

Parador Nacional de Alcalá de Henares
Anclaje de barras corrugadas a posteriori
La Normativa Europea de anclajes por
Dr. Ing. R. Eligehausen y por Dr. Ing. P. Pusill-Wachtsmuth

Estimado lector:

Me es grato presentarle la nueva revista técnica Hilti Ingenia dirigida a los profesionales del sector y del mundo académico.

Este nuevo canal de comunicación nos permitirá intercambiar experiencias, profundizar en nuevas aplicaciones técnicas, así como en los últimos avances en el campo de la fijación.

En esta primera edición hemos abordado la normativa europea de anclajes incluyendo el nuevo Código Técnico de la Edificación (marzo 2006). Sin duda va a significar un avance cualitativo importante en la calidad del proceso constructivo en cuanto a criterios de diseño, relevancia de las homologaciones de producto y el propio marcado CE, que ahora es obligatorio en España para productos que se incorporan con carácter permanente al proceso constructivo. Y lo hacemos en una extensa entrevista al Profesor Dr. Rold

Eligehausen galardonado con la Medalla al Merito 2005 de la Fédération Internationale du Béton (fib) y presidente del SAG 4 del fib relativo a “Fastening in Concrete and Masonry” y al Dr. Peter Pusills-Wachsmuth vicepresidente de “Normativa Internacional y homologaciones” de la Corporación Hilti.

Así mismo, avanzamos en el estado del conocimiento de una solución estructural cada vez más frecuente como es la fijación de barras corrugadas a posteriori mediante el empleo de resinas.



Y como la vocación de Hilti es involucrarse también en la ejecución de los proyectos, presentamos dos ejemplos donde la fijación tiene un papel relevante. Por un lado, la rehabilitación del Parador Nacional de Alcalá de Henares, donde las conexiones a fábricas de mampostería antiguas han sido un reto y la Galería de Alta Tensión en el Aeropuerto de Barajas donde la soportación se ve sometida a solicitudes especiales.

Esperamos que sea de su interés y supere sus expectativas.

Atentamente,

Ángel Cueto
 Director de Grandes Clientes y Proyectos
 Hilti Española, S.A.

Edita:
 Hilti Española, S.A.
 Avda. Fuente de la Mora, 2 Edificio 1
 28050 Madrid
 Tel. 902 100 475
 Fax 900 200 417

Responsable de contenidos:
 Davide Moreschi

Elabora y coordina:
 Comunicación
 Oficina Técnica
 Grandes Proyectos

Colaboradores:
 Marketing

Diseño y producción:
 TCM (Técnicos de Comunicación y Marketing)

Frecuencia de aparición:
 Semestral

Tirada:
 10.000 ejemplares

Impreso en papel ecológico
 Contribuimos a
 conservar el medio
 ambiente



Buzón de sugerencias:
 es.ingenia@hilti.com

Índice

Aplicaciones técnicas

- Parador Nacional de Alcalá de Henares . . . **3**
- Soportes para una instalación record **6**

Innovación

- Anclaje de barras corrugadas a posteriori . . **9**

La Opinión del experto

- Entrevista a R. Eligehausen, y a P. Pusill-Wachsmuth, **12**

Actualidad

- Compromiso de seguridad en cada situación **15**
- El marcado CE en el nuevo Código Técnico de Edificación **16**
- Medidor de distancias láser Hilti PD 38 **17**

Servicios

- Seguridad total en sus Proyectos **19**



Nuevas instalaciones del Aeropuerto de Barajas



Tecnología de Inyección Hilti



Nuevo medidor láser Hilti PD 38



Servicios Hilti para el Profesional

Parador Nacional de Alcalá de Henares

M^a José Aranguren López, Arq. y José González Gallegos, Arq.
Iñigo Gómez, Ing. Oficina Técnica Hilti Española, S.A.



El antiguo Colegio de Santo Tomás, enclavado en el casco histórico del municipio madrileño de Alcalá de Henares, ha sido objeto de una rehabilitación con motivo de su incorporación a la red de Paradores Nacionales.

Los exigentes requisitos del proyecto incluían el encaje del edificio rehabilitado en el casco histórico de Alcalá de Henares, declarado por la UNESCO patrimonio de la humanidad en 1998 junto con la Universidad de Alcalá de Henares. La mencionada institución internacional reconocía así la importancia del municipio estructurado alrededor de la universidad. El cardenal

Cisneros concibió la ciudad como un todo, cuya distribución merecía ser coordinada en lugar de dejar que creciese poco a poco de manera no ordenada. Dicho concepto sirvió de modelo a otras ciudades en desarrollos posteriores.

Con estos antecedentes el **proyecto ganador del concurso, de los arquitectos María José Aranguren y José González Gallegos**, respeta los muros existentes del edificio y aprovecha su distribución inicial, a la vez que ejecuta una parte nueva anexa al edificio histórico, para completar las futuras necesidades funcionales del edificio.

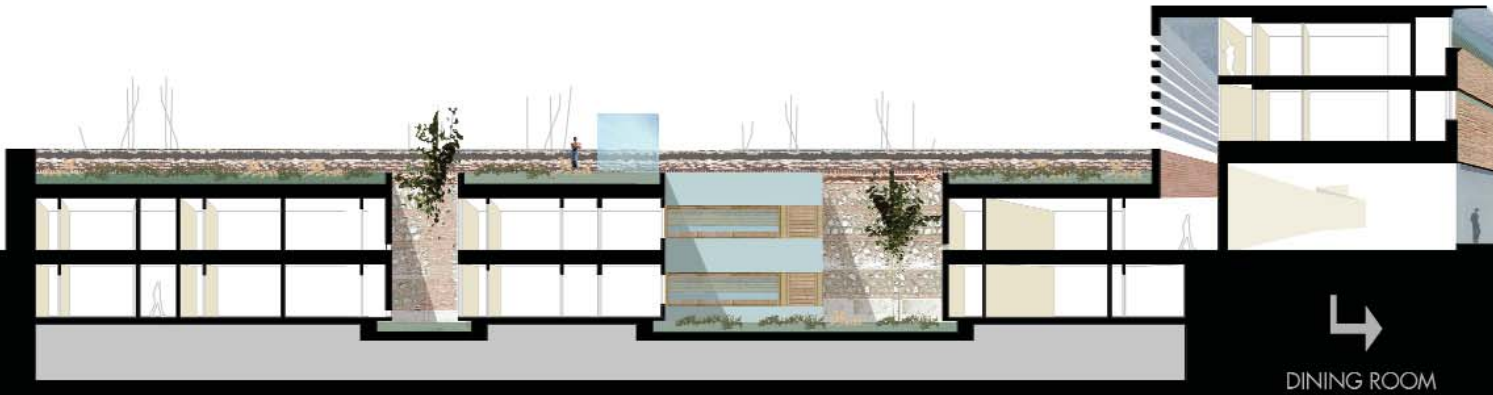
Entre semejante variedad, era inevitable que surgiesen varias **aplicaciones con productos Hilti**. Las más significativas fueron **conexiones con resinas y barras corrugadas**, para conectar diferentes elementos estructurales. Así, por ejemplo, en la zona nueva se conectaron los muros pantalla a los forjados mediante barras corrugadas y resina Hilti y también se empleó un sistema similar para atar los muros antiguos a la estructura nueva.

Conexión Estructura nueva a la Antigua

Para rehabilitar una zona de la obra, se optó por vaciar el antiguo colegio, dejando los muros

antiguos en pie y conectándolos con la estructura nueva. De ese modo, se respeta la estética exterior del edificio, acorde con el entorno del mismo. Para poder conectar la estructura nueva a la antigua se plantearon varias alternativas. **La propuesta de Hilti**, finalmente aceptada, consistió en colocar una barra corrugada a posteriori con **resina Hilti HIT HY-50** en el muro y dejarla en espera. Posteriormente, se hormigonaría el forjado dejando las barras embebidas en él.

La ejecución de esta aplicación contenía ciertas incertidumbres debidas al desconocimiento del material del que estaba compuesto el muro.



Mediante una visita a la obra de Jesús Calvo e Iñigo Gómez, miembros de la oficina técnica de Hilti, se comprobó a simple vista en algunas catas y partes deterioradas que el muro se componía de dos hojas de fábrica de ladrillo, con un material heterogéneo de relleno entre ambas. No obstante, no era posible saber a ciencia cierta que las zonas del muro donde se preveía taladrar presentarían la misma estructura. Era importante saber, a

material fuese hueco, podría emplearse el tamiz para material hueco, que una vez relleno de resina impide que ésta se disperse y se consuma en exceso. En el caso de que el material fuese macizo podría aplicarse la resina directamente. Dado este desconocimiento de las características del material base, se optó por realizar ensayos en el muro, reproduciendo en la medida de lo posible las condiciones de obra. Para ello se desplazó Jesús Alegre, inge-



nivel de ejecución, si el punto donde se pensaba colocar la barra contenía huecos o no. Si bien los ladrillos eran macizos, la zona de relleno podía contar con huecos que afectasen a la resistencia o consumiesen un volumen excesivo de resina.

