

# Apoyos mecánicos Freyssinet



D I S E Ñ A R , C O N S T R U I R , M A N T E N E R



**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

# El grupo Freyssinet

Freyssinet reúne **un conjunto de experiencias sin parangón en el sector de la ingeniería civil especializada**. La empresa aplica soluciones de gran valor añadido en dos áreas clave: la construcción y la reparación.

Freyssinet participa en numerosos proyectos en los cinco continentes, lo que le sitúa a la cabeza mundial en sus especialidades:

- el pretensado;
- los métodos de construcción;
- las estructuras de cables;
- los equipamientos de obras;
- la reparación;
- el refuerzo y el mantenimiento de estructuras.

Freyssinet se involucra en gran medida en las cuestiones relativas al desarrollo sostenible y, en este sentido, multiplica las acciones, especialmente aquellas orientadas a reducir el impacto medioambiental de las obras o a reforzar su política de responsabilidad social.

Freyssinet es una filial del grupo Soletanche Freyssinet, líder mundial en estructuras y suelos, así como en el sector nuclear.

*Fotografías de la portada:  
Línea ferroviaria de gran velocidad: Tours-Burdeos - Viaducto de Claix*



Los apoyos son piezas de importancia capital en cualquier estructura. Por su función, desempeñan un papel preponderante en el funcionamiento de estas últimas. De ahí la necesidad de confiar el diseño de los apoyos, su fabricación y su instalación a especialistas.

**Freyssinet es líder en fabricación de estructuras y cuenta con una amplia gama de apoyos. Freyssinet estudia cada tipo de obra y propone la solución adaptada a cada necesidad.**

Nuestros apoyos se fabrican en nuestras fábricas y poseen el marcado o sello CE y están homologados en gran número de países.

## Áreas de empleo

Los apoyos se utilizan habitualmente para garantizar la unión entre el tablero de un puente y sus pilas. Pero los apoyos Freyssinet tienen muchos otros usos como, por ejemplo, los estadios, los oleoductos o cualquier otro tipo de edificio.

## Índice

3

Diseño

4

Distintos tipos de apoyos

6

Cilindros de suspensión Tetron CD

10

Apoyos esféricos Tetron SB

14

Apoyos especiales

16

Opciones

19

Sistemas de fijación a la estructura

20

Las capacidades de Freyssinet

22

Referencias

### Nuestra primera exigencia: garantizar la seguridad individual



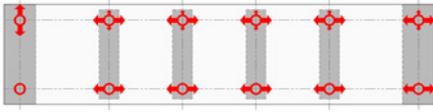
El lema «Sustainable Technology» refleja nuestra voluntad de ofrecer a los clientes soluciones duraderas y respetuosas con el medio ambiente, así como un entorno de trabajo para nuestro personal en el que la seguridad, el control de los riesgos y la innovación estén presentes en todo momento.

Así pues, controlar la seguridad en las obras es nuestra obligación principal respecto a nuestros empleados, en todo el mundo y sea cual sea la legislación del país.

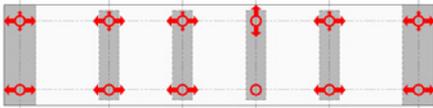
Estamos firmemente comprometidos con el objetivo de «cero accidentes»; nuestras normativas, nuestras «prácticas innegociables» y nuestras herramientas internas son el ejemplo palpable de este compromiso.

# DISEÑO

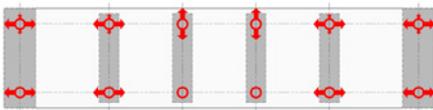
Para poder diseñar el tipo de apoyo más adaptado, es indispensable conocer bien el funcionamiento de las estructuras. En las imágenes siguientes se muestra cómo se distribuyen los apoyos más habituales bajo el tablero de un puente. Cada obra es un mundo, por eso el diseñador deberá elegir la solución más adaptada en función de las restricciones que se le imponen.



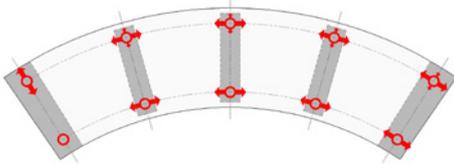
**Estribo fijo:**  
permite soportar fuerzas longitudinales importantes (por ejemplo, de frenado).



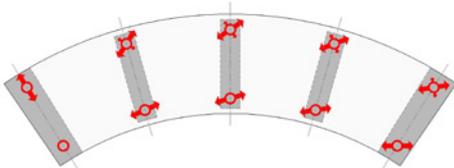
**Pila fija:**  
distribuye los movimientos del tablero para equilibrar el movimiento admisible de las juntas a ambos lados.



**Dos pilas fijas:**  
Es importante distribuir las fuerzas horizontales longitudinales. Las pilas contribuyen a absorber las fuerzas dinámicas (seísmos, frenados de urgencia de los trenes, etc.).



**Obra curva: apoyos tangenciales al desplazamiento:**  
Las juntas trabajan en paralelo al eje de la obra.

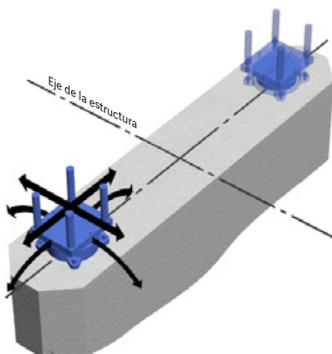


**Obra curva: apoyos deslizantes guiados, dirigidos hacia el punto fijo:**  
Las juntas trabajan en esviaje con respecto a la obra. Sólo las fuerzas laterales de ejecución hacen trabajar a los apoyos guiados.

Los apoyos Freyssinet se diseñan para garantizar una transmisión de fuerzas entre la superestructura y sus soportes, así como para facilitar los desplazamientos y las rotaciones. Cada gama incluye tres tipos de apoyos:

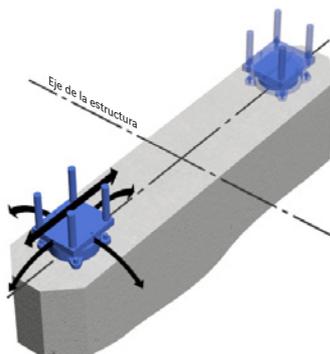
## Apoyos libres

Transmiten las fuerzas verticales y dejan libres todos los movimientos de la superestructura, en traslación y en rotación.



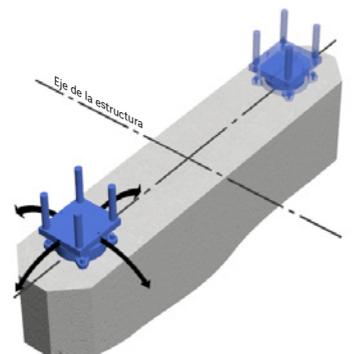
## Apoyos guiados

Transmiten las fuerzas verticales y las horizontales en una dirección. El movimiento de traslación en dirección perpendicular queda libre, al igual que el de rotación.



## Apoyos fijos

Transmiten todas las fuerzas verticales y horizontales, dejando libre la rotación de la superestructura.

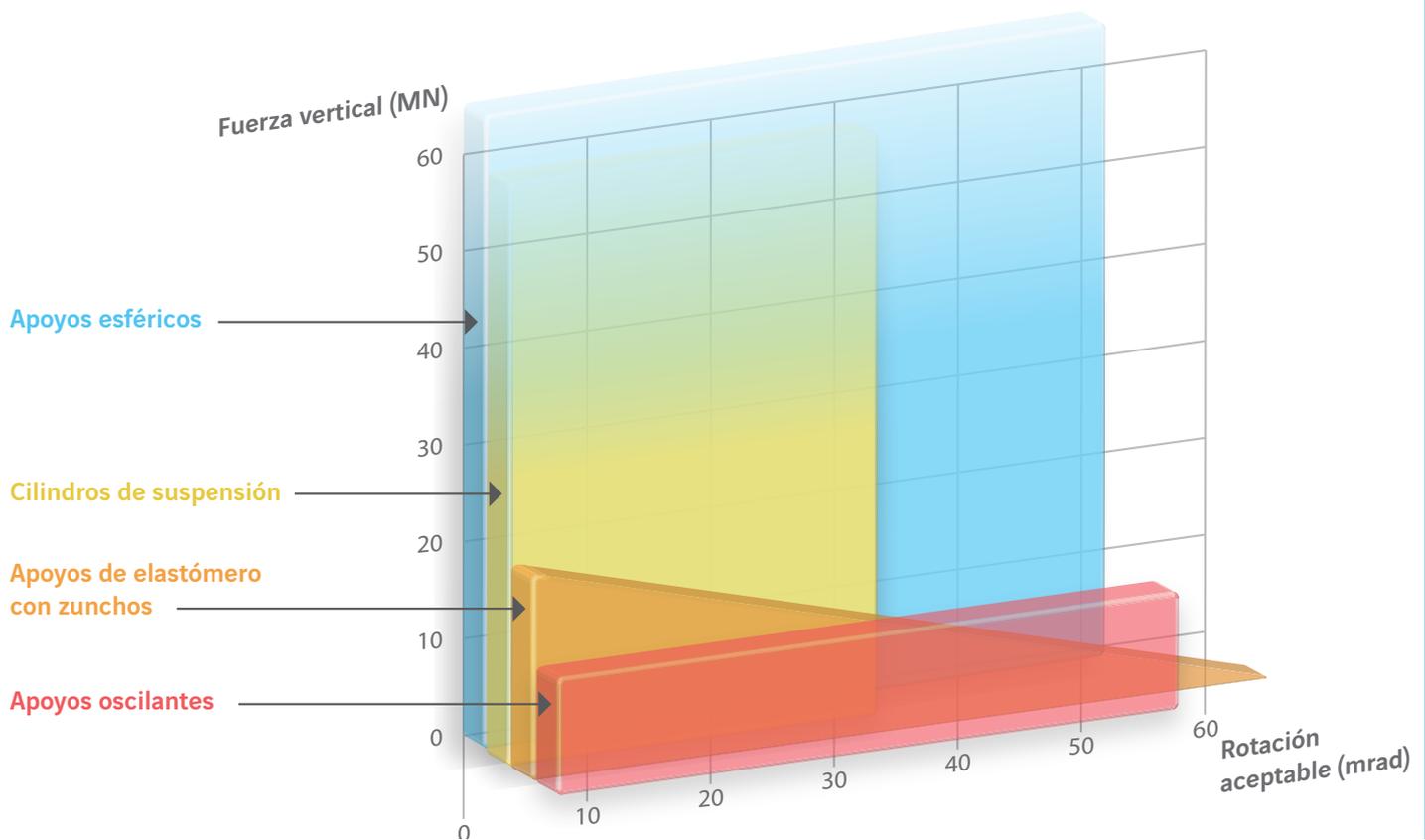


La fricción debe tenerse en cuenta en las direcciones que se dejan libre en traslación: según el código (en general 3%).

# DISTINTOS TIPOS DE APOYOS

Los apoyos se clasifican en cuatro grandes grupos, cada uno concebido para responder a distintos criterios. Se dividen en:

- Apoyos de elastómero
- Cilindros de suspensión
- Apoyos esféricos
- Apoyos especiales



## Criterios de selección:

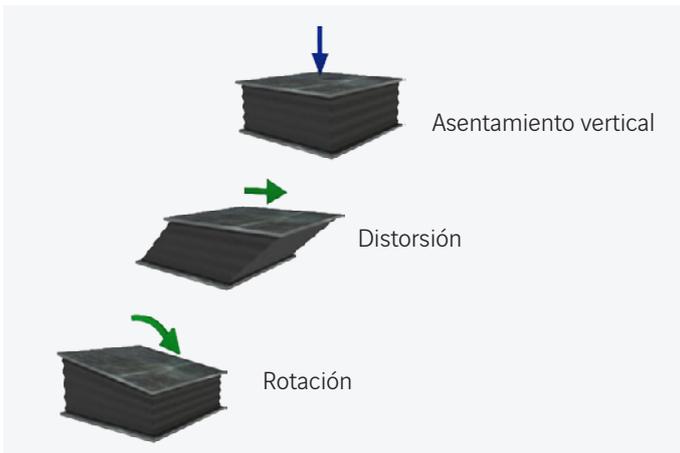
Uno de los criterios de selección de apoyo es la carga vertical aplicada y la rotación concomitante aceptable.

