencia a la presente norma europea;
- descripción del producto, nombre genérico, materiales, dimensiones y uso previsto.



Si es necesario, el diseño y el ensayo puede llevarse a cabo según las normas internacionales comunes, como AASHTO, DIN, SETRA, ASCE 7-10 o siguientes, FEMA u otras especificaciones del cliente.

ENSAYOS Y LABORATORIO

ENSAYOS DE TIPO DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN TEMPORALES (TSTD):

Los ensayos de tipo se llevan a cabo para certificar el rendimiento del dispositivo, convirtiéndose en la referencia para próximas pruebas de controles de calidad.

Los ensayos de tipo deberán realizarse cuando un nuevo dispositivo difiera en capacidad en más de $\pm 20\%$ o su desplazamiento de diseño sea mayor que una unidad probada anteriormente.

Las pruebas utilizadas son siguientes:

- **Prueba de presión:** presión interna igual a 125% de la máxima, mantenida durante 120 segundos. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible.
- **Prueba de baja velocidad:** pruebas cíclicas alternantes con velocidad constante menor o igual a 0,1 mm/s y amplitud igual al desplazamiento de diseño previsto para acciones sísmicas. La fuerza máxima registrada deberá ser menor al 10% de la máxima de diseño.
- **Prueba de desgaste del sello:** el dispositivo es sometido a una prueba cíclica durante 10,000 ciclos a una amplitud igual a la máxima estimada para el desplazamiento térmico. Durante la prueba no se debería detectar la pérdida de fluido.
- **Prueba de carga impulsora:** la carga de diseño prevista para acciones sísmicas debe alcanzarse en menos de 0,5 segundos y ser mantenida constante durante 5 segundos, invertida en menos de 1 segundo y finalmente mantenida durante 5 segundos. El tiempo de la carga constante puede ser aumentada por el ingeniero estructural. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o problema

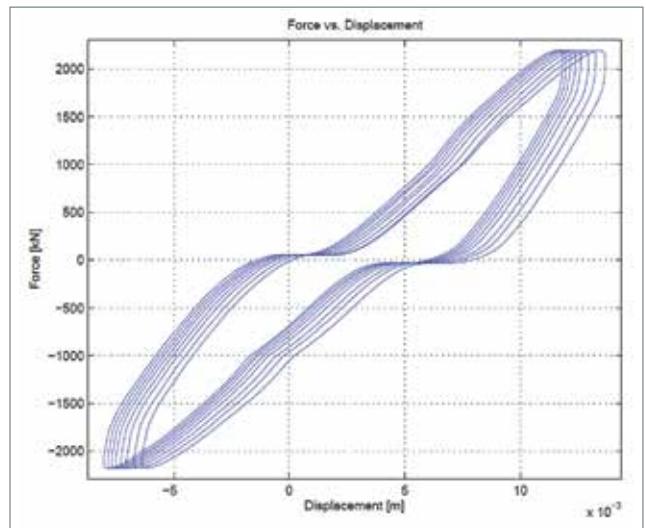


Diagrama de respuesta típica Fuerza /Desplazamiento para Pruebas Cíclicas (TSTD 2200/±105)

de soporte. La velocidad medida durante la fase de carga constante no deberá exceder la velocidad de activación. El desplazamiento registrado después de los 0,5 segundos primeros no excederá el valor de diseño en la fuerza de diseño F_d , mientras que el desplazamiento durante la inversión de carga no deberá exceder el doble del valor de diseño.

