

Componentes minerales en arenas y gravas de la Región Centro del Estado de Guerrero

SÁNCHEZ-CALVO, Mateo*†, BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziél, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, ORTEGA-MENDOZA, Roberto

Unidad Académica de Ingeniería – Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas S/N, Ciudad Universitaria, Chilpancingo, Guerrero, México

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

Resumen

Los componentes del concreto, básicamente son arena, grava, agua, y cemento. Los dos primeros constituyen lo que se denomina agregados pétreos, y se ha venido descubriendo la importancia de sus características, pues influyen en las propiedades del concreto, de tal manera que si se utilizan agregados inadecuados, no es posible obtener las condiciones de calidad y resistencia requeridas. El agua reacciona químicamente con las partículas del cemento, formando un gel o pasta que rodea a las partículas de agregado y las une entre sí generando un conglomerado. La resistencia del concreto se deriva del proceso de hidratación de las partículas de cemento por el agua.

Componentes, minerales, arenas.

Abstract

The components of concrete, they are basically sand, gravel, water and cement. The first two are what is called stone aggregates, and has been discovering the importance of their characteristics as they affect concrete properties, such that if used aggregates inadequate, it is not possible to obtain the conditions for quality and durability required. Water reacts chemically with the cement particles, forming a gel or paste that surrounds the aggregate particles and interconnects generating a conglomerate. Concrete strength is derived from the hydration process of the cement particles by water.

Components, mineral sands.

Citación: SÁNCHEZ-CALVO, Mateo, BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziél, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, ORTEGA-MENDOZA, Roberto. Componentes minerales en arenas y gravas de la Región Centro del Estado de Guerrero. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 146-150

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sc_421@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Con el paso del tiempo, y en presencia de suficiente humedad, algunos componentes minerales que constituyen las partículas de agregado, reaccionan con los álcalis disueltos en los poros que se desarrollan en el cuerpo del concreto, produciendo expansiones, agrietamientos y pérdidas de resistencia que destruyen la integridad del concreto, inhabilitando la estructura de que forme parte, obligando en ocasiones a demolerla, y ocasionando graves pérdidas económicas. Este fenómeno se denomina comúnmente reacción álcali-agregado. En este trabajo se presentan los aspectos relevantes que permiten identificar los síntomas de la reacción, los tipos de minerales involucrados, las pruebas que se utilizan para confirmar su presencia y las formas de prevenir o mitigar el desarrollo de la reacción. Se incluyen los resultados de las pruebas efectuadas a las arenas de tres bancos de agregados, utilizadas en la Región Centro del Estado de Guerrero, para detectar la presencia de minerales involucrados con la reacción álcali-sílice, y el análisis químico aplicado a la grava de uno de los bancos que la proveen en mayor cantidad, para definir su contenido de carbonato de magnesio y otros óxidos minerales relacionados con la reacción álcali-carbonato.

Objetivos

Evaluar y caracterizar agregados pétreos procedentes de bancos de materiales representativos de la Región Centro del Estado de Guerrero, buscando la presencia de componentes minerales involucrados en la reacción álcali-sílice (RAS) o álcali-carbonato (RAC), mediante la realización de pruebas de acuerdo a la norma ASTM-C-295 ó su equivalente, NMX-C-265 y las ASTM-C-114 y CSA A23.2-26A respectivamente, clasificándolos de acuerdo a su potencial reactivo, para que los usuarios de los productos de estos bancos, cuenten con la información adecuada que les permita prevenir, de ser necesario.

Los efectos dañinos de esta reacción en el concreto, mejorando el comportamiento de los concretos utilizados en el estado de Guerrero.

Metodología

Para conseguir los objetivos planteados se aplicó la metodología siguiente:

Determinación de la región de estudio, en este caso la Región Centro del Estado de Guerrero, considerando aspectos de población, ubicación geográfica, perspectivas de desarrollo de programas de construcción, importancia en el contexto estatal, normatividad, suministro de agregados pétreos y geología.

Selección de los bancos de agregados. Se realizó una encuesta en las principales tiendas proveedoras de agregados de la región centro, con el propósito de conocer su origen. Con esta información se eligieron los bancos de estudio ("Papagayo", "El Quemado" y "Mezcala" en el caso de arenas, y el banco "La Presa" para gravas).

Estudio geológico de los sitios donde se ubican los bancos de agregados seleccionados, utilizando cartas geológicas.

Información documental concerniente a la reacción álcali-agregado en los ámbitos internacional, nacional y en la región de estudio.

