



PATOLOGÍAS EN EL HORMIGÓN

Control de la fisuración en obra

Ing. Gonzalo Orellana
Jefe de Calidad Hormigón
Hormigones Atenas
gorellana@graiman.com



TEMARIO

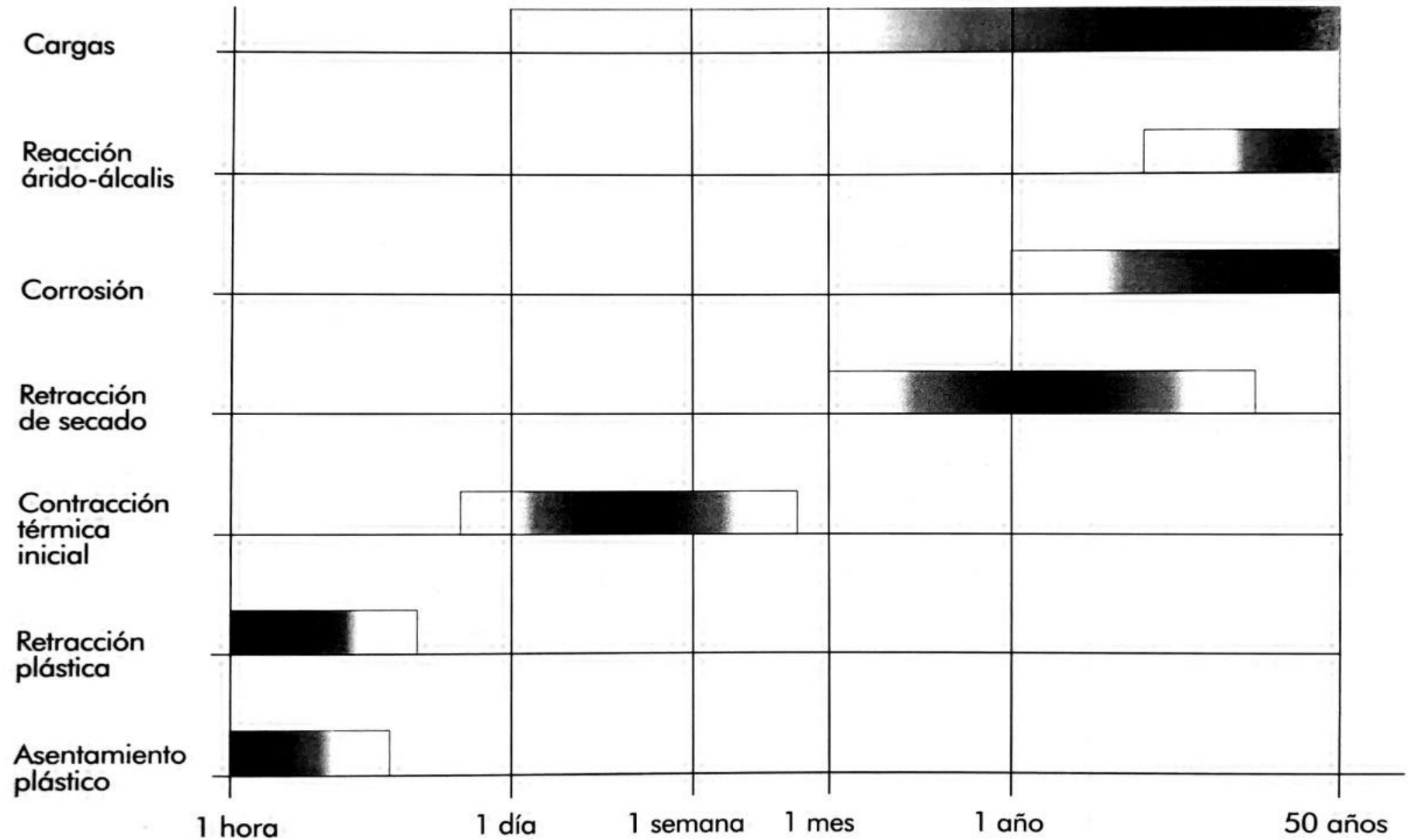
- Patologías mas frecuentes del hormigón
 - Fisuración por contracción plástica
 - Fisuración por reacción álcali sílice
 - Fisuración por corrosión
 - Carbonatación del hormigón
 - Ataque de sulfatos





ATENAS
Ciencia aplicada a la construcción

ACCIONES FÍSICAS





ATENAS
Ciencia aplicada a la construcción

FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

- Las fisuras (Grietas) por contracción (retracción) plástica se forman en la superficie del hormigón fresco inmediatamente después de su vaciado y mientras permanece en estado plástico (2 a 6 horas).
- Estas fisuras aparecen principalmente en superficies horizontales.