En consecuencia se plantearon dos opciones en función de si el material base fuese hueco o macizo. En el caso de que el

niero de la oficina técnica de Hilti, y una vez realizados los taladros y ejecutados los anclajes se procedió al ensayo de los mismos a tracción pura. Los anclajes se empotraron 40 cm en el muro, unos con tamiz y otros sin tamiz, con resina Hilti HIT-HY 50. Para poder emplear el aparato de ensayo se sustituyó la barra corrugada por una varilla roscada del mismo diámetro (12 mm). Los an-



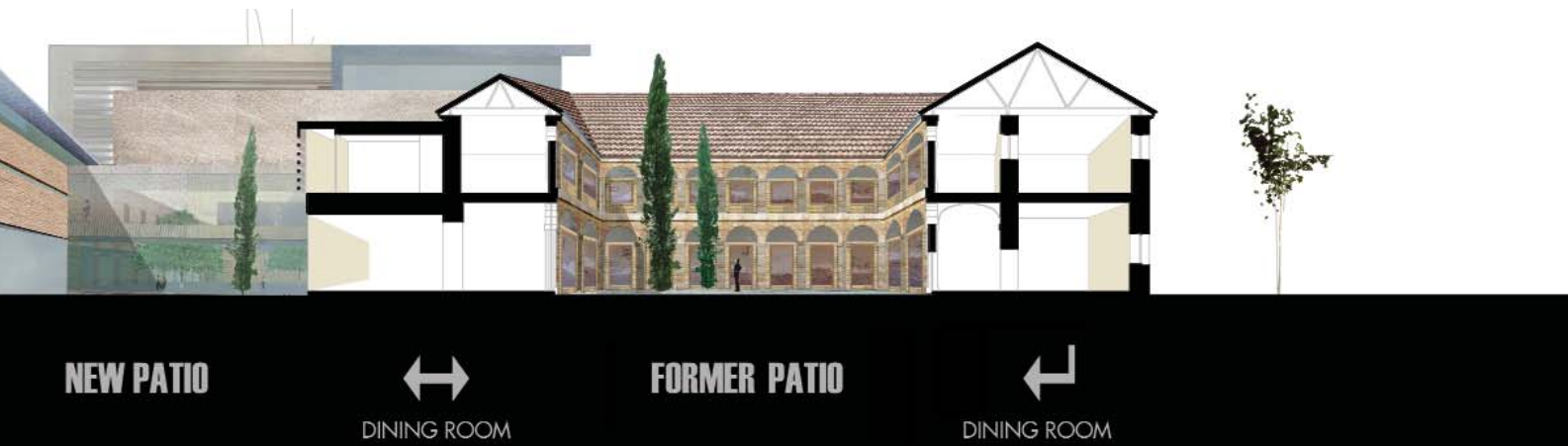
clajes se ensayaron a tracción pura con el aparato de ensayo Hilti Tester Mark V, dando resistencias comprendidas entre 12 kN y 25 kN. La carga estimada para evitar el vuelco del muro era del orden de 3 kN por barra. Se comprobó, por tanto, que la resistencia era mayor que la solicitación.

En vista de los buenos resultados del sistema, se recomendó la resina Hilti HIT-HY 50, dejando abierta la opción de emplear el tamiz en el caso de que al taladrar se detectase un número elevado de huecos.

Conexiones a muro pantalla

En la zona nueva se habían ejecutado unos muros pantalla que, una vez excavado el terreno y descubierto el paramento, requerían ser conectados a las futuras losas de forjado, así como a algunas vigas. Para ello desde la oficina técnica de Hilti se planteó una conexión con barras corrugadas y resina Hilti HIT-RE 500. Ejecutando un taladro horizontal, rellenándolo de resina e introduciendo las barras horizontales se dejó en espera y se pudo dar continuidad al armado longitudinal de las





losas. Colocando armado superior e inferior, se consigue una continuidad entre ambos elementos estructurales (losa y muro pantalla o viga y muro pantalla) que junto a la rugosidad de la que se dota a la junta, permite que la conexión y la longitud de anclaje se diseñen siguiendo las normativas de hormigón armado. El hecho de emplear resina, permite reducir longitudes de anclaje con respecto a las dadas en las normativas de hormigón armado, de-

bido a que la adherencia entre la resina y el hormigón es mayor que la adherencia entre el hormigón y la barra corrugada cuando esta se coloca "in situ" (ver artículo en pág. 9). En el caso concreto de las vigas (conexiones con $\varnothing 20$), la resina Hilti HIT-RE 500 permitió emplear una longitud de anclaje de 35 cm allí donde la EHE exigía 60 cm. En circunstancias óptimas, esa longitud de anclaje podría reducirse hasta 30 cm. ■

Conexión losa – muro pantalla

Carga máxima de cortante = 130 kN/m
Armado necesario = 440 mm ² /m
Armado dispuesto = 4 $\varnothing 12$ por metro (a repartir entre parte superior e inferior)
Longitud de anclaje según EHE = 30 cm
Longitud de anclaje con resina Hilti HIT-RE 500 = 25 cm

Conexión viga – muro pantalla

Carga máxima de cortante = 450 kN
Armado necesario = 1799 mm ²
Armado dispuesto = 6 $\varnothing 20$ (a repartir entre parte superior e inferior)
Longitud de anclaje según EHE = 60 cm
Longitud de anclaje con resina Hilti HIT-RE 500 = 35 cm

Datos de la Obra

Proyecto: Parador Nacional de Alcalá de Henares

Localización: Alcalá de Henares, Madrid

Arquitectos: M^º José Aranguren López y José González Gallegos

Estructura: CEIDER, S.L. Francisco Guerrero y Jesús Martínez Alegre

Propiedad: Paradores de España

Constructora: Dragados (grupo ACS)

La rehabilitación del Parador Nacional de Alcalá, presente en la muestra del MoMA, N.Y.

El Museo de Arte Moderno de Nueva York (MoMA) seleccionó para su recién finalizada exposición "New Architecture in Spain" el proyecto de rehabilitación y ampliación del Parador de Alcalá de Henares, del estudio Aranguren & Gallegos. Con este tipo de proyectos singulares se aprecia "cómo la arquitectura española tiene suficiente fuerza para intervenir en cascos históricos con actuaciones totalmente modernas", según la arquitecta María José Aranguren.

La muestra, que ha permanecido abierta hasta el 1 de mayo de 2006, ha recogido obras de nuestro país que han aportado nuevos conceptos e ideas, dando un paso adelante hacia la arquitectura del siglo XXI. Además del Parador, entre los 53 proyectos presentes en la exposición se incluyeron: la

Casa Levene en San Lorenzo de El Escorial (Eduardo Arroyo/NO.MAD Arquitectos), el Centro de las Artes en La Coruña (Acebo X Alonso Arquitectos) o el Museo de Andalucía proyectado en Granada (Estudio de Arquitectura Campo Baeza).

Respecto a los proyectos concluidos, también se exhibieron los relativos al Edificio Mirador de Sanchinarro (MVRDV y Blanca Lleo), la ampliación del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (Ateliers Jean Nouvel) y la Nueva Terminal del Aeropuerto de Barajas (Richard Rogers Asociados y Estudio Lamela). En la selección de arquitectos para la exposición figuraron varios premiados con el prestigioso galardón Pritzker, como Rafael Moneo, Herzog, Gehry o Koolhaas. ■

Soportes para una instalación record

Ramón Granadino, Ing. Director de Proyecto de Red Eléctrica de España.
Antonio Cardo, Ing. Grandes Proyectos Hilti Española, S.A.

Las nuevas instalaciones del Aeropuerto de Barajas han resultado un auténtico reto para la ingeniería actual. Se han aplicado las soluciones más novedosas para resolver los diferentes expedientes del proyecto.

La línea de transporte de 400 kV doble circuito San Sebastián de los Reyes-Loeches-Morata discurría por las proximidades de las nuevas pistas, existiendo interferencias de algún tipo en 32 apoyos de la misma. Entre las alternativas que se estudiaron para eliminar dichas interferencias, se adoptó el soterramiento parcial del doble circuito a lo largo de un trazado de 12.750 m, utilizando cables aislados tipo XLPE de 2.500 mm² de sección de conductor, instalados en una galería visitable y ventilada.



Tendido de cable en tramo curvo.

Este tipo de solución es la primera vez que se ejecuta en España y resulta la instalación de mayor longitud en Europa de estas características.

La solución técnica, consiste en un túnel enterrado de 2 m x 2,25 m y una profundidad media de 2 m. Los cables de cada terna están posicionados en un plano vertical a cada lateral de la galería con una separación entre ejes de cables de 0.5m.

Se ha realizado el proyecto del cable utilizando el criterio de igualar la capacidad de transporte del tramo subterráneo y el aéreo, optimizando las pérdidas. El cable seleccionado tiene una sección de conductor de 2.500 mm² y una sección de pantalla de aluminio de 529 mm² (Fabricante A) y 250 mm² (Fabricante B) respectivamente, y aislamiento tipo XLPE.

La composición del circuito consiste en la combinación de cinco tramos completos de tres secciones **Cross Bonding**, en

longitudes de 810 m y dos tramos en **Single Point** en cada extremo de una longitud final de 300 m y 400 m respectivamente. Debido a la importante potencia a transportar, con independencia del proyecto del cable, que lo hace único hasta el momento, se precisa un estudio concienzudo del aspecto térmico del entorno de los cables. El sistema térmico incluye 5 estaciones de ventilación, un DTS (Distributed Temperature Sensing) para medir la temperatura del circuito y del túnel y un sistema RTTR (Real Time Thermal Rating) que dirige e integra todos los subsistemas. Debido a los esfuerzos mecánicos presentes en los cables con variaciones de carga, se ha escogido la solución de tendido flexible de cable para minimizar esfuerzos longitudinales y radiales también en los accesorios.

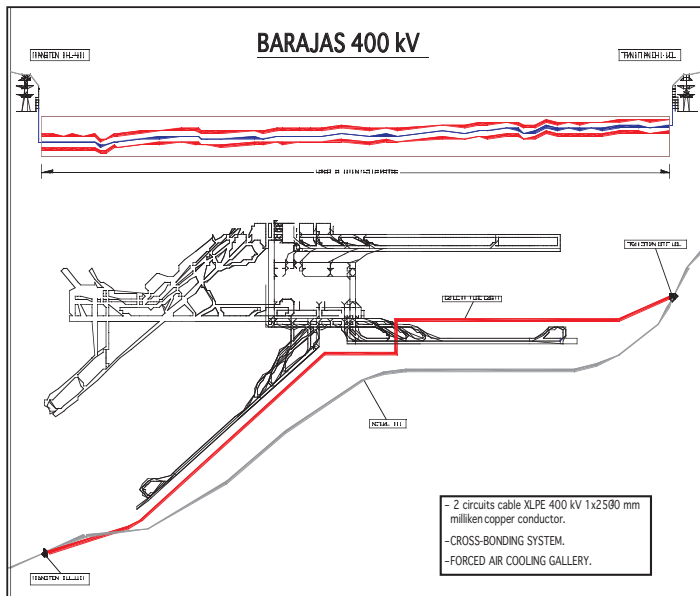


Figura 1. Vista General.

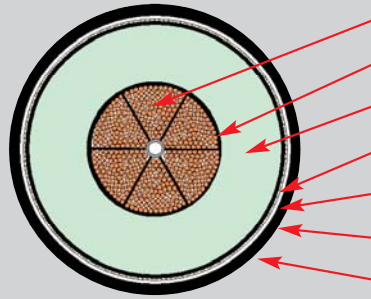


Figura 2. Sección del cable 400 kV

	(Diámetro mm)	CABLE A	CABLE B
1. Conductor Miliken (6 sectores)		65	65
2. Capa polímero semiconductor extrusionado		71,6	70
3. Capa aislamiento XLPE		122	125,9
4. Capa polímero semiconductor extrusionado		126	129,7
5. Encintado semiconductor hidrocópico.		128,3	
6. Pantalla de aluminio soldado/hilos de cobre			138,8
7. Cubierta exterior de polietileno retardante a la llama		142,5	148,0

Los cables han sido fijados a soportes metálicos galvanizados en caliente unidos a las paredes del túnel cada 6 m. formando festones. En la zona intermedia de cada una de las ternas van unidos por abrazaderas distanciadoras para contrarrestar las fuerzas electrodinámicas generadas por las corrientes de cortocircuito, evitando deformaciones incontroladas de los cables. La flecha a la máxima temperatura de servicio de los cables se fija en 0,25 m.

