

Fisuras en estructuras de hormigón armado

Objeto y descripción del fenómeno

La fisuración es un fenómeno físico que manifiesta la incapacidad del material (hormigón) a asumir esfuerzos de tracción. Esta capacidad varía con la magnitud del esfuerzo de tracción aplicado, la velocidad de aplicación y la edad.

Las grietas, constituyen casi el único síntoma externo de que dispone el perito para sacar conclusiones reales acerca del estado y comportamiento de la estructura. De ahí, la importancia en que sean correctamente diagnosticadas y conocidos tanto su origen como evolución posterior.

Una grieta no quiere decir ni ruina y falta de operatividad del edificio y por el contrario, si puede predecir un colapso inminente. Con independencia de otras fisuras en materiales no estructurales, todas las estructuras de hormigón armado deben fisurarse bajo unos límites que la normativa fija, para trabajar junto con el acero en redondo que se aloja interiormente.



Fisuras por rotura de ménsula.



Pila de puente con apoyo deficiente.

Causas

Causas derivadas del material

La deformación del hormigón que lleva a estados de fisuración fuera de lo permitido, obedece a mecanismos de distinto origen que se sintetizan en,

- Movimientos internos como, retracción, cambio de temperatura, asentamiento plástico.
- Expansión del acero embebido en el hormigón. Corrosión
- Condiciones de contorno impuestas a la estructura, tales como asentamientos, roturas sísmicas, aumentos en las sobrecargas, etc.

La fisuración es consecuencia de los esfuerzos que actúan en el material por distintas causas. Las secciones de hormigón armado con armado adherente y los recubrimientos establecidos, la fisuración previsible es inferior a 0,5 mm bajo cargas de servicio. Sin embargo, las cargas de servicio reales se aproximan poco al modelo de fisuración de los ensayos de laboratorio. Por lo general, la fisuración se manifiesta allí donde las tensiones son máximas. Cuando las fisuras se visualizan las armaduras han llegado al límite elástico. Este fenómeno es crucial para la detección de la ruina y la determinación de las medidas correctoras.

TIPOS DE FISURAS EN HORMIGÓN ARMADO

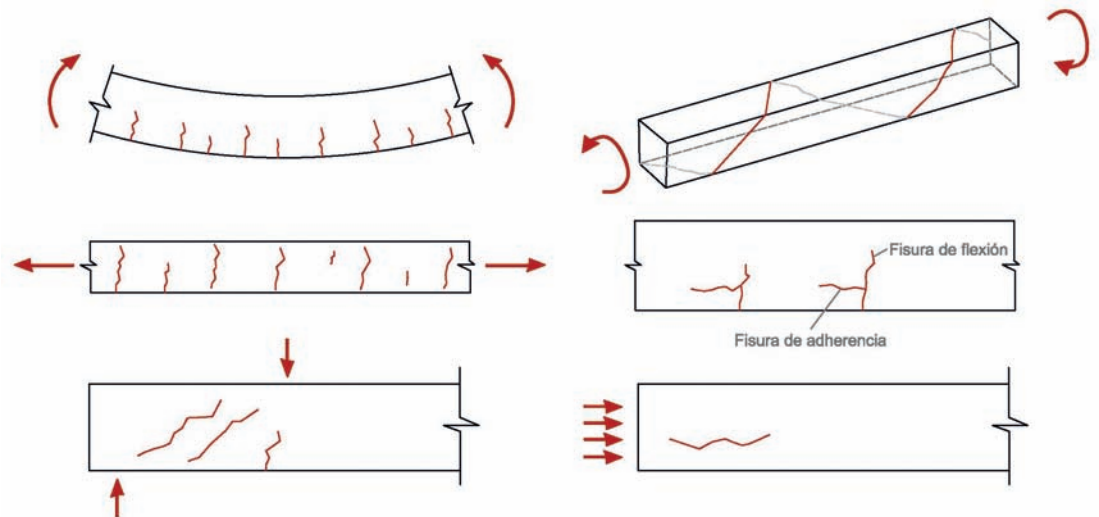
	Antes del endurecimiento		Después del endurecimiento			
Heladas tempranas	Plásticas	Movimientos durante la ejecución	Físicas	Químicas	Térmicas	Estructurales
	Retracción plástica. Asentamiento Plástico	Movimientos del encofrado Movimientos de la subbase	Aridos con retracción. Retracción de secado. Afogaradazo.	Corrosión del acero. Retracción árido-álcalis. Carbonatación del cemento.	Ciclos hielo-deshielo. Estacionales de temperatura. Contracción térmica temprana	Sobrecarga accidental. Fluencia. Cargas de cálculo.

Tabla extraída del Boletín 12 del Grupo español del hormigón (GEHO).