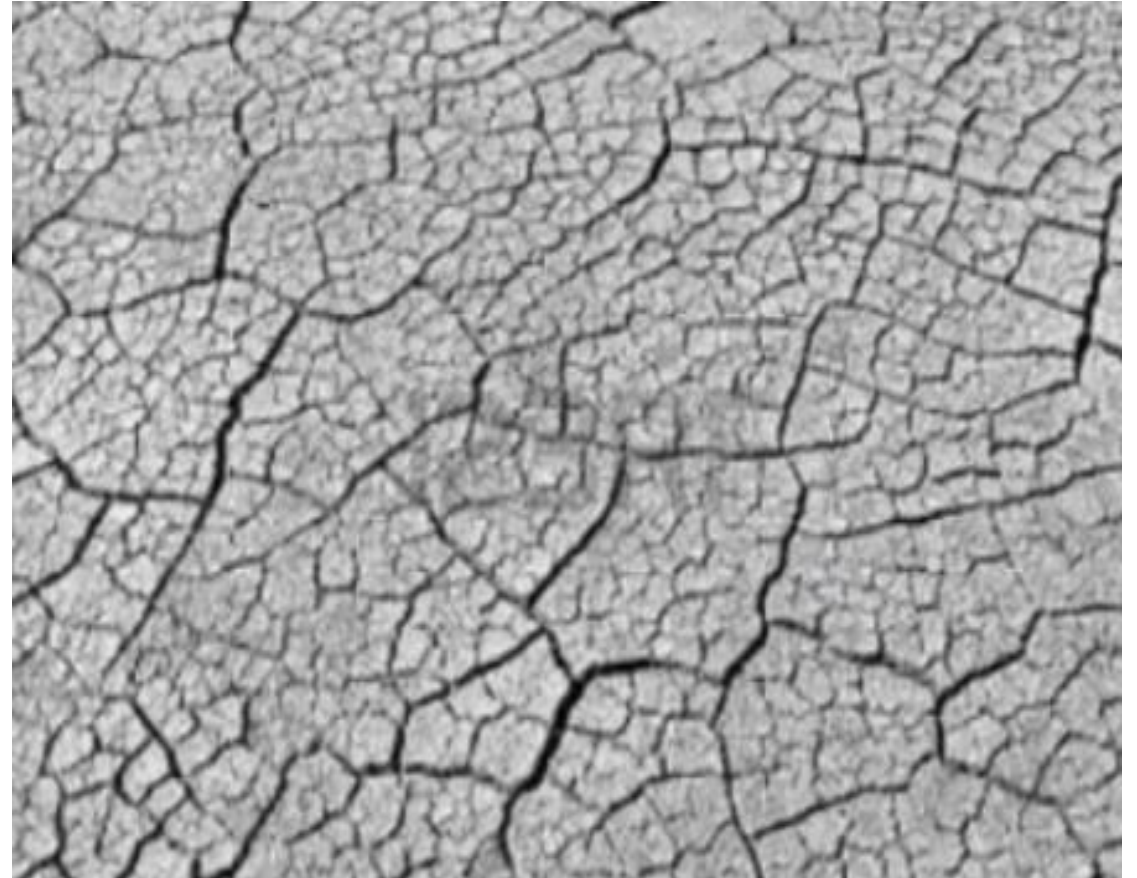


FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

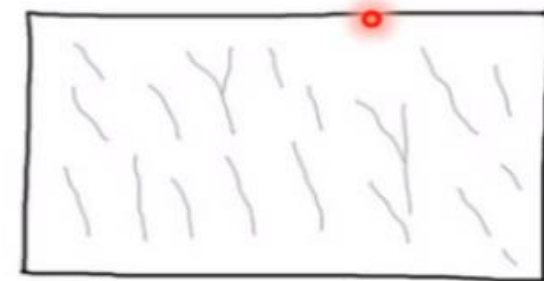
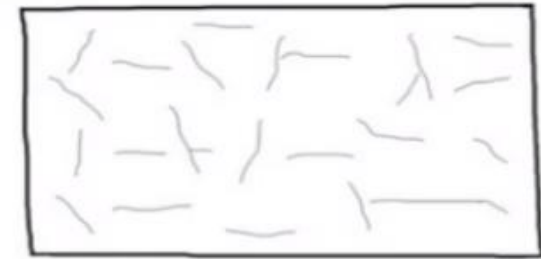
**HORMIGÓN HIDRAÚLICO
PARA PAVIMENTOS**



**MATERIAL
ARCILLOSO**



FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA



- Usualmente son paralelas entre sí, a una distancia entre 30 a 90cm
- Son relativamente superficiales (Normalmente no atraviesan el espesor de la losa).
- Son antiestéticas.
- Rara vez afectan la resistencia o durabilidad del hormigón.

