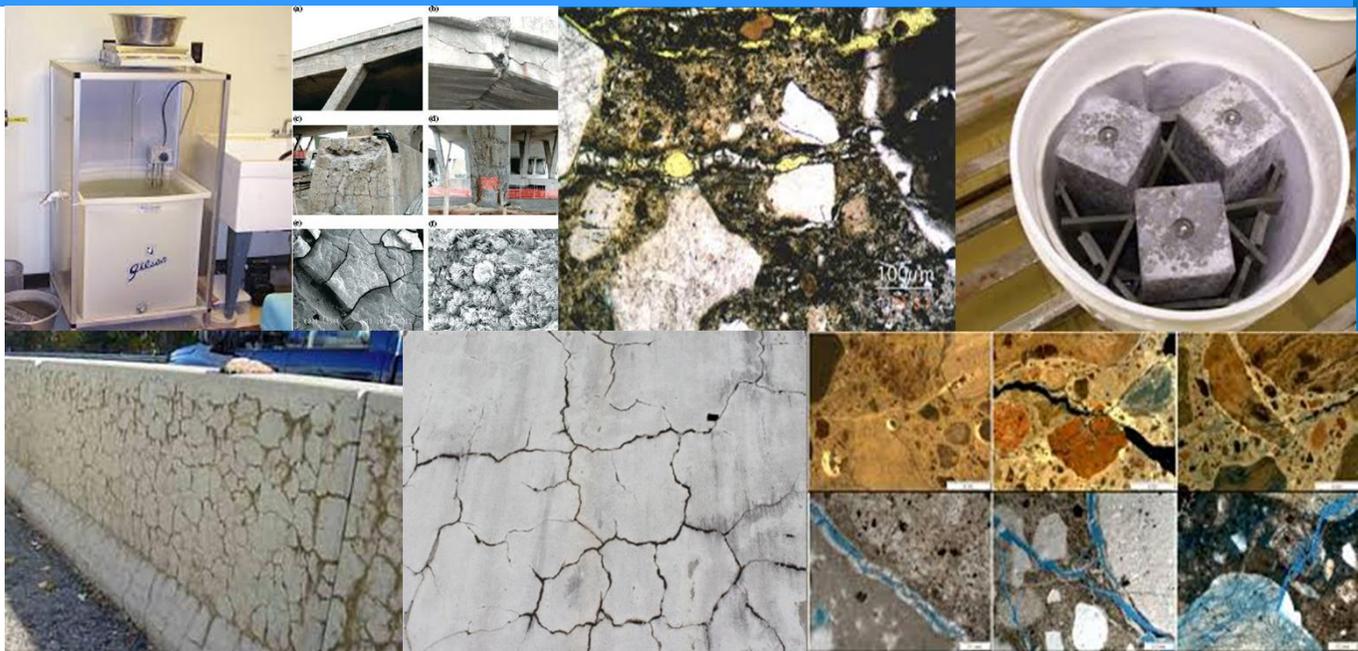


# Boletín Técnico ICCG

## *Determinación de la reactividad Álcali Sílice para la selección del cemento que se utilizará en el concreto.*



Instituto del Cemento y del Concreto de  
Guatemala - ICCG

*Promoviendo la Industria del Cemento  
y del Concreto en Guatemala*

## La Reacción Álcali Sílice (RAS)

Uno de los principales procesos de degradación del concreto son las reacciones expansivas que se generan con los agregados y una de ellas es la reacción Álcali Sílice.

Para que se dé esta reacción en el concreto, es necesaria la presencia de álcalis disponibles en el cemento (Óxido de Sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) y Óxido de Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )), sílice reactiva contenida en los agregados y agua que provenga de una fuente externa.

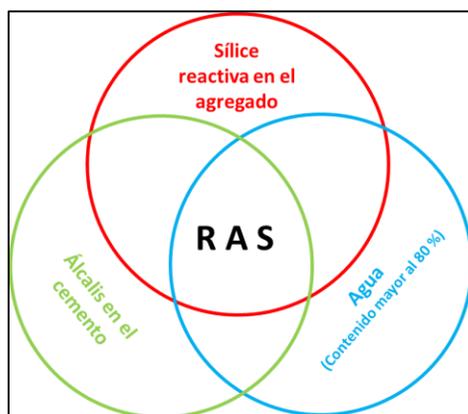


Figura 1. Condiciones necesarias para que se dé la reacción Álcali Sílice. Fuente: ICCG.