Cálculos de la Soportación

Los soportes han sido diseñados por la oficina técnica de Hilti Española conformes a las exigencias del proyecto:

- Cargas verticales estáticas y de cortocircuito.
- Cargas horizontales produci-

das por la operación de tendido del cable.

- Cargas verticales producidas por la operación de festonado del cable.

A continuación, se realiza una descripción del cálculo de los diferentes elementos del soporte:

• **Cálculo de ménsula soporte.** Se han considerado las siguientes hipótesis:

- Se ha supuesto una carga vertical de servicio de 9,0 kN con una distancia del punto de aplicación de carga al perfil guía de 162,5 mm.
- Máxima tensión de diseño permitida en el acero del carril del soporte: 175N/mm²
- Máxima tracción de diseño del sistema de conexión carril-guía con soporte: 8.000 N.
- Máximo esfuerzo cortante de diseño del sistema de co-

nexión carril-guía con soporte: 5.000 N.

- Espesor de la placa de unión entre soporte y carril-guía: 10 mm.

El carril Hilti MQ72 soporta las cargas indicadas sin superar la tensión normal máxima de diseño.

• **Cálculo de sección de acero del carril-guía anclado en pared**

El carril-guía se ha calculado para soportar las cargas de la hipótesis mas desfavorable que es la de cortocircuito:

- Carga vertical ménsula 1: 2,5 kN
- Carga vertical ménsula 2: 2,5 kN -6,5 kN = -4,0 kN
- Carga vertical ménsula 3: 2,5 kN +6,5 kN = 9,0 kN
- Distancia del punto de aplicación de carga a perfil guía:

162,5 mm.

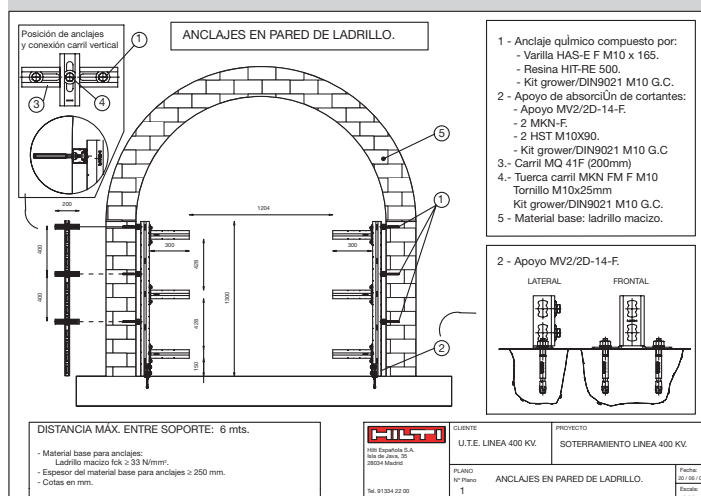
- Para el estudio del carril se ha analizado la zona comprendida entre el 2º y 3º soporte por ser esta la zona con mayor momento flector al sumarse el momento positivo de la carga vertical de 9,0 kN con el momento negativo de la carga de -4,0 kN.

- Para el estudio se han considerado como apoyos en la pared los anclajes, por supuesto, y también la zona de los soportes sometidos a compresión, puesto que esta parte del carril está sometida a esfuerzos de compresión con la pared.

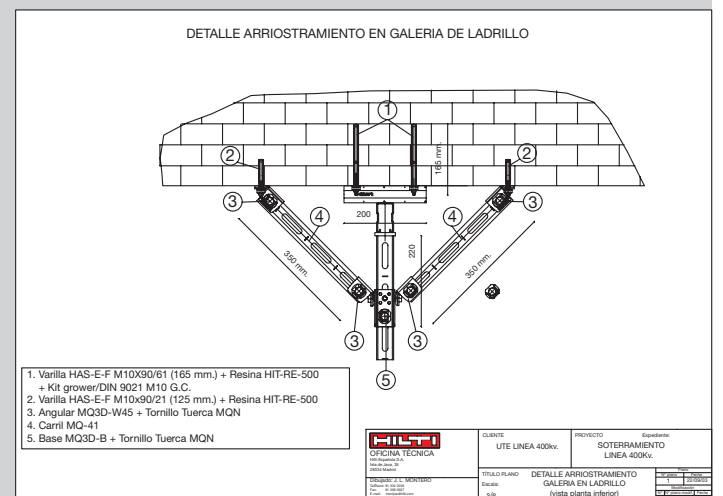
El carril Hilti MQ72 soporta las cargas indicadas sin superar la tensión normal máxima de diseño.



Detalle tendido de cable



Dibujos de la oficina técnica de Hilti de la soportación en la galería de ladrillo.



Dibujos de detalle del arriostramiento en la galería de ladrillo.

Aplicaciones técnicas 2

• **Cálculo de anclajes necesarios**

- Del análisis realizado sobre el carril-guía, se desprende que la tracción máxima del anclaje más desfavorable son 7,71 kN.
- En cuanto al esfuerzo cortante, y puesto que las cargas de repulsión de cortocircuito no generan cargas netas sobre el carril-guía, el cortante al que están sometidos cada uno de los 4 anclajes será de:
2,5 kN x 3 cables / 4 anclajes = 1,87 kN.

La recomendación final es la colocación de 4 anclajes Hilti HST M10/10, en la disposición que figura en los esquemas de detalle de la solución.

Ensayo de rotura

El soporte diseñado se ensayo a una prueba de carga en las instalaciones de la empresa suministradora del marco prefabricado. Se utilizo para la medición de la carga un gato hidráulico con manómetro y cilindro de 100 kN de fuerza máxima marca ENERPAC. Para medir los desplazamientos se utilizó un Palpador con resolución de 0.01 mm. A partir de los datos del ensayo se pudo obtener el gráfico de carga-deformación.

De la prueba de carga realizada a la ménsula de apoyo descrita en el ensayo se deduce que la carga de rotura del soporte muestra es de 20 kN aplicados a una distancia horizontal de 165 mm desde la cara soldada de la placa base de la ménsula. Dicha rotura se produce por una plastificación excesiva de la unión ménsula-carril y de la placa base del soporte.



Disposición ensayo de la soportación



Detalle del ensayo



Vista del soporte tras carga de rotura

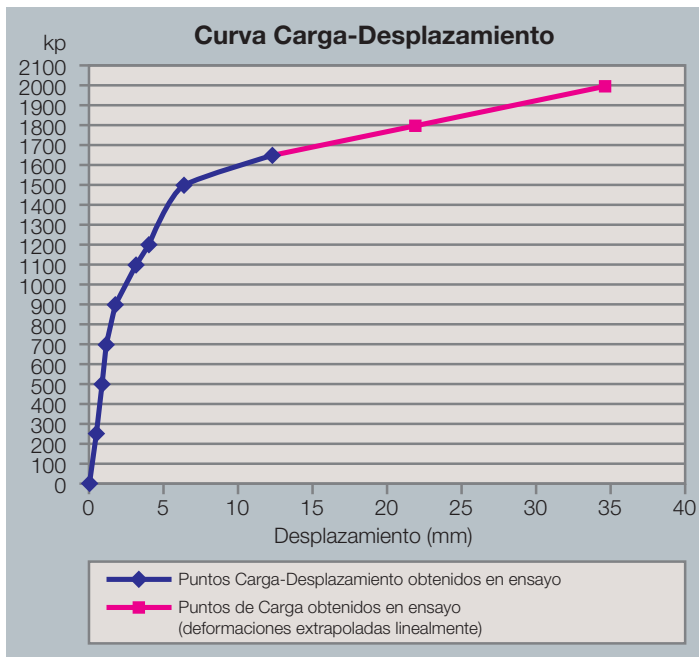


Gráfico de carga-deformación

Datos de la Obra

Proyecto: Soterramiento Línea 400 kV San Sebastián de los Reyes-Loeches-Morata
Localización: Barajas, Madrid

Propiedad: Red Eléctrica de España
Ingeniería: Ineco
Contratista Principal: UTE Línea 400KV (Cobra, Elecnor, Inabensa, Sampil)

Contratista Galería: Saglas
Suministrador Cable: Pirelli Cables, ABB
Suministrador Galería: Tubos Borondo

Anclaje de barras corrugadas a posteriori

Alejandro Álvarez, Ing. Oficina Técnica de Hilti Española, S.A.

Introducción

Cada vez más, motivado principalmente por los actuales métodos constructivos, es habitual proceder al **diseño de conexiones entre elementos de hormigón armados ejecutados en diferentes fases**. Como ejemplos más habituales podemos citar la conexión de forjados a muros pantalla, el anclaje de esperas, los recrecidos de elementos y así un largo etcétera. Ver Fig.1

En estas condiciones no es posible dar con facilidad, continuidad al armado de las piezas tal y como se hace en el ferrallado de los elementos armados in situ, ni dar a las barras los detalles constructivos que habitualmente se recogen en las recomendaciones de

las Normativas, a destacar doblados y barras con patilla. Ver Fig.2

Se hace necesario entonces, anclar las barras de manera que puedan transmitir los esfuerzos de una sección a otra. El estudio de la longitud de anclaje de estas barras, siempre en prolongación recta, habrá de tener en cuenta, además de las particularidades intrínsecas del anclaje de barras corrugadas en hormigón, las propiedades del producto que permite transmitir, por adherencia, la fuerza que recoge la barra anclada al resto de la estructura.

Hilti dispone de dos resinas para este fin. Se trata de las

resinas **Hilti HIT-RE 500 y Hilti HIT-HY 150**. Ver Fig.3

El presente artículo presenta al lector las últimas investigaciones sobre el anclaje de barras corrugadas a posteriori, objeto de un proyecto de investigación en los departamentos de I+D de Hilti Corporación.

Modos de fallo. Comportamiento

La capacidad portante de una barra anclada a posteriori depende en primer lugar de las hipótesis que hagamos sobre el material base y el modo de fallo que gobierne en el anclaje.