Los demás criterios se basan principalmente en las funciones que debe cumplir el apoyo, por ejemplo:

- Bloqueo de la rotación en una dirección;
- Intensidad de fuerzas horizontales;
- Agresividad (tipo) del entorno;
- Facilidad de mantenimiento;
- Nivel (zona) sísmico;
- Restricciones de espacio;
- Durabilidad.

Tipos de apoyos	Carga vertical	Carga horizontal	Movimiento longitudinal	Movimiento transversal	Rotación
De elastómero	●●●○	●●●○	●●●○	●●●○	●●●●
Cilindro	●●●●	●●●○	●●●●	●●●●	●●●○
Esférico	●●●●	●●●○	●●●●	●●●●	●●●●
Lineal oscilante	●●●○	●●●○	●●●●	●●●●	●●●●
Claves de corte	-	●●●●	●●●●	-	●●●○
Pasador de corte	-	●●●●	-	-	●○○○
De bulón	●●●○	●●●○	●●●●	●●●●	●●●●

## APOYOS DE ELASTÓMERO

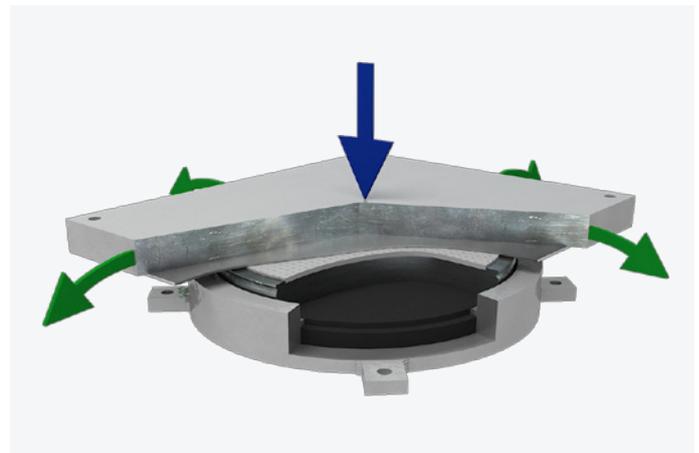


Los apoyos de elastómero se utilizan para cargas verticales, normalmente inferiores a 18.000 kN. La capacidad de deformación del apoyo es lo que garantiza los movimientos aceptables. A más movimientos menor será la carga admisible. Están formados por una sucesión de capas de elastómero y de chapas de acero.



Estos apoyos no se tratan en este documento no se tratan ya que son objeto de un folleto específico.

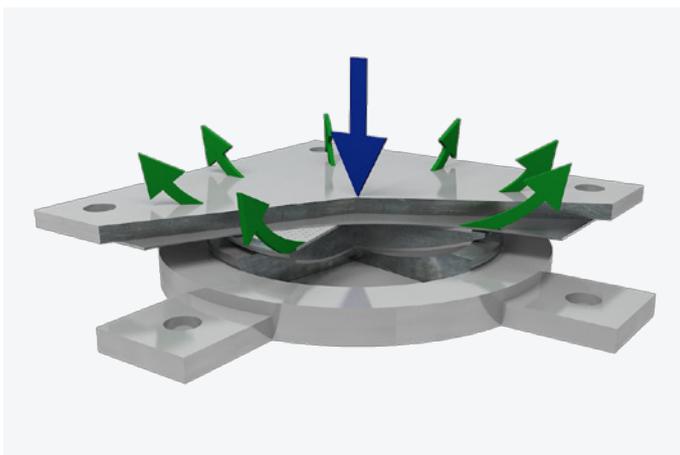
## CILINDROS DE SUSPENSIÓN



Los cilindros de suspensión absorben cargas verticales extraordinariamente grandes.

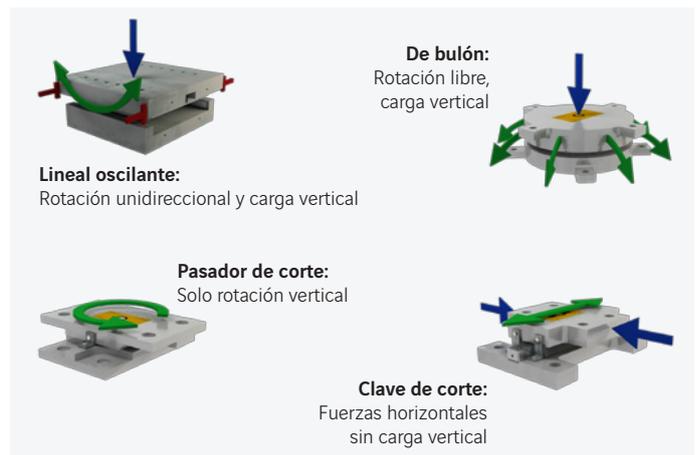
Están formados por un disco de elastómero inserto entre un cilindro de acero y un pistón circular, que soporta cargas mucho mayores que un apoyo de elastómero clásico. La deformación del elastómero define la capacidad en rotación (hasta 30 mrad).

## APOYOS ESFÉRICOS



Los apoyos esféricos no sólo soportan las cargas verticales elevadas, sino también las rotaciones importantes (hasta 50 mrad). No incluyen componentes de elastómero y la rotación se realiza sobre una luz esférica por contacto entre un material deslizante y una superficie en acero cromado.

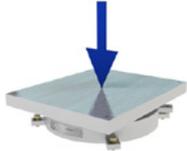
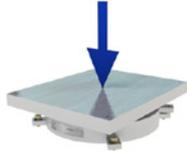
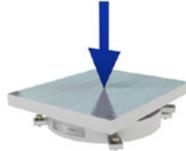
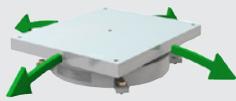
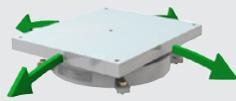
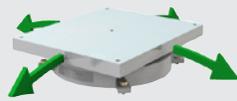
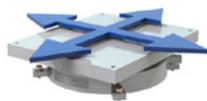
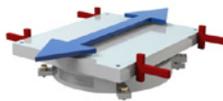
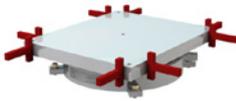
## APOYOS ESPECIALES



Los apoyos especiales no incluyen ningún elemento de elastómero. Todas las funciones se realizan por contacto entre acero con acero y en superficies deslizantes. Hay varios tipos (ver arriba).

# CILINDROS DE SUSPENSIÓN TETRON CD

Existen tres tipos de apoyos, que se diferencian por sus movimientos aceptables:

Tipo	Apoyo deslizante libre	Apoyo deslizante guiado	Apoyo fijo
	<b>GL</b>	<b>GGL / GGT</b>	<b>FX</b>
Símbolo			
Fuerza vertical			
Rotación	 Hasta 30 mrad	 Hasta 30 mrad	 Hasta 30 mrad
Desplazamiento horizontal	 Multidireccional	 Unidireccional	 Bloqueado

## Dimensionamiento

El tamaño de la estructura de los apoyos se determina con base en los siguientes criterios:

- Fuerza vertical;
- Desplazamiento aceptable;
- Rotación aceptable;
- Temperaturas de exposición;
- Esfuerzos aceptables en los soportes;
- Fuerza horizontal.

El cálculo puede basarse en varias normas, siendo las más habituales:

- EN 1337 (norma europea);
- BS 5400 (norma británica);
- AASHTO LRFD 2012 (norma estadounidense);
- AS 5100 (norma australiana).

## Denominación

La denominación de los apoyos TETRON CD permite identificar sus principales características.

<b>GL</b> Apoyo libre	<b>20.000</b> Fuerza vertical en ELU (estado límite último) en kN	•	<b>250</b> Desplazamiento longitudinal total aceptable en mm	•	<b>40</b> Desplazamiento transversal total aceptable en mm
<b>GGT</b> Apoyo guiado transversal		-	<b>800</b> Fuerza longitudinal en ELU en kN	•	<b>40</b> Desplazamiento transversal total aceptable en mm
<b>GGL</b> Apoyo guiado longitudinal		-	<b>800</b> Fuerza transversal en ELU en kN	•	<b>40</b> Desplazamiento longitudinal total aceptable en mm
<b>FX</b> Apoyo fijo		-	<b>900</b> Fuerza horizontal en ELU en kN (resultante de x/y*)		

Así, es posible encontrarse con las siguientes denominaciones:

- TETRON CD GL 20.000.250.40
- TETRON CD GGL 20.000-800.40
- TETRON CD FX 20.000-900

\* x: eje longitudinal  
y: eje transversal

# CILINDROS DE SUSPENSIÓN TETRON CD GL



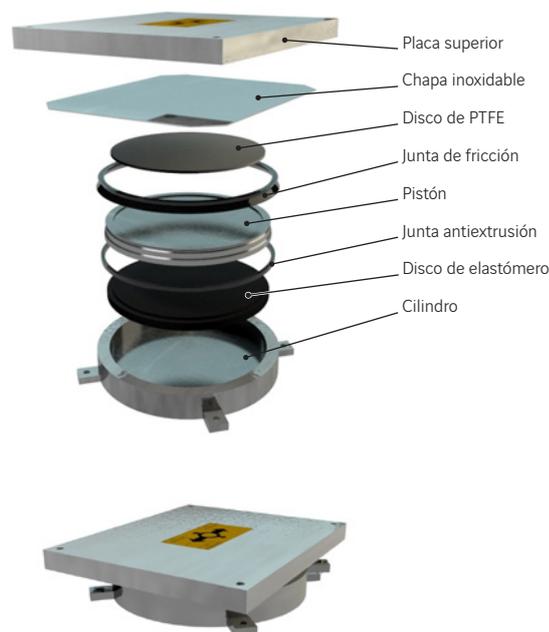
Este tipo de cilindro de suspensión, deslizante libre, está formado por un cilindro, un disco de elastómero y un pistón recubierto por una placa de PTFE, sobre la que la placa superior puede deslizarse libremente. El cilindro va fijado al soporte (pila, estribo, poste, etc.) y la placa superior, a la superestructura.

Este modelo está indicado para admitir movimientos horizontales, sin otras restricciones que las fuerzas internas.

