

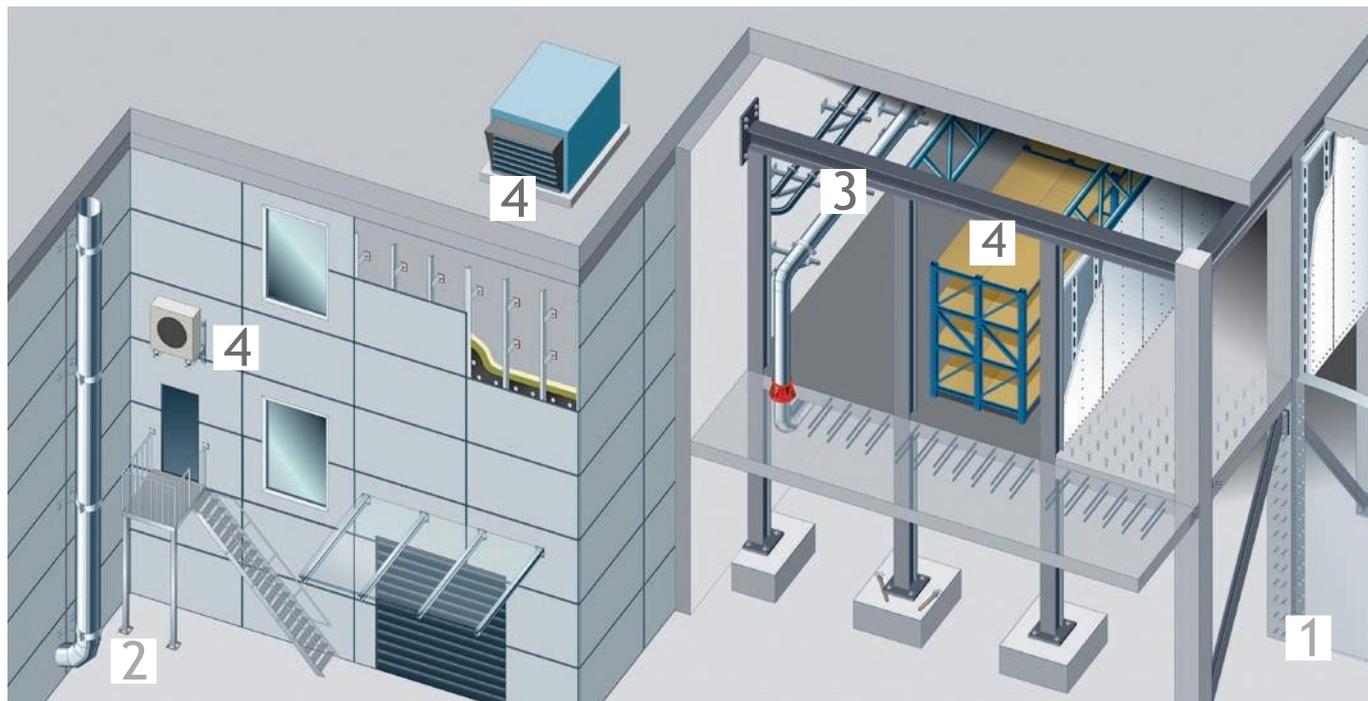


MINIMIZAR LOS DAÑOS MAXIMIZAR LA SEGURIDAD

Diseño sísmico de fijaciones con
anclajes



TANTO LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMO NO ESTRUCTURALES QUEDAN AFECTADOS TRAS UN TERREMOTO



Aplicaciones sísmicas estructurales



1 Refuerzo sísmico

2 Conexiones acero-hormigón

Aplicaciones sísmicas no estructurales



3 Soportes mecánicos, eléctricos e industriales

4 Fijación de equipos mecánicos

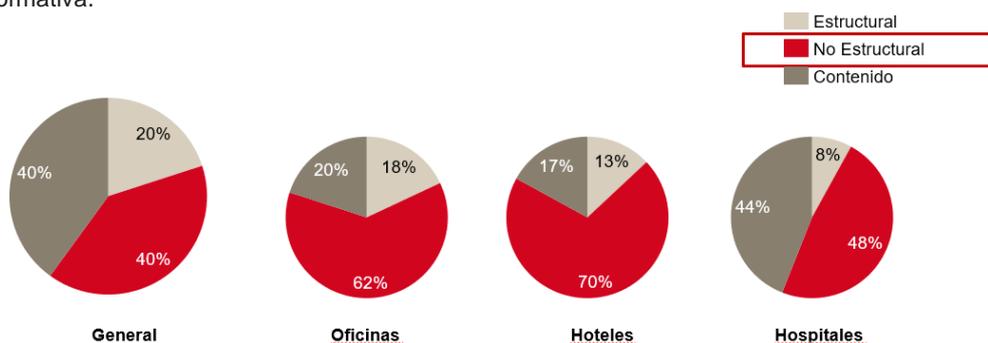
Las conexiones estructurales son clave para asegurar que una estructura responda a un evento sísmico de manera predecible.

El diseño detallado de las conexiones bajo condiciones de sismo es esencial para que, tanto los contratistas, como las direcciones facultativas, comprendan claramente las especificaciones del proyecto.

