

# HILTI

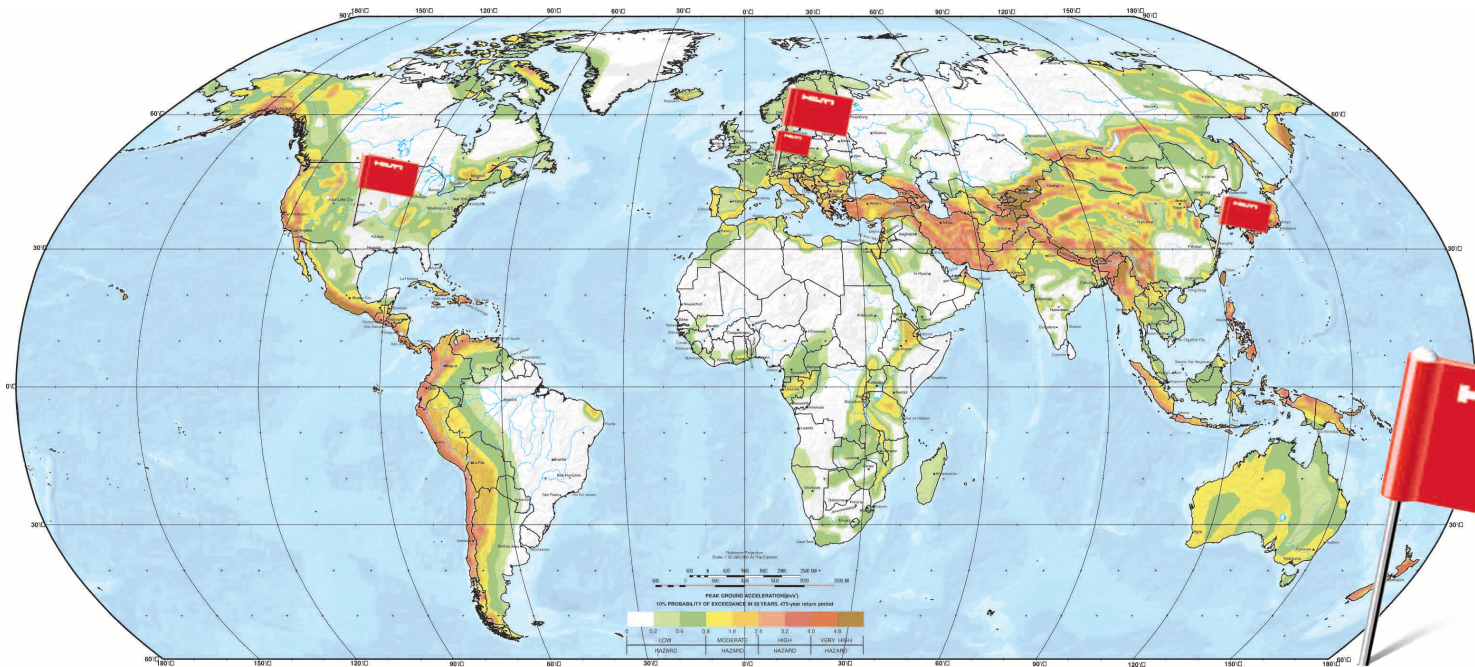
Hilti.  
Ingeniería Sísmica



**Construyendo un futuro a salvo  
de los sismos.**

**Hilti. Mejor desempeño. Máxima duración.**

## Una red global para las necesidades locales



**Centros de prueba Hilti**

En la actualidad es crucial comprender los riesgos y consecuencias que implica un sismo dentro de nuestra sociedad. El crecimiento acelerado de la población, y se concentración en centros urbanos, así como la infraestructura, son factores que se requieren conocer más.

Dada la preocupación de los daños generados por los sismos, se han tomado medidas en el ámbito constructivo para aminorar los riesgos: se han hecho y modificado códigos relacionados al tema, mejorando las prácticas constructivas y generando métodos de evaluación para los productos de construcción que se verán influenciados por estos fenómenos naturales.

