

BBR VT CONA CMX

Sistemas de postesado con cordones

Resistente y versátil



A Global Network of Experts
www.bbrnetwork.com



BBR A Global Network of Experts

www.bbrnetwork.com

BBR Network es un reconocido grupo de contratistas de ingeniería especializado en el campo del postensado, atirantado y otras técnicas de construcción relacionadas. La innovación y la excelencia técnica, reunidas en 1944 por sus tres fundadores suizos –Antonio Brandestini, Max Birkenmaier y Mirko Robin Ros– se mantienen más de 60 años después, sin perder valores y el espíritu emprendedor de los comienzos.

Desde sus oficinas centrales en Suiza, BBR Network se extiende por todo el mundo y cuenta, entre sus recursos, con algunos de los ingenieros y técnicos de mayor talento, así como con la tecnología más innovadora certificada a escala internacional.

LA RED INTERNACIONAL BBR NETWORK

La red internacional BBR Network combina las tradiciones arraigadas y fuertes raíces locales con las ideas más innovadoras y una tecnología de vanguardia. BBR brinda acceso a todos los miembros locales de BBR Network a los conocimientos y recursos técnicos más novedosos, y facilita el intercambio de información a gran escala estableciendo alianzas internacionales. Estas alianzas y cooperaciones internacionales generan ventajas competitivas en cuestiones como la preparación de ofertas competentes, disponibilidad de personal técnico y equipos especializados, o bien mediante la transferencia de conocimientos técnicos.

ACTIVIDADES DE LA RED

Todos los miembros de BBR Network gozan de una excelente reputación dentro de sus círculos empresariales locales y han forjado fuertes vínculos en sus respectivas regiones. Todos ellos han adaptado su organización al mercado local ofreciendo una gama completa de servicios de construcción, además de la actividad principal habitual de postensado.

MARCAS Y TECNOLOGÍAS DE BBR

La tecnología de BBR ha sido utilizada en un amplio abanico de estructuras diferentes: puentes, edificios, depósitos criogénicos de GNL, presas, estructuras marítimas, centrales nucleares, muros de contención, depósitos, silos, torres, túneles, plantas de tratamiento de aguas residuales, depósitos de agua y parques eólicos. Las marcas comerciales y marcas registradas de BBR – BBR®, CONA®, BBRV®, HiAm®, DINA®, BBR E-Trace® y CONNAECT® – gozan de prestigio a nivel mundial.

La trayectoria de BBR Network está marcada por la excelencia y las ideas innovadoras y avalada por las miles de estructuras construidas con las tecnologías de BBR. Si bien la historia de BBR se remonta a 1944, el objetivo de BBR Network es construir el futuro mediante la profesionalidad, la innovación y la tecnología más avanzada.

BBR VT International Ltd es la oficina técnica central y el centro de desarrollo empresarial de BBR Network en Suiza. Los accionistas de BBR VT International Ltd son BBR Holding Ltd (Suiza), filial del Grupo Tectus (Suiza), y KB Spennteknikk AS (Noruega), filial del Grupo KB (Noruega).

Se ha hecho todo lo posible por garantizar que el contenido de esta publicación sea exacto, no obstante el editor BBR VT International Ltd no acepta ninguna responsabilidad por las consecuencias derivadas de ello.
© BBR VT International Ltd 2021

Una solución para cada desafío

La gama de postesado BBR VT CONA CMX® ofrece una solución para cualquier desafío de la ingeniería de civil: desde viaductos en autopistas, presas y plantas nucleares hasta estadios deportivos, torres, losas extraplanas para grandes almacenes de distribución y muchas otras aplicaciones.

BBR cuenta con más de 75 años de experiencia en innovación para satisfacer las necesidades de los clientes. La empresa se fundó para crear nuevas formas de construcción inteligente y nunca ha dejado de perfeccionar y optimizar su tecnología de ingeniería para adecuarse a los requisitos cambiantes del mercado.

Nuestra tecnología CONA CMX ha sido probada exhaustivamente en laboratorios independientes y porta la marca CE, que indica su conformidad con la Evaluación Técnica Europea. El proceso de calidad continúa a través de los miembros de BBR Network, perfectamente formados y con amplia experiencia en la selección e instalación del sistema más adecuado.



| | | |
|-----------|--|----|
| 2 | Certificación | |
| 5 | Construcción eficiente y duradera con postesado | |
| 7 | Historia | |
| 8 | Sistemas de postesado BBR | |
| | BBR VT CONA CMI | 10 |
| | BBR VT CONA CME | 14 |
| | BBR VT CONA CMF | 18 |
| | BBR VT CONA CMM | 20 |
| | BBR VT CONA CMB | 23 |
| | BBR VT CONA CMO | 24 |
| | BBR VT CONA CMW | 25 |
| 26 | Prácticas de instalación profesionales | |
| 28 | Materiales | |
| 34 | Detalles técnicos | |
| 44 | Datos técnicos | |

Certificación internacional de postesado

Los kits de postesado que se utilizan en la Comunidad Europea deben disponer del certificado de la Evaluación Técnica Europea, basada en un conjunto de procedimientos de prueba definidos de obligado cumplimiento. Una vez aprobada su comercialización, el sistema de postesado se somete a un control de producción en fábrica y a una supervisión independiente continua. Los kits de postesado deben ser instalados por empresas especializadas en postesado debidamente cualificadas para garantizar una instalación profesional acorde con los requisitos del sistema.

Marco legal

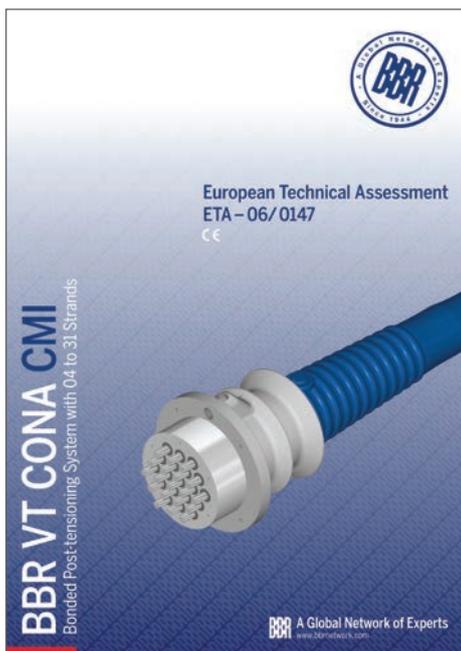
Con la introducción del Eurocódigo y en cumplimiento de la Directiva de productos de construcción (DPC), los productos de construcción utilizados en la Comunidad Europea (CE) deben llevar el “marcado CE”, una marca de conformidad obligatoria. CE es la sigla de “Conformité Européenne” o “Conformidad Europea”. Los kits de postesado solo pueden llevar marcado CE si han obtenido la Evaluación Técnica Europea (ETE) de un organismo de certificación designado, así como el Certificado de Conformidad CE de un organismo de certificación competente. El documento oficial que recoge los requisitos para obtener la ETE, denominado anteriormente Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE), se publicó en 2002 en la Guía DITE 013 y se actualizó posteriormente mediante el DEE o EAD16* (por sus siglas en inglés), “Documento de Evaluación Europea de

los kits de postesado para el pretensado de estructuras”, que detalla una serie de procedimientos para el correcto testeo de los sistemas que son de obligado cumplimiento. La Organización Europea para la Evaluación Técnica (EOTA) incluye a los organismos de certificación designados para emitir la ETE una vez cumplidas las disposiciones recogidas en el EAD16 y superada con éxito la consulta europea. La consulta europea implica la distribución de la documentación técnica del kit de postesado, con un resumen de las pruebas realizadas al sistema, a todos los organismos de certificación designados por la Unión Europea. Una ETE se emite al titular de la certificación para un kit de postesado fabricado por una planta de fabricación para los componentes del kit. Desde el año 2008 es obligatorio el uso de sistemas de postesado con marcado CE en todo el territorio europeo, y la aplicación del Eurocódigo es obligatoria desde 2010.



* El DITE 013 se ha ampliado con el DEE o EAD16, satisfecho también por los productos de BBR.

Las disposiciones fijadas para los kits de postesado con certificación europea se basan en la previsión de una vida útil para el sistema de postesado de 100 años. El certificado de conformidad CE garantiza que la fabricación de los componentes está sujeta a la vigilancia continua de autoridades independientes (organismo de certificación) que verifica que los componentes fabricados se corresponden con los componentes descritos en la ETE pertinente.



| | | |
|---|--|--|
| OiB Austrian Institute of Construction Engineering Schoenbrunnstrasse 41 F+43 1 310 65 30 1010 Vienna, Austria F+43 1 331 64 23 www.oib.or.at mail@oib.or.at | | Member of EOTA www.eota.eu |
| European Technical Assessment | ETA-06/0147 | of 30.10.2017 |
| General part | | |
| Technical Assessment Body issuing the European Technical Assessment | Osterreichisches Institut für Bautechnik (OIB) Austrian Institute of Construction Engineering | |
| Trade name of the construction product | BBR VT CONA CMI – Bonded Post-tensioning System with 04 to 31 Strands | |
| Product family to which the construction product belongs | Post-tensioning kit for prestressing of structures with internal bonded strands | |
| Manufacturer | BBR VT International Ltd Ringstrasse 2 8603 Scherzenbach (ZH) Switzerland | |
| Manufacturing plant | BBR VT International Ltd Ringstrasse 2 8603 Scherzenbach (ZH) Switzerland | |
| This European Technical Assessment contains | 61 pages including Annexes 1 to 32, which form an integral part of this assessment. | |
| This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of | ETAG 013, Guideline for European technical approval for Post-Tensioning Kits for Prestressing of Structures, edition June 2002, used according to Article 66 (3) of Regulation (EU) Nr 305/2011 as European Assessment Document. | |
| This European Technical Assessment replaces | European Technical Assessment ETA-06/0147 of 31.05.2016. | |



Disposiciones habituales de prueba

El DEE o EAD16, "Documento de Evaluación Europea de los kits de postesado para el pretensado de estructuras", detalla todas las pruebas a las que debe someterse el kit de postesado. Las instrucciones de ensayos básicos incluyen los siguientes aspectos:

Ensayos de tracción estática para cada tipo de anclaje y acoplador - En primer lugar, se tesa un tendón empleando un equipo de tesado estándar al 80% del valor de resistencia última del tendón (UTS). A continuación, se mantiene la carga del 80% de la UTS durante dos horas, tras las cuales se tesa hasta rotura para comprobar el conjunto. Se debe alcanzar una eficiencia de al menos el 95% de la resistencia última real del tendón y una elongación del 2%.

Ensayos de fatiga para cada tipo de anclaje y acoplador - El criterio de aceptación es superar dos millones de ciclos de carga con una tensión de fatiga de 80 MPa sin fallos en los elementos de anclaje y sin que se produzca una pérdida superior al 5% de la sección transversal del elemento tesado. Los ensayos de fatiga de los sistemas de postesado son un requisito nuevo en muchos países, para pasar esta prueba se requiere un análisis minucioso de los componentes del anclaje y la transición con la vaina.

Ensayos de transferencia de carga para cada tipo de anclaje y resistencia del hormigón - Durante el ensayo de transferencia de carga, los componentes del anclaje, incluido el refuerzo correspondiente y de hormigón con las dimensiones definidas para una resistencia determinada, se someten a 10 ciclos de carga entre el 12% y el 80% de la UTS. Se debe lograr una eficiencia de al menos un 110% de la UTS.

En el EAD16 se describen ensayos obligatorios adicionales, como los ensayos de montaje e inyección de lechada, así como toda una serie de pruebas para aplicaciones especiales. Algunos ejemplos son los ensayos para desviador de postesado exterior, los ensayos en condiciones criogénicas y con tendones aislados eléctricamente.

BBR E-Trace

BBR E-Trace –nuestro plataforma online, desarrollado internamente– es una plataforma integral de comercio electrónico, una herramienta de gestión de la calidad y una base de datos de ingeniería que integra el sistema de Control de producción en fábrica (CPF). Conecta a todos los miembros de la red internacional BBR Network, incluidos los especialistas en postesado de BBR, los fabricantes de componentes de BBR y al titular de la ETE, BBR VT International.

Guía a los usuarios a través del proceso de calidad garantizando que cada paso se documenta y se registra, incluyendo pedidos, gestión de existencias, recepción, albaranes de entrega y gestión de la obra. La plataforma facilita el trabajo diario de todos los miembros de BBR Network y también permite gestionar eficazmente la cadena de suministro.

En esencia, la plataforma BBR E-Trace nos permite alcanzar un 100% de trazabilidad de cada componente individual fabricado en toda la cadena de suministro para conseguir un Control de producción en fábrica completo y obtener el marcado CE.

Control de producción en fábrica

El EAD16 especifica las frecuencias de control de producción mínimas que deben alcanzarse, por ejemplo, 100% de control de los materiales, 5% de control dimensional, 100% de control visual.

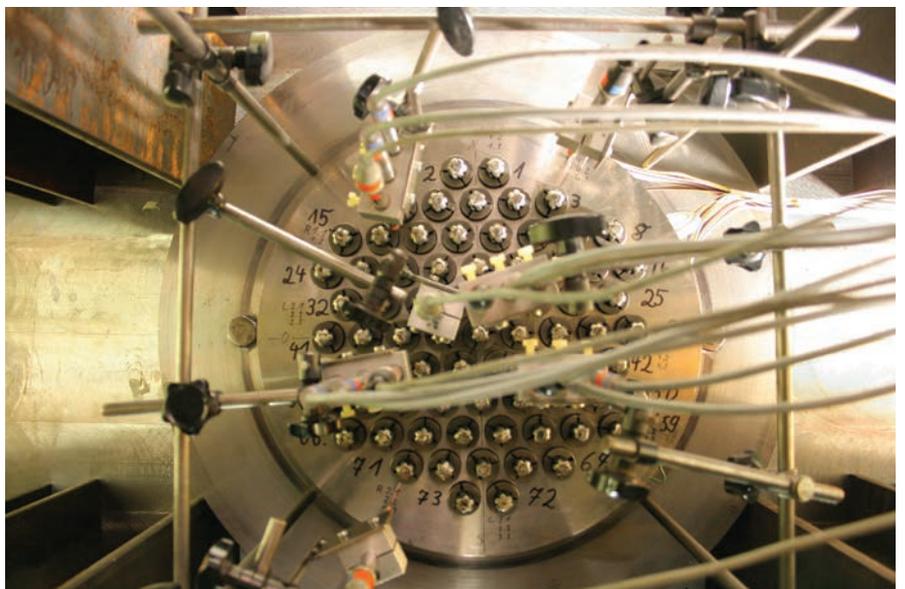
El cumplimiento de estas especificaciones, así como de todo el proceso de producción en fábrica, está totalmente controlado por el organismo de certificación y se debe corregir cualquier no conformidad antes de la asignación de una marca CE.

Durante el periodo de validez de la ETE, el organismo de certificación sigue ejerciendo un control total sobre la producción, además de las auditorías y las pruebas realizadas por el fabricante del kit:

- el titular de la ETE y el fabricante del kit deben superar una auditoría anual;
- todos los fabricantes de componentes son auditados durante el periodo de validez de cinco años de la ETE;
- todos los años se recogen los componentes del kit in situ para la realización de pruebas independientes y la comprobación de sus prestaciones mecánicas.

Estas disposiciones garantizan la calidad y la conformidad de los componentes del kit entregados en la obra.

CE



Empresas especializadas en postesado de BBR

Los kits de postesado con la evaluación europea y con marcado CE deben ser instalados por empresas especializadas en postesado con la correspondiente certificación. Una empresa especializada en postesado de BBR debe verificar, bajo la supervisión del titular de la ETE, el cumplimiento de todas las normativas establecidas en las evaluaciones técnicas correspondientes del kit de postesado, así como de los reglamentos y normativas en vigor en el lugar de uso y, por tanto, debe garantizar una ejecución profesional de los trabajos de postesado, lo cual incluye los siguientes puntos clave:

- logística y suministro de un kit de postesado completo al emplazamiento de la obra;
- servicio completo de montaje e instalación del kit de postesado en el emplazamiento de la obra;
- garantía de calidad y certificación de todos los reglamentos de salud y seguridad relativos al lugar de trabajo.

El personal clave de la empresa especializada en postesado de BBR debe recibir formación continua sobre el uso de cada kit de postesado y contar con la respectiva certificación para poder realizar las actividades de postesado del titular de la ETE, BBR VT International Ltd.



Un pasaporte internacional que garantiza la más alta calidad

La marca CE y la Evaluación Técnica Europea constituyen un pasaporte internacional para los kits de postesado. Los sistemas de postesado BBR VT CONA CMX con marcado CE instalados por empresas especializadas en postesado de BBR ofrecen el máximo nivel de calidad y aseguran a los propietarios de las estructuras en las que se utilizan que solo se emplean productos innovadores de alta calidad con el nivel de seguridad necesario.

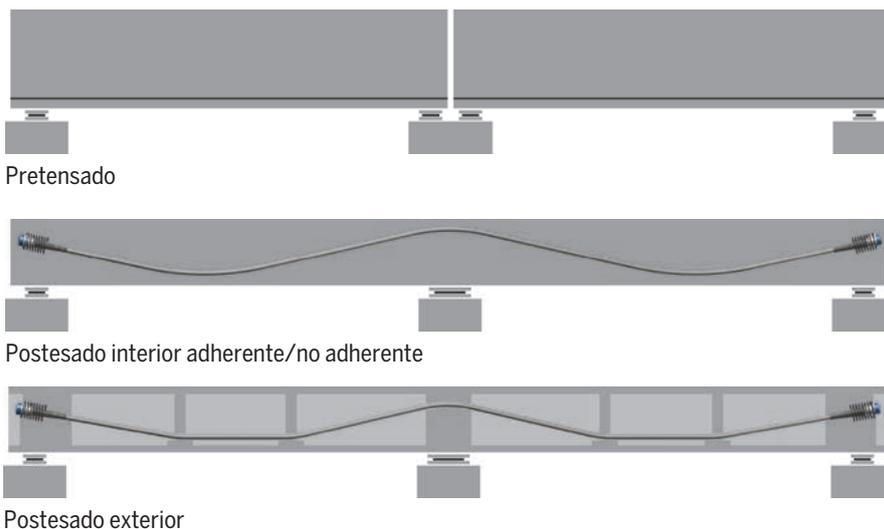
Los parámetros clave de todos los sistemas de postesado con marcado CE se resumen en la ETE, que se convierte en el documento técnico de referencia que define las condiciones de uso del sistema. El documento completo de la ETE está a disposición de los proyectistas, ingenieros, contratistas y clientes.



Construcción eficiente y duradera con postesado

El postesado es una técnica muy eficaz para reforzar el hormigón en la construcción. En ocasiones, permite ejecutar obras que hubiesen resultado imposibles de otra manera. También se puede combinar con otros materiales estructurales, como el acero, la mampostería y la madera. El postesado ofrece un refuerzo activo, sometiendo la estructura de hormigón a esfuerzos de compresión en aquellas zonas donde la carga provoca una tracción.

Desde las primeras aplicaciones a principios de los años 50, la tecnología de postesado de BBR ha experimentado un progreso significativo, en especial en los ámbitos de rendimiento, garantía de calidad y durabilidad, así como en la protección contra la corrosión. Los grandes avances en las técnicas de postesado a lo largo de las últimas décadas lo han convertido en una solución recurrente en la construcción actual. Se aplica en puentes, edificios, estadios, presas, centrales nucleares, parques eólicos, depósitos criogénicos de GNL, silos, plantas de tratamiento de aguas residuales, depósitos de agua, estructuras marítimas, muros de contención, torres y túneles.



Postesado vs. pretensado

Para crear hormigón pretensado (en tensión antes de la introducción de cargas) se utiliza tanto el postesado como el pretensado. No obstante, los sistemas pretensados se deben fabricar en una planta de prefabricado y se limitan a tendones rectos, desviados o circulares. Además, la construcción de estructuras continuas con esta técnica es muy limitada.

El postesado, sin embargo, permite construir estructuras con casi cualquier forma y puede adaptarse prácticamente a cualquier requisito de diseño. Los postesados interior, adherente o no adherente, y exterior se suelen realizar en la misma obra y ofrecen una protección superior contra la corrosión.

Postesado interior vs. exterior

Los tendones insertados en el encofrado antes de verter el hormigón se denominan tendones interiores.

Los tendones exteriores se colocan por fuera de la superficie de hormigón de la estructura. Este tipo de postesado facilita el acceso para las tareas de mantenimiento y sustitución; por tanto, es la solución preferida para el mantenimiento, el reacondicionamiento y la restauración (MRR) de puentes, pero también se puede emplear en muchos otros tipos de estructuras.

Postesado interior adherente vs. no adherente

Los sistemas de postesado interior adherente pueden contener desde un solo cordón (monocordón) a varios cordones (multicordón) en cada tendón. Los tendones se insertan en una vaina de metal o plástico que se integra en el hormigón. Al inyectar la lechada de cemento en la vaina, el tendón se "adhiera" al hormigón circundante. La lechada crea unas condiciones alcalinas que garantizan la protección contra la corrosión del acero activo.

El hormigón postesado no adherente se diferencia del adherente en que proporciona libertad de movimiento permanente a cada tendón individual.





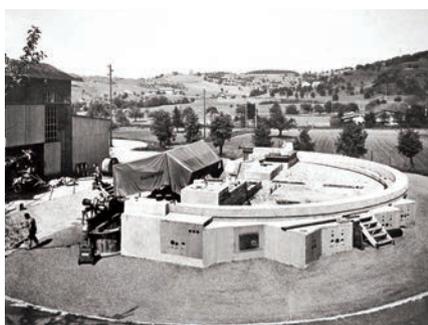
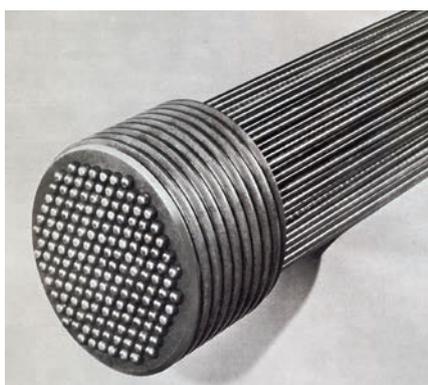
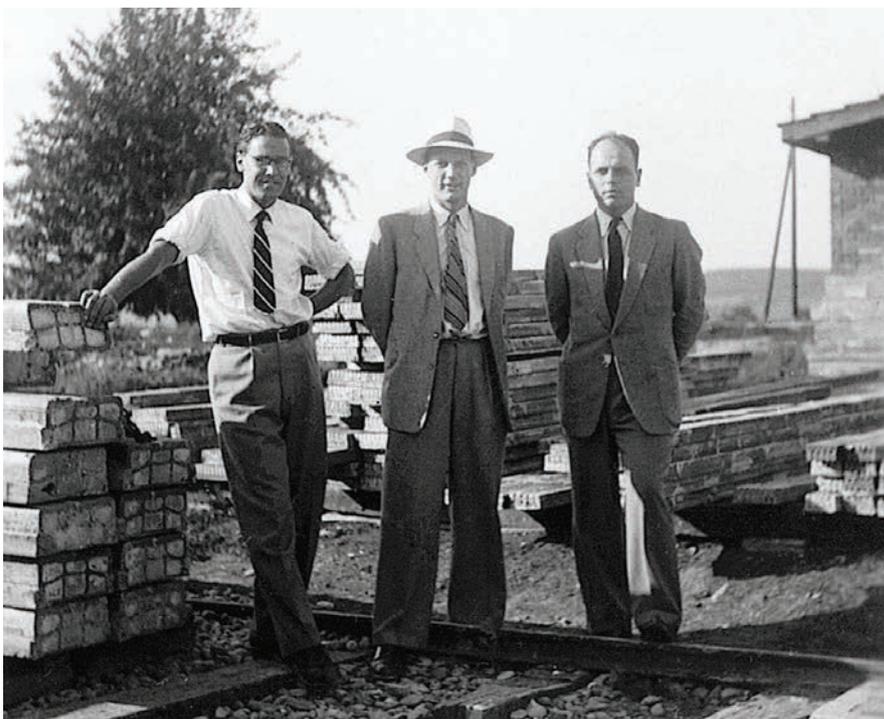
Larga historia y futuro innovador

BBR, fundada hace más de siete décadas como un estudio de ingeniería de la construcción, ha demostrado ser tan duradera y exitosa como la tecnología que ofrece. Con más de 75 años de historia, el postesado de BBR se ha aplicado en miles de edificios y estructuras de ingeniería civil.

La larga historia de desarrollo innovador de BBR Network comenzó durante la Segunda Guerra Mundial. Sus fundadores, Max Birkenmaier, Antonio Brandestini y Mirko Robin Roš, establecieron una sociedad para analizar el ahorro que podía obtenerse mediante el uso de armaduras pretensadas en vigas maestras de hormigón.

A continuación, desarrollaron el sistema de anclaje de cabeza esférica BBRV, fabricado con acero de alta resistencia conformado en frío. En la década de 1950, el kit BBRV ofrecía la mayor capacidad de carga disponible en el mercado. Posteriormente, BBR desarrolló una gama completa de sistemas de pretensado y postesado para todo tipo de aplicaciones de ingeniería civil.

Desde aquellas primeras aplicaciones, se han sucedido muchas historias de éxito e innovación. El compromiso de BBR Network con las principales innovaciones tecnológicas ha sido continuo y se perdurará en el futuro.



- 1944** Fundación de la empresa por Max Birkenmaier, Antonio Brandestini y Mirko Robin Roš
- 1945** Comercialización del primer producto de BBR, la vigueta pretensada
- 1948** Patente del sistema de postesado de alambres de cabeza esférica BBRV
- 1955** Primer gran proyecto de construcción de un puente, el viaducto de Andelfingen
- 1965** Comienza el postesado de reactores nucleares en todo el mundo
- 1972** Desarrollo del sistema de postesado BBR CONA
- 1985** Proyecto del puente más largo del mundo, la calzada entre Arabia Saudita y Baréin
- 1996** Primer puente del mundo en emplear la tecnología de cable atirantado, Storchenbrücke, Suiza
- 2005** Lanzamiento de la serie de postesado BBR VT CONA CMX con certificación europea y con marcado CE
- 2009** Lanzamiento de BBR E-Trace, la innovadora plataforma de comercio electrónico y control de calidad para los sistemas CONA CMX
- 2016** Lanzamiento de la nueva generación de Advanced BBR VT CMX: tendones aislados eléctricamente, sistemas criogénicos, CMF S2 y CMM S2
- 2018** Lanzamiento de la cadena de suministro global optimizada



Principales ventajas de los sistemas BBR VT CONA CMX

- Certificación europea y mercado CE
- Sistema modular con una gran flexibilidad de diseño
- Sistema de anclaje más compacto y ligero
- Tesado completo en la menor resistencia de hormigón
- Amplia gama: desde 173 kN a más de 20,000 kN
- Solución económica de alta calidad

Sistemas de postesado BBR VT CONA CMX

Kits de postesado innovadores con marcado CE

BBR Network ofrece una gama completa de sistemas de postesado que cubren todas las aplicaciones posibles de ingeniería civil. La versátil gama de postesado de BBR VT CONA CMX, provista de certificación europea, se utiliza en todo el mundo.

Su diseño modular permite configurar fácilmente los kits de postesado CONA CMX de acuerdo a requisitos muy específicos y, por tanto, en este folleto solo se describen las configuraciones utilizadas habitualmente. Póngase en contacto con la oficina central de BBR en Suiza o con su representante local de BBR Network para hablar de sus necesidades específicas.

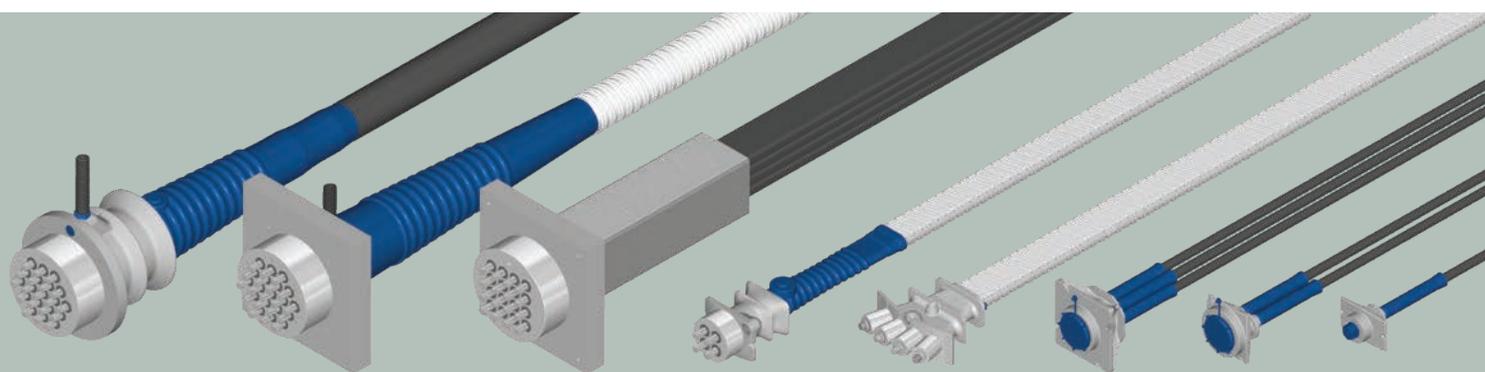
La gama de postesado BBR VT CONA CMX se compone de cinco grandes sistemas y varios anclajes complementarios:

- **BBR VT CONA CMI**
Sistema de postesado interior
- **BBR VT CONA CME**
Sistema de postesado exterior
- **BBR VT CONA CMF**
Sistema de postesado de anclaje plano
- **BBR VT CONA CMM**
Sistema de postesado monocordón
- **BBR VT CONA CMB**
Sistema de postesado en bandas
- **BBR VT CONA CMO**
Anclaje de postesado en forma de bulbo

| BBR VT CONA CMX | | | CMI | CME | CMF | CMM | CMB |
|-------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|---------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------|
| Documento ETE | | | 06/0147 09/0286 09/0287 | 07/0168 | 12/0076 | 06/0165 | 10/0065 |
| Rango | | | 01-73 ¹⁾ | 01-73 ¹⁾ | 02-06 | 01-04 | 01-16 |
| Compatibilidad de cordón (pulgadas) | | | 0.5 / 0.6 | 0.5 / 0.6 | 0.5 / 0.6 | 0.5 / 0.6 / 0.6C ²⁾ | 0.6 / 0.6C ²⁾ |
| Uso | | | | | | | |
| Viga | Interior | Adherente | ● | – | ● | ● | – |
| | | No adherente | ● | – | ● | ● | – |
| | Exterior | No adherente | – | ● ³⁾ | – | – | ● |
| | | Con lechada | – | ● ³⁾ | – | – | – |
| Losa | Interior | Adherente | ● | – | ● | ● | – |
| | | No adherente | ● | – | ● | ● | – |
| Tendones aislados eléctricamente | | | ● | ● | – | – | – |
| Criogenia | | | ● | – | – | – | ● |
| Anclaje y acoplador | | | | | | | |
| Activo (S) | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Fijo (F) | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Pasivo (D) | | | △ | – | △ | △ | – |
| Acoplador (K, H o T) | | | ● | ● | ● | ● | – |
| Anclaje | Monolítico (-) | | – | – | – | ● | – |
| | Placa atrompetada (BT) | | ● | ● | ● | – | – |
| | Placa cuadrada (SP) | | ● | ● | – | – | ● |
| Intermedio (I) | | | – | – | – | ● | – |
| Protección contra la corrosión | | | | | | | |
| Vaina | Acero | Corrugado | ● | ● | ● | ● | – |
| | | Liso | ▲ | ● | ▲ | ● | – |
| | Plástico | Corrugado | ● | ● | ● | ● | – |
| | | Liso | ▲ | ● | ▲ | ● | ● ⁴⁾ |
| BBR Duct | Corrugado | ● | ● | ● | ● | – | |
| Monocordón ³⁾ | | | △ | ● | ● | ● | ● |
| Relleno | BBR Grout | | ● | ● | ● | ● | – |
| | Grasa | | ● | ● | ● | ● | – |
| | Cera | | ● | ● | ● | ● | – |
| Nivel de protección (fib) | PL1 | | ● | ● | ● | ● | ● |
| | PL2 | | ● | ● | ● | ● | ● |
| | PL3 | | ● | ● | – | – | – |
| Página | | | 10 | 14 | 18 | 20 | 23 |

● Estándar ▲ Estándar en aplicaciones no adherentes. Sujeto a los reglamentos vigentes en el lugar de uso en aplicaciones adherentes
△ Sujeto a los reglamentos vigentes en el lugar de uso

1) Hasta 91 cordones bajo demanda. 2) Cordón compacto de 15,2mm², 1820 MPa. 3) Monocordón con revestimiento de PEAD y cera/grasa de fábrica 4) Revestimiento de banda especial



BBR VT CONA CMI

Sistema de postesado interior adherente o no adherente

Configuración del anclaje

El sistema CONA CMI BT (placa de soporte atrompetada) utiliza un avanzado sistema de transferencia de carga de tres planos que permite distancias muy pequeñas entre los tendones y las distancias al borde del hormigón, así como la aplicación de toda la carga de postesado con resistencias de hormigón muy bajas. El anclaje tiene un sistema de autocentrado en el cabezal para facilitar la instalación. El puerto de lechada puede ubicarse en la parte delantera o superior de la placa de anclaje. CONA CMI es compatible con vainas de acero y de plástico.

Para la transferencia de carga al hormigón, el CONA CMI BT puede utilizarse con tendones de entre 2 y 61 cordones.

El CONA CMI SP (placa de soporte cuadrada) es un sistema más tradicional con una transferencia de carga al hormigón de un único plano que ofrece suficiente versatilidad para múltiples aplicaciones.

Para la transferencia de carga al hormigón, el CONA CMI SP puede utilizarse con tendones de entre 1 y 73 cordones.



Anclaje CONA CMI BT con vaina de plástico BBR VT

Apto para aislamiento eléctrico y criogenia



Anclaje CONA CMI SP con vaina de acero corrugado

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.5" and 0.6"

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

01 - 73 *

Rango de carga

173 - 20,367 kN

Mínima resistencia del hormigón

19/23 MPa

* para tamaños mas grandes, consulte con su representante de BBR más próximo

Acopladores fijos y tesable

Los tendones BBR VT CONA CMI pueden unirse utilizando acopladores patentados para anclaje fijo o tesado. Los acopladores BBR incorporan una placa de sujeción de diseño especial que fija las cuñas en las zonas no accesibles.

Acoplador K CONA CMI

El acoplador de solapamiento de tipo K es un acoplador de plano único que representa la solución perfecta para proyectos sin problemas de espacio. Está disponible para tendones de entre 2 y 31 cordones (mayores tamaños bajo demanda).



Acoplador K
CONA CMI BT

Acoplador H CONA CMI

El acoplador de tipo H es un acoplador de plano doble que ofrece una solución mucho más compacta cuando la profundidad de la estructura representa una limitación. Está disponible para tendones de entre 1 y 73 cordones.



Acoplador H
CONA CMI BT

Acopladores móviles

Los acopladores móviles sirven para alargar los tendones no tesados, y la elongación del tendón durante el tesado se garantiza mediante una envoltura cilíndrica de longitud suficiente para la elongación prevista a la altura del acoplador. También se pueden utilizar acopladores móviles para unir tendones continuos en una junta de construcción. Los dos tipos de acoplador se ofrecen en una versión móvil.



Acoplador móvil BK
CONA CMI



Acoplador móvil BH
CONA CMI



Características adicionales:

- ✓ Anclaje para tesado
- ✓ Anclaje fijo accesible
- ✓ Anclaje fijo inaccesible
- ✓ Tendones intercambiables
- ✓ Tendones retensables
- ✓ Tendones aislados eléctricamente (EIT)
- ✓ Tendones criogénicos
- ✓ Tendones de lazo

Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordones

| in | 05 | | 06 | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| mm ² | 93 | 100 | 140 | 150 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,860 | 1,860 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | | |
|----------|--|-------|--------|--------|
| 01 | 173 | 186 | 260 | 279 |
| 02 | 346 | 372 | 521 | 558 |
| 03 | 519 | 558 | 781 | 837 |
| 04 | 692 | 744 | 1,042 | 1,116 |
| 05 | – | – | 1,302 | 1,395 |
| 06 | – | – | 1,562 | 1,674 |
| 07 | 1,211 | 1,302 | 1,823 | 1,953 |
| 08 | – | – | 2,083 | 2,232 |
| 09 | – | – | 2,344 | 2,511 |
| 12 | 2,076 | 2,232 | 3,125 | 3,348 |
| 13 | – | – | 3,385 | 3,627 |
| 15 | – | – | 3,906 | 4,185 |
| 16 | – | – | 4,166 | 4,464 |
| 19 | 3,287 | 3,534 | 4,948 | 5,301 |
| 22 | – | – | 5,729 | 6,138 |
| 24 | – | – | 6,250 | 6,696 |
| 25 | – | – | 6,510 | 6,975 |
| 27 | – | – | 7,031 | 7,533 |
| 31 | 5,362 | 5,766 | 8,072 | 8,649 |
| 37 | – | – | 9,635 | 10,323 |
| 42 | – | – | 10,937 | 11,718 |
| 43 | – | – | 11,197 | 11,997 |
| 48 | – | – | 12,499 | 13,392 |
| 55 | – | – | 14,322 | 15,345 |
| 61 | – | – | 15,884 | 17,019 |
| 69 | – | – | 17,968 | 19,251 |
| 73 | – | – | 19,009 | 20,367 |

Usos opcionales para CMI

BBR VT CONA CMI EIT (tendones aislados eléctricamente)

El CONA CMI EIT (Electrically Isolated Tendon: tendón aislado eléctricamente) es el sistema de postesado multicordón más avanzado para impedir la entrada de cloruros y evitar que las corrientes de fuga provoquen la corrosión electroquímica del acero. Estos tendones son la mejor solución para una variedad de estructuras, pero se recomiendan especialmente para estructuras ferroviarias y proyectos marítimos.

