



**FAG**



## Rótulas en edificios y estructuras

Nuestra competencia es su beneficio

## Introducción



Rótulas radiales



Rótulas axiales



Casquillos de fricción



Cabezas de rótula

Las rótulas en edificios y estructuras son puntos de conexión sensibles, están montados sobre el agua o en tierra. Deben soportar cargas de muchas toneladas, bajo un calor extremo o un frío cortante y están expuestos a tormentas, a la agresiva acción del agua marina o, incluso, deben ser a prueba de terremotos.

INA y FAG responden a la demanda del sector con un diseño creativo de rodamientos y rótulas. Las rótulas ELGES son un ejemplo de ello. Esta tradicional marca tiene acumulados más de 50 años de experiencia y el consolidado know-how de todo el Grupo Schaeffler.

Altas capacidades de carga, funcionamiento seguro, larga duración de vida, incluso en los entornos más difíciles, son los beneficios que aportan las rótulas ELGES, especialmente recomendables para estas aplicaciones. Nuestra amplia

gama de productos incluye:

- Rótulas
- Casquillos de fricción (cilíndricos)
- Cabezas de rótula
- Combinaciones de rótulas.

“Libre de mantenimiento” es el lema de la marca ELGOGLIDE®. Tome su tiempo para leer qué hay detrás de esta marca y descubra usted mismo la versatilidad de las amplias posibilidades de aplicación de las rótulas ELGES en la construcción.

Quizás todo esto le inspire para tener una idea creativa para sus diseños de edificios y estructuras. Nuestros técnicos le asesorarán sobre las rótulas adecuadas.

¡Pregúntenos!

## ¿Es necesario lubricar los puentes basculantes?

Por supuesto que no. Sin embargo, los puentes tienen que funcionar sin problemas, ya que apenas hay tiempo para los trabajos de mantenimiento. Si se trata de un puente que se tiene que abrir y cerrar constantemente para permitir el tráfico marítimo, como en el caso del puente basculante del puerto de Barcelona, esto implica un trabajo extremadamente duro para los puntos de articulación de los segmentos móviles del puente: cada sección móvil del puente de Barcelona tiene una longitud de 70 metros y pesa 2.000 toneladas.

Lo mismo si se trata de un puente basculante doble, como el expuesto anteriormente, o de puentes hidráulicos, basculantes simples o giratorios, el caso de aplicación requiere sistemas de casquillos de fricción, de alto rendimiento, con ELGOGLIDE®, libres de mantenimiento.

Los casquillos de fricción con ELGOGLIDE® son elementos de deslizamiento en seco, con reducido rozamiento, que tienen una elevada capacidad de carga y que son especialmente adecuados para movimientos de oscilación.

El motivo: Las relaciones entre la capacidad de carga dinámica y el reducido peso del casquillo son muy elevadas.

La etiqueta de “alto rendimiento” no la ponemos sin realizar ensayos previos. Durante las pruebas, aplicamos a los casquillos una carga dinámica de hasta 600 N/mm<sup>2</sup>. Esto corresponde al 200% del valor oficial de capacidad de carga dinámica que se indica en el catálogo, lo que demuestra que, en realidad, tienen más capacidad de carga que la indicada. De esta manera, le ofrecemos la seguridad de utilización necesaria para su diseño.



Barcelona. El mayor puente basculante doble del mundo se mueve mediante grandes rótulas radiales, que tienen un diámetro de agujero de 670 mm.

