

# Guía del usuario de Concreto Profesional<sup>MR</sup>

[Especificaciones](#)

[Temas Técnicos](#)

[Catálogo de Productos y Servicios](#)

[Fichas Técnicas](#)



[Directorio de Plantas](#)

[Glosario](#)

[CTCC](#)

**A** través de esta Guía del Usuario del Concreto Profesional<sup>MR</sup>, CEMEX Concretos te ofrece información relevante y actualizada sobre el concreto premezclado.

Este material es el resultado de numerosas investigaciones y estudios realizados por el Centro de Tecnología Cemento y Concreto de CEMEX.

Sólo uno es Concreto Profesional.<sup>MR</sup>





# Especificaciones

## Especificaciones

### ÍNDICE

Especificaciones

[Alcance](#)

[Definiciones de las partes que intervienen en la construcción](#)

[Especificaciones básicas](#)

[Concretos comerciales](#)

[Concretos especiales](#)

[Resistencias](#)

[Revenimientos](#)

[Concretos de alto comportamiento](#)

[Uso de aditivos](#)

[Especificaciones a las que están sujetas nuestras operaciones](#)

[Reunión previa a los colados](#)

[Verificación de la operación](#)

[Verificación de equipo e instalaciones](#)

[Sistemas de control de calidad](#)

[Solicite los resultados de su concreto a nuestros laboratorios](#)

Normas

[Certificación](#)

[Métodos de prueba](#)

# Especificaciones

## Especificaciones



### ESPECIFICACIONES

El desarrollo tecnológico del concreto, ha sufrido un profundo cambio en los últimos años con el surgimiento de los Concretos de Alto Comportamiento. Las compañías de la Unidad Concreto México de CEMEX, en su calidad de pioneras en la introducción de todos los concretos especiales conocidos en México, están capacitadas para orientar al consumidor sobre las propiedades de dichos concretos y encontrar aplicaciones que permitan resolver necesidades anteriormente imposibles de resolver. Asimismo, permiten al productor cumplir con los requisitos que se derivan de estas especificaciones con mayor seguridad.

### ALCANCE

El diseño de un Elemento o Sistema Constructivo consta de planos y especificaciones.

Precisamente por ello, el tema de las Especificaciones adquiere cada vez mayor importancia. El concreto debe satisfacer los requisitos que permitan al elemento constructivo cumplir al mismo tiempo con la función para la cual fue diseñado. Una buena ingeniería define con precisión la función del elemento por diseñar y complementa su dimensionamiento con los requisitos que deben cumplir los materiales que lo compondrán. Una vez definidas las necesidades, se les asigna a los productos los requisitos significativos por cumplir. A estos requisitos se les conoce como especificaciones.

Los reglamentos son una serie de condiciones exigidas por una autoridad reguladora, a través de requisitos que juzga convenientes en el territorio en donde opera. Esta autoridad, en pocas palabras, impone ciertas especificaciones al concreto.

Por otra parte, hay especificaciones que se repiten tanto, que pasan a formar una regla o norma. Un sistema de normalización puede ser empleado por un organismo oficial o privado, pero puede, en cualquiera de los casos, ser obligatorio o voluntario. Esto quiere decir que quien adopte una norma, puede hacerlo porque alguna autoridad se lo exige a través de un contrato o reglamento o porque así conviene a sus intereses. En nuestro país, ambas clases de normas son vigentes y en esta Guía encontrará referencias a varias normas de naturaleza voluntaria que existen para el concreto, agregados y aditivos, tanto para especificaciones de calidad como para métodos de prueba.

Para cumplir con estos requisitos, las compañías de CEMEX Concretos ponen a su disposición toda su experiencia desde la etapa del diseño hasta del servicio de las construcciones elaboradas con concreto. La implementación de modernos Sistemas de Aseguramiento de Calidad en la operación por parte de nuestras compañías, respaldan la garantía que ofrecemos a nuestros clientes.

### DEFINICIONES DE LAS PARTES QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCIÓN

Para lograr una mejor comunicación y entendimiento, es preciso que las partes que intervienen en las obras de concreto, identifiquen sus responsabilidades y delimiten las fronteras de acción. A continuación se definen dichas partes:

#### **El Propietario**

El dueño de la obra, ya sea una compañía o una persona o su representante, trátase de un ingeniero o arquitecto, que contrata a su nombre a todos los que a continuación se definen.

#### **El Especificador**

Un ingeniero, arquitecto u otro asesor profesional. Él es quien, en representación e interés de su cliente, prepara especificaciones claras y realizables del concreto, las cuales deberán incluirse en el contrato entre el cliente y el contratista.

### **La Autoridad**

Un ingeniero o arquitecto certificado, quien verifica que las construcciones cumplan con los requisitos especificados en los reglamentos locales.

### **El Comprador**

Contratista o propietario. Es quien acuerda con el productor de concreto premezclado, los procedimientos y métodos de prueba para juzgar el cumplimiento satisfactorio del producto, así como los requisitos de producción requeridos. Estos factores son las bases del contrato a celebrarse entre el comprador y el productor de concreto premezclado.

### **El Productor**

Es quien elabora y entrega el concreto premezclado hasta las instalaciones de la obra, de acuerdo con las especificaciones del contrato celebrado con el comprador.

### **El Supervisor**

Está a cargo de una persona (ingeniero, arquitecto, responsable o compañía competente) designada por el propietario con el objeto de lograr una construcción satisfactoria, siguiendo los planos, especificaciones y disposiciones especiales.

### **El Laboratorio de Verificación de Calidad**

Ejecuta las pruebas necesarias para verificar la calidad del concreto. Este servicio, asimismo, es contratado por el propietario, el especificador, el supervisor o el constructor.

### **El Laboratorio de Control de Calidad**

Aquí, a instancias del productor, se realizan las pruebas necesarias para detectar la necesidad de efectuar modificaciones para mantener la calidad del producto. Con la información oportuna de este tipo de laboratorio, el productor puede vigilar todos los elementos que intervienen en el proceso productivo.

# Especificaciones

## Especificaciones

### ESPECIFICACIONES BÁSICAS

#### (Qué información se debe proporcionar al productor de Concreto Profesional<sup>MR</sup>)

- ▣ Producción requerida en metros cúbicos.
- ▣ Resistencia a la compresión relacionada con pruebas en muestras de concreto a los 28 días, o el factor correspondiente a otra edad. Las muestras deben ser elaboradas de acuerdo a las normas NMX C-160 y NMXC-161-1997 ONNCCE
- ▣ Tipo de cemento o adición de algún otro material en particular.
- ▣ Valor nominal o máximo del revenimiento.
- ▣ Tamaño máximo nominal del agregado.
- ▣ Bombeabilidad.
- ▣ Grado de calidad deseada, conforme a la norma NMX C-155, inciso 5.1.1.
- ▣ Criterios empleados para juzgar el cumplimiento de la resistencia
- ▣ Tipo de agregado (mármol, ligeros, no reactivo con los álcalis del cemento, etc.).
- ▣ Si el contrato celebrado entre el comprador y el productor cae en otra clasificación que no sea la del Grupo 2 de la NMX C-155, el comprador está obligado a proporcionar todo lo especificado en los incisos 4.1.1 y 4.1.3 de dicha norma.
- ▣ Especificaciones adicionales para concretos especiales. Con el objeto de confirmar que el concreto especial solicitado cumpla con las propiedades requeridas, el comprador debe incluir las especificaciones adicionales necesarias, además de las indicadas anteriormente.

