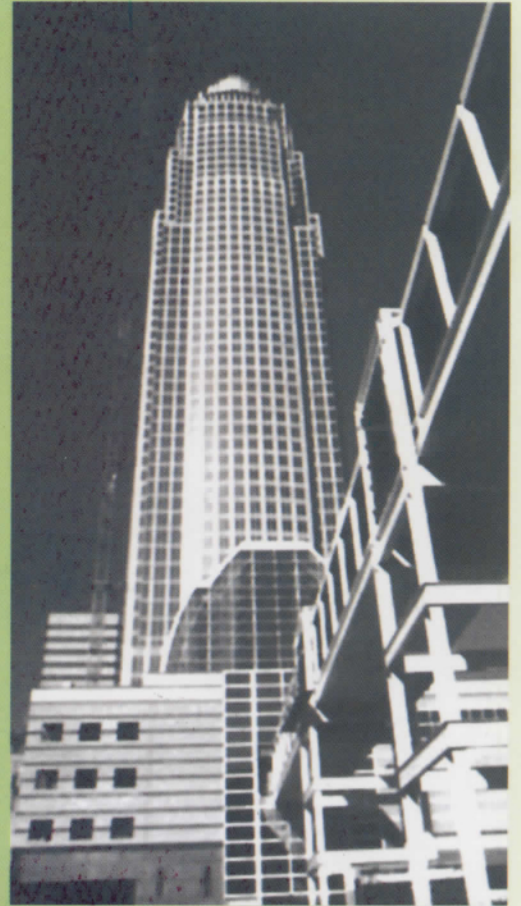




**imcyc**<sup>®</sup>



**GUÍA PARA EL CONCRETO  
ESTRUCTURAL DE AGREGADOS  
DE PESO LIGERO  
ACI 213**

Los socios activos que hacen posible la labor del IMCYC, son los siguientes:



Grupo Cementos de Chihuahua



APASCO



# GUÍA PARA EL CONCRETO ESTRUCTURAL DE AGREGADOS DE PESO LIGERO

Reportado por el Comité 213 del ACI

Esta guía resume el estado actual de la tecnología. Presenta e interpreta los datos sobre concreto de agregados de peso ligero de muchos estudios de laboratorio, de la experiencia acumulada en aplicaciones exitosas, y del desempeño en servicio del concreto de agregados de peso ligero.

Así mismo, incluye una definición del concreto de agregados de peso ligero para fines estructurales, y analiza, de manera condensada los métodos de producción y las propiedades inherentes de los agregados estructurales de peso ligero. Otros capítulos tratan sobre las prácticas actuales para proporcionar, mezclar, transportar y colocar este concreto; sobre propiedades del concreto endurecido y sobre el diseño del concreto estructural con referencia al ACI 318.

Palabras clave: resistencia a la abrasión; adherencia; zona de contacto; durabilidad; resistencia al fuego; curado interno; agregado de peso ligero; concreto de peso ligero; proporción de la mezcla; cortante; contracción; densidad especificada del concreto; resistencia; conductividad térmica.

## PRÓLOGO

Esta guía trata de las características únicas y el desempeño del concreto estructural ligero. Se da información histórica general junto con los datos detallados sobre los agregados de peso ligero, el proporcionamiento, el mezclado y la colocación del concreto que contiene estos agregados. También se incluyen las propiedades físicas de los agregados estructurales de peso ligero junto con la información de diseño y aplicaciones.

El concreto estructural de peso ligero, tiene muchas y variadas aplicaciones entre las que se encuentran la construcción de marcos y pisos para edificios de muchos niveles, muros, techos, placas dobladas, puentes, elementos presforzados o prefabricados de todo tipo, estructuras marinas, y otras. En muchos casos, la expresión o forma arquitectónica combinada con el diseño funcional se puede lograr más fácilmente empleando concreto estructural de peso ligero con algún otro medio. Muchos arquitectos, ingenieros y contratistas reconocen la economía inherente y las ventajas que ofrece este material, de lo cual es evidencia el impresionante número de estructuras de concreto de peso ligero que se encuentran hoy en día en todo el mundo.