- **Prueba de sobrecarga:** la carga de diseño prevista para acciones sísmicas amplificadas por un factor igual a 1,5, debe alcanzarse en menos de 0,5 segundos y ser mantenida constante durante 5 segundos, invertida en menos de 1 segundo y finalmente mantenida durante 5 segundos. El tiempo de la carga constante puede ser aumentada por el ingeniero estructural. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible.
- **Prueba cíclica:** esta prueba consiste en aplicar la carga de diseño cíclicamente durante un tiempo igual a la duración de la fase intensiva del terremoto previsto y durante menos de 15 segundos en cada caso. Ciclos de fuerza sinusoidal aplicadas: $F(t) = F_0 \cdot \sin(2 \pi \cdot f_0 \cdot t)$ donde F_0 , f_0 y t son la fuerza de diseño, frecuencia y duración, respectivamente. Durante la prueba no se deberán detectar anomalías y fugas visibles y el desplazamiento del acoplamiento en la carga de diseño no será mayor que el valor de diseño.
- **Prueba de verificación de carrera:** El objetivo de esta prueba es verificar la capacidad del dispositivo de desplazamiento. El dispositivo debe ser sometido a un ciclo para asegurar que tienen una capacidad de desplazamiento mínima igual al valor de diseño más +1mm.

Prueba de Presión	Prueba de Baja Velocidad	Prueba de Desgaste del Sello	Prueba de Carga de Impulso	Prueba de Sobrecarga	Prueba de Carga Cíclica	Prueba de Verificación de Carrera
X*	X	X*	X	X*	X	X*

[*] Prueba realizada a temperatura de $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$

TEST FPC (CONTROL DE PRODUCCIÓN DE FÁBRICA) DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN TEMPORALES (TSTD):

Las pruebas de control de producción de fábrica se realizan para verificar que la respuesta del dispositivo cumple los requisitos de diseño. Las pruebas FPC deben llevarse a cabo en un dispositivo por lote producido, numerando los lotes de no más de 20 unidades con las mismas características de diseño.

Las pruebas se llevan a cabo, a temperatura ambiente, de la manera siguiente:

- **Prueba de presión:** presión interna igual a 125% de la máxima, mantenida durante 120 segundos. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible.
- **Prueba de baja velocidad:** pruebas cíclicas alternantes con velocidad constante menor o igual a 0,1 mm/s y amplitud igual al desplazamiento de diseño previsto para acciones sísmicas. La fuerza máxima registrada deberá ser menor al 10% de la máxima de diseño.
- **Prueba de carga impulsora:** la carga de diseño prevista para acciones sísmicas debe alcanzarse en menos de 0,5 segundos y ser mantenida constante durante 5 segundos, invertida en menos de 1 segundo y finalmente mantenida durante 5 segundos. El tiempo de la carga constante puede ser aumentada por el ingeniero estructural. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible. La velocidad medida durante la fase de carga constante no deberá exceder la velocidad de activación. El desplazamiento registrado después de los primeros 0,5 segundos no excederá el valor de diseño en la fuerza de diseño F_d , mientras que el desplazamiento durante la inversión de carga no deberá exceder el doble del valor de diseño.

Prueba de Presión	Prueba de Baja Velocidad	Prueba de Carga de Impulso
X*	X*	X*

[*] Prueba realizada a temperatura de $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$



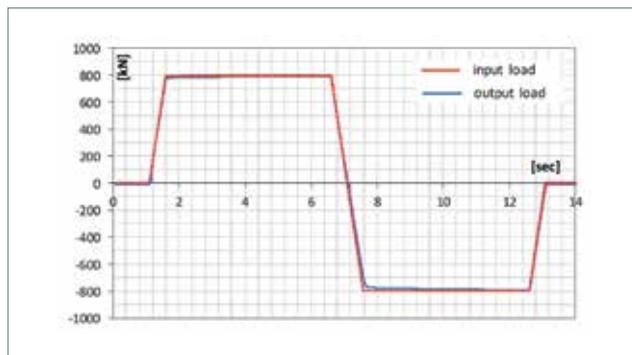
Type Test on TSTD device

TYPE TESTS VISCOUS FLUID DISSIPATION DEVICE (TFVD):

Los ensayos de tipo se llevan a cabo para certificar el rendimiento del dispositivo, convirtiéndose en la referencia para próximas pruebas de controles de calidad. Cuando un dispositivo nuevo difiere en capacidad de carga en más de $\pm 20\%$ o su velocidad de diseño es mayor que la de una unidad probada con anterioridad.