## ¿Por qué tienen las grandes rótulas el sello de calidad “X-life”?

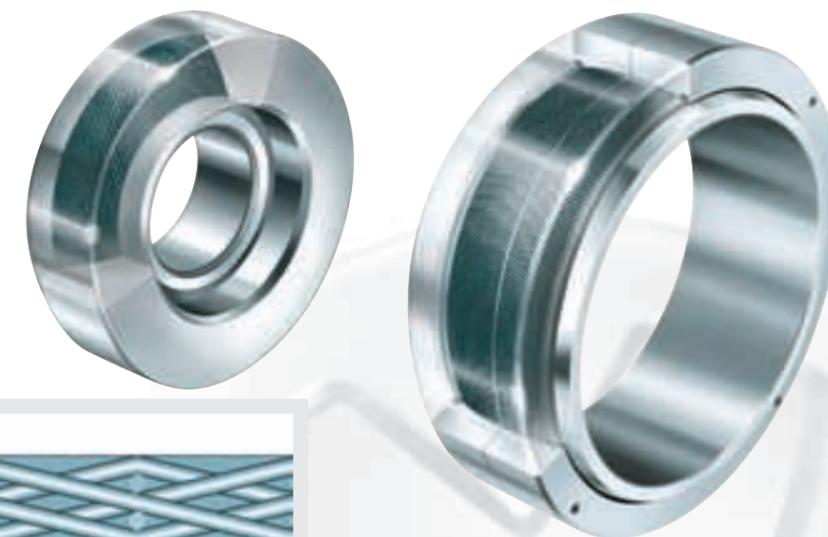
Desde hace años Schaeffler KG es líder en el mercado con sus rótulas ELGES libres de mantenimiento. Actualmente, las grandes rótulas, de rendimiento mejorado, vienen con un sello nuevo: “X-life”. Bajo esta marca, INA y FAG ofrecen, desde hace algún tiempo, sus productos y servicios “premium”, de primera calidad, para aplicaciones industriales.

El factor decisivo para la inclusión de nuestras rótulas en este selecto grupo fue la mejorada capa deslizante ELGOGLIDE®: las capacidades de carga dinámica y estática fueron incrementadas en un 50% y la duración de vida nominal es 8 veces más elevada que la duración ofrecida por nuestros competidores. Como esta capa deslizante es totalmente resistente a la humedad, estas rótulas son muy apropiadas para ser montadas en las construcciones hidráulicas de acero: un sector extremadamente exigente con relación al medio ambiente.

Las grandes rótulas X-life están disponibles con un diámetro de eje a partir de 320 mm (radiales) y de 200 mm (axiales).



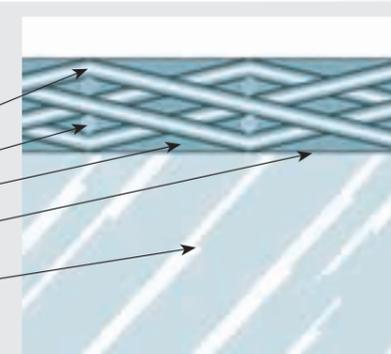
Buenos Aires. El puente peatonal “Puente de la Mujer”, ubicado en el puerto viejo, es una obra maestra, tanto desde el punto de vista arquitectónico como del punto de vista técnico. Esto también es cierto para los puntos de apoyo de las partes móviles del puente, que están contruidos de forma que no necesitan mantenimiento durante 50 años. Esto no es problema para las grandes rótulas ELGES: calidad “premium” de INA, que la hace merecedora del sello “X-life”.



¿Qué es ELGOGLIDE®?  
Una fórmula fácil lo explica:

- Tejido de PTFE, compuesto de Teflón® y fibras de apoyo
- + matriz de resina
- + pegamento en el cuerpo de apoyo, de acero

= ELGOGLIDE®



El resultado es una combinación equilibrada, de elevada capacidad de carga, excelente comportamiento frente al desgaste y al rozamiento, y excelentes características para el funcionamiento en seco

## ¿Se puede balancear una estación de tren a causa del viento?



La respuesta es claramente “sí”, al menos en el caso de las grandes construcciones cerradas que deben soportar el viento y las inclemencias del tiempo. Las grandes rótulas aportan la necesaria compensación de longitud en las estructuras de acero. En la estación ferroviaria Lehrter Bahnhof de Berlín, por ejemplo, numerosas rótulas y sistemas de pernos fabricados por ELGES han sido montados en las uniones de los marcos y rejas que soportan todo el techo de cristal. Un techo similar, también con rótulas ELGES, cubre la nueva estación de conexión ferroviaria con el aeropuerto de Colonia/Bonn.