La reacción inicia con el ataque de la sílice contenida en el agregado por los hidróxidos alcalinos derivados del álcali en el cemento, formando un gel, lo que se deposita en el contorno del agregado. El gel absorbe el agua que está en contacto directo (Contenido mínimo de 80 % de humedad), lo que produce un incremento de volumen en el gel. Este cambio de volumen provoca tensiones sobre la pasta de cemento generándose la expansión del concreto, lo que se manifiesta en fisuras y grietas. Cuando una de las condiciones se reduce o se elimina, por ejemplo, si no hay suficiente agua, sílice reactiva o álcalis en el concreto, la reacción se detiene.

La reacción se puede representar como un proceso de dos pasos:

1. Hidróxidos Alcalinos + Sílice reactiva  $\rightarrow$  Gel de Álcali Sílice
2. Gel de Álcali Sílice + humedad  $\rightarrow$  Expansión

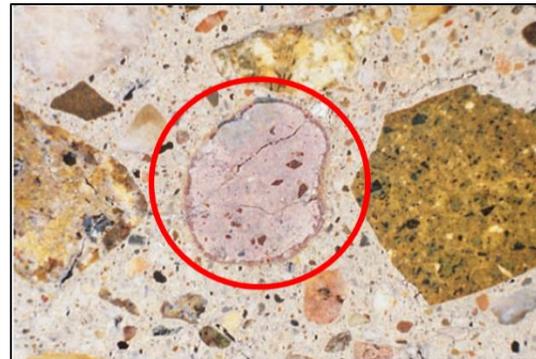


Figura 2. Ejemplo de la reacción álcalis sílice en una sección pulida de concreto. Observe el borde de reacción Álcali-Sílice alrededor del agregado reactivo y la formación de grietas. Fuente: PCA<sup>1</sup>

## Efectos de la expansión del concreto

El deterioro del concreto por causa de la RAS, se manifiesta de la siguiente manera: Con la formación de una red de grietas con residuos de gel que exuda de su interior, desprendimientos de partes del concreto, así como el desplazamiento relativo de diferentes partes de una estructura. En pavimentos de concreto las juntas presentan astilladuras y están cerradas con el sello comprimido o desalojado de la cajuela.



Figura 3. Ejemplo de agrietamiento, exposición de gel y desprendimiento de partes del concreto de la estructura. Fuente PCA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association.

## Control de la Reacción Álcali Sílice

Para controlar la reacción Álcali Sílice en el concreto, se puede tomar una de las siguientes acciones o las que sean necesarias, por lo que es importante realizar la evaluación de la combinación de los cementos y agregados disponibles para la elaboración del concreto que se utilizará en la obra. Dentro de las acciones a tomar están las siguientes:

- a. Utilización de cementos de bajo álcalis o cementos mezclados con puzolana. En Guatemala se comercializan cementos bajo las especificaciones de la norma NTG 41095 "Cementos hidráulicos. Especificaciones por desempeño". El contenido promedio de álcalis en el cemento depende del tipo de cemento y este puede variar de 0.70 a 2.25 %. Los cementos son adicionados con puzolanas y en el caso que se requiera, se puede solicitar al productor o importador la opción de Baja reactividad Álcali Sílice (BRA), que debido a su composición son capaces de inhibir la reacción.
- b. Reemplazo del agregado reactivo o reemplazo parcial por otro no reactivo. en Guatemala la mayoría de los agregados disponibles para la elaboración de concretos son potencialmente reactivos, cuya estructura mineralógica, composición química y contenido de minerales activos pueden reaccionar con los álcalis del cemento produciendo la reacción Álcali Sílice. De allí la importancia de realizar todos los ensayos requeridos y poder diseñar mezclas con el cemento adecuado para cada aplicación.
- c. Incorporar materiales cementicios suplementarios (Puzolanas naturales, cenizas volantes y humo de sílice) a la mezcla de concreto.
- d. Reducir la permeabilidad del concreto.
- e. Utilizar aditivos inhibidores de la RAS, como por ejemplo las sales de litio.

