

Proceso de diagnóstico de la patología de las cimentaciones

Apellidos, nombre	Basset Salom, Luisa (lbasset@mes.upv.es)
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar las distintas fases del proceso de diagnóstico de la patología de las cimentaciones: información previa sobre el edificio y su entorno, inventario de las lesiones, control y seguimiento del progreso de los daños, comprobación del estado de la cimentación y del terreno, diagnóstico final y propuesta de intervención.

2 Introducción

Los problemas en la cimentación se manifiestan mediante una serie de lesiones en el edificio, producidas por los asientos: grietas, fisuras, inclinaciones, desplomes, etc.

Debe realizarse un estudio detallado y preciso del estado actual del edificio y sus lesiones, que completaremos con un reconocimiento del terreno y de la cimentación para establecer las causas y poder confirmar dónde está el origen de los problemas.

Para estimar la estabilización o progresión de los daños y su gravedad debemos efectuar también un control de la evolución de las lesiones y de los asientos y desplomes.

Una vez confirmado, se definirá cuál es la intervención más adecuada para eliminar las causas, estabilizar el proceso de deterioro de la cimentación del edificio y reparar los daños.

3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este documento será capaz de:

- Enumerar las fases de diagnóstico de los fallos de la cimentación
- Identificar los datos necesarios para tener una buena información previa.
- Determinar los datos relevantes para tener un conocimiento exhaustivo de las lesiones y elegir el procedimiento más adecuado para el control de la evolución de los daños.
- Identificar las comprobaciones a efectuar sobre la cimentación y los datos y ensayos necesarios del terreno

4 Proceso de diagnóstico

Ante la presencia de lesiones en el edificio que puedan deberse a un fallo de la cimentación debe iniciarse un proceso de diagnóstico. El proceso de diagnóstico de la patología de las cimentaciones consta de las siguientes fases:

1. Información preliminar
2. Inventario de lesiones y control de daños
3. Comprobación del estado de la cimentación
4. Estudio del terreno
5. Diagnóstico y selección de la intervención

4.1 Información Preliminar

La información preliminar se centrará en lo siguiente:

- Proyecto original del edificio, siempre que sea posible (incluyendo planos de proyecto básico y de ejecución) para obtener información acerca de la cimentación proyectada (puede no coincidir con la realmente construida).
- Información sobre el historial del edificio: construcción, usos anteriores, siniestros (incendios, terremotos, inundaciones, etc.), modificaciones estructurales o arquitectónicas, etc.
- Documentación fotográfica que pueda aportar información sobre el estado del edificio y sus lesiones en épocas anteriores, proporcionándonos información indirectamente de la evolución de estos daños.
- Información sobre otras circunstancias que hayan podido afectar directa o indirectamente al edificio desde su construcción:
 - Existencia de edificaciones anteriores en ese mismo lugar que hayan sido demolidas para construir las existentes y si estaban en ruina o no.
 - Modificaciones del entorno inmediato: construcción de edificios adosados o próximos, excavaciones, redes de saneamiento, etc.
 - Posibles modificaciones del nivel freático debidas a actuaciones en un entorno más alejado.
 - Investigación de posibles fugas tanto en el edificio como en su entorno.
- Testimonios de personas que puedan completar la información obtenida y que incluso tengan datos de daños previos, fechas, etc.
- Visita de inspección previa para tener una primera visión del problema y recopilar la información más inmediata sobre el edificio: geometría (plantas y secciones) materiales empleados, registro de las lesiones detectables a simple vista, así como planificar un programa de inspección.

Si el estado del edificio lo aconseja, se tomarán medidas preventivas como apeos o apuntalamientos, que garanticen provisionalmente la estabilidad del inmueble

4.2 Inventario de lesiones y control de daños

La inspección comienza con una inspección visual del edificio en la que se hará un estudio detallado de los daños (grietas, fisuras, desplomes, inclinaciones): descripción, levantamiento gráfico y fotográfico (con elementos de referencia para su posterior consulta y análisis).