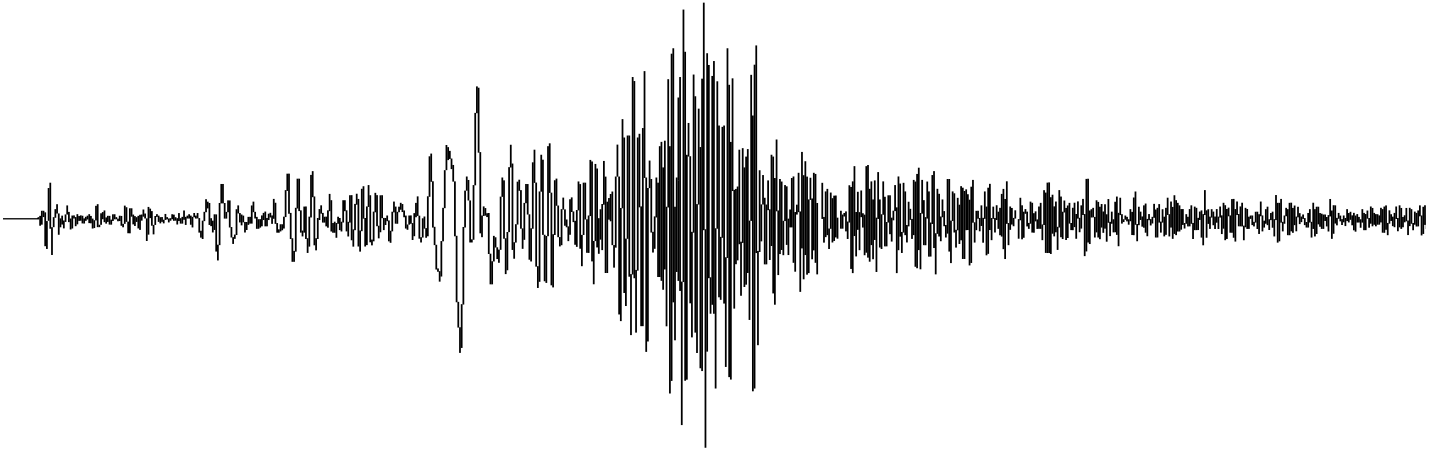
Los investigadores de Hilti en conjunto con varias universidades del mundo, trabajan para desarrollar nuevas tecnologías que resistan a este tipo de esfuerzos a los que serán sometidos los materiales. El personal de Hilti en campo, está en contacto diariamente con cerca de 30,000 clientes de la industria de la construcción en todo el mundo, lo que nos permite transmitir la información obtenida de las investigaciones realizadas, impartiendo capacitación y asistencia técnica en despachos de diseño u obra.

Nuestros ingenieros de campo son parte de una red global de expertos, con el fin de trabajar en conjunto para ofrecer soluciones avanzadas a las necesidades de la ingeniería. Desde el diseño y selección del producto, hasta la adecuada instalación en la obra.

### En éste folleto encontrarás:

- Visión general de las aplicaciones tomando en cuenta los esfuerzos sísmicos.
- Información sobre las normas para pre-calificar estos sistemas para condiciones sísmicas.
- Información sobre los productos Hilti que están pre-calificados para condiciones sísmicas.
- El software para realizar cálculos sísmicos de anclaje.
- Información acerca de una nueva aprobación francesa para conexiones post-instalado de acero de refuerzo.