## Gama de apoyos de desplazamiento longitudinal $\pm 50$ mm y transversal $\pm 20$ mm

	EN				BS				AASHTO				AS			
	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H
GL 500 . 100 . 40	160	330	260	88	150	315	230	81	180	350	265	86,5	155	295	230	81,5
GL 1000 . 100 . 40	210	350	305	90	225	335	275	81	240	410	325	86,5	230	335	280	86,5
GL 1500 . 100 . 40	265	370	335	100	280	365	310	95	280	455	370	93,5	295	370	315	100,5
GL 2000 . 100 . 40	320	400	365	105	330	395	340	95	325	495	410	93,5	345	405	350	110,5
GL 3000 . 100 . 40	400	450	415	124	405	445	405	109	405	560	475	104,5	425	460	425	124,5
GL 4000 . 100 . 40	460	490	465	138	465	490	470	113	480	615	530	112,5	490	510	490	133,5
GL 5000 . 100 . 40	515	525	520	147	520	530	525	123	540	670	585	124,5	545	550	550	142,5
GL 6000 . 100 . 40	565	570	570	156	570	575	575	127	600	715	630	137,5	600	600	600	156,5
GL 8000 . 100 . 40	655	655	655	175	660	660	660	147	700	785	730	161,5	690	695	695	171,5
GL 10.000 . 100 . 40	730	730	730	189,2	735	740	740	155	795	870	820	173	775	775	775	190,5
GL 12.000 . 100 . 40	800	805	805	213,2	805	810	810	164	875	940	895	201	845	845	845	204,5
GL 14.000 . 100 . 40	865	865	865	222,2	870	875	875	188	955	1000	970	203	920	920	920	223,5
GL 16.000 . 100 . 40	935	930	930	228,2	930	935	935	193	1025	1060	1040	216	980	980	980	234
GL 18.000 . 100 . 40	980	985	985	235,5	990	990	990	207	1090	1110	1100	223	1060	1040	1040	242
GL 20.000 . 100 . 40	1050	1040	1040	255,5	1040	1045	1045	208	1155	1165	1165	235	1120	1100	1100	251
GL 24.000 . 100 . 40	1160	1140	1140	267,5	1140	1145	1145	227	1270	1275	1275	261	1235	1205	1205	267
GL 28.000 . 100 . 40	1255	1230	1230	285,5	1230	1235	1235	243	1375	1375	1375	274	1330	1300	1300	290
GL 30.000 . 100 . 40	1285	1270	1270	291,5	1275	1280	1280	243	1425	1425	1425	279	1380	1345	1345	293
GL 35.000 . 100 . 40	1400	1375	1375	295,5	1375	1380	1380	260	1535	1535	1535	301	1480	1450	1450	314
GL 45.000 . 100 . 40	1595	1555	1555	337,7	1560	1565	1565	291	1745	1745	1745	341	1695	1645	1645	347

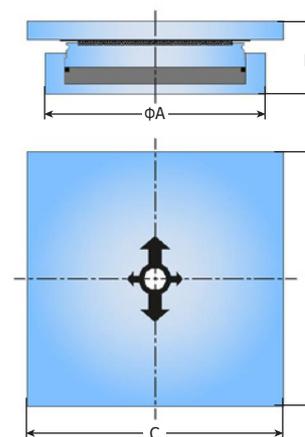
Dimensiones en mm



## Gama de apoyos de desplazamiento longitudinal $\pm 200$ mm y transversal $\pm 20$ mm

	EN				BS				AASHTO				AS			
	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H
GL 500 . 400 . 40	160	630	260	90	150	615	230	80	180	650	265	86,5	155	595	230	81,5
GL 1000 . 400 . 40	210	650	305	94	225	635	275	80	240	710	325	90,5	230	635	280	90,5
GL 1500 . 400 . 40	265	670	335	104	280	665	310	94	280	755	370	97,5	295	670	315	99,5
GL 2000 . 400 . 40	320	700	365	104	330	695	340	99	325	795	410	97,5	345	705	350	109,5
GL 3000 . 400 . 40	400	750	415	128	405	745	405	108	405	860	475	113,5	425	760	425	123,5
GL 4000 . 400 . 40	460	790	465	137	465	790	470	112	480	915	530	117,5	490	810	490	132,5
GL 5000 . 400 . 40	515	825	520	146	520	830	525	122	540	970	585	134,5	545	850	550	142,5
GL 6000 . 400 . 40	565	855	570	155	570	860	575	126	600	1015	630	137,5	600	885	600	156,5
GL 8000 . 400 . 40	655	930	655	175	660	920	660	147	700	1085	730	161,5	690	950	695	167,5
GL 10.000 . 400 . 40	730	990	730	189,2	735	975	740	155	795	1170	820	173	775	1005	775	191,5
GL 12.000 . 400 . 40	800	1005	805	213,2	805	1020	810	164	875	1240	895	200	845	1055	845	205,5
GL 14.000 . 400 . 40	865	1075	865	222,2	870	1065	875	188	955	1300	970	202	920	1105	920	224,5
GL 16.000 . 400 . 40	935	1140	930	228,2	930	1105	935	193	1025	1360	1040	215	980	1150	980	234
GL 18.000 . 400 . 40	980	1170	985	235,5	990	1145	990	207	1090	1410	1100	222	1060	1190	1040	242
GL 20.000 . 400 . 40	1050	1175	1040	255,5	1040	1180	1045	208	1155	1465	1165	234	1120	1230	1100	250
GL 24.000 . 400 . 40	1160	1275	1140	266,5	1140	1250	1145	226	1270	1555	1275	261	1235	1300	1205	267
GL 28.000 . 400 . 40	1255	1355	1230	280,5	1230	1310	1235	243	1375	1645	1375	274	1330	1370	1300	290
GL 30.000 . 400 . 40	1285	1400	1270	291,5	1275	1340	1280	243	1425	1685	1425	279	1380	1400	1345	293
GL 35.000 . 400 . 40	1400	1520	1375	295,5	1375	1410	1380	260	1535	1780	1535	301	1480	1475	1450	314
GL 45.000 . 400 . 40	1595	1640	1555	337,7	1560	1565	1565	291	1745	1960	1745	340	1695	1645	1645	347

Dimensiones en mm



Todos estos apoyos se diseñan con los siguientes parámetros:  
 Rotación = 10 mrad  
 Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 30 MPa mínimo  
 Resistencia del hormigón encima el apoyo = 30 MPa mínimo

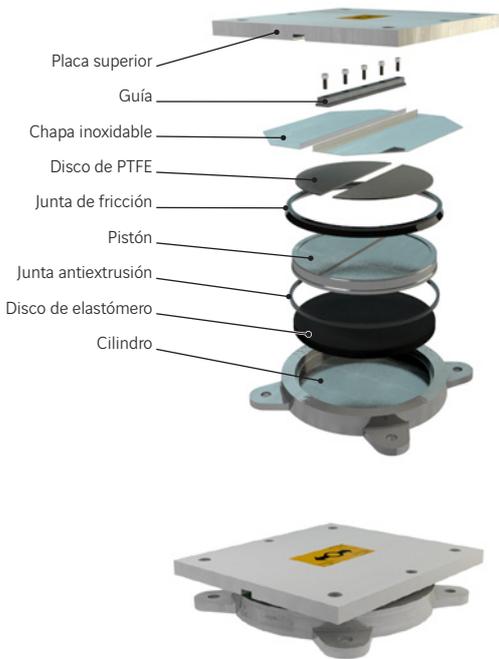
Podemos diseñar a solicitud del cliente apoyos con cargas o recorridos más elevados o con otras condiciones de apoyo.



# CILINDROS DE SUSPENSIÓN TETRON CD GG

Este tipo de cilindro de suspensión deslizante y guiado está concebido como un apoyo deslizante libre pero provisto de una guía. La guía, que va unida al pistón, se coloca en una ranura de la placa de deslizamiento superior. En algunos casos, el guiado puede realizarse mediante guías laterales. Este modelo de apoyo admite desplazamientos horizontales en el eje de la guía y fuerzas horizontales en dirección perpendicular.

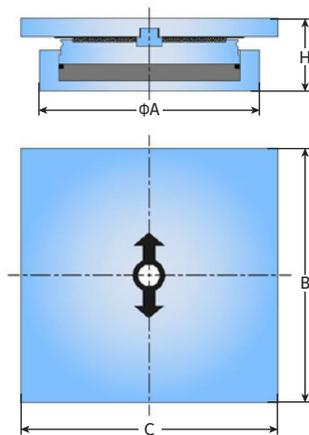
Gama de apoyos de fuerza  $H=10\%$  de la fuerza vertical y desplazamiento  $\pm 50$  mm



		EN				BS				AASHTO				AS			
		$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H
GG	500 - 50 . 100	160	350	215	91	155	335	225	81	180	375	245	87,5	155	325	225	81,5
GG	1000 - 100 . 100	215	380	260	95	225	370	270	81	240	435	305	88,5	235	375	275	86,5
GG	1500 - 150 . 100	275	410	295	95	285	405	305	90	280	475	345	93,5	300	415	315	95,5
GG	2000 - 200 . 100	330	440	335	105	330	435	340	90	330	515	385	97,5	350	445	355	100,5
GG	3000 - 300 . 100	410	515	410	124	410	495	415	104	415	575	445	109,5	435	525	435	119,5
GG	4000 - 400 . 100	470	570	475	132	470	550	475	114	485	630	515	112,5	500	580	500	128,5
GG	5000 - 500 . 100	525	615	530	145	525	615	530	122	555	695	580	124,5	555	635	560	141,5
GG	6000 - 600 . 100	575	655	580	163	580	675	580	126	615	735	640	131,5	610	685	615	150,5
GG	8000 - 800 . 100	665	720	670	195	670	760	670	137	720	810	745	158	735	795	710	161,5
GG	10.000 - 1000 . 100	740	755	745	210,2	745	825	750	160	815	885	840	165	820	865	795	180,5
GG	12.000 - 1200 . 100	815	840	820	228,2	835	905	820	163	895	945	920	184	895	930	870	199,5
GG	14.000 - 1400 . 100	880	910	885	242,2	895	960	885	177	975	1020	990	191	960	980	935	218
GG	16.000 - 1600 . 100	940	965	945	260,2	955	1015	945	186	1045	1070	1060	207	1045	1065	1005	228
GG	18.000 - 1800 . 100	995	1000	1000	273,5	1020	1075	1005	197	1105	1125	1125	214	1115	1120	1065	242
GG	20.000 - 2000 . 100	1050	1065	1060	280,5	1085	1130	1060	204	1170	1185	1185	225	1185	1180	1125	246
GG	24.000 - 2400 . 100	1150	1155	1155	300,5	1175	1210	1160	225	1290	1300	1300	243	1305	1285	1230	267
GG	28.000 - 2800 . 100	1245	1250	1250	320,5	1260	1285	1250	243	1400	1400	1400	261	1405	1370	1330	290
GG	30.000 - 3000 . 100	1285	1290	1290	313,5	1320	1345	1295	246	1450	1450	1450	270	1455	1415	1375	303
GG	35.000 - 3500 . 100	1580	1570	1420	320,5	1430	1435	1400	270	1570	1565	1565	287	1565	1505	1485	319
GG	45.000 - 4500 . 100	1670	1620	1590	353,7	1635	1620	1585	286	1775	1775	1775	323	1760	1680	1680	360

Dimensiones en mm

Gama de apoyos de fuerza  $H=30\%$  de la fuerza vertical y desplazamiento  $\pm 200$  mm



		EN				BS				AASHTO				AS			
		$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H
GG	500 - 150 . 400	160	655	225	89	165	635	225	85	180	690	260	91,5	170	640	240	85,5
GG	1000 - 300 . 400	230	710	275	101	240	690	270	86	250	745	315	99,5	255	695	295	90,5
GG	1500 - 450 . 400	300	730	320	105	295	745	315	93	300	790	360	99,5	325	740	340	103,5
GG	2000 - 600 . 400	355	765	370	118	340	750	360	102	345	850	395	106,5	380	785	380	107,5
GG	3000 - 900 . 400	445	840	445	130	430	805	435	109	420	920	475	127,5	460	855	465	125,5
GG	4000 - 1200 . 400	530	910	515	137	485	860	500	128	480	950	550	140,5	555	900	540	143,5
GG	5000 - 1500 . 400	600	970	575	150	555	910	555	136	540	1005	620	153,5	620	950	600	165,5
GG	6000 - 1800 . 400	660	1010	625	152	595	950	610	158	595	1060	680	156,5	685	1000	655	173,5
GG	8000 - 2400 . 400	775	1095	720	177,2	685	1010	705	191	700	1160	795	180	775	1060	755	203,5
GG	10.000 - 3000 . 400	880	1175	805	204,2	770	1075	785	197	800	1210	885	206	880	1140	840	223
GG	12.000 - 3600 . 400	960	1230	880	216,2	835	1135	860	225	870	1315	970	224	995	1240	925	230
GG	14.000 - 4200 . 400	1040	1300	950	235,5	905	1175	930	252	945	1355	1130	237	1065	1295	1000	258
GG	16.000 - 4800 . 400	1115	1355	1020	254,5	970	1220	990	269	1025	1445	1185	245	1140	1355	1130	267
GG	18.000 - 5400 . 400	1180	1410	1075	267,5	1040	1280	1055	273	1085	1450	1285	267	1230	1430	1185	272
GG	20.000 - 6000 . 400	1245	1460	1140	291,5	1110	1340	1115	286	1150	1540	1335	284	1295	1475	1275	295
GG	24.000 - 7200 . 400	1365	1540	1255	316,5	1270	1485	1245	286	1255	1610	1400	329	1430	1585	1335	322
GG	28.000 - 8400 . 400	1475	1630	1345	346,5	1360	1560	1340	303	1375	1740	1505	331	1545	1675	1440	340
GG	30.000 - 9000 . 400	1545	1680	1410	347	1415	1605	1400	325	1425	1750	1530	352	1585	1705	1465	367
GG	35.000 - 10.500 . 400	1665	1775	1500	374,5	1515	1680	1465	354	1550	1850	1655	384	1725	1820	1585	384
GG	45.000 - 13.500 . 400	1900	1935	1700	424	1730	1850	1665	404,5	1785	2090	1875	419	1960	1995	1795	436

Dimensiones en mm

Podemos diseñar a solicitud del cliente apoyos con cargas o recorridos más elevados o con otras condiciones de apoyo.