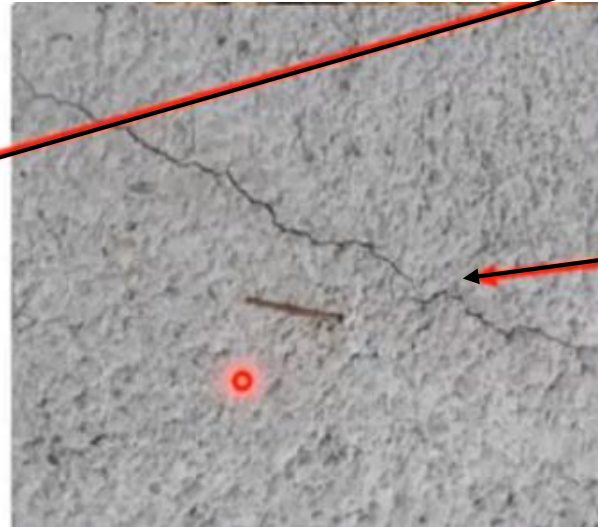
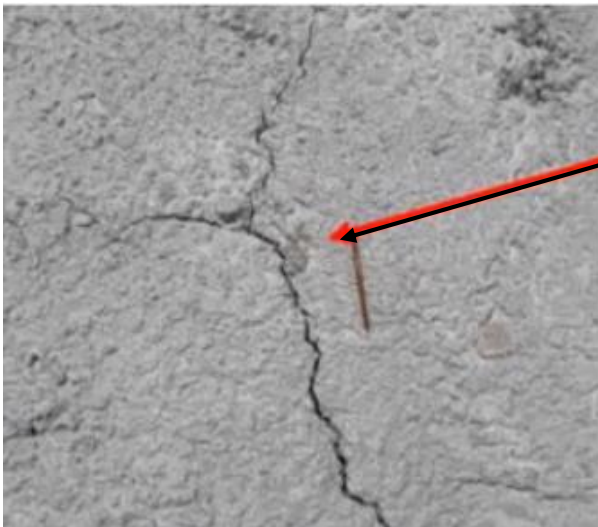
FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

¿POR QUÉ OCURRE?

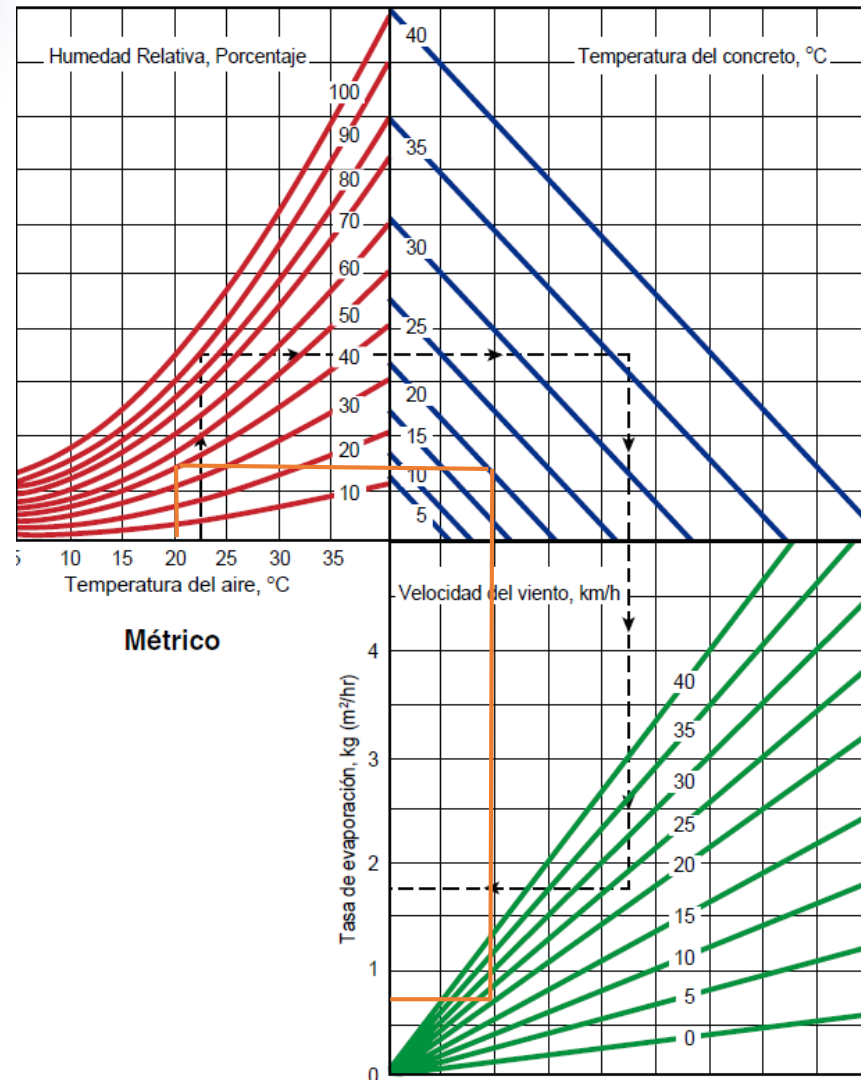
- La fisuración por contracción/retracción plástica ocurre cuando el hormigón está sujeto a una pérdida de humedad muy rápida provocada por la combinación de diferentes factores como:
 - La temperatura del aire
 - La humedad relativa
 - La temperatura del hormigón
 - La velocidad del viento
- Estos factores pueden combinarse provocando altos niveles de evaporación superficial tanto en clima cálido como en clima frío.

FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

HORMIGÓN HIDRAÚLICO EN LOSAS ARMADAS



FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA



Condiciones de mi obra:

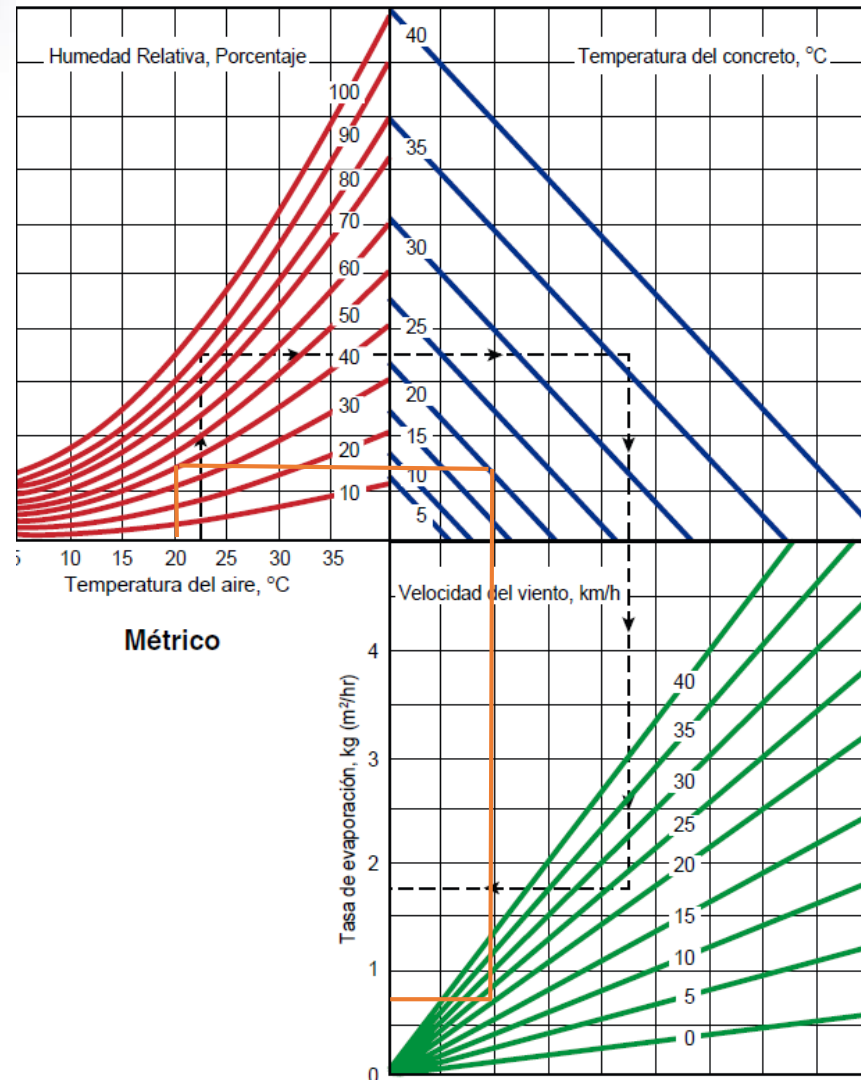
- Temperatura ambiente: 20 °C
- Humedad relativa: 40%
- Temperatura del hormigón: 19°C
- Velocidad del viento: 20 Km/h

¿Se puede fisurar mi hormigón?

Tasa de evaporación =
0.75Kg/m²/hora

¡Hay probabilidad de fisuración!

FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA



Condiciones de mi obra:

- Temperatura ambiente: 25 °C
- Humedad relativa: 60%
- Temperatura del hormigón: 30°C
- Velocidad del viento: 25 Km/h

¿Cuál es la tasa de evaporación?

¿Se puede fisurar mi hormigón?



ATENAS
Ciencia aplicada a la construcción

FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

¿CÓMO SE PREVIENE?

Revisar las condiciones ambientales de la obra antes del vaciado

Instalar barreras de viento

Instalar barreras de viento

Utilizar atomizadores para mantener la humedad superficial

Utilizar aditivos químicos (retardantes de evaporación, Antisol)

Humedecer la base (Suelo, encofrado, bloques) antes de la colocación del hormigón

Curar el hormigón tan pronto como sea posible

Utilizar fibras sintéticas

Evitar diferenciales de temperatura



ATENAS
Ciencia aplicada a la construcción

FISURACIÓN POR REACCIÓN ÁLCALI SÍLICE

FISURACIÓN POR REACCIÓN ÁLCALI SÍLICE

Las ARS ocurren entre los hidróxidos de álcali producidos por el cemento al hidratarse y ciertos minerales silíceos presentes en los agregados utilizados para producir hormigón.