Con el paso del tiempo y su creciente uso, estas especificaciones básicas van conformando en un país un Sistema de Normalización. En nuestro caso, por ejemplo, México tiene la encomienda de elaborar las Normas Mexicanas NMX y las coincidencias entre país y país van generando Normas Internacionales. En esta Guía encontrarás las normas que gobiernan la compra/venta del concreto premezclado. En ausencia de Normas Mexicanas NMX en alguna materia, México recurre usualmente a las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials).

### CONCRETOS COMERCIALES

#### (Consulte las especificaciones de la obra para seleccionar su concreto)

En vista de la multitud de tipos y especificaciones de concreto en el mercado, se recomienda considerar las resistencias comerciales, la trabajabilidad de cada mezcla (revenimientos) y los materiales empleados para la elaboración de las mismas -factores descritos a continuación- para facilitar la elección del concreto.

#### Resistencia

Las resistencias a la compresión ( $f'c$ ), o resistencias comerciales comúnmente especificadas son:

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ▣ 100 kg/cm <sup>2</sup> | ▣ 200 kg/cm <sup>2</sup> | ▣ 300 kg/cm <sup>2</sup> |
| ▣ 150 kg/cm <sup>2</sup> | ▣ 250 kg/cm <sup>2</sup> | ▣ 350 kg/cm <sup>2</sup> |

Estas resistencias se ofrecen a la edad de garantía de 28 días en concretos normales y 14 días en concretos rápidos.

#### Revenimiento

La trabajabilidad de cada mezcla, o revenimiento comercial, debe ser especificada en términos del valor nominal de revenimiento como sigue:

Valor nominal del revenimiento (cm)	Tolerancia (cm) NMX C-155	Clasificación de la trabajabilidad	Bombeabilidad	Uso común
10	± 2.5	Baja	No	Concreto masivo, pavimentos
14	± 3.5	Media	Opcional	Concreto reforzado. Vibración interna o externa
18	± 3.5	Alta	Si	Concreto muy reforzado. Vibración muy difícil. Sistemas "tremie"

#### Materiales más comúnmente usados

Los materiales más comúnmente empleados en la elaboración de los concretos comerciales son:

Material	Tipo		Cumplen con Normas:
Cemento	Tipo	Clase* (Nn/mm <sup>2</sup> )	NMX -C-414-ONNCE-1999
	Cemento Portland Ordinario CPO	20	
	Cemento Portland Pozolánico CPP Cemento Portland Compuesto CPC	30, 30 R 40	
Grava	Tamaño máximo del agregado: 20 mm 40 mm Natural: de mina o de río Triturada		NMX C-111 Si el productor propone usar otros materiales, tendrá que proporcionar información en apoyo a su propuesta.
Aditivos (ver Uso de Aditivos, más adelante)	Reductor de agua Normal (Tipo I) o Retardante (Tipo IV)		NMX C-255
Agua	Libre de material nocivo al concreto.		NMX C-155. EN caso de haber sospecha respecto al inciso 6.3, se deberá analizar el líquido de acuerdo con la NMX C-122 y NMX C-283.

\* La clase corresponde a la resistencia de cemento medida a 28 días. Cualquier clase es aplicable a cualquier tipo de cemento.

# Especificaciones

## Especificaciones

### CONCRETOS ESPECIALES

El desarrollo tecnológico del concreto ha sido posible gracias al descubrimiento de nuevos concretos que en general se denominan Concretos de Alto Comportamiento. Nuestros departamentos técnicos están capacitados para poner a su disposición una muy amplia variedad de estos concretos, que se distinguen por tener resistencias, revenimientos o por emplear materias especiales. Consulte nuestro catálogo anexo y las fichas técnicas correspondientes para facilitar su elección.

Especifique nuestros concretos especiales de nuestro Catálogo.

### RESISTENCIAS

En la construcción de pavimentos, es frecuente emplear especificaciones de la resistencia a la tensión por flexión. En estos casos, debe determinarse la resistencia a la compresión equivalente, mediante pruebas de flexión y compresión realizadas en el laboratorio, para establecer -en función de la compresión- la debida especificación del concreto.

El grado de calidad también puede generar el empleo de resistencias equivalentes mediante la definición de los valores de "t" (Tabla 4.1; ACI 214-77, R89) y los de la desviación estándar, con los que pueden calcularse estas resistencias de compresión, equivalentes de un grado a otro.

Existen concretos de muy alta resistencia que nuestros departamentos técnicos pueden elaborar en cualquier parte del país. Sus resistencias más frecuentes son: 400, 500, 600, 800 y 1,000 kg/cm<sup>2</sup>.

Además de la especificación de la resistencia, hay aplicaciones donde el módulo de elasticidad y el peso volumétrico también pueden ser objeto de especificación especial.

### REVENIMIENTOS

En caso de especificarse concretos con otras trabajabilidades, los hay disponibles -previo acuerdo productor/comprador- con las siguientes características:

Valor nominal del revenimiento (cm)	Tolerancia (cm) NMX C-155	Clasificación de la trabajabilidad	Bombeabilidad	Uso común
14	± 3.5	Media	Opcional	Concreto estructural del D.F.
Superfluidificados (mayor de 18 cm)*	± 3.5	Muy Alta	Sí	Procedimientos constructivos especiales

\* Para medir la trabajabilidad de los concretos superfluidificados, se recomienda utilizar la tabla de extensibilidad, según la norma alemana DIN-1048.

En el caso de los Concretos Compactados con Rodillos (CCR), se recomienda medir su trabajabilidad según la Norma ASTM C 1170.





# Especificaciones

## Especificaciones

### CONCRETOS DE ALTO COMPORTAMIENTO

Se pueden definir como aquéllos que tienen propiedades y uniformidad determinadas que no pueden ser obtenidas en forma rutinaria mediante el uso de ingredientes y prácticas de mezclado y vaciado normales. Los materiales especiales que a continuación se enlistan son los empleados para su elaboración y aparecen como referencia en nuestro catálogo y en las fichas técnicas. No pretendemos, sin embargo, que estos sean todos los concretos de alto comportamiento, esperando que la inventiva de nuestros clientes y la consulta a nuestros departamentos técnicos ante nuevas necesidades culmine con el desarrollo de otros. Reiteramos nuestra convicción de que para vender es necesario ayudar a nuestros clientes a descubrir sus necesidades.

Material	Tipo	Clase* (Nn/mm <sup>2</sup> )	Características especiales	Cumple con Normas:
Cemento	Cemento Portland Ordinario (CPO)	20	Resistencia a sulfatos RS	NMX-C-414- ONNCE-1999
	Cemento Portland Puzolánico (CPP)	30, 30 R	Bajo calor de hidratación BCH	
	Cemento Portland Compuesto (CPC)	40, 40 R	Baja reactividad alcali-agregado BRA	
	Cemento Portland de escoria granulada (CPEG)		Blanco	
	Cemento Portland de Humo de Sílice (CPS)		B	
	Cemento de Escoria Granulada (CEG)			

Material	Tipo	Cumplen con:
Agregados	Ligeros Pesados Escoria de alto horno Tamaños máximos nominales 10, 25 y 50 mm Tipos especiales de concretos arquitectónicos (color, forma, textura, etc.) De granulometría discontinua: (arquitectónicos, impermeables)	NMX C-299 NMX C-111
Aditivos (ver Uso de aditivos, más adelante)	Retardante (Tipo II) Acelerante (Tipo III) Retardante y reductor de agua (Tipo IV) Acelerante y reductor de agua (Tipo V) Superfluidificante (Tipo VI) Superfluidificante y retardante (Tipo VII) Impermeabilizante Inclisor de aire Expansores Expansores estabilizadores de volumen Colorantes Fibras cortas  Tipos o marcas específicas	NMX C-255 o ASTM C 494 o ACI 212 y otras  Según acuerdo del comprador y productor, después de realizar pruebas que demuestren que no alteran la resistencia

## USO DE ADITIVOS

### **(Consulte nuestros departamentos técnicos cuando quiera agregar aditivos en su obra)**

Si el fabricante o productor asume la responsabilidad del diseño del concreto, en cuyo caso la contratación del Concreto Profesional<sup>MR</sup> cae en el Grupo 2, según el inciso 11.1 (de la NMX C-155, podrá agregar el aditivo que desee para cumplir con los requisitos especificados por el comprador).