Todos estos apoyos se diseñan con los siguientes parámetros:  
Rotación = 10 mrad  
Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 30 MPa mínimo  
Resistencia del hormigón encima el apoyo = 30 MPa mínimo

# CILINDROS DE SUSPENSIÓN TETRON CD FX



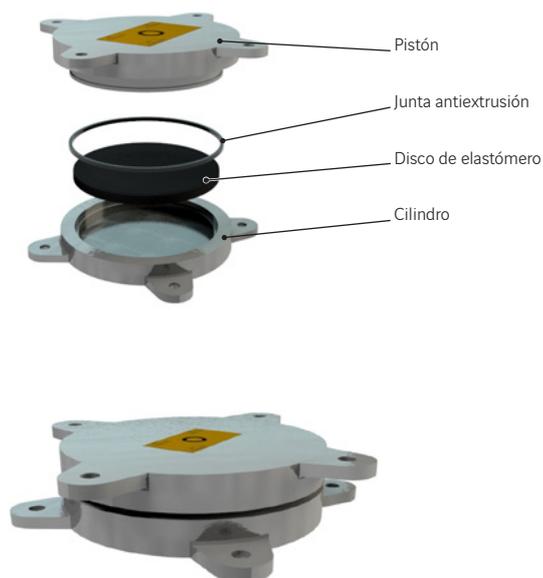
Los cilindros de suspensión fijos constan de un cilindro, un disco de elastómero y un pistón. El cilindro va fijado al soporte y el pistón, a la superestructura.

Este modelo no permite ningún tipo de desplazamiento horizontal, por lo que transmite las fuerzas de la superestructura en todas direcciones.

## Gama de apoyos de fuerza H=10% de la fuerza vertical

	EN			BS			AASHTO			AS		
	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H
FX 500 - 50	160	160	54	155	155	54	180	180	59	155	155	54
FX 1000 - 100	210	210	54	230	230	54	240	240	60	235	235	64
FX 1500 - 150	275	275	68	280	280	63	280	280	65	300	300	68
FX 2000 - 200	325	325	78	330	330	66	325	325	69	350	350	78
FX 3000 - 300	405	405	82	410	410	67	410	410	81	430	430	82
FX 4000 - 400	470	470	85	470	470	67	485	485	95	510	510	86
FX 5000 - 500	525	525	98	530	530	70	550	550	112	575	575	90
FX 6000 - 600	580	580	98	590	590	70	610	610	113	640	640	92
FX 8000 - 800	675	675	113	685	685	76	715	715	141	730	730	110
FX 10.000 - 1000	760	760	126	765	765	80	810	810	154	810	810	125
FX 12.000 - 1200	825	825	140	825	825	98	895	895	162	885	885	138
FX 14.000 - 1400	915	915	148	895	895	102	970	970	180	980	980	147
FX 16.000 - 1600	985	985	150	970	970	106	1045	1045	180	1040	1040	151
FX 18.000 - 1800	1050	1050	153	1015	1015	112	1110	1110	197	1130	1130	152
FX 20.000 - 2000	1110	1110	161	1070	1070	119	1175	1175	213	1190	1190	160
FX 24.000 - 2400	1225	1225	172	1185	1185	122	1295	1295	235	1310	1310	171
FX 28.000 - 2800	1315	1315	192	1265	1265	138	1395	1395	263	1410	1410	186
FX 30.000 - 3000	1365	1365	195	1315	1315	140	1445	1445	264	1465	1465	189
FX 35.000 - 3500	1490	1490	211	1430	1430	142	1560	1560	286	1575	1575	210
FX 45.000 - 4500	1685	1685	237	1620	1620	168	1770	1770	322	1795	1795	233

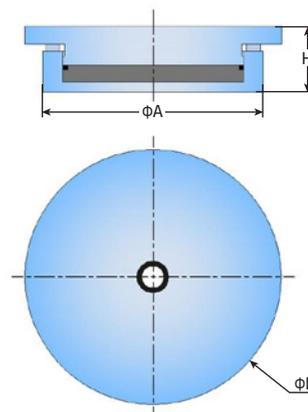
Dimensiones en mm



## Gama de apoyos de fuerza H=30% de la fuerza vertical

	EN			BS			AASHTO			AS		
	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H
FX 500 - 150	160	160	53	160	160	59	180	180	59	165	165	54
FX 1000 - 300	220	220	60	235	235	59	250	250	60	255	255	54
FX 1500 - 450	295	295	64	290	290	67	300	300	65	315	315	67
FX 2000 - 600	350	350	72	335	335	68	345	345	69	375	375	71
FX 3000 - 900	440	440	84	415	415	78	415	415	81	475	475	84
FX 4000 - 1200	525	525	92	480	480	87	480	480	94	560	560	92
FX 5000 - 1500	590	590	109	545	545	95	535	535	111	630	630	108
FX 6000 - 1800	660	660	110	590	590	108	595	595	114	705	705	116
FX 8000 - 2400	770	770	127	695	695	123	690	690	134	800	800	138
FX 10.000 - 3000	870	870	145	765	765	142	775	775	161	905	905	152
FX 12.000 - 3600	955	955	157	835	835	160	845	845	169	1025	1025	161
FX 14.000 - 4200	1050	1050	167	905	905	178	920	920	187	1100	1100	175
FX 16.000 - 4800	1120	1120	181	980	980	186	990	990	205	1190	1190	180
FX 18.000 - 5400	1200	1200	186	1030	1030	194	1075	1075	206	1275	1275	194
FX 20.000 - 6000	1270	1270	203	1100	1100	196	1125	1125	231	1350	1350	198
FX 24.000 - 7200	1400	1400	210	1245	1245	197	1250	1250	257	1485	1485	215
FX 28.000 - 8400	1530	1530	226	1355	1355	201	1365	1365	271	1605	1605	235
FX 30.000 - 9000	1590	1590	239	1415	1415	204	1415	1415	291	1665	1665	238
FX 35.000 - 10.500	1710	1710	260	1540	1540	206	1545	1545	295	1805	1805	255
FX 45.000 - 13.500	1955	1955	282	1800	1800	209	1780	1780	340	2045	2045	283

Dimensiones en mm



Todos estos apoyos se diseñan con los siguientes parámetros:  
 Rotación = 10 mrad  
 Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 30 MPa mínimo  
 Resistencia del hormigón encima el apoyo = 30 MPa mínimo

Podemos diseñar a solicitud del cliente apoyos con cargas o recorridos más elevados o con otras condiciones de apoyo.

# APOYOS ESFÉRICOS TETRON SB

Existen tres tipos de apoyos, que se diferencian por su capacidad de movimientos:

Tipo	Apoyo deslizante libre	Apoyo deslizante guiado	Apoyo fijo
	<b>GL</b>	<b>GGL / GGT</b>	<b>FX</b>
Símbolo			
Fuerza vertical			
Rotación	 Hasta 50 mrad	 Hasta 50 mrad	 Hasta 50 mrad
Desplazamiento horizontal	 Multidireccional	 Unidireccional	 Bloqueado

## Dimensionamiento

El tamaño de la estructura de los apoyos se determina con base en los siguientes criterios:

- Fuerza vertical;
- Desplazamiento aceptable;
- Rotación aceptable;
- Temperaturas de exposición;
- Esfuerzos aceptables en los soportes;
- Fuerza horizontal.

Para realizar el cálculo es posible guiarse por varias normas, siendo las más habituales la EN 1337 y la AASHTO LRFD 2012.

### Isoslide®, para apoyos compactos y más resistentes

Las superficies de deslizamiento que tienen lugar normalmente por contacto entre acero inoxidable y PTFE o acero cromado y PTFE admiten esfuerzos limitados. De ahí que actualmente Freyssinet recomiende un nuevo material como sustituto del PTFE: el Isoslide®. Al aceptar mayores restricciones, el Isoslide® permite en la mayoría de los casos reducir las dimensiones de los apoyos. Las tablas que figuran en las páginas siguientes resumen las características de los dos materiales de deslizamiento utilizados para los apoyos TETRON SB. El Isoslide® presenta, entre otras cosas, una resistencia al desgaste cinco veces mayor que el PTFE, una cualidad especialmente interesante cuando se dan desplazamientos frecuentes y repetitivos.

## Denominación

La denominación de los apoyos TETRON SB permite identificar sus principales características.

<b>GL</b> Apoyo libre	<b>20.000</b> Fuerza vertical en ELU (estado límite último) en kN	• <b>250</b> Desplazamiento longitudinal total aceptable en mm	• <b>40</b> Desplazamiento transversal total aceptable en mm
<b>GGT</b> Apoyo guiado transversal		- <b>800</b> Fuerza longitudinal en ELU en kN	• <b>40</b> Desplazamiento transversal total aceptable en mm
<b>GGL</b> Apoyo guiado longitudinal		- <b>800</b> Fuerza transversal en ELU en kN	• <b>40</b> Desplazamiento longitudinal total aceptable en mm
<b>FX</b> Apoyo fijo		- <b>900</b> Fuerza horizontal en ELU en kN (resultante de x/y*)	

Así, es posible encontrarse con las siguientes denominaciones:

### Con PTFE

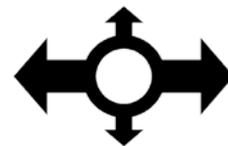
- TETRON SB GL 20.000.250.40
- TETRON SB GGL 20.000-800.40
- TETRON SB FX 20.000-900

### Con Isoslide®

- TETRON SB ISO GL 20.000.250.40
- TETRON SB ISO GGL 20.000-800.40
- TETRON SB ISO FX 20.000-900

\*x: eje longitudinal  
y: eje transversal

# APOYOS ESFÉRICOS TETRON SB GL



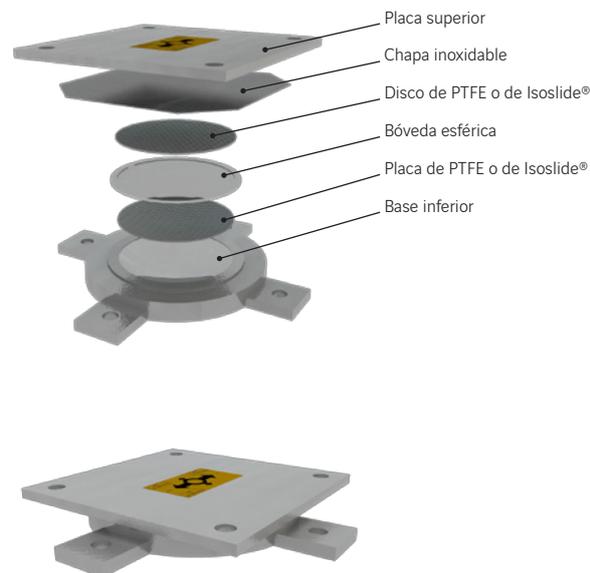
Este tipo de apoyo esférico, deslizante y libre, consta de una base inferior, una bóveda esférica cromada y una placa de PTFE o de Isoslide®, en la que la placa superior puede deslizarse libremente. La base inferior va fijada al soporte (pila, estribo, poste, etc.) y la placa superior, a la superestructura.

Este modelo está indicado para admitir movimientos horizontales, sin más resistencias que las fricciones internas.

