



Juntas de dilatación

# Juntas de dilatación modulares – la referencia para grandes movimientos



## TENSA<sup>®</sup> MODULAR Tipos LR y LR-LS

eficaz, versátil, silenciosa



**mageba**  
International [www.mageba.net](http://www.mageba.net)



# Características del producto

## Principio

La junta de dilatación TENSA®MODULAR se basa en el siguiente concepto: el movimiento de apertura al final de un tablero de un puente se divide en pequeñas aperturas individuales mediante perfiles transversales. Esto permite acomodar movimientos del tablero de más de 2.000 mm, así como rotaciones en todas las direcciones.

Las aperturas individuales están selladas mediante perfiles elastoméricos, permitiendo un drenaje completo en la superficie del tablero. Los movimientos relativos entre los perfiles transversales se regulan mediante un sistema de control elástico y no restringido.

Las juntas de dilatación modulares se usan típicamente en puentes con movimientos superiores a los 80 mm.

El uso de las llamadas “placas sinusoidales” en la superficie de la junta permite reducir el ruido debido al tráfico en hasta un 80 %.

## Características

Las juntas de dilatación están sometidas a fuertes exigencias, que deben satisfacerse durante la larga vida útil de las mismas. La junta estanca TENSA®MODULAR, inventada por mageba, ha sido constantemente desarrollada durante las últimas décadas, y ya en su cuarta generación satisface las más altas exigencias de carga y durabilidad.

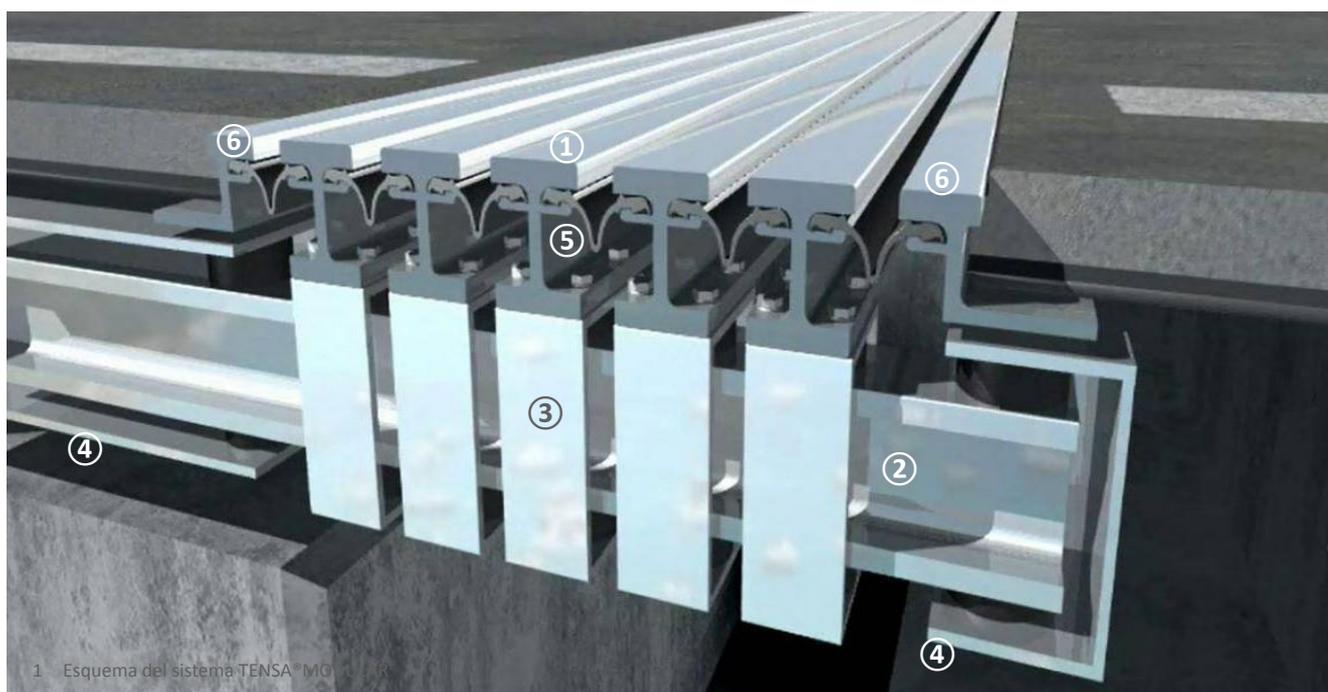
El sistema TENSA®MODULAR fue desarrollado, como su nombre indica, como un sistema modular, ofreciendo soluciones específicas según las necesidades, siempre con los materiales de la más alta calidad. La variable principal del proceso es la apertura máxima necesaria de la junta.