Además, un diseño detallado permite que se seleccionen los productos más adecuados para los requisitos del proyecto, cumpliendo con la normativa.

Numerosas investigaciones muestran que las reparaciones más costosas, en la mayoría de los edificios comerciales, tras un sismo, se encuentran en los sistemas no estructurales. Además, estos causan la mayoría de pérdidas humanas.

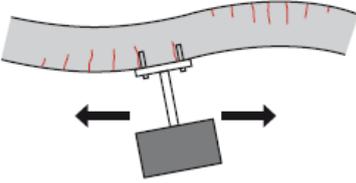
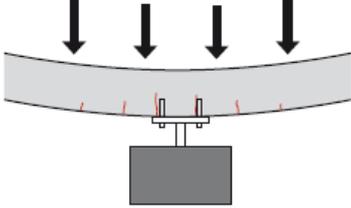
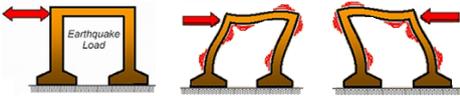
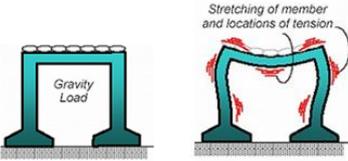
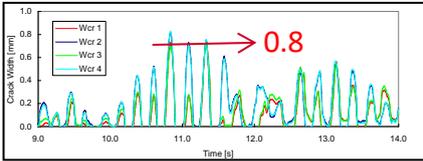
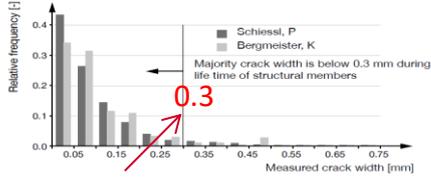
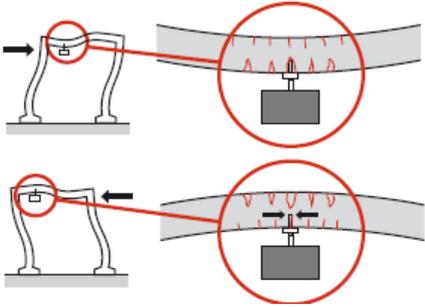
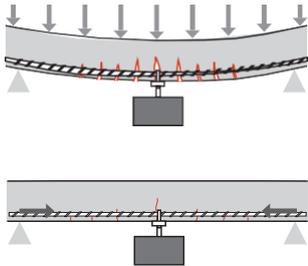
Por ello, es fundamental que las instalaciones no estructurales se diseñen adecuadamente para cumplir los requisitos de seguridad.