El conocimiento de la variación de estas lesiones permite deducir la velocidad con que el edificio se está deteriorando y la urgencia de la reparación.

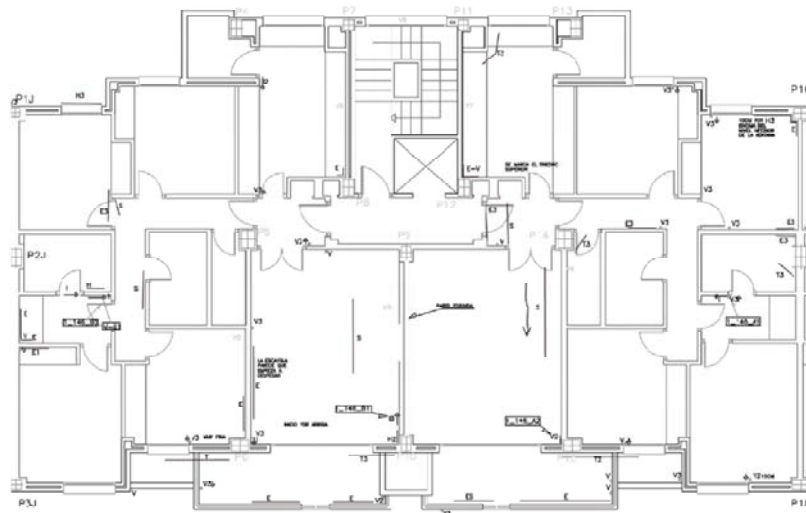
Asimismo permite tomar medidas de prevención cuando se considere necesario, si es que no se tomaron en un primer momento.

4.2.1 Estudio de las grietas y fisuras

El estudio completo de las grietas y fisuras consta de tres partes: la descripción y determinación de su forma y dimensiones, la representación gráfica mediante mapas de grietas y el control de su progresión.

La descripción y determinación de la forma y dimensiones (longitud y profundidad) de las grietas ayuda a establecer la causa de las mismas así como a prever posibles riesgos de corrosión de armaduras en los elementos de hormigón armado o posibles pérdidas de resistencia. Debe anotarse la fecha de la medición.

Las grietas deben representarse gráficamente en forma de **“mapas de grietas”** (figura 1), dibujando éstas con todas sus características en los planos de planta (grietas en forjados o soleras), en los alzados y en las secciones de la estructura (grietas en tabiquería y cerramientos) en los que se dibujarán también las puertas y las ventanas, por ser zonas de debilidad y de acumulación de tensiones. En ocasiones es útil la representación de las grietas en dibujos en perspectiva de alguna zona del edificio (figura 2).



146 FLANTA 1

Figura 1. Mapas de grietas en planta

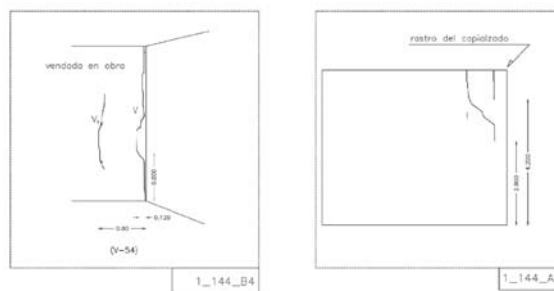


Figura 2. Representación de grietas en perspectiva

La representación del conjunto de grietas permite la visión global de su forma y distribución, facilitando un análisis correcto de las mismas y la deducción de los posibles movimientos de los apoyos de la estructura.

Se indicará la apertura aproximada en varios puntos, en milímetros (con décimas, si las fisuras no son demasiado abiertas), el sentido del movimiento relativo de las dos caras de la grieta si lo hay, así como si ambos lados de la misma no se mantienen en el mismo plano (+,-).