Se pueden distinguir tres modos de fallo que será necesario analizar en función del modelo que consideremos: fallo de la ba-

rra por extracción de un cono de hormigón, fallo de adherencia en la barra, fallo por splitting. Ver Fig.2 y 4

El primer fallo, en el que no entraremos en este documento, no se puede producir en caso de que haya una biela comprimida que asegure el confinamiento del hormigón; por ejemplo, en la conexión de una losa simplemente apoyada con un muro pantalla en caso de conectar la armadura inferior y dotar de rozamiento a la junta. Ver Fig.4

Los otros dos, propios del anclaje de barras corrugadas, serán los que se deberán analizar en el caso de barras a posteriori.



Fig.1 Barras colocadas



Fig.3 Proceso de Inyección

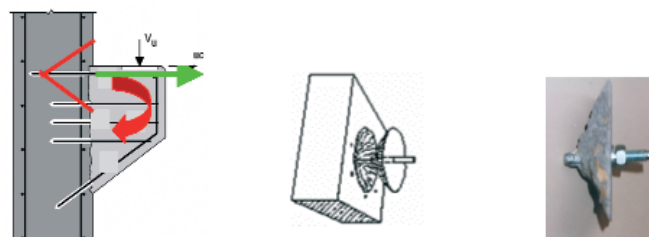


Fig.2 Fallo de anclaje por extracción de cono. Ej. ménsula corta

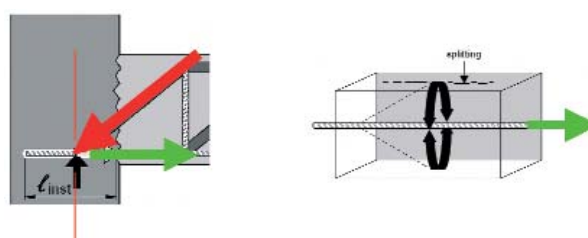


Fig.4 Fallo de anclaje por splitting. Ej. apoyo viga Modelo BT.

Longitud de anclaje de una barra corrugada a posteriori

El estudio de la longitud de anclaje, tal y como se ha indicado anteriormente, debe tener en cuenta lo prescrito para barras in situ y las características de la resina a usar.

En lo que respecta al anclaje de barras in situ, el número de parámetros que influyen en la adherencia de las barras es grande, pudiéndose destacar los siguientes:

- Diámetro de la barra
- Tipo de acero
- Posición de la barra durante el hormigonado
- Recubrimiento y/o separación entre barras
- Armado transversal
- Tipo de hormigón

Las diferentes normativas de hormigón armado: Código Modelo, EHE y EC-2 recogen estos parámetros en mayor o menor medida. Es destacable dentro de estas la formulación del ACI 318, Building Code for Reinforced Concrete, (Normativa de HA en uso en Estados Unidos) que recoge, de una manera explícita en el cálculo de la longitud de anclaje, estos parámetros. A continuación se recoge esta formulación

$$\frac{l_b}{\phi} = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f_c}} \cdot \frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{(c+K_{tr}/\phi)}$$

expresión general

$$\left(\frac{c+K_{tr}}{\phi} \right) < 25$$

limitación por Pull Out

Siendo:

- ϕ : el diámetro de la barra en cuestión
- $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$: parámetros de posición de barra, estado de superficie, factor diámetro, factor para hormigón ligero

c : distancia a borde o semidistancia entre barras

K_{tr} : índice de armadura transversal

Se trata, como se aprecia en la formulación, de una expresión que hace intervenir explícitamente a los parámetros que antes hemos destacado.

Es importante poner de relieve las variaciones que se obtienen en función del código que se utilice en la estimación de la longitud de anclaje. La figura 5 recoge la tensión de adherencia de diseño para la EHE, el EC-2 y el código americano para una barra corrugada ϕ 16.

Como podemos ver en la figura, dado que la rotura por splitting se produce por fallo interno en el hormigón, la longitud de anclaje mejora a medida que lo hace el tipo de hormigón o aumenta el factor $(\frac{c+K_{tr}}{\phi})$, pudiendo considerar mayores valores de tensión para las barras. Conviene recalcar el comportamiento de la EHE o del EC-2 que dan valores constantes de adherencia pero sin hacer intervenir en ningún caso a la geometría, determinante para

el ACI. De este modo se trata igual a una barra cercana o alejada del borde y/o con mayor o menor cuantía de acero transversal con valores de adherencia sorprendentemente altos en comparación con el código ACI para “geometrías exigentes”

El límite superior de adherencia que podemos asumir, y por tanto mínimo de longitud de anclaje, lo marca la pérdida de adherencia; el conocido como fallo por Pull Out.

Observando la anterior formulación podríamos hacernos las

siguientes preguntas: ¿qué pasaría si pudiésemos asegurar que ese fallo de adherencia no se produce?, ¿seguiría siendo válida la formulación?, ¿con qué límite? y, ¿si en vez de ir a una barra colocada in situ fuésemos a una unión a posteriori?, en ese caso, ¿qué se le debe pedir al producto que garantiza la adherencia?.

Estas son las principales cuestiones que el departamento de I+D de Hilti Corporación, junto a la Universidad Técnica de Munich, hicieron de cara a

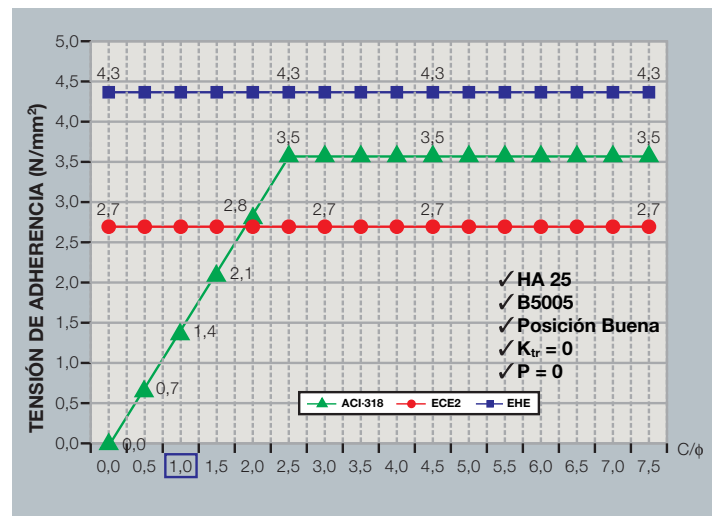
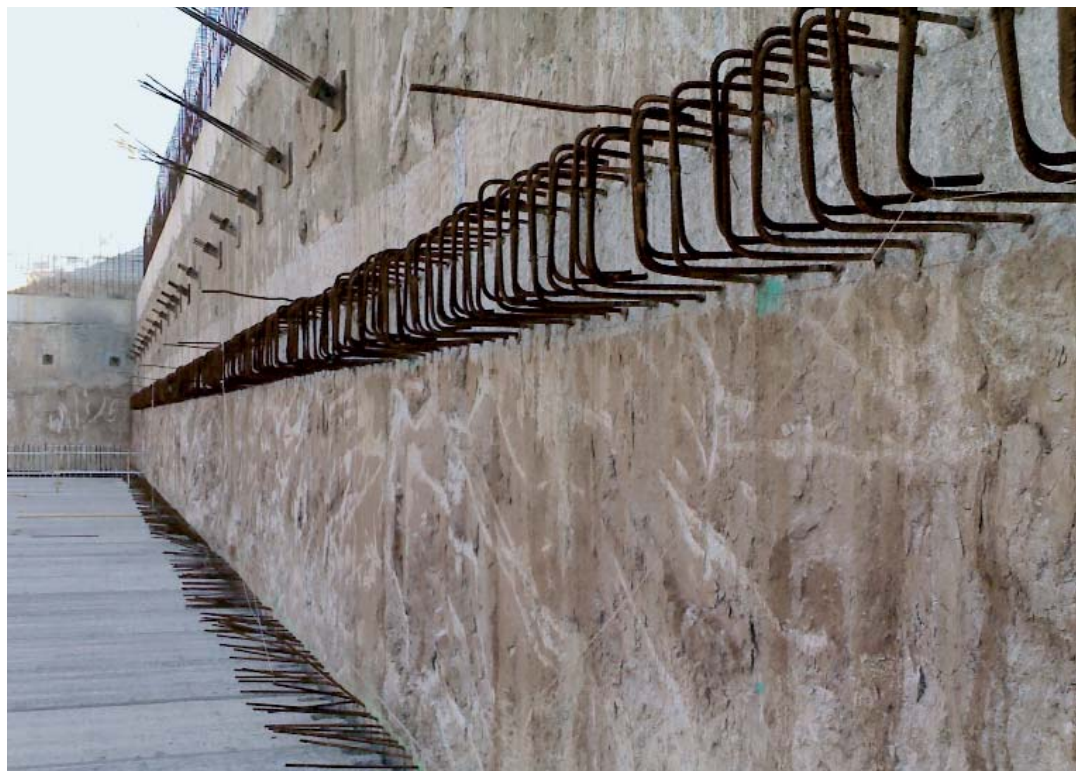


Fig.5 Gráfica comparativa adherencia en Normativas de Hormigón



estudiar las longitudes de anclaje a las que se podía llegar usando la familia de resinas Hilti para conexiones con corrugados a posteriori, Hilti HIT-RE 500 y Hilti HIT-HY 150 y la formulación adecuada para ello.

El análisis realizado por el departamento de I+D se ha basado en el análisis de la posible ampliación de la formulación de la ACI para el anclaje de barras a posteriori. Este estudio, apoyado también en la ETAG (2001) ha sido posteriormente confirmado experimentalmente para la familia de productos de Hilti HIT RE500 y Hilti HIT HY 150. La propuesta de formulación es:

$$\text{Si } \left(\frac{c+K_{tr}}{\phi} \right) < 25$$

$$\tau_{sp,d} = \frac{\sqrt{f'_c} \cdot (c+K_{tr})}{4 \cdot \gamma \cdot d_b}$$

$$\text{Si } \left(\frac{c+K_{tr}}{\phi} \right) > 25$$

$$\tau_{sp,d} = \frac{\sqrt{f'_c} \cdot \left[25 + \delta \cdot \left(\frac{c+K_{tr}}{d_b} - 25 \right) \right]}{4 \cdot \gamma}$$

El anterior análisis lleva a la siguiente expresión de comportamiento de la Figura 6.

Tras el estudio realizado, corroborado por los tests, es posible analizar de un modo seguro y garantizado el anclaje de barras corrugadas a posteriori usando las resinas Hilti HIT-RE 500 y Hilti HIT-HY 150, basado en un código reconocido de hormigón armado y ampliado mediante experimentación adicional.

