

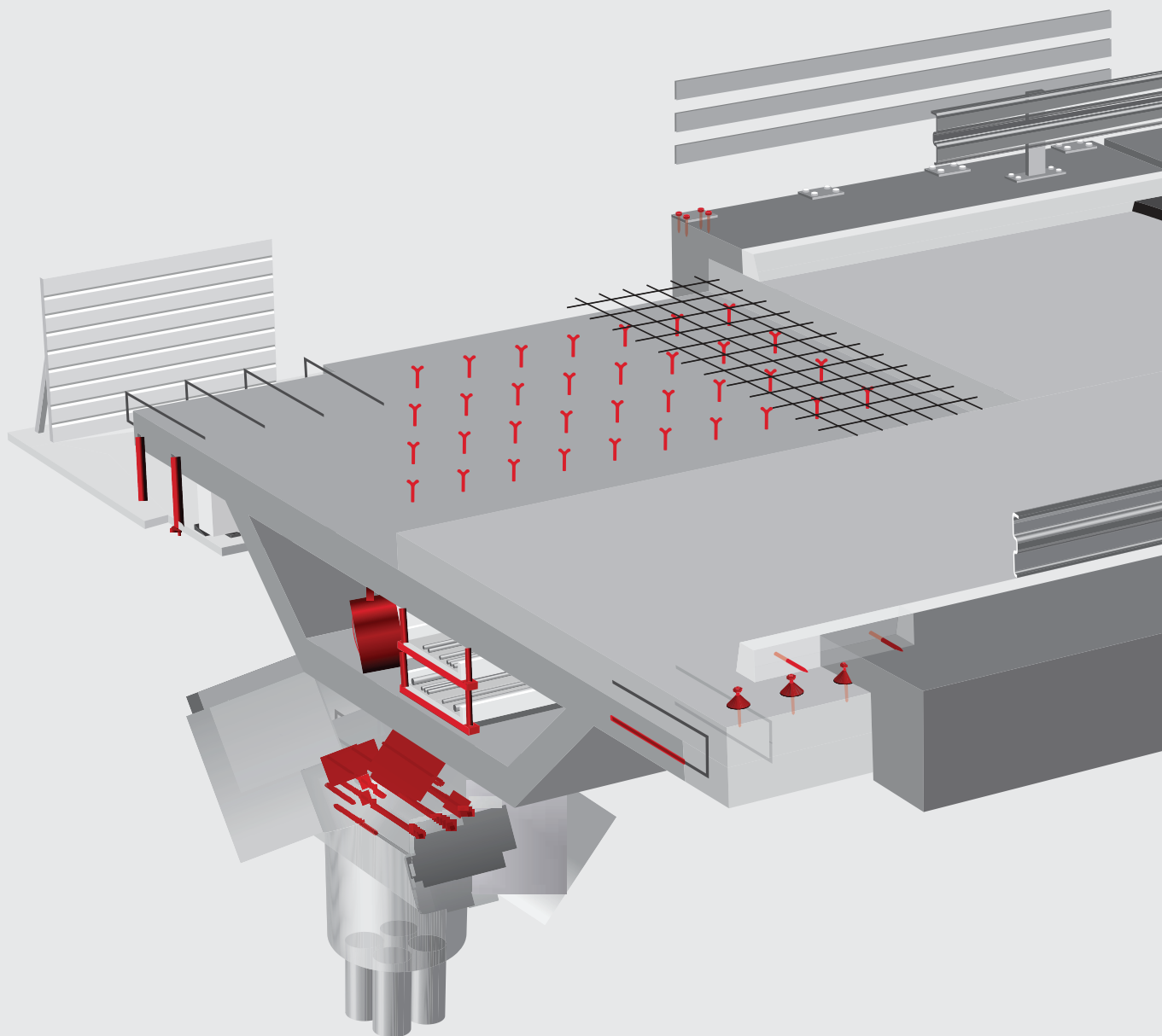
HILTI

**Manual de
Aplicaciones Hilti
para Puentes**



**Soluciones a medida
para Puentes**

Hilti. Superando expectativas.

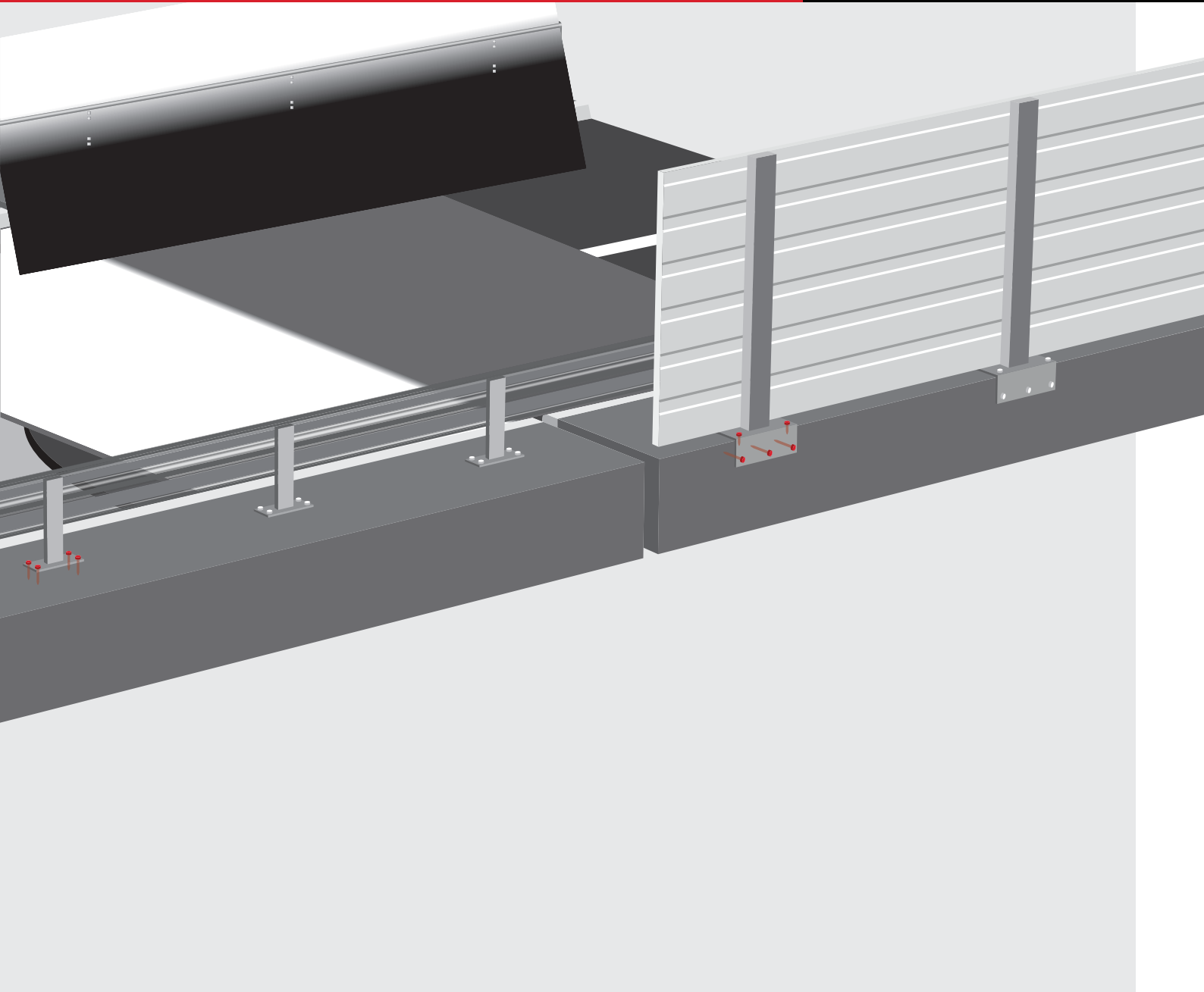


Refuerzo y rehabilitación de estructuras

- Anclaje de barras corrugadas Pag. 4 – 7
- Recrecido de hormigón – Conectores HCC Pag. 8 – 9
- Anclaje de vigas de borde Pag. 10
- Anclaje de bordillos Pag. 11
- Extracción de testigos en hormigón en obras de rehabilitación Pag. 12