## Sismos - Investigación y Desarrollo.



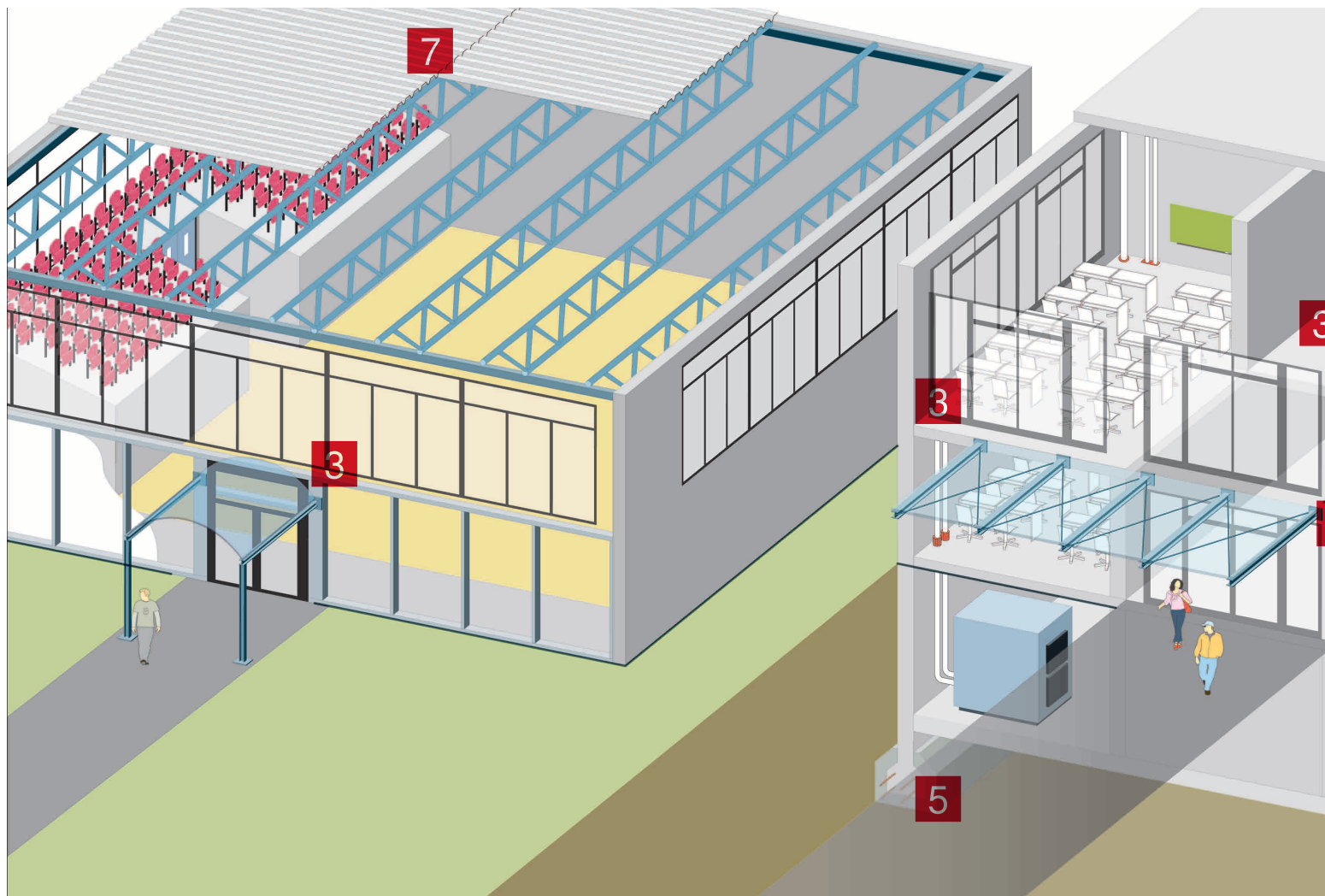
Hilti está comprometido a hacer frente a estos eventos naturales, construyendo un futuro más seguro. Durante décadas la tecnología Hilti ha sido pionera en sistemas de fijación y productos para la construcción, con base en una eficiente investigación realizada con distintas universidades y laboratorios externos tomando como punto de partida los problemas más difíciles que enfrentan nuestros clientes.

Nuestros productos son ensayados en distintas condiciones y a escalas diferentes, para conocer el comportamiento lo más cercano a la realidad. Se les realizan pruebas estáticas, dinámicas y sísmicas a gran escala con un máximo de 350 puntos de fijación para evaluar el desempeño de fijación y la disipación de energía, entre otros parámetros.

Los incendios son un riesgo latente en un sismo; al igual que los sistemas de anclaje, las barreras cortafuego Hilti también son analizadas para conocer su comportamiento bajo los esfuerzos implicados en un terremoto, con la finalidad de brindar a nuestros clientes productos en efecto seguros en caso de sismo.

La experiencia obtenida, las investigaciones y pruebas realizadas nos sirven para desarrollar mejores productos que proporcionan un mayor rendimiento y confiabilidad a nuestros clientes.





## Soluciones Hilti en un vistazo

Un temblor puede afectar una amplia gama de los productos de construcción suministrados por Hilti, como son: los sistemas de anclaje, fijación directa, soporte de instalaciones y sistemas corta fuego; los cuales han sido diseñados y elaborados para soportar las cargas que se presentan en este fenómeno natural.

Una importante aplicación bajo esfuerzos sísmicos es el refuerzo estructural o ampliación de alguna estructura existente.