Los tendones CONA CMI EIT son la opción ideal para aplicaciones en las que se precisen mayores niveles de seguridad, protección contra la corrosión, control de calidad, durabilidad y supervisión a largo plazo de los tendones de postesado.

Combinado con un método sencillo y no destructivo de medición continua de la impedancia de los tendones, se trata del sistema de postesado definitivo para alcanzar el máximo nivel de protección: PL3, de acuerdo con las recomendaciones de la *fib* (Federación Internacional de Hormigón Estructural).

Los tamaños estándar de tendón son de 1 a 31 cordones, con mayores tamaños disponibles bajo demanda. El sistema está optimizado para un cordón de 15,7 mm y 1860 MPa, pero también es apto para el cordón de 0,5" de diámetro. El sistema CONA CMI EIT debe utilizarse con vainas de plástico corrugado BBR VT (véase la página 30) para evitar la entrada de cloruros, y en combinación con lechada BBR de alto rendimiento.

El sistema de aislamiento eléctrico de BBR puede unirse utilizando el acoplador BBR de tipo H (véanse las páginas 11 y 45).

Características principales:

- ✓ Anclaje tensado
- ✓ Anclaje fijo accesible
- ✓ Anclaje fijo inaccesible
- ✓ Tendones intercambiables
- ✓ Conforme con Astra 12 010, EAD16 y el Boletín 75 de la *fib*



Anclaje CONA CMI EIT con vaina de plástico BBR VT

BBR VT CONA CMI Criogénico

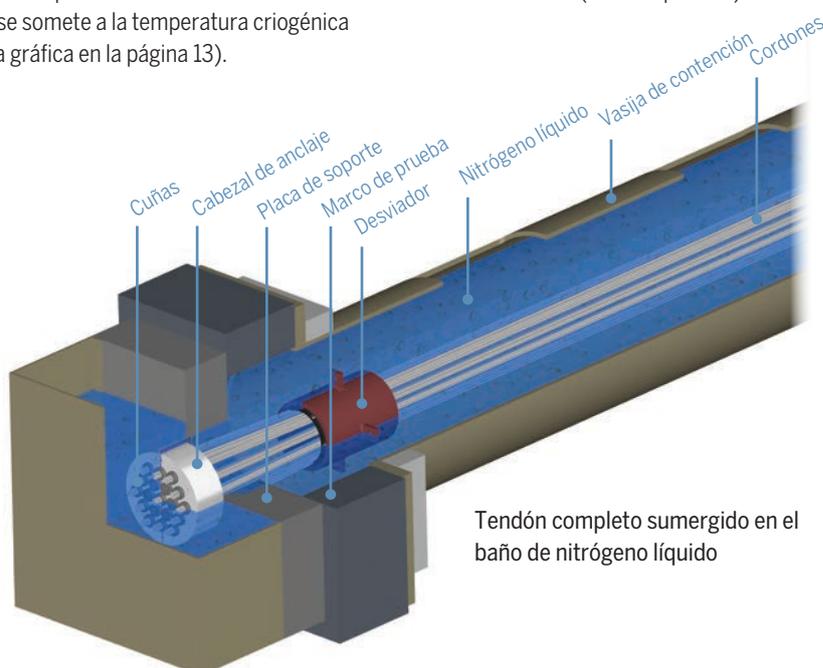
BBR es una marca líder en el área de postesado para depósitos de GNL y GLP. El sistema BBR VT CONA CMI, diseñado para su aplicación en equipos criogénicos, se integra habitualmente en las paredes interiores y exteriores de los depósitos, donde los tendones se disponen en dirección vertical u horizontal. La Organización Europea para la Evaluación Técnica establece las referencias para los productos de postesado que operan en condiciones criogénicas y, como era de esperar, el sistema BBR VT CONA CMI cumple con creces cada requisito.

La configuración de ensayo criogénico con un solo anclaje enfriado hasta la temperatura criogénica se utiliza normalmente para verificar el rendimiento de los sistemas de postesado en aplicaciones criogénicas. No obstante, esta configuración no es capaz de examinar la ductilidad de los sistemas de postesado en dichas condiciones.

Cuando solo se sumerge un anclaje en el baño de nitrógeno líquido, los elementos tesados (cordones) en ambos extremos del espécimen del ensayo se encuentran a temperaturas diferentes. La parte del tendón

próxima al anclaje sumergido está sometida a la temperatura criogénica (-196 °C), y el resto del tendón, bastante alejado de la zona enfriada, se encuentra casi a temperatura ambiente (+20 °C). Como es sabido, el acero pretensado experimenta fortalecimiento cuando se somete a la temperatura criogénica (véase la gráfica en la página 13).

Por tanto, la rotura definitiva ocurre siempre en el extremo del tendón a temperatura ambiente (véase el punto A en la gráfica), mientras que, a este nivel de carga, la parte del tendón sumergida en el baño de nitrógeno líquido continúa en la zona elástica lineal (véase el punto B).



Tendón completo sumergido en el baño de nitrógeno líquido

Esto significa que la fuerza de rotura definitiva ($f_{m\acute{a}x, ambiente}$) obtenida nunca alcanza el límite elástico del cordón sometido a la temperatura criogénica ($f_{p0.1, criogénica}$). El resultado de esta configuración de ensayo no verifica el comportamiento dúctil de un sistema de postesado en condiciones criogénicas.

Por ello, el departamento de I+D de BBR ha realizado ensayos adicionales que han verificado con éxito el comportamiento dúctil del sistema de postesado BBR VT CONA CMI con acero de refuerzo grado. Estos ensayos demuestran que el sistema CONA CMI cumple totalmente el régimen de prueba de EAD16 en condiciones criogénicas temporales y permanentes sin necesidad de emplear el costoso acero refuerzo de baja temperatura y, de este modo, ofrece un ahorro considerable en los costes de material.

* Véase también el folleto con la lista de referencias de los depósitos de GNL de BBR Network.

Tendón de lazo de BBR

Los tendones de lazo se utilizan a menudo cuando no hay acceso al extremo ciego, por ejemplo, para el postesado vertical en depósitos y silos. En este escenario, la parte recta del tendón está dentro de la pared de hormigón, y el lazo se encuentra en la base del depósito. Incorporar terminales para los cordones de postesado en la base de un depósito no es imposible, pero el acero de refuerzo suele estar congestionado en esta zona, por lo que añadir un terminal para el cordón de postesado puede ser problemático.

El uso del sistema de tendones de lazo de BBR reduce la congestión en la base del depósito y permite minimizar los valores del anclaje y la tensión en la parte superior del depósito. Pueden alcanzarse radios mínimos de curvatura de hasta 0,7m, un valor considerablemente inferior al radio mínimo de curvatura de un cordón de pretensado normal.

Gracias al menor radio de curvatura, la presión de contacto entre los cordones y la vaina se incrementa enormemente, $p_{R,m\acute{a}x} > 800 \text{ kN/m}$. Para la parte recta del tendón pueden utilizarse vainas de plástico o acero corrugado, mientras que para la parte curvada se escoge una vaina de acero liso a fin de disipar las elevadas presiones

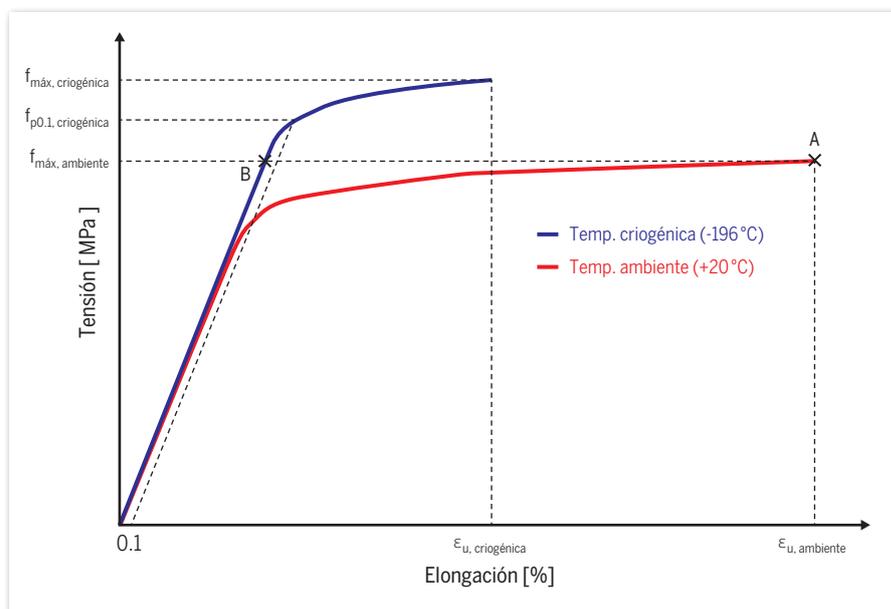
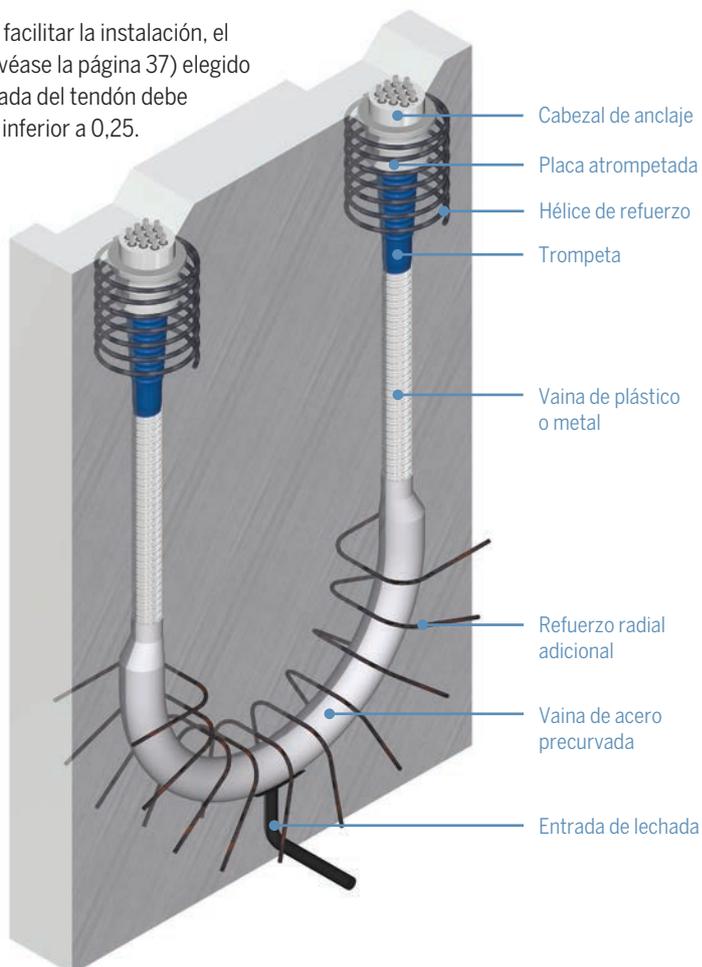


Figura 1: Resultados de la prueba de tensión estática comparando cordones de postesado a diferentes temperaturas

de contacto. Para facilitar la instalación, el grado de relleno (véase la página 37) elegido para la parte curvada del tendón debe ser muy bajo y no inferior a 0,25.



BBR VT CONA CME

Sistema de postesado exterior

Configuración del anclaje

Los dos sistemas CONA CME y CMI utilizan la misma placa de soporte atrompetada –un anclaje multiplano, y la placa cuadrada, un anclaje de plano único. Sin embargo, el sistema BBR VT CONA CME requiere un desviador/silla y el uso de vainas lisas de acero o plástico.

Para la transferencia de la carga al hormigón, se puede utilizar el CONA CME BT (placa atrompetada) para tamaños de tendón de 2 a 61 cordones, y el CONA CME SP (placa cuadrada), para tendones de 1 a 73 cordones.

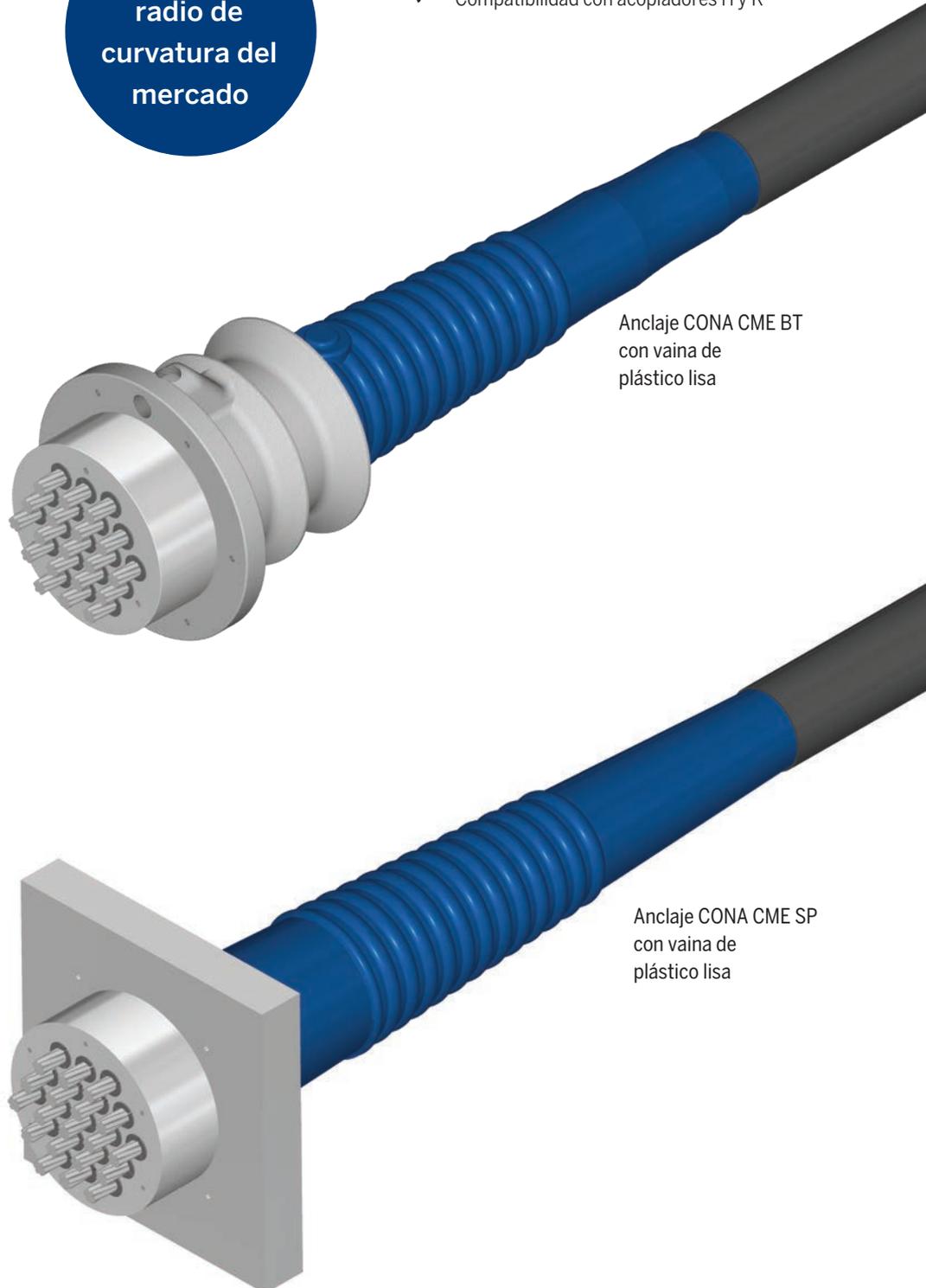
Desviador/silla

Un elemento específico del pretensado exterior es el desviador/silla. El desviador transfiere las fuerzas transversales generadas por el tendón a la estructura y proporciona una superficie lisa para los tendones. El desviador se puede fabricar en hormigón, acero, PEAD o similar.

El menor
radio de
curvatura del
mercado

Características adicionales:

- ✓ Anclaje para tesado
- ✓ Anclaje fijo accesible
- ✓ Anclaje fijo inaccesible
- ✓ Tendones intercambiables
- ✓ Tendones retesables
- ✓ Tendones aislados eléctricamente (EIT)
- ✓ Compatibilidad con acopladores H y K



Anclaje CONA CME BT
con vaina de
plástico lisa

Anclaje CONA CME SP
con vaina de
plástico lisa

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.5" and 0.6"

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

01 - 73 *

Rango de carga

260 - 20,367 kN

Mínima resistencia del hormigón

19/23 MPa

* para tamaños más grandes, consulte con su representante de BBR más próximo

Acoplador

Aunque es menos común en el caso de tendones exteriores, los tendones CONA CME se pueden acoplar mediante acopladores de solapamiento de tipo K patentados para tendones de 2 a 31 cordones (se pueden solicitar mayores tamaños) o manguitos de acoplamiento de tipo H para tendones de 1 a 73 cordones.



Acoplador K
CONA CME



Acoplador H
CONA CME



Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordones

| in | 06 | |
|-----------------|-------|-------|
| mm ² | 140 | 150 |
| MPa | 1,860 | 1,860 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | |
|----------|--|--------|
| 01 | 260 | 279 |
| 02 | 521 | 558 |
| 03 | 781 | 837 |
| 04 | 1,042 | 1,116 |
| 05 | 1,302 | 1,395 |
| 06 | 1,562 | 1,674 |
| 07 | 1,823 | 1,953 |
| 08 | 2,083 | 2,232 |
| 09 | 2,344 | 2,511 |
| 12 | 3,125 | 3,348 |
| 13 | 3,385 | 3,627 |
| 15 | 3,906 | 4,185 |
| 16 | 4,166 | 4,464 |
| 19 | 4,948 | 5,301 |
| 22 | 5,729 | 6,138 |
| 24 | 6,250 | 6,696 |
| 25 | 6,510 | 6,975 |
| 27 | 7,031 | 7,533 |
| 31 | 8,072 | 8,649 |
| 37 | 9,635 | 10,323 |
| 42 | 10,937 | 11,718 |
| 43 | 11,197 | 11,997 |
| 48 | 12,499 | 13,392 |
| 55 | 14,322 | 15,345 |
| 61 | 15,884 | 17,019 |
| 69 | 17,968 | 19,251 |
| 73 | 19,009 | 20,367 |



Usos opcionales para CME

BBR siempre marca el camino a seguir con soluciones innovadoras que satisfacen las necesidades del sector de la construcción. Ahora hemos introducido una protección mejorada contra la corrosión y la posibilidad de intercambio para ofrecer los sistemas de postesado BBR VT CONA CME monocordón y BBR VT CONA CME intercambiable. Estos sistemas no solo permiten el intercambio de tendones, sino que también son aptos para el uso como tendones aislados eléctricamente (EIT).

BBR VT CONA CME Monocordón

Mínimo radio de curvatura y protección multicapa contra la corrosión

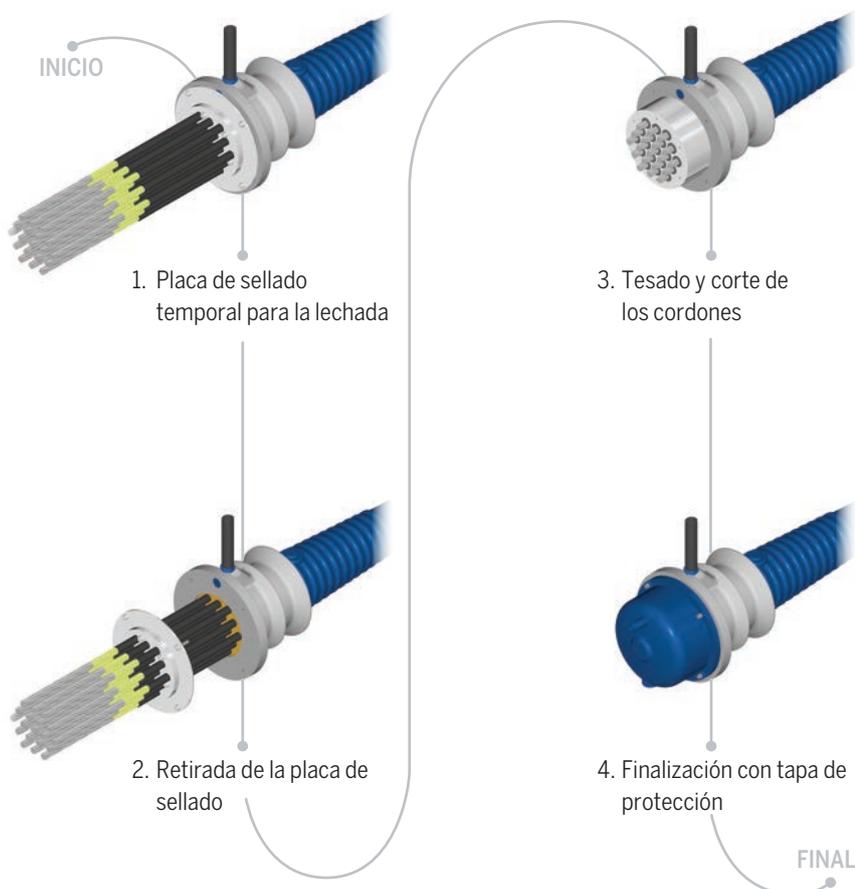
Para el nuevo BBR VT CONA CME BT con solución monocordón, los monocordones se colocan en una vaina en la que se inyecta lechada antes del tesado. Durante la inyección de la lechada, se instala una placa de sellado temporal junto con una placa de activación en el anclaje para ordenar los monocordones y resistir la presión de la lechada. Tras la inyección de lechada, se retira la vaina de los extremos del monocordón. Para el tesado, el cabezal de anclaje se sitúa sobre el tendón con lechada. Una vez desarrollada la resistencia de comprensión de la lechada en grado suficiente, puede comenzar el tesado. Esta solución es aplicable a anclajes BT, así como a anclajes con acoplamiento K y H.

Las ventajas y características clave de esta solución son:

- Mínimo radio de curvatura: 2,5m.
- Múltiples capas de protección contra la corrosión: vaina, lechada y por último monocordón que incorpora revestimiento de PE/grasa.
- Ahorro de costes al emplear lechada de cemento en lugar de grasa o cera.
- Cordones retesables e intercambiables.

El intercambio de tendones con monocordones se realiza generalmente mediante el método «cordon a cordon», de modo individual para cada monocordón. Tras el intercambio de los cordones de acero pretensado, los monocordones se rellenan de nuevo con material de protección contra la corrosión. Los tendones BBR VT CONA CME son compatibles con acopladores fijos de tipo H y K.

Secuencia de montaje de BBR VT CONA CME Monocordón



| Ventajas/características clave | CME con cordón desnudo | CME - Monocordón |
|---|--|---|
| Aplicaciones | No adherente | No adherente |
| Tipo de relleno | Grasa / Cera | Lechada |
| Nivel de protección contra la corrosión | 2 (vaina y relleno) | 4 (vaina, lechada, monocordón con revestimiento de PEAD) |
| Mínimo radio de curvatura | 2.0m a 4.0m (según tamaño del tendón) | máxim 2.5m |
| Retensable | ✓ | ✓ |
| Intercambiable | ✓ | ✓ |

BBR VT CONA CME Tendón exterior intercambiable

BBR VT CONA CME BT Tendón exterior intercambiable con o sin aislamiento eléctrico es una opción disponible para:

- Cordones desnudos con grasa, cera o un inhibidor de la corrosión similar.
- Monocordones con lechada en una vaina.
- Cordones desnudos con lechada en una vaina.

Incluso si se ha utilizado un cordón desnudo con lechada en la vaina, un tendón BBR VT CONA CME BT puede retirarse por completo y sustituirse por otro nuevo.

Los componentes principales en la zona de anclaje del CONA CME BT Tendón intercambiable con cordón desnudo con lechada en la vaina son la tapa de protección, las cuñas, el cabezal de anclaje, el elemento de transferencia de carga (placa de soporte atrompetada), la trompeta exterior y la trompeta interior.

La trompeta interior se ubica en la placa de soporte atrompetada y se extiende hasta la cabeza de anclaje (o anillo de acero para EIT), aportando una capa de separación entre la estructura y el tendón. En el caso de un tendón con aislamiento eléctrico, la tapa de protección –con ayuda del anillo de aislamiento– encapsula la cabeza de anclaje por completo con las cuñas y el cordón bloqueado. Esta solución innovadora también puede instalarse con el acoplador fijo de tipo H.

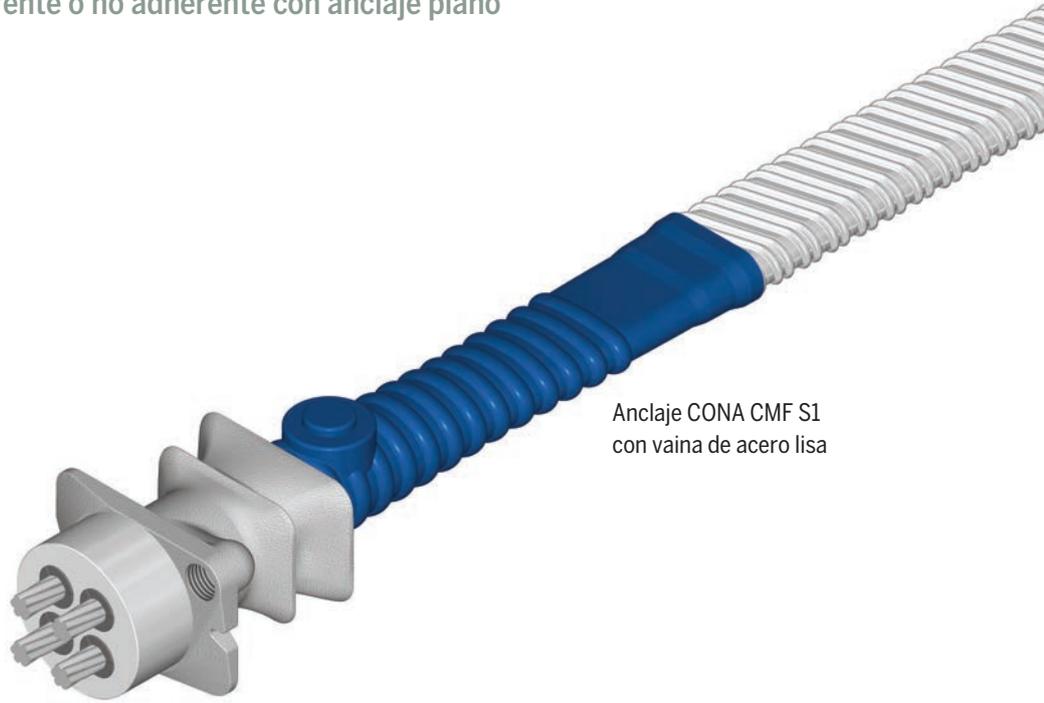


BBR VT CONA CMF S1

Sistema de postesado interior adherente o no adherente con anclaje plano

Configuración del anclaje

El CONA CMF S1 es una solución de postesado adherente o no adherente para proyectos de entre 2 y 4 cordones. Para transferir la carga al hormigón, se utiliza el CONA CMF BT (placa de soporte atrompetada), que utiliza un sistema de transferencia de carga patentada de tres planos especialmente desarrollada para colocar anclajes en secciones transversales pequeñas. Esto permite distancias muy cortas entre los centros de los tendones y en los bordes de los anclajes, así como aplicar toda la carga de postesado con resistencias de hormigón muy bajas. El sistema también es compatible con cabezales de anclaje CONA CMI, lo que facilita las operaciones y simplifica la gestión del stock. Además, puede utilizarse con vainas de acero y de plástico.



Anclaje CONA CMF S1 con vaina de acero lisa

Acoplador

Los tendones CONA CMF S1 se pueden acoplar utilizando manguitos de acoplamiento de tipo H patentados. El acoplador se puede utilizar como cabeza de anclaje tensado/activo o cabeza de anclaje fijo/pasivo contra la placa de soporte atrompetada, o como acoplador móvil a lo largo de toda la longitud del tendón.



Acoplador H CONA CMF S1



Acoplador móvil BH CONA CMF S1

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.5" and 0.6"

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

02 - 04

Rango de carga

346 - 1,116 kN

Mínima resistencia del hormigón

17/21 MPa

Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordones

| in | 05 | | 06 | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| mm ² | 93 | 100 | 140 | 150 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,860 | 1,860 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | | |
|----------|--|-----|-------|-------|
| 02 | 346 | 372 | 521 | 558 |
| 03 | 519 | 558 | 781 | 837 |
| 04 | 692 | 744 | 1,042 | 1,116 |



BBR VT CONA CMF S2

Sistema de postesado interior adherente o no adherente con anclaje plano

Configuración del anclaje

El sistema CONA CMF S2 es la solución interior adherente o no adherente más avanzada para proyectos de losas y utiliza el versátil concepto barril-cuña.

El diseño de este sistema permite minimizar el espaciado entre los centros de los tendones y las distancias al borde para reducir el grosor de las losas.

Puede utilizarse para aplicaciones adherentes y no adherentes y ha sido optimizado para tamaños de cordón de 0,5" y 0,6". Además, es compatible con vainas de acero y de plástico.

El CONA CMF S2 puede emplearse para tamaños de tendón de 02 a 06 usando el cordón de

Características adicionales:

- ✓ Anclaje de tesado
- ✓ Anclaje fijo accesible
- ✓ Anclaje fijo inaccesible
- ✓ Tendones intercambiables
- ✓ Tendones retesables



Anclaje CONA CMF S2 con vaina de acero

Esesor de losa más bajo del mercado

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.5" and 0.6"

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

02 - 06

Rango de carga

346 - 1,395 kN

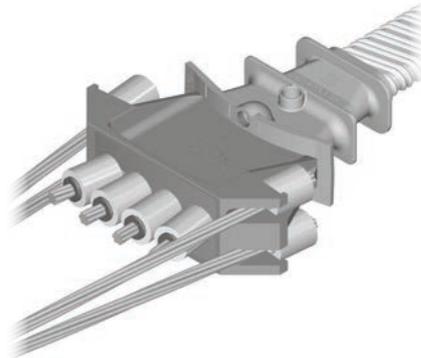
Mínima resistencia del hormigón

21/26 MPa

0,5", y de 02 a 05 usando el cordón de 0,6".

Acoplador

El CONA CMF S2 es compatible con un acoplador fijo de tipo K especial para mantener el grosor de la losa lo más bajo posible.



Acoplador K CONA CMF S2

Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordones

| in | 05 | | 06 | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| mm ² | 93 | 100 | 140 | 150 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,860 | 1,860 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | | |
|----------|--|-------|-------|-------|
| 02 | 346 | 372 | 521 | 558 |
| 03 | 519 | 558 | 781 | 837 |
| 04 | 692 | 744 | 1,042 | 1,116 |
| 05 | 865 | 930 | 1,302 | 1,395 |
| 06 | 1,038 | 1,116 | - | - |



BBR VT CONA CMM Single S1

Sistema de postesado **monocordón adherente o no adherente**

Configuración del anclaje

El CONA CMM Single S1 es un sistema versátil que permite tener una solución adherente usando un único cordón con lechada BBR en el interior de una vaina de acero o plástico, o una solución no adherente usando un monocordón engrasado con revestimiento de PEAD.

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.6" and 0.6"C

Tipo de cordón

Bare/monostrand

Aplicaciones

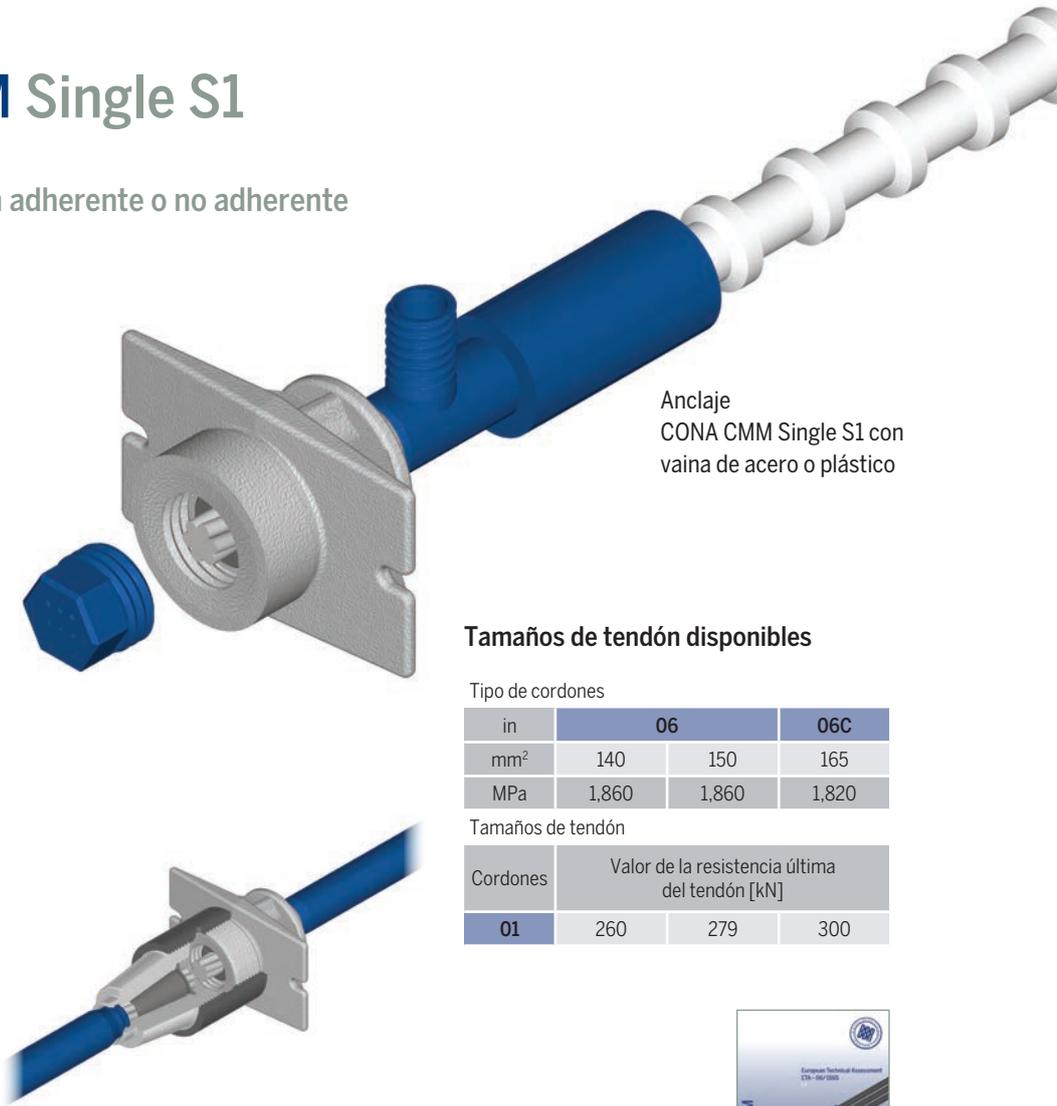
Bonded/unbonded

Mínima resistencia del hormigón

20/24 MPa

Acoplador

Los tendones CONA CMM Single S1 pueden acoplarse usando un manguito de acoplamiento de tipo H patentado que se inserta en el anclaje monolítico.



Anclaje CONA CMM Single S1 con vaina de acero o plástico

Acoplador H CONA CMM Single S1

Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordones

| in | 06 | 06C | |
|-----------------|-------|-------|-------|
| mm ² | 140 | 150 | 165 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,820 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | |
|----------|--|-----|-----|
| 01 | 260 | 279 | 300 |



BBR VT CONA CMM Single S2

Sistema de postesado **monocordón adherente o no adherente**

Configuración del anclaje

El CONA CMM Single S2 ha sido desarrollado para aumentar la productividad en las obras. La resistencia del hormigón en el tesado es más baja que nunca, y se ha desarrollado un conjunto completo de accesorios, como el asiento tipo clip-lock para centralizar el acero de refuerzo que reduce el tiempo de instalación.

El diseño de este sistema permite minimizar el espaciado entre los centros de los tendones y las distancias al borde, al tiempo que elimina la necesidad de usar acero de refuerzo en la zona de anclaje si se respeta un espaciado entre los centros de los tendones mínimo.