Causas derivadas de esfuerzos estructurales

Básicamente, los esfuerzos generadores de fisuras son los primarios de tracción, compresión, y sus combinaciones de flexión y torsión:

- **La fisura por tracción** aparece a lo largo de la pieza en sentido perpendicular a la actuación del esfuerzo de tracción.
- **La fisura por compresión excesiva**, siempre se manifiesta por tracción transversal, es decir a través de grietas paralelas en la dirección del esfuerzo de compresión, es la fisura patológicamente más alarmante porque denota el agotamiento del hormigón por acortamiento plástico y su manifiesto estado de rotura.
- **Las fisuras de flexión**, pueden tener su origen en un exceso de tracción, (fisuras perpendiculares a las armaduras) o en un fallo de la cabeza comprimida de hormigón que rompe en “copa” por tracción.
- **Las fisuras de torsión** siguen la trayectoria de las tracciones compresiones helicoidales perimetrales de la pieza solicitada.



Causas derivadas de procesos químicos

Dentro de los esfuerzos que originan estados de fisuración, están aquellos que provienen de causas de procesos químicos o cambios de fase del material. La durabilidad del material hormigón es consecuencia de su velocidad de descomposición que se realiza a través de las fisuraciones. La razón es que penetración de una sustancia agresiva es siempre a través de fisuración y mapas porosos. Entre estos cambios químicos que suponen un ataque a la estabilidad del material se pueden citar como básicos:

- Ataque por ácidos.
- Ataque por sulfatos.
- Ataque por álcalis.

Estas tres reacciones químicas concluyen en el fenómeno de la oxidación de las armaduras con la expansividad que, a su vez, desencadena múltiples procesos de fisuración superficial que degradan la pieza en su totalidad. Es importante que el ph del hormigón no descienda a 9-10, de su valor normal que es 12-13.

Los orígenes de las fisuras en las estructuras de hormigón armado son tan diversos como las fases por las que el material pasa desde su proyecto, fase de obra, curado y proceso de vida útil.

Fisuras debidas a errores de proyecto

- Errores en el diseño de la pieza.
- Errores en el cálculo

Fisuras debidas a errores en la obra

- En la interpretación de los planos.
- En la recepción del hormigón, puesta en obra y curado
- En el control del hormigón.
- En las juntas de hormigonado, de dilatación y de retracción

Fisuras en la vida útil del hormigón

- Cambios de uso del edificio y alteración de las sobrecargas.
- Incompatibilidades de las distintas rigideces.
- Reformas en el edificio
- Acciones directas o deformaciones impuestas
- Alteraciones climatológicas. Sismo
- Ceñimientos del suelo
- Retracción plástica o asentamiento plástico

Elementos constructivos afectados

En este caso, los elementos constructivos afectados se corresponden directamente con los elementos estructurales que han sufrido los fenómenos de fisuración en cuestión: pilares, losas, forjados, cimentación....etc. Dentro de cada elementos cada componente se verá afectado de forma diferenciada:

Por un lado, estaría el hormigón y cada unos de sus componentes:

- Cemento
- Agua (durante ejecución)
- Áridos



La proporción agua-cemento es la relación entre el peso del agua el peso del cemento utilizado en la mezcla. Tiene una influencia importante en la calidad del hormigón producido. La menor proporción de agua-cemento conduce a la mayor resistencia y durabilidad, pero puede hacer la mezcla más difícil de manejar y verter.

Es importante la elección de la composición de las mezclas y estudiarlas previamente para asegurar hormigones cuyas características mecánicas, reológicas y de durabilidad satisfagan las exigencias del proyecto.

También pueden utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de las armaduras.

Por otro estarían las armaduras:

- Armaduras activas
- Armaduras pasivas
- Sistemas de pretensado y postesado
- Vainas y accesorios

Propuestas de prevención

Las normas establecen límites razonables para que las estructuras en servicio no se fisuren, o lo hagan en límites razonables.

La norma del hormigón EHE dedica su artículo 49 a desarrollar el estado límite de fisuración, en los comentarios de su artº 49.1 dice textualmente:

“En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras, que no suponen inconveniente para su normal utilización, siempre que se limite su abertura máxima a valores compatibles con las exigencias de durabilidad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia”

Una vez conocidas pueden deberse a razones puramente constructivas, por lo que solo hay que permitir que los materiales trabajen en la obra según su natural rigidez. Para ello, no deben de obviarse las juntas necesarias. Juntas de dilatación y de retracción. Las soleras son un buen ejemplo de los dos tipos de juntas. Es casi imposible que una solera de un garaje de muchas decenas de metros no se fisure superficialmente.

Referencias bibliográficas y Normativa de aplicación

EHE Instrucción de Hormigón Estructural, **CTE DB-SE** Seguridad estructural, **CTE DB-SE-A** Acciones en la edificación, **CTE DB-SE-C** Cimientos.

Estudio y realización de la ficha: Antonio José Mas-Guindal Lafarga.

Asesoría técnica: Departamento de Servicios Técnicos de ASEMAS.

Coordinación y redacción ASEMAS: Eleuterio Sánchez Vaca. Área de Información del Consejo de Administración de ASEMAS.

Coordinación CSCAE: Rodolfo Hernando Cotarelo. Coordinador de los Centros de Asesoramiento Tecnológico (CAT).

Supervisión de contenidos: Alfonso García Santos / Susana Millán Anglés.