### Aplicación de anclajes Post-instalados

Páginas 6-9



1 Refuerzo sísmico.



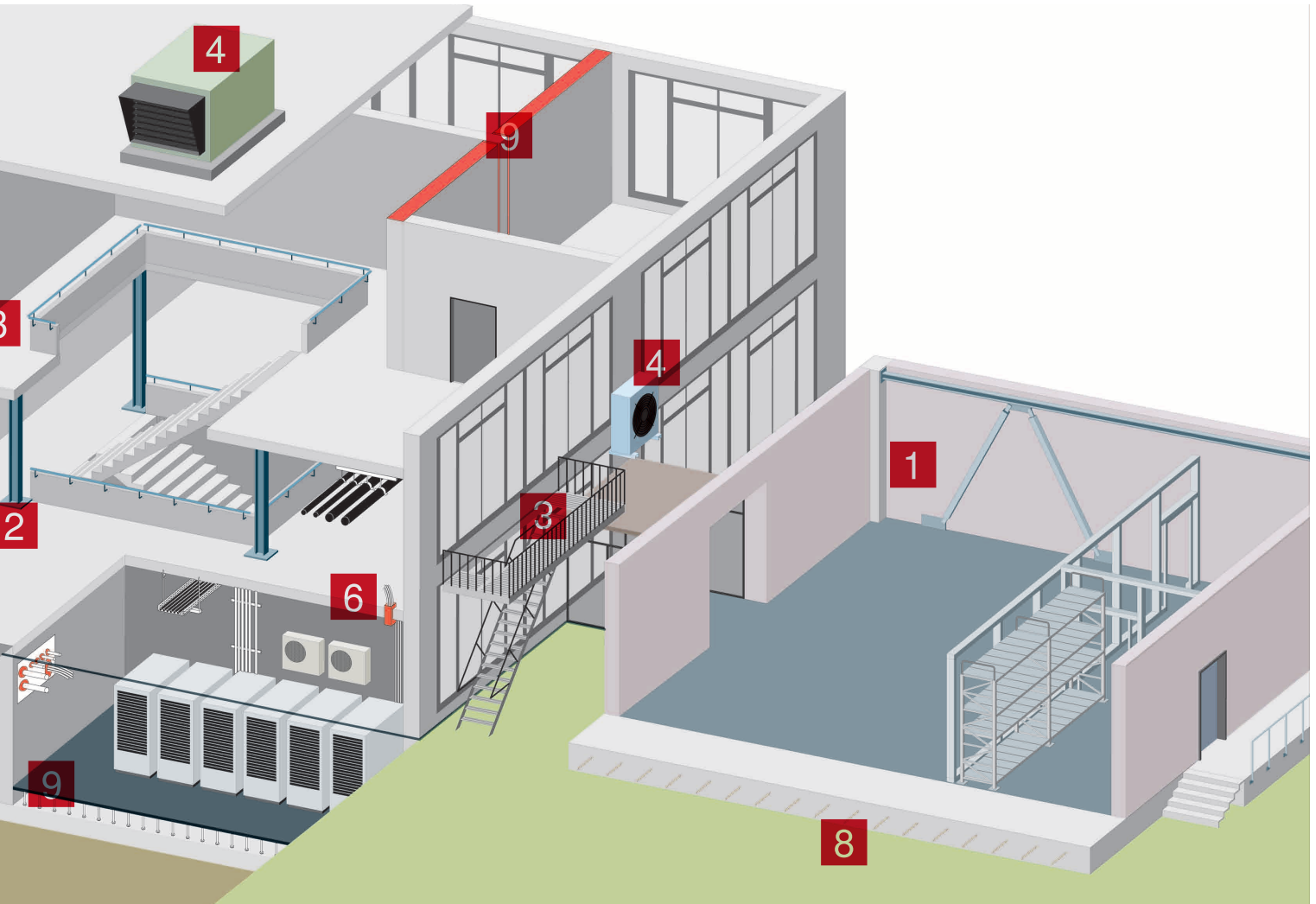
2 Conexiones estructurales.