Pero no sólo las estaciones de tren apuestan por nuestras rótulas, sino también otros edificios a escala internacional, como el edificio dvg de Hannover, o el banco Hongkong de Shanghai. En todos estos casos se utilizan las rótulas que no requieren mantenimiento. Una ventaja evidente... En caso contrario, las tareas de mantenimiento serían trabajos sólo para acróbatas.

En muchas aplicaciones, los agujeros de los anillos interiores de las rótulas están recubiertos con ELGOGLIDE®. De esta manera, se pueden compensar fácilmente, en el rango de pocos milímetros, las variaciones axiales de longitud debidas

a los cambios meteorológicos. Incluso la humedad, normalmente el gran enemigo de las rótulas, tendrá efecto alguno sobre éstas. El motivo es que la capa de deslizamiento es impermeable y soporta muy bien la humedad, junto con los cuerpos de apoyo de acero.



...balancearse al viento con ELGES, con las bases de los marcos bien sujetas: el aumento de longitud puede ser compensado en el agujero del anillo interior de la rótula y en el eje de acero inoxidable



Estación ferroviaria Lehrter en Berlín: la mayor estructura de techo de Europa en una estación ferroviaria, cubre 300 metros de andenes y contiene numerosas rótulas y sistemas de pernos de ELGES (Fotografía cortesía de Computersimulation ©Archimation, Berlín)

Hemos puesto a prueba la resistencia a la humedad de la fijación de la capa deslizante en series de ensayos: el material deslizante no se dilata, no queda soldado con el metal y es químicamente

muy resistente y estable. Numerosas aplicaciones prácticas a lo largo de muchos años confirman este resultado (vea nuestro resumen “Referencias” al final de este prospecto). El ajuste de los

componentes puede hacerse altamente resistente al desgaste mediante rótulas recubiertas de ELGOGLIDE®, que ofrecen la máxima funcionalidad y seguridad de servicio, durante décadas.



Calidad ELGES comprobada: los sistemas de apoyo están compuestos por rótulas de diseño especial, recubiertas de ELGOGLIDE®, y pernos/ejes

## ¿Pueden ser artistas los arquitectos?

El State Hockey Centre en Sydney, el Stade de France en París, el Gerry-Weber-Stadion en Halle (Westfalia)... En todos los rincones del mundo los estadios constituyen tareas interesantes de planificación para los arquitectos y los diseñadores de estructuras. Entre éstas se encuentran construcciones de techos, cada vez más ligeras y casi oscilantes. Y, por supuesto, rótulas ELGES libres de mantenimiento. El motivo es que los techos a menudo se tensan mediante cables, cuyos puntos de articulación en ambos extremos deben disponerse libres de momentos.

Aunque la estética es sólo un aspecto, es más importante la función de protección climática de los techos. Ni a los deportistas ni a los espectadores les gusta la lluvia. Las grandes cargas que



State Hockey Centre en Sydney: todos los puntos de fijación de los cables que tensan el techo están articulados con rótulas ELGES recubiertas con ELGOGLIDE®

actúan en los puntos de apoyo durante las operaciones de abrir y cerrar el techo no son ningún problema para las rótulas INA con ELGOGLIDE®. Estas rótulas son

capaces de soportar presiones superficiales de hasta 300 N/mm<sup>2</sup> en condiciones dinámicas y de hasta 500 N/mm<sup>2</sup> en condiciones estáticas.

Estadio "AufSchalke", un sábado por la tarde, durante la temporada de la liga de fútbol. ELGES también participa en el juego cuando suena el silbato, ya que el dispositivo mecánico que permite descubrir el césped del terreno de juego está equipado con rodamientos convencionales y con rótulas con el agujero del anillo interior recubierto con ELGOGLIDE®. Estas rótulas se encargan, entre otras cosas, del avance sin fricción de las cubiertas móviles.