Revisión de normas vigentes para pruebas de calidad en agregados. Se revisaron las de la American Society for Testing and Materials (ASTM), Normas Mexicanas NMX, Normas de la Canadian Standards Association (CSA) y de otros países. Además se revisaron las pruebas de calidad que realizan los laboratorios a nivel local, regional y nacional relacionadas con el estudio planteado.

Selección de pruebas de laboratorio para caracterización química. Se eligió la prueba ASTM C 295 para realizar el examen petrográfico a las arenas de los bancos “Papagayo”, “El Quemado” y “Mezcala”. Se eligieron las pruebas especificadas en las normas ASTM-C-114-06 y CSA A23.2-26A para investigar el potencial reactivo álcali-carbonato de la grava que se obtiene en el banco “La Presa”.

Inspección a los bancos de materiales para descripción de sus características y obtener muestras de agregados.

Aplicación de pruebas específicas seleccionadas: En arenas la ASTM C 295 (examen petrográfico). En grava, las pruebas ASTM-C-114-06 y CSA A23.2-26A.

Interpretación, análisis y discusión de resultados.

Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

Evaluación del potencial reactivo

Los resultados de los análisis realizados en los agregados pétreos se compararon con referencias internacionalmente aceptadas, considerando la presencia de minerales potencialmente reactivos o fragmentos de roca que los contienen. Los requisitos para que un material sea reactivo son entre otros, que deberá ser una forma de sílice que es pobremente cristalino o contiene muchos defectos de arreglo, o alternativamente debe de ser amorfa o vítrea sin carácter. Algunos granitos, gneises graníticos, hornblendas y grauvacas, se ha encontrado que son reactivos cuando se utilizan en el concreto. Se ha notado que, aunque el mineral reactivo preciso constituyente de estas rocas no pueda ser identificado, los granos de cristal de cuarzo que contienen, muestran que son amorfos cuando son examinados utilizando un microscopio polarizado.

El Comité 201 del ACI, en el documento ACI 201.2R considera la tabla formulada por W. J. Halstead en 1958 (Oficina de Investigaciones del Transporte) para clasificar rocas y minerales naturales y vidrios sintéticos que pueden reaccionar expansiva y destructivamente con los álcalis del cemento (Tabla 1). Kosmatka et al (2004), consideran ciertas rocas con minerales potencialmente reactivos.

SUSTANCIA REACTIVA	COMPOSICIÓN QUÍMICA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
Opalo	SiO ₂ ·nH ₂ O	Amorfo
Calcedonia	SiO ₂	Microcristalino a criptocristalino; comúnmente fibroso
Algunas formas de cuarzo	SiO ₂	a) Desde microcristalino a criptocristalino b) Cristalino, pero intensamente fracturado, deformado y/o con gran número de inclusiones
Cristobalita	SiO ₂	Cristalino
Tridimita	SiO ₂	Cristalino
Vidrios noilítico, dácítico, latítico o andesítico, o productos criptocristalinos de devitrificación.	Silíceo, con menores cantidades de Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , tierras alcalinas y álcalis	Vidrio o material criptocristalino como la matriz de piedras volcánicas o fragmentos en tobas
Vidrios sintéticos silíceos	Silíceos con pequeñas cantidades de álcalis, alúmina y otras sustancias.	Vidrios
ROCAS QUE PUEDEN CONTENER ALGUNO(S) DE LOS MINERALES PRECEDENTES		
Silix opalinos Silix calcedónico Silix cuarzosos Calizas silíceas Dolomías silíceas Esquistos silíceos		Riolitas y tobas Dacitas y tobas Andesitas y tobas Filitas Cuarzos y cuarcitas fracturados, en tensión o rellenos de inclusiones

Tabla 1 Rocas, minerales y sustancias sintéticas que pueden causar reacción álcali-sílice (ACI 201.2R)

Resultados

La tabla 2 resume la composición de cada una de las muestras de arena como resultado del análisis petrográfico realizado a cada uno de los bancos de materiales de la zona de estudio.

Mineral / Banco	Papagayo	El Quemado	Mezcala
Cuarzo	56	5	47
Granito	1	15	2
Feldespatos	4		15
Plagioclasa	-	21	
Microclina		30	
Augita		9	
Biotita	1	9	
Esfena		2	
Gneis			5
Andesitas	4	-	3
Hornblenda	1	9	
Arenisca	31	-	10
Tobas			9
Calizas			9
Fragmentos de roca oxidada	1		

Tabla 2 Composición mineral (en %) de las arenas sometidas a examen petrográfico.

La presencia en las arenas de minerales considerados reactivos, aun en cantidades ínfimas, indica que el material debe considerarse potencialmente reactivo, hasta no realizarse pruebas complementarias.

La composición química de la grava que se extrae del banco “La Presa” se especifica en la tabla 3.