3 Conexiones secundarias: barandales, escaleras, estanterías, ventanas y toldos.



4 Fijación de equipo mecánico.



## Conexión estructural post-Instalada de varillas de refuerzo y aplicaciones adicionales

Páginas 10-11



**5** Post instalado de varillas de refuerzo estructural: conexiones de concreto a concreto.



**6** Soportería mecánica y eléctrica.



**7** Sujeción de cubierta a estructura metálica mediante clavos y pernos accionadas por pólvora y tornillos.



**8** Análisis estructural del concreto reforzado.



**9** Protección cortafuego en penetraciones, tuberías y juntas.



APLICACIONES	Marco de Diseño Sísmico	Marco de la UE de Diseño Sísmico	
	Disposiciones de diseño	IBC 2009 hace referencia a ACI 318-08, Apéndice D.	CEN/TS 1992-4-1:2009
	Criterios de precalificación	ACI 355.2 con ICC-ES AC193/AC308	En desarrollo por EOTA
	Aprobaciones/ Datos técnicos	ICC-ES Informe de evaluación	Se derivan sobre la base de criterios de precalificación cuando esté disponible
Definición de carga	ASCE/SEI 7-05	EN 1991-1-6:2005 (Eurocódigo 1) y EN 1998-1:2004 (Eurocódigo 8)	

## Los estándares actuales de diseño sísmico en los Estados Unidos.

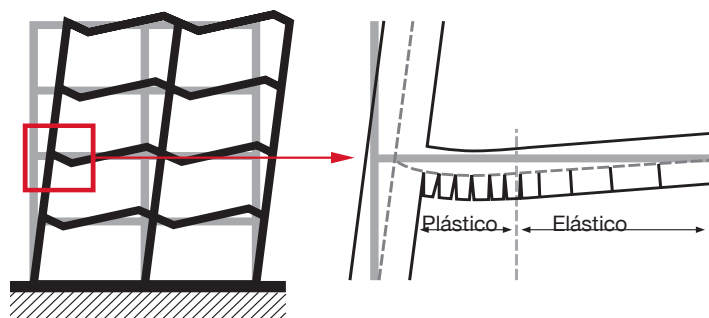
El código de construcción estadounidense, IBC 2009 (International Building Code), hace referencia a las disposiciones de diseño expedida por el American Concrete Institute (ACI) en el ACI 318-08, apéndice D, que proporciona los métodos para calcular la capacidad de diseño de los anclajes en condiciones sísmicas de acuerdo con la metodología de diseño de la fuerza (estado límite de falla).

Estas disposiciones se aplican al análisis de estructuras que se encuentran en zonas de media y alta sismicidad (categoría de diseño sísmico [SDC], C, D, E o F), donde el concreto se supone fisurado.

El diseño de anclajes post-instalados se hace utilizando los métodos del ACI 318-08, apéndice D, los cuales deben ser precalificados mediante extensas pruebas señaladas en ACI 355.2. El International Code Council (ICC) Evaluation Service, ofrece un solución a la precalificación a través de los criterios de aceptación AC 193 para anclajes mecánicos y AC 308 para anclajes químicos. Estos criterios definen los métodos de prueba y procedimientos de evaluación para desarrollar el diseño acorde al apéndice D.

Las características específicas del producto, así como los factores de seguridad de los materiales se encuentran en el Evaluation Service Report (ESR) emitida por el ICC, en dicho informe se presentan las características y comportamiento mecánico (capacidades) del producto en distintas resistencias del material base.

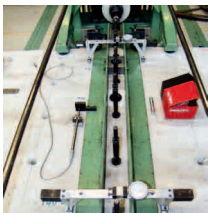
Los informes ICC-ES se pueden encontrar en [www.icc-es.org](http://www.icc-es.org)



Anclajes ubicados en una estructura esperando disipar deformación inelástica (fallas plásticas) están fuera del alcance del Apéndice D, debido a una mayor intensidad de las grietas y desprendimientos.



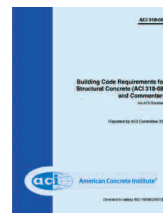
## La aplicación de las normas de Estados Unidos de diseño sísmico en Europa



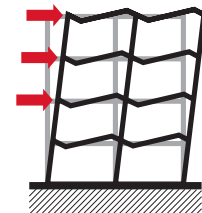
Las anclas son desarrolladas y probadas para su uso en concreto fisurado. Se llevan a cabo pruebas adicionales bajo cargas cíclicas en los anclajes ubicados en las grietas.



Es una evaluación externa que da lugar a un reporte ICC-ES en el que se presentan la resistencia del anclaje. Este informe incluye capacidades específicas de cargas sísmicas.



Los datos de resistencia utilizan la metodología de diseño de esfuerzos, de acuerdo con **ACI 318-08**, apéndice D.