Fuente:

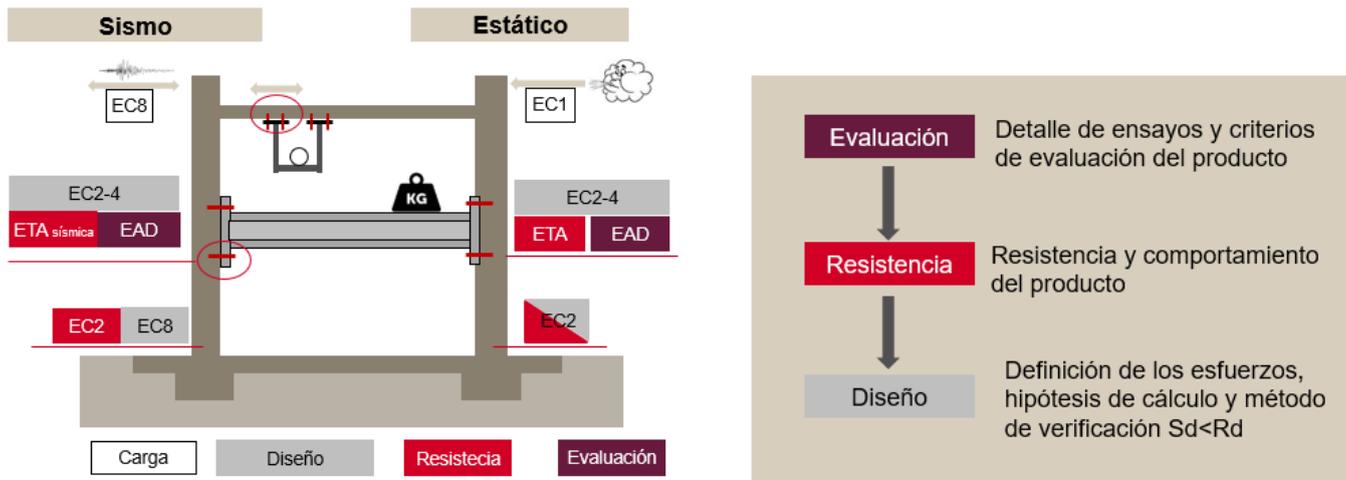
Taghavi S. and Miranda E.: "Seismic Performance and Loss Assessment of Nonstructural Building Components," Proceedings of 7th National Conference on Earthquake Engineering, Boston, 2002.

DIFERENCIAS ENTRE CONDICIONES SÍSMICAS Y ESTÁTICAS

	Sísmica	Estática
Carga	<p>Gran carga cíclica con fuerza de inercia</p> 	<p>No hay carga cíclica con inercia</p> 
Posición de la fisura	<p>Se considera hormigón fisurado en toda la estructura</p> 	<p>Bajo diseño estático, las fisuras aparecen únicamente en las zonas traccionadas</p> 
Anchura de la fisura	<p>La anchura de las fisuras puede ser de hasta 0,8 mm durante eventos sísmicos, según EAD 330232-01-0601 (anclajes mecánicos) y la EAD 330499-01-0601 (anclajes químicos) para fijaciones pos-instaladas en hormigón bajo acción sísmica, y está respaldada por una amplia investigación.</p>  <p><i>Fuente: Hoehler, M. S. (2006) Comportamiento y ensayo de fijaciones al hormigón para su uso en aplicaciones sísmicas.</i></p>	<p>Una anchura de fisura no superior a 0,3 mm en los límites de diseño de las condiciones de servicio ya puede cumplir los requisitos del Eurocódigo 2.</p>  <p><small>Source: Elgehausen, R.; Bozenhardt, A. (1989): Crack widths as measured in actual structures and conclusions for the testing of fastening elements</small></p> <p><i>Fuente: Elgehausen, R.; Bozenhardt, A. (1989): Anchuras de fisura medidas en estructuras reales y conclusiones para el ensayo de elementos de fijación.</i></p>
Apertura de fisura cíclica	<p>La fisura se abre y se cierra drásticamente. Los anclajes tienden a deslizarse bajo este patrón de ciclo de la fisura.</p> 	<p>La fisura se abre y se cierra ligeramente con el cambio de la carga viva. La fisura se cierra de forma natural por la retracción de las barras de refuerzo. Es menos probable que el anclaje se salga.</p> 

Para la resistencia del anclaje hay que tener en cuenta las condiciones sísmicas.