Equipamiento de puentes

- Fijación de lámina drenante al muro Pag. 13
- Pantallas antirruído Pag. 14 – 15
- Barreras de impacto Pag. 16 – 17
- Pasamanos, postes y pórticos Pag. 18 – 19
- Juntas de dilatación Pag. 20
- Reductores de velocidad Pag. 21



Drenaje y sistemas de tuberías

- Drenaje del puente
- Soportación de estructuras para servicios (agua, gas, telecomunicaciones, electricidad...)

Pag. 22 – 23

Pag. 22 – 23

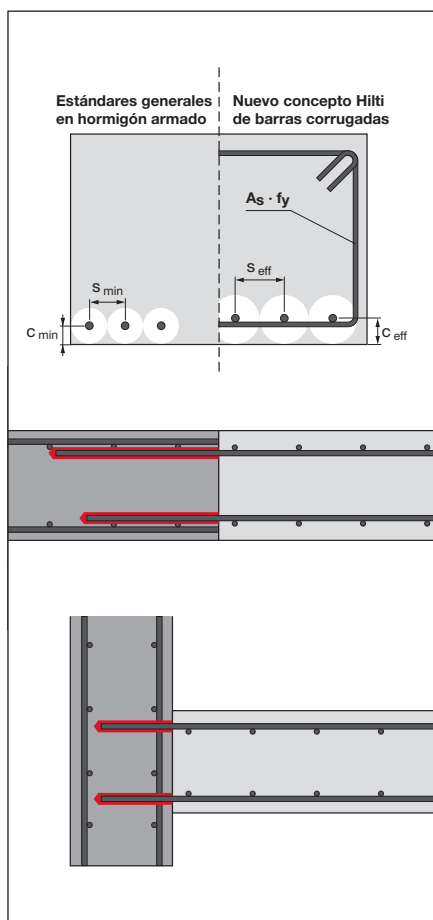
Competencia especializada

- Fijaciones sometidas a cargas dinámicas (impacto, fatiga, vibración)
- Aceros especiales y con alta durabilidad frente a la corrosión

Pag. 24 – 25

Pag. 26 – 27

Como embebido. Conexiones de barras corrugadas a posteriori.



El reto de la aplicación

Hoy en día, gracias a las resinas inyectables Hilti HIT, la ejecución de conexiones estructurales entre secciones de hormigón nuevo y antiguo, no presenta gran dificultad. El principio es exactamente el mismo que en estructuras de hormigón armado convencional, donde las barras corrugadas se solapan o van ancladas en prolongación recta hasta una profundidad suficiente, para conseguir su agotamiento hasta límite elástico.

Solape de de barras corrugadas a posteriori

La longitud de solape requerida al empalmar armaduras, viene determinada, entre otros factores, por la capacidad del hormigón circundante. Para superar las condiciones especiales de la técnica de conexión a posteriori, Hilti ha desarrollado un nuevo concepto de diseño más avanzado, que tiene en cuenta la distancia real y el recubrimiento a bordes de las armaduras, así como la influencia del armado transversal (estribos, malla...). Todos estos factores condicionan la rotura por cono o splitting del hormigón.

Conexiones en prolongación recta

Con las resinas de la familia Hilti HIT, es posible diseñar conexiones de barras corrugadas a posteriori en prolongación recta, de acuerdo a los principios generales del diseño de estructuras de hormigón armado. Si bien, debido a sus elevados valores de tensión de adherencia, se puede pensar en una posible reducción de la profundidad de empotramiento.

No obstante, la fijación de anclajes con poco empotramiento debe poner en juego ineludiblemente la resistencia a tracción del hormigón – lo cual en principio puede parecer inusual en el campo del hormigón armado. Para tratar todos los aspectos de las fuerzas relevantes y las condiciones a tener en cuenta, Hilti amplía esta teoría para permitir el ajuste a posteriori de las armaduras a profundidades diferentes que las embebidas.



Hilti HIT: potencia de inyección

La calidad de conexión efectuada con armaduras a posteriori con resina, no sólo viene determinada por las características del producto empleado, sino también por las condiciones de ejecución y puesta en obra.

En este sentido es preciso notar que la inyección de taladros horizontales de gran diámetro y profundidad no está exenta de dificultades si no se cuenta con una resina y unos accesorios de inyección adecuados.

Con el sistema completo de inyección Hilti HIT, no es problema asegurar la calidad de anclaje de armaduras de hasta 40 mm en profundidades superiores a 3 metros. Para ello, Hilti pone a su disposición una gama completa de aplicaciones, como el Hilti HIT P8000D de uso con aire comprimido, para cartuchos de gran capacidad (1400 ml), asegurando una inyección sin esfuerzo, una correcta mezcla de los componentes y un control de la cantidad de resina inyectada en cada aplicación.

A todo esto se une una completa gama de accesorios para todos los diámetros, tales como prolongadores, pistones de repulsión y cepillos de limpieza.

Alta exigencia en conexiones estructurales

A diferencia de los anclajes ligeros usados en la construcción de edificios, las estructuras de puentes deben ser capaces de soportar cargas dinámicas durante toda su vida útil.

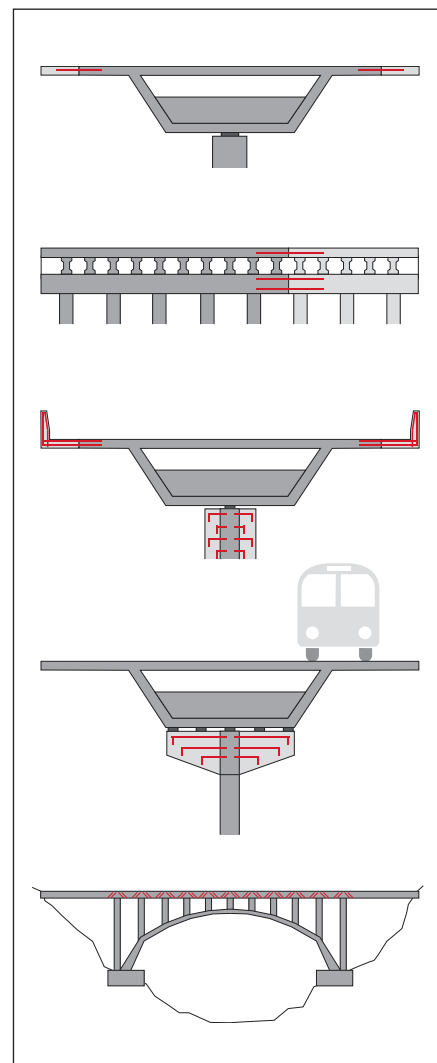
El sistema Hilti HIT cumple todos los estándares de calidad tras superar todas las pruebas de cargas a largo plazo y fatiga.