Cada apertura individual de la junta, así como su perfil de sellado, permite aperturas máximas de entre 60 y 80 mm, dependiendo de la normativa aplicable. Sin embargo, si se utilizan placas sinusoidales en las caras superiores de los perfiles de borde y los perfiles transversales, la apertura máxima es de 100 mm. Para casos de carga especiales, como las debidas a los

terremotos, las aperturas pueden incrementarse aún más. La apertura máxima total de la junta se utiliza para determinar el número de aperturas individuales y perfiles transversales que se requerirán en la junta.

## Partes y componentes

Los perfiles transversales ① descansan y se deslizan sobre barras de soporte longitudinales ②, y se conectan a éstas mediante estribos ③. Las barras de soporte se extienden entre las cajas de soporte ④ a ambos lados del tablero. Tanto las barras de soporte como los perfiles transversales están soportados por elementos poliméricos de alta calidad y preesforzados mediante componentes elastoméricos. Los movimientos relativos entre los perfiles transversales y a lo largo de las barras de soporte están regulados mediante muelles de control. El sistema impermeable se consigue mediante los perfiles de sellado ⑤, que conectan los perfiles transversales entre ellos y a los perfiles de borde ⑥.



1 Esquema del sistema TENSA®MODULAR

# Beneficios

## Highlights

- Permite movimientos en todas las direcciones y rotaciones sobre cualquier eje
- Totalmente impermeable con sistema de drenaje en la superficie del tablero.
- Versátil y adaptable para satisfacer los deseos del cliente
- Adecuada en todo tipo de puentes
- Partes y elementos de alta calidad y de eficacia probada
- Bajo nivel de ruido si se equipa con placas sinusoidales

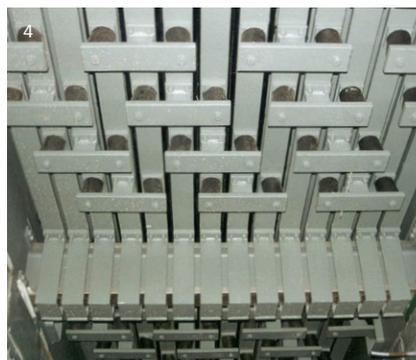
## Diseño

- La soldadura se evita en todas aquellas conexiones sometidas a grandes esfuerzos, lo que aumenta la durabilidad.
- Todas las piezas susceptibles al desgaste están atornilladas, y pueden reemplazarse en caso necesario con poco esfuerzo y sin interrumpir el tráfico.
- Para la instalación de la junta, sólo se requieren rebajes relativamente pequeños a ambos lados de la estructura. Gracias a su diseño asimétrico, puede adaptarse fácilmente para satisfacer circunstancias específicas.
- La orientación de las barras de soporte, en dirección longitudinal, simplifica la colocación de la armadura del tablero.

## Funcionalidad

- Todas las partes de la junta están elásticamente preesforzadas, lo que las hace altamente resistentes a la fatiga.
- El sistema elástico de control de la apertura aumenta la vida útil de toda la junta mediante la amortiguación de las cargas de impacto sobre la junta.
- Las conexiones preesforzadas de la articulación amortiguan impactos y vibraciones, además de facilitar los grandes desplazamientos transversales, verticales y rotaciones.
- Las placas sinusoidales, disponibles en opción, reducen el ruido de rodadura del tráfico hasta en un 80 %, por lo que el sistema resulta adecuado para el uso en zonas sensibles al ruido.