De la misma forma, si el concreto premezclado de la operación queda clasificado en los Grupos 1 (el consumidor asume la responsabilidad del concreto) o 3 (el fabricante asume la responsabilidad del diseño y el consumidor fija el contenido del cemento) de la misma norma, el comprador puede especificar el uso de cualquier aditivo, pero el productor debe ser informado de las siguientes características del mismo:

- ▣ Nombre del principal ingrediente activo del aditivo.
- ▣ Contenido o ausencia de cloruros en el aditivo, expresado en porcentajes.
- ▣ Dosificación empleada e información sobre los posibles efectos nocivos de errores significativos.

Si el comprador llegara a agregarle al cemento algún aditivo u otro material sin previo aviso y autorización expresa del productor, éste último no asumirá ninguna responsabilidad sobre el concreto que ha suministrado.

Debido a esto mismo, el uso de aditivos especiales debe acordarse de antemano entre el productor y el comprador.

## ESPECIFICACIONES A LAS QUE ESTÁN SUJETAS NUESTRAS OPERACIONES

### **(Nuestras operaciones garantizan nuestros productos)**

En años recientes, nuestra Unidad de Concreto Profesional<sup>MR</sup> ha adoptado sistemas de Aseguramiento de Calidad que se traducen en acciones diseñadas para prevenir problemas. Generan, además, confianza por parte del consumidor y contribuyen a una mejor comunicación entre productor y consumidor.

Las acciones contempladas son:

- ▣ Reunión previa a los colados.
- ▣ Verificación de la operación, instalaciones y equipo.
- ▣ Sistemas de control de calidad del productor.

# Especificaciones

## Especificaciones



### REUNIÓN PREVIA A LOS COLADOS (Planear para prevenir problemas)

Una parte importante del proceso de contratación del concreto para una obra, así como de los servicios de verificación de su calidad, es la celebración de una reunión preliminar entre los representantes del comprador y del productor con los siguientes objetivos:

- ▣ Revisar las especificaciones sobre la calidad del concreto para comprobar que estén formuladas adecuadamente y hayan sido comprendidas e interpretadas de igual forma por los que participan en la contratación. La forma anexa a esta Guía podría resultarte útil para ayudar a recabar esta información.
- ▣ Programar una visita de reconocimiento inicial y posteriores visitas periódicas a las instalaciones del laboratorio de verificación de calidad del concreto, que de preferencia deberá estar acreditado ante el ema (Entidad Mexicana de Acreditamiento).
- ▣ Verificar y acordar que la información en general se haga llegar oportuna y eficientemente a todos los interesados involucrados en la contratación.

### VERIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN (Verificamos Nuestro Producto, Equipo, Personal y Operaciones)

"La calidad es responsabilidad y beneficio para todos". El corolario de esto, sin embargo, es "si la responsabilidad es de todos, entonces nadie es el responsable". Nuestro compromiso con la calidad y la responsabilidad es tal que sometemos nuestra operación a verificaciones periódicas para asegurarla. Esta acción también sirve para establecer las bases de responsabilidades particulares.

### VERIFICACIÓN DE EQUIPO E INSTALACIONES

Este punto involucra un sistema para verificar periódicamente el estado satisfactorio de las instalaciones y equipo de las plantas de Concreto Profesional<sup>MR</sup>. Una planta calificada se hace entonces acreedora a un Certificado de Conformidad, documento que le asegura a nuestro cliente que el equipo y las instalaciones cuentan con la capacidad física para la buena elaboración del concreto.

Los sistemas de Certificación de nuestro equipo e instalaciones han sido desarrollados y son asesorados por diferentes organismos estadounidenses como la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), la Truck Mixer Manufacturers Bureau (TMMB) y la Concrete Plant Manufacturers Bureau (CPMB).

### SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD (Nosotros probamos la producción del concreto para asegurar que cumpla con las especificaciones)

El control interno de calidad, es el control ejercido por el productor con el fin de obtener un concreto uniforme que cumpla con las normas establecidas y con cualquier requisito adicional especificado que haya sido acordado con el comprador.

La esencia del control de calidad es la utilización de los resultados de pruebas realizadas a las materias primas, la planta, el concreto fresco y el concreto endurecido, con el objeto de mantener y regular la calidad de la producción de acuerdo con los requisitos especificados.

- ▣ Muestreo y pruebas al azar, para determinar en forma continua la resistencia en cilindros de prueba.
- ▣ Análisis sistemático de los resultados de los cilindros de prueba para evaluar la calidad continuamente.

- ▣ Revisión de las proporciones reveladas por el análisis para mantener la calidad al nivel requerido.

El principal propósito del control de calidad es asegurar que la resistencia especificada sea alcanzada. Con este fin, los componentes del cemento y finura del mismo deben elegirse de tal manera que la resistencia promedio exceda la resistencia especificada por un margen apropiado. Este margen lo determinan los dos siguientes factores:

- ▣ Las especificaciones de los porcentajes de fallas permitidos.
- ▣ El método de control de calidad, incluyendo la frecuencia de pruebas y el proceso de análisis de los resultados.

SOLICITE LOS RESULTADOS DE SU CONCRETO A NUESTROS LABORATORIOS

Con la verificación de la operación y equipo, la certificación de instalaciones y los sistemas de control de calidad, el productor puede más fácilmente asegurar el cumplimiento de las especificaciones de la operación para satisfacción de "nuestro máximo inspector: el cliente".

## NORMAS

Al igual que en las ediciones anteriores, reproducimos las normas mexicanas a las que voluntariamente sometemos nuestra producción, con la diferencia de que en esta ocasión el cliente las encontrará en un Anexo a esta Guía.

En esta nueva era de los concretos de alto comportamiento, creemos que es indispensable la constante actualización de nuestra normatividad. Para precisamente actualizar estas normas a la tecnología moderna de nuestros concretos comerciales y especiales, presentamos en forma paralela a las normas NMX lo expresado en las normas ASTM vigentes. Al ver ambas lado a lado, saltan a la vista las siguientes necesidades:

## CERTIFICACIÓN

La actual implementación de los programas de Aseguramiento de Calidad en todas las industrias obligan a la certificación de las operaciones, el personal, los productos, el diseño, los servicios, etc. Por sus mismas características singulares de ser un producto "listo para usarse", la industria del concreto siempre ha sido pionera de la normalización y ahora nuevamente lo demuestra. Las industrias del Cemento, del Concreto Profesional<sup>MR</sup> y otras afines han sido las primeras en desarrollar y aplicar normas en la industria de la construcción en nuestro país y el extranjero. Sin embargo, los Concretos de Alto Comportamiento que componen nuestros Nuevos Productos exigen un control de calidad más estricto y riguroso, por lo que estas certificaciones se vuelven indispensables.

## MÉTODOS DE PRUEBA

Las propiedades de estos nuevos productos han provocado el desarrollo de nuevos métodos de prueba para poder evaluarlos. Como consecuencia, muchas de las normas vigentes para los métodos de prueba también han sufrido modificaciones.

La magnitud de los cambios que han traído los nuevos productos a la tecnología del concreto hace vital que en nuestro país se implante un sistema de normas permanente que sea continuamente actualizado.