CONA CMM Single S2 con monocordón

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.5" and 0.6"

Tipo de cordón

Bare/monostrand

Aplicaciones

Bonded/unbonded

Mínima resistencia del hormigón

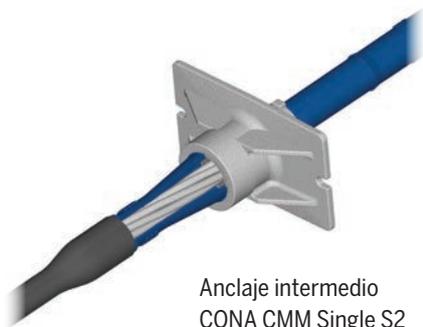
18/22 MPa



Monocordón engrasado con revestimiento de PEAD y cordón único con vaina con lechada de cemento

Anclaje intermedio

El anclaje intermedio CONA CMM Single S2 permite la instalación de un tendón completo sin necesidad de cortar el cordón en las juntas de construcción.



Anclaje intermedio CONA CMM Single S2

Acoplador

Los tendones CONA CMM Single S2 también pueden acoplarse utilizando un acoplador monolítico de tipo T mejorado y patentado con la cuña preinstalada.



Anclaje con acoplador T CONA CMM Single S2



Flexibilidad del tendón

CONA CMM es compatible con aplicaciones adherentes que emplean cordón desnudo y vaina de acero o plástico rellena de lechada, así como con aplicaciones no adherentes que emplean monocordón engrasado con revestimiento de PEAD.

Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordón

| in | 05 | | 06 | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| mm ² | 93 | 100 | 140 | 150 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,860 | 1,860 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | | |
|-----------|--|-----|-----|-----|
| 01 | 173 | 186 | 260 | 279 |

BBR VT CONA CMM Two/Four

Sistema de postesado no adherente monocordón

Configuración del anclaje

Los principales componentes en la zona de anclaje del sistema CONA CMM son las cuñas, el anclaje monolítico y los tubos de transición individuales.

En la zona de anclaje, los cordones se enfilan en los tubos de transición hasta el anclaje monolítico, donde cada cordón se fija individualmente con una cuña especial de BBR. El anclaje del cordón y la transferencia de carga al hormigón se realizan con el mismo elemento de transferencia, permitiendo un mayor ahorro, menores distancias entre los centros de los tendones y los bordes de los anclajes, y la aplicación de toda la carga de postesado con resistencias de hormigón muy bajas.

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.6" and 0.6"C

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

02 or 04

Tipo de cordón

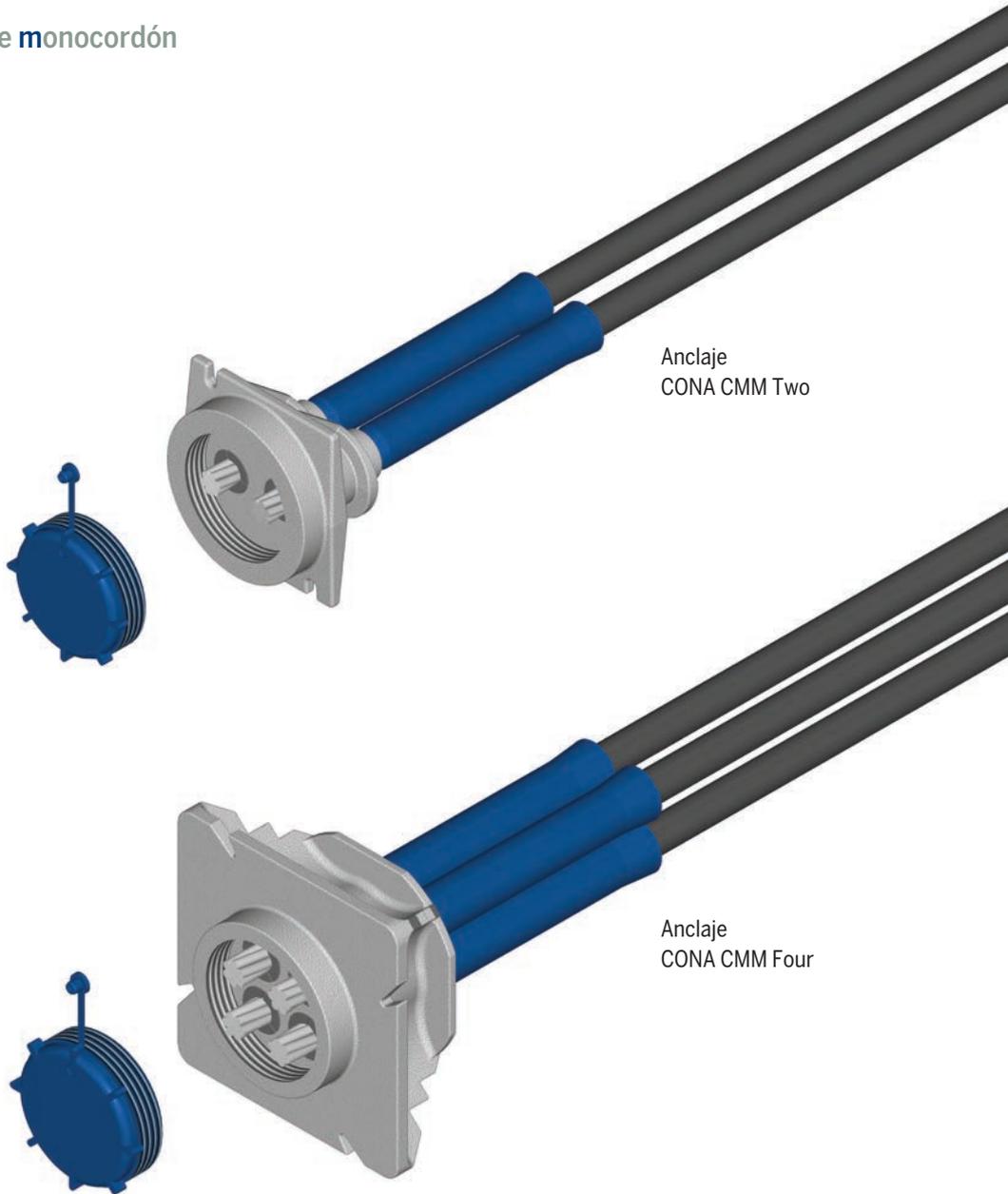
Monostrand

Mínima resistencia del hormigón

20/24 MPa

Acoplador

Los tendones CONA CMM Four pueden acoplarse utilizando manguitos de acoplamiento de tipo H patentados. Los acopladores se pueden utilizar como acoplador de anclaje tenado/activo o acoplador de anclaje fijo/pasivo durante la primera fase de construcción.



Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordón

| in | 06 | 06C | |
|-----------------|-------|-------|-------|
| mm ² | 140 | 150 | 165 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,820 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | |
|----------|--|-------|-------|
| 02 | 521 | 558 | 601 |
| 04 | 1,042 | 1,116 | 1,201 |



BBR VT CONA CMB

Sistema de postesado en bandas

Configuración del anclaje

Los principales componentes en la zona de anclaje del sistema CONA CMB SP son las cuñas, cabeza de anclaje, el elemento de transferencia de carga y el tubo de encastre. En la zona de anclaje, el haz de cordones se extiende hasta la cabeza de anclaje, donde cada cordón se fija individualmente con cuñas BBR. Para transferir la carga al hormigón, se utiliza la placa CONA CMB SP (placa cuadrada).

Desviador/silla

Un elemento específico del pretensado exterior es el desviador/silla. El desviador transfiere las fuerzas transversales generadas por el tendón a la estructura y proporciona una superficie lisa para los tendones. El desviador se puede fabricar en hormigón, acero, PEAD o similar.

Protección contra la corrosión

Los cordones se engrasan/enceran y se revisten individualmente en fábrica con PEAD de extrusión continua y a continuación se agrupan en paralelo. Hay dos opciones: revestimiento simple o doble.

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.6" and 0.6"C

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

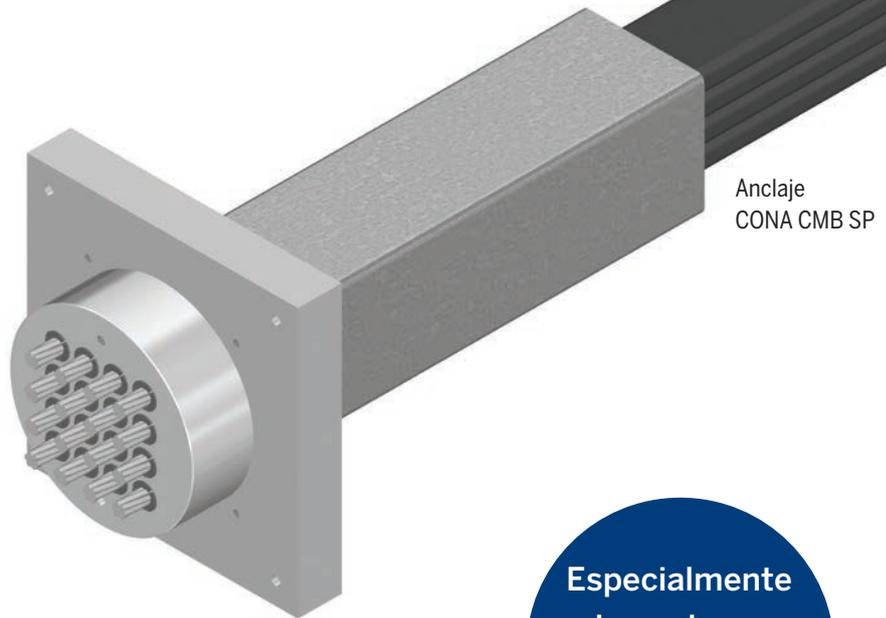
01 - 16

Rango de carga

260 - 4,805 kN

Mínima resistencia del hormigón

29/35 MPa

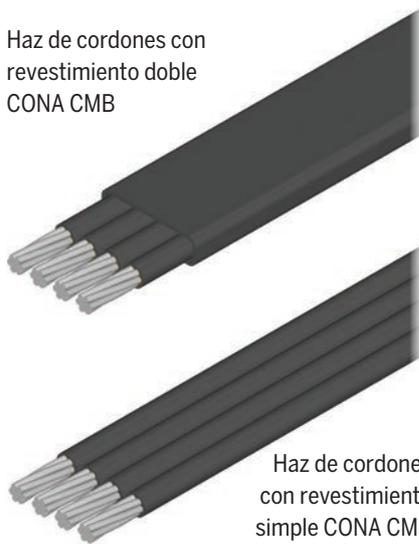


Anclaje
CONA CMB SP

**Especialmente
adecuado para
el refuerzo y la
reparación**

Configuración en bandas

Haz de cordones con
revestimiento doble
CONA CMB



Haz de cordones
con revestimiento
simple CONA CMB

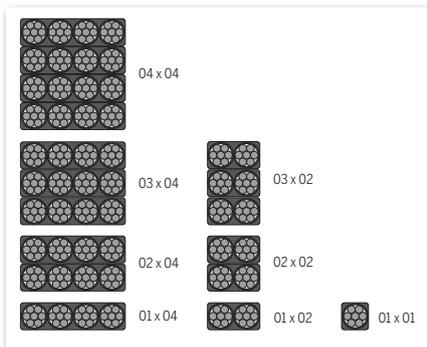
Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordón

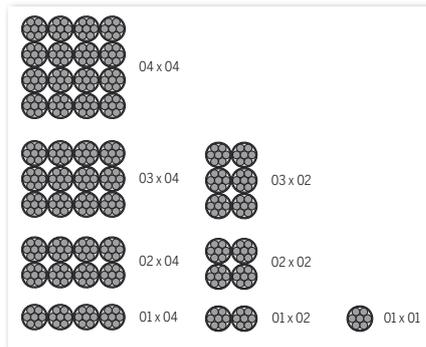
| in | 06 | 06C | |
|-----------------|-------|-------|-------|
| mm ² | 140 | 150 | 165 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,820 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | |
|----------|--|-------|-------|
| 01 | 260 | 279 | 300 |
| 02 | 521 | 558 | 601 |
| 04 | 1,042 | 1,116 | 1,201 |
| 06 | 1,562 | 1,674 | 1,802 |
| 08 | 2,083 | 2,232 | 2,402 |
| 12 | 3,125 | 3,348 | 3,604 |
| 16 | 4,166 | 4,464 | 4,805 |



Haz de cordones con revestimiento doble
CONA CMB



Haz de cordones con revestimiento simple
CONA CMB



BBR VT CONA CMO

Anclaje adherente complementario

BBR VT CONA CMO, como anclaje complementario, es compatible con otros sistemas de postesado de BBR como BBR VT CONA CMF y BBR VT CONA CMI.

Sus innovaciones incluyen un espaciador de cordones tipo clip-lock y el relleno de sellado de la vaina para aumentar la productividad en las obras; además, se ha eliminado la necesidad de usar localmente acero de refuerzo, lo que ahorra tiempo de instalación, materiales y costes.

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.5" and 0.6"

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

02 - 06

Rango de carga

346 - 1,674 kN

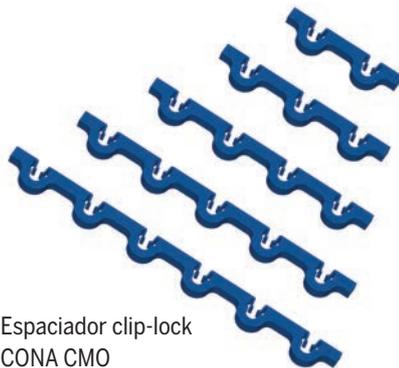
Mínima resistencia del hormigón

21/26 MPa

No requiere
acero de
refuerzo



Anclaje adherente
CONA CMO con vaina de
acero corrugado



Espaciador clip-lock
CONA CMO

Tamaños de tendón disponibles

Tipo de cordón

| in | 05 | | 06 | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| mm ² | 93 | 100 | 140 | 150 |
| MPa | 1,860 | 1,860 | 1,860 | 1,860 |

Tamaños de tendón

| Cordones | Valor de la resistencia última del tendón [kN] | | | |
|----------|--|-------|-------|-------|
| 02 | 346 | 372 | 521 | 558 |
| 03 | 519 | 558 | 781 | 837 |
| 04 | 692 | 744 | 1,042 | 1,116 |
| 05 | 865 | 930 | 1,302 | 1,395 |
| 06 | 1,038 | 1,116 | 1,562 | 1,674 |





BBR VT CONA CMW

Anclaje complementario

El sistema BBR VT CONA CMW ha sido diseñado para estructuras circulares, como depósitos y silos. El anclaje CONA CMW se emplea para revestir los depósitos sin necesidad de una estructura de soporte, ahorrando tiempo y costes, y ha demostrado ser especialmente eficaz para proyectos de reacondicionamiento y refuerzo.

El anclaje es compatible con vainas de acero o de plástico y puede utilizarse con cordones desnudos y monocordones.

DATOS CLAVE

Compatibilidad de cordón

0.6" and 0.6"C

Tamaños de tendón (núm. de cordones)

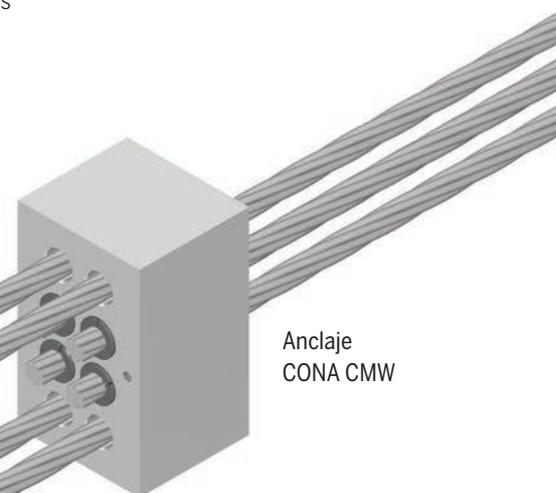
02 - 06

Tipo de cordón

Bare/monostrand

Vaina

Steel/plastic



Anclaje
CONA CMW

Instalación profesional

Las operaciones de postesado e inyectado de lechada requieren el máximo nivel de profesionalidad, que es exactamente lo que ofrecen los especialistas certificados de BBR y los miembros de BBR Network. La formación continua, tanto teórica como práctica, de nuestro personal cualificado y experimentado asegura la ejecución profesional de las tareas de postesado.

El sistema de postesado se instala en cuatro etapas:

1. Instalación de vainas y anclajes

La instalación de un sistema de postesado comienza con el montaje de los anclajes, el tendido de las vainas y la colocación del acero de refuerzo.

Los anclajes se fijan con pernos al encofrado. Se instala la vaina y se conecta al anclaje. Para el postesado interior, las vainas –compuestas normalmente de acero corrugado o revestimiento de PEAD– se colocan antes de aplicar el hormigón. En el caso del pretensado exterior, las vainas más comunes son tubos de PEAD. La colocación y el apoyo de las vainas se realiza con especial cuidado y minuciosidad.

2. Inserción de cordones

Antes de insertar los cordones se comprueba el paso libre en las vainas. Por lo general, esto se realiza empujando cada cordón desde un extremo de la vaina.

3. Tesado

Los tendones se tesan utilizando gatos hidráulicos de cordón único o multicordón con bloqueo hidráulico de las mordazas de anclaje. Los requisitos de espacio para gatos de tesado y huecos de anclaje en la proximidad de un anclaje de postesado se muestran en la tabla 1. Estos datos se ofrecen solo con fines orientativos y siempre deben ser verificados con un miembro local de BBR Network.

4. Inyección de lechada / acabado

La lechada es clave para garantizar el rendimiento y la durabilidad de los tendones y, por tanto, de toda la estructura. Antes de la inyección, el cabezal de anclaje debe sellarse con tapas BBR para asegurar la máxima calidad.

Le lechada no es necesaria con tendones no adherentes; en este caso, el acabado consiste en sellar el tendón con accesorios BBR. La inyección de grasa en estos anclajes protege el extremo del cordón y la cuña.

Tabla 1: Requisitos de espacio para gatos de tesado y huecos de anclaje

| Unidad de tendón | CMF S1 ³⁾ | CMF S2 | CMM Single S1 | CMM Single S2 | CMM Two | CMM Four | 04 06 | 07 06 | 12 06 | 19 06 | 22 06 | 31 06 | 42 06 | 55 06 | 61 06 | |
|----------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dimensiones (mm) 1), 4) | A x A | 100 x 100 ²⁾ | 90 x 230 ²⁾ | 70 | 60 | 125 | 125 | 230 | 270 | 340 | 420 | 420 | 460 | 560 | 650 | 715 |
| | B | 110 | 110 | 45 | 45 | 45 | 45 | 140 | 140 | 150 | 165 | 165 | 185 | 200 | 225 | 250 |
| | C x C | 140 x 200 ²⁾ | 110 x 270 ²⁾ | 110 | 100 | 200 | 200 | 310 | 370 | 400 | 510 | 510 | 560 | 660 | 750 | 815 |
| | D | 1,100 | 800 | 800 | 800 | 1,250 | 1,300 | 1,400 | 1,500 | 1,600 | 1,720 | 1,810 | 2,000 | 2,300 | 2,600 | 2,900 |
| | E | 170 | 170 | 90 | 90 | 110 | 150 | 250 | 300 | 330 | 345 | 400 | 480 | 600 | 600 | 600 |
| | F | 170 | 80 | 70 | 55 | 90 | 110 | 200 | 230 | 260 | 280 | 330 | 380 | 420 | 450 | 480 |

1) Los requisitos de espacio para los gatos y los huecos de anclaje se ofrecen solo con fines orientativos y siempre deben ser verificados con un miembro local de BBR Network. 2) Los huecos de anclaje son rectangulares, tal como se indica. 3) Los datos indicados para los huecos tienen en cuenta el uso de un puerto de lechada que parte de la trompeta. Si el puerto de lechada parte de la placa atronpetada, se precisa un hueco de mayores dimensiones. 4) En caso de espacios estrechos o gatos de mayor tamaño, póngase en contacto con su representante local de BBR Network.

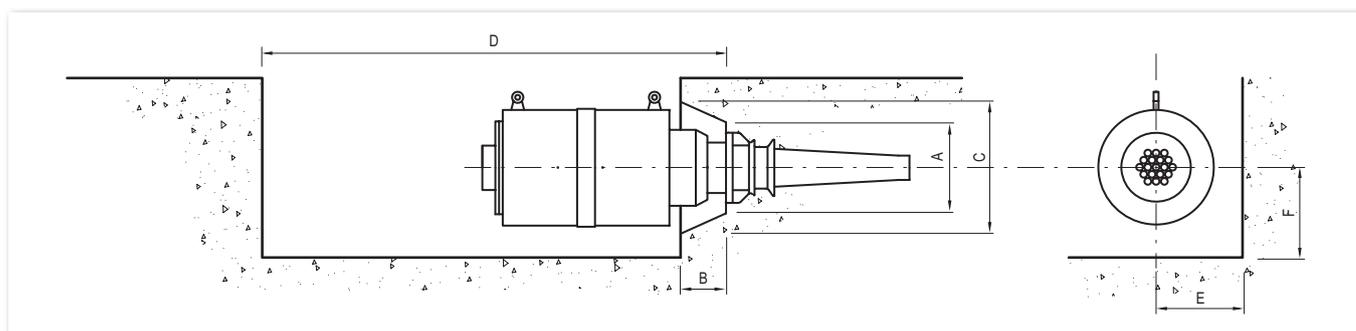


Figura 2: Dimensiones requeridas para instalación



Materiales

Cordón

Los cordones de siete alambres se componen de un alambre, generalmente identificado como “alambre central”, y una corona exterior de seis alambres trenzados en torno al alambre central. Normalmente se utilizan cordones con un valor de resistencia a la tracción igual a 1860 MPa; sin embargo, también se pueden utilizar cordones de acero con un valor de resistencia a la tracción de 1770 MPa o 1820 MPa. Los valores característicos de los cordones estándar se muestran en la tabla 2.

También pueden utilizarse otros cordones adecuados según las normativas vigentes en el lugar de uso, como los indicados en las normas prEN 10138-3, ASTM A416 y AS/NZS 4672.



Tabla 2: Propiedades típicas del cordón de acuerdo con prEN 10138-3

| Tipo de cordón | | | 05 | | 06 | | | | 06C |
|--|------------|-----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Resistencia característica a la tracción | f_{pk} | MPa | 1,770 | 1,860 | 1,770 | 1,860 | 1,770 | 1,860 | 1,820 |
| Valor característico de fuerza máxima | F_{pk} | kN | 177 | 186 | 248 | 260 | 266 | 279 | 300 |
| Valor característico de fuerza de prueba de 0,1% | $F_{p0.1}$ | kN | 156 | 164 | 218 | 229 | 234 | 246 | 264 |
| Diámetro nominal | d | mm | 12.9 | | 15.3 | | 15.7 | | 15.2 |
| Área nominal de la sección transversal | A_p | mm ² | 100 | | 140 | | 150 | | 165 |
| Masa de acero pretensado | M | kg/m | 0.781 | | 1.093 | | 1.172 | | 1.289 |
| Elongación mínima con fuerza máxima | A_{gt} | % | 3.5 | | | | | | |
| Módulo de elasticidad | E_p | MPa | aprox. 195.000 | | | | | | |

Los monocordones engrasados/encerados se revisten en fábrica con PEAD de extrusión continua

| | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|
| Diámetro exterior del cordón (incl. PEAD) | ≈ | mm | 17 | 19.5 | 20 | 20 |
| Masa del cordón (incl. grasa/cera y PEAD) | ≈ | kg/m | 0.90 | 1.23 | 1.31 | 1.40 |

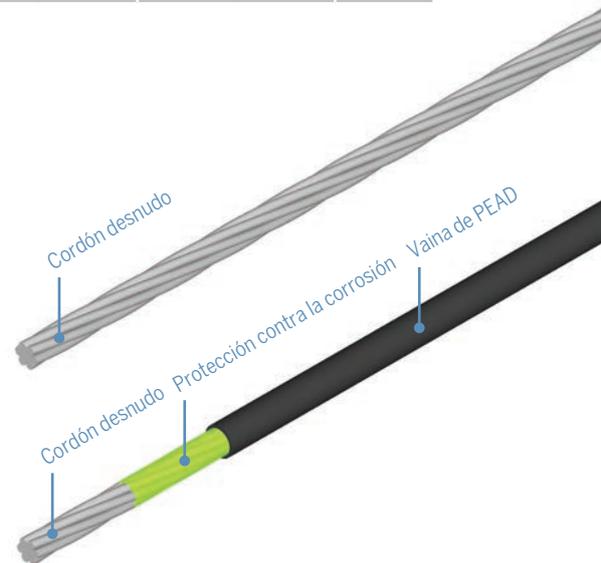
Hay dos configuraciones de cordón básicas:

- cordones desnudos para aplicaciones adherentes y no adherentes;
- monocordones con un sistema de protección contra la corrosión provisto de fábrica consistente en grasa/cera de protección y revestimiento de PEAD para aplicaciones no adherentes.

Los monocordones deben satisfacer las siguientes condiciones:

- grosor mínimo del revestimiento de 1,0 mm;
- de como mínimo 18 MPa, resistencia a la tracción y al menos 450% de elongación a 23 °C;

- no presentar daños visuales, burbujas ni trazas visibles de material de relleno en la superficie del revestimiento;
- no presentar fisuras tras 72 horas en un líquido tensoactivo a 50 °C;
- una variación de la resistencia a la tracción y la elongación a 23 °C tras someterlo durante 3 días a 100 °C inferior al 25%;
- fricción inferior a 60 N/m entre el revestimiento y el cordón;
- sin fugas de agua a través del espécimen.



Hormigón

La resistencia a la compresión del hormigón, de acuerdo con la norma EN 206, se define mediante el valor característico f_{ck} (fracción del 5% de la distribución normal), obtenido en pruebas de compresión realizadas 28 días después del colado de especímenes cilíndricos de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura o especímenes de 150 mm^3 . Las clases de resistencia a la compresión se indican mediante la letra C seguida de dos números que denotan la resistencia característica cilíndrica y cúbica expresada en MPa, por ejemplo, C20/25.

La figura 3 muestra una distribución ideal de los valores de la resistencia a la compresión para especímenes de hormigón. En la figura, el pico de la curva coincide con la media de la resistencia a la compresión y se denomina normalmente resistencia media a la compresión, f_{cm} . La resistencia característica a la compresión es menor que la resistencia media, y ambas están relacionadas mediante la siguiente expresión:

$$f_{ck,cilindro} \approx f_{cm,cilindro} - 8 \text{ MPa}$$

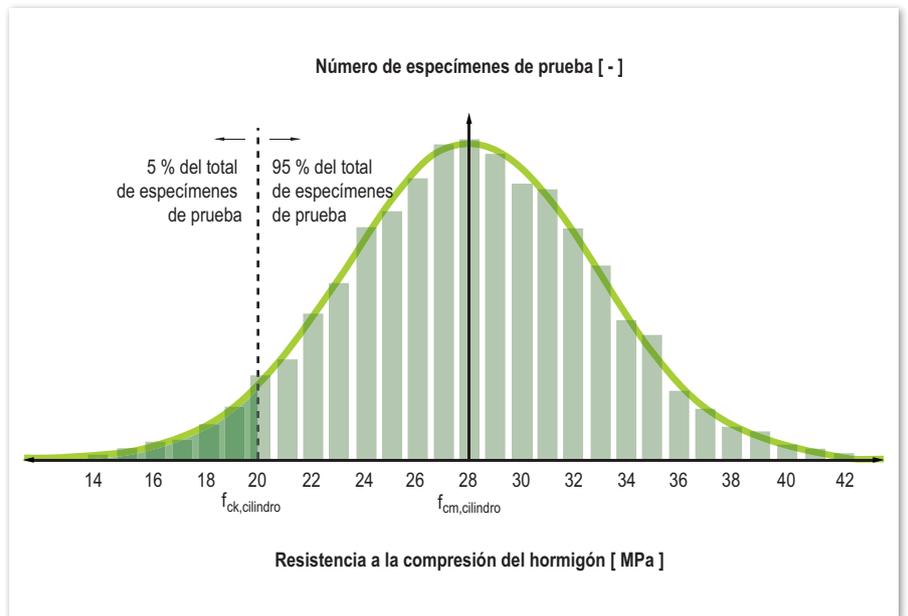


Figura 3: Distribución normal genérica de la resistencia del hormigón

Tabla 3: Capas de protección contra la corrosión

| aplicación | | cordón | | vaina | | relleno de vaina | | hormigón | | capas | fib | |
|------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|---|------------------|---------|----------|---------|---|---|---|
| interior | adherente | desnudo | 0 | acero | 1 | lechada | 1 | cubierta | 1 | 3 | PL 1 | |
| | | | | plástico | 1+ | | | | | 3+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | |
| | no adherente | desnudo | 0 | acero | 1 | grasa / cera | 1 | cubierta | 1 | 3 | PL 1 | |
| | | | | plástico | 1+ | | | | | 3+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | |
| | | monocordón ¹⁾ | 2 | ninguno | 0 | (relleno) | 0 | cubierta | 1 | 3+ | - | |
| | | | | acero | 1 | | | | | 4 | PL 1 | |
| | | | | plástico | 1+ | | | | | 4+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | |
| | | | | acero | 1 | | | | | 5 | PL 1 | |
| plástico | 1+ | lechada | 1 | 5+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | | | | | | | |
| exterior | desnudo | 0 | acero | 1 | lechada | 1 | ninguno | 0 | 2 | PL 1 | | |
| | | | plástico | 1+ | | | | | 2+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | | |
| | desnudo | 0 | acero | 1 | grasa / cera | 1 | ninguno | 0 | 2 | PL 1 | | |
| | | | plástico | 1+ | | | | | 2+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | | |
| | monocordón ¹⁾ | 2 | ninguno | 0 | (relleno) | 0 | ninguno | 0 | 2+ | - | | |
| | | | acero | 1 | | | | | 3 | PL 1 | | |
| | | | plástico | 1+ | | | | | 3+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ | | |
| | | | acero | 1 | | | | | 4 | PL 1 | | |
| | | | plástico | 1+ | | | | | lechada | 1 | 4+ | PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾ |

1) Los monocordones tienen dos capas de protección (revestimiento de plástico y cera/grasa). 2) Tras prueba de estanqueidad. 3) Tras prueba de aislamiento eléctrico.

Vainas

Las vainas, compuestas de acero o de plástico, se instalan dentro de la estructura y crean el conducto necesario para la correcta colocación y alineación de los tendones de cordones de postesado. Además, en el caso de tendones adherentes interiores, las vainas deben proveer el comportamiento de adherencia adecuado entre el tendón, la lechada y el hormigón. En algunos casos, la vaina también contribuye al aislamiento eléctrico entre el tendón y la estructura.

Vaina de plástico BBR VT (redonda)

La vaina redonda de plástico corrugado conforme con el Boletín 75 de la *fib*, PTI/ASBI M50.3-19 y EAD16 se utiliza para tendones interiores de CONA CMI, CONA CMF y CONA CMM Single. Las vainas de plástico BBR VT (redondas) están disponibles con diámetros interiores nominales (d_i) de 23, 50, 60, 75, 85, 100, 115, 130, 145 y 160 mm. Esta vaina utiliza una mezcla de materiales única que permite su uso en un amplio rango de temperatura, de -20°C a $+50^{\circ}\text{C}$.



Vaina de plástico BBR VT (plana)

La vaina plana de plástico corrugado conforme con el Boletín 75 de la *fib*, PTI/ASBI M50.3-19 y EAD16 se utiliza para tendones interiores de CONA CMI y CONA CMF. Las vainas de plástico BBR VT (planas) están disponibles con las siguientes dimensiones interiores nominales: 38×22 mm, 52×21 mm, 72×21 mm, 76×25 mm y 90×21 mm. Esta vaina utiliza una mezcla de materiales única que permite su uso en un amplio rango de temperatura, de -20°C a $+50^{\circ}\text{C}$.

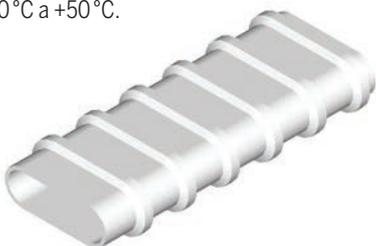


Tabla 4: Uso previsto de distintas vainas con kits de postesado CONA CMX

| | Vaina de acero corrugado | Vaina de plástico corrugado | Vaina de acero liso | Vaina de plástico liso |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| CONA CMI | ● | ● | ▲ | ▲ |
| CONA CME | - | - | ● | ● |
| CONA CMF | ● | ● | ▲ | ▲ |
| CONA CMM (Single) | ● | ● | ▲ | ▲ |

● Estándar ▲ Estándar en aplicaciones no adherentes. Sujeto a los reglamentos vigentes en el lugar de uso en aplicaciones adherentes.

Vainas redondas de acero corrugado

Pueden emplearse vainas de acero corrugado desnudo o galvanizado a partir de fleje de acero conformes con EN 523 o normas equivalentes y con los reglamentos vigentes en el lugar de uso. Las vainas redondas de acero corrugado se utilizan habitualmente con tendones de CONA CMI, CONA CMF y CONA CMM Single y pueden fabricarse prácticamente con cualquier diámetro. Dependiendo del diámetro de la vaina, el fleje de acero tiene un grosor típico de 0,2 - 0,6 mm.



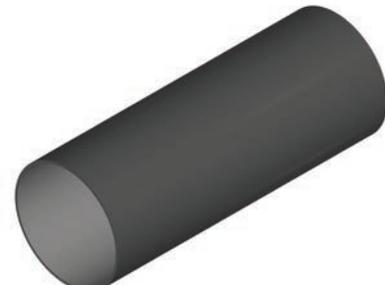
Vainas redondas de acero liso

Las vainas de acero liso pueden utilizarse para tendones exteriores CONA CME y para aplicaciones especiales, como lazos adherentes interiores con tendones CONA CMI. Pueden emplearse vainas de acero liso conformes con EN 10255, EN 10216-1, EN 10217-1, EN 10219-1, EN 10305-5 o con las normas y reglamentos vigentes en el lugar de uso. Las vainas redondas de acero liso están disponibles con una gran variedad de diámetros y grosores de pared.



Vainas de plástico liso

Las vainas de plástico liso, compuestas de polietileno de alta densidad (PEAD) resistente a la radiación UV y conformes con EN 12201 o las normas y reglamentos vigentes en el lugar de uso, se utilizan para tendones exteriores CONA CME. Las vainas de plástico liso están disponibles normalmente con unas dimensiones exteriores (d_o) de 45, 63, 90, 110, 125, 140, 160, 180 y 200 mm y con una gran variedad de grosores y grados de presión.



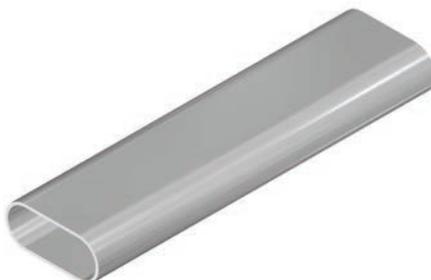
Vainas planas de acero corrugado

Las vainas planas pueden utilizarse para tendones con entre 2 y 6 cordones de conformidad con EN 523 o las normas y reglamentos vigentes en el lugar de uso. Se emplean generalmente para tendones interiores adherentes de CONA CMI y CONA CMF. Las vainas planas corrugadas están disponibles con una gran variedad de dimensiones.



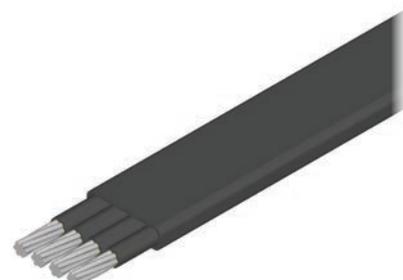
Vainas planas de acero liso

También pueden utilizarse vainas planas de acero liso, si se permite en el lugar de uso.



Revestimiento adicional de plástico liso

Con los tendones CONA CMB se utilizan monocordones agrupados y cubiertos con un revestimiento adicional rectangular de plástico liso. Para obtener más información sobre el material y las características dimensionales de los tendones en banda revestidos, consulte el documento de ETE correspondiente o póngase en contacto con su representante local de BBR Network.



BBR VT CONA CMX Grout conforme con las últimas normas europeas



La lechada de relleno (grout) desempeña un papel clave en el rendimiento y la durabilidad de los tendones de postesado. La lechada BBR VT CONA CMX no solo proporciona la adherencia necesaria entre los cordones y el elemento estructural, sino que también garantiza una excelente protección contra la corrosión para el acero pretensado. En 2007, y de nuevo en 2016, BBR planeó y sostuvo un seminario exhaustivo sobre este material donde todos los especialistas de postesado de BBR recibieron una formación completa sobre las últimas normas europeas relativas a los requisitos, procedimientos y métodos de ensayo de la inyección de lechada. Desde entonces, los miembros de BBR Network han adoptado las nuevas normas, reciben formación continua y

son auditados anualmente por el titular de la ETE.

Normas europeas EN 447, 446 y 445

Las últimas normas europeas sobre la inyección de lechadas son:

- EN 447: Lechadas para tendones pretensados. Requisitos básicos.
- EN 446: Procedimientos de inyección de lechadas.
- EN 445: Métodos de ensayo.

Estas normas definen los requisitos básicos para la aprobación de lechadas de cemento de conformidad con EN 1992, Eurocódigo 2: Diseño de estructuras de hormigón, prEN 13670: Ejecución de estructuras de hormigón y EAD16: Kits de postesado para el pretensado de estructuras.