## Gama de apoyos de desplazamiento longitudinal $\pm 50$ mm y transversal $\pm 20$ mm

	PTFE								Isoslide®							
	EN				AASHTO				EN				AASHTO			
	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H
GL 500 - 100 . 40	175	300	200	75	195	320	220	75	165	290	190	85	165	290	190	80
GL 1000 - 100 . 40	220	350	250	85	250	380	280	80	170	290	200	90	170	290	200	90
GL 1500 - 100 . 40	250	380	280	85	295	430	330	90	195	320	220	90	195	320	220	90
GL 2000 - 100 . 40	280	420	320	95	330	470	370	90	215	340	240	90	215	340	240	90
GL 2500 - 100 . 40	305	440	340	95	360	510	410	100	235	370	270	90	235	370	270	90
GL 3000 - 100 . 40	330	470	370	100	385	530	430	105	250	380	280	100	255	380	280	95
GL 4000 - 100 . 40	370	520	420	115	435	590	490	110	285	420	320	100	295	420	320	105
GL 5000 - 100 . 40	420	570	470	120	480	640	540	110	320	460	370	105	330	450	360	105
GL 6000 - 100 . 40	460	610	510	130	520	680	580	125	340	480	390	115	360	480	390	115
GL 8000 - 100 . 40	540	690	590	135	590	760	660	140	400	530	450	120	415	530	450	120
GL 10.000 - 100 . 40	610	760	660	145	655	840	740	155	450	570	510	135	465	570	500	135
GL 12.000 - 100 . 40	675	820	720	155	710	900	800	155	500	610	550	145	510	610	540	140
GL 16.000 - 100 . 40	785	930	830	175	810	1010	910	175	585	680	635	150	590	680	630	160
GL 20.000 - 100 . 40	880	1030	930	190	895	1100	1000	190	660	740	710	165	660	740	700	170
GL 24.000 - 100 . 40	970	1120	1020	205	975	1190	1090	205	725	790	780	175	725	790	770	175
GL 28.000 - 100 . 40	1055	1200	1100	225	1045	1270	1170	210	790	850	840	195	775	850	830	195
GL 30.000 - 100 . 40	1090	1240	1140	250	1080	1310	1210	220	820	870	870	200	805	870	860	205
GL 35.000 - 100 . 40	1180	1330	1230	250	1165	1410	1310	240	890	940	940	200	875	940	940	215
GL 40.000 - 100 . 40	1265	1420	1320	270	1240	1490	1390	235	955	1010	1010	220	935	1010	1000	230
GL 45.000 - 100 . 40	1345	1500	1400	275	1310	1570	1470	255	1015	1070	1070	220	995	1070	1060	250
GL 50.000 - 100 . 40	1420	1570	1470	290	1380	1650	1550	265	1070	1130	1130	245	1055	1130	1130	265

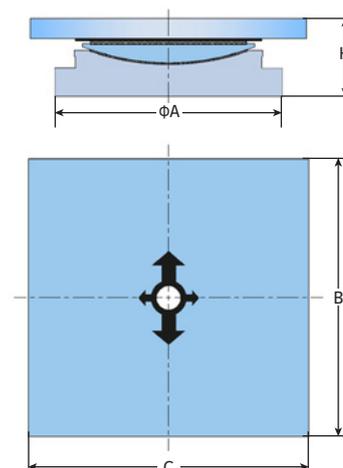
Dimensiones en mm



## Gama de apoyos de desplazamiento longitudinal $\pm 200$ mm y transversal $\pm 20$ mm

	PTFE								Isoslide®							
	EN				AASHTO				EN				AASHTO			
	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H	$\Phi A$	B	C	H
GL 500 - 400 . 40	175	600	200	85	195	620	220	75	165	590	190	95	165	590	190	85
GL 1000 - 400 . 40	220	650	250	95	250	680	280	85	170	590	200	100	170	590	200	85
GL 1500 - 400 . 40	250	680	280	95	295	730	330	90	195	620	220	100	195	620	220	90
GL 2000 - 400 . 40	280	720	320	105	330	770	370	95	215	640	240	100	215	640	240	90
GL 2500 - 400 . 40	305	740	340	105	360	810	410	100	235	670	270	100	235	670	270	90
GL 3000 - 400 . 40	330	770	370	110	385	830	430	110	250	680	280	105	255	680	280	95
GL 4000 - 400 . 40	370	820	420	120	435	890	490	115	280	720	320	105	295	720	320	105
GL 5000 - 400 . 40	420	870	470	130	480	940	540	120	315	750	360	115	330	750	350	105
GL 6000 - 400 . 40	460	910	510	135	520	980	580	135	340	780	390	120	360	780	385	115
GL 8000 - 400 . 40	540	990	590	145	590	1060	660	140	400	830	450	125	415	830	445	130
GL 10.000 - 400 . 40	610	1060	660	155	655	1140	740	150	450	870	505	135	465	870	500	145
GL 12.000 - 400 . 40	675	1120	720	165	710	1200	800	160	500	910	550	145	510	910	540	145
GL 16.000 - 400 . 40	785	1230	830	185	810	1310	910	175	585	980	635	150	590	980	630	160
GL 20.000 - 400 . 40	880	1330	930	200	895	1400	1000	195	660	1040	710	165	660	1040	700	170
GL 24.000 - 400 . 40	970	1420	1020	220	975	1490	1090	195	725	1090	780	175	725	1090	770	175
GL 28.000 - 400 . 40	1055	1500	1100	235	1045	1570	1170	210	790	1150	840	195	775	1150	830	195
GL 30.000 - 400 . 40	1090	1540	1140	255	1080	1610	1210	225	820	1170	870	200	805	1170	860	205
GL 35.000 - 400 . 40	1180	1630	1230	260	1165	1710	1310	225	890	1240	940	200	875	1240	925	225
GL 40.000 - 400 . 40	1265	1720	1320	275	1240	1790	1390	240	955	1310	1010	220	935	1310	990	240
GL 45.000 - 400 . 40	1345	1800	1400	285	1310	1870	1470	260	1015	1370	1070	220	995	1370	1050	240
GL 50.000 - 400 . 40	1420	1870	1470	290	1380	1950	1550	270	1070	1430	1130	235	1055	1430	1105	245

Dimensiones en mm



Los apoyos antes referidos, en su versión en PTFE, se diseñan con los siguientes parámetros:

Rotación = 30 mrad

Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 30 MPa mínimo

Resistencia del hormigón encima el apoyo = 30 MPa mínimo

Los apoyos antes referidos, en su versión en Isoslide® se diseñan con los siguientes parámetros:

Rotación = 30 mrad

Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 50 MPa mínimo

Resistencia del hormigón encima el apoyo = 50 MPa mínimo

Podemos diseñar a solicitud del cliente apoyos con cargas o recorridos más elevados o con otras condiciones de apoyo.

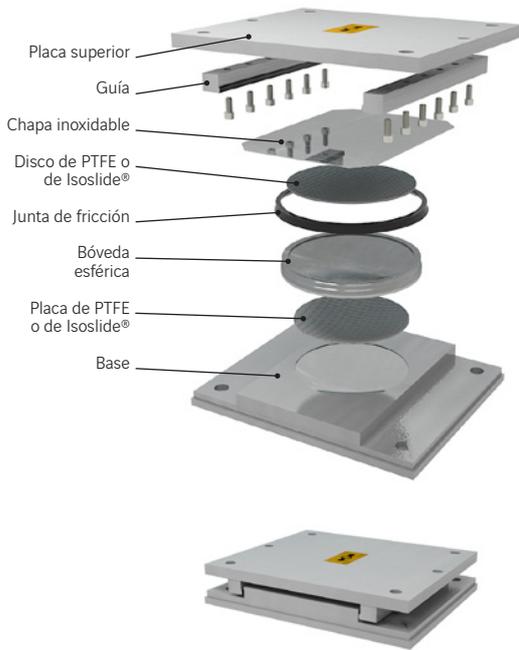


# APOYOS ESFÉRICOS TETRON SB GG

El apoyo de tipo esférico está concebido como un apoyo deslizante libre pero provisto de una guía. La guía suele ir unida a la placa deslizante superior y llega hasta el tope sobre los bordes de la base.

Este modelo de apoyo admite desplazamientos horizontales en el eje de la guía y fuerzas horizontales en dirección perpendicular.

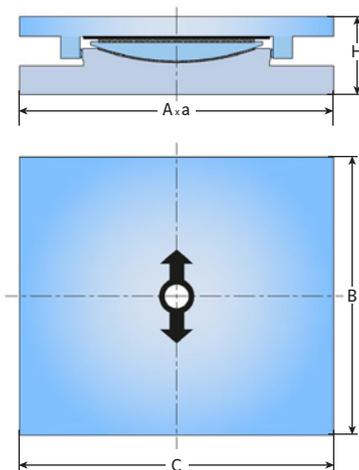
Gama de apoyos de fuerza  $H=10\%$  de la fuerza vertical y desplazamiento  $\pm 50$  mm



	PTFE										Isoslide®									
	EN					AASHTO					EN					AASHTO				
	A	a	B	C	H	A	a	B	C	H	A	a	B	C	H	A	a	B	C	H
GG 500 - 50 - 100	175	185	300	315	110	195	204	320	335	110	165	165	280	295	115	165	170	280	300	120
GG 1000 - 100 - 100	220	240	350	370	115	250	274	380	405	115	170	180	290	310	120	170	175	290	305	120
GG 1500 - 150 - 100	250	275	380	415	125	295	334	430	475	120	195	205	330	345	125	195	204	320	345	120
GG 2000 - 200 - 100	280	310	420	450	125	330	374	470	525	140	215	235	340	385	125	215	239	340	390	125
GG 2500 - 250 - 100	305	345	440	495	130	360	414	510	575	140	235	260	370	410	130	235	269	370	420	130
GG 3000 - 300 - 100	330	380	470	540	135	385	444	530	615	140	250	275	380	435	135	255	274	380	435	135
GG 4000 - 400 - 100	380	425	520	595	145	445	504	590	675	145	285	305	410	475	135	295	304	410	485	140
GG 5000 - 500 - 100	430	470	560	640	155	480	559	640	740	150	315	345	440	515	150	330	344	440	515	140
GG 6000 - 600 - 100	475	510	590	690	160	520	609	680	790	160	350	365	470	545	155	360	369	470	550	145
GG 8000 - 800 - 100	555	595	670	775	180	590	694	760	895	170	410	415	530	585	155	415	419	530	600	155
GG 10.000 - 1000 - 100	625	655	720	845	185	650	769	830	960	175	470	465	620	655	170	470	464	620	655	165
GG 12.000 - 1200 - 100	690	715	780	905	185	710	844	900	1045	195	570	515	720	705	185	560	514	710	705	185
GG 16.000 - 1600 - 100	805	815	870	1035	215	810	964	1010	1185	220	600	600	720	820	210	590	589	720	810	195
GG 20.000 - 2000 - 100	905	915	960	1135	230	895	1069	1100	1300	235	700	675	850	895	215	700	659	850	880	205
GG 24.000 - 2400 - 100	995	1020	1050	1250	245	975	1169	1190	1400	240	810	745	950	980	235	800	719	950	970	235
GG 28.000 - 2800 - 100	1075	1110	1140	1350	260	1050	1264	1280	1505	245	810	810	950	1070	245	800	779	950	1030	235
GG 30.000 - 3000 - 100	1115	1140	1170	1400	270	1085	1289	1310	1560	260	850	840	1000	1100	260	850	809	1000	1070	250
GG 35.000 - 3500 - 100	1210	1240	1270	1500	275	1175	1399	1410	1660	265	990	910	1140	1170	270	990	879	1140	1140	260
GG 40.000 - 4000 - 100	1300	1340	1350	1630	290	1260	1494	1490	1775	290	1000	975	1150	1265	275	1000	944	1150	1245	275
GG 45.000 - 4500 - 100	1400	1440	1440	1740	315	1340	1579	1570	1880	305	1070	1035	1220	1335	295	1060	1004	1210	1305	285
GG 50.000 - 5000 - 100	1455	1520	1510	1830	320	1410	1669	1650	1980	320	1170	1095	1320	1405	310	1170	1059	1320	1370	310

Dimensiones en mm

Gama de apoyos de fuerza  $H=30\%$  de la fuerza vertical y desplazamiento  $\pm 200$  mm