# Temas Técnicos



## INDICE

En esta sección Usted podrá consultar y encontrar todo acerca de la información más importante relacionada con el concreto, su usos, beneficios y ventajas, así como causas y soluciones a problemas relacionados con la construcción.

- TEMA 1:** [El cemento Pórtland: Usos y aplicaciones](#)
- TEMA 2:** [Terminología de agregados para concreto](#)
- TEMA 3:** [Agregados para concreto](#)
- TEMA 4:** [Uso del agua](#)
- TEMA 5:** [Aditivos para concreto](#)
- TEMA 6:** [Fibras para concreto](#)
- TEMA 7:** [Manejo, colocación, acabado y curado del concreto](#)
- TEMA 8:** [Problemas de reparación en el concreto: Causas y soluciones](#)
- TEMA 9:** [Causas y soluciones para el agretamiento en el concreto](#)
- TEMA 10:** [Diferencias de volúmen](#)
- TEMA 11:** [Causas y tratamiento de las eflorescencias](#)
- TEMA 12:** [Corrosión del acero de refuerzo](#)
- TEMA 13:** [Guía para la durabilidad del concreto](#)
- TEMA 14:** [Evaluación petrográfica](#)
- TEMA 15:** [Evaluación de la calidad del concreto](#)
- TEMA 16:** [Guía para evaluación de resistencia del concreto en el sitio de colado](#)
- TEMA 17:** [Formato para la revisión de especificaciones el concreto](#)
- TEMA 18:** [Plan regular de control de calidad del concreto estructural](#)
- TEMA 19:** [Reunión previa a los colados: Ejemplo de la información que debe solicitarse](#)
- TEMA 20:** [Bombeo del concreto](#)
- TEMA 21:** [Cómo comprar concreto](#)
- TEMA 22:** [Cómo solicitar el servicio de bombeo](#)
- TEMA 23:** [Concreto lanzado](#)

## TEMA 1: EL CEMENTO PÓRTLAND: USOS Y APLICACIONES

### INTRODUCCIÓN

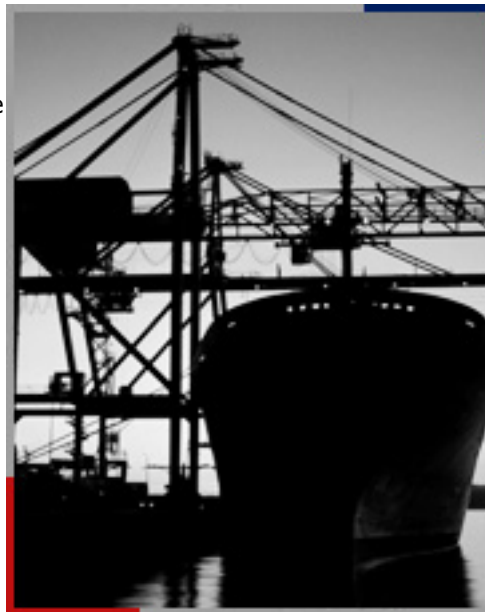
El Cemento Portland, uno de los componentes básicos para la elaboración del concreto, debe su nombre a Joseph Aspdin, un albañil inglés quien en 1824 obtuvo la patente para este producto. Debido a su semejanza con una caliza natural que se explotaba en la Isla de Portland, Inglaterra, lo denominó Cemento Portland.

En 1906, nace en México la primera planta cementera en Hidalgo, N.L., que a la postre daría origen a lo que hoy en día es CEMEX.

Los cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulicos, esto es, fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. En el curso de esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta, y cuando le son agregados arena y grava triturada, se forma lo que se conoce como el material más versátil utilizado para la construcción: el CONCRETO.

La hidratación inicia en el momento en que el cemento entra en contacto con el agua; el endurecimiento de la mezcla da principio generalmente a las tres horas, y el desarrollo de la resistencia se logra a lo largo de los primeros 30 días, aunque éste continúa aumentando muy lentamente por un período mayor de tiempo.

En la fabricación del cemento se utilizan normalmente calizas de diferentes tipos, arcillas, aditivos -como el mineral de hierro cuando es necesario- y en ocasiones materiales silicosos y aluminosos. Estos materiales son triturados y molidos finamente, para luego ser alimentados a un horno rotatorio a una temperatura de 1,400 grados centígrados y producir un material nodular de color verde oscuro denominado CLINKER.



El clinker, la materia prima para producir el cemento, se alimenta a los molinos de cemento junto con mineral de yeso, el cual actúa como regulador del fraguado. La molienda conjunta de éstos materiales produce el cemento. Las variables a controlar y los porcentajes y tipos de materiales añadidos, dependerán del tipo de cemento que se requiera producir.

El tipo de materias primas y sus proporciones se diseñan en base al tipo de cemento deseado. CEMEX, principal productor de cemento en México y tercer lugar a nivel mundial, cuenta con la más sofisticada tecnología para producirlo, además de los sistemas administrativos y operativos que le permiten el aseguramiento de sus procesos y de todas las variables clave de los mismos, de tal forma que la calidad de sus productos está siempre asegurada, para beneficio de sus consumidores.



## CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS

La norma ASTM C 150 establece ocho diferentes tipos de cemento, de acuerdo a los usos y necesidades del mercado de la construcción:

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Aplicación</b>
I	Normal	Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.
IA	Normal	Uso general, con inductor de aire.
II	Moderado	Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación.
IIA	Moderado	Igual que el tipo II, pero con inductor de aire.
III	Altas resistencias	Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas.
IIIA	Altas resistencias	Mismo uso que el tipo III, con aire incluido.
IV	Bajo calor de hidratación	Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación.
V	Resistente a la acción de los sulfatos	Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos.

### **Tipo I**

Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales que lo protejan del ataque de factores agresivos como sulfatos, cloruros y temperaturas originadas por calor de hidratación.

Entre los usos donde se emplea este tipo de cemento están: pisos, pavimentos, edificios, estructuras, elementos prefabricados.

### **Tipo II**

El cemento Portland tipo II se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje, siempre y cuando las concentraciones de sulfatos sean ligeramente superiores a lo normal, pero sin llegar a ser severas (En caso de presentarse concentraciones mayores se recomienda el uso de cemento Tipo V, el cual es altamente resistente al ataque de los sulfatos).

Genera normalmente menos calor que el cemento tipo I, y este requisito de moderado calor de hidratación puede especificarse a opción del comprador. En casos donde se especifican límites máximos para el calor de hidratación, puede emplearse en obras de gran volumen y particularmente en climas cálidos, en aplicaciones como muros de contención, pilas, presas, etc.

La Norma ASTM C 150 establece como requisito opcional un máximo de 70 cal/g a siete días para este tipo de cemento.

### **Tipo III**

Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el proceso de molienda. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, cuando es necesario retirar cimbras lo más pronto posible o cuando por requerimientos particulares, una obra tiene que ponerse en servicio muy rápidamente, como en el caso de carreteras y autopistas.

### **Tipo IV**

El cemento Portland tipo IV se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. El desarrollo de resistencias de este tipo de cemento es muy lento en comparación con los otros tipos de cemento. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas.

## **CEMENTOS HIDRÁULICOS MEZCLADOS**

Estos cementos han sido desarrollados debido al interés de la industria por la conservación de la energía y la economía en su producción.

La norma ASTM C 595 reconoce la existencia de cinco tipos de cementos mezclados:

- Cemento Portland de escoria de alto horno - Tipo IS.
- Cemento Portland puzolana - Tipo IP y Tipo P.
- Cemento de escoria - Tipo S.
- Cemento Portland modificado con puzolana - Tipo I (PM).
- Cemento Portland modificado con escoria - Tipo I (SM).