Régimen de ensayo

El régimen de ensayo incluye tres niveles:

- Ensayo inicial de tipo y pruebas de auditoría de conformidad con EN 447
- Pruebas de adecuación para un proyecto específico de conformidad con EN 446
- Inspección durante las operaciones de inyección de lechada en un proyecto específico de conformidad con EN 446

Los métodos de ensayo se estipulan en EN 445.

Propiedades de la lechada

Las pruebas de la lechada se realizarán de acuerdo con la norma EN 445 e incluyen:

- Prueba de tamiz: homogeneidad
- Método del cono o escurrimiento de la lechada: fluidez
- Mecha inducida o tubo inclinado: exudación
- Mecha inducida: variación de volumen
- Probetas prismáticas rotas en mitades: resistencia a la compresión
- Tiempo de fraguado
- Densidad

Mezclas de lechada BBR VT CONA CMX y equipo

Las mezclas de lechada BBR VT CONA CMX son mezclas homogéneas de cemento, agua y aditivos. El equipo de inyección de lechada consta de una mezcladora, una bomba y los correspondientes tubos de conexión, válvulas y dispositivos de medición. Las mezclas de lechada, sus propiedades y los procedimientos provistos por los especialistas de postesado de BBR cumplen las últimas normas europeas. Todos los miembros de BBR Network cuentan con personal cualificado y formado en inyección de lechada y utilizan exclusivamente materiales de alta calidad, así como equipo de vanguardia, para producir lechadas excelentes. Además, la lechada BBR VT CONA CMX es evaluada y certificada por un organismo notificado independiente.

Material de relleno

Lechada de cemento

La lechada de cemento es alcalina y crea un entorno pasivo en torno a los cordones. Las lechadas de cemento cumplen generalmente las normas EN 445, EN 446, EN 447 o, alternativamente, las normas y reglamentos vigentes en el lugar de uso. EAD16 recomienda las siguientes propiedades para los materiales de lechada de cemento:

- menos de un 0,3% de exudación y vacío de aire en el ensayo de tubo inclinado;
- sin fisuras significativas visibles a simple vista en el ensayo de tubo inclinado;
- menos de un 10% de sedimentación, expresada como variación de densidad;
- menos de un 0,3% de exudación en el ensayo de mecha inducida.

Grasa

La grasa puede utilizarse como material de relleno para aplicaciones no adherentes de conformidad con EAD16 o las normas y reglamentos equivalentes vigentes en el lugar de uso. EAD16 recomienda, entre otras, las siguientes propiedades para el material de la grasa:

- el punto de goteo debe ser superior a 150°C;
- tras 72 horas a 40°C, menos de un 2,5% de separación de aceite, y tras 7 días a 40°C, menos de un 4,5%;
- sin corrosión tras 168 horas a 35°C.

Cera

La cera puede utilizarse como material de relleno para aplicaciones no adherentes de conformidad con EAD16 o las normas y reglamentos equivalentes vigentes en el lugar de uso. EAD16 recomienda, entre otras, las siguientes propiedades para el material de la cera:

- punto de solidificación superior a 65°C;
- sin fisuras en penetración a 20°C;
- menos de un 0,5% de exudación a 40°C.

Corriente de aire seco

Una corriente de aire seco en circulación permite proteger los tendones de la corrosión, siempre que se aplique una supervisión permanente del secado y del sistema de circulación. En general, esto solo es viable en estructuras de especial importancia.

Deben observarse las correspondientes normas y reglamentos vigentes en el lugar de uso.

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo forma parte del kit de postesado y se utiliza para controlar el ancho de las fisuras en la zona de anclaje de conformidad con prEN 10080, incluida en EAD16, por lo que este acero debe cumplir los siguientes requisitos:

| | | |
|---|--------------------|---------|
| Resistencia elástica | f_{pp} | 500 MPa |
| Relación de resistencia última/elástica | f_{max} / f_{pp} | 1.08 |
| Elongación total con fuerza máx. A_{gt} | ϵ_u | 5% |

Tabla 5: Propiedades típicas del acero de refuerzo de acuerdo con prEN 10080

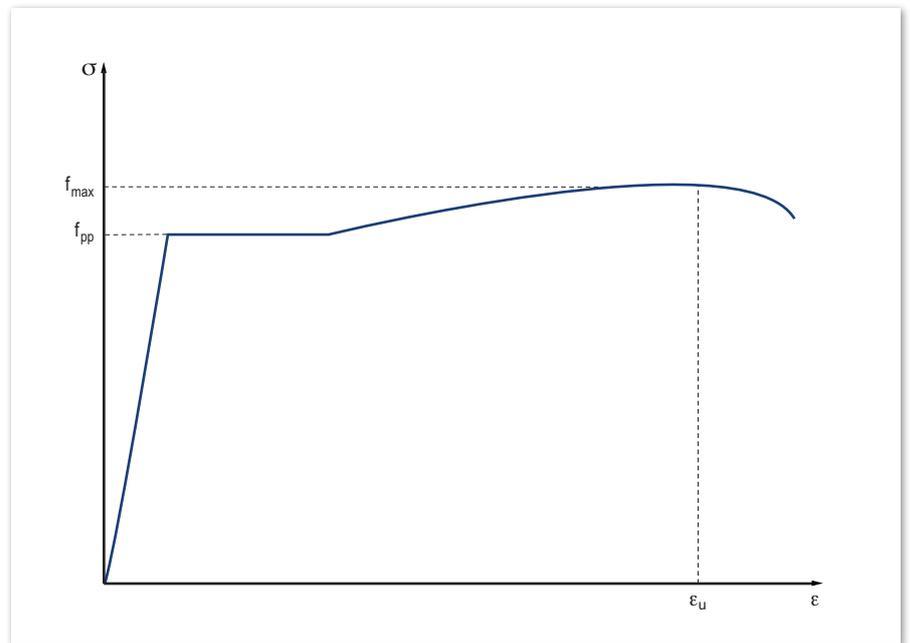


Figura 4: Diagrama de tensión-deformación del acero de refuerzo



Descripción técnica

Fuerzas de pretensado

Aunque depende de la norma utilizada, se acepta generalmente la definición del límite elástico como el punto en el que se produce una deformación plástica irreversible del 0,1%. En este caso, la tensión en el límite elástico se identifica con $f_{p0,1}$. Tal como se muestra en la figura 5, el límite de proporcionalidad, f_{pp} , es inferior y normalmente se define como la tensión que produce una deformación plástica irreversible del 0,01%. En la figura se muestran asimismo la fuerza máxima de sobretensado, $0,95 \cdot f_{p0,1}$ y la fuerza máxima de pretensado en términos de la tensión del límite elástico, $0,9 \cdot f_{p0,1}$, y en términos de la resistencia máxima a la tracción característica, $0,8 \cdot f_{pk}$, de conformidad con los Eurocódigos. Las fuerzas de pretensado pueden depender de los reglamentos vigentes en el lugar de uso.

Tabla 6: Resistencia elástica y característica de cordones típicos

| | MPa | | |
|------------|---------|---------|---------|
| f_{pk} | 1,770 | 1,820 | 1,860 |
| $f_{p0,1}$ | ≈ 1,560 | ≈ 1,600 | ≈ 1,640 |

Las tablas siguientes muestran la fuerza máxima de pretensado, la fuerza máxima de sobretensado y las fuerzas de pretensado típicas de acuerdo con diversas normas para cordones y tendones de distintos tamaños.

Las fuerzas para cordones con una resistencia a la tracción igual a 1770 MPa pueden obtenerse a partir de los valores de las tablas 7 y 8 y reducirse con el factor $f_r = 0,952$.

$$F_{p0,1-1770} = F_{p0,1-1860} \cdot f_r$$

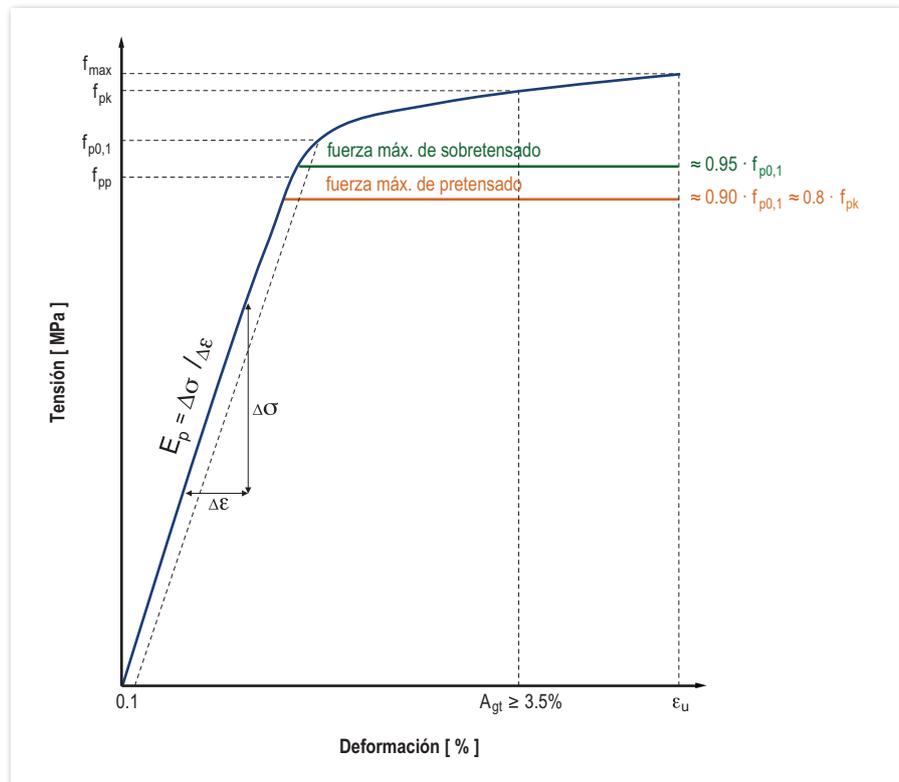


Figura 5: Diagrama tensión-deformación del acero pretensado y niveles de tensión relevantes

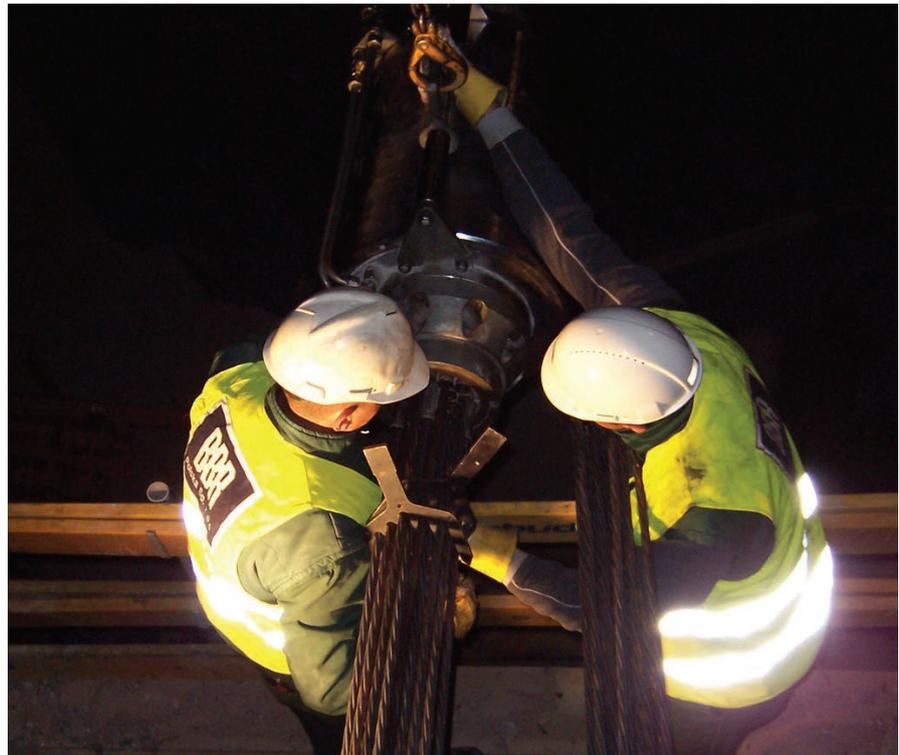


Tabla 7: Fuerzas de pretensado para cordón **05-100** 1,860

| | Fuerza máx. de tesado | | Fuerza máx. de tesado | Fuerza máx. de sobretesado | Valor característico de fuerza máx. F_{pk} |
|--|--|--|--|--|---|
| | SIA | DIN | EN | | |
| | Normas suizas | Normas alemanas | Normas europeas | | |
| | $0.70 \cdot F_{pk} \approx$ $0.80 \cdot F_{p0.1}$ | $0.85 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.75 \cdot F_{pk}$ | $0.90 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.80 \cdot F_{pk}$ | $0.95 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.85 \cdot F_{pk}$ | |
| n 05 ¹⁾ Número de cordones | kN | | | | |
| 01 05 | 130 | 140 | 148 | 156 | 186 |
| 02 05 | 260 | 279 | 295 | 312 | 372 |
| 03 05 | 391 | 418 | 443 | 467 | 558 |
| 04 05 | 521 | 558 | 590 | 623 | 744 |
| 07 05 | 911 | 976 | 1,033 | 1,091 | 1,302 |
| 12 05 | 1,562 | 1,673 | 1,771 | 1,870 | 2,232 |
| 19 05 | 2,474 | 2,649 | 2,804 | 2,960 | 3,534 |
| 31 05 | 4,036 | 4,321 | 4,576 | 4,830 | 5,766 |

Tabla 8: Fuerzas de pretensado para cordón **06-150** 1,860

| Denominación | Fuerza máx. de tesado | | | | Fuerza máx. de tesado | Fuerza máx. de sobretesado | Valor característico de fuerza máx. | | | |
|--|--|---------|--|---------|--|----------------------------|--|---------|----------|---------|
| | SIA | | DIN | | EN | | F_{pk} | | | |
| | $0.70 \cdot F_{pk} \approx$ $0.80 \cdot F_{p0.1}$ | | $0.85 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.75 \cdot F_{pk}$ | | $0.90 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.80 \cdot F_{pk}$ | | $0.95 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.85 \cdot F_{pk}$ | | F_{pk} | |
| | n06-140 | n06-150 | n06-140 | n06-150 | n06-140 | n06-150 | n06-140 | n06-150 | n06-140 | n06-150 |
| n 06 ¹⁾ Número de cordones | kN | | | | | | | | | |
| 01 06 | 182 | 195 | 195 | 209 | 206 | 221 | 218 | 234 | 260 | 279 |
| 02 06 | 364 | 391 | 389 | 418 | 412 | 443 | 435 | 467 | 520 | 558 |
| 03 06 | 546 | 586 | 584 | 627 | 618 | 664 | 653 | 701 | 780 | 837 |
| 04 06 | 728 | 781 | 779 | 836 | 824 | 886 | 870 | 935 | 1,040 | 1,116 |
| 05 06 | 910 | 977 | 973 | 1,046 | 1,031 | 1,107 | 1,088 | 1,169 | 1,300 | 1,395 |
| 06 06 | 1,092 | 1,172 | 1,168 | 1,255 | 1,237 | 1,328 | 1,305 | 1,402 | 1,560 | 1,674 |
| 07 06 | 1,274 | 1,367 | 1,363 | 1,464 | 1,443 | 1,550 | 1,523 | 1,636 | 1,820 | 1,953 |
| 08 06 | 1,456 | 1,562 | 1,557 | 1,673 | 1,649 | 1,771 | 1,740 | 1,870 | 2,080 | 2,232 |
| 09 06 | 1,638 | 1,758 | 1,752 | 1,882 | 1,855 | 1,993 | 1,958 | 2,103 | 2,340 | 2,511 |
| 12 06 | 2,184 | 2,344 | 2,336 | 2,509 | 2,473 | 2,657 | 2,611 | 2,804 | 3,120 | 3,348 |
| 13 06 | 2,366 | 2,539 | 2,530 | 2,718 | 2,679 | 2,878 | 2,828 | 3,038 | 3,380 | 3,627 |
| 15 06 | 2,730 | 2,930 | 2,920 | 3,137 | 3,092 | 3,321 | 3,263 | 3,506 | 3,900 | 4,185 |
| 16 06 | 2,912 | 3,125 | 3,114 | 3,346 | 3,298 | 3,542 | 3,481 | 3,739 | 4,160 | 4,464 |
| 19 06 | 3,458 | 3,711 | 3,698 | 3,973 | 3,916 | 4,207 | 4,133 | 4,440 | 4,940 | 5,301 |
| 22 06 | 4,004 | 4,297 | 4,282 | 4,600 | 4,534 | 4,871 | 4,786 | 5,141 | 5,720 | 6,138 |
| 24 06 | 4,368 | 4,687 | 4,672 | 5,018 | 4,946 | 5,314 | 5,221 | 5,609 | 6,240 | 6,696 |
| 25 06 | 4,550 | 4,883 | 4,866 | 5,228 | 5,153 | 5,535 | 5,439 | 5,843 | 6,500 | 6,975 |
| 27 06 | 4,914 | 5,273 | 5,256 | 5,646 | 5,565 | 5,978 | 5,874 | 6,310 | 7,020 | 7,533 |
| 31 06 | 5,642 | 6,054 | 6,034 | 6,482 | 6,389 | 6,863 | 6,744 | 7,245 | 8,060 | 8,649 |
| 37 06 | 6,734 | 7,226 | 7,202 | 7,737 | 7,626 | 8,192 | 8,049 | 8,647 | 9,620 | 10,323 |
| 42 06 | 7,644 | 8,203 | 8,175 | 8,782 | 8,656 | 9,299 | 9,137 | 9,815 | 10,920 | 11,718 |
| 43 06 | 7,826 | 8,398 | 8,370 | 8,991 | 8,862 | 9,520 | 9,355 | 10,049 | 11,180 | 11,997 |
| 48 06 | 8,736 | 9,374 | 9,343 | 10,037 | 9,893 | 10,627 | 10,442 | 11,218 | 12,480 | 13,392 |
| 55 06 | 10,010 | 10,742 | 10,706 | 11,501 | 11,336 | 12,177 | 11,965 | 12,854 | 14,300 | 15,345 |
| 61 06 | 11,102 | 11,913 | 11,874 | 12,755 | 12,572 | 13,505 | 13,271 | 14,256 | 15,860 | 17,019 |
| 69 06 | 12,558 | 13,476 | 13,431 | 14,428 | 14,221 | 15,277 | 15,011 | 16,125 | 17,940 | 19,251 |
| 73 06 | 13,286 | 14,257 | 14,209 | 15,264 | 15,045 | 16,162 | 15,882 | 17,060 | 18,980 | 20,367 |

1) Véase la tabla 2 para consultar las especificaciones del cordón. Las fuerzas de pretensado varían según el lugar de uso.

Pérdidas de pretensado

La fuerza de pretensado se aplica al tendón de postesado desde el extremo de tensado. Debido a los distintos tipos de pérdidas de pretensado –instantáneas y a largo plazo–, la fuerza de pretensado en el tendón varía de punto a punto, así como a lo largo de la vida útil de la estructura.

Pérdidas instantáneas

Las pérdidas instantáneas son causadas principalmente por la fricción entre el tendón y el interior de la vaina, el deslizamiento en anclajes y acopladores y la deformación elástica del hormigón.

Pérdidas por fricción

La desviación angular prevista del cordón y el balanceo fortuito del tendón generan fricción entre los cordones y la vaina, véase la figura 6. En particular, cuando el tendón se tesa desde un extremo, debido a la configuración curvada del tendón, los cordones ejercerán presión en la parte interior de la curva reduciendo la fuerza de pretensado. Además, el balanceo fortuito reduce adicionalmente la fuerza de pretensado del tendón. Ambas fuentes de fricción pueden evaluarse mediante la ley de Coulomb, que da lugar a la siguiente ecuación:

$$F_x = F_0 \cdot e^{-(\mu \cdot \alpha + k \cdot x)}$$

donde F_x es la fuerza de pretensado a una distancia x a lo largo del tendón, F_0 es la fuerza de pretensado en $x=0$ m, μ es el coeficiente de rozamiento, k es el coeficiente de balanceo, α es la suma de los desplazamientos angulares a lo largo de una distancia x con independencia de la dirección o el signo, y x es la distancia a lo largo del tendón desde el punto donde la fuerza de pretensado es igual a F_0 . La fórmula anterior se representa en la figura 6. La tabla 9 muestra los valores recomendados de los coeficientes de rozamiento y balanceo aplicables para los diversos kits de postesado de cordones CONA CMX.

Generalmente, las normas estadounidenses evalúan las pérdidas por fricción mediante la siguiente ecuación similar:

$$F_x = F_0 \cdot e^{-(\mu \cdot \alpha + k_{as} \cdot x)}$$

donde k_{as} es un coeficiente de balanceo equivalente que guarda la siguiente relación con k : $k_{as} = \mu \cdot k$

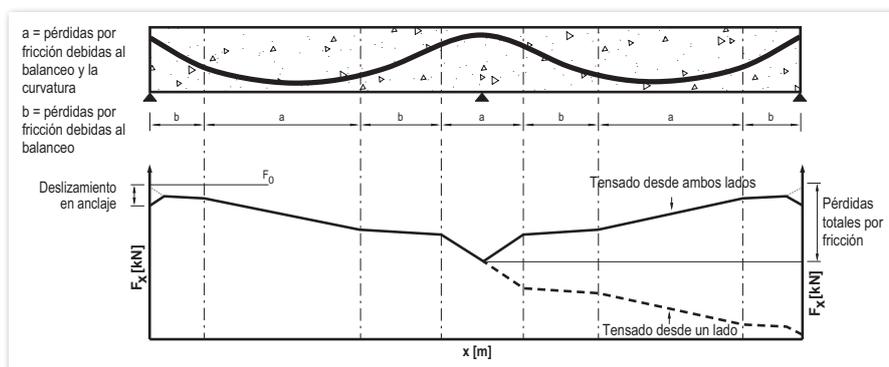


Figura 6: Concepto de pérdidas instantáneas

Deslizamiento en anclajes y acopladores

Durante la transferencia de carga del gato de tensado al anclaje, parte de la carga inicial se pierde debido al deslizamiento en el anclaje. Esto tiene como resultado un acortamiento efectivo del cordón que causa una pérdida instantánea de pretensado. En general, el deslizamiento en el tensado con anclajes fijos y acopladores fijos es de 6 mm. Cabe destacar que el deslizamiento en acopladores móviles es el doble de esta cantidad. La pérdida de fuerza resultante de la retracción de las cuñas puede compensarse parcialmente con el preasiento de las cuñas. La retracción de las cuñas puede limitarse a 4 mm en el anclaje de tesado y en la primera fase de construcción si cada cuña se monta previamente con una fuerza aproximada de 25 kN.

Acortamiento elástico del hormigón

Cuando la fuerza del tendón se transfiere al hormigón, el elemento de hormigón se acorta y, simultáneamente, el tendón de postesado se acorta en la misma cantidad. La pérdida por acortamiento elástico puede evaluarse con la compatibilidad de deformación, es decir, la reducción de deformación en el tendón es igual a la deformación elástica final en el hormigón debida a la transferencia de carga. La asunción de la compatibilidad conduce a la siguiente expresión:

$$\Delta F_p = F_0 \cdot \frac{E_p \cdot A_p}{E_p \cdot A_p + E_c \cdot A_c}$$

donde E_p , A_p y E_c , A_c son el módulo de elasticidad y el área del acero y el hormigón pretensados, respectivamente. La expresión anterior no puede utilizarse para tendones tesados secuencialmente.

Pérdidas a largo plazo

Las pérdidas a largo plazo son causadas principalmente por la relajación del acero pretensado y la fluencia y contracción del hormigón. La fluencia y la contracción pueden modificar la longitud de los elementos de hormigón con el paso del tiempo. Estos cambios en la longitud del hormigón resultan en cambios en la longitud de los tendones pretensados, causando una pérdida de la fuerza de pretensado.

La contracción del hormigón es la reducción de volumen que experimenta el hormigón cuando se expone a un ambiente de baja humedad relativa. La fluencia del hormigón es la deformación dependiente del tiempo que tiene lugar por la acción de una tensión constante con el paso del tiempo. Por otra parte, el efecto llamado relajación es la contraparte de la fluencia: bajo una tensión sostenida, el material presenta una reducción en el nivel de tensión. Tanto la fluencia del hormigón como la relajación del cordón de acero pretensado tienen lugar con el paso del tiempo en estructuras postesadas.

Tabla 9: Parámetros típicos de fricción de los cordones

| Tipo de vaina | Valores recomendados | | Rango de valores | |
|---------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|---------------|
| | rad ⁻¹ | k (rad/m) | rad ⁻¹ | k (rad/m) |
| Vaina de acero corrugado | 0.18 | 0.005 | 0.17 - 0.19 | 0.004 - 0.007 |
| Vaina de acero liso | 0.18 | | 0.16 - 0.24 | |
| Vaina de plástico corrugado | 0.12 | | 0.10 - 0.14 | |
| Vaina de plástico liso | 0.12 | | 0.10 - 0.14 | |
| Monocordón (engrasado/encerado) | 0.06 | 0.009 | 0.05 - 0.07 | 0.004 - 0.010 |

Grado de llenado, centro de gravedad y excentricidad

El grado de llenado (f) indica la fracción del área interior de la vaina que ocupa el acero pretensado. Así, el grado de llenado se define como:

$$f = \frac{\text{Área de la sección transversal de acero pretensado}}{\text{Área de la sección transversal del diámetro interior de la vaina}}$$

Por lo tanto, un valor bajo del grado de llenado implica una instalación relativamente suelta de los cordones, véase (b) en la figura 7, mientras que un valor alto del grado de llenado implica una configuración más apretada de los cordones, véase (a) en la figura 7.

Los valores típicos del grado de llenado para vainas redondas se encuentran en el rango de 0,35 a 0,50. No obstante, en casos particulares con un radio de curvatura mínimo reducido (por ejemplo, tendones en lazo), pueden utilizarse valores bajos del grado de llenado ($f \sim 0,25-0,30$) para facilitar la instalación de los tendones.

En el caso particular de un bajo grado de llenado, el centro de gravedad del haz de cordones (G.C.S.) puede encontrarse a una distancia considerable del centro de gravedad de la vaina (G.C.D.). Esta distancia o excentricidad (e) debe tenerse en cuenta durante la fase de diseño, ya que puede tener un efecto observable en la estabilidad global de la estructura.

Las gráficas en la figura 8 muestran la excentricidad vertical de los tendones de postesado en la vaina redonda para tamaños de tendón de entre 1 y 31 para cordones 05, y entre 1 y 73 para cordones 06, respectivamente.

Los grados de llenado son 0,25, 0,35, 0,40 y 0,45. Para ver los valores de excentricidad exactos y los tamaños de vaina comunes, consulte las tablas en la sección de Datos técnicos, más adelante.

En el caso de vainas planas con una única fila de cordones, véase (c) en la figura 7, la excentricidad puede evaluarse con la siguiente expresión:

$$e = \frac{1}{2} \cdot (d_i - d)$$

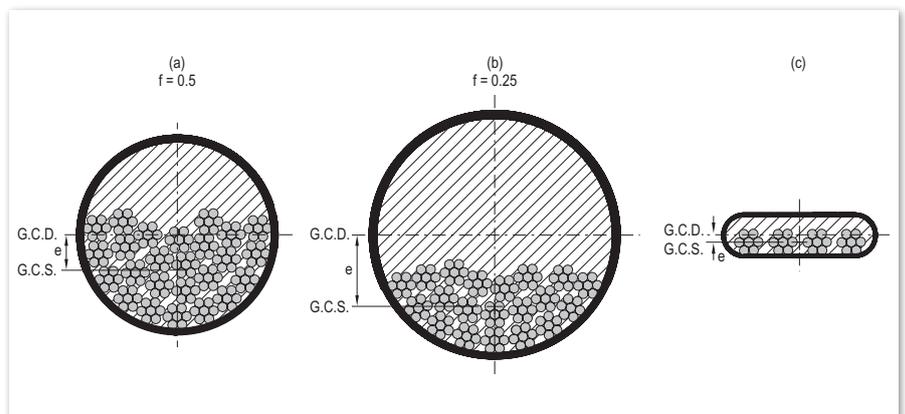


Figura 7: Centro de gravedad con grado de llenado alto (a) y bajo (b) de vainas redondas y de una vaina plana (c)

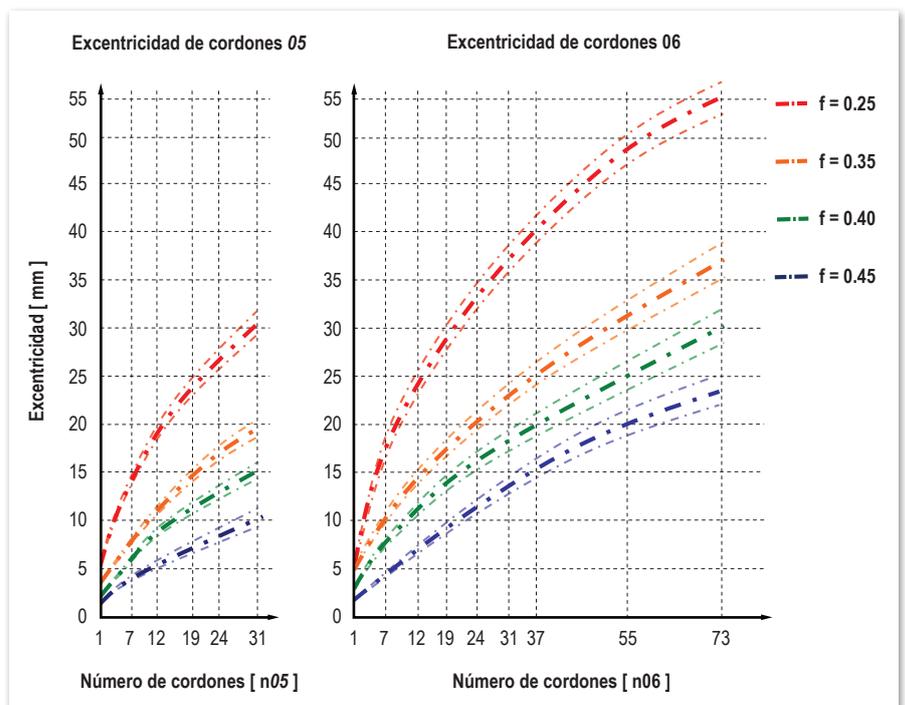


Figura 8: Excentricidad de cordones 05 y 06 en una vaina redonda

donde d_i es el diámetro interior de la vaina y d es el diámetro del cordón de pretensado.

No obstante, la excentricidad de una vaina plana es relativamente pequeña.

Radio de curvatura mínimo

La experiencia práctica y los modelos analíticos han demostrado que la presión de contacto entre cordones y vaina y entre vaina y hormigón aumenta de forma lineal con la curvatura local del tendón de postesado. Por tanto, el radio de curvatura mínimo de un tendón, R_{\min} , puede expresarse en términos de la fuerza de pretensado del tendón, $F_{\text{pm},0}$, el diámetro del cordón (p. ej. $d = 15,7 \text{ mm}$), el diámetro interior de la vaina, d_i , y la presión de contacto permisible recomendada, $p_{R,\text{máx}}$, utilizando la siguiente ecuación:

$$R_{\min} = \frac{2 \cdot F_{\text{pm},0} \cdot d}{d_i \cdot p_{R,\text{máx}}} > R_b$$

R_b es el límite del radio de curvatura mínimo para evitar que el material ceda debido al pliegue de los cordones.

Tabla 10: Radio de curvatura límite para cordones 05y 06

| Type of strands | R_b |
|-----------------|-------|
| | m |
| 05 | 1.7 |
| 06 | 2.0 |

Si el factor de estabilidad (K_f) se conoce con precisión –como es el caso, por ejemplo, con tendones CONA CMB–, puede utilizarse la siguiente ecuación para obtener el radio de curvatura mínimo:

$$R_{\min} = \frac{F_{\text{pm},0} \cdot K_f}{n \cdot p_{R,\text{máx}}}$$

donde n es el número de cordones en el tendón y K_f es el número de cordones situados encima de otros (véase la figura 9).

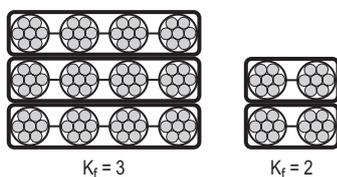


Figura 9: Factores K_f en distintas configuraciones de cordones

Dependiendo de la resistencia del hormigón en el momento del tesado, puede requerirse refuerzo adicional para las fuerzas de rotura en las áreas con radios de curvatura mínimos reducidos. Deben respetarse las normas y los reglamentos vigentes en el lugar de uso relativos al radio de curvatura mínimo o la presión de contacto permisible de los cordones de pretensado.

Los valores recomendados habitualmente para la presión de contacto permisible de los cordones de pretensado son:

- $p_{R,\text{máx}} = 140 - 200 \text{ kN/m}$
CONA CMI y CONA CMF, tendones interiores adherentes con vainas de acero o plástico corrugados
- $p_{R,\text{máx}} = 140 - 200 \text{ kN/m}$
CONA CMB, tendones en banda exteriores
- $p_{R,\text{máx}} = 350 \text{ kN/m}$
CONA CME, tendones exteriores con vainas de acero o plástico lisos
- $p_{R,\text{máx}} = 800 \text{ kN/m}$
CONA CMI, tendones en lazo adherentes con vainas de acero liso

Las tablas de los radios de curvatura mínimos se han calculado para cada sistema y se presentan en la sección de Datos técnicos. Los valores se han calculado suponiendo una fuerza de pretensado de $0,85 \cdot F_{\text{p}0,1}$. Por tanto, los valores indicados son conservadores y pueden aplicarse a otros tipos de cordones y fuerzas de pretensado. Para cordones con una resistencia a la tracción $f_{\text{pk}} = 1770 \text{ MPa}$, los valores del diámetro interior de la vaina (d_i) y la excentricidad (e) se mantienen constantes. El radio mínimo (R_{\min}) en estas tablas puede reducirse con el factor $f_R = 0,952$ con la siguiente ecuación:

$$R_{\min,1770} = f_R \cdot R_{\min,1860} > R_b$$

Longitud recta mínima después del anclaje

En los anclajes y los acopladores, la configuración del tendón debe asegurar generalmente que haya una sección recta mínima después de la trompeta, véase la figura 10. En el caso de tendones continuos con un grado de llenado de $0,35 \leq f \leq 0,50$ y con un radio de curvatura mínimo o reducido tras la trompeta, la longitud recta mínima debe ser:

$$L_{\min} = 5 \cdot d_i \geq 250\text{mm}$$

Por otra parte, para tendones continuos con menores grados de llenado, $0,25 \leq f \leq 0,30$, la longitud recta mínima debe ser:

$$L_{\min} = 8 \cdot d_i \geq 400\text{mm}$$

d_i = diámetro interior de la vaina

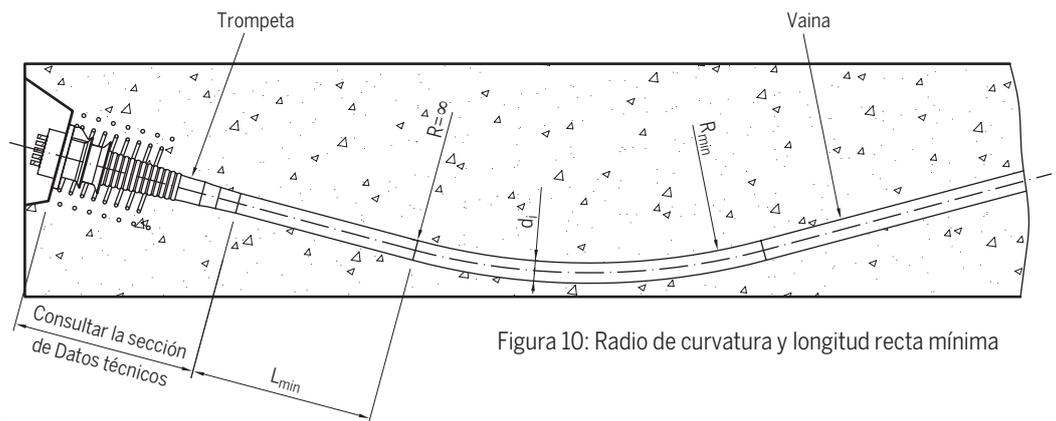


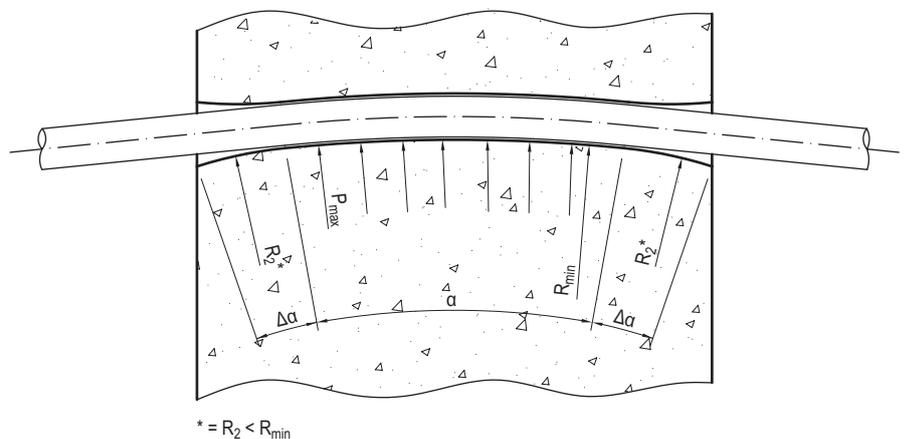
Figura 10: Radio de curvatura y longitud recta mínima

Desviadores y sillas para postesado exterior

El desviador, véase la figura 11, tiene que transferir a la estructura las fuerzas transversales (radiales al desviador) y las fuerzas longitudinales (tangenciales al desviador) generadas por un tendón exterior desviado. Además, los desviadores deben proveer una superficie lisa para el tendón. El desviador puede estar hecho de acero, PEAD o un material equivalente respetando los requisitos estructurales y superficiales.

