

# LA PETROGRAFÍA, UNA HERRAMIENTA DE CONTROL DE CALIDAD Y DIAGNÓSTICO DE LESIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

## ARQ. JORGE ENRIQUE LOZANO PEÑA

Estudios de Maestría de Construcción U.N .

Profesor asistente, C.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Artes

Escuela de Arquitectura y urbanismo

Área de tecnología

Investigación en el "Análisis Petrográfico en el Diagnostico de ataque de sales del sulfato a la matriz del cemento de morteros y concretos"

---

# LA PETROGRAFÍA, UNA HERRAMIENTA DE CONTROL DE CALIDAD Y DIAGNÓSTICO DE LESIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes de la economía en Colombia, que impulsa el desarrollo de varias industrias y utiliza gran cantidad de mano de obra calificada y no calificada, dentro del desarrollo de ésta, debe ir paralelamente un avance tecnológico que garantice la calidad de las obras y de los materiales utilizados en éstas como el concreto, el cemento, el ladrillo, la piedra, los agregados.

El avance tecnológico hace necesario la interdisciplinariedad transdisciplinariedad utilizando áreas de conocimiento de otras ciencias como la petrografía que es una rama de las ciencias geológicas dedicado a la descripción científica y clasificación sistemática de las rocas, a partir de un análisis en el microscopio, en donde se utiliza la mineralogía óptica que es una aplicación de la física de la luz al estudio de los minerales.

La petrografía viene del latín petra; que significa piedra y del griego graphein; que traduce describir, lo que literalmente significa descripción de las rocas. La base de la Petrografía es el estudio al microscopio de las superficies pulidas, de rocas y materiales inmersos en resinas de índices de refracción conocido, que por exposición a la luz permiten analizar las secciones delgadas que proyectan.

## METODOLOGÍA

### EL ANÁLISIS PETROGRÁFICO Y EL CONCRETO

El microscopio petrográfico ha sido utilizado desde mediados del siglo XIX por los geólogos para entender e interpretar la génesis y mineralogía de las rocas. El pionero de la microscopía del concreto fue Johnson en 1915, luego le siguieron en épocas recientes investigadores como L. S. Brown, B. Mather y R. C. Mielenz. En Colombia la incursión en esta temática se realizó a partir de la investigación del Ing. Juan Cañavera Saavedra, sobre la evaluación de las fuentes de agregados para la fabricación de concretos realizada en el año de 1988 y trabajos realizados por el Geólogo John Jairo Giraldo con investigaciones muy recientes del año 2003; como se aprecia, poco se ha avanzado en este campo en nuestro país, y los métodos

petrográficos de análisis abren nuevas posibilidades en la investigación de la tecnología del concreto, más aún, con el descalabro técnico ocurrido en los pavimentos rígidos de las rutas del transmilenio, se ha despertado un interés de formar un grupo de investigación interdisciplinario para el estudio de la petrografía del concreto, grupo liderado por el profesor Jimmy Fernández Lamus del área de mineralogía, cristalografía y petrografía de la Universidad Nacional, Facultad de Ciencias, Departamento de Geociencias.

La Petrografía del concreto es aplicable a los agregados del concreto, al concreto, al mortero, al yeso, al estuco, al ladrillo, al grout y mezclas similares del cemento de Pórtland. La petrografía combina la inspección visual con el examen microscópico usando el estereoscopio, el microscopio petrográfico y el microscopio metalográfico. La interpretación de lo encontrado proporciona ayuda valiosa en el desarrollo de soluciones prácticas a los problemas que se presentan en las construcciones. La información que se determina en el estudio petrográfico del concreto se hace usando las pautas dadas en la norma ASTM C 856. "Norma para la examinación por microscopio petrográfico del concreto endurecido"

El análisis petrográfico determina:

- Condiciones del material
- Causas del deterioro del concreto
- Probable comportamiento futuro
- Conformidad con la especificación del proyecto
- Descripción del concreto, definiendo:
  - Grado de hidratación del cemento
  - Estimación de la relación A/C
  - Grado de carbonatación en la pasta de cemento
  - Presencia de ceniza volante y estimación de la cantidad
  - Grado de corrosión en el acero de refuerzo
  - Identificación de la evidencia de la reacción patógena álcali-agregado, ataque del sulfato, o el otro ataque químico
  - Identificación del potencial reactivo de los agregados
  - Evidencia de un curado incorrecto
  - Estimación del contenido de aire
  - Evidencia temprano de congelamiento temprano
  - Causas de fisuración

El análisis petrográfico se suple a menudo con análisis químico, con análisis de difracción de rayos X y de la exploración con microscopía electrónica. Las pruebas físicas desarrollan datos sobre fuerza a compresión, cambio de volumen, contenido del aire del concreto endurecido, durabilidad, permeabilidad y contenido de lón cloruro.