A parte de las excelentes propiedades mecánicas de las resinas Hilti HIT, es preciso destacar su resistencia ante agentes químicos (álcalis, gasolina, gas-oil, aceite), su gran durabilidad y la protección frente a la corrosión que proporcionan a las armaduras.

Refuerzo frente a esfuerzos cortantes

A la hora de ensanchar el tablero de un puente, surge la pregunta de cómo transmitir las cargas adicionales a la estructura principal.

Mediante la aplicación de la técnica de conexión de corrugados a posteriori, Hilti ha desarrollado un sistema para conseguir un refuerzo eficaz a cortante y punzonamiento.



Transmisión de cargas a grandes profundidades. Resina inyectable de alta adherencia Hilti HIT.



Sistema Ferroskan PS 200



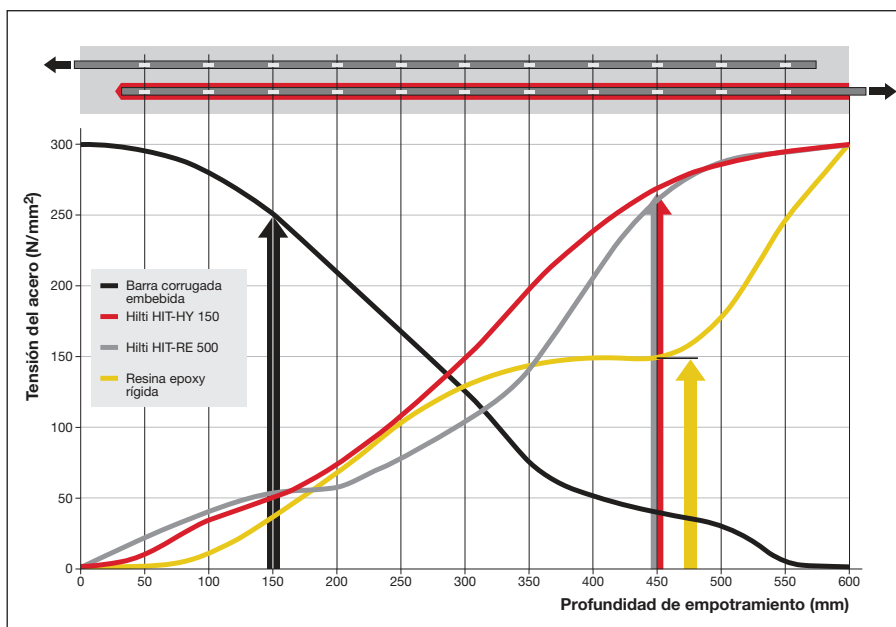
HIT P 8000 D
dispensador neumático



HIT-RE 500 injection mortar

Óptimas características resistentes

Sólo un sistema perfectamente equilibrado, puede asegurar que una barra corrugada conexcionada a posteriori se comporte como embebida.



En el diagrama se aprecia claramente la efectividad de las resinas inyectables de alta adherencia HIT-HY 150 MAX y HIT-RE 500 en comparación con las resinas convencionales. Las cargas son absorbidas por el hormigón u otras barras solapadas existentes, de manera equilibrada, sin picos de tensión, que es la forma óptima de transmisión de cargas.

Por tanto, la transferencia de carga mediante HIT-HY 150 MAX y HIT-RE 500 es comparable a una conexión embebida.



Fiabilidad de la protección frente a la corrosión

Muchas resinas sintéticas, son ácidas por naturaleza, lo que contrasta con la alta alcalinidad del agua contenida en los poros del hormigón. Esto significa que no proporcionan ninguna protección inherente a la corrosión a largo plazo.

La resina inyectable de alta adherencia Hilti HIT-HY 150 MAX y HIT-RE 500 solucionan este problema de dos maneras diferentes:

Hilti HIT-HY 150 MAX:

Es un sistema mixto (HY), cuyo mortero contiene componentes orgánicos (la resina sintética y un endurecedor) así como inorgánicos (cemento, agua y arena de cuarzo).

Este sistema, por un lado aprovecha las características de curación rápida de la resina sintética, y por otro se beneficia también del comportamiento a largo plazo, la porosidad y la permeabilidad proporcionada por el cemento empleado. En términos de comportamiento a corrosión, Hilti HIT-HY 150 MAX efectúa una pasivación de la nueva barra corrugada a colocar. Así, la protección frente a la corrosión es idéntica a la que proporciona el hormigón a una barra embebida convencional.

Hilti HIT-RE 500:

Tiene una base de resina epoxy y también un cemento, que entre otras cosas, hace elevar el nivel de pH.

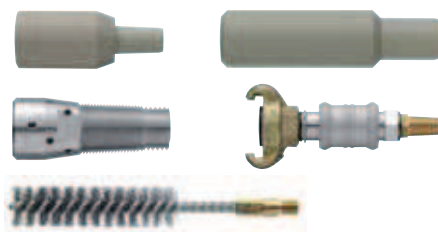
Comparado con el hormigón, la resina es muy densa e impermeable, lo que protege a las barras de la corrosión, demostrándose que el grado de protección proporcionado es mayor que en barras embebidas.



TE 70-ATC martillo combinado



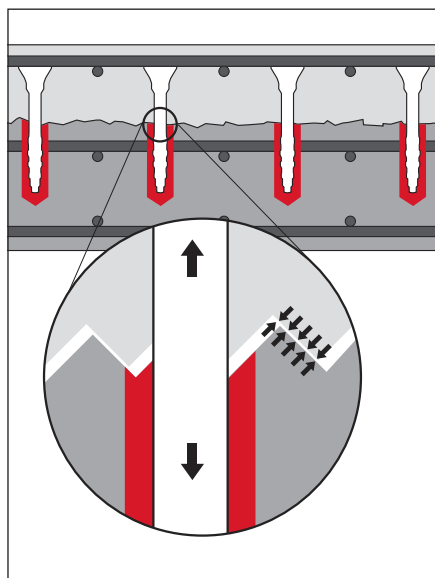
HIT Rebar kit



Accessories for hole cleaning and mortar injection



Trabajo conjunto.
Porque las fuertes alianzas crean beneficios.



Shear transfer through tension in fastener and diagonal surface compression



HCC-B concrete connector

El reto de la aplicación

En muchos casos, existen infraestructuras de transporte en países industrializados que tienen más de 30 años. Desde un punto de vista técnico, ya han alcanzado el final de su vida útil para el que fueron diseñados.

Refuerzo de estructuras mediante recrecidos de hormigón

La adición de recrecidos de hormigón fuertemente armado, es hoy por hoy, el método preferido a la hora de incrementar la sección transversal, y aumentar el canto debido al aumento de cargas tanto de tráfico como de barreras.

Cuando la eficacia es importante

Una nueva capa de hormigón se vincula a la losa existente, proporcionando así una rigidez adicional, mayor capacidad de carga y una esperanza de vida más larga.