Es muy importante realizar el seguimiento y evolución de las fisuras y grietas observadas, es decir, un **control de su progresión** para determinar si se ha estabilizado o si sigue aumentando. Se pueden utilizar varios instrumentos: testigos, regletas, fisurómetros, pie de rey, dilatómetros, extensómetros, etc.

La forma más sencilla de hacer ese control es mediante la colocación de **testigos** numerados y fechados (fecha de colocación, fecha de rotura, posible edad de la fisura en ese momento) para poder referirse a ellos en los informes posteriores.

Los testigos pueden ser de yeso (no aconsejables al exterior) o placas de vidrio pegadas al paramento a ambos lados de la fisura.

Los testigos de yeso serán de pequeño espesor (dimensión orientativa: 12x6x0,6 cm) para ser sensibles a los movimientos (figura 3).

Los testigos de vidrio (dimensión orientativa: 7x3x0,1 cm) se fijan al paramento mediante adhesivos a base de resina epoxi. Son más sensibles a los movimientos que los testigos de yeso, por lo que detectan movimientos menores.



Figura 3. Testigos de yeso

Los testigos sólo proporcionan indicaciones a nivel cualitativo (rompen si los labios de las grietas se abren), pero no informan de la magnitud de los movimientos ni de su naturaleza. Cuando se rompen se debe anotar la fecha de su rotura, y proceder, inmediatamente, a colocar otro en su proximidad. Se crea así una serie que, a simple vista, nos dará idea sobre la velocidad a la que se produce la deformación.

Para comprobar la fisuración del testigo, es conveniente el uso de lupas que nos ayudan a apreciar las pequeñas fisuras.

Para controlar la longitud de las fisuras, los testigos pueden complementarse con algunas marcas en los extremos de éstas y medir sobre ellas con algún instrumento graduado. Para ello, se elegirán los

puntos más significativos, se marcarán con referencias fijas y se realizará una medición precisa de la variación de la apertura.

Un elemento muy práctico para obtener una primera medición de las fisuras es la **regleta** o **tarjeta**. Se trata de reglas de plástico transparente o simples tarjetas (figura 4) que tienen trazados diversos anchos y que se superponen sobre la fisura, observando cuál de ellos es el que más se aproxima al ancho de la misma.

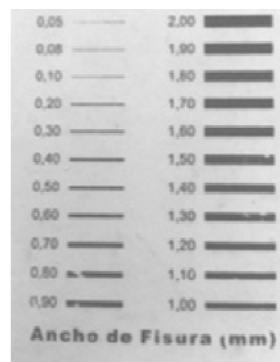


Figura 4. Tarjeta para medir fisuras.

Los **fisurómetros** son unas regletas que tienen un diseño especial que permite realizar, fácilmente y de manera muy precisa, el seguimiento y evolución de las fisuras en paramentos planos o en ángulo. Consta de dos placas de metacrilato transparente que incorporan una escala graduada y unos ejes (figura 5). Se fijan al paramento, en dirección perpendicular a la grieta y a ambos lados de ésta, con tornillos o adhesivos y se van tomando mediciones periódicas que se van anotando en una gráfica que nos irá diciendo en qué estado se encuentra la grieta en un determinado momento, pudiendo saber cuándo se mueve y cuánto, con precisión de menos de un milímetro (0.5 mm).

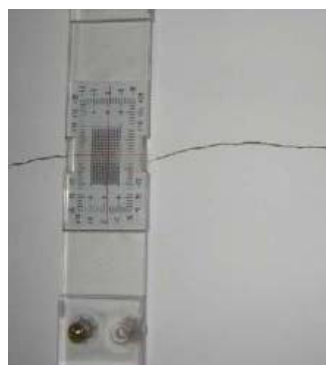


Figura 5. Fisurómetro.