Es importante destacar en este punto algunos aspectos relativos a las características de las

resinas utilizadas para garantizar la adherencia entre la barra corrugada y el hormigón.

Evidentemente, el modelo de comportamiento en el hormigón será independiente del tipo de resina que se utilice. Sin embargo no es posible garantizar la viabilidad de la formulación de Hilti con otras resinas pues sería necesario proceder a la experimentación con éstas. La razón fundamental es que es indispensable no sólo garantizar un valor último de tensión de adherencia sino el comportamiento de rigidez de la resina de modo que se asegure un reparto uniforme de tensiones en el material base. En caso contrario se pueden generar picos de tensión que afecten al hormigón, generando roturas por splitting no previstas en la formulación anterior. El análisis de este comportamiento sólo es posible mediante experimentación extensiva.

Tanto la resina Hilti HIT-RE 500 y Hilti HIT-HY 150 pueden ser usadas para la conexión de barras corrugadas a posteriori. Estas dos familias de resinas de alta adherencia, se adaptan a las posibles necesidades que una conexión de este tipo puede tener; fraguado lento-rápido, fraguado bajo agua, en taladro liso, tolerancia al diámetro de taladro..

Adicionalmente, se deben exigir a las resinas que se utilicen otras características entre las que cabe destacar:

- Asegurar un adecuado grado de rigidez en ELS.
- Ser químicamente estables en presencia de los ambientes a los que puede estar solicitado el hormigón y proteger adecuadamente la barra corrugada.
- Permitir evaluar numéricamente el comportamiento a fuego.

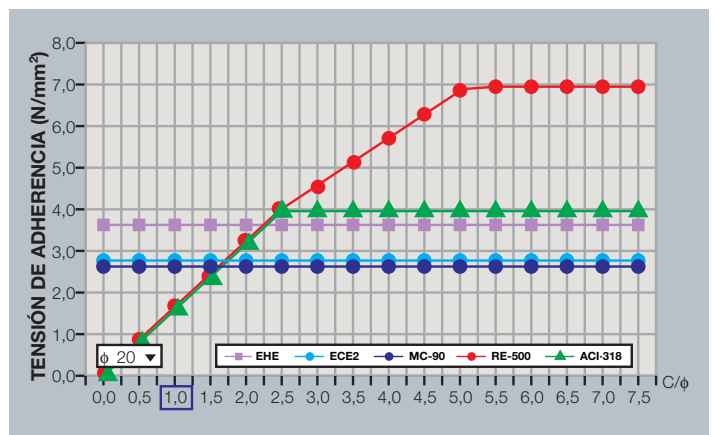


Fig.6 Gráfica comparativa adherencia en Normativas resina Hilti HIT-RE 500

- Tener un adecuado comportamiento frente a cargas cíclicas.

con seguridad para el diseño de conexión de barras corrugadas a posteriori. Para más información sobre el diseño de barras corrugadas a posteriori consulte la **Oficina Técnica de Hilti Española en el 902 100 475.**

Tanto la resina HIT RE-500 como la HIT HY-150 han pasado satisfactoriamente los tests asociados a estas exigencias por lo que pueden ser aplicadas

BIBLIOGRAFIA

- [1] ACI 318 (1999), "Building Requirements for Reinforced Concrete"
- [2] EHE 98, Instrucción de Hormigón Estructural
- [3] EC-2 Proyectos de estructuras de Hormigón Armado.
- [4] Spilling and bond failure of post-installed rebar splices and anchoring, Fritz Müenger, Jakob Kunz, Hilti AG
- [5] Post Installed rebar connections, R.Elgehausen, H.Spieth
- [6] CIE 525 Reinforced Concrete Structures, Andrew Whittaker
- [7] Cuadros y figuras Oficina Técnica de Hilti Española

Anclaje homologado según ETAG: anclaje con calidad certificada

Con motivo de la publicación del nuevo Código Técnico de la Edificación donde el marcado CE toma importancia relevante en el mundo de la construcción, **D. Moreschi**, responsable de la Oficina Técnica de Hilti Española, **ha entrevistado al Profesor R. Eligehausen**, Dr. Ing. Catedrático de Técnica de Fijaciones en Universidad de Stuttgart, miembro del grupo de trabajo de anclajes de la EOTA y responsable del grupo de trabajo “Anclajes en hormigón y mamposterías” del fib (fédération internationale du béton), **y a P. Pusill-Wachtsmuth**, Dr. Ing. Vicepresidente de “Normativa Internacional y Homologaciones” en la central de Hilti y miembro de varios grupos de trabajo europeos e internacionales sobre anclajes.

¿Cuándo y por qué se fundó la EOTA (organización europea de homologaciones técnicas)? ¿Cuál es su cometido? ¿Cuál era la situación de las homologaciones en Europa antes de la creación de la EOTA?

P.P-W.: La EOTA se fundó en 1996 y está compuesta por los organismos autorizados para conceder las homologaciones. La función principal de la organización es armonizar los procedimientos de homologación de productos técnicos dentro de la UE, estableciendo cómo conseguirlo. Ello incluye la creación de grupos de trabajo que fijan los requisitos para emitir una homologación, requisitos reunidos en las denominadas Guías DITE (guías de interpretación de los Documentos de Idoneidad Técnica Europea), ETAG en inglés. Una vez escrito el borrador, las guías deben ser aprobadas por los estados miembros y la Comisión Europea.

Antes de que la EOTA comenzase su labor, algunos estados miembros emitían sus propias homologaciones (por ejemplo, Francia, Austria, Alemania o Suecia), cada una basada en requisitos diferentes. Por tanto para que un fabricante pudiese vender sus productos en los diferentes países miembros, el

propio fabricante debía incurrir en los costes para obtener las diferentes homologaciones correspondientes a cada estado, esto supone una barrera al mercado. Según la intención de los países miembros, dicha barrera debe desmantelarse.

¿Cuál es la diferencia entre estándares de productos y las guías DITE (guías de interpretación de los Documentos de Idoneidad Técnica Europea) ¿Qué papel juegan en los grupos de trabajo los fabricantes de productos para la construcción?

P.P-W.: Por lo general, los estándares y las guías DITE son muy similares. Ambos **fijan los requisitos que deben cumplir los productos para un uso concreto**. Allí donde sea posible es preferible establecer estándares de productos. Las guías DITE sólo se aplican cuando los productos todavía se encuentran en una fase de innovación.

Los fabricantes se implican en los grupos de trabajo que crean los estándares y las guías. Es recomendable que lo hagan a través de un representante (asociación de fabricantes) para evitar que se impongan los intereses particulares de un fabricante.



Dr. Ing. Peter Pusill-Wachtsmuth

¿Cuál es el proceso para crear una guía DITE nueva? ¿Qué tipo de estudios y documentos se ven implicados durante la redacción de una nueva guía DITE?

P.P-W.: El proceso por el que arranca la redacción de una nueva guía es bastante formal. Previamente debe existir un mandato de la comisión europea. El mandato viene dado cuando por ejemplo existe una barrera al comercio de productos técnicos en la UE, debida a especificaciones técnicas.

El contenido de la guía debe estar basado en la experiencia de todos los países miembros relativa al producto; cualquier documento y estudio al respecto es de gran utilidad. La guía DITE deberá armonizar los detalles al máximo posible. Allí donde no es posible homogeneizar completamente, se pueden definir clases y niveles, lo

que permite a los países miembros establecer individualmente requisitos propios. Por ejemplo: el clima es diferente en España que en Suecia. Si el clima influye sobre la ejecución y durabilidad del producto, habrá una clase diferente para poder cumplir los requisitos del clima sueco y otra clase para cumplir los requisitos del clima español. Se deja a elección del fabricante el escoger si cumplir los requisitos de las dos clases o sólo los de una.

¿Cuál debería ser el medio por el que los países deberían implementar las homologaciones europeas (DITE) y sus guías de interpretación (guías DITE)?

P.P-W.: A nivel legal está muy claro. Todas las reglas para la homologación de productos y expedición de certificados vienen dadas en la **directiva de productos de la construcción (aprobada en 1989)**. Todas las directivas de la UE deben ser adoptadas como ley nacional. No obstante aún existen diferencias entre los estados miembros en cuanto cómo se adopta y se hace cumplir la normativa, en función de la experiencia anterior. Por ejemplo, en Francia y Alemania hay una gran tradición de homologaciones nacionales por lo que en ambos casos se aplica sistema europeo al igual que antes se aplicaba el

propio. En países en los que las homologaciones nunca han sido consideradas importantes lleva más tiempo.

La primera guía DITE (ETAG) publicada fue la de anclajes en el año 1997. ¿Fue por algún motivo concreto?

PP-W.: El motivo principal fue que los fabricantes de anclajes sufrían especialmente la diversidad de procedimientos de homologación de los diferentes países. Para las constructoras resultaba incomprensible el emplear un producto a un lado de la frontera y en una obra al otro lado no poder emplearlo bajo las mismas reglas, requisitos y homologaciones. En consecuencia, la Asociación Europea de Fabricantes de Anclajes (CEO) empezó desde muy pronto a buscar normas armonizadas. En aquella época (1980) solo existía un sistema voluntario, denominado UEATc. La experiencia con UEATc permitió que la guía DITE se redactase en un tiempo relativamente corto. Así, los anclajes resultaron ser el primer producto con una homologación europea y el mercado CE.

¿Cuál es el estado actual del conocimiento en teoría de anclajes? ¿Ha habido avances posteriores en la teoría desde la publicación de ETAG 001?

R.E.: Se conoce bien el comportamiento y los modos de diseño de fijaciones. Los modos de ensayo y criterios de aceptación de los anclajes a posteriori, así como los métodos de diseño, han sido incorporados a documentos internacionales como ETAG 001 en Europa o en anejo D de la norma norteamericana ACI 318 junto con ACI 355.2.

En Europa se han publicado varios documentos posteriores a la ETAG001, tratando nuevos aspectos. Me gustaría mencionar el Informe Técnico de la EOTA "Anclajes químicos de par de apriete controlado" (2003), EOTA CUAP "Anclajes tipo tornillo" (2003), el informe de la EOTA "Diseño frente al fuego" (2004), y el informe técnico de la EOTA "Barras corrugadas a posteriori", que se publicará en breve. En el año 2007 se publicará una especificación técnica del CEN (previo a un estándar) acerca de anclajes a hormigón, basado en estado del conocimiento actual.

¿Cuál es el procedimiento por el que se obtiene una homologación o documento de idoneidad técnica europeo (DITE, en inglés ETA), partiendo desde la solicitud hasta llegar a la publicación de la homologación?