- Entre los minerales tenemos el opal, cuarzo, chert, calcedonia, tridimita y critobalita, feldespatos.
- Primero, la sílice del agregado reacciona con el hidróxido y el álcali del cemento hidratado formando un **gel de sílice**. Luego el gel absorbe agua causando **presiones** de expansión suficientes para fracturar el hormigón.

FISURACIÓN POR REACCIÓN ÁLCALI SÍLICE

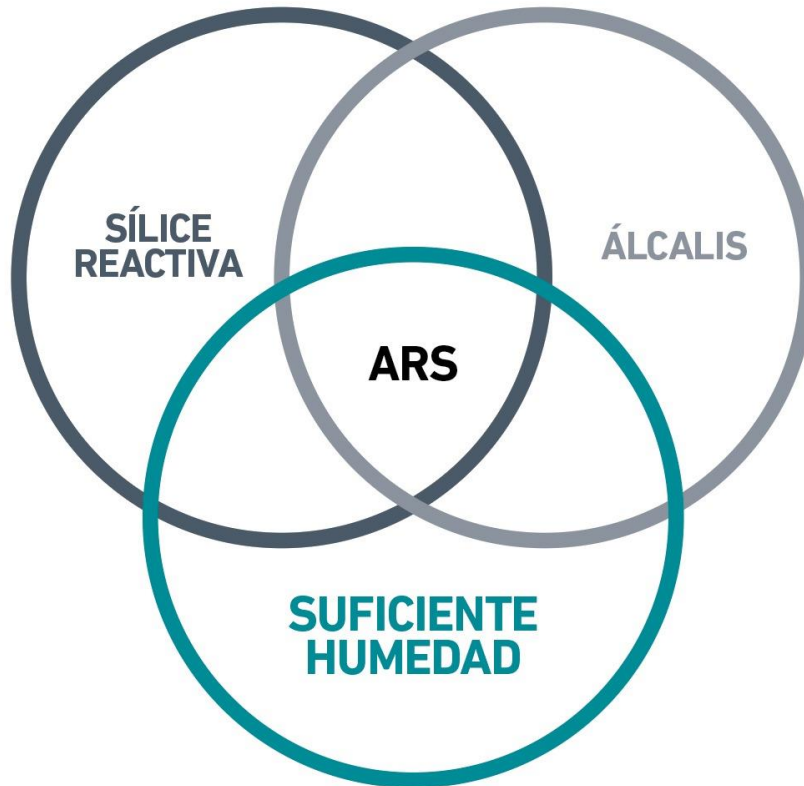
¿POR QUÉ OCURRE?

- Agregados potencialmente reactivos
- Cemento con alto contenido de álcalis
- Fuentes de álcalis externas
- Medios marinos
- Agentes corrosivos (Cloruros)
- Cargas de tráfico



FISURACIÓN POR REACCIÓN ÁLCALI SÍLICE

CONDICIONES PARA QUE SE PRODUZCA LA ARS



Álcalis:

- Sodio, Potasio, Calcio, Ion hidróxido

Interno:

- Cemento
- Agregados
- Aditivo químicos
- Adiciones minerales

Externo:

- Sales descongelantes (Nieve)
- Agua de mar
- Aguas alcalinas de desagües
- Humedad (80-85%)

FISURACIÓN POR REACCIÓN ÁLCALI SÍLICE

¿CÓMO SE MITIGA?

- Utilizando agregados no reactivos.
- Utilizando cementos bajos en álcalis.
- Utilizando materiales cementantes suplementarios (Cenizas volantes, Escorias de horno alto, Puzolanas naturales) (10, 15 hasta 40% de adición).