Un puente existente, puede ser ensanchado, reforzado y llevado hasta el último estado técnico con sólo el 30-40% del coste de una nueva estructura.

Diseño monolítico

El recrecido de hormigón en puentes tiene generalmente un espesor de entre 100-160 mm.

Para tener en cuenta esta altura adicional, se debe asegurar el comportamiento monolítico de la estructura.

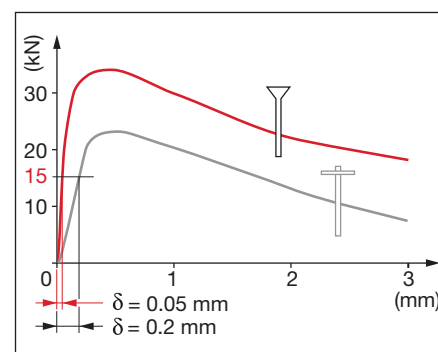


Fuerza de unión. Alíate con el conectador Hilti HCC-B.

Transmisión de esfuerzos cortantes a través de fuerzas de tracción

Como las uniones bajo cortante pueden requerir la absorción de grandes fuerzas, particularmente en los bordes y en las uniones en hormigón, la transferencia del esfuerzo cortante, se consigue aumentando la rugosidad del hormigón ($RT > 3 \text{ mm}$).

Debido a la rugosidad de la junta, se produce un cabalgamiento de un lado sobre otro, lo que traduce los esfuerzos de corte en fuerzas predominantemente de tracción en los conectadores, que es la dirección donde el comportamiento es más rígido. A mayor rigidez del conectador, más alta es la contribución al sistema.



Alta rigidez del conectador debido a la optimización geométrica de la cabeza



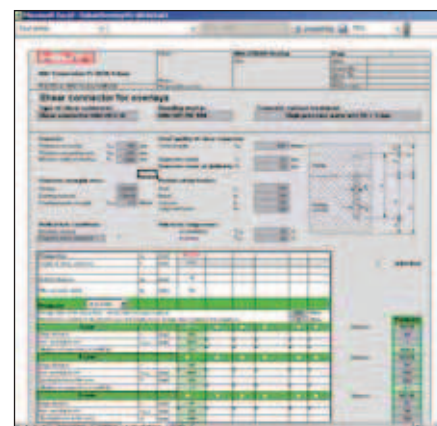
Hilti HCC-B, conectador a cortante

- Inyección interna (para un apropiado relleno del taladro, incluso si están rellenos de agua).
- El rozamiento existente entre el conectador y la pared del taladro: permite ajustar este último, permaneciendo en la posición que queramos debido a la fricción existente, lo que permite las variaciones de cota necesarias.
- Conectores con cabeza radialmente simétrica: la dirección de los esfuerzos cortantes es irrelevante.

El conectador actúa como un lazo que mantiene el esfuerzo donde debería ser incluso después del vertido de hormigón.

El sistema de conectadores HCC-B se complementa perfectamente con la gama de martillos Hilti de alto rendimiento y resina HIT inyectable de alto poder adherente con sus distintos tipos de aplicadores, demostrando su fiabilidad en infinidad de proyectos.

A todo ello, se le une un concepto completo de su diseño con su software correspondiente, de manera que proyectistas e ingenieros confían rápidamente en él.



Software de cálculo y diseño



Cerca del límite.

Anclaje de vigas de borde al tablero del puente.



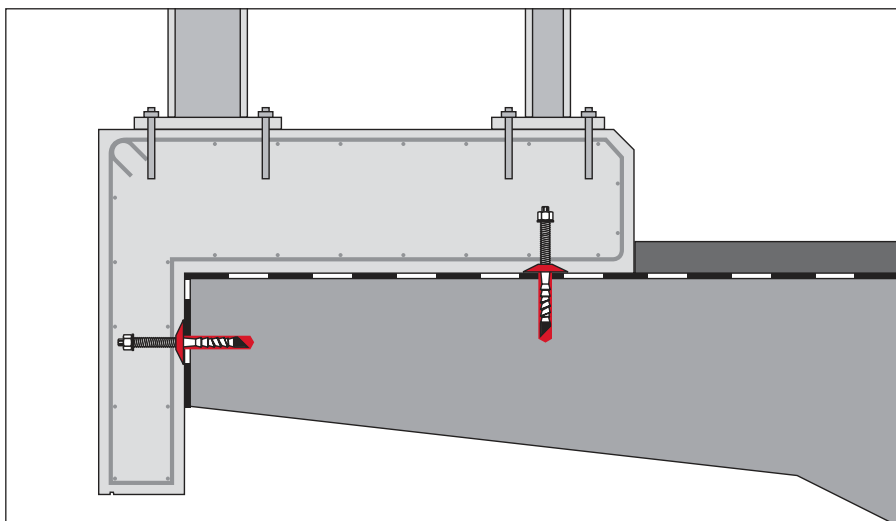
El reto de la aplicación

En aquellos puentes expuestos a un fuerte ataque corrosivo derivado p. ej. del empleo intensivo de sales de deshielo, es habitual sobre todo en Centro-europa, la disposición de una lámina plástica o bituminosa, entre capa de rodadura y tablero.

A consecuencia de esta capa protectora, en este tipo de puentes, la viga de borde no puede ejecutarse simultáneamente con el tablero, y no forma por tanto parte de la estructura principal. Esta viga, sin embargo, debe ser capaz de absorber la fuerza de impacto del vehículo (barreras de contención) así como eventualmente las cargas de viento en caso de colocarse barreras antirruído.



Dado que los anclajes de conexión de la viga de borde al tablero traspasan necesariamente la membrana de protección, deben tomarse medidas adecuadas para asegurar que la formación de sellado de la misma se mantiene intacta.



Sellado de juntas.

No hay ningún secreto – sólo una solución probada y patentada.

El agua cargada de sal de deshielo, acaba traspasando el pavimento, y depositándose sobre la membrana, que a menudo permanece húmeda a lo largo del año y, al calentarse durante los meses de verano llega a convertirse en una sustancia sumamente corrosiva. Se ha comprobado reiteradamente en trabajos de reparación de puentes, que incluso los anclajes galvanizados en caliente se encuentran en general totalmente destruidos por la corrosión.

Óptimo anclado y sellado

Para el anclaje de la viga de borde, Hilti recomienda generalmente acero inoxidable u otros anclajes con resina resistentes en zonas de hormigón traccionado. El sellado se alcanza inyectando resina epoxy mediante una **arandela HIW** patentada.

El sellado proporcionado según esta solución ha sido probado y verificado por una agencia de pruebas independientemente conforme con exigentes normativas europeas.

Máxima flexibilidad en la elección de anclaje

La ventaja principal de esta solución consiste en que el sellado alcanzado funcione casi completamente independientemente del tipo de anclaje usado.

Son posibles las siguientes variables:

- Varios modelos de anclaje (p. ej. HVZ, HAS)
- Varios materiales (p. ej. A4, HCR 1.4529)
- Varios diámetros (M16 o M20)



Fijación del anclaje con cápsula HVU y relleno con resina RE 500 a través de la arandela de sellado HIW-FC



Martillo Combinado Hilti TE 80-ATC

- 1700 W de potencia y 10 kg de peso.
- Ideal para taladros de hasta 80 mm Ø.
- Sistema ATC para protección frente a enganchones.
- Muy robusta.

Control de calidad.

Extracción de testigos en hormigón en obras de rehabilitación.



Sistema de taladro Hilti DD 200



Ferroskan Hilti PS200

- Análisis y detección de armaduras.
- Mediciones y verificaciones de recubrimiento en grandes superficies.
- Permite análisis estadísticos.

El reto de la aplicación

En obra nueva, las tareas de control de calidad de hormigones, van encaminadas a garantizar que en obra cumplen efectivamente los requerimientos del proyecto. En obras de rehabilitación, por su parte, es preciso conocer la resistencia de un hormigón cuyas características por antigüedad y deterioro, se desconocen.

La resistencia se evalúa rompiendo probetas de hormigón de forma cilíndrica a compresión simple. Las probetas se obtienen directamente de la estructura haciendo un taladro mediante una sonda tubular de corona de diamante (sacatestigos).

La experiencia y solución de Hilti

La solución idónea preferida por la mayor parte de contratistas para esta aplicación de extracción de testigos en hormigón es la herramienta de perforación con diamante Hilti DD 130, junto con brocas tipo Hilti DD-BI. Su manejo es tremendamente simple, pues una sola persona puede montar y manejar el equipo, el flujo de agua se controla con un mando lateral. Es perfecta en el rango de diámetros de 25 a 102 mm en hormigón, siendo posible para diámetros de hasta 162 mm. Puede usarse cómodamente tanto a mano como con columna; y gracias a sus tres velocidades, el rendimiento de perforación es siempre óptimo.

Si se requieren diámetros de testigo mayores, debe emplearse una herramienta más potente como la Hilti DD 200, la cual sólo se puede usar con columna, pero amplía el rango de diámetros óptimos de 52 a 250 mm en hormigón, siendo posible para diámetros de hasta 400 mm.



Impermeabilización de estribos. Fijación de lámina drenante al muro.

El reto de la aplicación

La solución más habitual para asegurar las filtraciones de agua en muro, estribos, aletas de viaductos y pasos superiores, pasa por la colocación de láminas drenantes, generalmente de polietileno o polipropileno, que presentan un relieve (como hueveras o con estriados) que hacen que al colocarlas sobre una superficie queden separadas de la misma y el agua pueda discurrir libremente. Se utilizan como protección contra el agua en muros y superficies horizontales, pero requieren una impermeabilización continua de la superficie. Su ventaja es que permiten que el muro transpire y que el agua se mueva y se pueda evacuar convenientemente. Se considera la mejor solución medioambiental.

Esta lámina drenante tiene que ir clavada en el muro para evitar que se descuelgue, y es aquí donde Hilti entra en escena.



Herramienta de Fijación Directa
Hilti DX 460



Clavos Hilti X-SW con arandela flexible

La exigencia y solución de Hilti

A la hora de fijar la lámina nodular de alta densidad (huevera), la lámina se fija a las paredes del estribo mediante clavos de disparo con arandela de plástico premontada tipo Hilti X-SW flexible, para evitar el desgarrado de la membrana, con una densidad de 4 – 6 fijaciones / m².

Generalmente, previa fijación de la lámina, se suele disponer una imprimación asfáltica y una lámina impermeabilizante de betún elastomérico.

Hilti, con una amplia gama de herramientas de fijación directa y sus clavos con arandela premontada, proporcionan el acabado deseado en un tiempo record.



Pantallas antirruído.

Soluciones avanzadas de fijación.



El reto de la aplicación

Las pantallas antirruído situadas en los bordes de las carreteras, autopistas y líneas de ferrocarril, no pueden tener huecos o interrupciones que reduzcan su eficacia. Además, la tendencia actual es ir a la instalación de barreras cada vez más altas, llegando hasta alturas de 4, 6 o incluso 7 metros.

Además, los puentes sobre los cuales tienen que estar instalados, son muy esbeltos y pueden tener muchos años de servicio.



El viento - un despiadado oponente

La fijación de pantallas antirruído es muy exigente, y requiere la máxima atención, pues en caso de fallo del anclaje, el resultado puede ser catastrófico.

- La existencia de grandes áreas de ataque expuestas requiere sistemas que ofrezcan el funcionamiento óptimo tanto bajo cargas dinámicas, como bajo ráfagas fuertes.
- Altas exigencias en cuanto a la resistencia a la corrosión, debido al alto riesgo de accidente grave en caso de fallo.
- Facilidad de sustitución con caso de daño o rotura por accidente.
- Posibilidad de incremento de altura de la pantalla utilizando los mismos puntos de anclaje.

Teoría y práctica.

Trasmisión de esfuerzos a la armadura existente.

Las altas cargas requieren espacio

Uno de los principios de la fijación de anclajes: las altas cargas, exigen que los anclajes estén lo suficientemente espaciados y lejos de los bordes. Pero este espacio requerido, es muchas veces inexistente en secciones de puente estrechos o vigas de borde, lo que hace inviable el uso de métodos tradicionales de cálculo. Dicha tarea, con frecuencia exige la instalación de subestructuras complicadas diseñadas para transferir las cargas a puntos donde pueden ser absorbidas satisfactoriamente (ver foto final de la página 12).

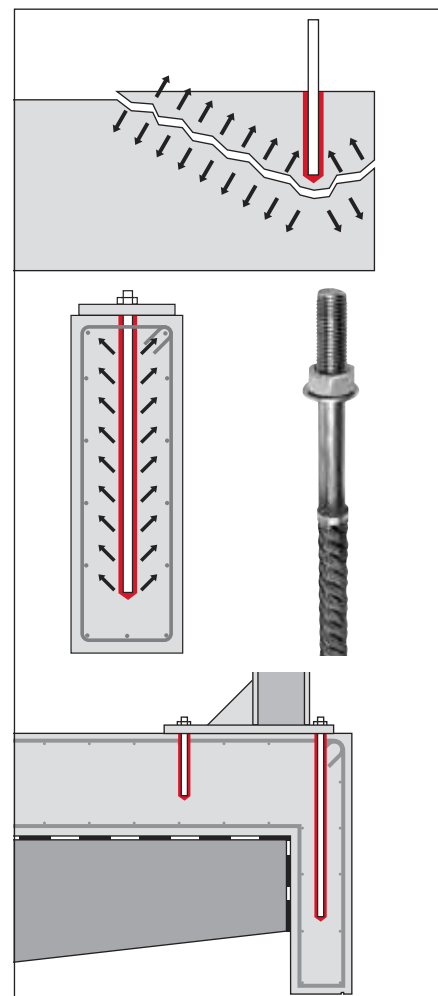
Teoría de corrugados - la solución a problemas de espacio

Los problemas de este tipo, a menudo pueden ser solucionados empleando los principios de la teoría de corrugados, p. ej. EHE, (mirar página 4 – 7) diseñando la fijación de manera que los esfuerzos de tracción se transmiten mediante solape de barras, a otros corrugados existentes en la estructura.

Esto evita, en contraposición con la Teoría de Anclajes, p. ej. ETAG 001, tener que considerar la resistencia del hormigón a tracción, así como las roturas de cono o borde de hormigón.

Anclajes estructurales de acero para hormigón: Hilti HZA-R y HZA-HCR

- B 500S con barra corrugada presoldada (en fábrica) de calidad A4 (1.4401) o HCR (1.4529) para un comportamiento óptimo a corrosión y una buena transmisión de cargas.
- Posibilidad de trabajo a plena capacidad hasta límite elástico incluso a unos pocos centímetros del borde.



Solución para problemas de espacio, aplicando el principio de solape de barras corrugadas



38 toneladas a 65 km/h.
No se detienen con cualquier cosa.



El reto de la aplicación

Los sistemas de contención de vehículos (barreras de impacto) en puentes, se fijan al tablero (o viga de borde, en su caso), a muy poca distancia del borde, lo que plantea un reto adicional al ingeniero. A parte de una exigencia mayor para el sistema de fijación, es preciso diseñar cuidadosamente el armado del tablero en esa zona.

Mediante el empleo de anclajes químicos a posteriori, es posible dar solución técnica perfectamente válida a la fijación de la barrera de impacto en tableros existentes.

- Gracias a sus características de transferencia de carga, estos anclajes son capaces de disipar cargas de choque sin que falle por splitting en caso de impacto.
- En usos a gran escala de este tipo, la buena relación precio-rendimiento ofrecido por estos anclajes químicos, sumado a su resistencia al agua, hielos y sal, son de importancia considerable.

Pruebas de choque - demasiado costoso para método prueba-error

La normativa europea EN 1317 para sistemas de contención de vehículos, establece los requerimientos a cumplir en las pruebas de choque. Dichos tests son muy costosos, tanto que no se pueden basar en el método prueba-error.

Hilti pone a disposición de los fabricantes de sistemas de contención sus laboratorios certificados para realizar ensayos previos de capacidad.

El comportamiento de los postes de las barreras de protección durante un impacto, puede ser simulado realizando pruebas preliminares mediante pistones hidráulicos para reproducir las fuerzas. Esto permite optimizar el diseño de la barrera o los sistemas de fijación empleados, donde Hilti es experto.



En una fracción de segundo. Una multitud de datos valiosos.

Justo ahí, donde sucede todo

La parte más importante en una prueba de choque, sucede en una fracción de segundo. Pero incluso en este espacio sumamente corto de tiempo suceden sucesos muy complejos – cinemáticos, deformaciones, fuerzas concentradas – que pueden ser registradas para un posterior análisis.

Hilti hace esto posible empleando las últimas tecnologías, tales como sensores en los puntos de anclaje que miden las fuerzas que se producen en el impacto. Estas medidas, no sólo presentan datos valiosos para la optimización del sistema, sino también proveen a los ingenieros de información esencial permitiendo una valoración razonable de las fuerzas que el tablero del puente puede absorber.

Vida útil del puente - esto es lo que cuenta

En contraste con muchas normas nacionales predecesoras como la O.C. 321/95, la norma EN 1317 sólo define el objetivo del diseño de la barrera. La manera de cumplir con los requerimientos de esta especificación se deja en último término a la elección del fabricante de sistemas de contención de vehículos.

Esto también se aplica a los métodos empleados para fijar dichos sistemas al tablero, lo cual es el motivo por el que muchos sistemas de contención de ensayados y certificados, utilizan hoy en día sistemas de fijación Hilti.

La elección del sistema de fijación a emplear viene condicionado por el comportamiento real de la barrera bajo un impacto. Gracias a décadas de experiencia en tecnologías de fijación y la amplia gama de productos, Hilti está en una posición capaz de ofrecer sistemas simples y eficientes, que se caracterizan por ser los mejores en su clase.

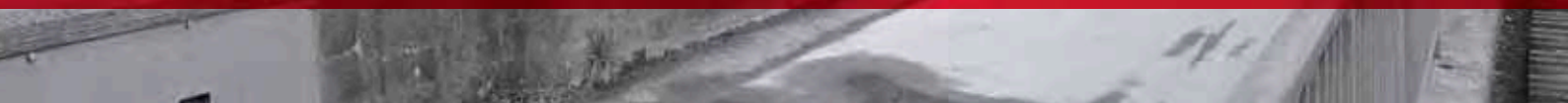
En la mayoría de los casos, los anclajes químicos son la fijación más conveniente. Los sistemas de este tipo, son capaces de transferir los picos de carga de impacto óptimamente al hormigón circundante. Como norma general, el fallo de anclaje se evita gracias al comportamiento plástico de la estructura de acero, o bien limitando las fuerzas existentes en cada punto del anclaje mediante la rotura de las varillas de anclaje. Además, los anclajes químicos usados para esta aplicación, no sólo toleran la inexactitud considerable durante el proceso de instalación sino que algunos tipos endurecen muy rápidamente.





Cediendo el paso.

Luz verde para los sistemas de fijación resistentes a la corrosión.



El reto de la aplicación

Pasamanos, alumbrado, señales luminosas, señales de circulación, tiras de juntas de expansión, e incluso pasos de bicis y peatones, son algunos de los elementos que tienen que ser instalados sobre puentes que usan sistemas de anclaje de varios tipos.

En usos como estos, las exigencias encontradas varían enormemente: mientras que para postes y pórticos requieren soportar cargas dinámicas de viento considerables, los desafíos técnicos en la fijación de pasamanos son en comparación triviales.



Hielo, sal de deshielo y resistencia a la corrosión

La formación de hielo en la calzada, es un problema importante en los meses de invierno. Los puentes por lo tanto, reciben una cantidad importante de sal vertida por las máquinas quitanieves, que debido a los cloruros, causa una corrosión importante.

Esta sal, puede incluso provocar la corrosión en varios tipos de acero inoxidable.





¿Mal tiempo? Aceros que lo aguantan todo.

Inversión que vale la pena

Las fijaciones expuestas a lluvias, deberían ser de acero inoxidable de grado A4, relegando las de galvanizado en caliente al mínimo de aplicaciones posibles, ya que está sujeto a unas tasas de eliminación que limitan la vida de servicio esperada.

Se deberían usar aceros con alta resistencia a la corrosión HRC (1.4529) en lugares donde se esperan altas concentraciones de cloruros o humedad permanente.

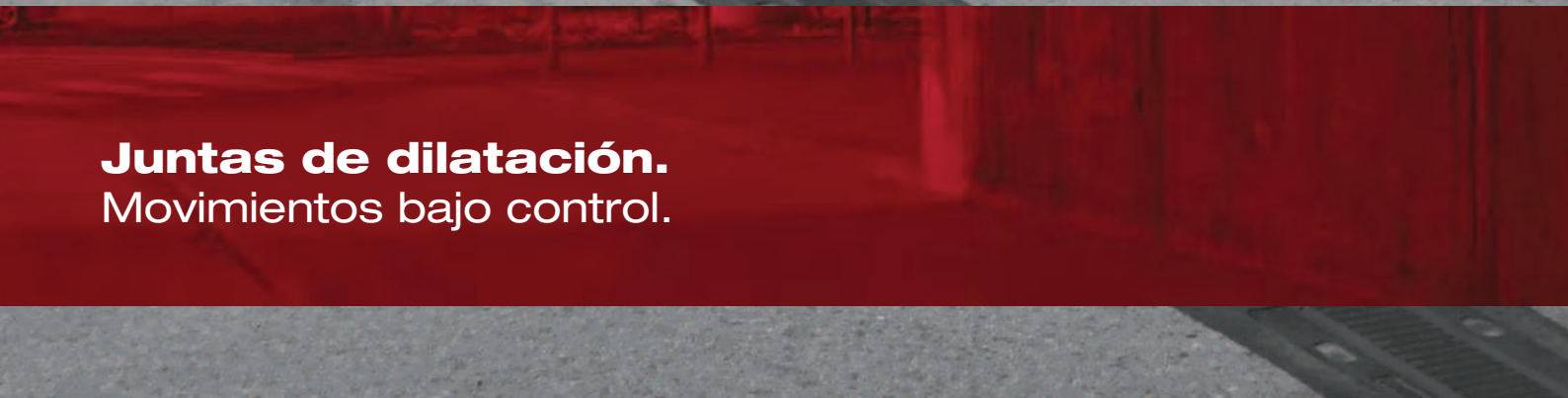
Innovaciones

Los estándares y especificaciones a menudo contienen detalles de estructuras complejas para la fijación de grandes postes de iluminación, pórticos de señalización, etc.

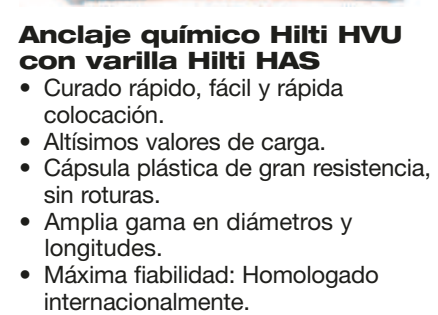
Actualmente, los sistemas de anclaje pueden alcanzar economías de coste considerables en este área, reduciendo por ejemplo el trabajo y el tiempo que se emplea en la construcción de los encofrados.

Pueden absorberse grandes cargas en áreas muy pequeñas de la estructura, especialmente cuando se pone en práctica los Principios de la Teoría de Corrugados, p. ej. EHE, (mirar páginas 4 y 5) de la misma manera que el hormigón armado convencional.





Juntas de dilatación.
Movimientos bajo control.



Las juntas de dilatación son dispositivos que permiten los movimientos relativos entre dos partes de una estructura. En algunos proyectos de puentes se interrumpen los tableros para cumplir con requerimientos estructurales de diseño y construcción, para garantizar los movimientos reológicos, cambios de temperatura, efectos de retracción, acortamientos de pretensado, cargas de tráfico, asentamientos diferenciales o tolerancias requeridas, compatibles con las condiciones de apoyo. En tales casos, en la estructura se deben considerar movimientos permisibles que garanticen un comportamiento adecuado para los diferentes estados límites de utilización del puente, donde el deterioro o la falla de las juntas puede comprometer su seguridad.

En la construcción de puentes nuevos, las juntas de dilatación suelen venir ya embebidas en el tablero, pero para los casos en que no es así, y en aquellos en que hay que reparar el puente con la consiguiente retirada de la junta y colocación de una nueva, es donde Hilti aporta su valor añadido.

Con su alta gama de anclajes resistentes a los impactos y vibraciones que tienen que soportar debido a las cargas de tráfico, Hilti siempre puede proporcionar la solución adecuada en cada caso.



Reductores de velocidad.

Fácil colocación y extracción, con la máxima durabilidad.

El reto de la aplicación

Muchas veces, es preciso el uso de reductores de velocidad, dispositivos elevados generalmente de caucho natural vulcanizado, que hagan reducir la velocidad de los vehículos en determinados tramos de la vía.

Generalmente, se suelen colocar los reductores en zonas urbanas, pero también en zonas industriales o con alto flujo de vehículos pesados. Es aquí donde surgen los problemas donde Hilti, debido a su experiencia puede aportar su valor añadido.

La experiencia y solución de Hilti

La instalación de los reductores de velocidad se realiza mediante tornillos y tacos de expansión que permiten un óptimo anclaje al suelo y la eventual eliminación de los elementos.

El paso de vehículos pesados por encima de los reductores, transmite altas cargas que provocan un fuerte desgaste de los mismos, reduciendo por tanto su vida útil.

Ante esta situación, Hilti presenta:

- HRD Anclaje Universal - que gracias a su geometría única, ofrece una extraordinaria capacidad de soporte, resistiendo altos momentos flectores.
- HUS Anclaje tipo tornillo - fijación rápida y efectiva con vástago dúctil y punta endurecida para aprietes seguros y sin complicaciones. Posee también una arandela de compresión para una mejor fijación.

Este anclaje es ideal para aprietes en serie, es fácilmente extraíble y además reutilizable; con lo que economiza enormemente en caso de desgaste o rotura de los reductores.



Anclaje atornillado Hilti HUS

- Rápida instalación y desmontaje.
- Vástago dúctil y punta endurecida para aprietes seguros y sin complicaciones.
- Homologado para cargas dinámicas
- Reutilizable.



Anclaje universal HRD

- Pre-ensamblados para un fácil manejo y fiabilidad.
- Gracias a su geometría única ofrece la capacidad de soportar altos momentos flectores en una amplia variedad de materiales base.



Drenaje y sistemas de tuberías.

Oculto, pero siempre presente.

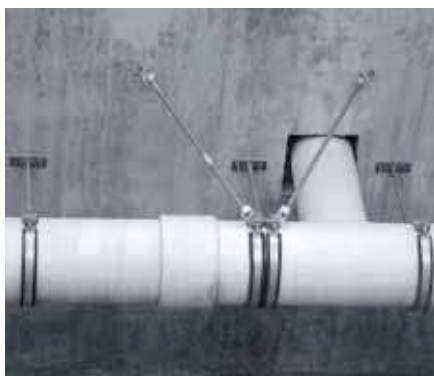


El reto de la aplicación

Los desafíos presentados que se presentan, son muchos y variados:

- La combinación de la sal vertida para evitar el hielo en la calzada, lluvia y nieve hacen esencial el empleo de materiales resistentes de corrosión tanto en tuberías como en fijaciones.
- Los incrementos altos de temperatura, causan la expansión y contracción longitudinal de las tuberías.
- Las cargas de viento a menudo, tienen una influencia decisiva en el diseño de la instalación.

Especialmente en áreas urbanas, la estructura de los puentes suele aprovecharse a menudo para llevar canalizaciones de gas, telecomunicación, electricidad, etc. Todas estas conducciones requieren soluciones de fijación concretas.



Calor, frío, viento - inusuales para tuberías

El diseño de la soportación de dichas canalizaciones, no es trivial, puesto que es preciso tener en cuenta la acción del viento y el efecto de las variaciones de longitud, fruto de la diferencia de temperaturas. La expansión experimentada en tuberías de plástico puede ser extraordinaria: una diferencia de temperatura de 30° C, puede causar en una tubería de plástico de 50 m un incremento de 30 cm. A no ser que se tomen medidas, se dañarán tuberías y sujeciones.