PP-W.: Para empezar, el fabricante debe escoger un organismo autorizado de un estado miembro para empezar el proceso. Posteriormente, se llevan a cabo todos los ensayos requeridos en la guía DITE (ensayos iniciales). Se debe establecer, un plan de ensayos para el control de la fabricación, que debe ser revisado por un organismo independiente, mediante una inspección inicial. Del mismo modo se comprueba si la fábrica está en condiciones de fabricar el producto con la calidad exigida. La documentación basada en los ensayos iniciales y en el control de producción de la fábrica es la base para un borrador aprobado por el organismo autorizado para la homologación. Dicho borrador se envía al resto de organismos autorizados de los estados miembros para que puedan realizar comenta-

rios. Una vez que se resuelven todas las dudas, el organismo emite la homologación europea, denominada documento de idoneidad técnico europeo (DITE; ETA en inglés) para ese producto en concreto. **La homologación tiene validez en todos los estados miembros.**



Dr. Ing. Rolf Eligehausen

Para un proyectista ¿cuáles son las principales ventajas de emplear un anclaje con homologación europea? ¿Y para el constructor/montador?

R.E.: Los anclajes, a lo largo del proceso de homologación, se ensayan para verificar su uso

en diferentes situaciones, como aplicaciones en exteriores, interiores, hormigón fisurado, no fisurado, y así establecer los parámetros de diseño. Los ensayos reproducen condiciones habituales en obra, además señalan situaciones críticas que se puedan dar en la práctica, como puede ser la sensibilidad del anclaje a defectos en la colocación, fisuras anchas, fisuras de ancho variable debido a la variación de cargas en la estructura, o cargas variables sobre el anclaje. Así mismo, el anclaje se fabrica bajo controles de calidad estrictos. En consecuencia, los montadores y constructores están seguros de que si el anclaje se coloca siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante, éste se comportará según lo descrito en la homologación. **Un anclaje homologado según ETAG puede considerarse un anclaje con calidad certificada.**

¿Qué podría hacerse para aumentar la relevancia de las guías DITE a niveles nacionales?

R.E.: Es necesario un mayor número de publicaciones y seminarios dirigidos a proyectistas. El diseño de fijaciones debería impartirse en las escuelas de ingeniería.



Pruebas de ensayo a extracción de anclajes

La Opinión del Experto

Página 14

Igualmente importante es el entrenamiento de los montadores, que debería ser realizado por los fabricantes, preferiblemente en contacto con organismos independientes. Creo sinceramente que la relevancia de los anclajes aumentará significativamente si el trabajo lo realizan montadores e ingenieros bien informados. Por tanto, en la universidad de Stuttgart llevamos impartiendo cursos de fijaciones desde 1984 y estamos implicados en la formación de los montadores.

¿A qué puede recurrir un proyectista en el caso de que se enfrente a una aplicación no recogida en ninguna guía DITE, como por ejemplo el diseño frente a cargas de fatiga o sísmicas, o placas de anclaje con formas no recogidas en ETAG 001?

R.E.: En ese caso, el proyectista tendrá que recurrir a la bibliografía especializada y a su criterio ingenieril. Puede contactar también con los especialistas en el tema y recurrir a los fabricantes para contrastar experiencias. De hecho, en Alemania existen homologaciones para anclajes sometidos a cargas de fatiga y en EE.UU. para anclajes sometidos a cargas sísmicas.

¿Cuál va a ser la próxima actividad de la EOTA en el campo de los anclajes, es decir, en qué están trabajando los grupos de trabajo en este momento?

R.E.: El grupo de trabajo de anclajes acaba de terminar la redacción de las guías DITE "Anclajes de plástico para hormigón y mampostería" y "An-

clajes químicos en mampostería", por lo que se publicarán próximamente. Ahora mismo el grupo de trabajo discute acerca del modo de ensayo de anclajes químicos empotrados de 4 a 20 veces su diámetro, basándose en unas propuestas realizadas en Stuttgart. **En los próximos años la ETAG 001 se ampliará para cubrir aplicaciones con cargas de fatiga y sísmicas.**

¿Recomienda alguna bibliografía en concreto para algún ingeniero que quiera saber más acerca de la teoría de anclajes y las homologaciones técnicas?

R.E.: La bibliografía es relativamente extensa. Los artículos publicados antes del año 1992 están recopilados en el informe del "State of the art" (Estado del conocimiento) del CEB, "Fastenings to Concrete and Masonry Structures" (Thomas Telford, 1994) y sintetizados en la guía del CEB "Design of Fastenings to Concrete" (Thomas Telford, 1997). El simposio de RILEM "Connections between Steel and Concrete" en Stuttgart (RILEM 2001) recopila conocimiento más reciente. **El conocimiento actual se resume en el libro de texto "Anchorage in Concrete Construction" de Eligehausen, Mallée, Silva (Ernst & Sohn, 2006) que también contiene una extensa bibliografía.** Además muchos fabricantes han publicado informes muy buenos acerca del comportamiento y los métodos de diseño de anclajes. ■

DATOS ACADÉMICOS Y PROFESIONALES

Dr. Ing. Rolf Eligehausen

Catedrático de técnica de fijaciones, Universidad de Stuttgart
 Presidente de fib SAG "Fijaciones sobre estructuras de hormigón y mampostería"
 Presidente del grupo de trabajo 2 de CEN TC 250 "Diseño de anclajes para hormigón"
 Miembro de:
 ACI 355 "Anclajes a hormigón"
 ACI 349, Sub C "Anclajes en construcciones nucleares"
 Grupo de trabajo de anclajes de la EOTA
 Premio Internacional "José Calavera 2002"
 Medalla al Mérito 2005 de la Fédération Internationale du Béton (fib)

Dr. Ing. Peter Pusill-Wachsmuth

Vicepresidente de normativa internacional y homologaciones
 Business Unit Anchor, Hilti AG

Miembro de:

EOTA, grupo de trabajo de anclajes,
 CEN TC 250, diseño de fijaciones
 fib, diseño de fijaciones en hormigón
 Presidente de la sección de anclajes de CEO

GLOSARIO

EOTA (European organisation of technical approvals):

Organización europea de homologaciones técnicas. Su objeto es armonizar los procedimientos de homologación de productos técnicos en la UE. Para ello expide las guías DITE.

Guías DITE (ETAG en inglés): Documento de idoneidad técnica europeo. Guía que reúne los requisitos generales que deben cumplir los productos técnicos en la UE (por ejemplo ETAG001 fija los requisitos para anclajes, ETAG013 para pretensado, etc).

DITE (ETA en inglés): Homologación europea. Documento que establece la idoneidad de un producto específico (por ejemplo, anclaje Hilti HST), bajo los requisitos de la guía DITE. Las homologaciones son expedidas por los organismos autorizados.

Organismos autorizados (approval bodies): Laboratorios y organismos autorizados por la UE para expedir las homologaciones europeas. El conjunto de estos organismos conforma la EOTA.

La EOTA fue fundada a partir de la directiva europea 89/106/CEE, trasladada a la legislación española mediante el Real Decreto 1630/1992.

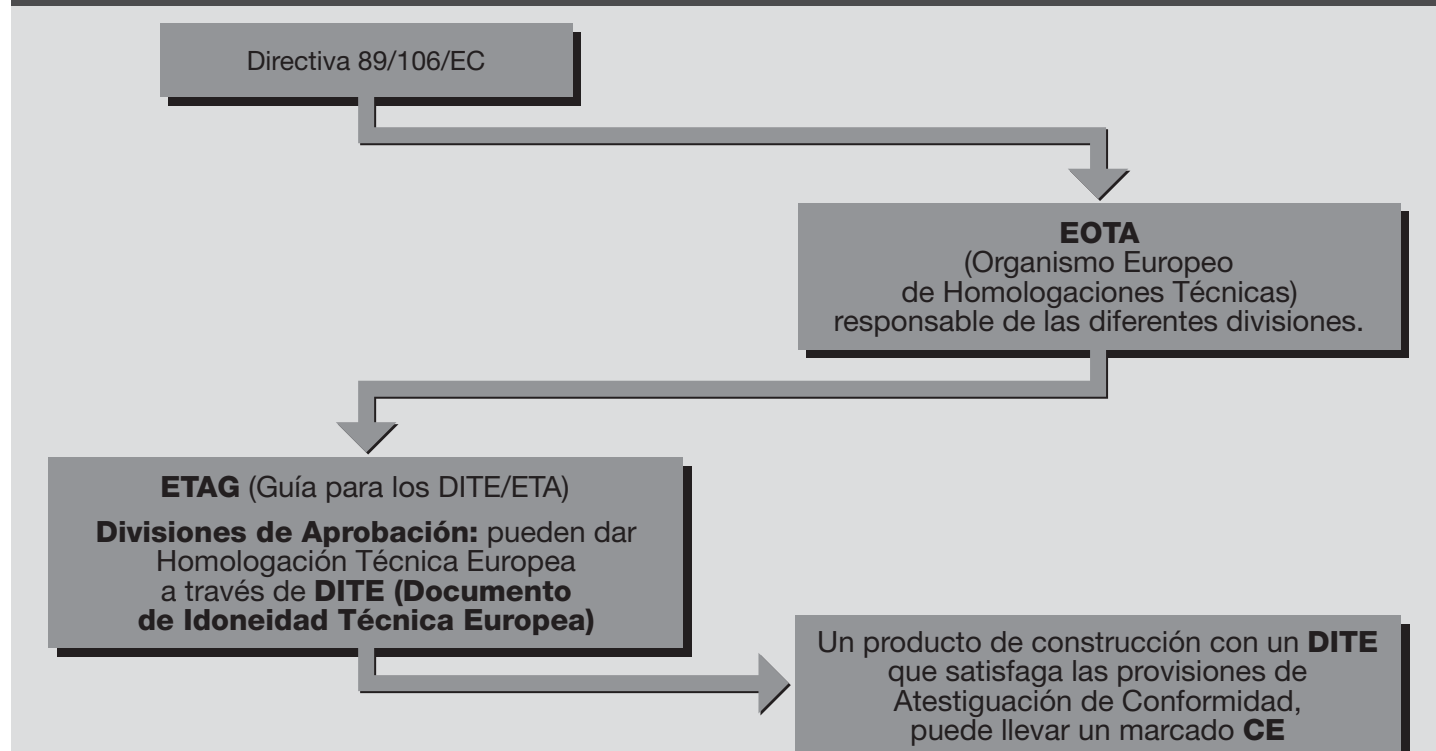
Más información en <http://www.eota.be>

Compromiso de seguridad en cada situación

Hilti pone a su disposición un amplio número de homologaciones y ensayos por laboratorios externos para sus anclajes. Además de la ayuda técnica y del asesoramiento para el diseño de la fijación, Hilti proporciona un soporte adecuado para cada aplicación: dinámicas, de impacto, carga sísmica,...