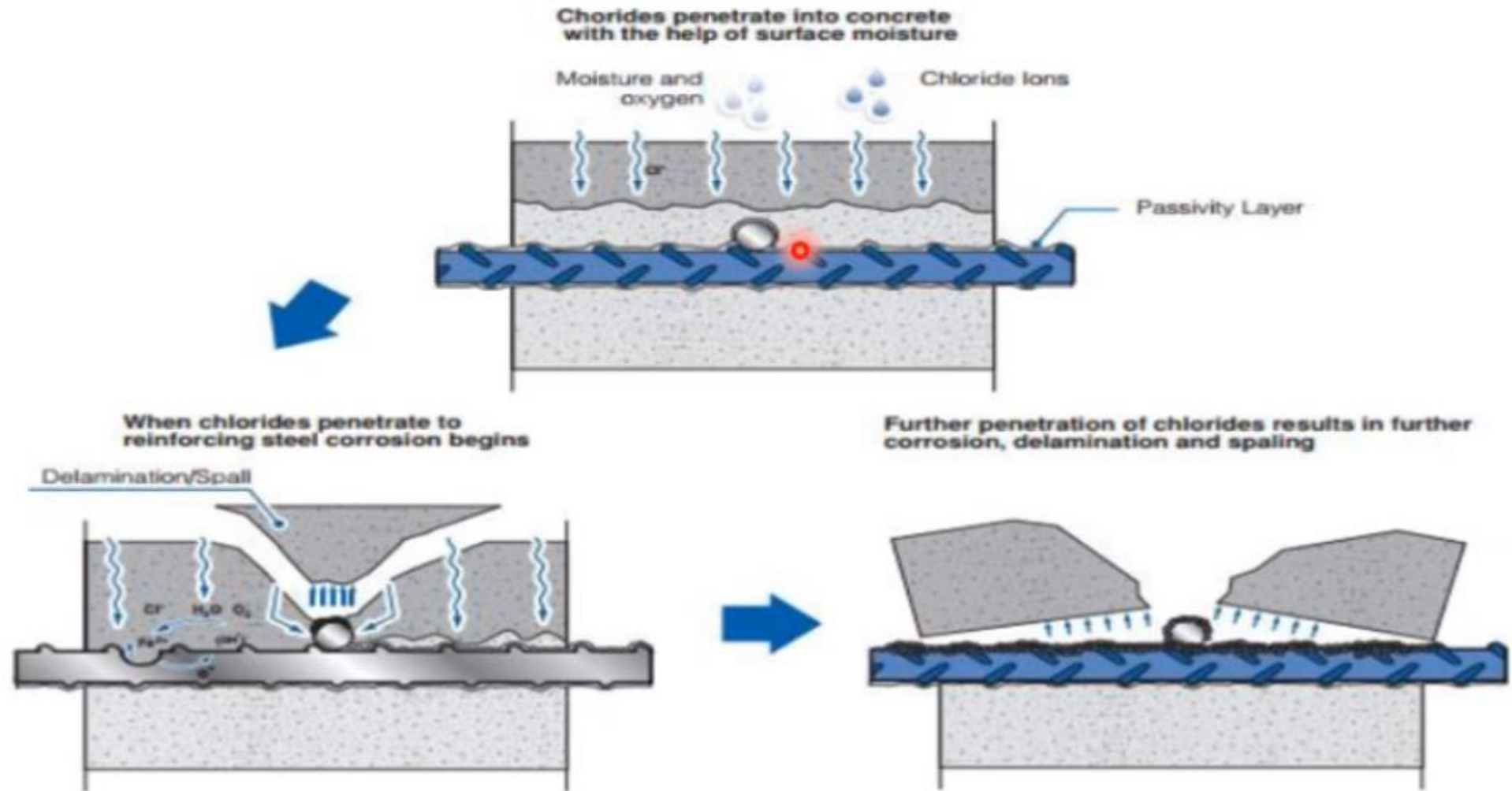
ATENAS
Ciencia aplicada a la **construcción**

FISURACIÓN POR CORROSIÓN

FISURACIÓN POR CORROSIÓN

- La corrosión es la degradación que experimenta el acero por la acción del medio que lo rodea.
- Proceso de naturaleza electroquímica.
- Se origina en el interior del hormigón (5 a 10 años).

FISURACIÓN POR CORROSIÓN



FISURACIÓN POR CORROSIÓN

Corrosión inducida por cloruros

- Los cloruros pueden estar presentes en los materiales con que se elabora el hormigón.
- Pueden ingresar del exterior cuando existen ambientes con cloruros (Muelles, cercanías de mar, etc).
- La corrosión inicia cuando la concentración es mayor del 0.5% del peso de cemento.
 - Hormigón de 240Kg/cm² contiene aproximadamente 370Kg/m³ de cemento = 1.85Kg/m³ (Límite de cloruros)

FISURACIÓN POR CORROSIÓN

Pérdida de sección de la armadura:



FISURACIÓN POR CORROSIÓN

¿CÓMO SE MITIGA?

- Utilizando hormigones de resistencias iguales o mayores de 350Kg/cm².
- Utilizando materiales cementantes suplementarios (Bajar la permeabilidad).
- Utilizando aditivos inhibidores de corrosión.
- Incrementando el recubrimiento (3 a 5 cm).