### **Tipo IS**

El cemento Portland de escoria de alto horno se puede emplear en las construcciones de concreto en general. Para producir este tipo de cemento, la escoria del alto horno se muele junto con el clinker de cemento Portland, o puede también molerse en forma separada y luego mezclarse con el cemento. El contenido de escoria varía entre el 25 y el 70% en peso.

### **Tipo IP y Tipo P**

El cemento Portland IP puede ser empleado en construcciones en general y el tipo P se utiliza en construcciones donde no sean necesarias resistencias altas a edades tempranas. El tipo P se utiliza normalmente en estructuras masivas, como estribos, presas y pilas de cimentación. El contenido de puzolana de estos cementos se sitúa entre el 15 y el 40 % en peso.

### **Tipo S**

El cemento tipo S, de escoria, se usa comúnmente en donde se requieren resistencias inferiores. Este cemento se fabrica mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- 1) Mezclando escoria molida de alto horno y cemento Portland.
- 2) Mezclando escoria molida y cal hidratada.
- 3) Mezclando escoria molida, cemento Portland y cal hidratada.

El contenido mínimo de escoria es del 70% en peso del cemento de escoria.

### **Tipo I (PM)**

El cemento Portland tipo I (PM), modificado con puzolana, se emplea en todo tipo de construcciones de



concreto. El cemento se fabrica combinando cemento Portland o cemento Portland de escoria de alto horno con puzolana fina. Esto se puede lograr:

- 1) Mezclando el cemento Portland con la puzolana
  - 2) Mezclando el cemento Portland de escoria de alto horno con puzolana
  - 3) Moliendo conjuntamente el clinker de cemento con la puzolana
  - 4) Por medio de una combinación de molienda conjunta y de mezclado.
- El contenido de puzolana es menor del 15% en peso del cemento terminado.

### **Tipo I (SM)**

El cemento Portland modificado con escoria, TIPO I (SM), se puede emplear en todo tipo de construcciones de concreto. Se fabrica mediante cualquiera de los siguientes procesos:

- 1) Moliendo conjuntamente el clinker con alguna escoria granular de alto horno
- 2) Mezclando escoria molida y cal hidratada
- 3) Mezclando escoria, cemento Portland y cal hidratada

El contenido máximo de escoria es del 25% del peso del cemento de escoria.

A todos los cementos mezclados arriba mencionados, se les puede designar la inclusión de aire agregando el sufijo A, por ejemplo, cemento TIPO S-A.

Además, en este tipo de cementos, la norma establece como requisito opcional para los cementos

Tipo I (SM), I (PM), IS, IP y los denominados con subfijo MS o MH lo siguiente: moderada resistencia a los sulfatos y/o moderado calor de hidratación y en caso del tipo P y PA, moderada resistencia a los sulfatos y/o bajo calor de hidratación.

La Norma ASTM C 1157 establece los requisitos de durabilidad para los cementos hidráulicos cuando se utilicen en aplicaciones especiales o para uso general. Por ejemplo, donde se requieran altas resistencias tempranas, moderada a alta resistencia a los sulfatos, moderado o bajo calor de hidratación y opcionalmente baja reactividad con los agregados reactivos a los álcalis.

## **CEMENTOS ESPECIALES**

### **Cementos para Pozos Petroleros**

Estos cementos, empleados para sellar pozos petroleros, normalmente están hechos de clinker de cemento Portland. Generalmente deben tener un fraguado lento y deben ser resistentes a temperaturas y presiones elevadas. El Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute) establece especificaciones (API 10-A) para nueve clases de cemento para pozos (clases A a H). Cada clase resulta aplicable para su uso en un cierto rango de profundidades de pozo, temperaturas, presiones y ambientes sulfatados. También se emplean tipos convencionales de cemento Portland con los aditivos adecuados para modificar el cemento.

### **Cementos Plásticos**

Los cementos plásticos se fabrican añadiendo agentes plastificantes, en una cantidad no mayor del 12% del volumen total, al cemento Portland de TIPO I ó II durante la operación de molienda. Estos cementos comúnmente son empleados para hacer morteros y aplanados.

#### **Cementos Portland Impermeabilizados**

El cemento Portland impermeabilizado usualmente se fabrica añadiendo una pequeña cantidad de aditivo repelente al agua como el estearato de sodio, de aluminio, u otros, al clinker de cemento durante la molienda final.

## **OTROS TIPOS DE CEMENTO**

### **Cementos de Albañilería**

Estos son cementos hidráulicos diseñados para emplearse en morteros, para construcciones de mampostería.

Están compuestos por alguno de los siguientes: cemento Portland, cemento Portland puzolana, cemento Portland de escoria de alto horno, cemento de escoria, cal hidráulica y cemento natural. Además, normalmente contienen materiales como cal hidratada, caliza, creta, talco o arcilla.

La trabajabilidad, resistencia y color de los cementos de albañilería se mantienen a niveles uniformes gracias a los controles durante su manufactura. Aparte de ser empleados en morteros para trabajos de mampostería, pueden utilizarse para argamasas y aplanados, mas nunca se deben emplear para elaborar concreto.

### **Cementos Expansivos**

El cemento expansivo es un cemento hidráulico que se expande ligeramente durante el período de endurecimiento a edad temprana después del fraguado. Debe satisfacer los requisitos de la especificación ASTM C 845, en la cual se le designa como cemento tipo E-1. Comúnmente se reconocen tres variedades de cemento expansivo:

**E-1(K)** contiene cemento Portland, trialuminosulfato tetracálcico anhídrido, sulfato de calcio y óxido de calcio sin combinar.

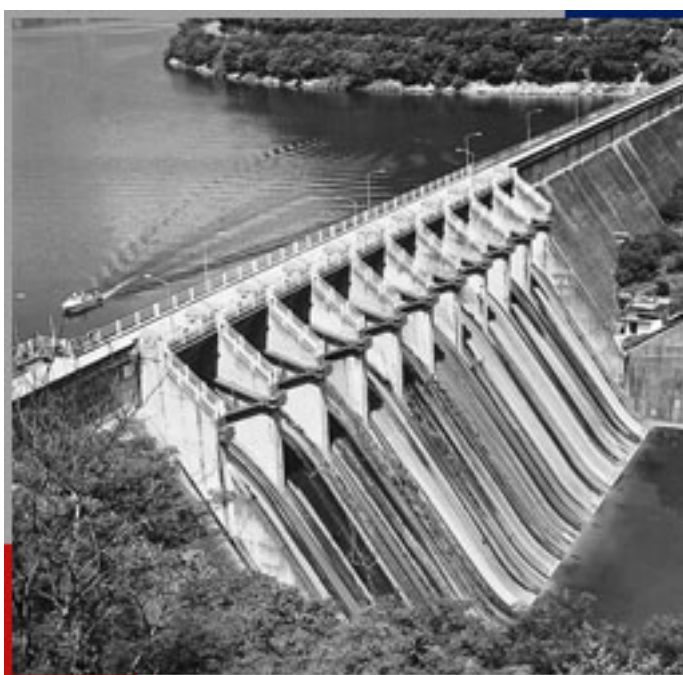
**E-1(M)** contiene cemento Portland, cemento de aluminato de calcio y sulfato de calcio.

**E-1(S)** contiene cemento Portland con un contenido elevado de aluminato tricálcico y sulfato de calcio.

### **Cemento Portland Blanco**

El cemento Portland blanco difiere del cemento Portland gris únicamente en el color. Se fabrica conforme a las especificaciones de la norma ASTM C 150, normalmente con respecto al tipo I ó tipo III; el proceso de manufactura, sin embargo, es controlado de tal manera que el producto terminado sea blanco. El cemento Portland blanco es fabricado con materias primas que contienen cantidades insignificantes de óxido de hierro y de manganeso, que son las sustancias que dan el color al cemento gris.