NORMATIVAS PARA EL DISEÑO DE CONEXIONES CON ANCLAJES



El Eurocódigo 1, el Eurocódigo 2 y el Eurocódigo 8 (EN 1991, EN 1992 y EN 1998) establecen el marco de diseño de las estructuras de hormigón, mientras que, en el caso de los anclajes, el Documento de Evaluación Europeo (EAD) define los requisitos de cualificación y diseño de las fijaciones de anclaje. En condiciones sísmicas, la norma EN 1998 proporciona el método para calcular la acción sísmica y la respuesta estructural, mientras que la EN 1992 ofrece el método de diseño y la resistencia de los componentes de hormigón.

El método de diseño de los anclajes se define en la norma EN 1992-4 Anexo C: Diseño de fijaciones en condiciones sísmicas. La resistencia se indica en la Evaluación Técnica Europea (ETA) del producto, obtenida a partir de lo fijado en el Documento de Evaluación Europeo (EAD) de anclajes en condiciones sísmicas.

Por lo tanto, es requisito fundamental la cualificación o la evaluación del rendimiento del anclaje bajo acciones sísmicas.

Rendimiento clasificado en 2 categorías: la mayoría de las aplicaciones requieren C2

Según la normativa EN 1992-4, la categorización de los anclajes en función la sismicidad de la zona y del nivel de importancia de los edificios se define en las siguientes tablas.

Elementos no estructurales		
$a_g \cdot S$	Edificaciones de importancia II y III	Edificaciones de importancia IV
< 0.05g	No aplica	
0.05g to 0.1g	C1	C2
> 0.1g	C2	

Elementos estructurales	
$a_g \cdot S$	Edificaciones de importancia II, III ó IV
< 0.05g	No aplica
0.05g to 0.1g	C2
> 0.1g	

Edificaciones de importancia I para > 0.05g requiere C1 ; Los Estados miembros de la UE pueden adoptar recomendaciones diferentes

ANCLAJES HILTI HOMOLOGADOS PARA SISMO

Anclaje	HY 200 A V3 + HIT Z	HY 200 A V3 + HAS U 8.8	RE 500 V4 + HAS U 8.8	HVU2 + HAS U 8.8	HSL4	HST3 (hef2)	HUS4 (hef3)	
Homologación	ETA		ETA		ETA		ETA	
Métrica	M10 M12 M16 M20 M24	M10 M12 M16 M20 M24	M10 M12 M16 M20 M24	M10 M12 M16 M20 M24	M10 M12 M16 M20 M24	M8 M10 M12 M16 M20 M24	M10 M12 M16 M20 M24	
Galvanizado	C1 C2 C2 C2	C1 C2 C2 C2 C2	C1 C2 C2 C2 C2	C1 C1 C2 C2 C2	C2 C2 C2 C2 C2	C2 C2 C2 C2 C2	C1 C2 C2	
Galv caliente	C2 C2	C1 C1 C2 C2 C2	C1 C1 C2 C2 C2	C1 C1 C2 C2 C2			C1 C2	
A4	C1 C2 C2 C2	C1 C1 C1 C1 C1	C1 C1 C1 C1 C1	C1 C1 C1 C1 C1	C1 C1 C1	C2 C2 C2 C2 C2		
Aplicación								
Comentarios	Rendimiento / Fiabilidad / Corrosión	Rendimiento / Precio	Rendimiento / Aplicaciones especiales	Rendimiento / productividad	Rendimiento	Rendimiento / Precio Productividad	Productividad	

Set de llenado Hilti



Aumenta la resistencia a cortante bajo carga sísmica sin cambiar el número de anclajes, asegurando una correcta conexión entre el anclaje y la placa base.

RECURSOS DE DISEÑO

El software PROFIS Engineering ofrece una forma sencilla y eficaz de calcular los sistemas de fijación de acuerdo con las últimas normativas de diseño sísmico. Además, proporciona un diseño avanzado de placas base, mediante el método de elementos finitos, para condiciones sísmicas.

El Manual Técnico de Fijación Hilti (FTM) proporciona toda la información de datos técnicos de los anclajes disponible en Hilti.es. Para obtener más información, póngase en contacto con su ingeniero de campo local de Hilti.