ATENAS
Ciencia aplicada a la construcción

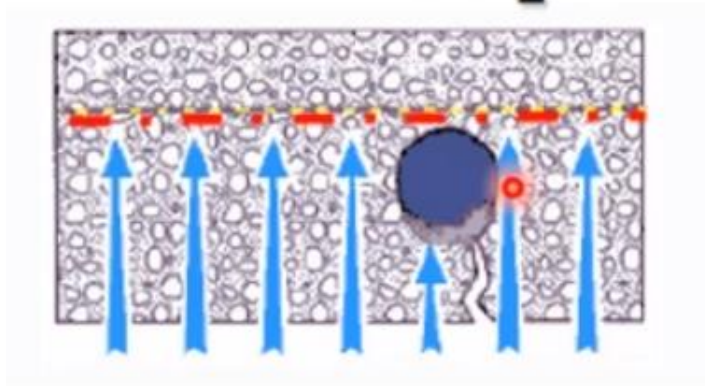
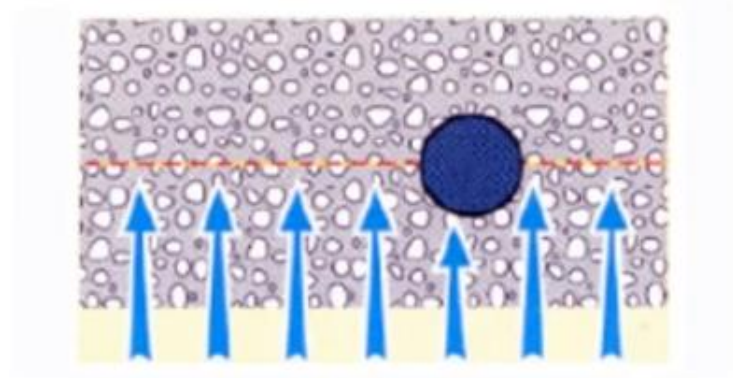
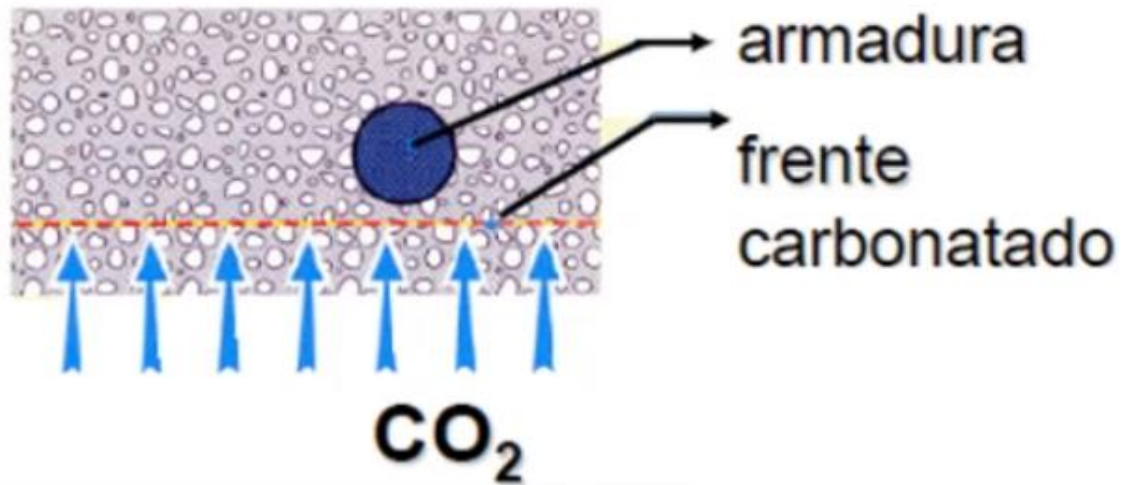
FISURACIÓN POR CARBONATACIÓN

FISURACIÓN POR CARBONATACIÓN

- EL CO₂ presente en el aire ingresa por difusión a través de los poros del hormigón y produce la carbonatación de la pasta de cemento.
- El PH del concreto está entre 13-14.
- Da lugar a una corrosión uniforme del acero.
- Se produce en todos los tipos de ambientes (zonas urbanas, industriales, etc.).

FISURACIÓN POR CARBONATACIÓN

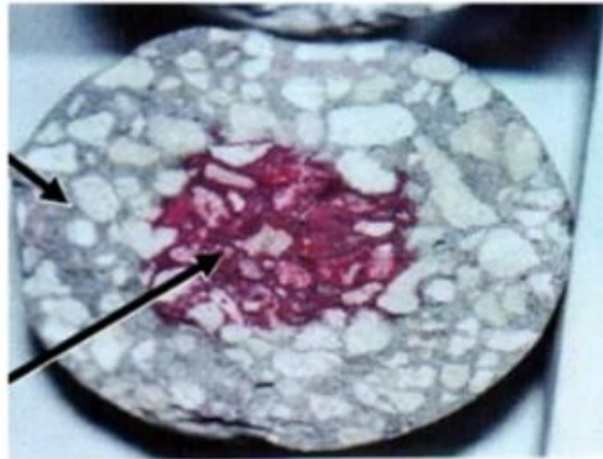
¿POR QUÉ SE PRESENTA?