El cemento blanco se utiliza para fines estructurales y para fines arquitectónicos, como muros precolados, aplanados, pintura de cemento, paneles para fachadas, pegamento para azulejos y como concreto decorativo.



# Temas Técnicos



## TEMA 2: TERMINOLOGÍA DE AGREGADOS PARA CONCRETO

### INTRODUCCIÓN

Tal vez uno de los problemas más triviales pero más difundidos en relación con los agregados para concreto, es la terminología que se utiliza para su identificación. Esto se debe a que en forma indiscriminada se generan diferentes definiciones y clasificaciones para hablar de ellos. También se debe destacar la influencia que genera la procedencia de los diferentes términos utilizados, que tienen alguno de los siguientes orígenes y alcances:

Origen o Procedencia	Alcance o Influencia
Asociaciones tipo ASTM o ACI	Continental o Mundial
Normas, reglamento, leyes, etc.	País
Costumbres, denominación de origen, práctica local, etc.	Ciudad o región

A esta diversidad de definiciones, se deben agregar las diferentes formas de clasificar que son empleadas en el caso de los agregados para concretos.

### CLASIFICACIONES

A continuación se mencionan las clasificaciones más comunes que se emplean para este tipo de materiales:

#### Clasificación por Origen

Esta clasificación toma como base la procedencia natural de las rocas y los procesos físico-químicos involucrados en su formación. Con base en ello, se divide a las rocas en tres grandes grupos:

- Ígneas
- Sedimentarias
- Metamórficas



Ninguna de estas identificaciones considera, en su proceso de clasificación, las propiedades físicas y/o químicas que debe cumplir un agregado para concreto.

### Clasificación por Composición

Esta división tiene como fundamento la composición químico-mineralógica de cada roca, además de llevar en forma implícita una denominación de origen. A continuación se mencionan algunos ejemplos de este tipo de clasificación:

- |                                   |                                   |                                  |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Caliza   | <input type="checkbox"/> Tezontle | <input type="checkbox"/> Caliche |
| <input type="checkbox"/> Andesita | <input type="checkbox"/> Tepojal  | <input type="checkbox"/> Granito |
| <input type="checkbox"/> Basalto  | <input type="checkbox"/> Riolita  | <input type="checkbox"/> Mármol  |

Al ser las características químicas y mineralógicas las únicas que intervienen en este tipo de agrupación, se tiene el fuerte inconveniente de no considerar las características físicas del material, tan importantes en la evaluación de los agregados para concreto.

Para puntualizar lo anterior se pueden mencionar dos ejemplos:

- a) La caliza, el mármol y el caliche tienen la misma composición química, pero no la misma resistencia física; aun más, es muy común que entre las calizas se observen diferentes grados de calidad física.
- b) El basalto y el tezontle tienen la misma composición química, pero al tener el tezontle una gran cantidad de espacio poroso lo hace un agregado ligero y de menor resistencia.

### Clasificación por Color

Tal vez sea la clasificación más común que existe y la más fácil de generar o utilizar, ya que sólo considera el color del material.

La utilización de una clasificación simplista es una actividad más frecuente de lo deseable, ya que si bien es una forma rápida de identificar un agregado, es la que proporciona la mínima información del mismo.

### Clasificación por Tamaño de Partícula

Esta identificación de los materiales se deriva de la condición mínima del concreto convencional de dividir a los agregados en dos fracciones principales cuya frontera nominal es 4.75 mm (malla No. 4 ASTM), dando por resultado lo siguiente:

Clasificación	Intervalo Nominal (mm)	Mallas Correspondientes	
		NMX	ASTM
Agregado fino	0.075 - 4.75	F0.075-G4.75	No. 200-No 4
Agregado grueso	4.75 - variable (+)	G4.75 - (+)	No. 4 - (+)

(+) El límite superior en el intervalo nominal del agregado grueso, y la designación de la malla correspondiente, dependen del tamaño máximo de la grava que se utilice (Mena, 1994).

### Clasificación por Modo de Fragmentación

Por la forma en que ocurre el proceso de fragmentación de los materiales, la cual puede ser:

- Natural:** por procesos naturales (erosión).
- Manufacturada (triturados):** por procesos artificiales (mecánicos).
- Mixta:** combinación de materiales fragmentados por procesos naturales y artificiales.

Este tipo de división no valida ninguna característica físico-química del agregado.



### Clasificación por Peso Específico

Esta identificación de agregados se genera de una característica básica del concreto que es su peso unitario, el cual a su vez depende del peso específico de los agregados que se utilizan en su fabricación. La división básica que existe es:

- Ligero
- Normal
- Pesado



Esta clasificación de agregados valora la correspondiente aptitud de los mismos para producir concreto con diferentes pesos unitarios, pero no considera sus características físico-químicas en forma detallada.

De acuerdo a lo anterior, se puede detectar o provocar un problema de comunicación, al existir tan variadas clasificaciones, que toman como base en algunos casos información inútil en la calificación de un agregado para concreto, o bien la información que proporcionan es incompleta. La situación que se genera por esta información parcial es:

- Identificaciones imprecisas.
- Establecimiento de juicios erróneos, al desconocer las bases de cada clasificación.
- Aplicación de criterios equivocados en la evaluación de agregados.
- Usos indiscriminados de las clasificaciones.

## TERMINOLOGÍA ASTM

Terminología Relativa a los Agregados para Concreto (ASTM C 125 - 92a )

### **Agregado**

Material granular, el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, usado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

### **Agregado Grueso**

- 1) Agregado predominantemente retenido en la malla No. 4 (4.75 mm)
- 2) Es la porción de un agregado retenido en la malla No. 4 (4.75 mm)

### **Agregado Fino**

- 1) Agregado que pasa la malla de 3/8" (9.5 mm) y casi totalmente pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es predominantemente retenido en la malla No. 200 (0.075 mm)
- 2) Es la porción de un agregado que pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es retenido en la malla No. 200 (0.075 mm)

### **Agregado Pesado**

Agregado de alta densidad, el cual puede ser barita, magnetita, limonita, ilmenita, hierro o acero.

### **Agregado Ligero**

Agregado de baja densidad usado para producir concreto ligero, incluye: pómez, escoria volcánica, tobas, diatomita, arcilla sintética o expandida, lutita, pizarra, lutitas diatomáceas, perlita, vermiculita y productos de combustión de carbón.

### **Grava Triturada**

Es el producto resultado de la trituración artificial de gravas, en la cual la mayoría de los fragmentos tienen mínimo una cara resultado de la fractura.

### **Piedra Triturada**

Es el producto de la trituración artificial de rocas, peñascos o fragmentos de roca grandes, en el cual todas las caras resultantes se derivan de las operaciones de trituración.

### **Grava**

Agregado grueso resultante de la desintegración natural y abrasión de rocas o transformación de un conglomerado débilmente cementado.

### **Arena Manufacturada**

Agregado fino producido por trituración de grava, roca, escoria o concreto hidráulico.

### **Arena**

Agregado fino resultado de la desintegración y abrasión de roca o la transformación de una arenisca completamente friable.

Es notable que para este organismo las clasificaciones de origen, color, y composición no se emplean en la definición de agregados para concreto, y sí se toman en cuenta las clasificaciones que definen el tamaño, el modo de fragmentación y el peso específico.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ▣ Para definir correctamente a los agregados, se recomienda eliminar el uso de clasificaciones ambiguas, imprecisas y/o incompletas (origen, color y composición).
- ▣ Los especialistas del concreto deben impulsar la utilización de una terminología precisa y adecuada para la definición de los agregados para concreto.
- ▣ Se propone la aplicación de la siguiente metodología para la identificación de agregados:

Dependiendo de la aplicación que se pretenda dar al agregado, en la identificación se pueden utilizar una o más tipos de clasificaciones, con la finalidad de detallar lo más posible las características a cumplir por el agregado.