- 1 Trabajos de instalación en el Puente Run Yang
- 2 Junta TENSA®MODULAR con placas sinusoidales
- 3 Junta con 24 aperturas individuales (permitiendo un apertura máxima total de 1.920 mm) y un peso de 41.000 kg
- 4 Sistema de control con muelles de control y placas guía
- 5 Rebajes antes del hormigonado





# Capacidad de movimiento

## Movimientos de la junta

Las juntas de dilatación TENSA®MODULAR permiten movimientos en todas las direcciones y acomodan rotaciones alrededor de cualquier eje. El sistema de control elástico puede acomodar grandes movimientos transversales y verticales sin desarrollar cargas adicionales.

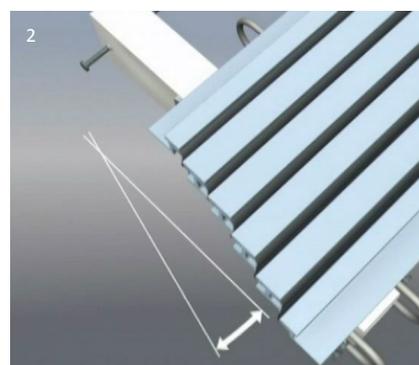
Si es necesario, las cajas de soporte pueden ser diseñadas con una forma trapezoidal para aumentar la capacidad de movimiento transversal de la junta.

En este caso, las barras de soporte de la junta pueden girar hasta 45 grados con respecto al eje del puente. Esta simple adaptación geométrica representa una ventaja significativa de la junta TENSA®MODULAR: la funcionalidad y construcción de todo el sistema sigue siendo iguales para movimientos transversales pequeños y grandes.

La tabla a continuación presenta las capacidades de movimiento máximo de diversos tamaños de la junta de dilatación TENSA®MODULAR, en las direcciones longitudinal y transversal. Los movimientos transversales se consideran con todos las aperturas completamente cerradas.

## Orientación sesgada y movimientos

Las juntas de expansión se instalan normalmente perpendiculares al eje del puente, con movimientos longitudinales paralelos al eje del mismo. Sin embargo, también es posible diseñar las juntas modulares para el montaje con una orientación diferente (es decir, no perpendicular al eje del puente), o para los movimientos longitudinales que no son paralelos al eje del puente. En tales casos, las cajas de soporte pueden orientarse o bien paralelas al eje del puente o perpendiculares al eje de la junta.



1 Capacidad de movimiento vertical de la junta  
2 Capacidad de movimiento transversal de la junta

Tipo	Número de aperturas	Tipo LR (sin placas sinusoidales)		Tipo LR-LS (con placas sinusoidales)	
		Máx. movimiento longitudinal	Máx. movimiento transversal	Máx. movimiento longitudinal	Máx. movimiento transversal*
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
LR 2	2	160	± 80	200	± 0
LR 3	3	240	± 120	300	± 0
LR 4	4	320	± 160	400	± 0
LR 5	5	400	± 200	500	± 4
LR 6	6	480	± 240	600	± 9
LR 7	7	560	± 280	700	± 13
LR 8	8	640	± 320	800	± 17
LR 9	9	720	± 360	900	± 22
LR 10	10	800	± 400	1'000	± 26
LR 11	11	880	± 440	1'100	± 30
LR 12	12	960	± 480	1'200	± 34
LR 13	13	1'040	± 520	1'300	± 39
LR 14	14	1'120	± 560	1'400	± 43
LR 15	15	1'200	± 600	1'500	± 47

(Detalles para juntas de mayores movimientos disponibles bajo petición)

\*) Valores significativamente mayores para movimientos longitudinales reducidos

# Detalles de diseño

## Sistema de conexión y soporte

Los perfiles transversales están conectados a las barras de soporte mediante esribos, a través de los cuales pasan dichas barras de soporte. De la misma manera, las barras de soporte están encajadas en las cajas de soporte en los bordes de la junta. De esta manera, todo el sistema está soportado y conectado elásticamente y de forma segura, al tiempo que permite los movimientos anteriormente descritos.