## RESULTADOS

A continuación se muestran seis ejemplos de análisis petrográficos y utilización del estero microscopio, aplicados a la tecnología de concreto específicamente al diagnóstico de daños, realizados por Construction Technology Laboratories, Inc., Illinois, Estados Unidos, aplicados a pavimentos de concreto que presentaban lesiones y daños. Cada fotografía tiene su explicación:



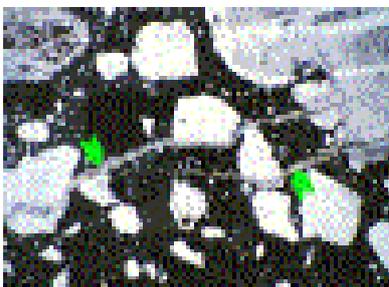
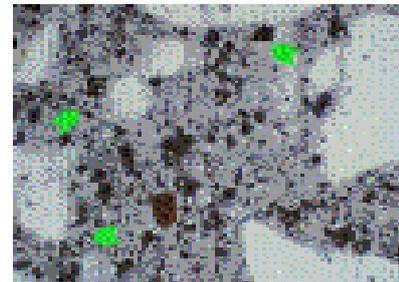
**Figura 1.** Las grietas abiertas se llenan parcialmente con carbonato de calcio en un bloque prefabricado de una chimenea. Se evidencian daños de la adherencia cíclica y de las altas

**Figura 2.** Las microfisuras son resultado del congelamiento cíclico y el descongelamiento del concreto, inadecuado vibrado del pavimento. El acabado prematuro y sobrecarga. Se aprecia la ausencia de aire atrapado en la superficie exterior. El grueso del concreto representado en la microfotografía (tomada con un estéreo - microscopio) es 4.1 milímetros.



**Figura 3.** Una microfotografía de la sección delgada de un pavimento de concreto que muestra grietas resultado del congelamiento cíclico, que afecta seriamente de durabilidad. La longitud fotografiada es de 4.1 milímetros<sup>3</sup>.

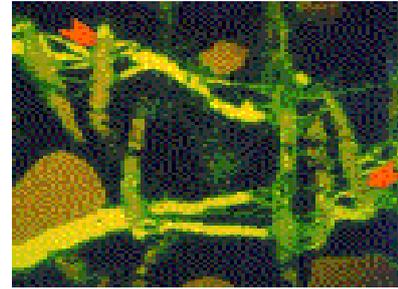
**Figura 4.** Una sección de 20 micras de espesor del pavimento de concreto muestra partículas no hidratadas (oscuras) de la escoria del cemento de Pórtland en la pasta. Las partículas de las cenizas volantes se indican con las flechas. La falta de un vibrado apropiado dio lugar a un escalamiento leve observado después de una exposición del invierno. La longitud fotografiada era 0.7 milímetros



**Figura 5.** Una sección delgada de concreto dañado por la reacción expansiva álcali - agregado, las microfisuras se llenaron parcialmente del gel del álcali (flechas) extienden a lo largo del reactivo (la derecha superior). La reacción produjo fisuras numerosas en un piso de garaje. La longitud fotografiada es de 2.8 milímetros.

**Figura 6.** Una sección delgada (20 micras) de concreto reforzado con fibra de vidrio elaborada después de que fuera sometida a la prueba de compresión. Observe los áreas de las fibras de vidrio en las cuales las secciones transversales circulares del cristal pueden ser vistas (las flechas).

Muestra impregnada con epoxy fluorescente después del ensayo mecánico. La longitud fotografiada es de 3.8 milímetros.



## CONCLUSIONES

Los avances tecnológicos tienen verdadero impacto en la sociedad contemporánea cuando mejoran las condiciones de vida de ésta, por lo tanto, la tecnología debe estar al servicio de la sociedad. En Colombia la utilización del concreto es de uso generalizado y tiene el mayor impacto de utilización en la industria de la construcción, sin embargo la calidad de este no es muy aceptable y se presentan gran cantidad de daños de menor envergadura como simples fisuras, como lesiones de mayor envergadura como el de la troncal del transmilenio, que afecta a toda la población de la ciudad de Bogotá.

El control de calidad que se aplica a los concretos es exclusivamente la resistencia mecánica, pero nunca o casi nunca se aplican controles de calidad a la durabilidad de éste, factor importantísimo en un país que como Colombia, se encuentra entre los países en vías de desarrollo, en donde su inversión social está supeditada al servicio de la deuda externa, y las obras que se realicen deben tener una vida útil de por lo menos 30 años, valor que hoy causa escepticismo y poca credibilidad en los constructores del país y con mayor razón en la ciudadanía en general.

Si aplicáramos el análisis petrográfico como norma estándar en el recibo de los de las obras de concreto, evitaríamos muy seguramente las reparaciones de obras nuevas que estamos acostumbrados a ver todos los días en las obras públicas del país, y lo más seguro, lógico y beneficioso es la utilización de éstos dineros dejados de gastar, para la ejecución de nuevas obras en beneficio de la sociedad colombiana que tanto las necesita.

## BIBLIOGRAFÍA

D.A. St. John, A.B. Poole, I. Sims. Concrete Petrography: A Handbook of investigative Techniques . Edit. John Wiley / Arnold. New York. 1998  
KERR, Paul F. Mineralogía Óptica. 3 Edición. Edit. McGraw Hill. Ediciones Castilla. España 1965.  
U. NACIONAL. Cristalografía. Texto Facultad de Geología. 1989.