Previo a tomar una decisión, es necesario realizar ensayos para determinar la efectividad en el control de la Reacción Álcali Sílice para lo cual se puede utilizar la norma NTG 41003 h7.

### Norma NTG 41003 h7 Método de ensayo. Determinación de la reactividad alcalina potencial de las combinaciones cemento-agregados (Método de la barra de mortero)

Esta norma cubre la determinación de la susceptibilidad a la combinación de cemento y agregado (Fino y grueso) a reacciones expansivas, involucrando los iones hidroxilo asociados a los álcalis del cemento (Sodio y Potasio), mediante la medición del incremento o decremento en la longitud de barras de mortero que tienen dicha combinación, durante su almacenamiento bajo las condiciones determinadas por el ensayo.

Los resultados de los ensayos realizados usando este método proporcionan información sobre la posibilidad de que una combinación de cemento agregado sea potencialmente capaz de generar reacciones Álcali Sílice dañinas, causando la expansión perjudicial en el concreto.

Una expansión insignificante puede resultar cuando se tienen agregados silíceos de reactividad potencialmente perjudicial presentes en una proporción relativamente elevada, inclusive cuando se utiliza un cemento con un alto contenido de álcalis, lo anterior puede ocurrir cuando los productos de la reacción Álcali Sílice se caracterizan por una relación Álcali Sílice muy baja que minimiza la absorción de agua y la expansión o bien debido a la filtración de los álcalis de las barras de mortero. También se puede presentar una expansión significativa que puede ocurrir raramente en este ensayo por razones ajenas a la reacción álcali agregado,

especialmente en presencia de sulfatos en el agregado.



Figura 4. Diferentes modelos de Comparador de Longitud. Fuente: Humboldt Equipment Testing.

El criterio para determinar el daño potencial de las reacciones Álcali Sílice de combinaciones de cemento y agregado a partir de los resultados obtenidos con este método de ensayo, se mencionan en el anexo de la norma NTG 41007 “Agregados para Concreto. Especificaciones”.

Este criterio consiste en que al utilizar un cemento con el contenido de álcalis de al menos 0.8 %, expresado como un porcentaje de Óxido de Sodio equivalente ( $\% \text{Na}_2\text{O} + 0.658 \times \% \text{K}_2\text{O}$ ), se generan resultados que proporcionen información sobre la probabilidad de que ocurra una expansión potencialmente perjudicial. Las combinaciones de agregados y materiales cementantes que han producido expansiones excesivas en este método deben ser consideradas potencialmente reactivas. Mientras la Línea de demarcación entre las combinaciones inocuas y las potencialmente perjudiciales no este claramente definida, se considera en general que la expansión es excesiva si excede el 0.05 % en 3 meses o el 0.10 % en 6 meses. Las expansiones mayores que el 0.05 % en 3 meses no deberían considerarse como excesivas cuando la

expansión a los 6 meses, permanece debajo del 0.10 %. Los datos para ensayos del tercer mes, deben considerarse solo cuando los resultados del sexto mes no están disponibles.

#### Referencias

- COGUANOR NTG 41003 h7 (ASTM C227) Método de ensayo. Determinación de la reactividad alcalina potencial de las combinaciones cemento-agregados (Método de la barra de mortero).
- COGUANOR NTG 41007 (ASTM C33) Agregados para concreto. Especificaciones.
- COGUANOR NTG 41095 (ASTM C1157) Cementos hidráulicos. Especificaciones por desempeño.
- Diseño y Control de Mezclas de Concreto. 15 ed. Portland Cement Association.

Las normas vigentes COGUANOR NTG 41003 h7 y NTG 41095 se encuentran disponibles en el enlace:

<http://www.iccg.org.gt/index.php/normas-tecnicas/normas-tecnicas-guatemaltecas-ntg/cemento>

La norma vigente COGUANOR NTG 41007 se encuentra disponible en el enlace:

<http://www.iccg.org.gt/index.php/normas-tecnicas/normas-tecnicas-guatemaltecas-ntg/agregados>