A medida que se actualizan o surgen nuevas directivas, Hilti se adelanta a ellas; en este caso se trata de la **Directiva Europea para productos de la construcción en el apartado de anclajes.**

Normativa Europea para Anclajes



Homologaciones DITE Hilti para anclajes mecánicos o químicos y soluciones de fijación de aislamiento:

DITE-98/0001 Hilti-Anclaje Mecánico HST	DITE-04/0029 Hilti-Anclaje Químico HIT-RE 500 con varilla inoxidable HAS(E) HCR
DITE-98/0002 Hilti-Anclaje Mecánico Inoxidable HST-R	DITE-04/0031 Hilti-Anclaje Mecánico Inoxidable HST-HCR
DITE-99/0001 Hilti-Anclaje Mecánico HSA	DITE-04/0043 Hilti-Anclaje para forjados HKL
DITE-99/0008 Hilti-Anclaje Mecánico Inoxidable HSA-R	DITE-04/0084 Hilti-Anclaje Químico HIT-HY 150 con varilla HIT-TZ
DITE-99/0009 Hilti-Anclaje Mecánico de Autoexcavado HDA	DITE-04/0085 Hilti-Anclaje Químico HIT-HY 150 con varilla inoxidable HIT-TZ
DITE-00/0007 Hilti-Fijación de Aislamiento X-IE 6	DITE-05/0039 Hilti ETICS - Anclaje para fijación de paneles aislantes D-FV
DITE-02/0016 Hilti-Anclaje de Autoexcavado (Inoxidable) HDA-R	Hilti ETICS - Anclaje para fijación de paneles aislantes D-FV T
DITE-02/0027 Hilti-Anclaje de Autoexcavado HSC	DITE-05/0049 Hilti-Anclaje Químico HIT-HY 150 con varilla inoxidable HAS(E)R y manguito HIS-RN Premium cleaning (P)
DITE-02/0028 Hilti-Anclaje de Autoexcavado (Inoxidable) HSC-R	DITE-05/0050 Hilti-Anclaje Químico HIT-HY 150 con varilla inoxidable HAS(E)HCR Premium cleaning (P)
DITE-02/0032 Hilti-Anclaje de Expansión HKD	DITE-05/0255 Hilti HVU con varilla HAS (-E)(-F) y manguito HIS - N
DITE-02/0033 Hilti-Anclaje de Expansión Inoxidable HKD-R	DITE-05/0256 Hilti HVU con varilla inoxidable HAS (-E)R y manguito HIS-RN
DITE-02/0042 Hilti-Anclaje Mecánico HSL-3	DITE-05/0257 Hilti HVU con varilla inoxidable HAS-HCR
DITE-03/0028 Hilti -Anclaje de Aislamiento SD-FV 8	
DITE-03/0032 Hilti-Anclaje Químico HVZ	
DITE-03/0033 Hilti-Anclaje Químico Inoxidable HVZ R	
DITE-03/0034 Hilti-Anclaje Químico Inoxidable (Acero HCR) HVZ HCR	
DITE-04/0027 Hilti-Anclaje Químico HIT-RE 500 con varilla HAS(E) y manguito HIS-N	
DITE-04/0028 Hilti-Anclaje Químico HIT-RE 500 con varilla inoxidable HAS(E)R y manguito Inoxidable HIS-RN	

El mercado CE en el nuevo Código Técnico de Edificación

El pasado viernes 17 de marzo el Consejo de Ministros aprobó el nuevo Código Técnico de la Edificación. Esta normativa se deriva de la Disposición Final Segunda, es decir, la LOE que autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Con esta filosofía, es normal que en el Código Técnico se haya incluido el tema del mercado CE de los productos de la construcción. En detalle, en el Capítulo 2, párrafo 5.2 **“Condiciones generales para el cumplimiento del CTE”** se especifica:

“1. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el Mercado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995 de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas europeas que les sean de aplicación.

2. En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, los DB establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del Mercado CE que les sea aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas.

3. Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.

4. También podrán reconocerse, de acuerdo con lo establecido en el apartado anterior, las certificaciones de conformidad de las prestaciones finales de los edificios, las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las obras, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos, otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.”

Y además, en el párrafo 7.2.1. **“Control de la documentación de los suministros”**

“1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.”

Más informaciones y descargas en <http://www.codigotecnico.org/>

Hilti PD 38 medidor de distancias láser

Máxima eficiencia

en medición y

procesamiento de datos



Los tiempos están cambiando. El medidor láser PD 38 es una prueba de ello. El medidor Hilti PD 38 no sólo mide con precisión láser en distancias hasta 200m, sino que transfiere las medidas y cotas tomadas "in situ" a fotografías, planos y diagramas en su agenda personal digital (PDA/MDA), grabando y almacenando la información con sólo pulsar un botón.

Transfiere medidas a fotografías y croquis con solo pulsar un botón.

Ahorre hasta un 50% de tiempo desde hoy mismo con el medidor Hilti PD 38 y las innovadoras funciones de su software especialmente diseñado por Hilti.

Image Sketch permite transferir directamente las medidas y cotas a fotografías digitales.

Line Draw realiza planos y croquis compatibles con CAD ilustrando áreas y ángulos.

Data Table organiza las medidas efectuadas en una tabla Microsoft Excel.

Formulary proporciona una interfaz gráfica para funciones matemáticas prácticas para el uso diario.

Estas funciones junto con la agenda/móvil personal (PDA/MDA) y el software Hilti permiten grabar medidas en forma gráfica para posterior tratamiento en la oficina en su PC, en formatos dwg compatibles con CAD.

Las principales ventajas: máxima precisión en todo momento, tanto en la medición como en la transferencia y procesamiento de datos, ahorro de

tiempo, facilidad de uso, comodidad de trabajo, ahorro de recursos para conseguir resultados precisos y versatilidad en el almacenamiento de datos en diferentes formatos dwg, jpg, doc, xls.

Desarrollado para cubrir sus necesidades

El medidor Hilti PD 38 ha sido desarrollado como respuesta a las necesidades de nuestros clientes. Hilti ha realizado un estudio sobre el proceso de me-

dicción en obra. Dentro de las fases que son necesarias llevar a cabo en dicha tarea, se encuentran: la toma de datos, el traspaso de los datos tomados en obra a un PC en la oficina, y el procesamiento de los mismos para hacer croquis, facturas, certificaciones de obra, tasaciones, presupuestos, etc. El PD 38 le ofrece la posibilidad de hacer todas estas operaciones en una, y además, "in situ" gracias a la tecnología bluetooth y al Hilti software que incorpora.

Le invitamos a dejar la cinta métrica, el lápiz, los cuadernos de notas, que con el medidor Hilti PD 38 forman ya parte del pasado.

Llévese el trabajo hecho de la obra a la oficina. No invierta más tiempo del necesario.

Solicite una demostración del medidor Hilti PD 38 llamando a nuestro servicio de atención al cliente 902 100 475 o a través de nuestra web www.hilti.es

Comparativa entre la forma habitual de medir y empleando un medidor PD 38		
Proceso actual		PD 38
• Medición de distancias con un medidor láser o con cinta	20%	• Medición de distancias con medidor láser y transferencia simultánea a la PDA/MDA (una persona)
• Apunte de datos manualmente con papel y lápiz (realizado con dos personas)	40%	-25%
• Traspaso de datos manualmente a un PC	33%	• Traspaso electrónico de datos desde la PDA/MDA a su PC (vía USB)
• Datos numéricos, gráficos o croquis	7%	• Trabajo realizado durante el proceso de medición. No es necesario hacer modificaciones
• Presupuestos		
• Facturación		
• Documentación		



PD 38 hace más eficiente el proceso de medición

- + Ahorra recursos-mano de obra
- + Ahorra hasta un 50% de tiempo
- + Reduce interpretaciones erróneas de los datos
- + Versatilidad en el almacenamiento de datos

Explore y descubra sus posibilidades. Mucho más que un medidor láser

Image Sketch
Croquis fotográfico

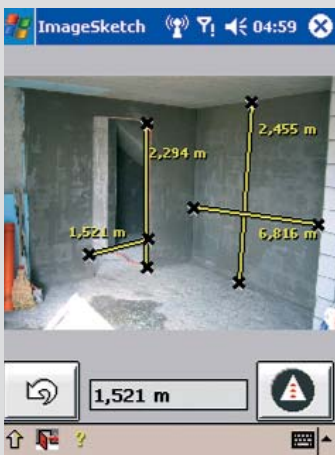
Con esta función, usted puede transferir directamente las mediciones realizadas sobre una fotografía digital realizada con su PDA o exportada a la misma.

Con la tecnología bluetooth, las mediciones realizadas con el PD 38 aparecen directamente sobre la fotografía.

Las cotas introducidas podrán reubicarse, desplazarse o borrarse.

La nueva fotografía acotada podrá guardarse en varios formatos para poder ser utilizada posteriormente.

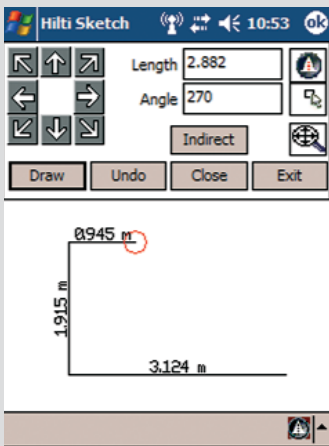
Esta función resulta de gran interés en rehabilitación o reforma, soluciones constructivas puntuales, para carpintería o estructura.



Line Draw
Croquis a línea

La función Line Draw le permitirá realizar "in situ" sus croquis y transferir simultáneamente las mediciones. De este modo los croquis aparecerán acotados.

Los croquis se realizan con la función línea. Son compatibles con CAD, pudiendo ser transferidos en su PC a través de una conexión con puerto USB. Line Draw le permite calcular áreas, calcular ángulos, borrar cotas, introducir cotas y ángulos manualmente, trabajar con ángulos y realizar varios dibujos partiendo de coordenadas de referencia del dibujo previo.