Además, puedes acceder a formaciones y artículos técnicos relacionados con anclajes y su diseño, incluyendo su diseño sísmico, en nuestra plataforma Ask Hilti.



[PROFIS Engineering](#)



[Comunidad Ask Hilti](#)



[FTM](#)

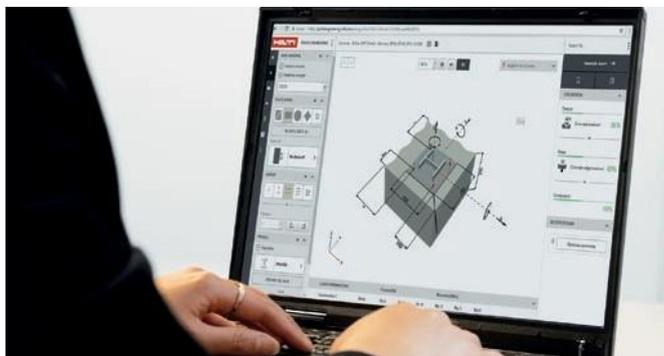


[Web Hilti](#)

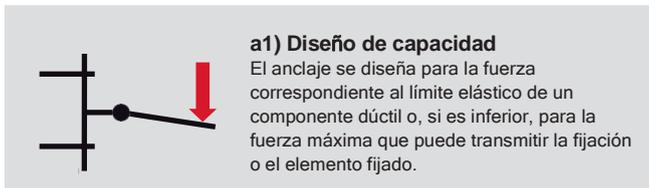
EL SOFTWARE MÁS FIABLE PARA SOLUCIONES DE PLACAS BASE

Hilti PROFIS Engineering

La solución de software de diseño más fiable para anclajes instalados a posteriori en condiciones sísmicas.

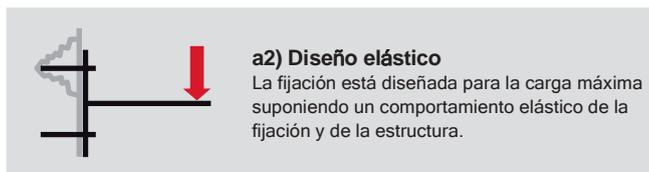


PROFIS Engineering permite realizar cálculos sísmicos según EN 1992-4 Anexo C, siguiendo diseño de capacidad y diseño elástico, para soluciones de conexión de placas base.



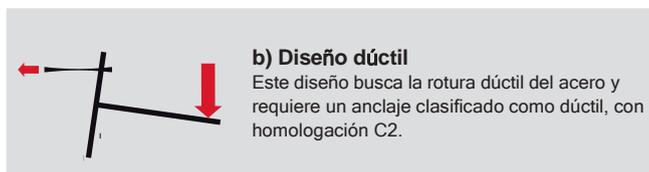
a1) Diseño de capacidad

El anclaje se diseña para la fuerza correspondiente al límite elástico de un componente dúctil o, si es inferior, para la fuerza máxima que puede transmitir la fijación o el elemento fijado.



a2) Diseño elástico

La fijación está diseñada para la carga máxima suponiendo un comportamiento elástico de la fijación y de la estructura.



b) Diseño dúctil

Este diseño busca la rotura dúctil del acero y requiere un anclaje clasificado como dúctil, con homologación C2.



En muchos casos, se necesitan más de 4 anclajes por placa base en condiciones sísmicas.

Debido a la insuficiencia de los resultados de los ensayos, el ámbito de aplicación del anexo C de la norma EN 1992-4 sólo abarca 4 anclajes cuando existen bordes cercanos.

Gracias a ensayos exhaustivos y a una investigación rigurosa, Hilti ha desarrollado el método SOFA (Solution for Fastening) que ofrece una solución de placa base fiable para hasta 8 anclajes con bordes cercanos, para grandes requisitos de carga en condiciones sísmicas.

PROFIS Engineering ofrece soluciones fiables y completas para el diseño de placas base y anclajes instalados a posteriori en condiciones sísmicas.



Hilti Española S.A.
Madrid, España

Hilti = marca registrada de Hilti Corp., Schaan W4527 0619 0-es © 2019 Reservado el derecho a modificaciones técnicas y de programa S. E. & O.