## CLASIFICACIONES Y CONCEPTOS A INCLUIR EN LA DEFINICIÓN.

- ▣ Tamaño del agregado, especificando el tamaño máximo del agregado grueso. En casos de requerimientos especiales en la granulometría, proporcionar la curva granulométrica.
- ▣ Modo de fragmentación (opcional).
- ▣ Peso específico, especificando el peso unitario del concreto a fabricar.

## TEMA 3: AGREGADOS PARA CONCRETO

### INTRODUCCIÓN

Es reconocido que más del 60% de cada metro cúbico de concreto fabricado está constituido por los agregados, condición que destaca la importancia que tienen estos materiales en la elaboración de este producto. Bajo esta condición, las características de los materiales que los forman y los efectos de su uso en el concreto se han estudiado con mucho mayor detalle, de tal forma que se pueda producir un concreto de mejores características en estado fresco y con una mayor durabilidad.

### CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS

Los agregados pueden clasificarse de acuerdo a diferentes características (modo de fragmentación, tamaño de partícula, origen, composición, forma de partícula y color). Su utilización y aplicación puede consultarse en el capítulo "Terminología Empleada en los Agregados para Concreto" que se incluye en esta Guía.

#### **Agregado Fino (arena)**

- 1) Agregado que pasa la malla 3/8" (9.5 mm) y casi totalmente pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es predominantemente retenido en la malla No. 200 (0.075 mm).
- 2) Es la porción de un agregado que pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es retenido en la malla No. 200 (0.075 mm).

#### **Agregado Grueso (grava)**

- 1) Agregado predominantemente retenido en la malla No. 4 (4.75 mm).
- 2) Es la porción de un agregado retenido en la malla No. 4 (4.75 mm).

La eliminación de las otras clasificaciones (origen, composición, forma de partícula y color) se debe a que presentan los siguientes inconvenientes:

- ❑ Clasificaciones creadas con un objetivo diferente a la identificación de agregados para concreto (ejemplo: la división de rocas en ígneas, sedimentarias y metamórficas se realizó de acuerdo con las condiciones naturales de formación de las rocas y no calificando sus características físicas particulares asociables al uso en concreto).
- ❑ Conceptos ambiguos (ejemplo: desde el punto de vista de la composición química, basalto y tezontle son lo mismo, aunque es reconocido que pueden tener una diferencia significativa en color y peso volumétrico).
- ❑ No califican ninguna característica física de las que se evalúan en los agregados para concreto (ejemplo: origen).
- ❑ Miembros de familias diferentes o iguales pueden tener características físicas distintas o similares, generando confusión en las propiedades del material (ejemplo: hay calizas de muy diversa calidad física, desde buena hasta pésima).
- ❑ Clasificaciones simplistas que inducen a interpretaciones erróneas (ejemplo: el color).

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Las características de los agregados que es conveniente evaluar antes de ser empleados en la fabricación de concreto son:



Característica	Pruebas aplicables	
	NMX	ASTM
<b>Granulometría</b>	C-111	C 33
<b>Limpieza</b>	C-111	C 33
<input type="checkbox"/> Finos indeseables		D 2419
<input type="checkbox"/> Materia orgánica	C-88	C 40
<input type="checkbox"/> Partículas inconvenientes	C-84 / C-71 / C-75 / C-172	C117 / C142 / C88 / 123
<b>Densidad</b>	C-164 / C-165	C 127 / C 128
<b>Sanidad</b>	C-75	C 88
<b>Absorción y Porosidad</b>	C-164 / C-165	C 127 / C 128
<b>Forma de Partícula</b>	C-265 / C-165	C 295 / C 128
<b>Textura Superficial</b>	C-265	C 295
<b>Reactividad con los álcalis</b>		
<input type="checkbox"/> Examen petrográfico	C-265	C 295
<input type="checkbox"/> Método químico	C-271 / C-272	C 289 / C 586
<input type="checkbox"/> Barras de mortero	C-180	C 227 / C 1105

Debido a la importancia que reviste especificar y clasificar los agregados de concreto para una obra, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Características y requisitos a cumplir de la estructura que se va a fabricar.
- Agregados disponibles en el sitio.
- Composición granulométrica de los agregados a emplear.

## GRANULOMETRÍA

### Agregado Fino (arena)

Constituido nominalmente por partículas cuyo tamaño está entre 0.075 y 4.75 mm, en donde es deseable que exista continuidad granulométrica, es decir que exista presencia de todos los tamaños representantes de las diferentes fracciones que están establecidas.

Es importante comentar que si bien es útil que el agregado fino cumpla con la continuidad granulométrica, resulta poco prudente el especificar la arena con base a esta característica, ya que un adecuado diseño de mezclas o bien el uso de aditivos en el concreto, permite disminuir los posibles efectos no deseados por una deficiencia de esta característica del agregado.

### Agregado Grueso

Es el que queda en el intervalo nominal comprendido desde 4.75 mm hasta la dimensión máxima que contenga el concreto, magnitud que define el tamaño máximo en cada caso. Al igual que en el agregado fino, es deseable que exista una continuidad granulométrica de la fracción. Por lo anterior, es claro que el límite superior del agregado grueso es el que rige la curva granulométrica a especificar para cada tipo de concreto, de acuerdo con sus necesidades constructivas.

De igual forma que en el agregado fino, los efectos por una deficiente composición granulométrica pueden ser disminuidos, vía la aplicación adecuada de la tecnología de concreto.

## LIMPIEZA

Finos indeseables (limo y arcilla)

En forma general, para la especificación de esta característica hay dos criterios para la utilización de agregados en concretos:

Finos que pasan la malla No. 200	Norma aplicada NMX C-111*	
	Arena (%)	Grava (%)
Finos de cualquier tipo	5.0	2.0
Finos sin arcilla**	10.0	3.0

% máximo aplicable.

Para conocer el carácter arcilloso de los finos que pasan la malla No. 200, es aplicable la prueba de equivalente de arena.

### Materia orgánica

La especificación de esta característica de los agregados limita el contenido de este producto con base en una clasificación colorimétrica, en donde un tono más oscuro que el color de referencia es condición que se considera como una presencia excesiva, y por tanto es causa de rechazo.

### Partículas inconvenientes

Esta especificación se realiza con base en el tipo de partícula presente en el agregado, de acuerdo a lo siguiente:

Carbón y lignito en la arena	0.50 a 1.0%
Calcedonia de peso específico menor a 2.40	3.0 a 8.0%
Terrones de arcilla	ver material que pasa la malla No 200

### Densidad

No hay una especificación sobre los límites de aceptación para esta característica, principalmente porque no tiene correlación con el grado de sanidad de los materiales que se analizan. Además, depende del peso unitario del concreto que se va a producir, dividiéndose para ello en ligero, normal y pesado.

### Sanidad

La sanidad se define como la condición de un sólido que se halla libre de grietas, defectos y fisuras. Esta propiedad tiene mucha importancia porque es un buen índice del desempeño predecible del agregado al ser usado en concreto.

	NMX C-111
Agregado fino	10% máximo
Agregado grueso	12% máximo

### Absorción y Porosidad

No hay una especificación sobre el límite de aceptación de esta característica, dado que esta depende de muy diversos factores, tales como: contenido de finos, forma y textura superficial de las partículas, porosidad de la roca y distribución granulométrica. Se reconoce como información válida, sin embargo, que

cuando se tienen rocas de buena calidad física y los agregados cumplen las otras especificaciones que se le solicitan, el agregado grueso no rebasa el 3% de la absorción, así como el agregado fino no supera el 5% máximo.