	PTFE										Isoslide®									
	EN					AASHTO					EN					AASHTO				
	A	a	B	C	H	A	a	B	C	H	A	a	B	C	H	A	a	B	C	H
GG 500 - 150 . 400	175	185	600	315	125	195	204	620	335	125	165	165	590	325	130	165	169	590	310	135
GG 1000 - 300 . 400	220	240	650	390	135	250	274	680	425	130	170	185	600	345	135	170	179	600	340	135
GG 1500 - 450 . 400	250	275	680	425	135	295	334	730	485	140	210	205	660	365	135	210	209	660	370	135
GG 2000 - 600 . 400	290	310	730	470	140	330	374	770	535	150	280	235	730	395	140	280	239	730	400	135
GG 2500 - 750 . 400	360	345	810	505	145	360	414	810	585	160	350	260	800	420	145	350	269	800	440	150
GG 3000 - 900 . 400	420	380	870	560	155	440	444	890	625	160	420	275	870	455	155	425	274	870	445	150
GG 4000 - 1200 . 400	490	430	940	680	170	510	504	950	685	175	500	310	950	500	165	480	309	930	490	165
GG 5000 - 1500 . 400	530	470	980	680	180	530	559	980	770	180	530	355	980	565	185	555	344	980	545	175
GG 6000 - 1800 . 400	630	510	1080	720	185	630	609	1080	820	185	630	390	1080	600	185	665	369	1080	580	175
GG 8000 - 2400 . 400	750	590	1200	820	210	850	694	1300	905	205	850	450	1300	660	200	850	434	1290	645	190
GG 10.000 - 3000 . 400	840	670	1290	900	220	900	759	1350	990	220	850	505	1300	745	210	850	489	1300	730	215
GG 12.000 - 3600 . 400	1010	740	1460	980	235	1010	834	1460	1085	240	850	565	1300	815	240	850	544	1300	795	240
GG 16.000 - 4800 . 400	1130	860	1580	1120	265	1120	954	1570	1215	270	1120	660	1570	920	270	1140	639	1570	900	270
GG 20.000 - 6000 . 400	1210	970	1660	1270	290	1210	1049	1660	1350	295	1200	740	1650	1060	295	1200	714	1650	1025	295
GG 24.000 - 7200 . 400	1280	1060	1730	1380	315	1280	1149	1730	1480	320	1300	805	1750	1135	300	1300	779	1750	1110	295
GG 28.000 - 8400 . 400	1370	1160	1820	1520	340	1360	1234	1810	1585	325	1320	880	1770	1230	320	1320	844	1770	1195	320
GG 30.000 - 9000 . 400	1400	1190	1850	1550	340	1405	1269	1850	1630	350	1400	900	1850	1250	320	1400	874	1850	1225	320
GG 35.000 - 10.500 . 400	1510	1290	1960	1670	365	1520	1379	1960	1760	375	1510	980	1960	1350	345	1510	944	1960	1315	350
GG 40.000 - 12.000 . 400	1750	1380	2220	1790	395	1570	1464	2000	1865	400	1570	1050	2020	1460	375	1570	1014	2020	1425	375
GG 45.000 - 13.500 . 400	1750	1470	2200	1880	395	1775	1554	2200	1965	405	1620	1120	2070	1560	400	1620	1079	2070	1530	405
GG 50.000 - 15.000 . 400	1920	1570	2370	1990	420	1790	1644	2210	2075	435	1750	1180	2200	1620	405	1750	1139	2200	1580	420

Dimensiones en mm

Podemos diseñar a solicitud del cliente apoyos con cargas o recorridos más elevados o con otras condiciones de apoyo.

Los apoyos antes referidos, en su versión en PTFE, se diseñan con los siguientes parámetros:

Rotación = 30 mrad  
Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 30 MPa mínimo  
Resistencia del hormigón encima el apoyo = 30 MPa mínimo

Los apoyos antes referidos, en su versión en Isoslide®, se diseñan con los siguientes parámetros:

Rotación = 30 mrad  
Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 50 MPa mínimo  
Resistencia del hormigón encima el apoyo = 50 MPa mínimo

# APOYOS ESFÉRICOS TETRON SB FX



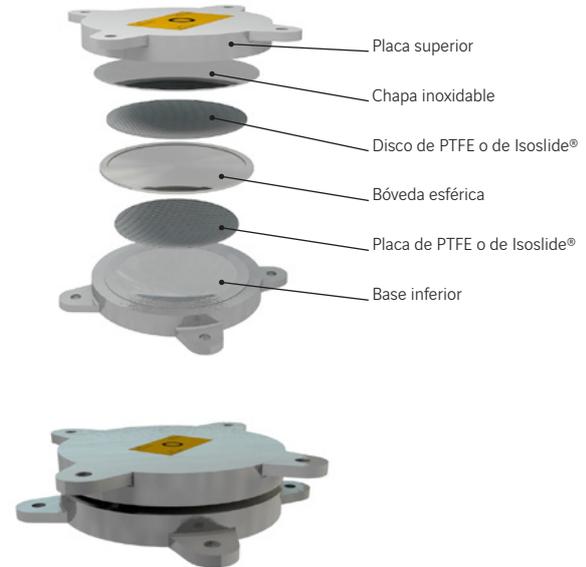
Los apoyos esféricos fijos constan de una base inferior, una bóveda esférica cromada y una placa PTFE o de Isoslide® y de una placa superior. La base inferior va fijada al soporte y la placa superior, a la superestructura.

Este modelo no permite ningún tipo de desplazamiento horizontal, por lo que transmite las fuerzas de la superestructura en todas direcciones.

## Gama de apoyos de fuerza H=10% de la fuerza vertical

	PTFE						Isoslide®					
	EN			AASHTO			EN			AASHTO		
	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H
FX 500 - 50	225	225	85	235	235	95	225	225	90	215	215	95
FX 1000 - 100	275	275	95	305	305	95	235	235	90	230	230	105
FX 1500 - 150	310	310	100	355	355	105	260	260	100	265	265	105
FX 2000 - 200	335	335	110	395	395	115	275	275	105	285	285	105
FX 2500 - 250	370	370	120	440	440	125	290	290	120	315	315	105
FX 3000 - 300	405	405	125	470	470	125	310	310	120	335	335	125
FX 4000 - 400	450	450	140	530	530	140	355	355	130	370	370	140
FX 5000 - 500	505	505	150	585	585	150	385	385	145	410	410	140
FX 6000 - 600	565	565	150	635	635	165	420	420	145	440	440	140
FX 8000 - 800	635	635	170	730	730	190	485	485	160	500	500	165
FX 10.000 - 1000	710	710	190	815	815	200	540	540	170	550	550	165
FX 12.000 - 1200	775	775	200	890	890	215	590	590	175	595	595	175
FX 16.000 - 1600	910	910	215	1030	1030	240	680	680	195	680	680	210
FX 20.000 - 2000	1000	1000	240	1145	1145	245	760	760	220	750	750	220
FX 24.000 - 2400	1100	1100	255	1245	1245	270	835	835	240	835	835	235
FX 28.000 - 2800	1185	1185	275	1350	1350	295	900	900	250	910	910	255
FX 30.000 - 3000	1225	1225	280	1395	1395	295	935	935	250	925	925	265
FX 35.000 - 3500	1320	1320	295	1500	1500	320	1000	1000	270	1000	1000	280
FX 40.000 - 4000	1415	1415	315	1610	1610	350	1075	1075	285	1065	1065	305
FX 45.000 - 4500	1500	1500	350	1705	1705	365	1135	1135	305	1130	1130	315
FX 50.000 - 5000	1580	1580	350	1805	1805	380	1195	1195	310	1185	1185	330

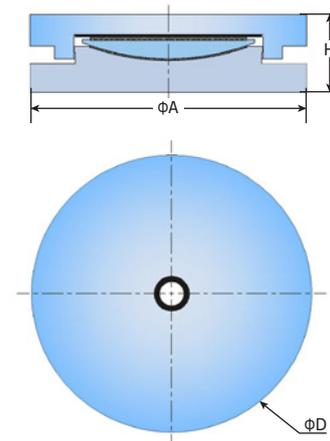
Dimensiones en mm



## Gama de apoyos de fuerza H=30% de la fuerza vertical

	PTFE						Isoslide®					
	EN			AASHTO			EN			AASHTO		
	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H
FX 500 - 150	225	225	100	255	255	95	235	235	95	230	230	95
FX 1000 - 300	285	285	120	330	330	115	255	255	110	255	255	125
FX 1500 - 450	345	345	135	380	380	130	270	270	125	295	295	135
FX 2000 - 600	395	395	150	430	430	130	310	310	140	320	320	140
FX 2500 - 750	435	435	160	480	480	150	340	340	140	350	350	140
FX 3000 - 900	475	475	165	515	515	155	370	370	150	380	380	155
FX 4000 - 1200	540	540	175	580	580	170	420	420	155	420	420	165
FX 5000 - 1500	605	605	195	640	640	175	465	465	180	465	465	175
FX 6000 - 1800	665	665	205	695	695	200	510	510	180	500	500	190
FX 8000 - 2400	765	765	220	800	800	220	580	580	190	565	565	205
FX 10.000 - 3000	855	855	245	895	895	235	650	650	215	630	630	230
FX 12.000 - 3600	930	930	270	980	980	255	705	705	235	683	683	245
FX 16.000 - 4800	1070	1070	285	1130	1130	295	860	860	270	785	785	275
FX 20.000 - 6000	1195	1195	320	1260	1260	310	920	920	295	910	910	310
FX 24.000 - 7200	1315	1315	355	1375	1375	345	985	985	320	980	980	320
FX 28.000 - 8400	1420	1420	375	1485	1485	370	1090	1090	335	1050	1050	360
FX 30.000 - 9000	1475	1475	375	1540	1540	375	1105	1105	365	1085	1085	375
FX 35.000 - 10.500	1590	1590	415	1655	1655	405	1190	1190	400	1190	1190	405
FX 40.000 - 12.000	1695	1695	450	1770	1770	425	1325	1325	410	1285	1285	430
FX 45.000 - 13.500	1790	1790	480	1875	1875	460	1420	1420	435	1365	1365	455
FX 50.000 - 15.000	1910	1910	480	1985	1985	465	1670	1670	450	1440	1440	480

Dimensiones en mm



Los apoyos antes referidos, en su versión en PTFE, se diseñan con los siguientes parámetros:

Rotación = 30 mrad

Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 30 MPa mínimo

Resistencia del hormigón encima el apoyo = 30 MPa mínimo

Estos apoyos elaborados con Isoslide® se diseñan con los siguientes parámetros:

Rotación = 30 mrad

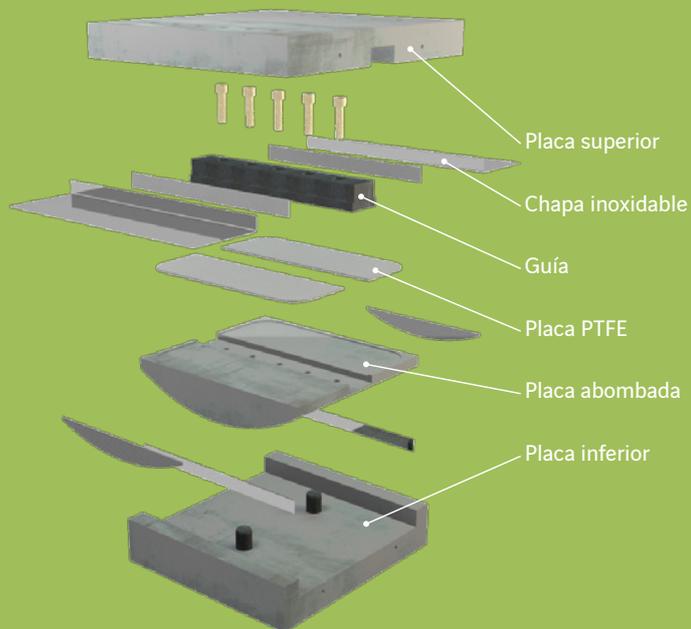
Resistencia del hormigón bajo el apoyo = 50 MPa mínimo

Resistencia del hormigón encima el apoyo = 50 MPa mínimo

Podemos diseñar a solicitud del cliente apoyos con cargas o recorridos más elevados o con otras condiciones de apoyo.