El **pie de rey** (o calibrador Vernier) es un instrumento que permite medir pequeñas aberturas, grietas, fisuras y todo aquello para lo que necesitemos un mayor nivel de precisión. También permite seguir la

evolució de fisuras y grietas mediante la medida directa de los incrementos de dimensión a partir de dos referencias fijas con la ayuda de pequeños clavos que dejaremos fijos a en los extremos de la misma y sobre los que iremos tomando mediciones periódicamente.

Cuando se trata de grietas ya definidas, y sobre todo de progresión más rápida, se utilizan aparatos de medición más precisos como por ejemplo, el dilatómetro o el extensómetro. El **dilatómetro** realiza una medida directa de las variaciones dimensionales de una fisura mediante un comparador mecánico fijado a ambos lados de la grieta. Por tanto, su interés radica en el seguimiento a lo largo del tiempo. Estos aparatos constan de un cuerpo metálico extensible y un flexímetro para efectuar las medidas situado en su parte central. Los **extensómetros**, por su parte, proporcionan una medición muy precisa de la variación de la apertura, aunque a veces no es imprescindible su uso.

Posteriormente, las mediciones se reflejan en unos gráficos deformación-tiempo que indicarán claramente la evolución e intensidad del daño

4.2.2 Control de giros/desplomes e inclinaciones

Deberá medirse también el posible giro o desplome de elementos verticales (como muros y pilares) y la inclinación de elementos horizontales (como forjados, vigas y soleras) con la mayor precisión posible, vigilando su variación en el tiempo.

Para ello se utilizan unos aparatos específicos como plomadas ópticas, aparatos topográficos de precisión (niveles o teodolitos), clinómetros o taquímetros, entre otros.

Los teodolitos permiten detectar la medida de cualquier tipo de deslazamiento, mientras que los niveles sólo proporcionan datos de desplazamientos verticales. Los taquímetros permiten la medición de ángulos.

4.2.3 Medida de los asientos

Los asientos se miden con nivelaciones de precisión ($\pm 0,10$ mm) tomando como referencia puntos fijos situados fuera del edificio o en una parte del edificio de la que se tengan garantías que no ha sufrido movimientos.

Para la estimación de los asientos diferenciales se emplean niveles ópticos convencionales provistos de un micrómetro que aumenta su precisión, llegando a apreciar 0,1 mm.

4.3 Comprobación del estado de la cimentación

Debe comprobarse el estado de conservación de la cimentación, sus dimensiones y los asientos o giros.

Si la cimentación es superficial, se suele hacer un reconocimiento directo de la misma mediante apertura de catas o pozos en los puntos más significativos hasta el nivel de apoyo. Se comprueban las dimensiones reales en planta y el canto del cimiento, la calidad de los materiales con los que se ha ejecutado, su estado de conservación, etc.

Si hay fisuras o signos de degradación se suelen extraer muestras del cimiento (probetas testigo) para realizar sobre ellas ensayos mecánicos (compresión), físicos y químicos en el laboratorio. Se comprobará también el estado de las armaduras. Habitualmente, suele aprovecharse la cata para inspeccionar el terreno a la profundidad del plano de apoyo así como para determinar su humedad y sus características.

Suele ser necesario descargar la cimentación así como tomar precauciones para evitar que se debilite.

En el caso de cimentaciones profundas se recurre normalmente a métodos indirectos o bien únicamente se realiza el estudio del suelo.

4.4 Estudio del terreno

El estudio del terreno se realizará cuando se considera que los movimientos se deben al comportamiento del terreno. A partir de los estudios geotécnicos del proyecto inicial y de los resultados de la inspección previa, se orienta hacia las zonas que se consideran problemáticas.

El objetivo suele ser:

- Definir los estratos y sus espesores así como la situación del nivel freático ...
- Determinar las características (ángulo de rozamiento interno, cohesión, módulo de deformación, etc.)
- Estimar la capacidad portante y los asientos

En cimentaciones superficiales, si se ha hecho una cata y se ha obtenido información suficiente del terreno puede renunciarse a este estudio, aunque siempre es recomendable, sobre todo si se piensa que puede haber problemas en estratos inferiores.