Las pruebas utilizadas son siguientes:

- **Prueba de presión:** presión interna igual a 125% de la máxima, mantenida durante 120 segundos. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible.
- **Prueba de baja velocidad:** pruebas cíclicas alternantes con velocidad constante menor o igual a 0,1 mm/s y amplitud igual al desplazamiento de diseño previsto para acciones sísmicas. La fuerza máxima registrada deberá ser menor al 10% de la máxima de diseño.
- **Prueba de desgaste del sello:** el dispositivo es sometido a una prueba cíclica durante 10,000 ciclos a una amplitud igual a la máxima estimada para el desplazamiento térmico. Durante la prueba no se debería detectar la pérdida de fluido.
- **Prueba de carga constitutiva:** El objetivo de esta prueba es determinar la curva de comportamiento de los dispositivos. Para cada valor de velocidad de aplicación de carga, se deben completar 3 ciclos completos de dbd de desplazamiento de diseño. Las pruebas deben llevarse a cabo a por lo menos 1%, 25%, 50%, 75% y 100% de la velocidad de diseño.
- **Prueba de eficiencia de amortiguación:** esta prueba es necesaria para evaluar la habilidad del dispositivo para disipar la energía. Se realizan cinco ciclos de desplazamiento armónico completos a desplazamiento: $d(t) = d_0 \cdot \sin(2 \dots * f_0 * t)$ donde d_0 , f_0 y t son el desplazamiento de diseño, fre-



Typical response diagram Force / Time for Impulsive Load Test (TSTD 800/±25)



Type Test on TFVD device

cuencia y duración, respectivamente. Durante la prueba la disipación permanecerá en el rango regulatorio.

- **Prueba de carga de viento:** si la carga de viento se considera crítica, la resistencia del dispositivo contra las vibraciones causadas por el viento debe ser evaluada. El dispositivo será sometido a pruebas cíclicas (200 ciclos) en la frecuencia y desplazamiento de diseño (por ejemplo 0,4 Hz con desplazamiento de ± 12 mm). Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible.
- **Prueba de verificación de carrera:** el objetivo de esta prueba es verificar la capacidad de desplazamiento del dispositivo. El dispositivo debe estar sometido a un ciclo de desplazamiento completo para asegurar que tienen una capacidad de carrera suficiente (mínima igual al valor de diseño más +1 mm).

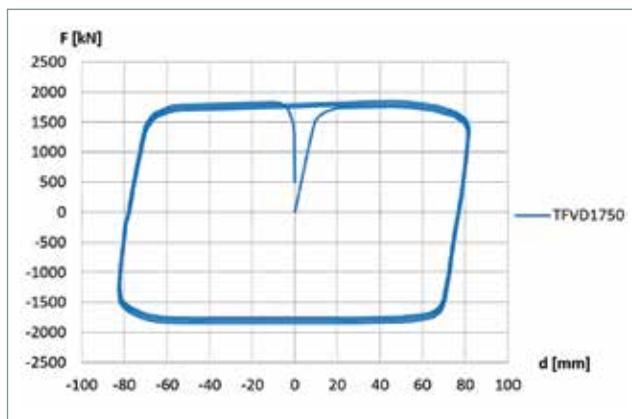


Diagrama de respuesta típica Fuerza / Desplazamiento para Prueba de Carga Constitutiva (TFVD 1750/±80 - alfa=0.15 y velocidad = 200mm/sec)

TEST FPC (CONTROL DE PRODUCCIÓN DE FÁBRICA) AMORTIGUADOR DE FLUIDO VISCOSO (TFVD):

Las pruebas de control de producción de fábrica se realizan para verificar que la respuesta del dispositivo producido cumple los requisitos de diseño.

Las pruebas FPC deben llevarse a cabo en un dispositivo por lote producido, numerando los lotes de no más de 20 unidades con las mismas características de diseño.