# APOYOS ESPECIALES

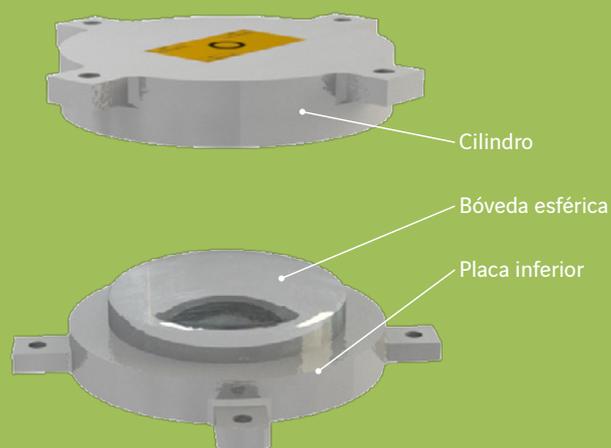
Los apoyos especiales se utilizan para responder a limitaciones de desplazamiento o a fuerzas muy específicas. No incluyen ningún elemento de elastómero y la transferencia de cargas se realiza normalmente por contacto entre piezas metálicas.



Apoyos lineales oscilantes

El apoyo lineal oscilante consta de una placa metálica inferior sobre la que oscila un repartidor de carga, sujetado en su sitio por pasadores de corte. Como ocurre con los cilindros de suspensión o los apoyos esféricos, los apoyos lineales oscilantes pueden ser fijos, deslizantes libres o deslizantes guiados.

La particularidad de este apoyo es que sólo permite la rotación en una única dirección.

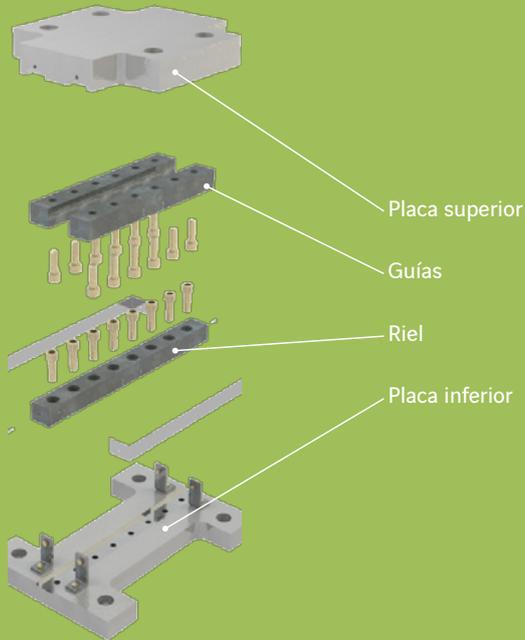


Apoyos de bulón

El apoyo de bulón, por su parte, cuenta con un repartidor de cargas puntual. Su tecnología es la misma que la de un cilindro de suspensión, salvo que en lugar de un cojín de elastómero incorpora un contacto esfera-plano para permitir las rotaciones.

Como cualquier apoyo, el de bulón se presenta en tres versiones: fijo, deslizante libre y deslizante guiado.





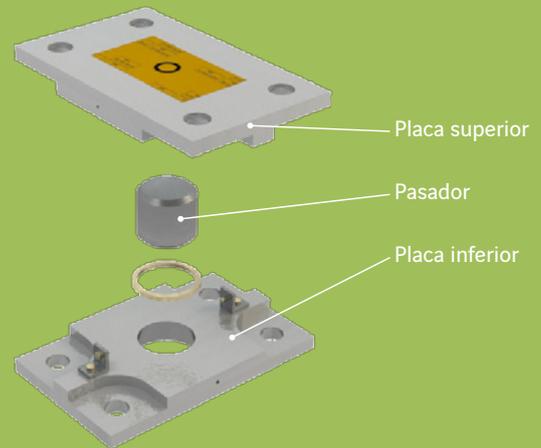
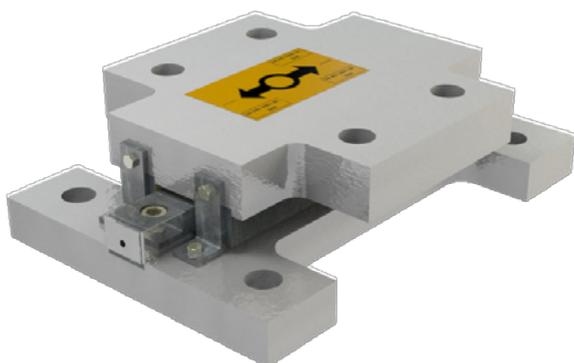
Claves de corte

La clave de corte consta de una placa inferior equipada de un riel y de una placa superior provista de dos guías.

Está concebida para aceptar desplazamientos horizontales en el eje del riel y para transmitir las fuerzas horizontales perpendiculares. No soporta fuerzas verticales.

Por lo general la llave de corte se combina con apoyos deslizantes libres, colocados a ambos lados.

Permite disociar la función de «guiado» de los apoyos, lo que puede resultar necesario cuando las fuerzas horizontales son considerables.



Pasador de corte

El pasador de corte está formado por una placa inferior y una placa superior conectadas entre ellas por un eje, llamado pasador. Este pasador acepta las rotaciones en torno a su eje y transmite las fuerzas horizontales elevadas. No soporta fuerzas verticales.

Al igual que las llaves de cortante, suele combinarse con apoyos deslizantes libres.



# OPCIONES

Freyssinet dispone de numerosas opciones adaptables para acompañar los apoyos. Estas opciones cumplen diversas opciones, como:

- reducir las dimensiones;
- adaptarse a las estructuras;
- simplificar los métodos de instalación o el seguimiento de las obras.



Línea ferroviaria de BTZ - Argelia

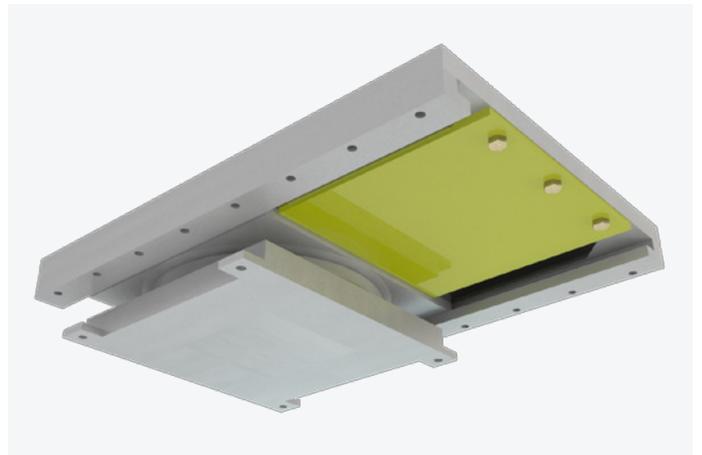
## Sistema antilevantamiento



El sistema antielevación soporta una fuerza de elevación vertical ocasional o permanente de la superestructura. Consta de garfios laterales o de una varilla central. La elección de una u otra solución dependerá de las fuerzas aplicaciones, de las dimensiones impuestas y del tipo de apoyo. Este sistema debe completarse con un anclaje en las estructuras compatible con las fuerzas soportadas. Los apoyos con sistema antielevación suelen encontrarse en techos, pasarelas peatonales o puentes expuestos al riesgo de sismos.

*Referencias:* Estadio de Kallang – Singapur / Viaductos de Loukkos y de El Hachef - Marruecos

## Tope provisional



El tope provisional bloquea el movimiento de traslación del apoyo deslizante durante la fase de construcción. Este sistema consta de topes laterales o de cuñas regulables fijadas bajo la placa deslizante



*Referencias:* Lusail CP4 - Doha, Qatar / Puente ferroviario de Szajol - Szolnok, Hungría

## Tope fusible



El principio del tope fusible consiste en bloquear el movimiento del apoyo hasta una fuerza dada y liberarla después. La guía del apoyo se fija con fusibles especialmente concebidos. Esta técnica sirve para limitar las fuerzas sísmicas que impactan contra las estructuras.

*Referencias:* Pont des Ilettes - Francia / Línea ferroviaria de BTZ - Argel

## Apoyo de empuje



El apoyo de empuje se concibe especialmente para servir, en una primera fase, de base deslizante durante el empuje, lanzamiento y ripado de un tablero de puente y, en una segunda fase, de apoyo definitivo durante toda la vida útil de la obra. Este técnica permite instalar apoyos antes de la colocación del tablero y evita la instalación de una base deslizante provisional y la sustitución por apoyos definitivos. El apoyo se fija provisionalmente con tornillos y topes que bloquean los movimientos. La rotación del apoyo se consigue durante la fase de empuje, lo que confiere un perfecto contacto de los patines deslizantes con la cara inferior del tablero.

*Referencias:* Viaducto de Gerringong - Australia / Ponte de Gala - Portugal

## Apoyo con gato elevador



Este sistema permite elevar la superestructura actuando directamente sobre el apoyo. En el caso de los cilindros de suspensión, lo que se hace es inyectar un fluido (pasta, resina, etc.) en el cilindro, debajo del disco de elastómero. Con los apoyos de elastómero, se coloca un gato plano Freyssinet bajo el bloque de elastómero.

El apoyo con gato elevador se utiliza tanto en la construcción como en la reparación (transferencia de carga sobre el apoyo) o cuando el apoyo de la superestructura corre el riesgo de hundirse (por la inestabilidad del suelo, etc.)

*Referencias:* Torre Eiffel - París, Francia / Puente de Cavalcavia - Suiza

## Instrumentación



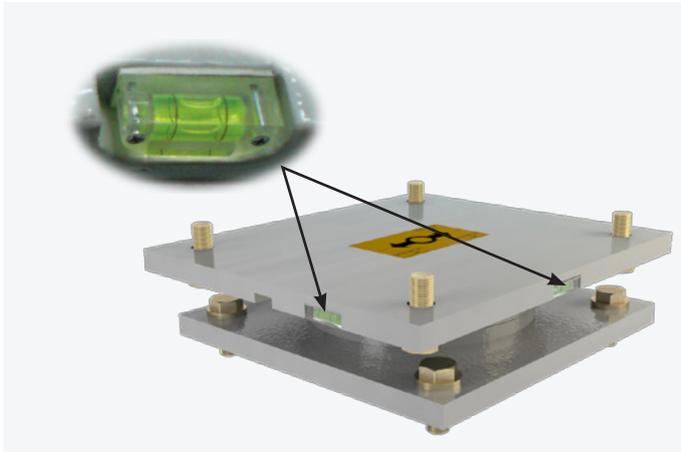
Los cilindros de suspensión pueden equiparse con un sistema de medición de la carga vertical. La lectura se realiza directamente en el apoyo o en una consola apartada, que puede ir conectada por cable o mediante señal de radio.

Con este sistema, la empresa operadora puede hacer un seguimiento del comportamiento de la obra en el tiempo.

*Referencias:* SEA Viaducto de la Dordoña - Francia / Torre Eiffel - París, Francia

# OPCIONES

## Nivel de burbuja



El nivel de burbuja (impuesto por la norma EN1337) se adapta a todos los tipos de apoyo. Su función es ayudar al instalador del apoyo a identificar la horizontalidad, facilitándole así el trabajo. También es útil para observar posibles rotaciones durante la vida útil de la obra.

## Faldones de protección



Pueden instalarse faldones de protección en torno al apoyo para preservar las superficies deslizantes de la suciedad. Este sistema es especialmente indicado para las regiones azotadas por tormentas de arena o para apoyos que puedan estar temporalmente sumergidos.

## Preajuste



Es posible ajustar la posición de las placas deslizantes de los apoyos deslizantes para permitir los movimientos irreversibles, como la retracción y la fluencia. Esta opción permite reducir las dimensiones de las placas deslizantes.

## Tratamiento anticorrosión

Como elementos estructurales que son, es necesario proteger los apoyos de la corrosión. En este sentido, existen varias opciones:

### Acero inoxidable:

El acero inoxidable es una solución ideal para evitar problemas de corrosión.