Las cabezas de rótula libres de mantenimiento utilizadas en los dispositivos de ajuste de las cubiertas móviles de las tribunas llevan también la marca ELGES.

INA tiene una extensa gama de cabezas de rótula libres de mantenimiento, y de cabezas de rótula que requieren mantenimiento, en dimensiones de eje



Estadio "AufSchalke" en Gelsenkirchen: el terreno de juego, que aquí aparece frente al estadio, tarda seis horas en recorrer los 300 metros hasta la parte interior del estadio

hasta 200 mm. Las variantes de diseño ofrecidas también son extensas: cabezas de rótula torneadas o moldeadas, con rosca interior o exterior,

rosca a la derecha o a la izquierda. Las ejecuciones especiales también son suministrables, según las necesidades del cliente.



Soluciones sofisticadas que soportan cargas extremas: fijación de los extremos de los cables que tensan el techo



Rótulas en los soportes debajo de la tribuna: cuando se hallan levantados permiten la entrada y salida del terreno de juego



## ¿Puede ser divertida la seguridad?



London Eye: gracias a INA y FAG la gente puede disfrutar con seguridad de una espectacular vista desde la noria más grande del mundo

Desde la Millennium Wheel, también conocida como London Eye, se puede disfrutar de la que es, sin duda, la vista más espectacular de la ciudad de Londres. Millones de turistas ya han dado unas vueltas en esta noria y han regresado a tierra con la seguridad brindada por INA y FAG. El know-how consolidado y la forma en que estos dos especialistas en rodamientos se complementan se puede ver de forma evidente en este proyecto. En el cubo central, el “corazón” de la noria, FAG asegura la rotación con re-

ducido rozamiento. En este punto están montados dos rodamientos oscilantes de rodillos, que pesan toneladas y tienen un diámetro interior de 1 metro.

Por otro lado, INA se encarga de la seguridad de la estructura: dos grandes rótulas ELGES, de ejecución especial, con diámetros exteriores de 600 mm y un peso, cada una, de 194 kg. fueron indispensables para mover la noria desde su posición horizontal, en la que fue montada, hasta la posición vertical, junto al Támesis. Durante este proceso se produjeron presiones superficiales superiores a los 450 N/mm<sup>2</sup>.



Diversión segura: la capacidad de carga de la capa deslizante ELGOGLIDE® ha sido puesta a prueba en varias series de ensayos en los laboratorios de INA



Edificio dvg, Hannover: la estructura del techo cubre a los espectadores como una enorme tela de araña

Desde entonces, las rótulas tienen la función de compensar los micromovimientos causados por el viento. Gracias a ELGOGLIDE®, las rótulas pueden soportar extremadamente altas cargas y no requieren mantenimiento. De esta manera se asegura una larga vida útil de las rótulas, incluso cuando se

presentan presiones específicas de hasta 300 N/mm<sup>2</sup> en la rótulas radiales. Las rótulas son autoalineables con reducidos momentos. Esto es ideal para puntos de conexión en los que la capacidad de movimiento debe estar asegurada.

Las grandes rótulas ELGES permiten un diseño compacto y una gran seguridad de funcionamiento. Sin ellas, probablemente la London Eye no sería tan elegante como se ve hoy. Gracias a los componentes de muy alta duración de vida fabricados por INA y FAG, esta sofisticada estructura se ha convertido en una gran atracción, que lo seguirá siendo en el futuro.



Gran fascinación: en todos los puntos de articulación, libres de momento, en los soportes de la estructura, consta la marca ELGES



## ¿Tienen las compuertas de las esclusas miedo de que llegue el invierno?



Recuperación de terrenos en Corea: Saemangum: la presa, finalizada en el 2001, es una de las aplicaciones más interesantes de ELGES

Por supuesto que las compuertas de las esclusas no tienen sentimientos, ya que la norma DIN 19704-1 (construcciones hidráulicas de acero) clasifica estas estructuras como "cerraduras" que compensan las crecidas naturales del agua de los ríos o de las caídas artificiales de los embalses.