Para evitar cualquier retorcimiento del tendón, se recomienda proporcionar una desviación adicional ($\Delta\alpha$) de 3° con $R_2 < R_{\min}$, tal como se muestra en la figura 11.

Para la inyección de lechada o el llenado de las vainas con grasa o cera, deben proveerse respiraderos o debe aplicarse inyección al vacío.



$$* = R_2 < R_{\min}$$

Figura 11: Radio de curvatura mínimo en desviadores y sillas

Soporte de tendones

Para garantizar un perfil correcto de los tendones y evitar la flotación, el desplazamiento causado por el hormigonado o desconexiones entre vainas debidas a impactos, deben proveerse soportes de tendón a intervalos regulares, véase la figura 12. Generalmente, el espaciado de los soportes debe ser de entre 1,0 y 1,8 m, aunque puede ser menor en ciertas ubicaciones:

- Espaciado de 0,8 m en la zona de máxima curvatura del tendón.
- Espaciado de 0,6 m siempre que el radio de curvatura mínimo sea inferior a 4,0 m.

Debe tenerse en cuenta que una vaina fijada inadecuadamente puede provocar un balanceo excesivo del tendón y, por tanto, una mayor pérdida por fricción. Además, un balanceo excesivo o una alineación inadecuada de la vaina pueden complicar o incluso impedir la instalación del tendón. Para tendones aislados eléctricamente, dependiendo de los reglamentos en el lugar de uso, la vaina de plástico puede reforzarse con un revestimiento adicional en las zonas

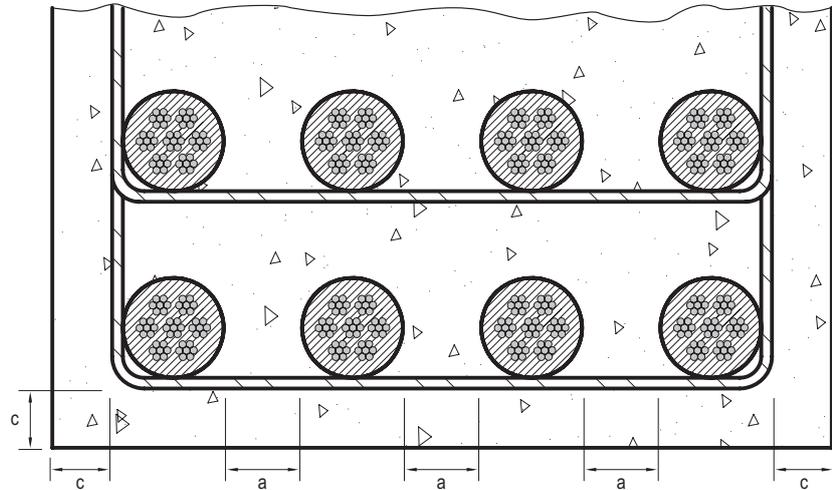


Figura 12: Soporte del tendón en el refuerzo y configuración del tendón

de máxima curvatura del tendón.

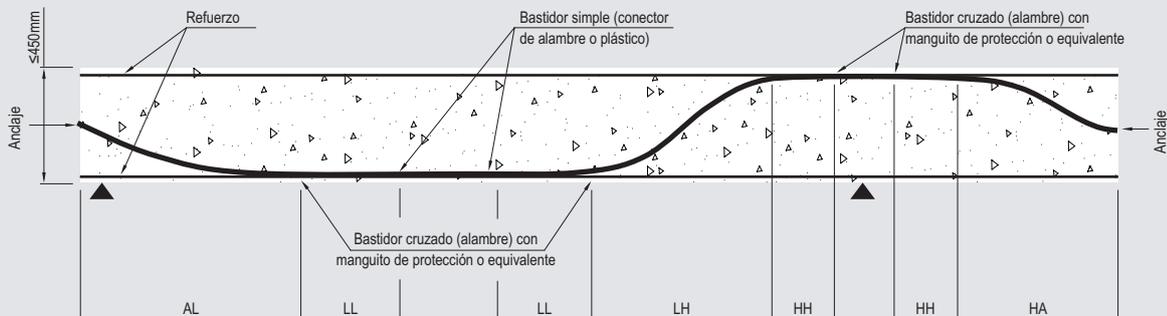
Configuración del tendón

La configuración de los tendones en la zona general se muestra en la figura 12. Deben respetarse las siguientes distancias:

- cubierta de hormigón, c ;
- distancia a , mayor que el diámetro máximo de la grava y con suficiente espacio para las vibraciones del hormigón.

Configuración de tendón libre con el sistema monocordón CONA CMM Single y Two/Four

La técnica de configuración de tendón libre para aplicaciones no adherentes, como el sistema monocordón CONA CMM Single and Two/Four, se instauró en Austria y ofrece una optimización considerable de tiempo y costes. Se han obtenido reducciones de costes del 20%. Este método innovador permite la colocación de tendones sin soportes de tendón en losas con un grosor inferior a 450 mm. Una de las ventajas clave de este método es que el tendón solo se fija en dos puntos elevados del refuerzo superior sobre las columnas o paredes de apoyo. En la zona intermedia, el tendón se sitúa sobre el refuerzo inferior. No se requieren asientos entre el punto superior e inferior. El perfil vertical del tendón se ha investigado en detalle y se ha observado una envolvente parabólica.



| Secciones | | Máx. distancias de puntos de fijación |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|
| AL | Anclaje a punto inferior | 3.0 m |
| LL | Punto inferior a punto inferior | 1.0 m - 1.3 m |
| LH | Punto inferior a punto superior | 3.0 m |
| HH | Punto superior a punto superior | 0.3m - 1.0 m |
| HA | Punto superior a anclaje | 1.5 m |

Diseño de la zona de anclaje

Resistencia del hormigón en el momento del tesado

En el momento del tesado, la resistencia media a la compresión del hormigón ($f_{cm,0}$) debe ser como mínimo el valor indicado en las tablas de trabajo, tal como aparece en la sección de Datos técnicos o en la Evaluación Técnica Europea del correspondiente kit de postesado CONA CMX. El espécimen de prueba del hormigón también debe someterse a las mismas condiciones de curado que la estructura. La tabla 11 muestra la resistencia mínima a la compresión del hormigón en el momento del tesado –cilíndrico y cúbico– aplicable a los diversos kits de postesado CONA CMX. Mediante el uso del anclaje patentado CONA CMI BT, la carga total de postesado puede aplicarse con resistencias de hormigón mucho más bajas que en una configuración tradicional con placa de soporte simple.

Tabla 11: Resistencia mínima del hormigón

| | $f_{cm,cilindro}$ | $f_{cm,cubo}$ |
|----------|-------------------|---------------|
| | MPa | |
| CONA CMI | ≥ 19 | ≥ 23 |
| CONA CME | ≥ 19 | ≥ 23 |
| CONA CMF | ≥ 17 | ≥ 21 |
| CONA CMM | ≥ 18 | ≥ 22 |
| CONA CMB | ≥ 29 | ≥ 35 |

Pretensado inicial parcial

Para el pretensado inicial parcial con un 30% de la fuerza total de pretensado, el valor medio efectivo de la resistencia a la compresión del hormigón debe ser como mínimo $0,5 \cdot f_{cm,0,cubo}$ o $0,5 \cdot f_{cm,0,cilindro}$ (véase la figura 13).

Refuerzo de zona local

La figura 14 muestra una comparación de las distribuciones típicas de la tensión longitudinal y transversal entre un anclaje con placa de soporte simple (CONA CMI SP) y un anclaje CONA CMI BT (placa de soporte atrompetada). En el anclaje, la carga puntual del hormigón genera tensiones de compresión y rotura en la zona local a medida que el campo de tensión se normaliza en dirección a la zona general. El CONA CMI BT permite distancias muy pequeñas en el centro y los bordes del anclaje mediante un sistema patentado de transferencia de carga en tres planos que reduce notablemente las tensiones pico de

rotura. El sistema de la placa de soporte atrompetada o tromplaca (BT) está disponible para sistemas de postesado interiores (CMI), exteriores (CME) y planos (CMF).

En la zona local se requiere un refuerzo de confinamiento en forma de jaula helicoidal para resistir las tensiones de rotura, mientras que los estribos adicionales ayudan a la hélice a reducir el ancho de las fisuras con distintas condiciones de carga. El refuerzo de zona local se indica en las tablas de trabajo presentadas en la sección de Datos técnicos,

o en la Evaluación Técnica Europea del sistema CONA CMX correspondiente. Aunque el acero de refuerzo estriado de grado $R_e > 500$ MPa está especificado para todos los kits de postesado CONA CMX, puede emplearse como sustituto el acero de refuerzo alternativo de grado $R_e > 460$ MPa tras el análisis del respectivo diseñador. El refuerzo que supere el refuerzo requerido para la estructura puede utilizarse como refuerzo adicional para la zona local del anclaje si es posible colocarlo adecuadamente.

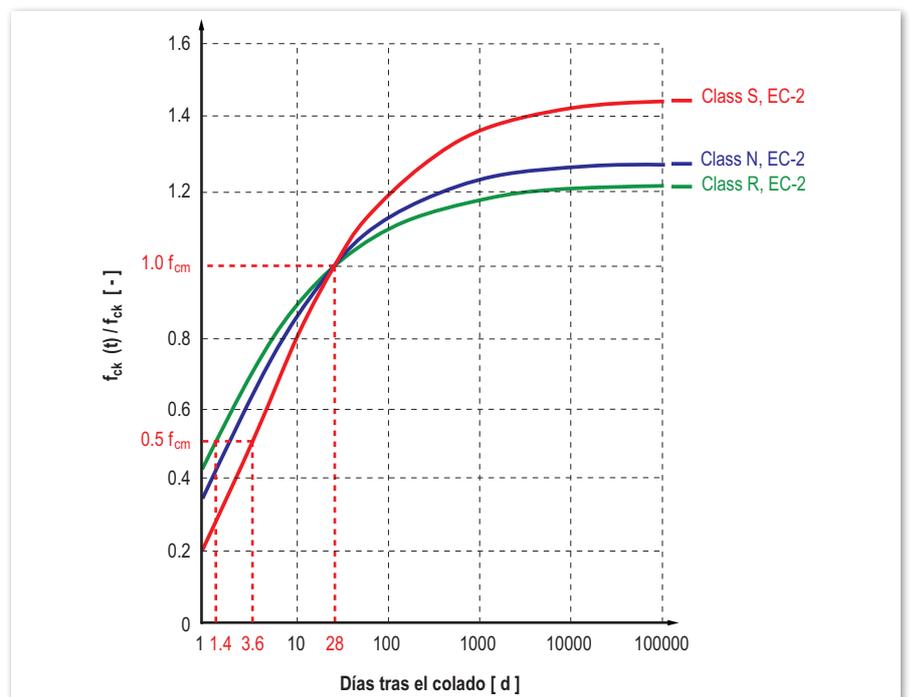


Figura 13: Endurecimiento del hormigón

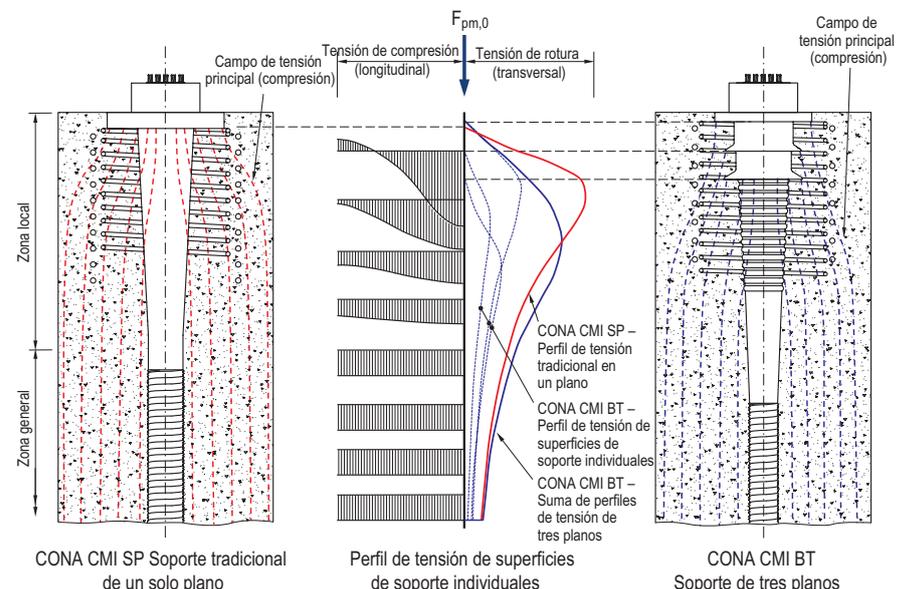


Figura 14: Distribución de tensión inducida en el hormigón por un tendón de pretensado

Espaciado central y distancia al borde

Las distancias del espaciado central, a_c y b_c , y las distancias a los bordes, a_e y b_e , véase la figura 15, entre anclajes individuales se muestran en las tablas de trabajo en la sección de Datos técnicos y en la Evaluación Técnica Europea del kit de postesado CONA CMX correspondiente o, para aplicaciones especiales, pueden obtenerse de las fichas técnicas del titular de la ETE, BBR VT International Ltd. En general, estas distancias deben respetarse, aunque se permite una reducción de hasta el 15% para el espaciado central siempre y cuando se realicen los siguientes ajustes en las otras dimensiones:

- La reducción solo debe aplicarse en una dirección, a_c o b_c , y la otra dimensión debe aumentar en correspondencia para que el área del hormigón, $A_c = a_c \cdot b_c$, se mantenga constante.
- Las nuevas distancias centrales reducidas, a_c y b_c , no deben ser inferiores al diámetro exterior de la hélice y deben permitir la colocación del refuerzo adicional, véase la figura 15.

La modificación de las distancias centrales y al borde debe realizarse utilizando las siguientes expresiones:

$$A_c = a_c \cdot b_c \leq a_e \cdot b_e$$

$$b_c \geq 0.85b_e \geq OD_{\text{Helix}}$$

$$a_e > \frac{A_c}{b_c}$$

Tras aplicar la reducción del espaciado central del 15%, las distancias al borde modificadas correspondientes son:

$$a_e = \frac{a_e}{2} - 10 + c \quad b_e = \frac{b_e}{2} - 10 + c$$

donde, en la última expresión, c hace referencia a la cubierta de hormigón. Deben observarse las normas y reglamentos sobre cubiertas de hormigón vigentes en el lugar de uso. Si se requieren valores más pequeños del espaciado central o las distancias al borde, o un acero de refuerzo diferente, póngase en contacto con el miembro de BBR Network más próximo para solicitar información adicional.

En el caso de anclajes agrupados, el refuerzo adicional de los anclajes individuales puede combinarse, siempre y cuando se garantice un anclaje adecuado.

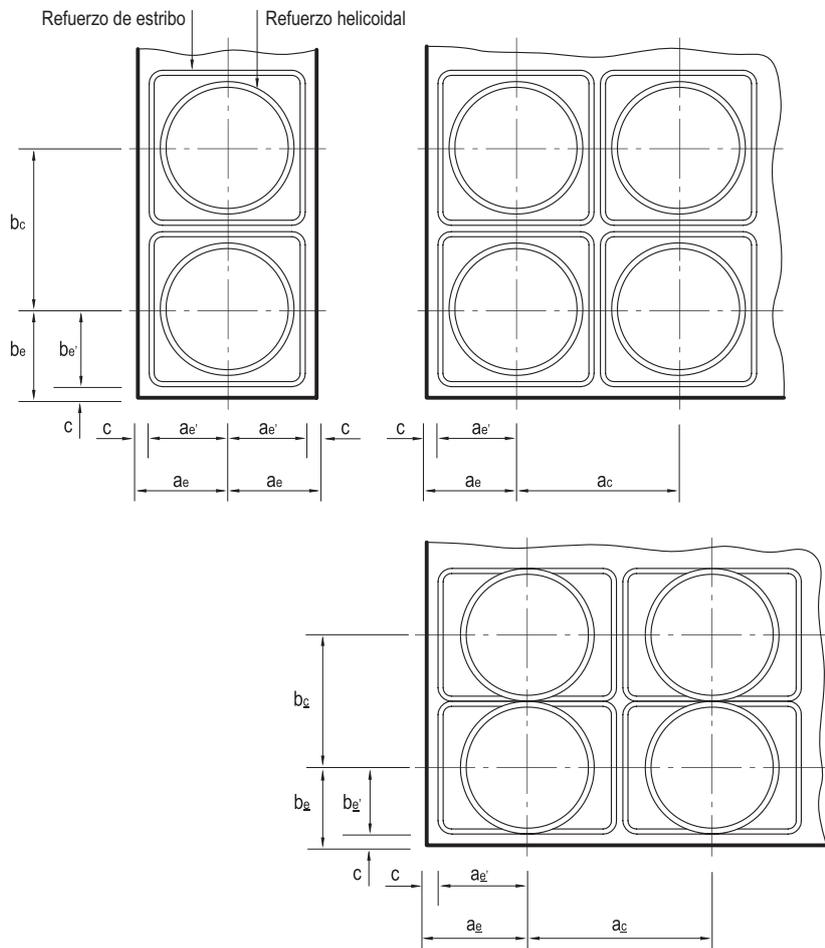
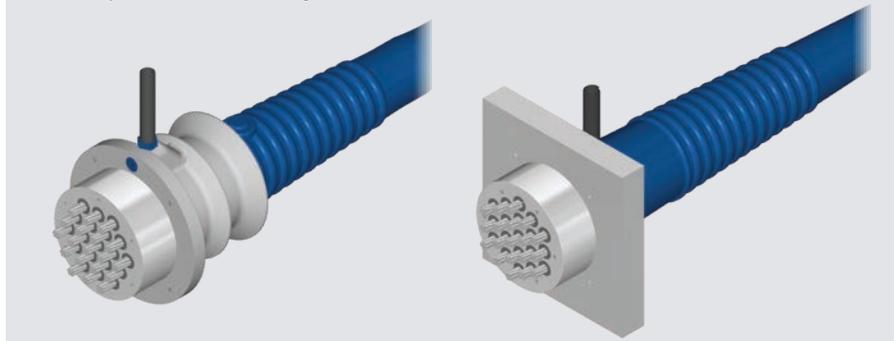


Figura 15: Dimensiones del espaciado central y la distancia al borde de los tendones

Precisión eficiente con BBR VT CONA CMX

El sistema CONA CMI BT (placa atrómetada) utiliza una transferencia de carga de tres planos avanzada y patentada que permite distancias muy pequeñas entre los centros y en el borde de los anclajes, así como la aplicación de toda la carga de postesado con resistencias de hormigón muy bajas. El CONA CMI SP (placa cuadrada) es un sistema más tradicional con una transferencia de carga de un solo plano a la estructura de hormigón. Esto se aplica también a CME y CMF.



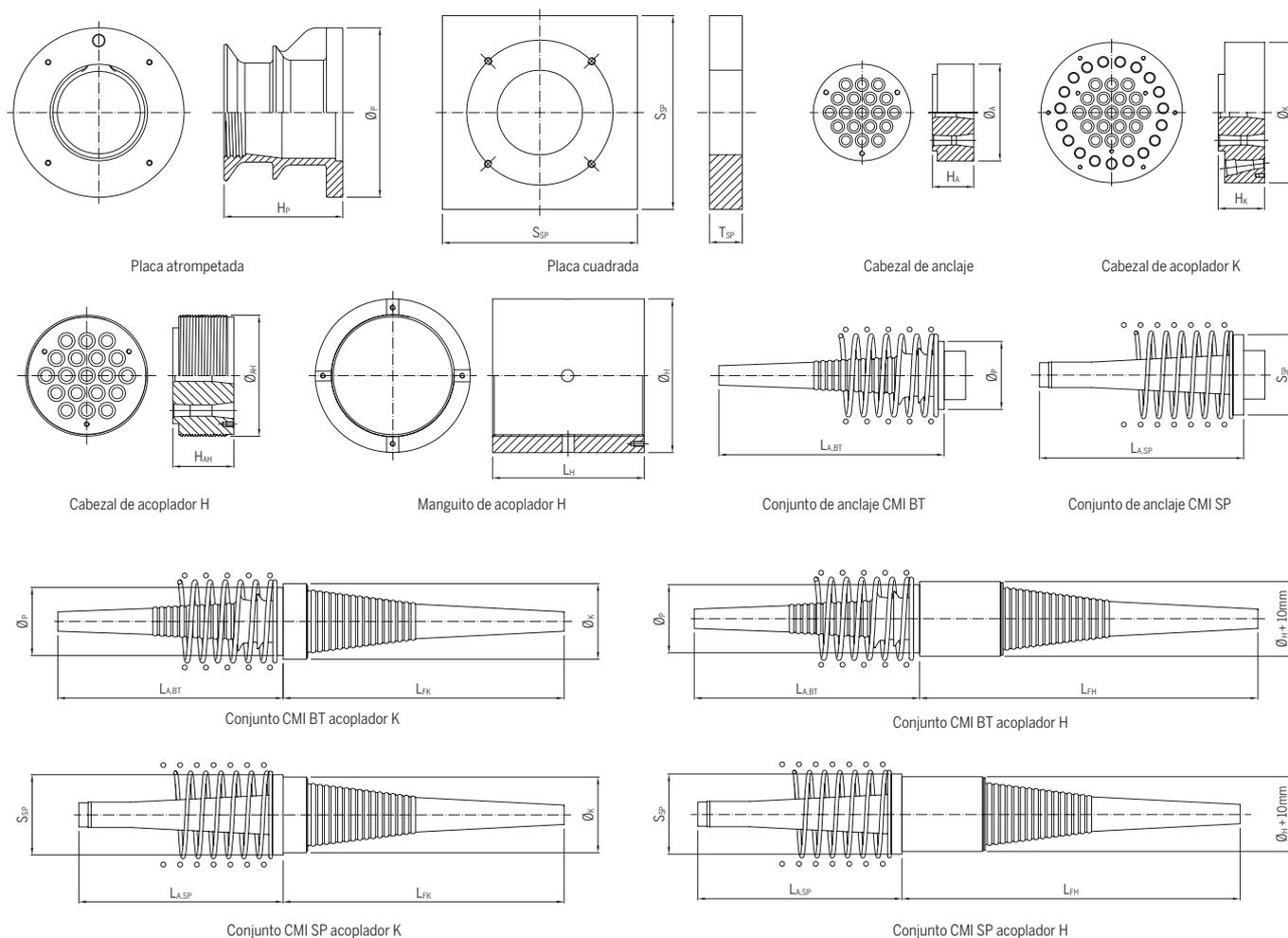


Dimensiones y datos técnicos - CONA CMI BT/SP

Tabla 12: Dimensiones de componentes de CONA CMI

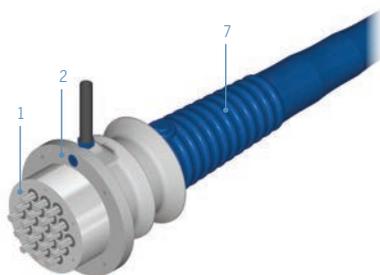
| Número de cordones | | | | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 12 | 13 |
|------------------------------|----------------------|--------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-------|
| Placa atronpetada | Diámetro | \varnothing_p | mm | - | 130 | 130 | 130 | 170 | 170 | 170 | 195 | 225 | 225 | 240 |
| | Altura | H_p | mm | - | 120 | 120 | 120 | 128 | 128 | 128 | 133 | 150 | 150 | 160 |
| Placa cuadrada ¹⁾ | Longitud lado | S_{SP} | mm | 80 | 140 | 145 | 155 | 185 | 190 | 205 | 225 | 255 | 265 | 285 |
| | Altura | T_{SP} | mm | 20 | 20 | 20 | 25 | 30 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 40 |
| Cabezal de anclaje | Diámetro nominal | \varnothing_A | mm | 50 | 90 | 100 | 100 | 130 | 130 | 130 | 150 | 160 | 160 | 180 |
| | Altura cabezal A1-A4 | H_A | mm | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 60 | 60 | 65 | 72 |
| | Altura cabezal A5-A8 | | mm | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 70 |
| Cabezal de acoplador K | Diámetro | \varnothing_K | mm | - | 185 | 185 | 185 | 205 | 205 | 205 | 240 | 240 | 240 | 290 |
| | Altura | H_K | mm | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Cabezal de acoplador H | Diámetro nominal | \varnothing_{AH} | mm | 50 | 90 | 95 | 100 | 130 | 130 | 130 | 150 | 160 | 160 | 180 |
| | Altura cabezal H1 | H_{AH} | mm | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 60 | 65 | 65 | 70 | 80 | 80 |
| | Altura cabezal H2 | | mm | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 70 | 80 |
| Manguito de acoplador H | Diámetro | \varnothing_H | mm | 69 | 111 | 121 | 130 | 160 | 164 | 167 | 189 | 200 | 210 | 230 |
| | Longitud manguito | L_H | mm | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 190 | 200 | 200 | 210 | 230 | 230 |
| Conjuntos | Anclaje BT | $L_{A,BT}$ | mm | - | 296 | 296 | 296 | 432 | 432 | 432 | 721 | 738 | 623 | 819 |
| | Anclaje SP | $L_{A,SP}$ | mm | - | 441 | 441 | 446 | 431 | 436 | 436 | 690 | 774 | 774 | 834 |
| | Acoplador K | L_{FK} | mm | - | 555 | 555 | 555 | 725 | 725 | 725 | 935 | 935 | 820 | 980 |
| | Acoplador H | L_{FH} | mm | - | 650 | 650 | 650 | 820 | 830 | 840 | 1,045 | 1,055 | 960 | 1,120 |

1) Las dimensiones de la placa cuadrada pueden optimizarse dependiendo de la resistencia del hormigón en la transferencia. Póngase en contacto con su representante de BBR más próximo o consulte el documento ETE de CONA CMI.

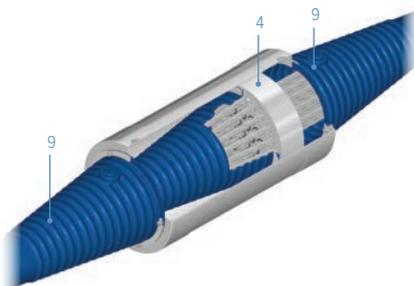




| 15 | 16 | 19 | 22 | 24 | 25 | 27 | 31 | 37 | 42 | 43 | 48 | 55 | 61 | 69 | 73 | 91 | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|----|----|--|
| 280 | 280 | 280 | 310 | 325 | 360 | 360 | 360 | 400 | 425 | 485 | 485 | 485 | 520 | bajo demanda | | | |
| 195 | 195 | 195 | 206 | 227 | 250 | 250 | 250 | 275 | 290 | 340 | 340 | 340 | 350 | | | | |
| 320 | 330 | 340 | 370 | 390 | 405 | 415 | 440 | 480 | 510 | 520 | 550 | 595 | 620 | | | | |
| 45 | 45 | 50 | 55 | 55 | 60 | 65 | 60 | 70 | 70 | 75 | 80 | 90 | 90 | | | | |
| 200 | 200 | 200 | 225 | 240 | 255 | 255 | 255 | 285 | 300 | 320 | 325 | 335 | 365 | | | | |
| 75 | 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 105 | 110 | - | - | - | - | - | - | | | | |
| 75 | 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 105 | 110 | 120 | 130 | 130 | 140 | 150 | 155 | | | | |
| 290 | 290 | 290 | 310 | 340 | 390 | 390 | 390 | - | - | - | - | - | - | | | | |
| 90 | 95 | 95 | 105 | 120 | 125 | 125 | 130 | - | - | - | - | - | - | | | | |
| 200 | 200 | 200 | 225 | 240 | 255 | 255 | 255 | 285 | 300 | 320 | 325 | 335 | 365 | | | | |
| 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 100 | 105 | 115 | - | - | - | - | - | - | | | | |
| 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 100 | 105 | 115 | 125 | 135 | 135 | 145 | 160 | 160 | | | | |
| 256 | 256 | 266 | 293 | 309 | 324 | 327 | 335 | 370 | 392 | 410 | 422 | 440 | 472 | | | | |
| 240 | 250 | 270 | 270 | 280 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 | 360 | 380 | 410 | 410 | | | | |
| 854 | 854 | 739 | 886 | 1,063 | 1,086 | 1,086 | 971 | 1,295 | 1,310 | 1,538 | 1,538 | 1,418 | 1,594 | | | | |
| 939 | 939 | 944 | 1,072 | 1,251 | 1,210 | 1,215 | 1,210 | 1,340 | 1,385 | 1,581 | 1,586 | 1,596 | 1,772 | | | | |
| 980 | 985 | 870 | 945 | 1,210 | 1,390 | 1,390 | 1,280 | - | - | - | - | - | - | | | | |
| 1,130 | 1,140 | 1,045 | 1,110 | 1,370 | 1,545 | 1,565 | 1,470 | bajo demanda | | | | | | | | | |



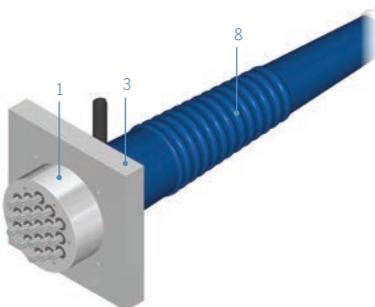
CONA CMI Anclaje BT



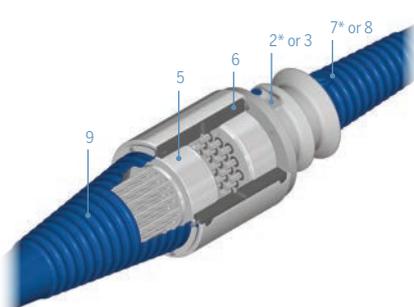
CONA CMI Acoplador móvil K



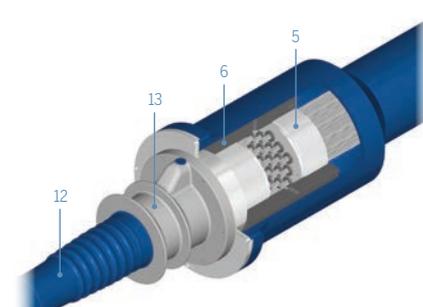
CONA CMI EIT



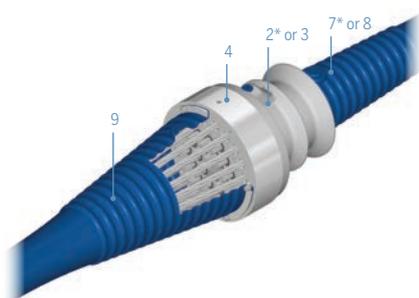
CONA CMI Anclaje SP



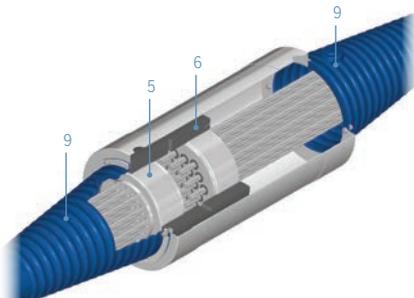
CONA CMI Acoplador H



CONA CMI EIT Acoplador H



CONA CMI Acoplador K



CONA CMI Acoplador móvil H

- 1 – Cabezal de anclaje
 - 2 – Placa atronpetada
 - 3 – Placa cuadrada
 - 4 – Cabezal de acoplador K
 - 5 – Cabezal de acoplador H
 - 6 – Manguito de acoplador H
 - 7 – Trompeta tipo A
 - 8 – Trompeta tipo A SP
 - 9 – Trompeta tipo K
 - 10 – Anillo de acero
 - 11 – Disco de aislamiento
 - 12 – Trompeta tipo E
 - 13 – Placa atronpetada tipo E
 - 14 – Vaina de plástico BBR VT
- * – Mostrado

Radios de curvatura mínimos - CONA CMI BT/SP

Radios de curvatura mínimos de CONA CMI

En las tablas 13 y 14 se indican los radios de curvatura mínimos (R_{\min}), la excentricidad (e) y el diámetro interior de la vaina (d_i) para diversos grados de llenado (f), asumiendo una fuerza de pretensado del tendón de $0,85F_{p0,1}$ y presiones de contacto permisibles de 140 kN/m o 200 kN/m.

Radios de curvatura mínimos de tendones en lazo

En la tabla 15 se indican los radios de curvatura mínimos (R_{\min}), el diámetro exterior de la vaina (d_o) y el grosor de la vaina (t) con las correspondientes excentricidades (e) y grados de llenado (f). No obstante, pueden utilizarse otros tamaños de vaina,

teniendo en consideración el grosor de pared mínimo indicado en la columna derecha de la tabla. Los distintos tamaños de vaina dan lugar a excentricidades y radios de curvatura mínimos diferentes.

Tabla 13: Radios de curvatura mínimos de CONA CMI y excentricidad para cordones **06-140 1860** y $p_{R,\max} = 140$ y 200 kN/m

| Grado de llenado | $f \approx 0.35$ | | | | $f \approx 0.40$ | | | | $f \approx 0.45$ | | | |
|--|------------------|------------|----------|-----|------------------|------------|----------|-----|------------------|------------|----------|-----|
| | d_i | R_{\min} | | e | d_i | R_{\min} | | e | d_i | R_{\min} | | e |
| | | 140 kN/m | 200 kN/m | | | 140 kN/m | 200 kN/m | | | 140 kN/m | 200 kN/m | |
| n 06 Número de cordones ($A_p = 140 \text{ mm}^2$) | mm | m | | mm | mm | m | | mm | mm | m | | mm |
| 01 06 | 23* | 2.0 | 2.0 | 4 | 20 | 2.1 | 2.0 | 3 | 20 | 2.1 | 2.0 | 3 |
| 02 06 | 35 | 2.4 | 2.0 | 7 | 35 | 2.4 | 2.0 | 6 | 35 | 2.4 | 2.0 | 6 |
| 03 06 | 40 | 3.2 | 2.2 | 6 | 35 | 3.6 | 2.6 | 2 | 35 | 3.6 | 2.6 | 2 |
| 04 06 | 45 | 3.8 | 2.6 | 7 | 40 | 4.3 | 3.0 | 3 | 40 | 4.3 | 3.0 | 3 |
| 05 06 | 50* | 4.3 | 3.0 | 8 | 45 | 4.7 | 3.3 | 4 | 45 | 4.7 | 3.3 | 4 |
| 06 06 | 55 | 4.6 | 3.2 | 9 | 50* | 5.1 | 3.6 | 6 | 50* | 5.1 | 3.6 | 6 |
| 07 06 | 60* | 5.0 | 3.5 | 10 | 55 | 5.4 | 3.8 | 7 | 55 | 5.4 | 3.8 | 7 |
| 08 06 | 65 | 5.2 | 3.7 | 11 | 60* | 5.7 | 4.0 | 8 | 55 | 6.2 | 4.3 | 4 |
| 09 06 | 70 | 5.5 | 3.8 | 13 | 65 | 5.9 | 4.1 | 10 | 60 | 6.4 | 4.5 | 6 |
| 12 06 | 80 | 6.4 | 4.5 | 15 | 75* | 6.8 | 4.8 | 12 | 70 | 7.3 | 5.1 | 8 |
| 13 06 | 80 | 6.9 | 4.8 | 15 | 75* | 7.4 | 5.2 | 10 | 70 | 7.9 | 5.5 | 6 |
| 15 06 | 85* | 7.5 | 5.3 | 14 | 80 | 8.0 | 5.6 | 10 | 75* | 8.5 | 6.0 | 7 |
| 16 06 | 90 | 7.6 | 5.3 | 16 | 85* | 8.0 | 5.6 | 12 | 80 | 8.5 | 6.0 | 9 |
| 19 06 | 100* | 8.1 | 5.7 | 19 | 90 | 9.0 | 6.3 | 11 | 85* | 9.5 | 6.7 | 8 |
| 22 06 | 105 | 8.9 | 6.2 | 19 | 100* | 9.4 | 6.6 | 15 | 95 | 9.9 | 6.9 | 11 |
| 24 06 | 110 | 9.3 | 6.5 | 20 | 105 | 9.7 | 6.8 | 16 | 100* | 10.2 | 7.1 | 12 |
| 25 06 | 115* | 9.2 | 6.5 | 22 | 105 | 10.1 | 7.1 | 15 | 100 | 10.6 | 7.4 | 11 |
| 27 06 | 115* | 10.0 | 7.0 | 20 | 110 | 10.4 | 7.3 | 16 | 105 | 10.9 | 7.7 | 13 |
| 31 06 | 125 | 10.6 | 7.4 | 22 | 120 | 11.0 | 7.7 | 19 | 110 | 12.0 | 8.4 | 12 |
| 37 06 | 135 | 11.7 | 8.2 | 23 | 130* | 12.1 | 8.5 | 19 | 120 | 13.1 | 9.2 | 13 |
| 42 06 | 145 | 12.3 | 8.6 | 25 | 135 | 13.2 | 9.3 | 20 | 130* | 13.7 | 9.6 | 16 |
| 43 06 | 150 | 12.2 | 8.5 | 28 | 140 | 13.1 | 9.1 | 20 | 130* | 14.1 | 9.9 | 15 |
| 48 06 | 155 | 13.2 | 9.2 | 30 | 145 | 14.1 | 9.9 | 21 | 140 | 14.6 | 10.2 | 17 |
| 55 06 | 165 | 14.2 | 9.9 | 29 | 155 | 15.1 | 10.6 | 22 | 145 | 16.1 | 11.3 | 18 |
| 61 06 | 175 | 14.8 | 10.4 | 32 | 165 | 15.7 | 11.0 | 23 | 155 | 16.7 | 11.7 | 18 |
| 69 06 | 185 | 15.9 | 11.1 | 34 | 175 | 16.8 | 11.7 | 25 | 165 | 17.8 | 12.5 | 19 |
| 73 06 | 195 | 15.9 | 11.1 | 36 | 180 | 17.3 | 12.1 | 26 | 170 | 18.3 | 12.8 | 20 |

Quando se usen vainas de plástico BBR VT en las tablas 13 y 14 (indicadas con un *), consulte la correspondiente Evaluación Técnica Europea o contacte con su representante de BBR más próximo.