Utilizando criterios técnicos, se pueden comparar las resistencias con las cargas determinadas por los códigos europeos.

En Europa se utilizan parámetros sísmicos en el diseño de anclajes post-instalados, de acuerdo a la parte 1 de CEN / TS 1992-4:2009 "Diseño de elementos de fijación para uso en concreto". El Euro código 8 (EN 1998-1:2004) se refiere a las cargas que actúan sobre los edificios y estructuras en regiones sísmicas, se deben tener en cuenta el Euro código 1 (EN 1991-1-6:2005) en todas las zonas sísmicas excepto en los casos de sismicidad muy baja.

Sin embargo, actualmente no hay criterios de pre-calificación para los anclajes post-instalados bajo cargas sísmicas en el European Technical Approval Guidelines, lo que implica que anclajes instalados en condiciones sísmicas no están aún cubiertos por una homologación técnica europea.

Como resultado, el día de hoy no es posible llevar a cabo el diseño sísmico de anclajes en el código europeo y su marco de regulación.

Sin embargo, se pueden aplicar criterios de ingeniería al referirse constantemente a las resistencias de acuerdo con **ACI 318-08, apéndice D**, sobre la base de los informes de ICC-ES y su comparación con las cargas se define de acuerdo con la norma **EN 1998-1:2004 y EN 1991-1-6:2005**.

(1) excepción ver EN 1998-1:2004, sección 3.2.1 (5)

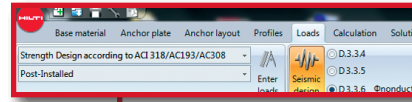
# Hilti PROFIS Anchor

## El programa de diseño sísmico de anclajes post-instalados.

El programa PROFIS Anchor 2 tiene la capacidad de realizar cálculos sísmicos de acuerdo con el método de diseño ACI 318-08, apéndice D. Una vez que el diseñador ha creado las cargas sísmicas actuantes sobre una fijación, se puede realizar un diseño de anclaje sísmico, realizando los siguientes pasos:

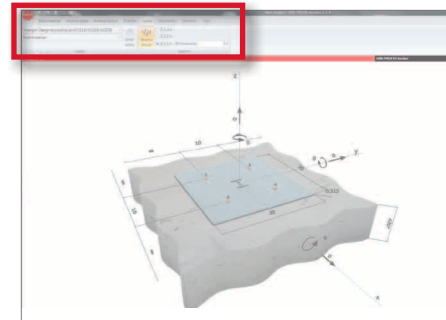
### 1. Seleccionar el método de diseño

Al abrir un nuevo cálculo en el programa PROFIS Anchor 2, al usuario se le pedirá que introduzca la norma de diseño con la que desee trabajar. Seleccione el diseño basado en ICC, que se refiere al diseño de ACI 318-08, apéndice D.



### 2. Indique el diseño sísmico

En la ventana de cargas, seleccionar de acuerdo a ACI 318/AC193/AC 308 y haga clic en el botón que indica el diseño sísmico. Al hacer clic en este botón, usted tendrá que elegir entre tres enfoques de diseño sísmico.

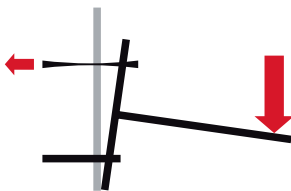


### 3. Introduzca el enfoque de diseño sísmico adecuado.

Tenga en cuenta estos tres tipos de diseño, según su aplicación.

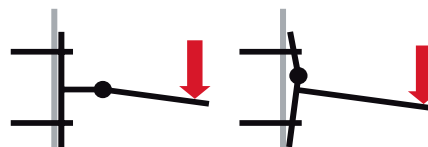
#### Fluencia dúctil del anclaje

- Seleccione (D.3.3.4) si el diseño del anclaje se va a llevar a la fluencia.
- Cuando selecciona esta opción, PROFIS Anchor 2 filtra la solución para los productos que satisfacen la definición del elemento dúctil según el ACI 318-08.
- Al seleccionar esta opción, si la fluencia del anclaje no es la adecuada, se traducirá en una advertencia en los informes de diseño que se leen " Fijación no cumple con los criterios de diseño".