## Material deslizante ROBO®SLIDE

Cuando los componentes deslizantes están sometidos a cargas o movimientos importantes, mageba usa ROBO®SLIDE, una alternativa moderna y eficaz al PTFE usado tradicionalmente. Este material consiste en polietileno modificado de muy alto peso molecular, y ofrece capacidad portante muy alta, baja fricción y resistencia al desgaste excepcional. La larga vida útil de los componentes que cuentan con este material reduce considerablemente los costes de mantenimiento.

## Dimensiones de los rebajes

Las principales dimensiones de los rebajes (bloqueos) requeridos en la estructura se proporcionan en la siguiente tabla, para distintas dimensiones de junta.

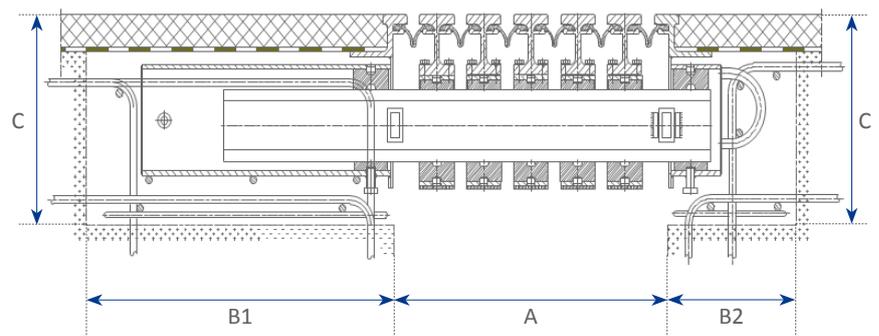
## Sistema de control

El control de los movimientos de los perfiles transversales se consigue mediante muelles elastoméricos, gracias a los cuales los perfiles trabajan como un sistema cinemático único. Los movimientos de cada perfil con respecto a sus contiguos están regulados por conjuntos de control, que están rígidamente conectados a cada perfil mediante acero y a los perfiles contiguos mediante muelles de control. En cada borde de la junta, el conjunto de control está conectado a la estructura del puente por las llamadas cajas de control. El rango de movimiento completo de la junta está por lo tanto distribuido entre las aperturas

individuales, consiguiendo resistir y amortiguar las fuerzas de frenado y aceleración del tráfico rodado.

La elasticidad del sistema de control previene el daño a la junta en caso de que algún perfil transversal quedara bloqueado por piedras u otros elementos.

El sistema está diseñado para asegurar que los muelles de control no soporten esfuerzos en la dirección transversal cuando la junta está en su posición central. Este diseño minimiza la fatiga y por lo tanto aumenta la vida útil de la junta.



Sección de una junta modular LR6

Tipo	Tipo LR (sin placas sinusoidales)						Tipo LR-LS (con placas sinusoidales)					
	A <sub>min</sub>	A <sub>max</sub>	B1	B2	C*	Peso	A <sub>min</sub>	A <sub>max</sub>	B1	B2	C*	Peso
[ - ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]
LR 2	140	300	400	300	400	150	140	340	450	350	450	190
LR 3	220	460	480	300	400	240	220	520	550	350	450	310
LR 4	300	620	560	300	400	330	300	700	650	350	470	430
LR 5	380	780	640	300	420	420	380	880	750	350	470	560
LR 6	460	940	720	300	420	510	460	1'060	850	350	470	670
LR 7	540	1'100	800	300	420	600	540	1'240	950	350	490	790
LR 8	620	1'260	880	300	440	690	620	1'420	1050	350	510	910
LR 9	700	1'420	960	300	460	790	700	1'600	1'150	350	530	1'040
LR 10	780	1'580	1'040	300	480	900	780	1'780	1'250	400	560	1'190
LR 11	860	1'740	1'120	300	510	1'020	860	1'960	1'350	400	580	1'350
LR 12	940	1'900	1'200	300	510	1'140	940	2'140	1'450	400	580	1'500
LR 13	1'020	2'200	1'330	350	560	1'230	1'020	2'320	1'550	400	610	1'660
LR 14	1'200	2'360	1'410	350	560	1'320	1'200	2'600	1'650	400	640	1'810
LR 15	1'320	2'520	1'490	350	590	1'400	1'320	2'820	1'750	400	640	1'970

(Detalles para juntas de mayores movimientos disponibles bajo petición)

\*) El valor mínimo del receso se refiere a una altura de asfalto de 70 mm



# Ensayos y características opcionales

## Ensayos de laboratorio

La junta de dilatación TENSA®MODULAR ha demostrado su eficacia en numerosos ensayos llevados a cabo por instituciones independientes. Por ejemplo, la durabilidad de la junta se verificó en un ensayo con  $6 \times 10^6$  ciclos de carga, después del cual no se apreció ningún signo de fatiga.