## Guía para el concreto estructural de agregados de peso ligero ACI 213 R-03

Título original en inglés:

Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete  
2003, American Concrete Institute  
2009, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.

Revisión Técnica

Ing. José Lorenzo Flores Castro

Producción editorial

Lic. Abel Campos Padilla

Este libro fue publicado originalmente en inglés. Por ello, cuando existan dudas respecto al significado preciso de un término o concepto deberá tomarse en cuenta la versión en inglés. En esta publicación se respetan escrupulosamente las ideas, puntos de vista y especificaciones. Por lo tanto, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., no asume responsabilidad alguna (incluyendo, pero no limitando, la que derive de riesgos, calidad de materiales, métodos constructivos, etc.) por la aplicación de los principios o procedimientos de este documento.

Todos los derechos reservados, incluyendo los de reproducción y uso de cualesquier forma o medio, así como el fotocopiado, proceso fotográfico por medio de dispositivo mecánico o electrónico, de impresión, escrito u oral, grabación para reproducir en audio o visualmente, o para el uso en sistema o dispositivo de almacenamiento y recuperación de información, a menos que exista permiso escrito obtenido de los propietarios de los derechos.

La presentación y disposición en conjunto de Guía para el concreto estructural de agregados de peso ligero, son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, por algún sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información), sin consentimiento escrito del editor.

Derechos reservados:

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.  
Av. Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, México, D. F., C.P. 01030

Impreso en México  
ISBN 968-464-190-7

**LAFARGE**  
CEMENTOS

# CONTENIDO

## Capítulo 1 – Introducción,

- 1.1 – Objetivos
- 1.2 – Marco histórico
- 1.3 – Terminología
- 1.4 – Economía del concreto de peso ligero

## Capítulo 2 – Agregados estructurales de peso ligero,

- 2.1 – Estructura interna de los agregados de peso ligero
- 2.2 – Producción de agregados de peso ligero
- 2.3 – Propiedades de los Agregados

## Capítulo 3 – Proporciones, Mezclado y Manejo, p.15

- 3.1 – Alcance
- 3.2 – Criterios de proporcionamiento de mezclas
- 3.3 – Materiales
- 3.4 – Proporcionamiento y Ajuste de mezclas
- 3.5 – Mezclado y Entrega
- 3.6 – Colocación
- 3.7 – Bombeo del concreto de peso ligero
- 3.8 – Control en laboratorio y en campo

## Capítulo 4 – Propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural de agregados de peso ligero,

- 4.1 – Alcance
- 4.2 – Método de presentación de datos
- 4.3 – Resistencia a la Compresión
- 4.4 – Masa unitaria del concreto ligero
- 4.5 – Concreto de masa unitaria especificada
- 4.6 – Módulo de Elasticidad
- 4.7 – Relación de Poisson
- 4.8 – Flujo plástico
- 4.9 – Contracción por secado
- 4.10 – Resistencia a la tensión por compresión diametral
- 4.11 – Módulo de ruptura
- 4.12 – Resistencia por adherencia
- 4.13 – Factores últimos de resistencia
- 4.14 – Durabilidad
- 4.15 – Absorción
- 4.16 – Reacción alcali-agregado
- 4.17 – Expansión térmica
- 4.18 – Propiedades del flujo de calor
- 4.19 – Resistencia al fuego
- 4.20 – Resistencia a la abrasión

p. 5

p. 11

p. 23

- 5.1 – Alcance
- 5.2 – Consideraciones generales
- 5.3 – Módulo de Elasticidad
- 5.4 – Resistencia a la Tensión
- 5.5 – Cortante y tensión diagonal
- 5.6 – Longitud de Desarrollo
- 5.7 – Deflexión
- 5.8 – Columnas
- 5.9 – Concreto presforzado de peso ligero
- 5.10 – Consideraciones térmicas de diseño
- 5.11 – Diseño sísmico
- 5.12 – Fatiga
- 5.13 -- Especificaciones