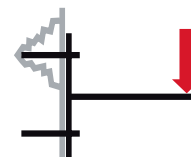
#### Fluencia dúctil de tipo articulado

- Seleccione (D.3.3.6), si los elementos a fijar (placa, viga, columna, etc.) están diseñados para fluir de manera dúctil (no se transmite momento de flexión a los anclajes).
- Cuando selecciona esta opción, se le pedirá que re-ingrese las cargas de diseño correspondientes al esfuerzo de fluencia de los elementos a fijar (placa, viga o columna).



#### Falla frágil

- Seleccione (D.3.3.6) que corresponde al diseño por falla de ruptura del concreto o extracción del anclaje. Con esta opción se utiliza un factor de reducción de 0.4 ( $\Phi$ No dúctil) que se aplicará al esfuerzo resistente según lo marca el ACI 318.08.
- Cuando se tienen condiciones de obra donde las distancias al borde o entre anclajes son limitadas, es necesario diseñar con una resistencia frágil limitada.





## Sistemas de anclaje sísmico post instalado

### Anclajes químicos de inyección precalificados para sismo.



#### Hilti HIT RE-500 SD anclaje químico de inyección

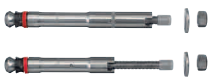
- ICC-ES ESR-2332 (aprobación para todas las categorías de diseño sísmico).
- Sistema de anclaje químico para cargas pesadas de curado lento, que permite instalaciones profundas.
- Fuerza de adherencia actúa en condiciones de sismo y concreto fisurado.
- Aprobado para una amplia gama de empotramientos y diámetros.



#### Hilti HIT HY 150 MAX SD anclaje químico de inyección

- ICC-ES ESR-2332 (aprobación para todas las categorías de diseño sísmico).
- Sistema de anclaje químico para cargas pesadas de curado rápido, que permite instalaciones profundas.
- Fuerza de adherencia actúa en condiciones de sismo y concreto fisurado.
- Aprobado para una amplia gama de empotramientos y diámetros.

### Anclajes mecánicos precalificados para sismo.



#### Ancla de autoexcavado Hilti HDA

- ICC-ES ESR-1546 (aprobación para todas las categorías de diseño sísmico).
- El primer sistema de anclaje de socavado en el mundo calificado con un informe de ICC-ESR.
- La capacidad de resistir altas cargas con distancias y espacios pequeños al borde.
- La instalación adecuada que puede ser revisada de manera visual.



Para sismo



#### Hilti HSL-3 anclaje de expansión de alta resistencia

- ICC-ES ESR-1545 (aprobación para todas las categorías de diseño sísmico)
- Instalación rápida y fácil.
- El HSL-3-B tiene una tapa de torque que garantiza una correcta instalación sin necesidad de una llave de torsión.
- Amplia gama de tamaños y configuraciones de la cabeza.



#### Anclaje Tornillo KH-EZ

- ICC-ES ESR\_3027, para concreto fisurado y no fisurado (aprobación para todas las categorías de diseño sísmico).
- Instalación rápida y sencilla. Removible.
- Requiere distancias al borde y entre anclajes menores que los anclajes de expansión.

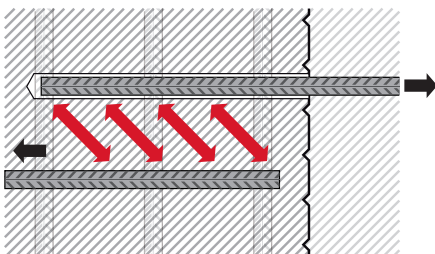


\*Verificar disponibilidad

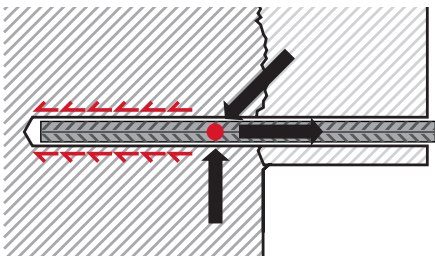




## Aplicaciones estructurales de conexiones post-instaladas con varillas de construcción.



Varilla de refuerzo post-instalada, diseñada como un traslape.



Varilla de refuerzo post-instalada diseñada como un anclaje nodo en equilibrio.



### Conexiones post-instaladas de varillas de construcción.

El principal objetivo de las varillas de acero en un concreto reforzado es soportar las cargas de tensión y evitar que el concreto falle de forma frágil. Para determinar la longitud de empotramiento es importante conocer el tipo de aplicación, que pueden ser:

- Transferir cargas de tensión de una varilla a otra (traslape).
- Longitud de desarrollo de la fuerza de tensión en una varilla más allá de un nodo en equilibrio.