MINERAL	CONTENIDO
Oxido de Silicio (SiO ₂)	3.4%
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	0.6%
Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.3%
Oxido de Calcio (CaO)	43,8%
Oxido de Magnesio (MgO)	8.9%

Tabla 3 Composición mineral de la grava del banco “La Presa”

Se utilizaron los contenidos de minerales para ubicar el potencial reactivo en el gráfico de la prueba CSA A23.2-26A (Figura 1)

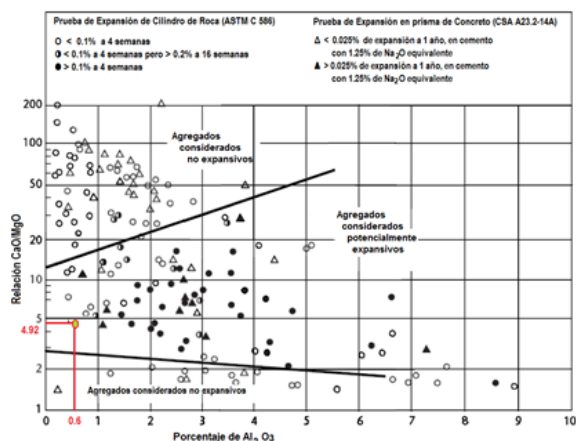


Figura 1 Resultado de la prueba CSA A23.2-26A.

Discusión

El proceso que se utiliza para determinar el potencial reactivo de un agregado inicia generalmente con la aplicación de un examen petrográfico (ASTM C 295).

Si la muestra contiene rocas y minerales identificados como reactivos con los álcalis, por precaución el material debe considerarse potencialmente reactivo, en caso contrario, se considera inocuo.

Lo recomendable, y en caso de disponerse del tiempo suficiente para la verificación experimental, deben ejecutarse pruebas indicadas para la reacción álcali-sílice o álcali-carbonato. Estas pruebas pueden ser el método químico rápido (ASTM C 289), la prueba de la expansión de barra de mortero (ASTM C 227), la prueba acelerada de expansión de barra de mortero (ASTM C 1260), o la prueba del prisma de concreto (ASTM C 1293).

Para determinar el potencial reactivo álcali-carbonato, la prueba recomendada es la del cilindro de roca (ASTM C 586), que indica si una roca es expansiva cuando se expone a una solución alcalina. Si la roca muestra expansión en esta prueba, debe probarse en prismas de concreto para evaluar su potencial reactivo (ASTM C 1105 y la CSA A 23.2 - 14A).

Conclusión

El examen petrográfico es un método de prueba cualitativo que permite la detección de minerales considerados reactivos con los álcalis del concreto. La presencia de estos minerales en el agregado, hace necesaria la realización de pruebas de tipo cuantitativo para poder determinar el potencial reactivo del agregado objeto del estudio.

El examen petrográfico aplicado a cada una de las muestras de arena de los bancos de materiales, determinó la presencia de minerales y rocas reactivas, en cantidades bajas y sin la localización de las formas de sílice que aún en pequeñas cantidades desencadenan la reacción. Sin embargo y con base en estos resultados únicamente.

Los agregados no se deben considerar potencialmente reactivos hasta obtener información de pruebas adicionales que confirmen o rechacen este resultado.

El resultado de la prueba química aplicada a la grava del banco “La Presa”, la ubica como potencialmente expansiva, si bien las expansiones de la región en que la sitúa su relación CaO/MgO en el diagrama, en su mayoría son menores a 0.10% (baja). Al revisar las características de composición mineral, contenido de arcilla, y densidad, se concluye que no coinciden con las que han sido identificadas en rocas carbonato reactivas a los álcalis. Sin evidencias de daño en estructuras de concreto construidas en la región empleando este agregado, se considera que el riesgo de que ocurra la reacción álcali-carbonato es bajo. Se recomienda realizar la prueba de cilindro de roca (ASTM C 586), con el objetivo de verificar su grado de expansión y precisar de manera más objetiva su potencial reactivo.

Referencias

Reporte ACI 201.2R. Guía para la Durabilidad del Hormigón

Kosmatka, Steven H.; Kerkhoff, Beatrix; Panarese, William C.; y Tanesi, Jussara: Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, EE.UU., 2004

Reporte ACI 221.1R-98. State of the Art Report on Alkali-Aggregate Reactivity.

Departamento de Transporte de Estados Unidos, Administración Federal de Aviación, 2004.

Manual para la identificación de reactividad álcali-sílice en pavimentos de aeropuertos.

Norma ASTM C 295-98. Guía Standard para el examen petrográfico de agregados para concreto.