Tabla 14: Radios de curvatura mínimos de CONA CMI y excentricidad para cordones **06-150 1860** y $p_{R,máx} = 140$ y 200 kN/m

| Grado de llenado | $f \approx 0.35$ | | | | $f \approx 0.40$ | | | | $f \approx 0.45$ | | | | |
|------------------|--|-------|-------------|-------------|------------------|-------|-------------|-------------|------------------|-------|-------------|-------------|-----|
| | n 06 Número de cordones ($A_p = 150 \text{ mm}^2$) | d_i | R_{min} | | e | d_i | R_{min} | | e | d_i | R_{min} | | e |
| | | | 140 kN/m | 200 kN/m | | | 140 kN/m | 200 kN/m | | | 140 kN/m | 200 kN/m | |
| | | mm | m | | mm | mm | m | | mm | mm | m | | mm |
| 01 06 | 23* | 2.0 | 2.0 | 4 | 23* | 2.0 | 2.0 | 4 | 20 | 2.3 | 2.0 | 2 | |
| 02 06 | 35 | 2.7 | 2.0 | 6 | 35 | 2.7 | 2.0 | 6 | 35 | 2.7 | 2.0 | 6 | |
| 03 06 | 40 | 3.5 | 2.5 | 6 | 40 | 3.5 | 2.5 | 6 | 35 | 4.0 | 2.8 | 1 | |
| 04 06 | 45 | 4.2 | 2.9 | 6 | 45 | 4.2 | 2.9 | 6 | 40 | 4.7 | 3.3 | 2 | |
| 05 06 | 50* | 4.7 | 3.3 | 8 | 50* | 4.7 | 3.3 | 8 | 45 | 5.2 | 3.6 | 3 | |
| 06 06 | 55 | 5.1 | 3.6 | 8 | 55 | 5.1 | 3.6 | 8 | 50* | 5.6 | 3.9 | 5 | |
| 07 06 | 60* | 5.5 | 3.8 | 9 | 60* | 5.5 | 3.8 | 9 | 55 | 6.0 | 4.2 | 6 | |
| 08 06 | 65 | 5.8 | 4.0 | 11 | 60* | 6.3 | 4.4 | 6 | 60* | 6.3 | 4.4 | 7 | |
| 09 06 | 70 | 6.0 | 4.2 | 12 | 65 | 6.5 | 4.4 | 9 | 60* | 7.0 | 4.9 | 4 | |
| 12 06 | 80 | 7.0 | 4.9 | 14 | 75* | 7.5 | 5.3 | 11 | 70 | 8.0 | 5.6 | 7 | |
| 13 06 | 85* | 7.2 | 5.0 | 16 | 80 | 7.6 | 5.3 | 13 | 75* | 8.1 | 5.7 | 9 | |
| 15 06 | 90 | 7.8 | 5.5 | 16 | 85* | 8.3 | 5.8 | 13 | 80 | 8.8 | 6.2 | 9 | |
| 16 06 | 95 | 7.9 | 5.5 | 18 | 85* | 8.8 | 6.2 | 11 | 85* | 8.8 | 6.2 | 10 | |
| 19 06 | 100* | 8.9 | 6.2 | 17 | 95 | 9.4 | 6.6 | 14 | 90 | 9.9 | 6.9 | 10 | |
| 22 06 | 110 | 9.4 | 6.6 | 21 | 100* | 10.3 | 7.2 | 13 | 95 | 10.9 | 7.6 | 10 | |
| 24 06 | 115* | 9.8 | 6.9 | 21 | 105 | 10.7 | 7.5 | 15 | 100* | 11.3 | 7.9 | 11 | |
| 25 06 | 115* | 10.2 | 7.1 | 20 | 110 | 10.7 | 7.5 | 17 | 105 | 11.2 | 7.8 | 14 | |
| 27 06 | 120 | 10.6 | 7.4 | 21 | 115* | 11.0 | 7.7 | 18 | 105 | 12.1 | 8.4 | 11 | |
| 31 06 | 130* | 11.2 | 7.8 | 24 | 120 | 12.1 | 8.5 | 17 | 115* | 12.6 | 8.8 | 14 | |
| 37 06 | 140 | 12.4 | 8.7 | 25 | 130* | 13.3 | 9.3 | 19 | 125 | 13.9 | 9.7 | 15 | |
| 42 06 | 150 | 13.1 | 9.2 | 26 | 140 | 14.1 | 9.8 | 21 | 135 | 14.6 | 10.2 | 17 | |
| 43 06 | 155 | 13.0 | 9.1 | 28 | 145 | 13.9 | 9.7 | 22 | 135 | 14.9 | 10.5 | 16 | |
| 48 06 | 160 | 14.1 | 9.8 | 29 | 150 | 15.0 | 10.5 | 24 | 145 | 15.5 | 10.9 | 21 | |
| 55 06 | 175 | 14.7 | 10.3 | 31 | 160 | 16.1 | 1.3 | 26 | 150 | 17.2 | 12.0 | 21 | |
| 61 06 | 180 | 15.9 | 11.1 | 33 | 170 | 16.8 | 11.8 | 27 | 160 | 17.9 | 12.5 | 22 | |
| 69 06 | 195 | 16.6 | 11.6 | 35 | 180 | 18.0 | 12.6 | 29 | 170 | 19.0 | 13.3 | 23 | |
| 73 06 | 200 | 17.1 | 12.0 | 37 | 185 | 18.5 | 13.0 | 30 | 175 | 19.6 | 13.7 | 23 | |

Tabla 15: Radios de curvatura mínimos y excentricidad para tendones en lazo con $p_{R,máx} = 800$ kN/m

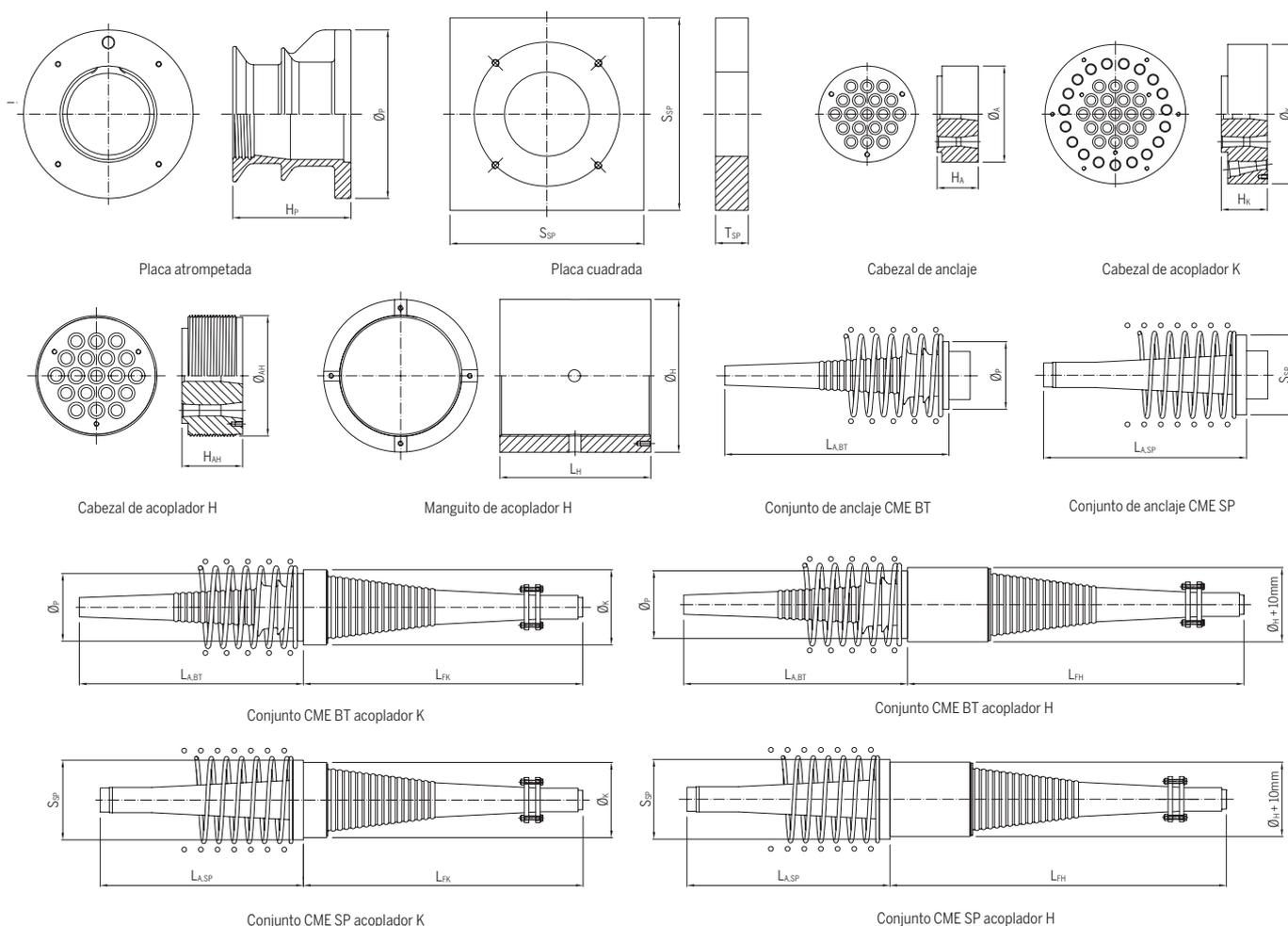
| n 06 Número de cordones | 06-140 1,860 | | | | | 06-150 1,860 | | | | | Grosor de pared mín. |
|---------------------------------|--------------|-----|-----------|-----|------|--------------|-----|-----------|-----|------|----------------------|
| | d_o | t | R_{min} | e | f | d_o | t | R_{min} | e | f | t_{min} |
| | mm | mm | m | mm | - | mm | mm | m | mm | - | mm |
| 04 06 | 60.3 | 2.9 | 0.5 | 13 | 0.24 | 60.3 | 2.9 | 0.6 | 12 | 0.26 | 1.5 |
| 07 06 | 76.1 | 2.9 | 0.7 | 17 | 0.25 | 76.1 | 2.9 | 0.8 | 19 | 0.27 | 1.5 |
| 09 06 | 82.5 | 3.2 | 0.9 | 19 | 0.28 | 88.5 | 3.2 | 0.9 | 23 | 0.26 | 1.5 |
| 12 06 | 95.0 | 3.6 | 1.0 | 21 | 0.28 | 95.0 | 3.6 | 1.21 | 22 | 0.30 | 1.5 |
| 13 06 | 101.6 | 3.6 | 1.0 | 23 | 0.26 | 101.6 | 3.6 | 1.1 | 25 | 0.28 | 1.5 |
| 15 06 | 108.0 | 3.6 | 1.1 | 26 | 0.26 | 114.3 | 3.6 | 1.1 | 26 | 0.25 | 2.0 |
| 19 06 | 121.0 | 4.0 | 1.3 | 28 | 0.27 | 121.0 | 4.0 | 1.3 | 29 | 0.28 | 2.0 |
| 22 06 | 133.0 | 4.0 | 1.3 | 31 | 0.25 | 133.0 | 4.0 | 1.4 | 33 | 0.27 | 2.0 |
| 24 06 | 139.7 | 4.0 | 1.4 | 32 | 0.25 | 139.7 | 4.0 | 1.5 | 35 | 0.26 | 2.0 |
| 25 06 | 139.7 | 4.0 | 1.4 | 33 | 0.26 | 139.7 | 4.0 | 1.5 | 35 | 0.28 | 2.0 |
| 27 06 | 139.7 | 4.0 | 1.5 | 35 | 0.28 | 152.4 | 4.5 | 1.5 | 39 | 0.25 | 3.0 |
| 31 06 | 152.4 | 4.5 | 1.6 | 37 | 0.27 | 159.0 | 4.5 | 1.7 | 40 | 0.26 | 3.0 |

Dimensiones y datos técnicos - CONA CME BT/SP

Tabla 16: Dimensiones de componentes de CONA CME

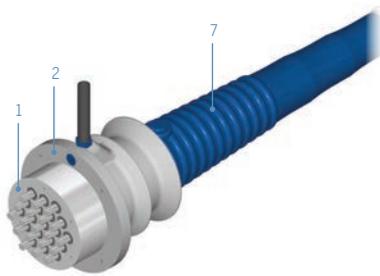
| Número de cordones | | | | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 12 | 13 |
|-------------------------|----------------------|--------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Placa atrompetada | Diámetro | \varnothing_p | mm | - | 130 | 130 | 130 | 170 | 170 | 170 | 195 | 225 | 225 | 240 |
| | Altura | H_p | mm | - | 120 | 120 | 120 | 128 | 128 | 128 | 133 | 150 | 150 | 160 |
| Placa cuadrada | Longitud lado | S_{SP} | mm | 80 | 140 | 145 | 155 | 185 | 190 | 205 | 225 | 255 | 265 | 285 |
| | Altura | T_{SP} | mm | 20 | 20 | 20 | 25 | 30 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 40 |
| Cabezal de anclaje | Diámetro nominal | \varnothing_A | mm | 50 | 90 | 100 | 100 | 130 | 130 | 130 | 150 | 160 | 160 | 180 |
| | Altura cabezal A1-A4 | H_A | mm | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 60 | 60 | 65 | 72 |
| | Altura cabezal A5-A8 | | mm | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 70 |
| Cabezal de acoplador K | Diámetro | \varnothing_K | mm | - | 185 | 185 | 185 | 205 | 205 | 205 | 240 | 240 | 240 | 290 |
| | Altura | H_K | mm | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Cabezal de acoplador H | Nominal diameter | \varnothing_{AH} | mm | 50 | 90 | 95 | 100 | 130 | 130 | 130 | 150 | 160 | 160 | 180 |
| | Height head H1 | H_{AH} | mm | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 60 | 65 | 65 | 70 | 80 | 80 |
| | Height head H2 | | mm | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 70 | 80 |
| Manguito de acoplador H | Diámetro | \varnothing_H | mm | 69 | 111 | 121 | 130 | 160 | 164 | 167 | 189 | 200 | 210 | 230 |
| | Longitud manguito | L_H | mm | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 190 | 200 | 200 | 210 | 230 | 230 |
| Conjuntos | Anclaje BT | L_{ABT} | mm | - | 296 | 296 | 296 | 432 | 432 | 432 | 721 | 738 | 623 | 819 |
| | Anclaje SP | L_{ASP} | mm | - | 441 | 441 | 446 | 431 | 436 | 436 | 690 | 774 | 774 | 834 |
| | Acoplador K | L_{FK} | mm | - | 503 | 503 | 503 | 535 | 535 | 535 | 668 | 668 | 668 | 783 |
| | Acoplador H | L_{FH} | mm | - | 400 | 400 | 400 | 475 | 485 | 495 | 920 | 930 | 770 | 930 |

1) Las dimensiones de la placa cuadrada pueden optimizarse dependiendo de la resistencia del hormigón en la transferencia. Póngase en contacto con su representante de BBR más próximo o consulte el documento ETE de CONA CME.

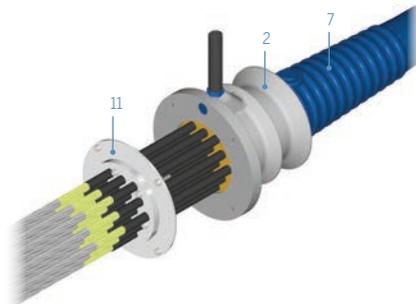




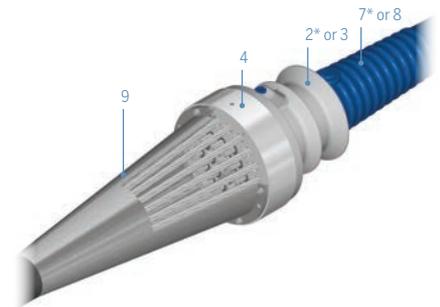
| 15 | 16 | 19 | 22 | 24 | 25 | 27 | 31 | 37 | 42 | 43 | 48 | 55 | 61 | 69 | 73 | 91 |
|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|----|----|
| 280 | 280 | 280 | 310 | 325 | 360 | 360 | 360 | 400 | 425 | 485 | 485 | 485 | 520 | bajo demanda | | |
| 195 | 195 | 195 | 206 | 227 | 250 | 250 | 250 | 275 | 290 | 340 | 340 | 340 | 350 | | | |
| 320 | 330 | 340 | 370 | 390 | 405 | 415 | 440 | 480 | 510 | 520 | 550 | 595 | 620 | | | |
| 45 | 45 | 50 | 55 | 55 | 60 | 65 | 60 | 70 | 70 | 75 | 80 | 90 | 90 | | | |
| 200 | 200 | 200 | 225 | 240 | 255 | 255 | 255 | 285 | 300 | 320 | 325 | 335 | 365 | | | |
| 75 | 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 105 | 110 | - | - | - | - | - | - | | | |
| 75 | 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 105 | 110 | 120 | 130 | 130 | 140 | 150 | 155 | | | |
| 290 | 290 | 290 | 310 | 340 | 390 | 390 | 390 | - | - | - | - | - | - | | | |
| 90 | 95 | 95 | 105 | 120 | 125 | 125 | 130 | - | - | - | - | - | - | | | |
| 200 | 200 | 200 | 225 | 240 | 255 | 255 | 255 | 285 | 300 | 320 | 325 | 335 | 365 | | | |
| 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 100 | 105 | 115 | - | - | - | - | - | - | | | |
| 80 | 85 | 95 | 100 | 100 | 100 | 105 | 115 | 125 | 135 | 135 | 145 | 160 | 160 | | | |
| 256 | 256 | 266 | 293 | 309 | 324 | 327 | 335 | 370 | 392 | 410 | 422 | 440 | 472 | | | |
| 240 | 250 | 270 | 270 | 280 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 | 360 | 380 | 410 | 410 | | | |
| 854 | 854 | 739 | 886 | 1,063 | 1,086 | 1,086 | 971 | 1,295 | 1,310 | 1,538 | 1,538 | 1,418 | 1,594 | | | |
| 939 | 939 | 944 | 1,072 | 1,251 | 1,210 | 1,215 | 1,210 | 1,340 | 1,385 | 1,581 | 1,586 | 1,596 | 1,772 | | | |
| 783 | 788 | 788 | 823 | 937 | 1,079 | 1,079 | 1,084 | - | - | - | - | - | - | | | |
| 940 | 950 | 970 | 1,040 | 1,320 | 1,320 | 1,340 | 1,200 | bajo demanda | | | | | | | | |



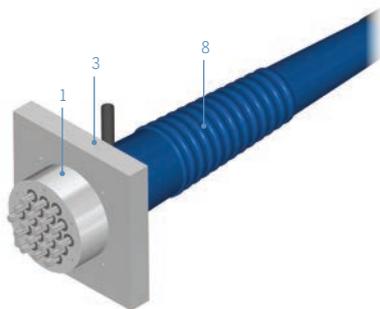
CONA CME Anclaje BT



CONA CME BT con monocordones



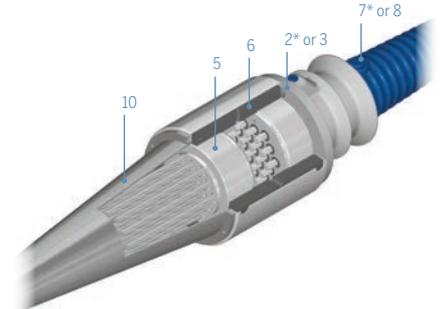
CONA CME Acoplador K



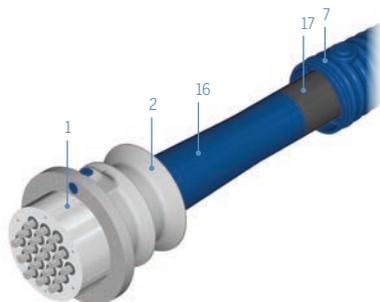
CONA CME Anclaje SP



CONA CME EIT **



CONA CME Acoplador H



CONA CME Intercambiable

- 1 – Cabezal de anclaje
 - 2 – Placa atrompetada
 - 3 – Placa cuadrada
 - 4 – Cabezal de acoplador K
 - 5 – Cabezal de acoplador H
 - 6 – Manguito de acoplador H
 - 7 – Trompeta tipo A
 - 8 – Trompeta tipo A SP
 - 9 – Trompeta tipo CME K
 - 10 – Trompeta tipo CME-H
 - 11 – Placa de sellado temporal
 - 12 – Placa atrompetada tipo E
 - 13 – Anillo de acero
 - 14 – Disco de aislamiento
 - 15 – Trompeta tipo E
 - 16 – Trompeta interior tipo E
 - 17 – Vaina de plástico liso
- * – Mostrado
 ** – Intercambiable también posible

Radios de curvatura mínimos - CONA CME BT/SP

Radios de curvatura mínimos

Los radios de curvatura mínimos (R_{\min}), la excentricidad (e), el diámetro exterior de la vaina (d_o) y el grosor mínimo de la pared de la vaina (t_{\min}) indicados en la tabla 17 corresponden a una fuerza de pretensado del tendón de $0,85F_{p0,1}$, un diámetro de los cordones de 15,3 mm (06-140 1860) o 15,7 mm (06-150 1860) y una presión de contacto permisible de 350 kN/m. Los diámetros de la vaina indicados dan lugar a grados de llenado en el rango de 0,25-0,35, adecuados para tendones largos con radios de curvatura mínimos. Es posible tener un

mayor grado de llenado de hasta $f = 0,45$ para tendones más cortos y mayores radios de curvatura. La relación estándar entre el grosor de la pared y el diámetro exterior no debe ser inferior a 1/25 o un mínimo de 3,0 mm para vainas de plástico y 1/65 o un mínimo de 1,5 mm para vainas de acero.

Para ver las tablas del radio de curvatura mínimo utilizando relleno de cera, consulte la Evaluación Técnica Europea de BBR VT CONA CME.

Tabla 17: Radios de curvatura mínimos de CONA CME para cordones **06-140** y **06-150** 1860 y $p_{R,\max} = 350$ kN/m

| Tipo de vaina n 06 Número de cordones | Vaina de plástico | | | | | Vaina de plástico $\approx 1,5 \cdot R_{\min}$ | | | | | Vaina de acero | | | | |
|---|-------------------|------------------|-----------------|-----------|----------|--|------------------|-----------------|-----------|----------|----------------|-----------|-----------------|-----------|----------|
| | d_o mm | t_{\min} mm | R_{\min} m | e mm | f - | d_o mm | t_{\min} mm | R_{\min} m | e mm | f - | d_o mm | t mm | R_{\min} m | e mm | f - |
| 01 06 | 32 | 3.0 | 2.0 | 9 | 0.28 | 32 | 3.0 | 3.0 | 8 | 0.28 | 33 | 1.5 | 2.0 | 6 | 0.21 |
| 02 06 | 40 | 3.0 | 2.0 | 12 | 0.33 | 40 | 3.0 | 3.0 | 12 | 0.33 | 42 | 1.5 | 2.0 | 14 | 0.25 |
| 03 06 | 50 | 3.7 | 2.0 | 8 | 0.32 | 50 | 3.0 | 3.0 | 9 | 0.30 | 48 | 1.5 | 2.0 | 10 | 0.28 |
| 04 06 | 50 | 3.7 | 2.0 | 6 | 0.42 | 63 | 2.4 | 3.0 | 15 | 0.23 | 48 | 1.5 | 2.0 | 6 | 0.38 |
| 05 06 | 63 | 4.3 | 2.0 | 11 | 0.32 | 63 | 2.4 | 3.0 | 13 | 0.28 | 60 | 1.5 | 2.0 | 12 | 0.29 |
| 06 06 | 63 | 4.3 | 2.0 | 9 | 0.39 | 75 | 4.5 | 3.0 | 16 | 0.26 | 60 | 1.5 | 2.0 | 10 | 0.35 |
| 07 06 | 75 | 5.6 | 2.0 | 12 | 0.33 | 75 | 4.5 | 3.0 | 14 | 0.31 | 64 | 1.5 | 2.0 | 10 | 0.36 |
| 08 06 | 75 | 5.6 | 2.2 | 10 | 0.38 | 75 | 4.5 | 3.3 | 12 | 0.35 | 68 | 1.5 | 2.0 | 11 | 0.36 |
| 09 06 | 75 | 5.6 | 2.2 | 8 | 0.42 | 75 | 4.5 | 3.3 | 10 | 0.39 | 73 | 1.5 | 2.2 | 12 | 0.35 |
| 12 06 | 90 | 5.4 | 2.5 | 14 | 0.37 | 90 | 4.3 | 3.8 | 15 | 0.35 | 83 | 1.5 | 2.5 | 15 | 0.36 |
| 13 06 | 90 | 4.3 | 2.5 | 14 | 0.37 | 90 | 4.3 | 3.8 | 14 | 0.37 | 89 | 2.0 | 2.5 | 15 | 0.34 |
| 15 06 | 110 | 5.3 | 2.7 | 21 | 0.29 | 110 | 4.2 | 4.1 | 24 | 0.28 | 89 | 2.0 | 2.7 | 13 | 0.40 |
| 16 06 | 110 | 5.3 | 2.7 | 19 | 0.31 | 110 | 4.2 | 4.1 | 21 | 0.30 | 102 | 2.0 | 2.7 | 21 | 0.32 |
| 19 06 | 110 | 5.3 | 3.0 | 17 | 0.37 | 110 | 4.2 | 4.5 | 19 | 0.35 | 102 | 2.0 | 3.0 | 17 | 0.38 |
| 22 06 | 125 | 6.0 | 3.2 | 23 | 0.33 | 125 | 4.8 | 4.8 | 24 | 0.32 | 114.3 | 2.0 | 3.2 | 21 | 0.35 |
| 24 06 | 125 | 6.0 | 3.3 | 21 | 0.36 | 125 | 4.8 | 5.0 | 22 | 0.34 | 114.3 | 2.0 | 3.3 | 19 | 0.38 |
| 25 06 | 125 | 6.0 | 3.3 | 19 | 0.37 | 125 | 4.8 | 5.0 | 20 | 0.36 | 121 | 2.0 | 3.3 | 21 | 0.35 |
| 27 06 | 125 | 6.0 | 3.5 | 17 | 0.40 | 125 | 4.8 | 5.3 | 18 | 0.39 | 127 | 2.5 | 3.5 | 23 | 0.35 |
| 31 06 | 140 | 6.7 | 3.7 | 22 | 0.37 | 140 | 5.4 | 5.6 | 22 | 0.35 | 127 | 2.5 | 3.7 | 19 | 0.40 |
| 37 06 | 140 | 6.7 | 4.0 | 16 | 0.44 | 140 | 5.4 | 6.0 | 18 | 0.42 | 141 | 2.5 | 4.0 | 22 | 0.38 |
| 42 06 | 160 | 7.7 | 4.5 | 24 | 0.38 | 160 | 6.2 | 6.8 | 26 | 0.37 | 168 | 3.0 | 4.5 | 36 | 0.31 |
| 43 06 | 160 | 7.7 | 4.5 | 23 | 0.39 | 160 | 6.2 | 6.8 | 25 | 0.38 | 168 | 3.0 | 4.5 | 35 | 0.31 |
| 48 06 | 180 | 8.6 | 4.5 | 31 | 0.35 | 180 | 6.9 | 6.8 | 33 | 0.33 | 168 | 3.0 | 4.5 | 31 | 0.35 |
| 55 06 | 180 | 8.6 | 5.2 | 25 | 0.40 | 180 | 6.9 | 7.8 | 27 | 0.38 | 168 | 3.0 | 5.2 | 25 | 0.40 |
| 61 06 | 200 | 9.6 | 5.5 | 34 | 0.36 | 200 | 7.7 | 8.3 | 36 | 0.34 | 168 | 3.0 | 5.5 | 21 | 0.44 |
| 69 06 | 225 | 12.8 | 5.6 | 45 | 0.33 | 225 | 10.3 | 8.4 | 53 | 0.32 | 193 | 3.0 | 5.6 | 29 | 0.38 |
| 73 06 | 225 | 12.8 | 5.7 | 39 | 0.35 | 225 | 10.3 | 8.6 | 48 | 0.33 | 193 | 3.0 | 5.9 | 22 | 0.40 |



Tabla 18: Radios de curvatura mínimos de CONA CME con monocordón para cordones **06-140** y **06-150** 1860

| Tipo de vaina | Vaina de plástico | | | | | Vaina de acero | | | | |
|----------------------------|-------------------|------|------------------|----|------|----------------|-----|------------------|----|------|
| n 06 Número de cordones | d _o | t | R _{min} | e | f | d _o | t | R _{min} | e | f |
| | mm | mm | m | mm | – | mm | mm | m | mm | – |
| 01 06 | 32 | 2.4 | 2.0 | 4 | 0.49 | 34 | 1.5 | 2.0 | 6 | 0.38 |
| 02 06 | 50 | 3.7 | 2.0 | 9 | 0.40 | 48 | 1.5 | 2.0 | 8 | 0.36 |
| 03 06 | 63 | 4.7 | 2.0 | 12 | 0.38 | 48 | 1.5 | 2.0 | 5 | 0.53 |
| 04 06 | 75 | 5.6 | 2.0 | 14 | 0.35 | 57 | 1.5 | 2.0 | 8 | 0.50 |
| 05 06 | 75 | 5.6 | 2.0 | 13 | 0.44 | 60 | 1.5 | 2.0 | 7 | 0.56 |
| 06 06 | 75 | 5.6 | 2.0 | 10 | 0.53 | 76 | 1.5 | 2.0 | 13 | 0.41 |
| 07 06 | 90 | 5.4 | 2.0 | 16 | 0.40 | 76 | 1.5 | 2.0 | 12 | 0.47 |
| 08 06 | 90 | 5.4 | 2.0 | 15 | 0.46 | 76 | 1.5 | 2.0 | 11 | 0.54 |
| 09 06 | 90 | 5.4 | 2.5 | 12 | 0.52 | 83 | 1.5 | 2.5 | 12 | 0.51 |
| 12 06 | 110 | 5.3 | 2.5 | 19 | 0.44 | 95 | 1.5 | 2.5 | 14 | 0.51 |
| 13 06 | 110 | 5.3 | 2.5 | 19 | 0.47 | 95 | 1.5 | 2.5 | 15 | 0.55 |
| 15 06 | 125 | 5.3 | 2.5 | 24 | 0.41 | 114 | 2.0 | 2.5 | 21 | 0.45 |
| 16 06 | 125 | 5.3 | 2.5 | 21 | 0.44 | 114 | 2.0 | 2.5 | 20 | 0.48 |
| 19 06 | 125 | 5.3 | 2.5 | 18 | 0.52 | 114 | 2.0 | 2.5 | 13 | 0.57 |
| 22 06 | 140 | 5.4 | 2.5 | 23 | 0.48 | 127 | 2.0 | 2.5 | 18 | 0.52 |
| 24 06 | 140 | 5.4 | 2.5 | 20 | 0.52 | 140 | 2.0 | 2.5 | 24 | 0.47 |
| 25 06 | 140 | 5.4 | 2.5 | 18 | 0.54 | 140 | 2.5 | 2.5 | 24 | 0.50 |
| 27 06 | 140 | 5.4 | 2.5 | 15 | 0.58 | 152 | 2.5 | 2.5 | 24 | 0.45 |
| 31 06 | 160 | 6.2 | 2.5 | 23 | 0.51 | 159 | 2.5 | 2.5 | 26 | 0.47 |
| 37 06 | 180 | 6.9 | 2.5 | 29 | 0.48 | 168 | 2.5 | 2.5 | 27 | 0.50 |
| 42 06 | 180 | 6.9 | 2.5 | 24 | 0.55 | 178 | 3.0 | 2.5 | 27 | 0.51 |
| 43 06 | 180 | 6.9 | 2.5 | 23 | 0.56 | 178 | 3.0 | 2.5 | 26 | 0.52 |
| 48 06 | 200 | 7.7 | 2.5 | 29 | 0.51 | 194 | 3.0 | 2.5 | 31 | 0.49 |
| 55 06 | 225 | 8.6 | 2.5 | 38 | 0.46 | 219 | 3.0 | 2.5 | 41 | 0.44 |
| 61 06 | 225 | 8.6 | 2.5 | 33 | 0.51 | 219 | 3.0 | 2.5 | 36 | 0.49 |
| 69 06 | 250 | 9.6 | 2.5 | 40 | 0.47 | 244 | 3.0 | 2.5 | 46 | 0.44 |
| 73 06 | 250 | 11.9 | 2.5 | 36 | 0.52 | 244 | 3.0 | 2.5 | 45 | 0.47 |

Requisitos de espaciado y refuerzo - CONA CMI/CME BT

Tabla 19: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMI/CME BT para cordones 06-150 1860

| CONA CMI/CME BT n06 | | | 02 06 | | | | | 03 06 | | | | | 04 06 | | | | | 05 06 | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 |
| Diámetro exterior HÉLICE | | mm | 160 | 160 | 160 | 160 | 155 | 160 | 160 | 160 | 160 | 155 | 180 | 160 | 160 | 160 | 155 | 200 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| Diámetro barra | | mm | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Paso de espira | | mm | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 50 | 60 | 50 |
| Número de espiras | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Distancia | E | mm | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Número de ESTRIBOS | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Diámetro barra | | mm | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 8 | 8 | 10 | 12 | 12 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Espaciado | | mm | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 45 | 45 | 45 | 45 | 55 | 60 | 55 | 45 | 45 | 55 | 55 | 50 | 50 | 65 | 50 |
| Distancia | F | mm | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 220 | 200 | 190 | 190 | 190 | 250 | 230 | 230 | 230 | 230 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | 210 | 210 | 210 | 210 | 205 | 210 | 210 | 210 | 210 | 205 | 235 | 215 | 210 | 210 | 205 | 265 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 110 | 100 | 95 | 95 | 95 | 125 | 115 | 115 | 115 | 115 |

| CONA CMI/CME BT n06 | | | 13 06 | | | | | 15 06 | | | | | 16 06 | | | | | 19 06 | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 |
| Diámetro exterior HÉLICE | | mm | 375 | 330 | 300 | 280 | 270 | 375 | 330 | 315 | 305 | 305 | 375 | 330 | 320 | 310 | 305 | 420 | 360 | 360 | 330 | 325 |
| Diámetro barra | | mm | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Paso de espira | | mm | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Número de espiras | | | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 9 | 9 | 8 | 7 | 7 | 9 | 9 | 9 | 8 | 7 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 |
| Distancia | E | mm | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Número de ESTRIBOS | | | 7 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Diámetro barra | | mm | 12 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Espaciado | | mm | 55 | 60 | 55 | 60 | 45 | 60 | 65 | 65 | 55 | 60 | 60 | 65 | 65 | 60 | 60 | 65 | 65 | 65 | 65 | 60 |
| Distancia | F | mm | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | 410 | 370 | 340 | 320 | 310 | 440 | 400 | 360 | 350 | 350 | 450 | 410 | 370 | 360 | 350 | 490 | 450 | 410 | 390 | 370 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | 425 | 390 | 355 | 340 | 325 | 455 | 415 | 380 | 365 | 365 | 470 | 430 | 390 | 375 | 365 | 510 | 465 | 425 | 410 | 390 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | 205 | 185 | 170 | 160 | 155 | 220 | 200 | 180 | 175 | 175 | 225 | 205 | 185 | 180 | 175 | 245 | 225 | 205 | 195 | 185 |

| CONA CMI/CME BT n06 | | | 37 06 | | | | | 42 06 | | | | | 43 06 | | | | | 48 06 | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 |
| Diámetro exterior HÉLICE | | mm | - | 580 | 580 | 580 | 580 | - | 630 | 630 | 630 | 630 | - | 670 | 670 | 670 | 670 | - | 710 | 710 | 710 | 710 |
| Diámetro barra | | mm | - | 16 | 16 | 16 | 16 | - | 16 | 16 | 16 | 16 | - | 16 | 16 | 16 | 16 | - | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Paso de espira | | mm | - | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Número de espiras | | | - | 11 | 11 | 11 | 11 | - | 12 | 12 | 12 | 12 | - | 12 | 12 | 12 | 12 | - | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Distancia | E | mm | - | 40 | 40 | 40 | 40 | - | 45 | 45 | 45 | 45 | - | 45 | 45 | 45 | 45 | - | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Número de ESTRIBOS | | | - | 9 | 9 | 9 | 9 | - | 10 | 10 | 10 | 10 | - | 10 | 10 | 10 | 10 | - | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Diámetro barra | | mm | - | 20 | 20 | 20 | 20 | - | 20 | 20 | 20 | 20 | - | 20 | 20 | 20 | 20 | - | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Espaciado | | mm | - | 70 | 70 | 70 | 70 | - | 70 | 70 | 70 | 70 | - | 70 | 70 | 70 | 70 | - | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Distancia | F | mm | - | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 55 | 55 | 55 | 55 | - | 55 | 55 | 55 | 55 | - | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | - | 660 | 660 | 660 | 660 | - | 720 | 720 | 720 | 720 | - | 740 | 740 | 740 | 740 | - | 790 | 790 | 790 | 790 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | - | 680 | 680 | 680 | 680 | - | 735 | 735 | 735 | 735 | - | 755 | 755 | 755 | 755 | - | 805 | 805 | 805 | 805 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | - | 330 | 330 | 330 | 330 | - | 360 | 360 | 360 | 360 | - | 370 | 370 | 370 | 370 | - | 395 | 395 | 395 | 395 |

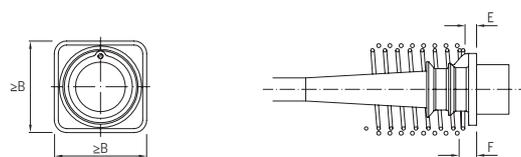
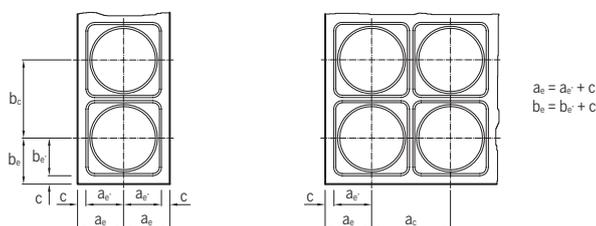
1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se coloca un estribo adicional de tamaño equivalente en la misma longitud de la zona de anclaje. Los espaciados indicados para los estribos deberán reducirse en correspondencia.