La conexión post-instalada de las varillas de refuerzo se diseña como parte de un sistema estructural y debe ser calculado con tanto cuidado como la estructura misma. Las Aprobaciones Técnicas Europeas (European Technical Approvals), mostraron que en situaciones de carga estática, el post-instalado de varillas se comporta como si se soldara.

### Aprobación sísmica de varillas de refuerzo

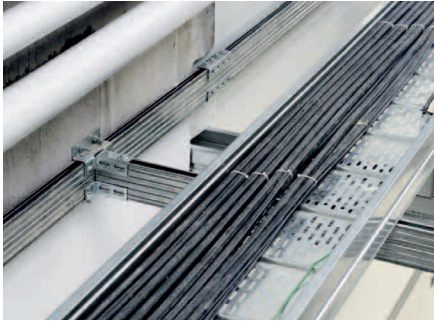
La aprobación francesa DTA 3/10-649 entregada por el Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB), un miembro de la European Organisation for Technical Approvals EOTA, reconoce al anclaje químico de inyección Hilti HIT-RE 500-SD como un producto calificado para aplicaciones estructurales de varillas de refuerzo en zonas sísmicas. Esta aprobación nacional requiere productos calificados con una aprobación de ETA de varillas de refuerzo, una certificación de ETA para el anclaje en concreto fisurado, así como un ICC-ES de pre-calificación de las condiciones sísmicas. Mediante la aplicación de criterios de ingeniería, los ingenieros pueden utilizar esta aprobación francesa en el diseño sísmico estructural de conexiones post-instaladas de varillas de refuerzo.

### En el DTA se encontrará:

- El esfuerzo de diseño de adherencia del RE-500-SD en zonas sísmicas.
- Datos de formato para el diseño con el Euro-código 2 y Euro código 8.
- Información sobre el límite de aplicación (de refuerzo transversal necesario, las instrucciones de configuración y requisitos de capacitación).

CSTB la aprobación de la 3/10-649 DTA Para aplicaciones sísmicas de varillas estructurales de refuerzo.





## Diseño sísmico de instalaciones\*

Sorprendentemente sencilla, productos excepcionalmente eficientes, se adaptan para las aplicaciones específicas: Sistema MQ para servicio mediano y MI para los sistemas de servicio pesado.

- Fijación de rociadores
- Aplicaciones M&E
- Sistemas de techo rejilla

PROFIS Installation: Programa de diseño de instalaciones de Hilti

- Todo desde un solo programa: la generación fácil de bocetos en 2D y 3D, planos de detalle y diseño de informes.
- Máxima seguridad garantizada por los modelos de aplicaciones típicos incluidos en el software.



## Análisis estructural de concreto reforzado

Los sistemas de detección de Hilti ofrecen la posibilidad de determinar el tamaño, espaciado y cobertura de concreto de las varillas de refuerzo en las estructuras de concreto. Esta información puede dar la perspectiva necesaria a un ingeniero para el análisis estructural de un edificio o estructura existente. Para obtener más información, visite [www.hilti.com/mx>productos> sistemas medidor láser>detección](http://www.hilti.com/mx>productos> sistemas medidor láser>detección).



## Fijación de cubierta metálica a estructura de acero.

Basado en pruebas internas y externas independientes, Hilti puede ofrecer soluciones para la sujeción en cubiertas metálicas de sistemas de sujeción a pólvora o tornillo en zonas sísmicas, permitiendo la fijación mecánica de las conexiones a los extremos y entre láminas.

Este completo sistema representa una solución altamente productiva y confiable para la fijación de la cubierta.



## Protecciones cortafuego para cables, penetraciones y juntas.

La protección de los bienes e instalaciones y la necesidad de continuidad de las operaciones después de un sismo o incendios son fundamentales.

En muchos casos, el fuego y el humo pueden ser una amenaza grave una vez que haya ocurrido el sismo. Basándose en las pruebas, los sistemas cortafuegos Hilti y los dispositivos de pre-ingeniería tienen un rendimiento superior cuando se sujetan a las condiciones de sismo. Estos dispositivos incluyen soluciones para la tubería y cable a través de las penetraciones de pisos y paredes resistentes al fuego y sellos de junta.

\*Verificar existencias