Todos los componentes críticos y sus materiales, tales como elastómeros y superficies deslizantes, también han sido sometidos a numerosos ensayos.

En un ensayo de movimiento de apertura y vibración (OMV), prueba definida en los estándares americanos, la junta TENSA®MODULAR demostró su eficacia en un programa que simula 100 años de servicio, específicamente los movimientos térmicos, vibraciones del tráfico y cargas a las que las juntas estarían sometidas durante este periodo.

Además, una junta LR7 fue sometida a intensas pruebas sísmicas, superando los requisitos de las normas estadounidenses. La junta superó la simulación de un terremoto real, el de Northridge. Este terremoto, con una magnitud de 6,7 y movimientos del suelo de 1,2 m/s, hizo colapsar numerosas estructuras en California en 1994. La junta resistió el ensayo sin sufrir ningún daño, lo que demuestra su capacidad para adaptarse a movimientos multidimensionales y rotaciones.

Puede visualizar diversos videos de los ensayos en [www.mageba.net](http://www.mageba.net).

## Homologaciones nacionales

Las juntas de dilatación TENSA®MODULAR han sido objeto de escrutinio en numerosos países, donde han recibido aprobaciones nacionales – por ejemplo, la norma alemana TL / TP-FU o la norma austríaca RVS.

## FUSE-BOX

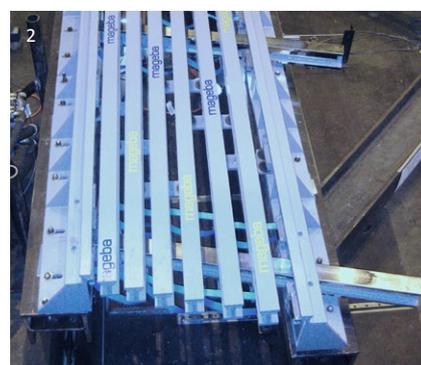
El sistema opcional FUSE-BOX (“caja-fusible”) protege la junta modular y la estructura adyacente de daño sísmico. Si una junta estándar (sin FUSE-BOX) se cierra durante un sismo más de lo geoméricamente permitido, la junta y la estructura del puente se dañarán, pudiendo llegar incluso al colapso. El sistema FUSE-BOX evita dichos daños mediante un fallo de la estructura controlado y diseñado. Debido a la inclinación de su plano de fallo, la junta puede retornar de nuevo a su posición original después de un terremoto, permitiendo el paso de vehículos de emergencia.

El uso del sistema FUSE-BOX permite optimizar el diseño de una junta en particular para casos de carga excepcional, resultando en soluciones más económicas.

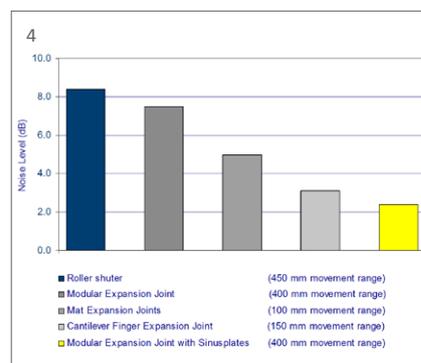
## Placas sinusoidales

El uso de „placas sinusoidales“ reduce el ruido del tráfico hasta en un 80 %. La geometría de estas placas permite que al paso de los vehículos se mantenga un contacto constante con la superficie de la junta de dilatación, eliminando el ruido causado por los impactos con los bordes de los perfiles transversales. La geometría de las placas sinusoidales permite que los vehículos a dos ruedas puedan cruzar la junta de forma segura. Las juntas de dilatación TENSA®MODULAR con placas sinusoidales son ideales para el uso en puentes cerca de zonas residenciales o en otras zonas sensibles al ruido.