La inspección del suelo de cimentación ofrece pocas variantes respecto a la forma de hacerlo cuando estamos en la fase de proyecto. Los métodos de inspección son: calicatas, sondeos mecánicos, penetraciones y métodos geofísicos. Se realizarán los ensayos in situ (SPT, molinete, presiométrico, de permeabilidad, etc.) y en laboratorio (de identificación, físicos, químicos y mecánicos) que se estime oportuno.

4.5 Diagnóstico y selección de la intervención

Terminado el proceso de información, estudio y análisis (tipo de daño, características del terreno, de la cimentación y de la estructura, velocidad y progresión del daño) se deben establecer las causas que han originado el proceso patológico y explicar su evolución y su efecto en los daños observados, confirmando si se trata de problemas en la cimentación.

Se pueden utilizar para ello modelos físicos y/o matemáticos para reproducir y justificar los movimientos producidos o el comportamiento general observado y su probable desarrollo en el tiempo.

Este diagnóstico es esencial para deducir la solución y la ejecución más convenientes para la consolidación del edificio. Si la evolución de los asientos no se estabiliza se debe actuar sobre el terreno o bien recalzar la cimentación (recalce superficial o profundo). La selección del procedimiento dependerá de cada caso.

Las actuaciones que deberán llevarse a cabo para eliminar las causas que originaron las lesiones y reparar los daños, se definirán detalladamente en un proyecto de intervención. En este se incluirán las medidas preventivas necesarias (apeos, apuntalamientos, acodalamientos) así como el control y seguimiento durante la ejecución y la puesta en carga posterior.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto las fases de diagnóstico de los fallos de la cimentación, identificando los datos previos necesarios, los procedimientos para la descripción, medición y control de la evolución de los daños, así como las comprobaciones a efectuar sobre la cimentación y el terreno

Teniendo en cuenta lo que has aprendido, ¿En qué consistiría el estudio de las grietas de la figura 6? (Respuesta: el estudio completo consistirá en la descripción y determinación de su forma y dimensiones, su representación gráfica y el control de su progresión efectuando mediciones según las indicaciones del apartado 4.2.1)



Figura 6. Grieta en partición interior.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

[1] "Enciclopedia Broto de patologías en la construcción. Patología de los elementos constructivos (III): cimentaciones. Ed. Broto y Comerma, 2005.

[2] Maña i Reixach, F. ESTRUCTURES: 1. Tècniques de recalçament dels fonaments. Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya ITEC 1990

[3] Monjo, J., Maldonado, L.: "Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas". Ed. Munilla-Lería, 2001

[4] Prats i Ardid, J. Guia per a la diagnosi de patologies estructurals Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya ITEC 1993

[5] Serrano, F.: "Patología de la edificación el lenguaje de las grietas". Fundación Escuela de la Edificación, 3ª edición, 2005

[6] Tratado de rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales. I. Recalces, apeos y demoliciones. 1. Patología de cimentaciones García López M., Máster de Restauración Arquitectónica UPM. Dep. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. ETSAM, Ed. Munilla-Lería, 2008.

6.2 Referencias de fuentes electrónicas:

[1] Uriel Ortiz, Ángel. Patología de las cimentaciones. Informes de la construcción nº 350. Instituto Eduardo Torroja.
Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

6.3 Figuras:

Figura 1.- Mapas de grietas en planta. Autora: Luisa Basset

Figura 2.- Representación de grietas en perspectiva. Autora: Luisa Basset

Figura 3.- Testigos de yeso. Autora: Luisa Basset

Figura 4.- Tarjeta para medir fisuras. Autora: Luisa Basset

Figura 5.- Fisurómetro. Autora: Luisa Basset

Figura 6.- Grieta en partición interior. Autora: Luisa Basset