Las pruebas se llevan a cabo, a temperatura ambiente, de la manera siguiente:

- **Prueba de presión:** presión interna igual a 125% de la máxima, mantenida durante 120 segundos. Durante la prueba no deberá ocurrir ninguna anomalía o fuga visible.
- **Prueba de baja velocidad:** pruebas cíclicas alternantes con velocidad constante menor o igual a 0,1 mm/s y amplitud igual al desplazamiento de diseño previsto para acciones sísmicas. La fuerza máxima registrada deberá ser menor al 10% de la máxima de diseño.
- **Prueba de carga constitutiva:** El objetivo de esta prueba es determinar la curva de comportamiento de los dispositivos. Para cada valor de velocidad de aplicación de carga, se deben completar 3 ciclos completos de dbd de desplazamiento de diseño. Las pruebas deben llevarse a cabo a por lo menos 1%, 25%, 50%, 75% y 100% de la velocidad de diseño.
- **Prueba de eficiencia de amortiguación:** esta prueba es necesaria para evaluar la habilidad del dispositivo para disipar la energía. Se realizan cinco ciclos de desplazamiento armónico completos a desplazamiento: $d(t)=d_0*\sin(2 \dots *f_0*t)$ donde d_0 , f_0 y t son el desplazamiento de diseño, frecuencia y duración, respectivamente. Durante la prueba la disipación permanecerá en el rango regulatorio.

Prueba	Prueba	Prueba de Ley	Prueba de Eficiencia
X*	X*	X*	X*

(*) Prueba realizada a temperatura de [23±5]°C

Presión Prueba	Baja velocidad Prueba	Ley Constitutiva Prueba	Amortiguador Prueba de Eficiencia	Carga de Viento Prueba	Desgaste del Sello Prueba	Verificación de Carrera Prueba
X*	X	X	X	X*	X*	X*

(*) Prueba realizada a temperatura de [23±5]°C

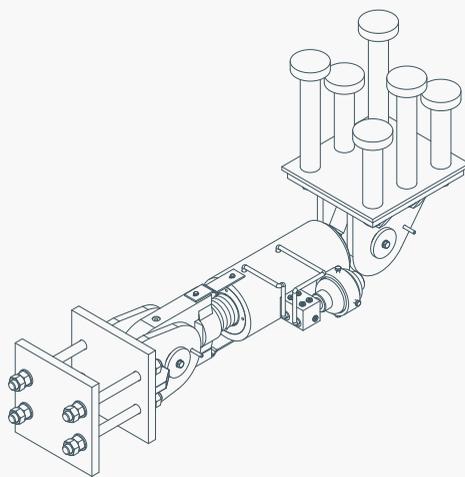
Viaducto Wadi Hanifa, Riyadh (Arabia Saudí)



07

INSTALACIÓN

Los métodos de instalación están concebidos durante las primeras fases de diseño del dispositivo



INSTALACIÓN

Para la correcta de la instalación de los dispositivos TFVD y TSTD se recomienda consultar el manual de instalación proporcionado por TENSA y los planos de construcción. Antes de la instalación, los dispositivos deben estar almacenados en ambientes que aseguren la protección contra la exposición directa a la lluvia, posibles daños, etc.

INSTALACIÓN ANTES DEL HORMIGONADO

Es posible instalar los dispositivos antes de completar el hormigonado de la superestructura.

Esta posibilidad es normalmente la solución más simple, aunque el riesgo de daños para el dispositivo incrementa debido a las operaciones de la obra. Se recomienda:

- Verificar que la longitud del dispositivo, con referencia a la carrera de diseño, tiene en cuenta el preajuste potencial, teniendo en consideración los efectos del encogido y deslizamiento, así como las condiciones de temperatura. Estas indicaciones deben estar proporcionadas por el ingeniero estructural. Para el ajuste de la longitud, siga las instrucciones proporcionadas en el manual de instrucciones.
- Proteja adecuadamente el dispositivo para que durante la fase del hormigonado, el dispositivo evite ser dañado o expuesto a un aglomerante o polvo, especialmente en el vástago.