La conexión atornillada (en vez de soldada) de las placas sinusoidales a la superficie de la junta permite una sustitución fácil de los perfiles de sellado en caso de que resulte necesario.



- 1 Test de fatiga en una junta LR
- 2 Test sísmico en una junta LR
- 3 FUSE-BOX durante un seísmo
- 4 Comparativa de niveles de ruido generados por el tráfico en diferentes tipos de juntas (en amarillo: junta modular con placas sinusoidales)



# Materiales e instalación

## Materiales

mageba utiliza los siguientes materiales de alta calidad para la fabricación de juntas de dilatación TENSA®MODULAR:

- Perfiles transversales y barras de apoyo en acero S355, pudiendo proporcionar a petición perfiles híbridos en acero inoxidable.
- Placas sinusoidales en acero S355
- Perfiles de sellado de EPDM o CR
- Muelles de control, muelles deslizantes y cojinetes deslizantes de elastómero, PTFE y poliamida
- Material especial deslizante ROBO®SLIDE para cojinetes y muelles deslizantes en circunstancias particularmente exigentes

## Protección contra la corrosión

Los perfiles de acero están tratados con sistemas de protección contra la corrosión basados en la norma ISO 12944 como estándar, o en la normativa nacional aplicable (por ejemplo, ZTV-ING, ASTRA, RVS, ACQPA) según sea necesario.

## Impermeabilidad

La junta de dilatación TENSA®MODULAR es 100 % resistente al agua, gracias a su perfil de sellado de eficacia probada. Este perfil ha resultado fiable durante décadas en muchos puentes. El sistema dispone de puntos de sellado especiales que impiden el paso del agua a través de la junta. Si el perfil de sellado se daña debido a acciones mecánicas externas, éste puede ser sustituido de forma rápida y económica.

## Montaje y transporte

Las juntas de dilatación TENSA®MODULAR se ensamblan en taller y se preparan para su transporte a obra. Por lo general se transportan en la longitud total con que se van a instalar, pero si es necesario pueden ser soldadas en obra. Se requiere una grúa para la descarga y la instalación.

## Instalación

La instalación de juntas modulares muy grandes debe ser supervisada por un especialista de mageba. Antes de la instalación, el contratista debe controlar la apertura de la junta y la temperatura ambiental, tras lo que se decide el valor de pre-ajuste. La junta se nivela contra los dos perfiles de borde.

## Aceras y cornisas

En las partes laterales del puente, allí donde pueden necesitarse aceras o impostas, la junta modular TENSA®MODULAR puede adaptarse con precisión al perfil de la estructura con bloques de bordillo o chapas de recubrimiento, aumentando el confort y seguridad de peatones y ciclistas.

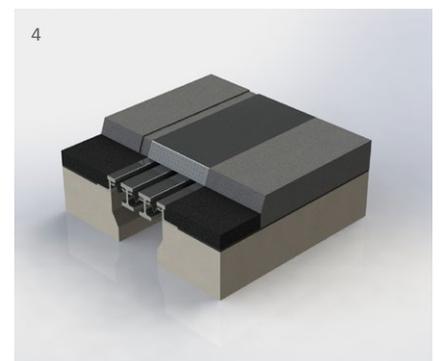
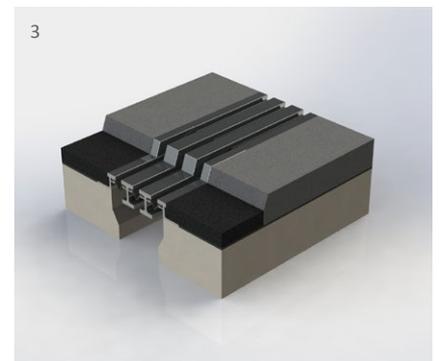
## Armadura de conexión

La armadura de conexión a la estructura del puente debe ser diseñada e implementada de acuerdo con la norma de construcción con hormigón armado pertinente. Las orejetas son normalmente perpendiculares a la junta, pero pueden soldarse en cualquier otro ángulo si el cliente lo requiere. Debajo de las cajas de soporte se requiere armadura local adicional para prevenir grietas por tracción.