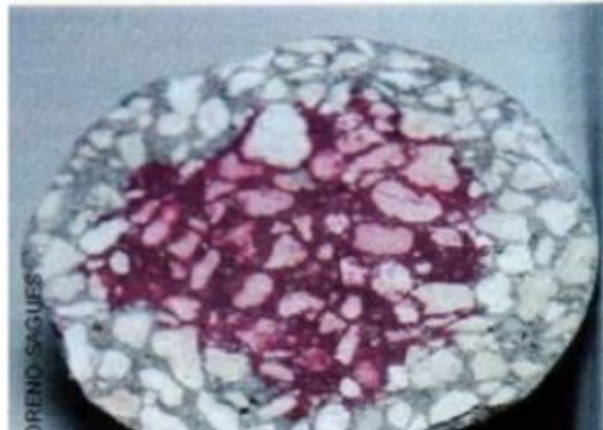
FISURACIÓN POR CARBONATACIÓN

¿CÓMO SE DETECTA?

Ph Neutro



Ph Alcalino



FISURACIÓN POR CARBONATACIÓN

¿CÓMO SE MITIGA?

- Utilizando hormigones de resistencias iguales o mayores de 350Kg/cm².
- Utilizando materiales cementantes suplementarios (Bajar la permeabilidad).
- Utilizando aditivos inhibidores de corrosión.
- Incrementando el recubrimiento (3 a 5 cm).



ATENAS
Ciencia aplicada a la **construcción**

FISURACIÓN POR SULFATOS

FISURACIÓN POR SULFATOS

- Los sulfatos están presentes en el agua, agua subterránea, superficial y de mar.
- Las formaciones de sulfatos más comunes son: sulfatos de sodio, potasio, magnesio y calcio.
- Las condiciones para sufrir un deterioro son:
 - Los materiales constituyentes del hormigón.
 - La calidad del hormigón en el lugar.
 - El tipo y concentración del sulfato.

FISURACIÓN POR SULFATOS

¿POR QUÉ OCURRE?

- El ataque se presenta cuando a través del agua concentraciones altas de sulfatos entra en contacto con los compuestos hidratados de la pasta de cemento.
 - Reacción del sulfato con hidróxido de calcio liberado durante la hidratación forma Sulfato de calcio (Yeso)
 - Reacción de sulfato de calcio con el aluminato de calcio hidratado formando sulfato aluminato de calcio (Etringita)
- Este contacto produce una reacción química que genera expansión en la pasta y crea una presión

FISURACIÓN POR SULFATOS





ATENAS
Ciencia aplicada a la construcción

FISURACIÓN RELACIONADA A PRÁCTICAS EN OBRA

FALLAS DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

FALLAS DURANTE LA CONCEPCIÓN Y DISEÑO

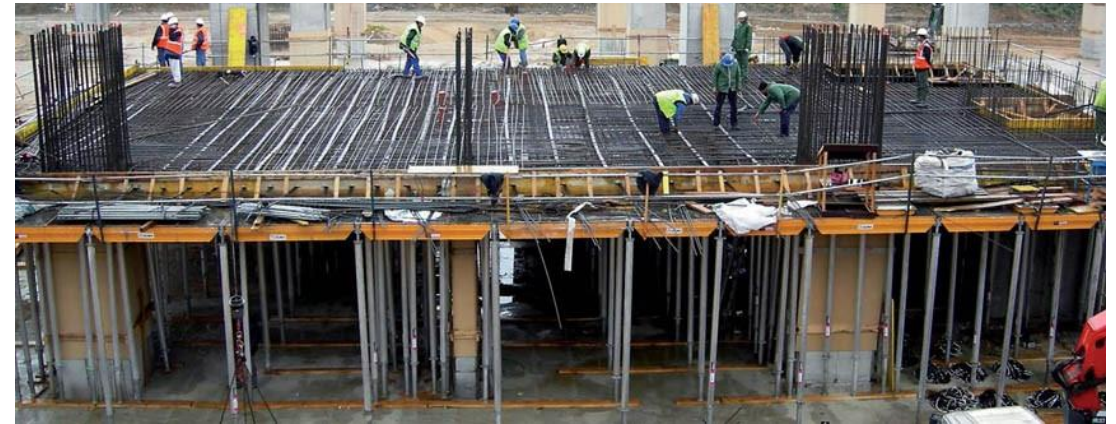
- Falta de drenajes apropiados.
- No proyectar juntas de contracción, dilatación o construcción.
- No especificar la resistencia y características apropiadas de los materiales que se emplean.
- Malas prácticas de manejo, colocación y compactación del hormigón.



FALLAS DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

FALLAS POR CONSTRUCCIÓN

- Por defecto o deformación del encofrado.
- Por no tolerar las tolerancias dimensionales permisibles en los elementos.
- Por no colocar ni asegurar apropiadamente el acero de refuerzo.
- No respetar la separación de barras.
- Labores de descimbrado prematuro o inapropiado.
- Por recargar la estructura antes de que el hormigón tenga suficiente capacidad resistente.



Importante: La estructura se comportará ante las solicitaciones según haya quedado construida.