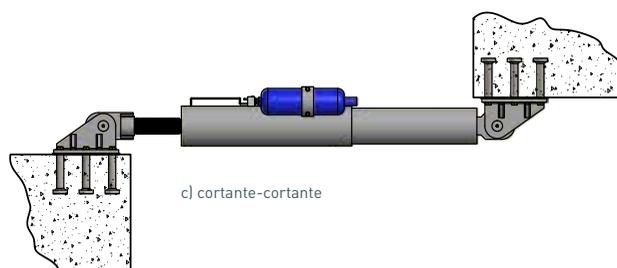
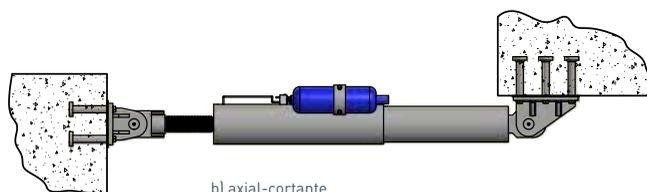
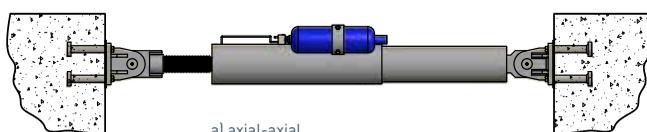
INSTALACIÓN DESPUÉS DEL HORMIGONADO

La instalación del dispositivo después de las operaciones de hormigonado representa la mejor opción, ya que el servicio hidráulico no está expuesto a los peligros conectados con las operaciones de la obra (golpes, suciedad, etc.).

Se recomienda:

- Conectar firmemente con lechada solo un extremo de anclaje del dispositivo. Es posible ajustar el dispositivo si es necesario en longitud, alineación y rotación en el extremo sin anclar, asegurando que la carrera óptima del dispositivo y la capacidad de rotación no se pierden. Por tanto, una de las dos conexiones deberán ser fijadas con lechada solo después de haber posicionado el dispositivo.
- Es necesario que el diseño permita la accesibilidad adecuada para la instalación de los dispositivos, considerando todos los requisitos de manejo posibles.

Diferente configuración de conexión:



TENSA AROUND THE WORLD

TENSA HEADQUARTERS

TENSA - HEAD OFFICE
Via Pordenone, 8
20132 Milano - ITALY
T +39 02 4300161
F +39 02 48010726
mail@tensainternational.com

TENSA - ROME OFFICE
Via Cremona, 15b
00161 Roma - ITALY
T +39 06 8084621
F +39 06 8085427
mail@tensainternational.com

TENSA - WORKSHOP
Via Buttrio, 36
33050 Pozzuolo del Friuli (UD) - ITALY
T +39 0432 6071
mail@tensainternational.com

BRANCHES

TENSA AMERICA LLC
1111 Kane Concourse, S.te 200
Bay Harbor Island - 33154 FL
T +1 305 8669917
mail@tensaamerica.com
www.tensaamerica.com

TENSA INDIA
Private LTD, India
K-71, Lokmanya Pan Bazar,
Chunabhatti,
Mumbai 400021
M + 91 98 70793974
www.tensaindia.com

TENSA RUSSIA
5th Yamskogo Polya Street, 5
Bldg 1, 16th Floor
125040 Moscow
T +7 495 2300024
mail@tensarussia.com
www.tensarussia.com





TENSA PORTUGAL

Constr. Civil e Obras Publicas
Rua Eng. Frederico Ulrich, 3210-3
Sala 314
4470-605 Moreira da Maia
T +351 229416633
F +351 229415151
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com

TENSA AUSTRALIA

Level 1, 488 Botany Road
Alexandria, NSW 2015
T +61 2 8332 6151
F +61 2 8332 6101
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com

TENSA MIDDLE EAST

RAKIA Business Center 5
Building A4, floor 12, office 1209
T +971 72432888
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com



TENSA

Via Pordenone, 8

20132 Milano, Italy

T +39 02 4300161

F +39 02 48010726

mail@tensainternational.com

www.tensainternational.com