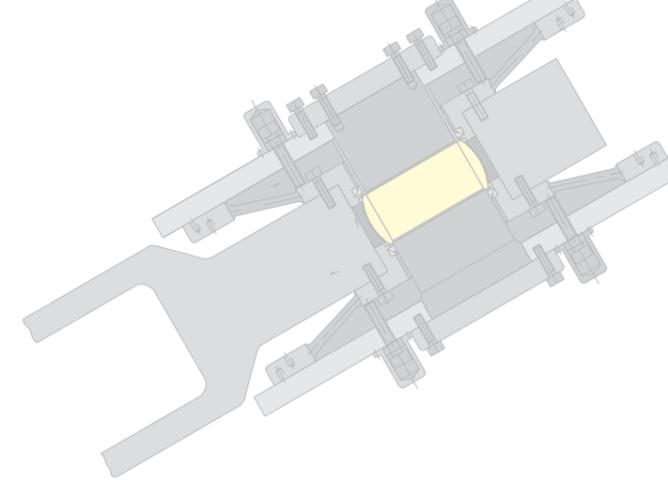
Estos "cierres", ya sean compuertas de sector, verticales o ataguías, representan un importante sector de aplicaciones

para las rótulas INA. En todos los lugares en los que el hormigón está en contacto con el acero, los cimientos se asientan, las exactitudes de la fabricación se potencian, y aparecen deformaciones elásticas y variaciones en las longitudes, debidas a los cambios de temperatura. Piense en un frío penetrante y en el hielo en muchas esclusas en Holanda, como en el canal Hartel. La presión del agua y el peso de la compuerta actúan en un

sólo sentido sobre las rótulas. En estas condiciones es imposible formar una película lubricante, en la zona de carga, entre los anillos interior y exterior de la rótula, especialmente después de una larga parada. A pesar de ello, la compuerta debe poderse mover a reducida velocidad, incluso bajo condiciones extremas.



Gigantesco: las compuertas de sector de la presa Saemangum tienen una altura de 15 metros y una anchura de 30 metros



Nuestras rótulas ELGES libres de mantenimiento, con ELGOGLIDE® son, exactamente, lo que usted precisa para aplicaciones como la indicada anteriormente.

Gracias a la capa deslizante, se produce una distribución de la carga con reducido rozamiento y libre de momentos. Los diseños con extremadamente altas cargas de compresión son la rutina diaria en la construcción de estructuras hidráulicas de acero. Recomendamos a nuestros clientes las siguientes presiones específicas de contacto como guía de referencia para los diferentes casos de funcionamiento:

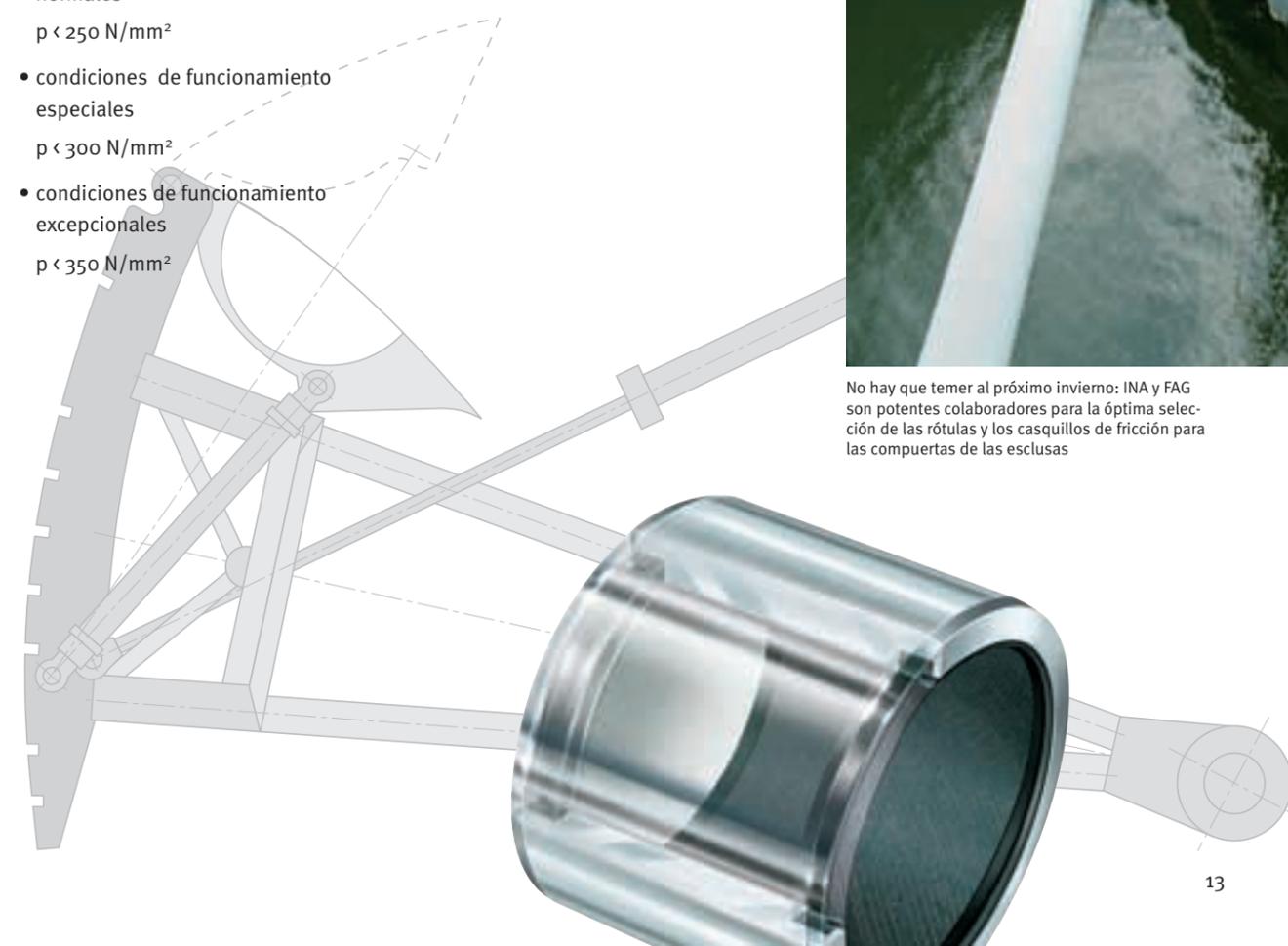
- condiciones de funcionamiento normales  
 $p < 250 \text{ N/mm}^2$
- condiciones de funcionamiento especiales  
 $p < 300 \text{ N/mm}^2$
- condiciones de funcionamiento excepcionales  
 $p < 350 \text{ N/mm}^2$

Estas recomendaciones se tuvieron en cuenta en la presa "Caruachi", en el río Orinoco, en Venezuela. Nueve compuertas de sector, de 15 metros de anchura y 22 metros de altura, están colocadas contra el curso del río, por lo que las rótulas GE 600 DW-2RS2 se encuentran soportando una elevada presión hidráulica.

La humedad, los cambios bruscos de temperatura y las altas presiones específicas en las rótulas son las influencias habituales en todas las aplicaciones de estructuras hidráulicas de acero, en todo el mundo. Por esta razón, las rótulas ELGES han sido fabricadas para soportar condiciones extremas, a pesar de que en Venezuela no exista el invierno.