**Capítulo 6 – Concreto de peso ligero de alto desempeño,**

- 6.1 – Alcance y desarrollo histórico
- 6.2 – Eficiencia estructural del concreto ligero
- 6.3 – Aplicaciones del concreto de peso ligero de alto desempeño
- 6.4 – Costos reducidos de transporte
- 6.5 – Hidratación favorecida por el curado interno

**Capítulo 7 – Referencias,**

- 7.1 – Estándares y Reportes referenciados
- 7.2 – Referencias citadas
- 7.3 – Otras referencias

# Capítulo 1 - INTRODUCCIÓN

## 1.1- Objetivos

Los objetivos son dar información y ser una guía para el diseño y usos del concreto ligero. Empleando esta guía y prácticas constructivas, las estructuras pueden ser diseñadas y se puede predecir el comportamiento con la misma confiabilidad que para el concreto de peso normal y otros materiales constructivos.

## 1.2- Marco histórico

El primer uso conocido del concreto ligero data de hace 2000 años. Existen varias estructuras de concreto ligero en la región del Mediterráneo, pero las estructuras más sobresalientes se construyeron durante el Imperio Romano temprano entre las que se encuentran el Puerto de Cosa, el Panteón del Domo y el Coliseo.

En el Puerto de Cosa, construido alrededor del año 273 A.C. se empleó concreto de peso ligero hecho a partir de materiales volcánicos naturales. Estos pioneros de la construcción aprendieron que los agregados expandidos eran más adecuados para instalaciones marinas que la arena y la grava locales disponibles en las playas. Los romanos fueron a la cantera volcánica en el complejo Volcine a 25 millas (40 km) de distancia para obtener agregados para el Puerto de Cosa (Bremmer, Holm, y Stepanova 1994). Este puerto se localiza en la costa Oeste de Italia y consiste en series de cuatro pilas (cubos de aproximadamente 13 pies [4 m]) que se extendían mar adentro. Durante dos milenios soportaron las fuerzas de la naturaleza sufriendo sólo deterioro por abrasión. Se volvieron obsoletas únicamente por la sedimentación del puerto.

El Panteón, terminado en el año 27 A.C., incorpora concreto con diferentes masas unitarias variando desde la parte inferior hasta la parte superior del domo. Los ingenieros romanos tenían la suficiente confianza en el concreto ligero como

para construir un domo cuyo diámetro de 142 pies (43.3 m) no fue excedido por casi dos milenios. Todavía hoy en día, la estructura está en excelentes condiciones y aún se usa con propósitos espirituales (Bremmer, Holm y Stepanova 1994). El domo tiene remetimientos intrincados que se cimbraron con madera para reducir la carga muerta, y las huellas de las vetas de la madera todavía se pueden ver. Las excelentes superficies cimbradas que son visibles al observador muestran claramente que estos primeros constructores habían dominado exitosamente el arte del colado del concreto hecho con agregados de peso ligero. Vitruvius adquirió un interés especial en la construcción y comentó acerca de lo que era inusual. El hecho de que simplemente no señaló el concreto de peso ligero implica que estos primeros constructores estaban muy familiarizados con este material (Morgan 1960).

El Coliseo, construido del año 75 al 80 D.C. es un anfiteatro gigantesco con una capacidad de 50,000 espectadores sentados. La cimentación fue colada con concreto de peso ligero empleando lava volcánica triturada. Los muros se hicieron empleando agregados obtenidos de ladrillos porosos. Las cámaras y los espacios entre los muros se construyeron empleando piedras de tufa cortada porosa. Después de la caída del Imperio Romano, el empleo del concreto ligero estuvo limitado hasta el siglo 20 cuando un nuevo tipo de agregado de peso ligero fabricado de pizarra expandida se volvió disponible para uso comercial.

Stephen J. Hayde, un ingeniero fabricante de ladrillos y cerámica, inventó el proceso del horno rotatorio para expandir la pizarra, la arcilla y el esquisto. Cuando se fabrican los ladrillos de arcilla, es importante calentar lentamente la arcilla preformada de manera que los gases generados tengan la oportunidad de salir de ésta. Si se calienta demasiado rápido, el ladrillo se "hincha" y no se cumple con la uniformidad di-