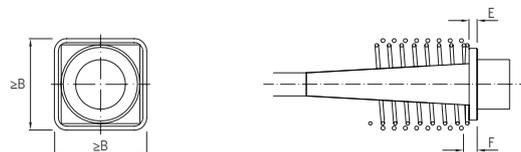
| 06 06 | | | | | 07 06 | | | | | 08 06 | | | | | 09 06 | | | | | 12 06 | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 |
| 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 |
| 200 | 200 | 195 | 195 | 195 | 230 | 200 | 200 | 200 | 200 | 270 | 230 | 225 | 220 | 220 | 280 | 260 | 255 | 250 | 250 | 330 | 280 | 275 | 260 | 250 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 45 | 50 | 50 | 60 | 50 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 |
| 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 7 | 6 | 5 | 5 | 6 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 12 | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 12 | 14 | 12 | 14 | 14 | 12 | 14 | 16 | 16 | 14 |
| 50 | 55 | 45 | 65 | 50 | 55 | 60 | 55 | 55 | 55 | 70 | 45 | 50 | 55 | 50 | 60 | 55 | 55 | 65 | 55 | 60 | 55 | 70 | 70 | 50 |
| 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| 270 | 250 | 230 | 230 | 230 | 290 | 270 | 240 | 240 | 240 | 310 | 290 | 260 | 260 | 260 | 330 | 300 | 290 | 290 | 290 | 390 | 350 | 320 | 310 | 290 |
| 290 | 265 | 250 | 250 | 250 | 310 | 285 | 260 | 255 | 255 | 330 | 305 | 280 | 275 | 275 | 350 | 320 | 310 | 310 | 310 | 405 | 370 | 340 | 325 | 310 |
| 135 | 125 | 115 | 115 | 115 | 145 | 135 | 120 | 120 | 120 | 155 | 145 | 130 | 130 | 130 | 165 | 150 | 145 | 145 | 145 | 195 | 175 | 160 | 155 | 145 |

| 22 06 | | | | | 24 06 | | | | | 25 06 | | | | | 27 06 | | | | | 31 06 | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 |
| 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 |
| 475 | 420 | 390 | 360 | 340 | 475 | 430 | 410 | 360 | 360 | 520 | 430 | 420 | 390 | 380 | 520 | 475 | 440 | 420 | 390 | 560 | 520 | 475 | 430 | 430 |
| 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 11 | 11 | 12 | 10 | 9 |
| 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| 6 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 80 | 75 | 65 | 65 | 50 | 80 | 80 | 70 | 65 | 55 | 80 | 90 | 70 | 60 | 60 | 80 | 80 | 75 | 60 | 60 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 |
| 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 530 | 480 | 440 | 420 | 400 | 560 | 510 | 460 | 440 | 420 | 570 | 520 | 470 | 450 | 430 | 590 | 540 | 490 | 470 | 440 | 630 | 580 | 530 | 500 | 480 |
| 550 | 500 | 460 | 440 | 420 | 575 | 525 | 480 | 460 | 435 | 590 | 535 | 485 | 465 | 450 | 610 | 555 | 505 | 485 | 460 | 650 | 595 | 545 | 520 | 495 |
| 265 | 240 | 220 | 210 | 200 | 280 | 255 | 230 | 220 | 210 | 285 | 260 | 235 | 225 | 215 | 295 | 270 | 245 | 235 | 220 | 315 | 290 | 265 | 250 | 240 |

| 55 06 | | | | | 61 06 | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 23 | 28 | 34 | 38 | 43 | 23 | 28 | 34 | 38 | 43 |
| 19 | 23 | 28 | 31 | 35 | 19 | 23 | 28 | 31 | 35 |
| - | 780 | 780 | 780 | 780 | - | 850 | 850 | 850 | 850 |
| - | 20 | 20 | 20 | 20 | - | 20 | 20 | 20 | 20 |
| - | 60 | 60 | 60 | 60 | - | 60 | 60 | 60 | 60 |
| - | 13 | 13 | 13 | 13 | - | 14 | 14 | 14 | 14 |
| - | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 55 | 55 | 55 | 55 |
| - | 11 | 11 | 11 | 11 | - | 12 | 12 | 12 | 12 |
| - | 20 | 20 | 20 | 20 | - | 20 | 20 | 20 | 20 |
| - | 75 | 75 | 75 | 75 | - | 75 | 75 | 75 | 75 |
| - | 55 | 55 | 55 | 55 | - | 60 | 60 | 60 | 60 |
| - | 860 | 860 | 860 | 860 | - | 920 | 920 | 920 | 920 |
| - | 875 | 875 | 875 | 875 | - | 940 | 940 | 940 | 940 |
| - | 430 | 430 | 430 | 430 | - | 460 | 460 | 460 | 460 |



Conjunto de anclaje CMI/CME BT



Conjunto de anclaje CMI/CME SP

3) El diámetro de barra de 14 mm puede sustituirse por 16 mm. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 15,3mm, sección transversal de 140mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860MPa.

Requisitos de espaciado y refuerzo - CONA CMI/CME BT

Tabla 20: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMI/CME SP para cordones 06-150 1860

| CONA CMI/CME SP n06 | | | 01 06 | | | | | | 02 06 | | | | | | 03 06 | | | | | | 04 06 | | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | 100 | 100 | 75 | 75 | 75 | 75 | 130 | 130 | 100 | 100 | 100 | 100 | 165 | 160 | 130 | 130 | 120 | 120 | 195 | 190 | 165 | 150 | 145 | 140 |
| Diámetro barra | | mm | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Paso de espira | | mm | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Número de espiras | | | 3 | 3 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 4 | 4 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 4.5 | 4.5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| Distancia | E | mm | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Número de ESTRIBOS | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| Diámetro barra | | mm | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Espaciado | | mm | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 60 | 110 | 110 | 60 | 55 | 90 | 90 | 80 | 80 | 30 | 35 | 35 | 35 | 65 | 90 | 45 | 55 | 50 | 50 |
| Distancia | F | mm | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | 100 | 95 | 85 | 80 | 75 | 75 | 150 | 145 | 130 | 125 | 115 | 115 | 185 | 180 | 165 | 155 | 150 | 145 | 215 | 210 | 190 | 180 | 170 | 165 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | 120 | 115 | 105 | 100 | 95 | 95 | 170 | 165 | 150 | 145 | 135 | 135 | 205 | 200 | 185 | 175 | 170 | 165 | 235 | 230 | 210 | 200 | 190 | 185 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | 50 | 50 | 45 | 40 | 40 | 40 | 75 | 75 | 65 | 65 | 60 | 60 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 75 | 110 | 105 | 95 | 90 | 85 | 85 |

| CONA CMI/CME SP n06 | | | 12 06 | | | | | | 13 06 | | | | | | 15 06 | | | | | | 16 06 | | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | 325 | 320 | 290 | 280 | 270 | 260 | 340 | 330 | 305 | 290 | 280 | 270 | 370 | 350 | 325 | 300 | 290 | 280 | 390 | 370 | 340 | 330 | 310 | 310 |
| Diámetro barra | | mm | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Paso de espira | | mm | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Número de espiras | | | 8 | 8 | 7 | 6.5 | 6.5 | 5.5 | 8.5 | 8 | 7 | 7 | 6.5 | 6 | 8.5 | 8 | 7.5 | 7.5 | 7 | 6.5 | 8.5 | 8.5 | 8 | 7.5 | 7.5 | 6.5 |
| Distancia | E | mm | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Número de ESTRIBOS | | | 7 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 6 | 7 |
| Diámetro barra | | mm | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Espaciado | | mm | 55 | 65 | 55 | 60 | 60 | 55 | 65 | 70 | 65 | 65 | 60 | 60 | 70 | 80 | 70 | 70 | 65 | 65 | 70 | 80 | 60 | 70 | 65 | 55 |
| Distancia | F | mm | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | 385 | 375 | 345 | 325 | 310 | 300 | 405 | 390 | 360 | 340 | 320 | 310 | 435 | 420 | 390 | 370 | 350 | 340 | 450 | 435 | 400 | 380 | 360 | 350 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | 410 | 395 | 365 | 345 | 330 | 320 | 425 | 410 | 380 | 360 | 340 | 330 | 455 | 440 | 410 | 390 | 370 | 360 | 470 | 455 | 420 | 400 | 380 | 370 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | 195 | 190 | 175 | 165 | 155 | 150 | 205 | 195 | 180 | 170 | 160 | 155 | 220 | 210 | 195 | 185 | 175 | 170 | 225 | 220 | 200 | 190 | 180 | 175 |

| CONA CMI/CME SP n06 | | | 31 06 | | | | | | 37 06 | | | | | | 42 06 | | | | | | 43 06 | | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | 560 | 540 | 480 | 430 | 430 | 430 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 670 | 670 | 670 | 670 | 670 | 670 |
| Diámetro barra | | mm | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Paso de espira | | mm | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Número de espiras | | | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 8.5 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Distancia | E | mm | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Número de ESTRIBOS | | | 8 | 7 | 10 | 9 | 8 | 8 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Diámetro barra | | mm | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Espaciado | | mm | 80 | 95 | 60 | 65 | 70 | 65 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Distancia | F | mm | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | 630 | 605 | 560 | 535 | 515 | 500 | 695 | 695 | 695 | 695 | 695 | 695 | 745 | 745 | 745 | 745 | 745 | 745 | 755 | 755 | 755 | 755 | 755 | 755 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | 650 | 625 | 580 | 555 | 535 | 520 | 715 | 715 | 715 | 715 | 715 | 715 | 765 | 765 | 765 | 765 | 765 | 765 | 775 | 775 | 775 | 775 | 775 | 775 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | 315 | 305 | 280 | 270 | 260 | 250 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |

1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se coloca un estribo adicional de tamaño equivalente en la misma longitud de la zona de anclaje. Los espaciados indicados para los estribos deberán reducirse en correspondencia.



| 05 06 | | | | | | 06 06 | | | | | | 07 06 | | | | | | 08 06 | | | | | | 09 06 | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 |
| 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 |
| 215 | 200 | 185 | 170 | 160 | 160 | 250 | 230 | 210 | 180 | 175 | 175 | 260 | 255 | 220 | 210 | 195 | 190 | 280 | 270 | 230 | 215 | 205 | 200 | 295 | 280 | 240 | 225 | 215 | 215 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 |
| 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 6 | 5.5 | 5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4.5 | 4.5 | 6.5 | 6.5 | 5.5 | 5.5 | 5 | 5 | 7 | 6.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 175 | 170 | 50 | 60 | 60 | 80 | 115 | 185 | 70 | 95 | 90 | 90 | 70 | 85 | 60 | 60 | 55 | 70 | 70 | 90 | 120 | 110 | 105 | 100 | 75 | 95 | 90 | 85 | 110 | 75 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| 245 | 235 | 220 | 205 | 195 | 190 | 270 | 260 | 240 | 225 | 210 | 205 | 295 | 280 | 260 | 250 | 235 | 225 | 315 | 300 | 280 | 265 | 250 | 240 | 330 | 320 | 295 | 280 | 265 | 255 |
| 265 | 255 | 240 | 225 | 215 | 210 | 290 | 280 | 260 | 245 | 230 | 225 | 315 | 300 | 280 | 270 | 255 | 245 | 335 | 320 | 300 | 285 | 270 | 260 | 355 | 340 | 315 | 300 | 285 | 275 |
| 125 | 120 | 110 | 105 | 100 | 95 | 135 | 130 | 120 | 115 | 105 | 105 | 150 | 140 | 130 | 125 | 120 | 115 | 160 | 150 | 140 | 135 | 125 | 120 | 170 | 160 | 150 | 140 | 135 | 130 |

| 19 06 | | | | | | 22 06 | | | | | | 24 06 | | | | | | 25 06 | | | | | | 27 06 | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 |
| 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 |
| 435 | 410 | 380 | 350 | 340 | 340 | 460 | 430 | 400 | 360 | 350 | 350 | 480 | 460 | 410 | 370 | 360 | 360 | 500 | 480 | 420 | 380 | 370 | 370 | 520 | 500 | 450 | 400 | 390 | 380 |
| 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8 | 7.5 | 6.5 | 9.5 | 9.5 | 9 | 8.5 | 8 | 7 | 10 | 9.5 | 9 | 9 | 8.5 | 7.5 | 10 | 10 | 9.5 | 9.5 | 8.5 | 8 | 10.5 | 10.5 | 9.5 | 9.5 | 9 | 8.5 |
| 50 | 50 | 50 | 45 | 45 | 45 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 7 | 6 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 9 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 70 | 85 | 50 | 55 | 60 | 55 | 80 | 95 | 55 | 60 | 55 | 65 | 85 | 100 | 50 | 55 | 60 | 70 | 90 | 100 | 60 | 55 | 60 | 70 | 100 | 130 | 80 | 90 | 85 | 85 |
| 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 490 | 470 | 435 | 415 | 395 | 385 | 530 | 510 | 470 | 445 | 425 | 415 | 550 | 530 | 495 | 465 | 445 | 435 | 565 | 545 | 500 | 475 | 450 | 440 | 585 | 565 | 520 | 495 | 470 | 460 |
| 510 | 490 | 455 | 435 | 415 | 405 | 550 | 530 | 490 | 465 | 445 | 435 | 575 | 550 | 515 | 485 | 465 | 455 | 585 | 565 | 520 | 495 | 470 | 460 | 605 | 585 | 540 | 515 | 490 | 480 |
| 245 | 235 | 220 | 210 | 200 | 195 | 265 | 255 | 235 | 225 | 215 | 210 | 280 | 265 | 250 | 235 | 225 | 220 | 285 | 275 | 250 | 240 | 225 | 220 | 295 | 285 | 260 | 250 | 235 | 230 |

| 48 06 | | | | | | 55 06 | | | | | | 61 06 | | | | | | 69 06 | | | | | | 73 06 | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|
| 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 | 26 | 28 | 34 | 38 | 43 | 46 |
| 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 | 21 | 23 | 28 | 31 | 35 | 38 |
| 720 | 720 | 720 | 720 | 720 | 720 | 760 | 760 | 760 | 760 | 760 | 760 | 860 | | | | | | 920 | | | | | | 960 | | | | | |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | | | | | | 25 | | | | | | 25 | | | | | |
| 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | | | | | | 60 | | | | | | 60 | | | | | |
| 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 17 | | | | | | 19 | | | | | | 20 | | | | | |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | | | | | | 100 | | | | | | 110 | | | | | |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | | | | | | 13 | | | | | | 13 | | | | | |
| 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | | | | | | 20 | | | | | | 20 | | | | | |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 70 | | | | | | 85 | | | | | | 85 | | | | | |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | | | | | | 120 | | | | | | 130 | | | | | |
| 810 | 810 | 810 | 810 | 810 | 810 | 885 | 885 | 885 | 885 | 885 | 885 | 940 | | | | | | 1.020 | | | | | | 1.060 | | | | | |
| 830 | 830 | 830 | 830 | 830 | 830 | 905 | 905 | 905 | 905 | 905 | 905 | 960 | | | | | | 1.040 | | | | | | 1.055 | | | | | |
| 405 | 405 | 405 | 405 | 405 | 405 | 445 | 445 | 445 | 445 | 445 | 445 | 470 | | | | | | 510 | | | | | | 520 | | | | | |

3) El diámetro de barra de 14 mm puede sustituirse por 16 mm. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 15,3 mm, sección transversal de 140 mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860 MPa.

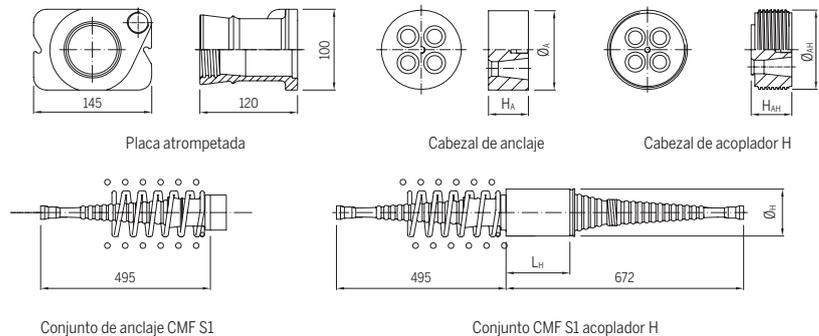
* Véanse las indicaciones generales en la página 53 como orientación.



Dimensiones y datos técnicos – CONA CMF S1

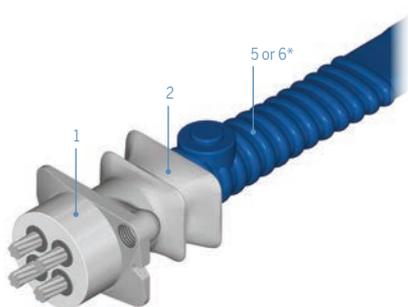
Tabla 21: Dimensiones de componentes de CONA CMF S1

| Número de cordones | | | 02 | 03 | 04 | |
|-------------------------|----------------------|--------------------|----|-----|-----|-----|
| Cabezal de anclaje | Diámetro | \varnothing_A | mm | 90 | 100 | 100 |
| | Altura cabezal A1-A4 | H_A | mm | 50 | 50 | 50 |
| | Altura cabezal A5-A8 | | mm | 65 | 65 | 65 |
| Cabezal de acoplador H | Diámetro nominal | \varnothing_{AH} | mm | 90 | 100 | 100 |
| | Altura cabezal H1 | H_{AH} | mm | 50 | 50 | 55 |
| | Altura cabezal H2 | | mm | 65 | 65 | 65 |
| Manguito de acoplador H | Diámetro | \varnothing_H | mm | 114 | 121 | 130 |
| | Longitud | L_H | mm | 180 | 180 | 180 |

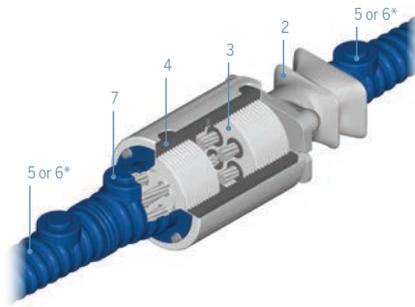


Todas las dimensiones en milímetros (mm)

Configuraciones de anclaje y acoplador



CONA CMF S1 Anclaje BT



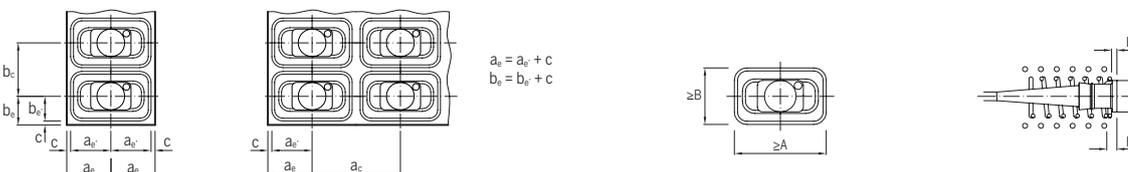
CONA CMF S1 Acoplador H

- 1 – Cabezal de anclaje
- 2 – Placa atrómpetada
- 3 – Cabezal de acoplador H
- 4 – Manguito de acoplador H
- 5 – Trompeta tipo A
- 6 – Trompeta tipo F
- 7 – Trompeta tipo FH
- * – Mostrado

Tabla 22: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMF S1 para cordones **05-100 1860** y **06-150 1860**

| CONA CMF S1 | | | 02 05 | | 03 05 | | 04 05 | | 02 06 | | 03 06 | | 04 06 | |
|-------------------------|---------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 17 | 20 | 17 | 20 | 17 | 20 | 17 | 20 | 17 | 20 | 17 | 20 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | - / - | - / - | - / - | - / - | - / - | - / - | - / - | - / - | - / - | 240 / 110 | - / - | 240 / 130 |
| Diámetro barra | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | 10 |
| Paso de espira | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 45 | - | 45 |
| Número de espiras | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | 7 |
| Distancia | E | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 15 | - | 15 |
| Número de ESTRIBOS | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 7 | 4 | 4 | - | 6 | - | 7 |
| Diámetro barra | | mm | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | - | 10 | - | 10 |
| Espaciado | | mm | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 50 | - | 50 |
| Distancia | F | mm | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | - | 35 | - | 35 |
| Dimensiones ext. mín. | A / B | mm | 160 / 120 | 160 / 120 | 190 / 130 | 160 / 120 | 320 / 155 | 320 / 155 | 190 / 130 | 160 / 120 | - / - | 290 / 155 | - / - | 290 / 180 |
| Espaciado central | a_c / b_c | mm | 180 / 140 | 180 / 140 | 210 / 150 | 180 / 140 | 340 / 175 | 340 / 175 | 210 / 150 | 180 / 140 | - / - | 310 / 175 | - / - | 310 / 200 |
| Distancia al borde (+c) | a'_e / b'_e | mm | 80 / 60 | 80 / 60 | 95 / 65 | 80 / 60 | 160 / 80 | 160 / 80 | 95 / 65 | 80 / 60 | - / - | 145 / 80 | - / - | 145 / 90 |

1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se agrega un estribo adicional de tamaño equivalente y el espaciado se reduce a 40mm. 3) Los estribos pueden sustituirse por hélices rectangulares con diámetro de barra y dimensiones externas idénticos, y un número de vueltas igual al número de estribos más uno. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 12,9/15,3mm, sección transversal de 100/140mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860 MPa.

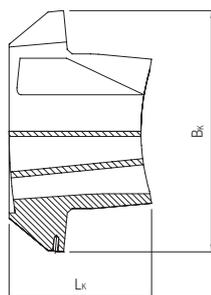
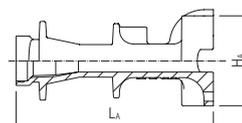
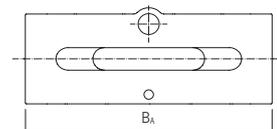




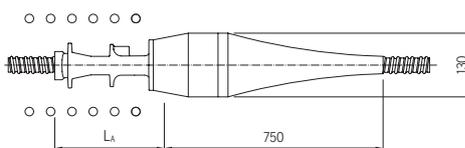
Dimensiones y datos técnicos – CONA CMF S2

Tabla 23: Dimensiones de componentes de CONA CMF S2

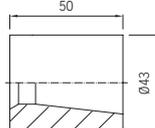
| Número de cordones | | | 03 05/02 06 | 04 05/03 06 | 05 05/04 06 | 06 05/05 06 |
|--------------------|----------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Placa atronpetada | Ancho | B_A | 165 | 190 | 220 | 265 |
| | Altura | H_A | 70 | 70 | 80 | 90 |
| | Longitud | L_A | 109 | 164 | 174 | 243 |
| Acoplador K | Ancho | B_K | 288 | 288 | 322 | 359 |
| | Altura | H_K | 105 | 105 | 105 | 120 |
| | Longitud | L_K | 155 | 155 | 155 | 180 |



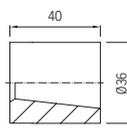
Acoplador K



Conjunto CMF S2 acoplador K

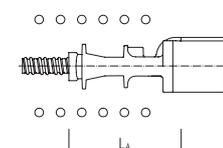


Cabezal de anclaje 06



Cabezal de anclaje 05

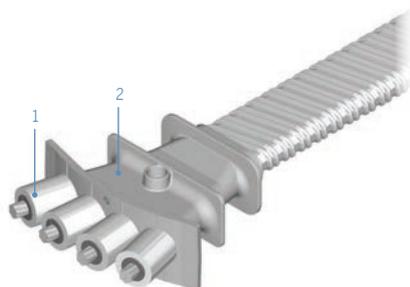
Placa atronpetada



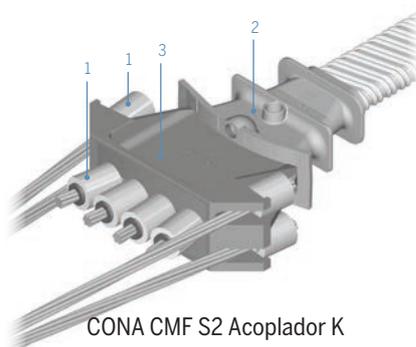
Conjunto CMF S2 anclaje A

Todas las dimensiones en milímetros (mm)

Configuraciones de anclaje y acoplador



CONA CMF S2 Anclaje

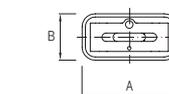


CONA CMF S2 Acoplador K

- 1 – Barril
- 2 – Placa atronpetada
- 3 – Cabezal de acoplador K

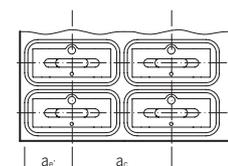
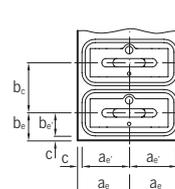
Tabla 24: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMF S2 para cordones 05-100 1860 y 06-150 1860

| CONA CMF S2 | | | 03 05/02 06 | 04 05/03 06 | 05 05/04 06 | 06 05/05 06 |
|----------------------------------|---------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Número de estribos | | | 3 | 4 | 6 | 6 |
| Diámetro barra | | mm | 10 | 12 | 12 | 12 |
| Espaciado | | mm | 40 | 40 | 35 | 40 |
| Distancia desde placa de anclaje | F | mm | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Dimensiones exteriores mín. | A / B | mm | 200 / 90 | 230 / 100 | 270 / 100 | 310 / 120 |
| Espaciado central | a_e / b_e | mm | 220 / 150 | 300 / 165 | 370 / 175 | 450 / 200 |
| Distancia al borde (+c) | a_e' / b_e' | mm | 100 / 65 | 140 / 75 | 175 / 80 | 215 / 90 |

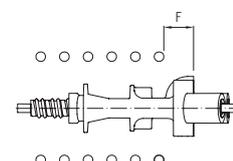


$$a_e = a_e' + c$$

$$b_e = b_e' + c$$



1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se agrega un estribo adicional de tamaño equivalente y el espaciado se reduce a 40 mm. 3) Los estribos pueden sustituirse por hélices rectangulares con diámetro de barra y dimensiones externas idénticas, y un número de vueltas igual al número de estribos más uno. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 12,9/15,3 mm, sección transversal de 100/140 mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860 MPa.





Radio de curvatura mínimo - CONA CMF S1 y S2

Radios de curvatura mínimos

Los radios de curvatura mínimos del tendón (R_{min}) están sujetos a los radios de curvatura límite para cordones 05 y 06. Los radios de curvatura mínimos, la excentricidad (e) y las

dimensiones interiores de la vaina (d_i) para las vainas de acero corrugado y las vainas de plástico BBR VT se indican en las tablas 25, 26 y 27.

Tabla 25: Radios de curvatura mínimos de CONA CMF S1, dimensiones de la vaina de acero redonda y excentricidad

| Grado de llenado | Vaina de acero redonda | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------------|----------------|------------------|----------|----------|----------------|------------------|----------|----------|----------------|------------------|----------|---|
| | f ≈ 0.25 | | | | f ≈ 0.30 | | | | f ≈ 0.35 | | | | |
| | Número de cordones | d _i | R _{min} | | e | d _i | R _{min} | | e | d _i | R _{min} | | e |
| | | | 140 kN/m | 200 kN/m | | | 140 kN/m | 200 kN/m | | | 140 kN/m | 200 kN/m | |
| mm | m | mm | mm | m | mm | mm | m | mm | m | mm | | | |
| 02 05 | 30 | 1.7 | 1.7 | 6 | 30 | 1.8 | 1.7 | 6 | 30 | 1.8 | 1.7 | 6 | |
| 03 05 | 40 | 1.8 | 1.7 | 8 | 35 | 2.1 | 1.7 | 6 | 35 | 2.6 | 1.8 | 6 | |
| 04 05 | 45 | 2.6 | 1.8 | 10 | 40 | 2.6 | 1.8 | 8 | 40 | 2.6 | 1.8 | 8 | |
| 02 06 | 40 | 2.0 | 2.0 | 7 | 35 | 2.6 | 2.0 | 6 | 35 | 2.6 | 2.0 | 6 | |
| 03 06 | 50 | 2.7 | 2.0 | 10 | 45 | 3.2 | 2.2 | 8 | 40 | 3.9 | 2.7 | 6 | |
| 04 06 | 55 | 3.9 | 2.7 | 13 | 50 | 3.9 | 2.7 | 9 | 45 | 3.9 | 2.7 | 6 | |

Tabla 26: Radios de curvatura mínimos de CONA CMF S1 y S2, dimensiones de la vaina de acero plana y excentricidad

| Compatibilidad de sistema | Grado de llenado | Vaina de acero plana | | | |
|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|-----|
| | Número de cordones | d _{mayor} | d _{menor} | R _{min} | e |
| | | mm | mm | 140-200 kN/m | |
| | | mm | mm | m | mm |
| CONA CMF S1 & S2 | 02 05 | 40 | 20 | 1.7 | 3.6 |
| CONA CMF S1 & S2 | 03 05 | 55 | 20 | | 3.6 |
| CONA CMF S1 & S2 | 04 05 | 70 | 20 | | 3.6 |
| CONA CMF S2 | 05 05 | 70 | 20 | | 3.6 |
| CONA CMF S2 | 06 05 | 90 | 20 | | 3.6 |
| CONA CMF S1 & S2 | 02 06 | 40 | 20 | 2.0 | 2.2 |
| CONA CMF S1 & S2 | 03 06 | 55 | 20 | | 2.2 |
| CONA CMF S1 & S2 | 04 06 | 70 | 20 | | 2.2 |
| CONA CMF S2 | 05 06 | 90 | 20 | | 2.2 |

Tabla 27: Radios de curvatura mínimos de CONA CMF S1 y S2, dimensiones de la vaina de plástico BBR VT y excentricidad

| Compatibilidad de sistema | Vaina de plástico corrugado | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | d _{mayor} | d _{menor} | R _{min} mayor | | | e | | |
| | | | n05-100 | n06-140 | n06-150 | n05-100 | n06-140 | n06-150 |
| | mm | mm | m | | | mm | | |
| CONA CMF S1 & S2 | 40 | 20 | 1.7 | 2.0 | 2.0 | 3.6 | 2.4 | 2.2 |
| CONA CMF S1 & S2 | 70 | 21 | | | | 4.1 | 2.9 | 2.7 |
| CONA CMF S1 & S2 | 70 | 21 | | | | 4.1 | 2.9 | 2.7 |
| CONA CMF S2 | 90 | 21 | | | | 4.1 | 2.9 | 2.7 |

Los valores indicados para los radios de curvatura mínimos presuponen que la temperatura del hormigón cerca de la vaina de plástico no supera 37°C en el momento de las operaciones de tensado del tendón. Para ver los valores a mayores temperaturas, consulte la correspondiente Evaluación Técnica Europea o contacte con su representante de BBR más próximo.



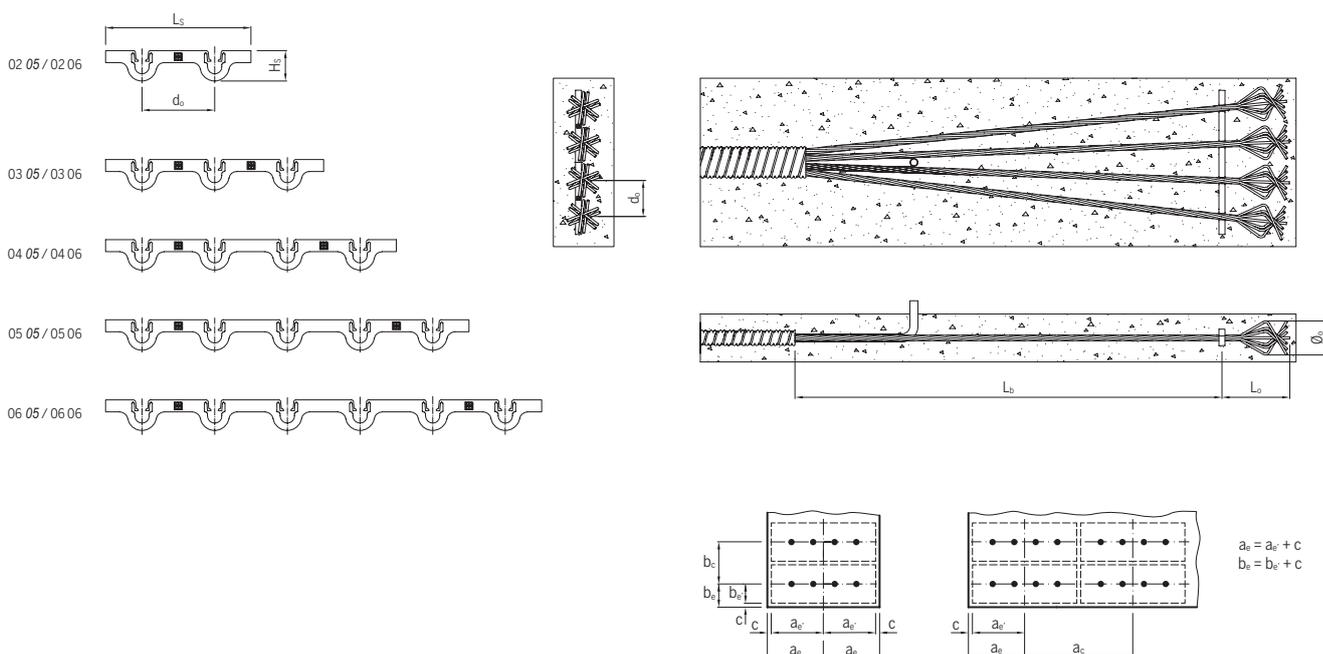
Dimensiones y datos técnicos – CONA CMO

Tabla 28: Dimensiones de componentes de CONA CMO

| Número de cordones | | | 05 | | | | | 06 | | | | |
|------------------------|-----------------|----|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 02 05 | 03 05 | 04 05 | 05 05 | 06 05 | 02 06 | 03 06 | 04 06 | 05 06 | 06 06 |
| Longitud adherente | L_b | mm | 1,150 | 1,150 | 1,150 | 1,150 | 1,200 | 1,400 | 1,400 | 1,400 | 1,400 | 1,600 |
| Espaciado central | d_0 | mm | 75 | | | | | 90 | | | | |
| Longitud extremo bulbo | L_0 | mm | 130 - 150 | | | | | 130 - 150 | | | | |
| Diámetro extremo bulbo | \varnothing_0 | mm | 75 ± 10 | | | | | 90 ± 10 | | | | |
| Longitud espaciador | L_s | mm | 150 | 225 | 300 | 375 | 450 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 |
| Altura espaciador | H_s | mm | 38 | | | | | 38 | | | | |

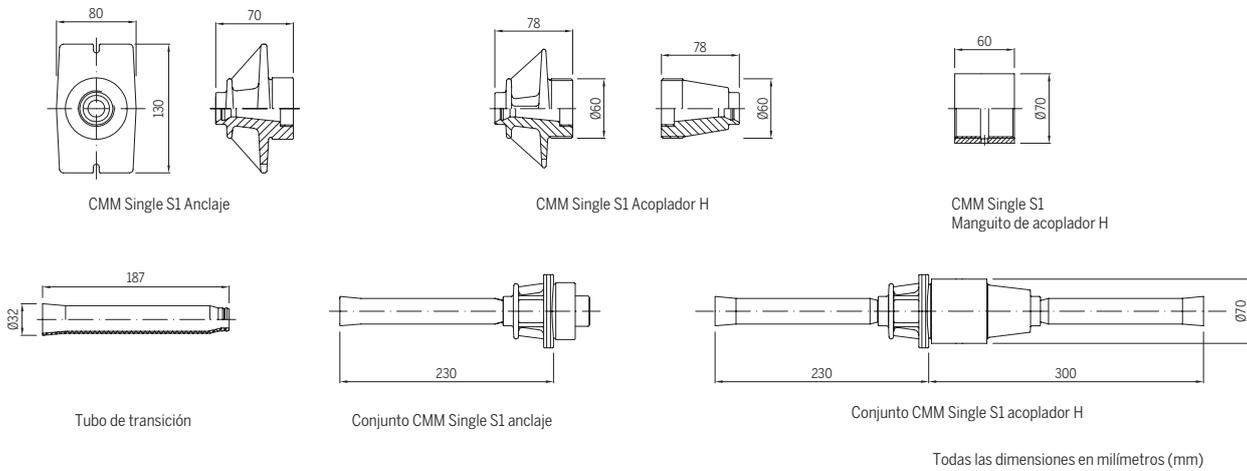
Tabla 29: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMO para cordones **05-100 1860** y **06-150 1860**

| CONA CMO | | | 02 05 | 03 05 | 04 05 | 05 05 | 06 05 | 02 06 | 03 06 | 04 06 | 05 06 | 06 06 |
|--------------------------|---------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Diámetro barra | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Paso de espira | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Número de espiras | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Distancia | E | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Número de ESTRIBOS | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Diámetro barra | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Espaciado | | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Distancia | F | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Dimensiones ext. mín. | B | mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Espaciado central | a_c / b_c | mm | 180/150 | 270/150 | 350/150 | 440/150 | 530/150 | 220/180 | 320/180 | 420/180 | 520/180 | 630/180 |
| Distancia al borde (+ c) | a_e' / b_e' | mm | 90/75 | 135/75 | 175/75 | 220/75 | 265/75 | 110/90 | 160/90 | 210/90 | 260/90 | 315/90 |





Dimensiones y datos técnicos – CONA CMM Single S1



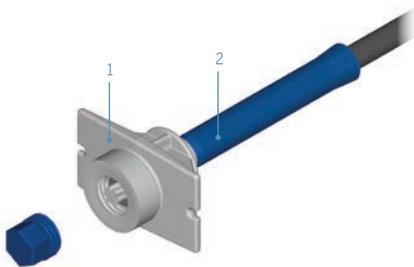
Configuraciones de anclaje y acoplador

Radio de curvatura mínimo

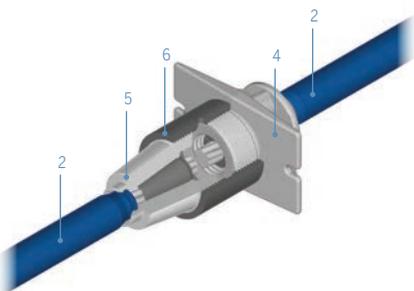
El radio de curvatura mínimo de CONA CMM Single S1 (R_{\min}) es 2,5m. Son posibles radios más pequeños para aplicaciones especiales.