No hay que temer al próximo invierno: INA y FAG son potentes colaboradores para la óptima selección de las rótulas y los casquillos de fricción para las compuertas de las esclusas



## ¿Qué otra manera tenemos de convencerle?

Año de finalización	Proyecto	País	Rótulas INA
<b>Edificios y estadios</b>			
1977	Centro Pompidou, París	FRANCIA	GE 160 DO, GE 240 DO
1984	Lloyds-Bank, Londres	GRAN BRETAÑA	GE 120 AW, GE 180 UK-2RS
1985	Bancos Hongkong y Shanghai, Hong-Kong,	CHINA	GE 320 UK-2RS, GE 340 UK-2RS, GE 360 UK-2RS, GE 380 UK-2RS (todas en ejecución especial)
1989	Skydome, Toronto	CANADA	GE 160 DO, GE 280 DO, GE 200 SX
1991	Estadio Gerry-Weber, Halle/Westfalia	ALEMANIA	GE 70 UK-2RS, GE 100 UK-2RS
1998	Stade de France, París	FRANCIA	GE 60 UK-2RS, GE 100 UK-2RS
1999	Edificio dvg, Hannover	ALEMANIA	GE 60 UK-2RS
2000	State Hockey Centre, Sydney	AUSTRALIA	GE 120 UK-2RS
2001	Estadio "AufSchalke", Gelsenkirchen	ALEMANIA	GE 140 UK-2RS, GE 240 UK-2RS, GE 300 UK-2RS-W7
2002	Estación ferroviaria Lehrter, Berlín	ALEMANIA	GE 220 FW-2RS, en ejecución especial
2003	Estación del aeropuerto de Colonia/Bonn	ALEMANIA	GE 80 UK-2RS, en ejecución especial
2004	Estadio de Wembley	GRAN BRETAÑA	GE 300 AW, en ejecución especial
<b>Puentes</b>			
1973	Puente de ferrocarril Blokzijl	HOLANDA	GE 60 UK-2RS, GE 100 UK-2RS y GE 110 UK-2RS
1974	Puente basculante Bennebrock	HOLANDA	GE 140 UK-2RS, GE 200 UK-2RS
1976	Viaducto Wehr	ALEMANIA	GE 460 DW
1977	Puente Jachmannbrücke, Wilhelmshaven	ALEMANIA	GE 120 UK-2RS, GE 500 DW
1981	Puente Rode, Haan	HOLANDA	GE 100 SW
1981	Puente Blockzijl	HOLANDA	GE 100 UK-2RS
1982, 1983	Puente Ophaal, Amsterdam	HOLANDA	GE 140 UK-2RS
1984	Puente Blauw, Verlaat	HOLANDA	GE 340 DW
1987	Puente Vroomshoop	HOLANDA	GE 200 UK-2RS
1990	Puente Jan Berghaus, Leer	ALEMANIA	GE 480 DW-2RS2
1992	Rügendamm Stralsund. Puente de trenes	ALEMANIA	GE 160 UK-2RS, GE 200 UK-2RS y GE 320 DW
1996	Puente Este, York	ALEMANIA	GE 320 DW, GE 380 DW
1997	Puente Purmerend	HOLANDA	GE 180 UK-2RS, GE 300 UK-2RS, GE 320 DW, GE 340 DW y GIHN-K 160 DO-2RS
1998	Primer Puente basculante	ALEMANIA	GE 260 UK-2RS, GE 320 DW, GE 440 DW
1999	Puente Rügen Dam Stralsund	ALEMANIA	GE 160 UK-2RS, GE 220 UK-2RS GE 300 UK-2RS
1999	Puente Tarragona	ESPAÑA	GE 600 DW-RS2-W8
1999	Puente del puerto de Barcelona	ESPAÑA	GE 260 UK-2RS, GE 280 UK-2RS y GE 670 DW-RS2-W
2001	Puente de la Mujer, Buenos Aires	ARGENTINA	GE 360 AW, GE 950 DW-W7-W10 y GE 1000 DW-W7-W10
2002	Puente Schleibrücke, Kappeln	ALEMANIA	GE 200 UK-2RS, GE 360 DW-2RS2

Año de finalización	Proyecto	País	Rótulas INA
<b>Puentes (contin.)</b>			
2003	Puente Flevobrug, Kampen	HOLANDA	GE 240 UK-2RS
2004	Harilaos Trikoupis, Patras (puente Rion-Antirion) Golfo de Corinto (puente tensado por cables)	GRECIA	GE 360 DW-2RS2-W8
<b>Estructuras hidráulicas de acero</b>			
1970	Aracena	ESPAÑA	GE 220 UK-2RS
1971	Wijk	HOLANDA	GE 160 UK-2RS
1972	Kreekrak	HOLANDA	GE 120 UK-2RS
1974	Mediano	ESPAÑA	GE 160 UK-2RS, GE 300 UK-2RS
1975	Houtribsluizen	HOLANDA	GE 160 UK-2RS
1977	Canal Elbe-Trave	ALEMANIA	GE 100 UK-2RS
1978	Abwinden-Asten	AUSTRIA	16-748, 16-749, GE 160 UK-2RS, 16-771 y 16-772
1978	Presa Hunte	ALEMANIA	GE 160 UK-2RS, GE 180 UK-2RS
1978	Altenwörth	AUSTRIA	GE 60 UK-2RS-V508, GE 80 UK-2RS y GE 120 UK-2RS
1980	Canal Albert	BÉLGICA	GE 80 UK-2RS-V508 y GE 100 UK-2RS
1982	Greifenstein	AUSTRIA	16-949, GE 400 DW, 16-948
1987	Esclusa Vlissingen	HOLANDA	GE 220 UK-2RS, GE 300 UK-2RS y GE 320 DW
1992	Aquamilpa	MÉXICO	GE 460 DW
1994	Huites	MÉXICO	GE 670 DW
1995	Cunovo	ESLOVAQUIA	GE 280 UK-2RS
1996	Zilina	ESLOVAQUIA	GE 100 UK-2RS, GE 160 UK-2RS y GE 440 DW-2RS2
1996	Canal Hartel	HOLANDA	GE 180 AW, GE 320 DW
1997	Balambano	INDIA	GE 120 UK-2RS, GE 320 DW
1998	Lambach	AUSTRIA	GE 90 UK-2RS, GE 140 UK-2RS GE 160 UK-2RS, GE 300 UK-2RS y ZGB 180x205x105
1999	Caruachi	VENEZUELA	GE 220 UK-2RS-W1, GE 600 DW-2RS2
2001	Saemangum – Primera fase	COREA	GE 240 UK-2RS, GE 280 UK-2RS y GE 600 DW-2RS2, en ejecución especial
2002	Xiao Lang Di	CHINA	GE 440 DW
2003	Yong Quin	CHINA	GE 300 UK-2RS
2003	ShuiBuYa	CHINA	GE 1000 DW-2RS2
2003	NiErji	CHINA	GE 500 DW-2RS2
2003	Saemangum – Segunda fase	COREA	GE 240 UK-2RS, GE 280 UK-2RS y GE 600 DW-2RS2, en ejecución especial
2004	Presa Sessan	VIETNAM	ZGB 460x510x230-2RS



#### Schaeffler KG

Industriestrasse 1-3  
91074 Herzogenaurach (Germany)  
Internet [www.ina.com](http://www.ina.com)  
E-Mail [Info@schaeffler.com](mailto:Info@schaeffler.com)

En Alemania:

Tel. 0180 5003872  
Fax 0180 5003873

Desde otros países:

Tel. +49 9132 82-0  
Fax +49 9132 82-4950



#### Schaeffler KG

Georg-Schäfer-Strasse 30  
97421 Schweinfurt (Germany)  
Internet [www.fag.com](http://www.fag.com)  
E-Mail [FAGinfo@schaeffler.com](mailto:FAGinfo@schaeffler.com)

En Alemania:

Tel. 0180 5003872  
Fax 0180 5003873

Desde otros países:

Tel. +49 9721 91-0  
Fax +49 9721 91-3435

Todos los datos se han confeccionado y analizado cuidadosamente. Sin embargo, no nos hacemos responsables de posibles datos erróneos o incompletos. Debido al constante desarrollo, nos reservamos el derecho a efectuar modificaciones.

© Schaeffler KG · Noviembre de 2006

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción, total o parcial, sin nuestra autorización