## Operación y mantenimiento

Las juntas de dilatación TENSA®MODULAR, bajo condiciones normales de operación, no requieren prácticamente mantenimiento. Los movimientos de apertura y cierre de la junta, junto con el paso continuo de tráfico, resultan en un efecto de autolimpieza.

Por este motivo, las inspecciones pueden limitarse en general a la comprobación de la protección contra la corrosión y a la impermeabilidad de la junta. Sin embargo, para garantizar la detección precoz de problemas de desgaste o estanqueidad, se recomienda la inspección completa de la junta cada cinco años y siguiendo las recomendaciones del manual de inspección y mantenimiento proporcionado por mageba. Si se desea, estas inspecciones pueden llevarse a cabo por especialistas de mageba.



- 1 Transporte de una junta modular
- 2 Instalación de una junta modular
- 3 Acera y bloque de bordillo en junta modular
- 4 Acera y recubrimiento en junta modular



# Calidad y soporte

## Productos relacionados

Los siguientes productos de mageba se pueden utilizar en combinación con las juntas de dilatación TENSA®MODULAR:

- **ROBO®DUR:** nervaduras de mortero especial que refuerzan el asfalto adyacente a la junta. Estos elementos reducen la formación de irregularidades en la calzada, aumentando la comodidad de conducción y la durabilidad de la junta.
- **ROBO®MUTE:** sistema de protección contra el ruido que consiste en lonas colocadas en los extremos y parte inferior de la junta, ayudando a disminuir las emisiones de ruido.
- **ROBO®GRIP:** recubrimiento antideslizante con alto coeficiente de fricción, que aumenta el agarre de los vehículos sobre la junta en condiciones húmedas.
- **STATIFLEX®:** banda de hormigón polímero a lo largo de los lados de la junta que reduce la formación de irregularidades, aumentando la comodidad de conducción y la durabilidad.
- **ROBO®CONTROL:** Sistema de control electrónico con sensores que puede servir para muchos propósitos - por ejemplo, medición y transmisión continua de datos relativos a los movimientos de una junta de dilatación y de las condiciones a las que se ve sometida.

## Calidad

La junta de dilatación modular 100 % estanca fue inventada por mageba en los años sesenta. Durante cinco décadas, las juntas de dilatación TENSA®MODULAR han demostrado su eficacia en miles de estructuras en las condiciones más exigentes. Además de la eficacia y características del producto, la amplia experiencia del personal cualificado de mageba en la fabricación e instalación de juntas contribuye también en gran medida a la calidad y durabilidad de sus productos.

mageba dispone de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001. Además, diversos consultores independientes, como el Instituto de Ensayos de Materiales MPA, controlan la calidad de manera regular. Los talleres de mageba están certificados para la soldadura de acuerdo con la norma ISO 3834-2 y con el estándar actual de construcción con acero EN 1090.

## Atención al cliente

Nuestros especialistas estarán encantados de asesorarle en la selección de la solución óptima para su proyecto y de ofrecerle un presupuesto.

Para mayor información sobre nuestros productos diríjase a nuestra página web, [www.mageba.net](http://www.mageba.net), donde también encontrará listas de referencia y documentos de licitación.



- 1 Puente Tsing Ma, Hong Kong  
Equipado con juntas modulares TENSA®MODULAR tipo LR25  
Prestando servicio confiable desde 1996
- 2 Storebaelt West Bridge, Dinamarca  
Equipado con juntas modulares TENSA®MODULAR tipo LR15  
Prestando servicio confiable desde 1994

## Proyectos de referencia TENSA®MODULAR Tipo LR y LR-LS



Puente Golden Ears (CA)



Puente Incheon (KR)



Puente Ba Lin He (CN)



Talübergang Lavant (AT)



Pont de Normandie (FR)



Puente Ganter (CH)

## Tipos de junta de dilatación de mageba



Juntas unicelulares



Juntas dentadas en voladizo



Juntas dentadas deslizantes



Juntas modulares

**mageba**  
International [www.mageba.net](http://www.mageba.net)

engineering connections®