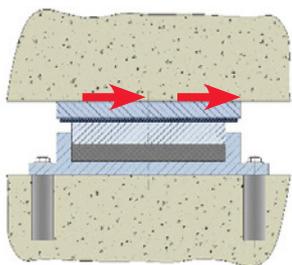
### Tratamiento de superficie:

Cualquier sistema de tratamiento es posible, y se definen en función del entorno y de la norma de referencia.

En ausencia de una norma obligatoria, Freyssinet ofrece sistemas fiables largamente probados.

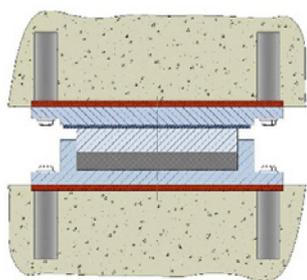
Sistema	Descripción	Uso
C4 ANV ACQPA	230 µm en 3 capas: 2 capas de epóxico + 1 poliuretano	Atmósfera aérea altamente corrosiva
C4 ZNV ACQPA	Metalización + 140 µm en 2 capas: 1 capa de epóxico + 1 poliuretano	Atmósfera aérea altamente corrosiva
C5 Ma ANV ACQPA	280 µm en 4 capas: 1 capa de cinc etil silicato - 2 capas de epóxico + 1 poliuretano	Atmósfera aérea extraordinariamente corrosiva (marina)
C5 Ma ZNV ACQPA	Metalización + 200 µm en 3 capas: 2 capas de epóxico + 1 poliuretano	Atmósfera aérea extraordinariamente corrosiva (marina)
S1C	Metalización + 270 µm en 4 capas: 3 capas de epóxico + 1 poliuretano	Atmósfera aérea extraordinariamente corrosiva (marina)

# SISTEMAS DE FIJACIÓN A LA ESTRUCTURA



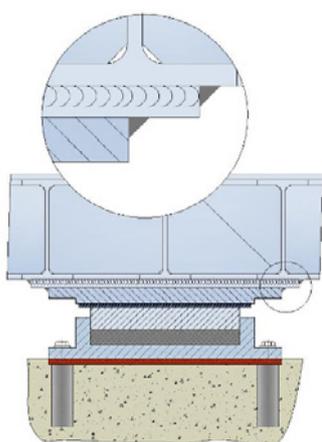
## Fricción

La transmisión de las fuerzas entre la superestructura y el apoyo se realiza por contacto entre las dos superficies. El cálculo tiene en cuenta la fuerza vertical y el coeficiente de fricción de la zona de contacto. Este sistema no absorbe fuerzas de levantamiento.



## Placa de distribución

Es posible intercalar placas de distribución (generalmente empotradas en el hormigón) entre las estructuras y el apoyo. Facilitan el desmontaje del apoyo y en ciertos casos, reducen sus dimensiones.

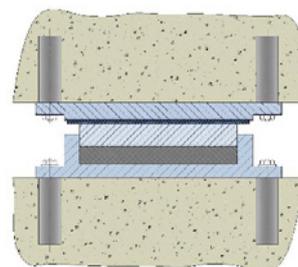


## Soldadura

En algunos casos (como puedan ser los puentes empujados), no se conoce con antelación el emplazamiento exacto del apoyo con respecto a la obra. En este caso se opta por soldar el apoyo a la superestructura (tablero metálico) o a una placa de distribución empotrada (tablero de hormigón). Para la protección anticorrosión a nivel de la soldadura se toman medidas especiales.

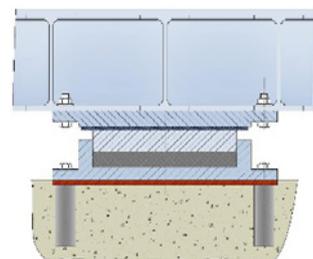
## Anclajes

Los anclajes fijan el apoyo a la estructura para que soporte fuerzas verticales y horizontales considerables.



## Pernos

La fijación en una estructura metálica se realiza generalmente mediante pernos, diseñados para soportar las eventuales fuerzas de tracción y las fuerzas horizontales.



## Distintos tipos de anclaje



Pasadores soldados



Abrazadera lisa



Abrazadera de pie

# FABRICACIÓN DE LOS APOYOS



Freyssinet diseña y fabrica todos sus apoyos en sus propias fábricas, lo que le permite garantizar a cada cliente una calidad de fabricación y de servicio uniforme en todo el mundo.

Este control total de productos y sistemas permite a Freyssinet adaptar sus soluciones a aplicaciones diversas y a condiciones de uso extremas.

## Productos diseñados y fabricados por Freyssinet

Todos los apoyos de Freyssinet han sido diseñados y calculados por un servicio técnico interno que los adapta en función de las normas aplicables y de las particularidades del proyecto. La coordinación entre el diseño, las opciones de fabricación y la elección de los materiales es primordial para optimizar las soluciones y ofrecer productos fiables y duraderos.

## Productos certificados

El reconocimiento del saber hacer de Freyssinet y de la calidad de sus procedimientos se traduce en numerosas certificaciones en ámbitos muy diversos. Además de la certificación europea que nos ha concedido el sello o marcado CE, los apoyos Freyssinet están homologados y son reconocidos en numerosos países de los cinco continentes.

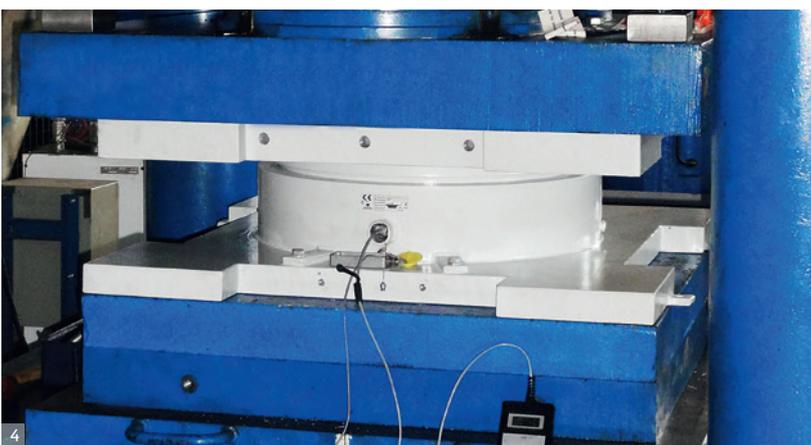
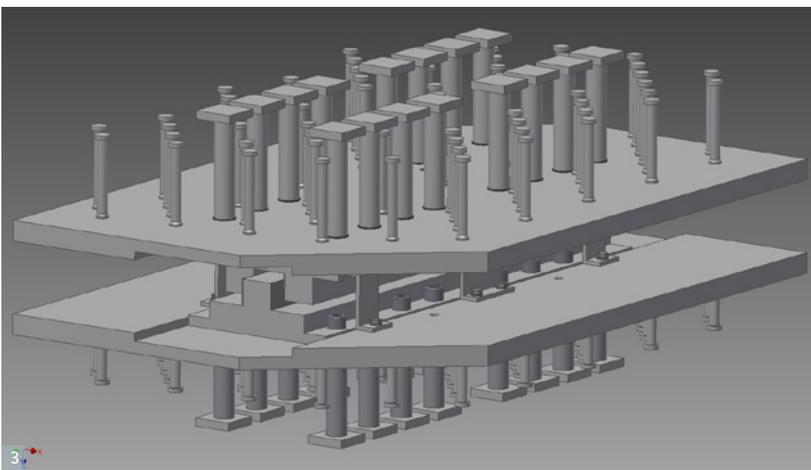
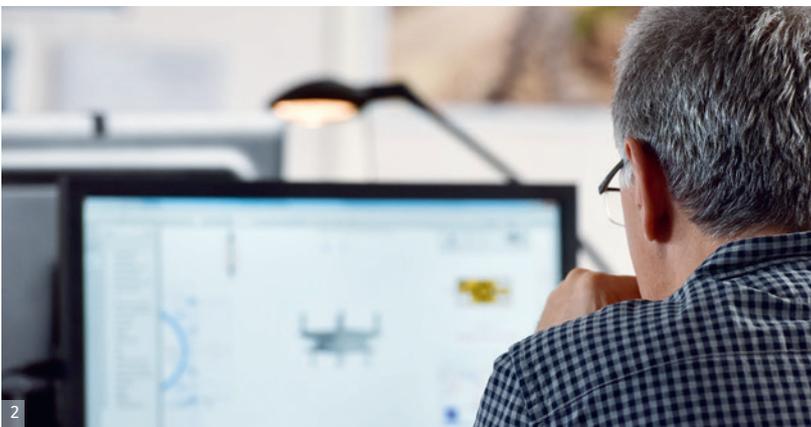
## Experiencia y competencia industrial

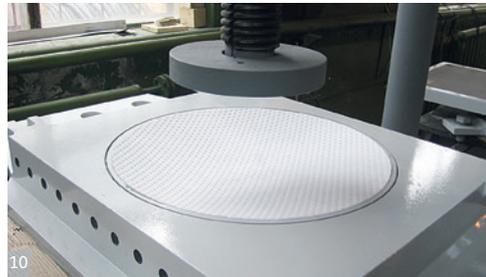
Nuestra división industrial, FPC (Freyssinet Products Company), tiene sede en Francia y aglutina todo el saber hacer de Freyssinet en los campos de los materiales, la fabricación, la producción, el control y la logística. Coordina nuestra producción en todo el mundo. Numerosos expertos en fundición, elastómeros, mecánica y calidad recorren los cinco continentes para elaborar y controlar los procesos de fabricación y garantizar un nivel de calidad homogéneo de los productos independientemente de su lugar de fabricación.

## Garantía de calidad

La vasta red de plantas de producción gestionadas por FPC requiere la implicación diaria del servicio de control de calidad. Este departamento garantiza la calidad y la conformidad de los productos entregados. Todos los productos pasan por el control de FPC en Francia, que dispone de tecnología puntera en materia de metrología.

Todos los puntos de control se definen internamente y FPC emite un certificado de conformidad para cada producto comercializado.





1. Oficina de proyectos
2. Oficina técnica
3. Diseño digital 3D
4. Ensayo de apoyo instrumentado
5. Establecimiento FPC
6. Cilindro de suspensión en el showroom

7. Control de calidad del cilindro de suspensión
8. Control
9. Cilindro de suspensión en el showroom
10. Montaje del apoyo esférico
11. Tratamiento de superficie
12. Apoyo instrumentado

# REFERENCIAS



Puente del Nudo Sur de la M-30  
España



Viaducto de Gerringong  
Australia



Puente Hassan II  
Rabat, Marruecos



Puente de Hans Wilsdorf  
Ginebra, Suiza



Tercera carretera de circunvalación de Estambul  
Turquía



Stade de France  
París, Francia



Stanford American International School  
Estados Unidos



Ronda de Málaga  
España



Museo de las Confluencias  
Lyon, Francia



SEA – Línea ferroviaria de alta velocidad Tours Burdeos - Viaducto de la Boème  
Francia



## Más de 60 establecimientos en todo el mundo

AMÉRICA . Argentina . Brasil . Canadá . Chile . Colombia . Estados Unidos . México . Panamá . Salvador . Venezuela .  
EUROPA . Bélgica . Bulgaria . Dinamarca . España . Estonia . Francia . Hungría . Irlanda . Islandia . Letonia . Lituania . Luxemburgo . Macedonia .  
Noruega . Países Bajos . Polonia . Portugal . República Checa . Rumanía . Reino Unido . Rusia . Serbia . Eslovenia . Suecia . Suiza . Turquía .  
ÁFRICA Y ORIENTE MEDIO . Abu Dabi . Sudáfrica . Argelia . Arabia Saudí . Dubai . Egipto . Jordania . Kuwait . Marruecos . Omán .  
Qatar . Sharja . Túnez . ASIA . Corea del Sur . Hong Kong . India . Indonesia . Japón . Macao . Malasia . Pakistán . Filipinas . Singapur .  
Tailandia . Taiwán . Vietnam . OCEANÍA . Australia . Nueva Zelanda



**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



[www.freyssinet.com](http://www.freyssinet.com)

Visítenos en:

