



# HASTA AHORA CON LIMITACIONES

Hasta ahora, el Eurocódigo 2 limitaba el ámbito de aplicación de las conexiones con barras corrugadas post instaladas



## THE (R)EVOLUCIÓN

Las conexiones con barras corrugadas post instaladas se han convertido en los últimos años en una solución fiable y cotidiana. Se utilizan tanto en trabajos de rehabilitación como en construcciones nuevas, para una amplia gama de aplicaciones como las conexiones entre losas y muros, la conexión de rellanos de escaleras, de losas en voladizo con forjados o de pilares en cimentaciones existentes.

Cuando se refuerzan las estructuras de hormigón existentes –por ejemplo, para mejorar el rendimiento debido a una reforma–, las barras corrugadas post instaladas se utilizan para recrecidos de losas en voladizo, para rehabilitar los bordes de las losas y para cerrar huecos en losas.

Hasta una fecha tan reciente como 2018, las conexiones con barras corrugadas post instaladas se evaluaban a través del informe técnico 023, que luego fue sustituido por el EAD 330087. Sin embargo, ninguno de estos informes abarcaba la planificación o el diseño.

Tras varios años de intensas investigaciones y ensayos, el código TR 069 amplía el alcance de las aplicaciones que podemos diseñar con barras corrugadas post instaladas. Hilti puede ofrecerte un sistema revolucionario para este tipo de conexiones, que consiste en:

- Un nuevo método de diseño - TR 069, publicado por la EOTA
- Nuevos productos homologados: las resinas inyectables Hilti HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 están homologadas para el diseño según TR 069
- Software de diseño - PROFIS Rebar, para calcular y crear cómodamente toda la documentación necesaria

Antes de entrar en los detalles del futuro de las barras corrugadas post instaladas, veamos cómo lo hacemos hoy.

► [MÁS INFORMACIÓN SOBRE HILTI HIT-RE 500 V4](#)

► [MÁS INFORMACIÓN SOBRE HILTI HIT-HY 200-R V3](#)

**“El nuevo TR 069 cubre el mayor rango de aplicaciones para el diseño de las conexiones hormigón-hormigón, que hasta ahora solo podía hacerse en el caso de barras embebidas”**





## STATUS QUO

### Conexiones hormigón-hormigón con barras corrugadas post instaladas

El diseño de las conexiones mediante barras corrugadas post instaladas en combinación con resinas se basa en la EAD 330087 / TR023 y puede llevarse a cabo siguiendo las disposiciones de la norma europea de hormigón armado vigente (Eurocódigo 2).

El proceso de evaluación pretende verificar la equivalencia del comportamiento carga-desplazamiento entre las barras corrugadas embebidas y las post instaladas.

Evidentemente, en el caso de barras corrugadas post instaladas, sólo podrán diseñarse aquellas que se consideren como barras rectas.

Las conexiones a hormigón deben diseñarse y ejecutarse mediante solape con la armadura existente. Esto, sin embargo, no es factible en muchos casos en los que se requiere una planificación previa.





# POSIBILIDADES AMPLIADAS

En camino hacia una gama más amplia de aplicaciones



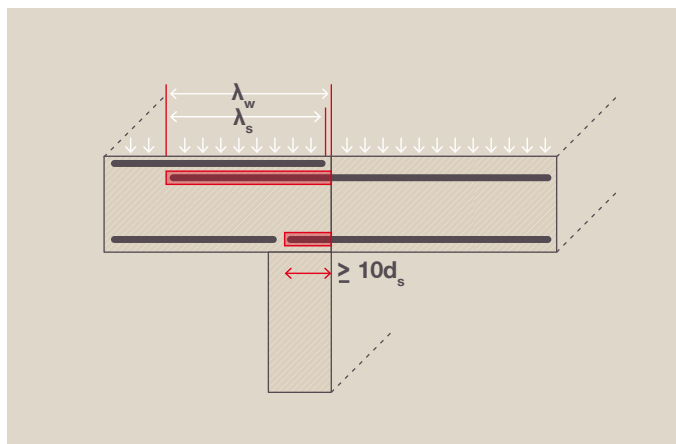
## CONEXIONES RÍGIDAS

Hasta ahora, sólo con solapes

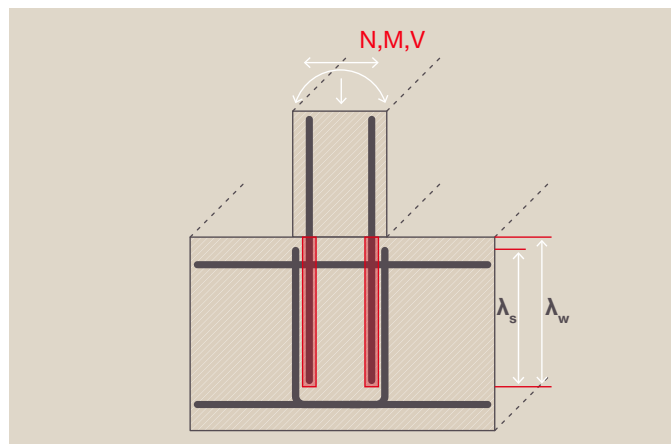
Hasta la fecha, las uniones con barras corrugadas post instaladas según la norma EAD 330087 sólo pueden ejecutarse con barras rectas, las cuales están permitidas de acuerdo con la norma EN 1992-1-1.

Esto significa que las conexiones que deban resistir esfuerzos con momento deben ejecutarse mediante solapes con la armadura existente.

Ejecución de una conexión con barras corrugadas post instaladas sometidas a momento mediante solape, tal y como exige la EAD 330087:



Conexión de losa a losa mediante solape con armadura existente (dibujo esquemático)



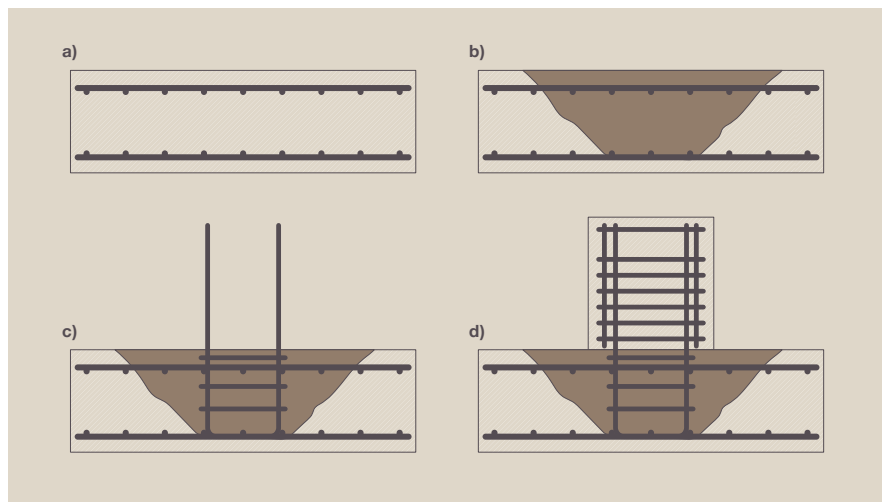
Unión de pilares o muros mediante solape con armadura existente (dibujo esquemático)





Este requisito de ejecutar este tipo de conexiones sometidas a momento mediante solape puede tener un impacto crucial en el flujo de trabajo en obra, la economía y la seguridad:

- Un solape de la barra corrugada post instalada con la armadura existente en las nuevas construcciones tiene que estar planificada y ejecutada. Esto no siempre es así.
- Como el vertido de hormigón se realiza poco a poco, las barras de armado pueden quedar expuestas, lo que puede dar lugar a diferentes problemas: Influencia en la logística, barras dañadas y también riesgos de seguridad.
- La capacidad de carga de un solape formado por dos barras corrugadas con propiedades diferentes depende de la capacidad de la barra menor, es decir, de la que está embebida. Por ello, normalmente no se puede aprovechar todo el potencial de la resina utilizada. Esto puede dar lugar a longitudes de solape que pueden resultar poco económicas.
- En renovación, es necesario realizar conexiones de barras con solape mediante una demolición parcial para exponer las barras existentes, soldar las nuevas barras y luego cerrar la conexión con hormigón de nuevo. Este proceso es muy largo y, por tanto, costoso.



Representación esquemática de la ejecución de una conexión con corrugados con demolición parcial



# UN HITO

## Nuevo método de diseño para las conexiones hormigón-hormigón con barras corrugadas post instaladas

### EL NUEVO CONCEPTO DE DISEÑO

#### El código técnico TR 069 recoge el método de diseño de las conexiones post instaladas a hormigón sometidas a momento

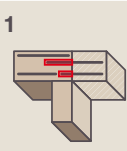
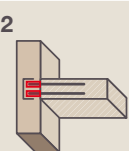
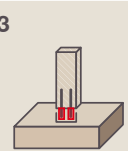
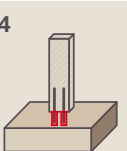
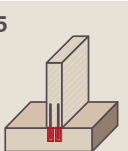
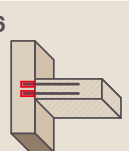
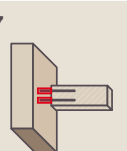
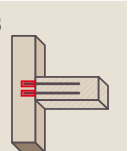
El nuevo Código Técnico TR 069, publicado en 2019 “Método de diseño para anclajes con barras corrugadas post instaladas con un comportamiento mejorado en comparación con la norma EN 1992-1-1” permite el diseño de conexiones de hormigón armado post instaladas y resistentes a momentos en condiciones de carga estática sin tener que ejecutar un solape con la armadura existente.

Para ello, el producto utilizado para las barras post instaladas deben evaluarse de acuerdo con la EAD 332402-00-0601

“Conexiones con barras post instaladas con un mejor comportamiento de adherencia bajo carga estática”.

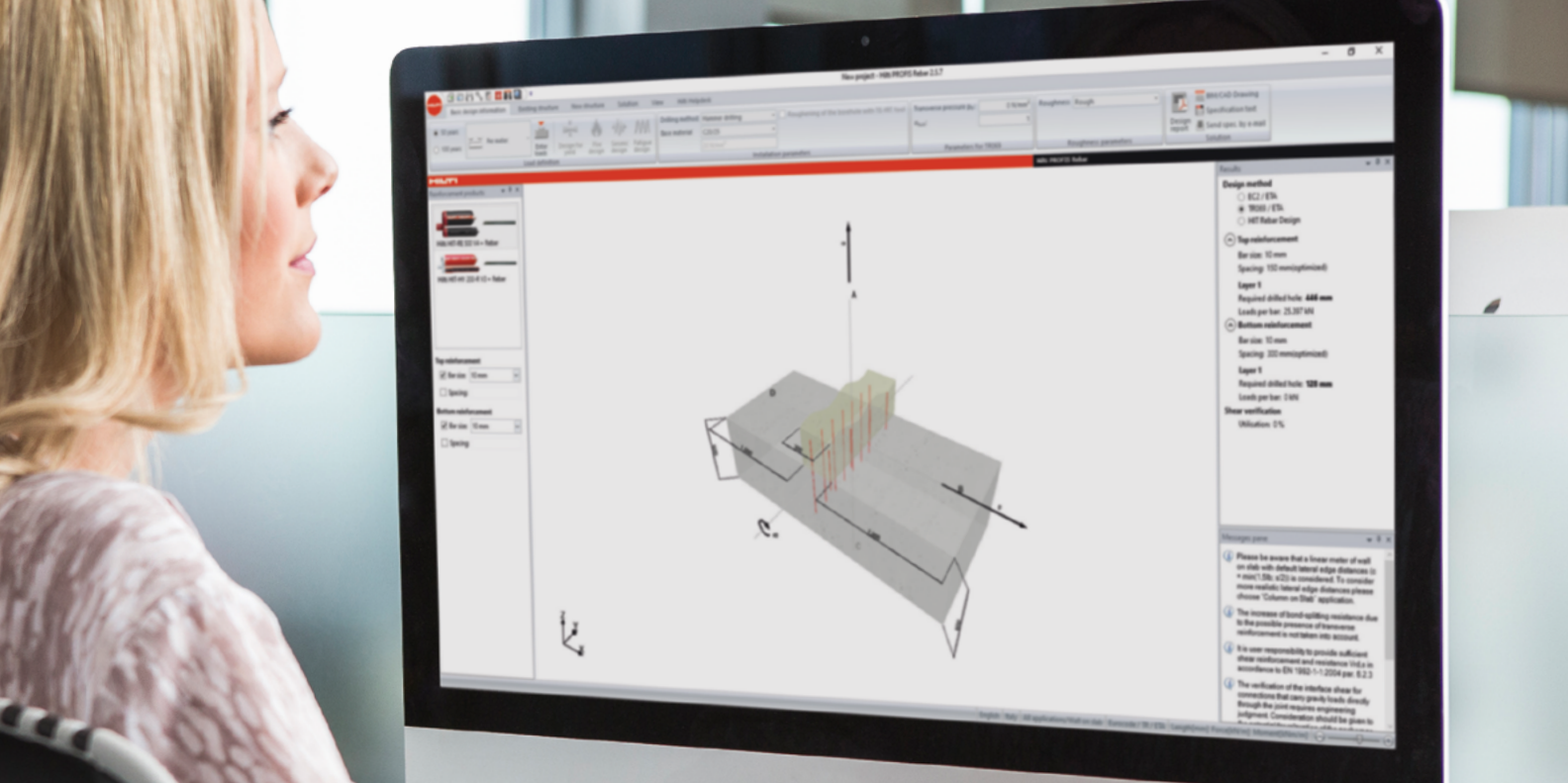
Esta última incluye métodos y criterios para evaluar el comportamiento real de la adherencia de los sistemas de barras corrugadas post instaladas, que, dependiendo de las características del producto, puede ser significativamente mayor que el de las barras embebidas de acuerdo con el Eurocódigo 2.

### TR 069

Conexión tipo	Conexión rígida con solape			Conexión rígida o flexible sin solape				
Elemento	1 	2 	3 	4 	5 	6 	7 	8 
Método de diseño	Eurocódigo 2 (EC2)			TR 069 / EC2				

Aplicaciones de las conexiones de barras corrugadas cubiertas por la EAD 33087 n° 1-3 (EN1992-1-1) y la EAD 334202 n° 4-8 (TR 069)





## HILTI HIT-RE 500 V4 Y HIT-HY 200-R V3: HOMOLOGADOS SEGÚN EL EAD 332402-00-0601

### Importantes ventajas en la planificación

Las resinas de inyección Hilti HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 están homologadas según EAD 332402-00-0601 y, por tanto, puede ser diseñadas y ejecutadas de acuerdo al TR 069. Esto ofrece las siguientes ventajas:

- Aumento significativo de la gama de aplicaciones para las conexiones de barras post instaladas
- Flexibilidad durante la planificación y el detallado de las conexiones en hormigón sometidas a momento
- Menos interrupción del proceso de construcción debido a la no necesidad de demolición parcial
- Menos riesgos para la salud y la seguridad relacionados con las barras que sobresalen del hormigón
- Aprovechar al máximo las prestaciones de la resina de inyección, optimizando la solución de diseño
- Uniones mucho más duraderas y seguras, que se mantienen hasta 100 años en túneles y puentes, o hasta 50 años en edificios: todo su ciclo de vida estimado
- Planificación del proyecto, diseño y documentación del proceso de cálculo de las conexiones mediante el Software de diseño Hilti PROFIS Rebar



# CLARIDAD

## TR 069 combina normas y directrices en el diseño de hormigón



## DISEÑO SEGÚN LOS REQUISITOS DEL HORMIGÓN ARMADO

### Según TR 069, la certificación de las soluciones de anclaje se equipara a la certificación del hormigón armado

El nuevo TR 069 combina los principios de diseño del hormigón armado (EN1992-1-1) con los principios del diseño de anclaje al hormigón (EN1992-4).

El diseño según la norma TR 069 sólo es posible si los sistemas de inyección se evalúan de acuerdo con la norma EAD 332402. Una evaluación según EAD 330087 no es suficiente. En la norma TR 069 se explican detalladamente los distintos modos de fallo de la conexión completa. Son los siguientes:

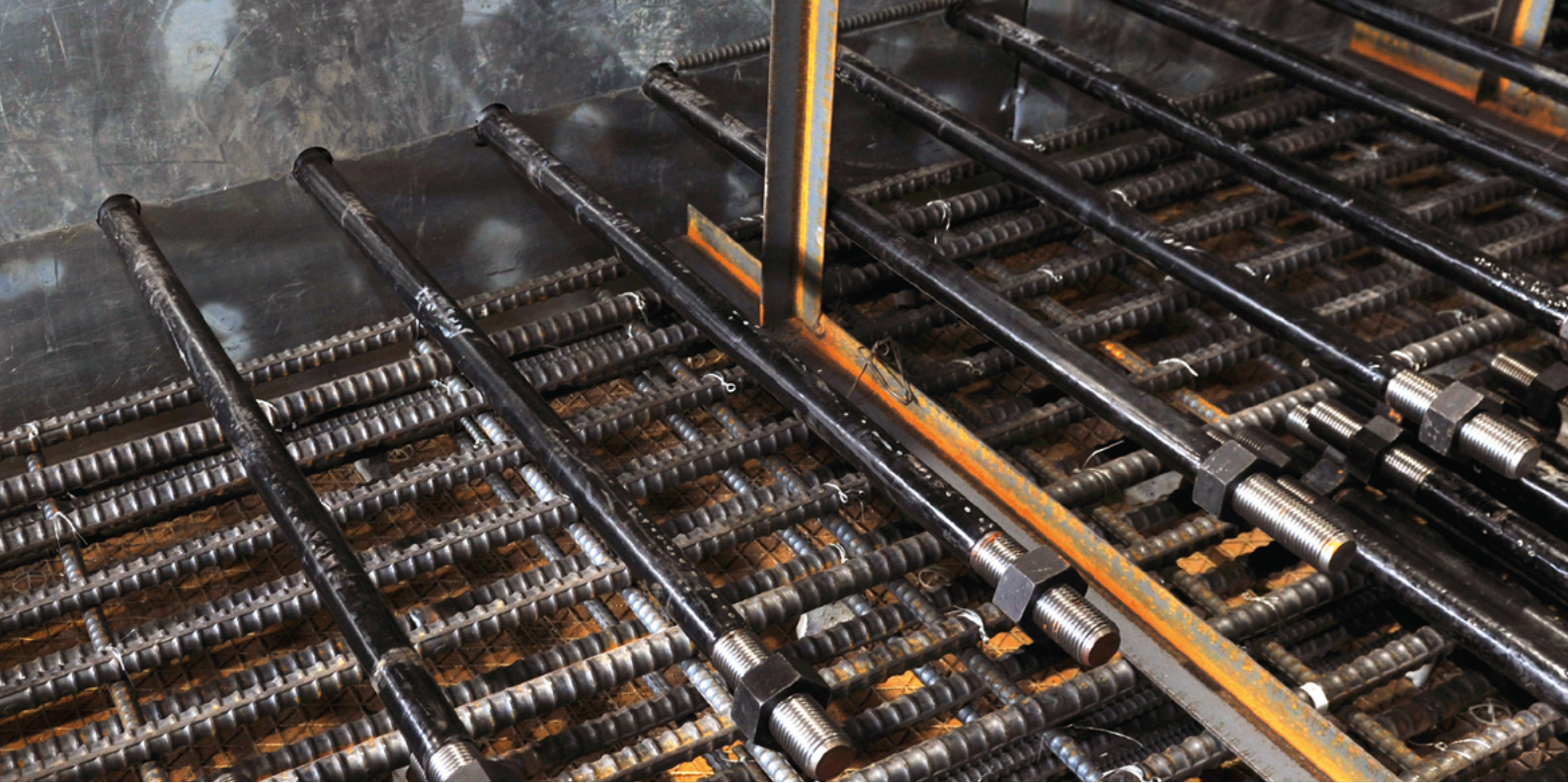
- Fallo del acero de las barras
- Fallo del cono de hormigón
- Fallo por fisuración/adherencia

El diseño se basa en el principio de diseño de la resistencia jerárquica, es decir, la resistencia más baja de los modos de fallo individuales es decisiva. Debe verificarse la plastificación del acero, el fallo por cono de hormigón y el fallo por adherencia de la conexión con barras post instaladas. Además, los requisitos de la norma EN1992-1-1 en cuanto a la longitud mínima de anclaje debe cumplirse.

TR 069 funciona dentro del siguiente marco:

- El TR 069 proporciona un diseño de la longitud de anclaje de las barras post instaladas. La transferencia de carga entre los elementos de hormigón nuevos y los existentes se verificará de acuerdo con el EC2 (por ejemplo, la transferencia de cortante en la superficie de contacto y la resistencia a cortante de los elementos de conexión, así como la comprobación de nudos).





- Este código técnico se refiere a las conexiones de barras corrugadas post instaladas en hormigón armado o en masa, de peso normal, sin fibras, no carbonatado C20/25 a C50/60.
- Durante el proceso de evaluación, se comprueba el comportamiento de adherencia para diferentes recubrimientos de hormigón. La resistencia correspondiente al fallo de adherencia-fisuración, y sus parámetros relevantes, se proporcionan en la ETA del producto y se obtienen siguiendo el proceso de calificación del EAD 332402.
- El concepto de seguridad (es decir, los coeficientes de seguridad parciales) adoptado en TR 069 es el mismo que en EC2-1 (para la plastificación del acero) y EC2-4 (para los modos de fallo de cono de hormigón y de fallo por adherencia), que garantizan un alto nivel de compatibilidad del resultado de diseño de acuerdo con TR 069 con el EC2.



# ENCAJA PERFECTAMENTE

Resinas de inyección HIT-RE 500 V4 y  
HIT-HY 200-R V3 para barras post instaladas



## UNA COMBINACIÓN PERFECTA

### Diseño optimizado gracias a una mayor adherencia

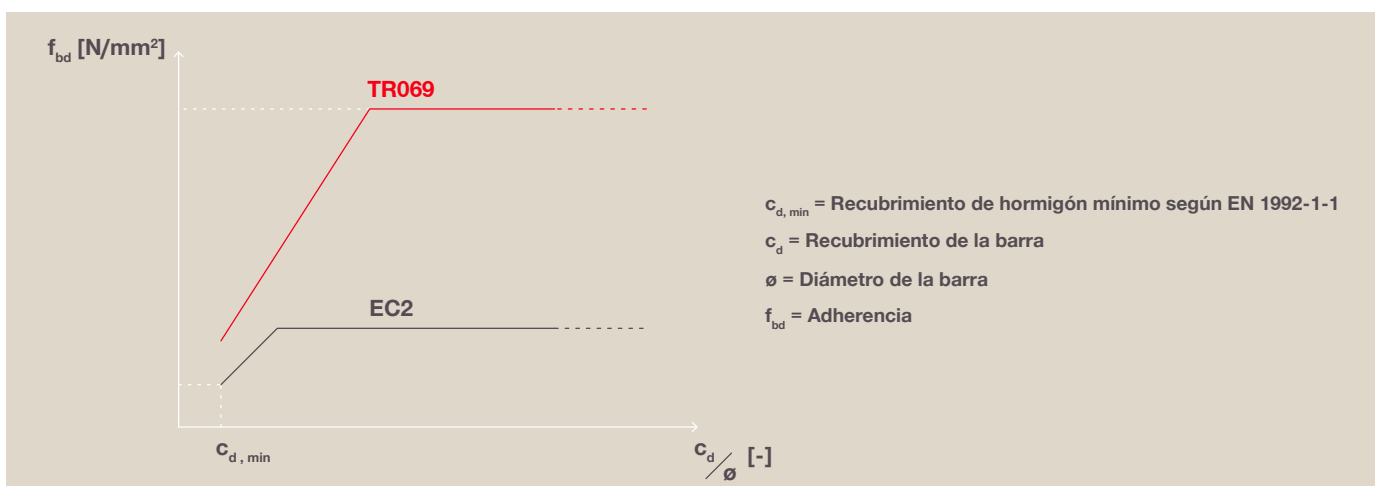
Para determinar la influencia del recubrimiento de hormigón en las barras embebidas, Eligehausen/ Kreller/ Langer (1989) realizaron numerosos ensayos.

Cuando el recubrimiento de hormigón es menor, la resistencia de adherencia resultante es relativamente pequeña en comparación con los valores de resistencia de adherencia con un recubrimiento de hormigón mayor.

Las barras post instaladas con un recubrimiento de hormigón menor pueden fallar por fisuración, mientras que las barras post instaladas con un recubrimiento mayor pueden fallar por extracción.

En el siguiente gráfico se muestran las curvas de adherencia de las barras corrugadas embebidas y de las barras corrugadas post instaladas utilizando HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 para diferentes espesores de recubrimiento de hormigón. Los resultados de los ensayos con HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 muestran una adherencia significativamente mayor en comparación con las barras corrugadas embebidas en las mismas condiciones.

Este comportamiento relacionado con el producto se refleja en el diseño de la unión de acuerdo con la norma TR 069. Como resultado, se puede optimizar la longitud de anclaje de las conexiones.



Adherencia en función del recubrimiento/diámetro del hormigón para la conexión mediante barras post instaladas para una determinada longitud de anclaje y resistencia del hormigón, según el Eurocódigo 2 y el TR 069





## Condiciones de aplicación del sistema de inyección Hilti HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 para conexiones mediante barras corrugadas post instaladas

Condiciones de aplicación	HIT-RE 500 V4	HIT-HY 200-R V3
Tipo de conexión	Anclaje, solape, conexión sometida a momento	Anclaje, solape, conexión sometida a momento
Norma / código / informe	DIN EN 1992-1-1 / TR 069	DIN EN 1992-1-1 / TR 069
Diámetro de la barra	8 mm – 40 mm	8 mm – 32 mm
Profundidad máxima de empotramiento	≤ 3,2 m	≤ 1 m
Rango de temperatura en servicio	-5°C hasta 40°C	-10°C hasta 40°C
Tiempo de trabajo	10 min – 2 h	6 min – 3 h
Tiempo de curado	4 h – 168 h	1 h – 20 h
Perforación en seco y en húmedo	Sí	Sí
Taladro perforado con agua / aplicación subacuática	Sí	No
Taladro perforado con martillo perforador	Sí	Sí
Taladro perforado con diamante	Sí	Sí (14 mm – 28 mm de diámetro de barras)
Tecnología Hilti SafeSet con útil de rugosidad	Sí	Sí
Tecnología Hilti SafeSet con broca hueca HDB y aspirador Hilti	Sí	Sí

► ¿INTERESADO? SOLICITA UNA DEMOSTRACIÓN EN VIVO

# SEGURIDAD EN EL DISEÑO Y LA EJECUCIÓN

## PROFIS Rebar: planificar, diseñar y documentar en una sola herramienta

Con el software de diseño gratuito Hilti PROFIS Rebar puedes resolver cualquier tipo de conexión hormigón-hormigón con barras post instaladas: desde el simplemente apoyadas hasta conexiones sometidas a momento. PROFIS Rebar ofrece flexibilidad y eficiencia, siempre de acuerdo con las últimas regulaciones y normas (TR 069, EC2). Además, permite generar informes de diseño que podrás incluir en tu documentación de proyecto.

Para los casos de carga que aún no están regulados, el método de diseño de Hilti puede considerarse como un juicio de ingeniería y proporciona soluciones de ingeniería adicionales, por ejemplo, conexiones de hormigón post instaladas bajo carga de fatiga.



► [MÁS INFORMACIÓN SOBRE EL SOFTWARE DE DISEÑO PROFIS REBAR](#)

## Plantillas de licitación

### Diseño según TR 069 (sin solape)

#### Conexión hormigón-hormigón mediante barras post instaladas Hilti HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 con B500B según TR 069

Conexión mediante barras post instaladas con resina de inyección de fraguado rápido Hilti HIT-HY 200-R V3 (o equivalente) y barras de armado (DIN 488-B500B)

Diámetro de la barra: ... mm

Profundidad de empotramiento en el hormigón: ... mm

Longitud total de la barra: ... mm

La cantidad y la posición de las barras de armado deben tomarse de la planificación de la ejecución o del certificado estático y deben observarse

Instalación según ETA-20/0539 o ETA-19/0665 & EAD 332402-00-0601 para el diseño según TR 069 en hormigón C20/25 a C50/60

**NO es suficiente una evaluación según el EAD 330499-01-0601 o el EAD 330087-00-0601 o ambos.**

### Diseño según EN 1992-1-1 (con solape)

#### Conexión hormigón-hormigón mediante barras post instaladas Hilti HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 con B500B

Conexión mediante barras post instaladas con resina de inyección de fraguado rápido Hilti HIT-HY 200-R V3 (o equivalente) y barras de armado (DIN 488-B500B)

Diámetro de la barra: ... mm

Profundidad de empotramiento en el hormigón: ... mm

Longitud total de la barra: ... mm

La cantidad y la posición de las barras de armado deben tomarse de la planificación de la ejecución o del certificado estático y deben observarse

Instalación según ETA-20/0540 o ETA-19/060 y EAD 330087-00-0601 en hormigón C12/15 a C50/60

## SafeSet: Máxima seguridad durante la instalación

La capacidad de carga de las conexiones mediante barras corrugadas post instaladas puede verse influida significativamente por el proceso de instalación. La limpieza del taladro es clave para garantizar una instalación correcta de la conexión. La inserción de la barra hasta la longitud de anclaje necesaria dentro del tiempo de trabajo de la resina es otro factor crucial en el proceso de instalación.

Para minimizar los errores de instalación, las resinas HIT-RE 500 V4 y HIT-HY 200-R V3 son compatibles con el sistema SafeSet.

Al realizar la perforación del taladro mediante martillo electroneumático, el sistema Hilti SafeSet se basa en brocas huecas (HDB) conectadas a un aspirador (por ejemplo, los aspiradores Hilti VC 40-U o VC 20-U) para perforar y limpiar el taladro en un solo paso. Las Hilti HDB utilizan la misma tecnología de perforación de última generación que

las brocas Hilti TE-CX y Hilti TE-YX. El sistema Hilti SafeSet funciona igualmente bien en hormigón seco como húmedo y elimina el paso que más afecta a la capacidad de carga y que más tiempo consume en el proceso de instalación: la limpieza del taladro antes de inyectar la resina.

Cuando se realiza un taladro con diamante, Hilti SafeSet utiliza el útil de rugosidad TE-Y RT, creando una superficie rugosa dentro del taladro con diamante, lo que ayuda a aumentar la adherencia entre la resina y el hormigón. El resultado son unos valores de resistencia a la adherencia mucho más altos con menos pasos de limpieza y más sencillos.

Hilti SafeSet ayuda a minimizar los errores de instalación, contribuyendo a que el diseño funcione tal y como se necesita en la obra.

► [MÁS INFORMACIÓN SOBRE SAFESET™](#)