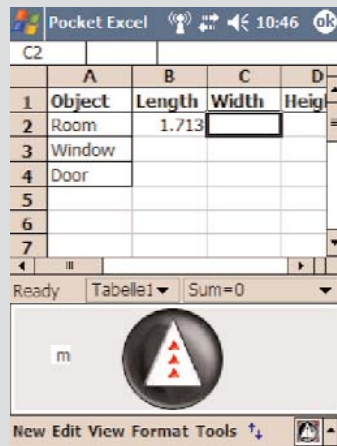


Esta función resulta de gran interés para trabajos de rehabilitación o reforma, tasaciones, peritaciones, estructuristas o construcción en general.

Data Table
Hoja de cálculo

Con esta función podrá transferir todas las mediciones a una hoja de cálculo Excel de forma directa y simultánea a la medición. De esta forma evitará el tener que apuntar las mediciones en un papel y la pérdida o errores de interpretación. El formato de hoja Excel podrá ser preparado en oficina en su PC o bien, directamente en el lugar donde tenga que llevar a cabo las mediciones.

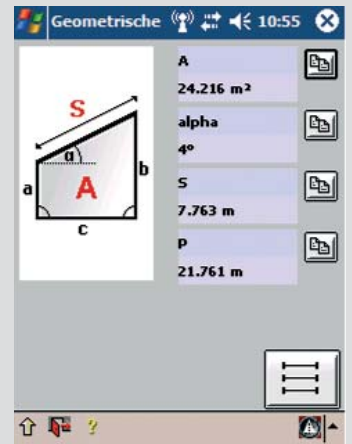
La función Data Table resulta de gran utilidad para certificaciones de obra, presupuestos, pintores, carpintería metálica y trabajos de madera.



Formulary
Fórmulas

La función formulary le permitirá calcular ángulos, hacer triangulaciones, medir fachadas, superficies, distancias máximas y mínimas, tratar superficies trapezoidales, calcular longitudes de circunferencias y cuerdas.

El medidor le irá solicitando las medidas que son necesarias para poder hacer el cálculo con tan sólo apretar un botón.



Los datos obtenidos a través de estas fórmulas prácticas podrán transportarse a la función de line draw e image sketch.

Datos técnicos

Alcance / precisión	0.05 m a 70 m sin placa de objetivo, hasta 200 m con placa de objetivo PDA 50 / ±1.5 mm
Láser	635 nm, clase 2 (IEC 845-1); clase II (FDA 21 CFR)
Funciones de medición y cálculo	Medición individual o continua, áreas, volúmenes +, -, x, /, formulary
Transferencia de datos	Transferencia inalámbrica de datos utilizando tecnología Bluetooth
Clase de protección IP	IP 54
Batería / Vida de la batería	2 baterías de tamaño AA para aprox. 8,000 – 10,000 mediciones
Rango de temperatura de operación	-10°C a +50°C
Dimensiones / Peso	120x65x28 mm / 230 Gramos

Seguridad total en sus Proyectos



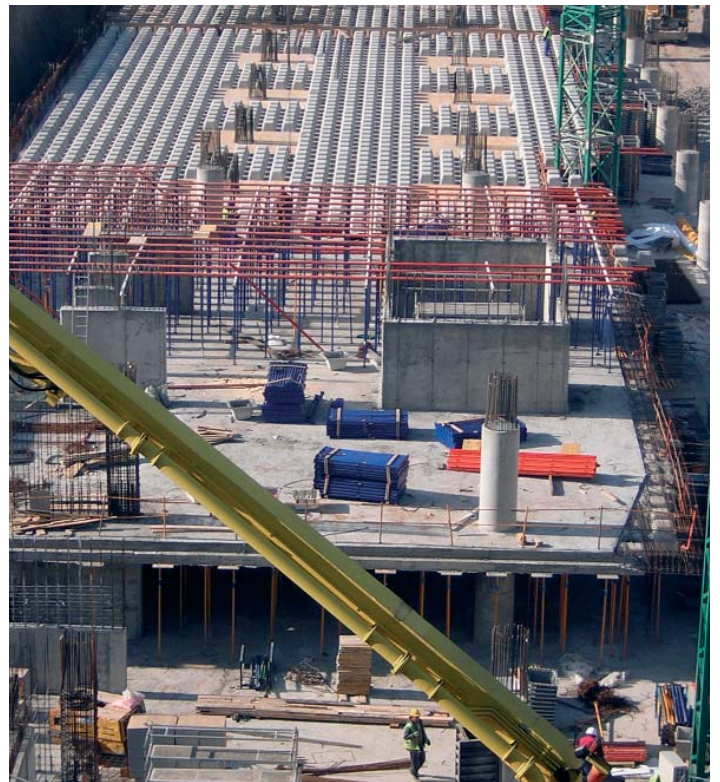
El equipo Hilti de especialistas técnicos formado por ingenieros y arquitectos altamente cualificados, cumple esta importante tarea con competencia y fiabilidad, asesorándole con la solución más adecuada para cada situación. Hilti considera que ofrecer asesoramiento y ayuda técnica es tan importante como producir las herramientas ideales para los profesionales de la construcción.

La Oficina Técnica de Hilti colabora con los departamentos técnicos en la definición de sus proyectos.

- Proporcionando **soporte técnico, asesoramiento y ayuda profesional** a los estudios de ingeniería y arquitectura.
- Ayudando eficazmente en la **obtención de soluciones** a problemas técnicos.
- **Facilitando software** y programas de diseño accesibles en la red en www.hilti.es
- Dando **formación técnica** en el uso correcto de programas y software Hilti.
- Cálculo y aplicación de anclajes y corrugados a posteriori, cálculo de conectores para vigas mixtas, **cálculo y diseño integral** de soportaciones de instalaciones.
- Prestando su apoyo en la ejecución de **grandes proyectos**, realizando ensayos de nuestros sistemas en aquellas situaciones de obra que lo hagan necesario.



Hilti especialista en Grandes Proyectos y Especialidades



La ejecución de los Grandes Proyectos exige una dedicación que Hilti le presta en exclusiva.

Los coordinadores de **Grandes Proyectos** le asesoran desde las fases de diseño del proyecto hasta la puesta en obra de los productos definidos en la solución final.

Este departamento coordina todos los recursos de Hilti que usted pueda necesitar, cálculos en Oficina Técnica, previsión de sus necesidades logísticas, atención personalizada y los posibles ensayos en obra de los materiales Hilti más convenientes.

Hilti cuenta, para ello, con técnicos cualificados en las siguientes Especialidades:

- Petroquímicas.
- Túnel, Puente y Rail (Obra Civil).
- Medio Ambiente (Depuradoras).
- Sellados protección pasiva contra fuego.
- Generación de Energía.
- Soportación de Instalaciones Industriales.
- Rehabilitación

Material Técnico Hilti



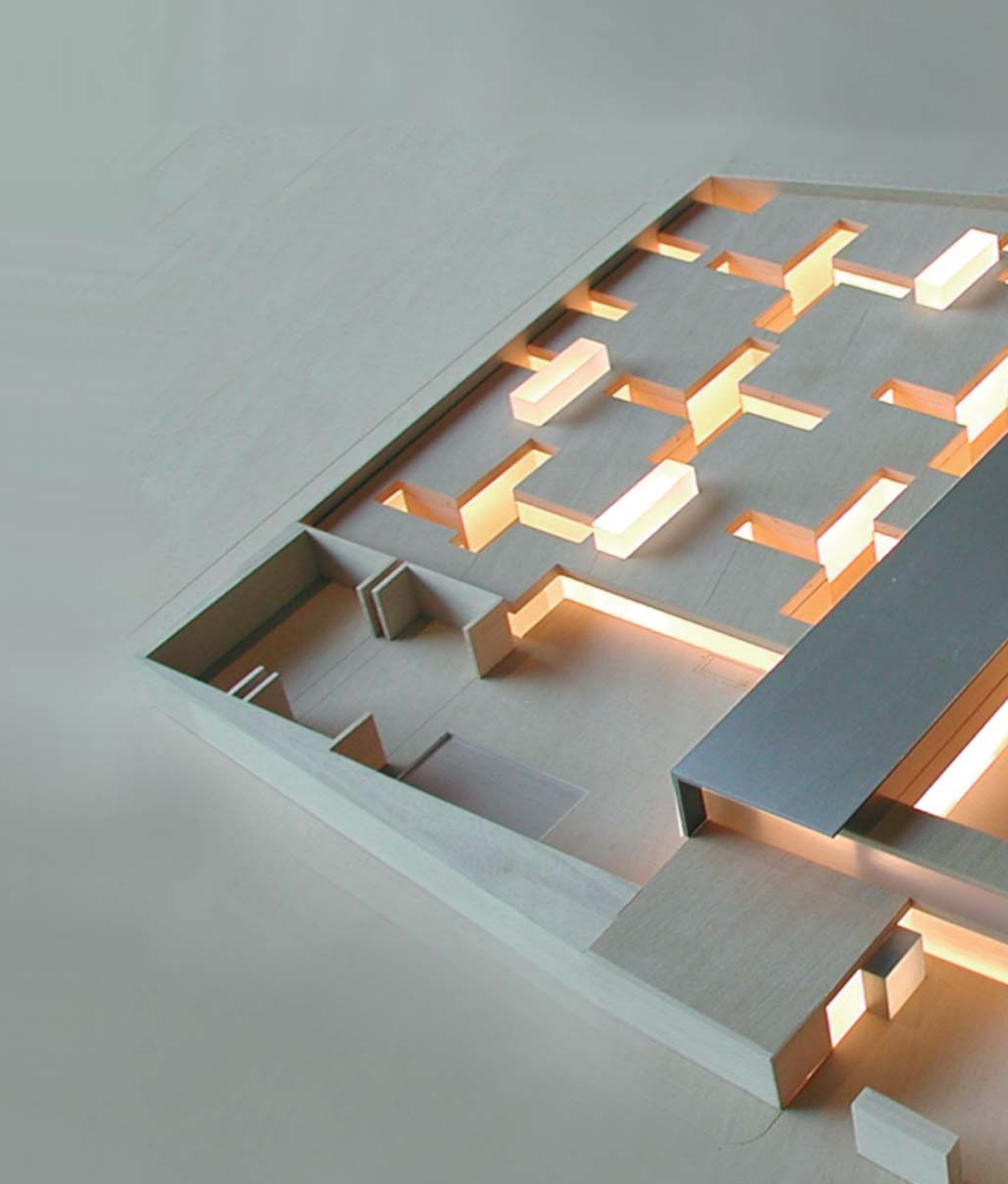
Programa de Cálculo de Anclajes Hilti PROFIS Anchor

- Fácil manejo
- Rápido y potente
- Para diseños seguros

PROFIS Anchor está disponible gratuitamente.

Descárguelo en www.hilti.es o solicite el programa en CD-ROM





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