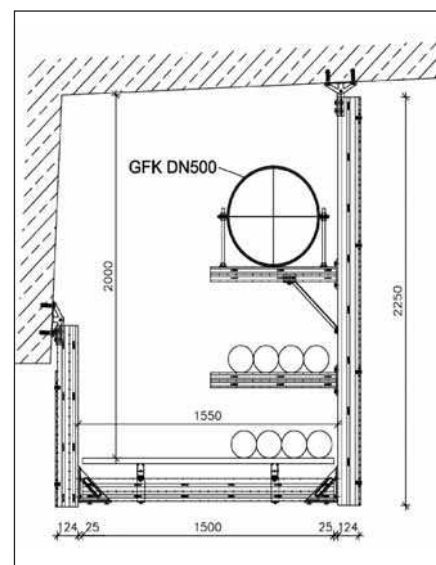
De forma similar, es preciso tener en cuenta las cargas de viento en el diseño de sistemas de soportación de tuberías, algo que no es una tarea diaria para los diseñadores de instalaciones. Aunque las condiciones de carga aplicables sean principalmente estáticas o semiestáticas, el empleo de sistemas de fijación inadecuados o incorrectamente instalados, puede conducir fácilmente a problemas de carga dinámicas. Las fuerzas y deformaciones inducidas por el movimiento regular o la oscilación, son mucho mayores que en situaciones estáticas y pueden causar daños rápidamente.

Diseño, planos, cálculos, asesoramiento en obra. Soporte técnico completo

Aunque nadie puede relevar al proyectista de sus responsabilidades, los ingenieros de Hilti, pueden quitarles mucho peso de encima a la hora de diseñar sistemas de soportación, comenzando con el asesoramiento profesional en la etapa de planificación y continuando con el apoyo a pie de obra.

Digno de consideración

¡Valor añadido sin coste añadido! Especialmente en situaciones donde los puentes tienen que soportar un gran número de tuberías o líneas de suministro tiene sentido agrupar todo con la propuesta de valor añadida de construirlo en una pasarela, sistema que no sólo proporciona la soportación de tuberías, sino también un fácil acceso para los trabajos de mantenimiento e inspección. La alta gama de productos Hilti para este campo, ofrece multitud de posibilidades.





Tráfico, impacto de vehículos y viento. Ejemplos típicos de cargas dinámicas.



Fundamentos en el arte de la construcción de puentes

Para los proyectistas de puentes, las cargas dinámicas son tan importantes como las estáticas. No importa si nos referimos a consideraciones de cargas de tráfico, a cargas de impacto de un vehículo o simplemente la vibración clásica como el efecto de cargas de viento sobre una barrera antirruído

Las cargas dinámicas son un problema de difícil solución cuando hablamos de fijaciones.



Décadas de investigación y desarrollo

El comportamiento de los sistemas de fijación bajo cargas dinámicas, ha sido investigado por Hilti en su propio laboratorio acreditado con la EN ISO 17025. El resultado, es una alta gama de productos optimizados por su empleo en todo el mundo. Hilti, ha obtenido una enorme experiencia con este trabajo, permitiendo a nuestros ingenieros tener un amplio abanico de soluciones.





Laboratorios de ensayo Hilti. Totalmente capacitados para aplicaciones con cargas dinámicas.

Pruebas dinámicas

Los laboratorios de ensayo de Hilti, están equipados con el que es probablemente uno de los sistemas líderes mundiales para realizar pruebas en fijaciones bajo cargas dinámicas.

Las pruebas pueden realizarse bajo las siguientes condiciones:

- Aplicación de fuerzas a varias velocidades para simular tanto cargas de choque (impacto), así como de fatiga (p. ej. dilatación térmica, viento).
- Deformaciones con amplitudes desde pocas fracciones de milímetro hasta un metro.
- Múltiples combinaciones de carga y un gran espectro de condiciones capaces de simular los efectos reales de las acciones (p. ej. cargas estáticas con deformaciones cíclicas sobre el hormigón)

El laboratorio y el equipo de pruebas se apoyan en los métodos propios de Hilti de ensayo y medición, lo cual en su conjunto asegura la calidad y precisión de los datos obtenidos; incluso en ensayos destructivos. Estos métodos, no sólo pueden ser empleados en laboratorio, sino también en estructuras existentes, permitiendo el registro de cargas durante un periodo determinado para su futura utilización. Hilti facilita estas instalaciones y conocimientos a sus especialistas en fijaciones y a sus clientes para proyectos específicos.



Viento, el clima - y la sal del deshielo. La perfecta combinación para la corrosión.



Source: Heribert Huber



Las normas y directivas aplicables a la construcción de puentes son muy estrictas en términos de protección a la corrosión. Para mejorar la resistencia del hormigón en ambientes corrosivos, se emplean recubrimientos de las armaduras mayores a las habituales, o incluso en condiciones extremas, se emplean membranas impermeables protectoras (muy habitual en Centro-europa). Un error de diseño como puede ser un recubrimiento escaso, es causa en el futuro de un ataque corrosivo importante, que da lugar a costosas reparaciones.

La corrosión en puentes se remata principalmente con el uso de sal de deshielo, que puede atacar no sólo a los refuerzos, sino a el equipamiento del puente, incluyendo las fijaciones empleadas.

Malos contactos

Los daños por corrosión en puentes, son a menudo el resultado de la combinación desfavorable de los materiales usados. La corrosión por contacto se origina cuando, por ejemplo, dos metales nobles se ponen en contacto. El menos noble de los dos se corroe rápidamente.

Sin embargo este fenómeno depende en realidad enormemente de las condiciones ambientales (p. ej. La presencia de electrolitos) pero por encima de todo, de la superficie de contacto de los metales. En consecuencia, los componentes galvanizados en caliente usados en puentes podrían ser y por lo general deberían ser de acero inoxidable de calidad de grado A4.

Las estructuras bien protegidas frente a la corrosión son en general aquellas cuyos detalles constructivos evitan la acumulación de agua. Es preciso prestar especial atención a los huecos, fisuras, recovecos, etc. pues son habituales fuentes de problemas. En este sentido, es preferible para placas metálicas, fijaciones a distancia (asiento sobre camas de mortero) antes que emplear elementos embebidos.

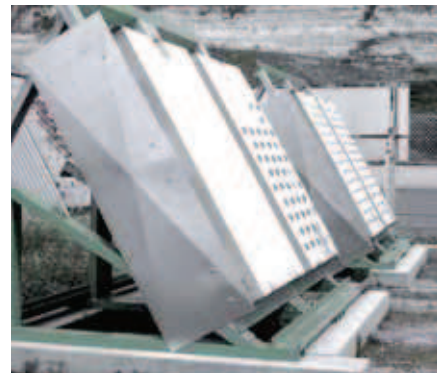


Ensayos de corrosión

No hay probablemente muchas aleaciones o tipos de acero que Hilti no haya alguna vez maltratado en ensayos de atmósfera salina, baños de ácido, temperaturas extremas bajo cero o extremo calor.

Los aceros de varias calidades, en forma de materia prima o como producto final, han sido y siguen siendo analizados con gran precisión.

La exposición a ambientes corrosivos se simula en los laboratorios de Hilti a veces durante varios años. Donde los datos son necesarios más rápidamente, sin embargo, se usan técnicas aceleradas. Las pruebas de desgaste y el análisis de anclajes durante décadas, son una fuente de experiencia y sirve para contrastar con las pruebas obtenidas en los laboratorios.



Hilti. Superando expectativas.

Hilti Española, S.A. | Avda. Fuente de la Mora, 2 | Edificio 1 | 28050 Madrid | **T** 902 100 475 | **F** 900 200 417 | www.hilti.es