Tabla 30: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMM Single S1 para cordones **06-150** 1.860 y **06C-165** 1.820

| CONA CMM Single S1 | | | 01 06 |
|--------------------------|---------------|-----|-----------|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 24 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 20 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | - |
| Diámetro barra | | mm | - |
| Paso de espira | | mm | - |
| Número de espiras | | | - |
| Distancia | E | mm | - |
| Número de ESTRIBOS | | | 2 |
| Diámetro barra | | mm | 8 |
| Espaciado | | mm | 50 |
| Distancia | F | mm | 55 |
| Dimensiones ext. mín. | A / B | mm | 140 / 100 |
| Espaciado central | a_c / b_c | mm | 180 / 140 |
| Distancia al borde (+ c) | a_e' / b_e' | mm | 70 / 50 |



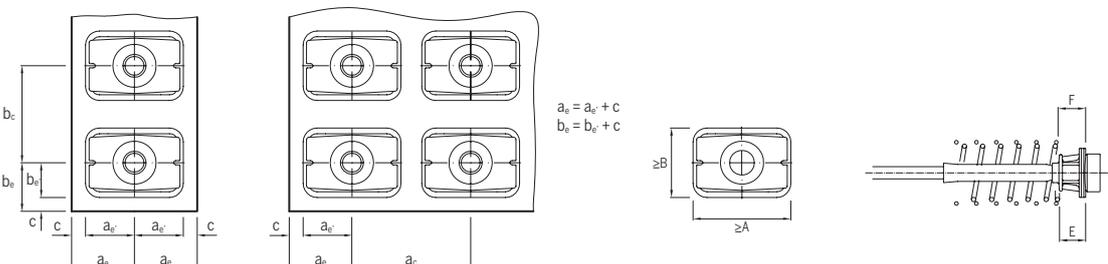
CONA CMM Single S1 Anclaje



CONA CMM Single S1 Acoplador H

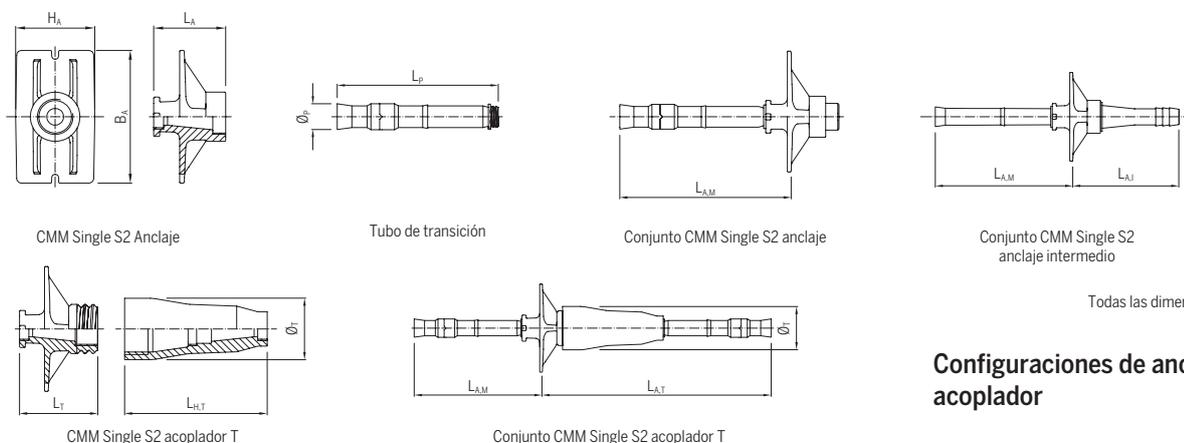
- 1 – Elemento de transferencia de carga
- 2 – Tubo de transición
- 3 – Monocordón
- 4 – Elemento de transferencia de carga de acoplador H
- 5 – Cabezal de acoplador H
- 6 – Cabezal de manguito H

1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se agrega un estribo adicional de tamaño equivalente y el espaciado se reduce a 40 mm. 3) Los estribos pueden sustituirse por hélices rectangulares con diámetro de barra y dimensiones externas idénticos, y un número de vueltas igual al número de estribos más uno. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 12,9/15,3 mm, sección transversal de 100/140 mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860 MPa.



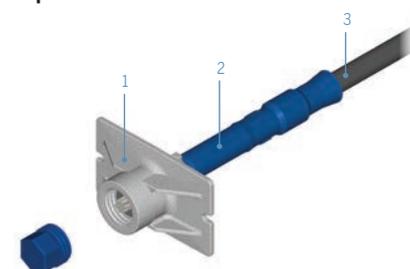


Dimensiones y datos técnicos – CONA CMM Single S2

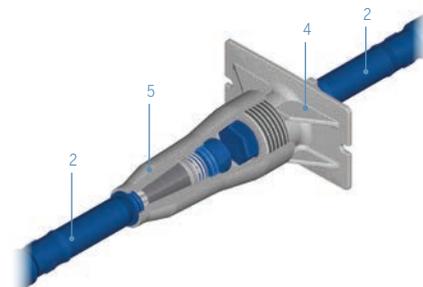


Todas las dimensiones en milímetros (mm)

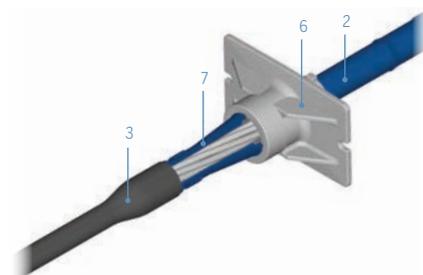
Configuraciones de anclaje y acoplador



CONA CMM Single S2 Anclaje



CONA CMM Single S2 Acoplador T



CONA CMM Single S2 Anclaje intermedio

- 1 – Elemento de transferencia de carga
- 2 – Tubo de transición
- 3 – Monocordón
- 4 – Anclaje de acoplador T
- 5 – Cabezal de acoplador T
- 6 – Anclaje intermedio
- 7 – Tubo de protección

Tabla 31: Dimensiones de componentes de CONA CMM Single S2

| | | Anclajes | | | Tubo de transición / protección | | Acoplador T | | | Conjuntos | | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | H _A | L _A | B _A | L _P | Ø _P | L _T | Ø _T | L _{H,T} | L _{A,M} | L _{A,I} | L _{A,T} |
| 01 05 | mm | 63 | 56 | 120 | 150 | 26 | 67 | 55 | 138 | 168 | – | 292 |
| 01 05 intermedio | mm | | | | 114 | 24 | – | – | – | | 135 | – |
| 01 06 | mm | 80 | 73 | 135 | 186 | 30 | 84 | 63 | 153 | 208 | – | 356 |
| 01 06 intermedio | mm | | | | 124 | 28 | – | – | – | | 158 | – |

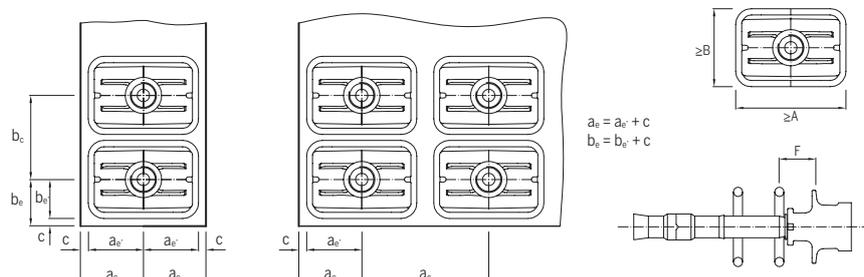
Radio de curvatura mínimo

El radio de curvatura mínimo es 2,0m para aplicaciones adherentes. Para aplicaciones mono-cordón, el radio de curvatura mínimo es 2,5m.

Tabla 32: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMM Single S2 para cordones 05-100 1860 y 06-150 1860.

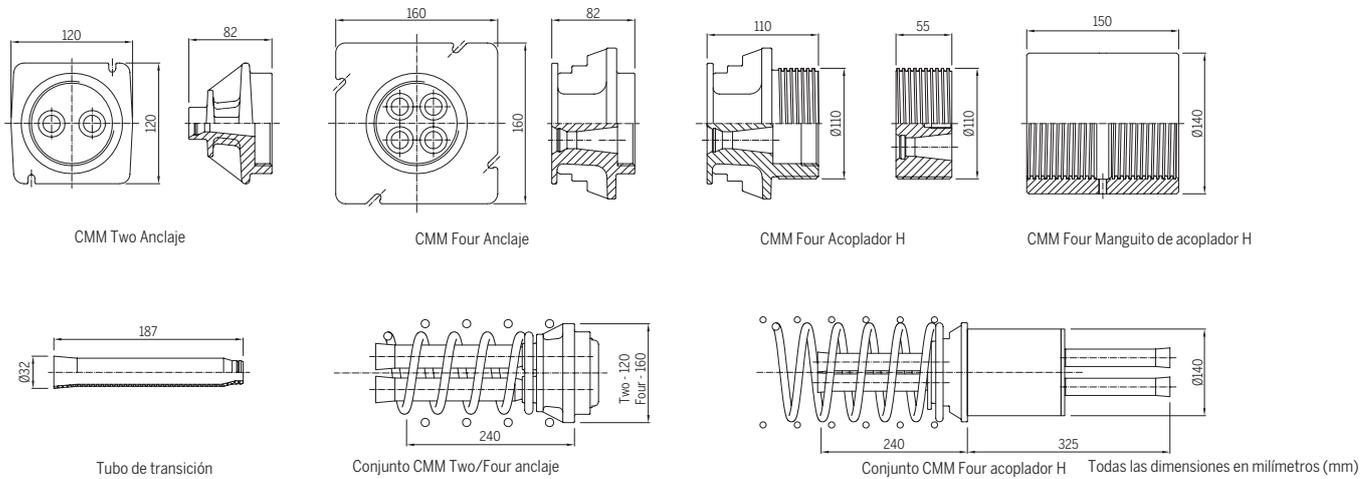
| CONA CMM Single S2 | | | 01 05 | | 01 06 | |
|--------------------------|---------------------------------|-----|----------|-----------|-----------|-----------|
| Resistencia cubo | f _{cm,0} | MPa | 22 | 23 | 22 | 23 |
| Resistencia cilindro | f _{cm,0} | MPa | 18 | 19 | 18 | 19 |
| Número de ESTRIBOS | | | 2 | | 2 | |
| Diámetro barra | | mm | 8 | | 10 | |
| Espaciado | | mm | 40 | | 45 | |
| Distancia | F | mm | 40 | | 40 | |
| Dimensiones ext. mín. | A / B | mm | 145 / 75 | | 155 / 85 | |
| Espaciado central | a _c / b _c | mm | 165 / 95 | 220 / 140 | 175 / 105 | 235 / 150 |
| Distancia al borde (+ c) | a _e / b _e | mm | 73 / 38 | 100 / 60 | 78 / 43 | 108 / 65 |

También se aplican las notas al pie de la tabla 30.

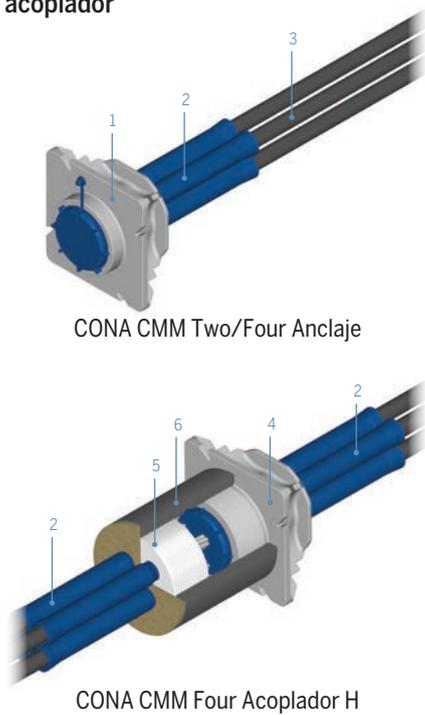




Dimensiones y datos técnicos - CONA CMM Two/Four



Configuraciones de anclaje y acoplador



- 1 – Elemento de transferencia de carga
- 2 – Tubo de transición
- 3 – Monocordón
- 4 – Elemento de transferencia de carga de acoplador H
- 5 – Cabezal de acoplador H
- 6 – Cabezal de manguito H

Radio de curvatura mínimos

En la tabla 33 se muestran los radios de curvatura mínimos del tendón (R_{min}) según el tipo de tendón. Son posibles radios más pequeños para aplicaciones especiales.

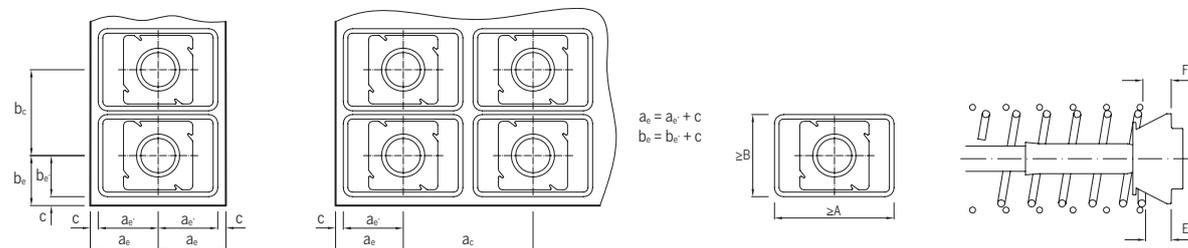
Tabla 33: Radios de curvatura mínimos de CONA CMM Two/Four

| Número de cordones | R_{min} |
|--------------------|-----------|
| n | m |
| 02 06 | 3.5 |
| 04 06 | 3.5 |

Tabla 34: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMM Two/Four para cordones 06-150 1.860 y 06C-165 1.820

| CONA CMM Two/Four | | | 02 06 | 04 06 |
|--------------------------|---------------|-----|-----------|-----------|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 24 | 24 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 20 | 20 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | 100 | 160 |
| Diámetro barra | | mm | 10 | 12 |
| Paso de espira | | mm | 40 | 50 |
| Número de espiras | | | 4 | 5 |
| Distancia | E | mm | 50 | 45 |
| Número de ESTRIBOS | | | 4 | 6 |
| Diámetro barra | | mm | 10 | 10 |
| Espaciado | | mm | 50 | 55 |
| Distancia | F | mm | 25 | 53 |
| Dimensiones ext. mín. | A / B | mm | 180 / 130 | 260 / 180 |
| Espaciado central | a_c / b_c | mm | 200 / 150 | 300 / 220 |
| Distancia al borde (+ c) | a_e' / b_e' | mm | 90 / 65 | 130 / 90 |

1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se agrega un estribo adicional de tamaño equivalente y el espaciado se reduce a 40 mm. 3) Los estribos pueden sustituirse por hélices rectangulares con diámetro de barra y dimensiones externas idénticas, y un número de vueltas igual al número de estribos más uno. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 15,3 mm, sección transversal de 140 mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860 MPa.

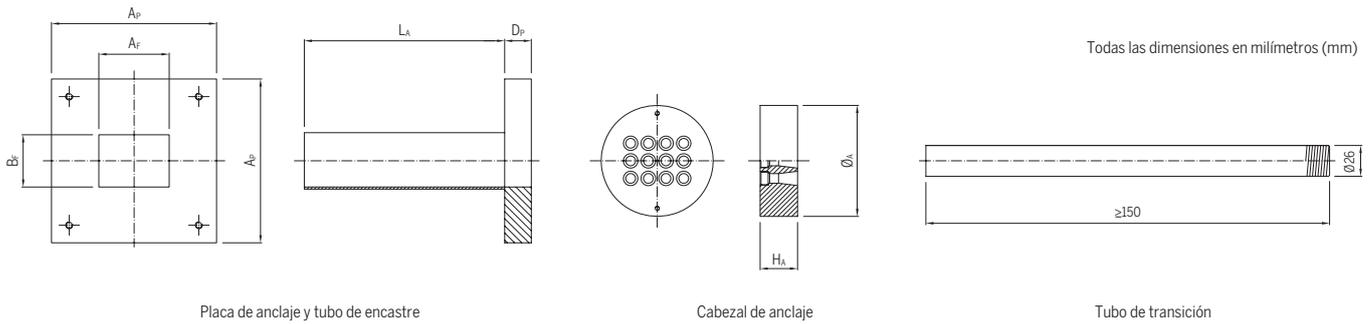




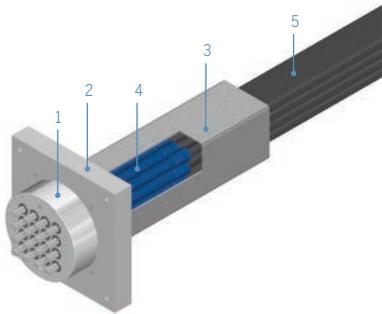
Dimensiones y datos técnicos – CONA CMB

Tabla 35: Dimensiones de componentes de CONA CMB

| Número de cordones | | | | 01 x 01 06 | 01 x 02 06 | 02 x 02 06 | 03 x 02 06 | 01 x 04 06 | 02 x 04 06 | 03 x 04 06 | 04 x 04 06 |
|-------------------------------------|---------------|------------------|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Cabezal de anclaje | Diámetro | \varnothing_A | mm | 60 | 100 | 110 | 160 | 180 | 180 | 200 | 210 |
| | Altura | H_A | mm | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 |
| Placa de anclaje y tubo de encastre | Longitud lado | $A_p \times A_p$ | mm | 80 | 120 | 160 | 200 | 230 | 230 | 270 | 310 |
| | Grosor | D_p | mm | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 40 | 50 |
| | Abertura | $A_f \times B_f$ | mm | 34 x 34 | 64 x 34 | 64 x 64 | 64 x 104 | 134 x 34 | 134 x 64 | 134 x 104 | 134 x 134 |
| | Longitud mín. | L_A | mm | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |

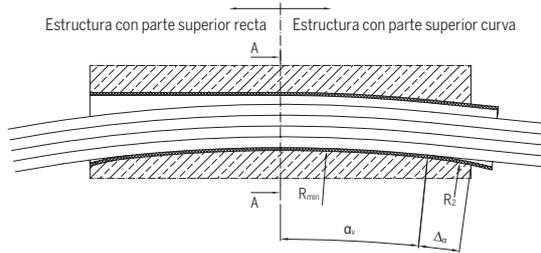


Configuración del anclaje

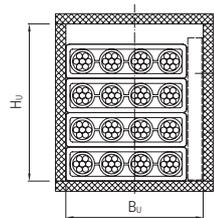


CONA CMB SP Anclaje

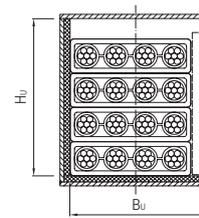
- 1 – Cabezal de anclaje
- 2 – Placa cuadrada
- 3 – Tubo de encastre
- 4 – Tubo de transición
- 5 – Haz de bandas de cordones



Dimensiones críticas en desviador/brida
* = $R_2 < R_{min}$



Sección A-A
Desviador/brida de plástico



Sección A-A
Desviador/brida de acero

Radios de curvatura mínimos

En la tabla 36 se indican los radios de curvatura mínimos del tendón (R_{min}) para una fuerza de pretensado de $0,85F_{p0,1}$, un grosor del revestimiento interior de 1,75mm y un radio de curvatura en torno al segundo eje perpendicular de $R_H \geq 10m$. Son posible otros radios para aplicaciones especiales u otros tipos de cordones previa consulta y aprobación del titular de la ETE.

Tabla 36: Radios de curvatura mínimos de CONA CMB y dimensiones de la brida

| Configuración en bandas | Bandas | Número de cordones | R_{min} | | | Ancho mín. B_u mm | Altura mín. H_u mm |
|-------------------------|--------|--------------------|-----------|---------|----------|---------------------------|----------------------------|
| | | | n06-140 | n06-150 | n06C-165 | | |
| | | | m | | | | |
| 01 x 01 06 | 1 | 01 06 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 35 | 40 |
| 01 x 02 06 | 1 | 02 06 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 70 | 40 |
| 02 x 02 06 | 2 | 04 06 | 2.8 | 3.0 | 2.2 | 70 | 70 |
| 03 x 02 06 | 3 | 06 06 | 4.2 | 4.5 | 3.4 | 70 | 100 |
| 01 x 04 06 | 1 | 04 06 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 110 | 40 |
| 02 x 04 06 | 2 | 08 06 | 2.8 | 3.0 | 2.2 | 110 | 70 |
| 03 x 04 06 | 3 | 12 06 | 4.2 | 4.5 | 3.4 | 110 | 100 |
| 04 x 04 06 | 4 | 16 06 | 5.6 | 6.0 | 4.5 | 110 | 130 |

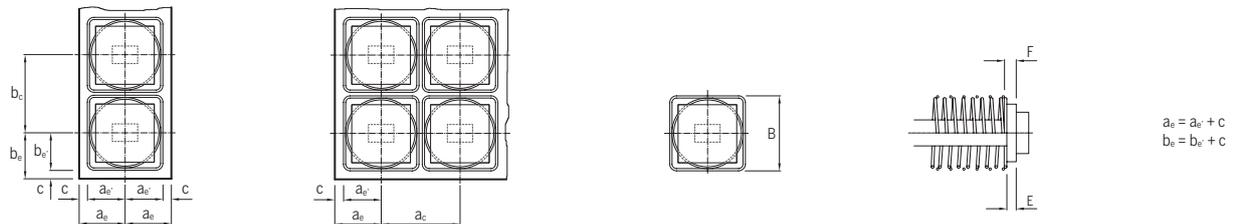


Requisitos de espaciado y refuerzo - CONA CMB

Tabla 37: Requisitos de espaciado y refuerzo local de la zona de anclaje CONA CMB SP para cordones **06-150** 1.860 y **06C-165** 1.820

| CONA CMB SP n06 | | | 01 06 | 02 06 (1 x 2) | 04 06 (2 x 2) | 06 06 (3 x 2) | 04 06 (1 x 4) | 08 06 (2 x 4) | 12 06 (3 x 4) | 16 06 (4 x 4) |
|--------------------------|---------------|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Resistencia cubo | $f_{cm,0}$ | MPa | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Resistencia cilindro | $f_{cm,0}$ | MPa | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| Diámetro ext. HÉLICE | | mm | - | - | 180 | 210 | 210 | 260 | 320 | 380 |
| Diámetro barra | | mm | - | - | 10 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 |
| Paso de espira | | mm | - | - | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Número de espiras | | | - | - | 5 | 5 | 6 | 6 | 6.5 | 7 |
| Distancia | E | mm | - | - | 25 | 30 | 30 | 30 | 40 | 50 |
| Número de ESTRIBOS | | | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| Diámetro barra | | mm | 12 | 12 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Espaciado | | mm | 40 | 40 | 55 | 70 | 70 | 70 | 65 | 70 |
| Distancia | F | mm | 30 | 35 | 45 | 50 | 50 | 50 | 60 | 70 |
| Dimensiones ext. mín. | A = B | mm | 90 | 140 | 200 | 240 | 230 | 275 | 340 | 400 |
| Espaciado central | $a_c = b_c$ | mm | 115 | 160 | 220 | 260 | 250 | 290 | 370 | 420 |
| Distancia al borde (+ c) | $a_e' = b_e'$ | mm | 50 | 70 | 100 | 120 | 115 | 135 | 180 | 200 |

1) Si se requieren espaciados centrales y distancias al borde más pequeños, consulte la página 42 para obtener orientación sobre la reducción espacial. 2) Todos los refuerzos helicoidales y de estribo deben ser de acero de refuerzo estriado de grado 500 MPa. También puede usarse acero de grado 460 MPa si se coloca un estribo adicional de tamaño equivalente en la misma longitud de la zona de anclaje. Los espaciados indicados para los estribos deberán reducirse en correspondencia. 3) El diámetro de barra de 14 mm puede sustituirse por 16 mm. 4) También pueden utilizarse cordones de pretensado con diámetro nominal de 15,3mm, sección transversal de 140 mm² o con características de resistencia a la tracción inferiores a 1860 MPa.



Notación, unidades y referencias

| List of Notations | | |
|-------------------|----------------------|--|
| A | [mm] | Dimensiones exteriores horizontales mínimas del refuerzo adicional |
| A_{gt} | [%] | Elongación máxima con fuerza máxima del acero pretensado |
| A_c | [mm ²] | Área mínima del hormigón en la zona local |
| A_p | [mm ²] | Área nominal de sección transversal del acero pretensado |
| a_c | [mm] | Espaciado central horizontal mínimo |
| a_c | [mm] | Espaciado central horizontal mínimo reducido (regla del 15%) |
| a_e | [mm] | Distancia al borde horizontal mínima |
| a_e | [mm] | Distancia al borde horizontal mínima sin cubierta |
| B | [mm] | Dimensiones exteriores verticales mínimas del refuerzo adicional |
| b_c | [mm] | Espaciado central vertical mínimo |
| b_c | [mm] | Espaciado central vertical mínimo reducido (regla del 15%) |
| b_e | [mm] | Distancia al borde vertical mínima |
| b_e | [mm] | Distancia al borde vertical mínima sin cubierta |
| c | [mm] | Cubierta de hormigón |
| d | [mm] | Diámetro nominal de cordón |
| d_i | [mm] | Diámetro interior de vaina, también pueden indicarse las dimensiones de eje mayor y menor para vainas planas |
| d_o | [mm] | Diámetro exterior de vaina, también pueden indicarse las dimensiones de eje mayor y menor para vainas planas |
| E | [mm] | Distancia de caja inferior de hélice a placa de anclaje |
| E_p | [MPa] | Módulo de elasticidad del acero pretensado |
| e | [mm] | Excentricidad del tendón |
| F | [mm] | Distancia de refuerzo adicional a placa de anclaje |
| f | [-] | Grado de llenado |
| $f_{ck,cube}$ | [MPa] | Resistencia a la compresión característica del hormigón (espécimen cúbico) |
| $f_{ck,cylinder}$ | [MPa] | Resistencia a la compresión característica del hormigón (espécimen cilíndrico) |
| $f_{cm,cube}$ | [MPa] | Resistencia a la compresión media del hormigón (espécimen cúbico) |
| $f_{cm,cylinder}$ | [MPa] | Resistencia a la compresión media del hormigón (espécimen cilíndrico) |
| $f_{cm,0}$ | [MPa] | Resistencia a la compresión media del hormigón en el momento de pretensado completo |
| f_{pk} | [MPa] | Resistencia a la tracción característica máxima del acero pretensado |
| F_{pk} | [kN] | Valor característico de fuerza máxima del tendón |
| $f_{p0,1}$ | [kN] | Valor característico de tensión de prueba de 0,1% del tendón |
| $F_{p0,1}$ | [kN] | Valor característico de fuerza de prueba de 0,1% del tendón |
| $F_{pm,0}$ | [kN] | Fuerza de pretensado del tendón |
| f_{pp} | [MPa] | Límite de proporcionalidad del acero pretensado |
| F_o | [kN] | Fuerza de pretensado en $x = 0$ m |
| f_R | [-] | Factor de conversión de cordón de 1860 MPa a cordón de 1770 MPa |
| F_x | [kN] | Fuerza de pretensado a una distancia x a lo largo del tendón |
| G.C.D. | [mm] | Centro de gravedad de la vaina |
| G.C.S. | [mm] | Centro de gravedad de los cordones |
| k | [rad/m] | Coefficiente de balanceo |
| k_{as} | [m ⁻¹] | Coefficiente de balanceo equivalente (normas estadounidenses) |
| K_f | [-] | Factor de estabilidad |
| L_{min} | [mm] | Longitud recta mínima |
| M | [kg/m] | Masa por metro del acero pretensado |
| n | [-] | Número de cordones en un tendón |
| OD_{Helix} | [mm] | Diámetro exterior de la hélice |
| $p_{R,max}$ | [kN/m] | Presión de contacto máxima entre cordones de pretensado, vaina y hormigón |
| R_b | [m] | Radio de curvatura mínimo para proteger el cordón de tensiones de pliegue excesivas |
| R_{min} | [m] | Radio de curvatura mínimo |
| t_{min} | [mm] | Grosor mínimo de la pared de la vaina |
| x | [m] | Distancia a lo largo del tendón desde el punto donde la fuerza de pretensado es igual a F_0 |
| α | [rad] | Suma de desplazamientos angulares a una distancia x |
| μ | [rad ⁻¹] | Coefficiente de rozamiento |

Notación, unidades y referencias

Lista de unidades

| | |
|-----------------|--|
| kg | kilogramo (1 kg = 1000 gramos) |
| in. | pulgada (1 pulg. = 25,4 mm) |
| m | metro |
| mm | milímetro |
| mm ² | milímetro cuadrado |
| Pa | Pascal (1 N/m ²) |
| MPa | megapascal (1 MPa = 1 N/mm ²) |
| N | Newton [kg · m · s ⁻²] (1 kg ≙ 9,81 N) |
| kN | kilonewton (1 kN = 1000 N) |
| rad | radián (2@ = 360 grados) |
| s | segundo |

Directrices

| | |
|------------------|--|
| EAD16 (ETAG 013) | Documento de Evaluación Europea de los kits de postesado para el pretensado de estructuras |
| fib Bulletin 75 | Vainas de plástico corrugado para postesado interior adherente |

Normas

| | |
|--------------------------|--|
| EN 206-1+A1+A2 (06.2005) | Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad. |
| EN 445 (10.2007) | Lechadas para tendones de pretensado. Métodos de ensayo. |
| EN 446 (10.2007) | Lechadas para tendones de pretensado. Procedimientos de inyección de lechadas. |
| EN 447 (10.2007) | Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes. |
| EN 523 (08.2003) | Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, requisitos, control de calidad. |
| EN 1561 (06.1997) | Fundición. Fundición gris. |
| EN 1563+A1+A2 (07.2005) | Fundición. Fundición de grafito esferoidal. |
| EN 1992-1-1+AC (01.2008) | Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación. |
| EN 10025-2+AC (06.2005) | Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados. |
| EN 10083-1 (08.2006) | Aceros para temple y revenido. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro de aceros especiales. |
| EN 10083-2 (08.2006) | Aceros para temple y revenido. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados. |
| EN 10084 (04.2008) | Aceros para cementar. Condiciones técnicas de suministro. |
| EN 10204 (10.2004) | Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección. |
| EN 10210-1 (04.2006) | Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado y de grano fino. – Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. |
| EN 10216-1+A1 (03.2004) | Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. – Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente. |
| EN 10217-1+A1 (01.2005) | Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. – Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente. |
| EN 10219-1 (04.2006) | Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. – Parte 5 1: Condiciones técnicas de suministro. |
| EN 10255 (04.2007) | Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro. |
| EN 10270-1 (04.2001) | Alambres de acero para muelles mecánicos. Parte 1: Alambres para muelles de acero no aleado, patentado, estirados en frío. |
| EN 10277-2 (03.2008) | Productos calibrados de acero. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Aceros de uso general. |
| EN 10305-5 (01.2010) | Tubos de acero para aplicaciones de precisión. Condiciones técnicas de suministro. – Parte 5: Tubos soldados y calibrados en frío de sección cuadrada y rectangular. |
| EN 12201 (03.2003) | Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE). |
| EN ISO 1872-1 (05.1999) | Plásticos. Materiales de polietileno (PE) para moldeo y extrusión. – Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones (ISO 2872-1:1993). |
| EN ISO 1874-1 (09.2000) | Plásticos. Materiales de poliamida (PA) para moldeo y extrusión. Parte 1: Designación (ISO 1874-1:1992). |
| prEN 10138-3 (08.2009) | Aceros de pretensado. Parte 3: Cordones. |
| CWA 14646 (01.2003) | Requisitos para la instalación de kits de postesado para el pretensado de estructuras y certificación de la empresa especializada y su personal. |
| DIN 1045-1 | Normas alemanas: Diseño de estructuras de hormigón armado y pretensado. |
| SIA 262 | Normas suizas: Estructuras de hormigón. |
| AS/NZS 4672.1:2007 | Normas australianas: Materiales de pretensado de acero. Parte 1: Requisitos generales. |
| ASTM A416 | Especificaciones estándar para cordones de acero de siete alambres sin revestir para hormigón pretensado. |





Y para terminar...

Si ha llegado a esta página, no tendrá ninguna duda acerca de nuestro compromiso con la mejor tecnología y de nuestro entusiasmo por llevar a cabo nuestros proyectos.

A lo largo de nuestras siete décadas de experiencia, la tecnología de BBR se ha aplicado a miles de estructuras en todo el mundo y, en el proceso, hemos seguido perfeccionando y ampliando nuestra gama de productos. Como resultado, podemos ofrecer la mejor tecnología disponible: el sistema BBR VT CONA CMX.

Sin embargo, la tecnología no evoluciona por sí sola. En todos estos años, hemos tenido la fortuna de contar con algunos de los mejores ingenieros del sector. La reputación de BBR se ha sustentado en su dedicación, y así sigue siendo en la actualidad.

Nuestra consolidada red mundial se apoya en el desarrollo de grandes estructuras por parte de nuestro Equipo de proyectos especiales, que ayudará en la tarea de especificación y suministro de los sistemas necesarios. De este modo, el conocimiento local se combina con la competencia internacional para llevar a cabo todos los proyectos: ya sean de mayor o menor envergadura, siempre cumplen su propósito y destacan por su excelencia técnica.



BBR VT International Ltd
Ringstrasse 2
8603 Schwerzenbach (ZH)
Switzerland

Tel +41 44 806 80 60
Fax +41 44 806 80 50

www.bbrnetwork.com
info@bbnetwork.com

BBR VT International Ltd
Technical Headquarters and Business Development Centre
Switzerland

BBR A Global Network of Experts
www.bbrnetwork.com