### Forma de Partícula

En términos generales, no existe una especificación estricta para esta característica que evalúe la redondez y esfericidad de los agregados, ya que es demostrable que en condiciones idénticas, son más adecuados los agregados de formas redondeadas para la producción de concretos con resistencias que no excedan los valores de 250 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, es recomendable que para concretos que requieran desarrollar mayores resistencias a las de referencia, se haga uso de partículas de formas más angulosas. En el caso de la esfericidad evaluada por la presencia de partículas planas y alargadas, es recomendable que éstas no superen el 20% máximo de acuerdo con el comité ACI 207.

### Textura Superficial

Al igual que para la forma, no existe una especificación rigurosa para la textura superficial, ya que los diferentes tipos que existen producen efectos diversos en la fabricación de concreto.

### Reactividad con los Álcalis

Existen tres pruebas que evalúan esta característica de los agregados, independientemente de si la reacción es álcali-sílice o álcali-carbonato. Las tres son importantes por los elementos de juicio que aportan sobre el posible comportamiento del material al ser utilizado en la fabricación de concreto:

Método de prueba	Carácter del resultado	Evaluación
Estudio petrográfico*	Definitivo, sólo material inocuo	Inocuo/Deletéreo
Método químico	Definitivo, sólo material inocuo	Inocuo/Deletéreo
Barras de mortero	Definitivo, estimación potencial	

Es importante ya que califica cuál es el tipo de reacción que puede presentar el agregado, al identificar y cuantificar los materiales potencialmente reaccionantes.

Valor de la expansión en relación con el tipo de reacción y su clasificación.

	Álcali-Sílice (NMX C-180)	Álcali- Carbonato (ASTM C 1105)
<b>Inocuo</b>	< 0.05% a tres meses	< 0.015% a tres meses
<b>Moderadamente reactivo</b>	> 0.05%, < 0.10%	> 0.015%, < 0.025%
<b>Deletéreo</b>	> 0.10 a seis meses	> 0.025% a seis meses

## INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN CONCRETO

### En Estado Fresco

Propiedad del concreto	Característica de los agregados que la influye
Peso unitario	Densidad Tamaño máximo/granulometría
Manejabilidad	Granulometría Forma de partícula
Contracción plástica	Limpieza Partículas friables
Requerimiento de agua	Tamaño máximo/granulometría Sanidad Limpieza
Sangrado	Granulometría Forma de partícula

Pérdida de revenimiento	Absorción
Segregación	Tamaño máximo/granulometría

**En Estado Endurecido**

Propiedad del concreto	Característica de los agregados que la influye
Durabilidad	Textura superficial Sanidad Absorción Porosidad Reactividad con los álcalis
Resistencia a compresión	Limpieza Tamaño máximo/granulometría Forma de partícula Resistencia mecánica Partículas friables Textura superficial
Cambios volumétricos	Tamaño máximo/granulometría Forma de partícula Limpieza Presencia de arcilla Módulo de elasticidad
Costo	Tamaño máximo/granulometría Forma de partícula Textura superficial Limpieza
Sangrado	Granulometría Forma de partícula
Resistencia a la abrasión	Resistencia a la abrasión
Peso unitario	Densidad
Permeabilidad	Porosidad
Partículas friables/terrones de arcilla	Irregularidades superficiales

# Temas Técnicos



## TEMA 4: USO DEL AGUA

### INTRODUCCIÓN

En el caso del agua que se emplea en la fabricación de concreto, se considera que puede tener dos funciones principales en el proceso, la primera como agua de mezclado y la segunda como agua de curado. Ambas funciones son evaluadas por la Norma NMX C-122, estableciendo los parámetros que deben cumplir las aguas no potables, así como una clasificación de los diversos tipos de agua que existen y sus efectos y limitaciones para ser usadas en concreto.

Cuando el agua funciona como un ingrediente en la fabricación de concreto, es decir como agua de mezclado, se puede estimar que el agua ocupa entre el 10 y 25 por ciento de cada metro cúbico de concreto que se fabrica.



### CLASIFICACIÓN DEL AGUA(NMX C-122)

Tipo de agua	Efectos con su uso en concreto
Aguas puras	Acción disolvente e hidrolizante de compuestos cálcicos del concreto.
Aguas ácidas naturales	Disolución rápida de los compuestos del cemento.
Aguas fuertemente salinas	Interrumpe las reacciones del fraguado de cemento. En el curado, disolución de los componentes cálcicos del concreto.
Aguas alcalinas	Produce acciones nocivas para cementos diferentes al aluminoso.
Aguas sulfatadas	Son agresivas para concretos fabricados con cemento Portland, en especial al tipo I.
Aguas cloruradas	Produce una alta solubilidad de la cal. Produce disolución en los componentes del concreto.
Aguas magnesianas	Tienden a fijar la cal, formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble. En la mezcla, inhibe el proceso de fraguado del cemento.
Agua de mar	Produce eflorescencias. Incrementa la posibilidad de generar corrosión del acero de refuerzo.
Aguas recicladas	El concreto puede acusar los defectos propios del exceso de finos.

Aguas industriales	Por su contenido de iones sulfato, ataca cualquier tipo de cemento.
Aguas negras	Efectos imprevisibles.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS (NMX C-122)

El agua no potable empleada para el concreto, en cualquiera de las dos funciones anteriormente mencionadas, y dependiendo del cemento que se utilice, puede calificarse de acuerdo a las siguientes características:

Impurezas	Cementos	
	Ricos en Ca	Resistentes a sulfatos
Sólidos en suspensión		
▣ limos y arcillas	2,000	2,000*
▣ finos de cemento y agregados	50,000	35,000*
Cloruros como Cl <sup>-</sup> (a)		
▣ concreto con acero de refuerzo	400 (c)	600 (c)*
▣ concreto reforzado en ambientes húmedos	700 (c)	1000 (C)*
Sulfato como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = (a)	3000	3500*
Magnesio como Mg <sup>2+</sup> (a)	100	150*
Carbonatos como CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	600	600*
Dióxido de carbono disuelto, como CO <sub>2</sub>	5	5*
Álcalis totales como Na <sup>+</sup>	300	450*
Total de impurezas en solución	3,500	4,000*
Grasas o aceites	0	0*
Materia orgánica	150 (b)	150(b)*
pH	no < 6	no < 6.5

\* Límites máximos en ppm.

- a) ) Las aguas que excedan los límites enlistados para cloruros, sulfatos y magnesio, podrán emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no excede dichos límites.
- b) El agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto acusen un contenido de materia orgánica cuya coloración sea inferior a 2 de acuerdo con el método de la NMX C-88.
- c) Cuando se use cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) como aditivo acelerante, debe tomarse en cuenta el dosificado para no exceder el límite de cloruros establecido (ACI 318).

En el caso de agua potable, si no se le aprecia olor, color y/o sabor, puede ser utilizada para la fabricación de concreto sin aplicar verificación de calidad alguna. En forma oficiosa, ya que no existe reglamentación alguna al respecto en el área de concreto, puede realizarse alguna revisión de calidad de este tipo de agua, aplicando para ello un análisis de agua potable del tipo que verifica 32 diferentes parámetros.

## TEMA 5: ADITIVOS PARA CONCRETO

### INTRODUCCIÓN

**Definición de Aditivo:** es un material distinto del agua, los agregados o el cemento hidráulico, que se utiliza como ingrediente del mortero o concreto, y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o después del mezclado (ASTM C 125).



El uso de aditivos cumple con diversos objetivos que pueden ser los siguientes: modificar a conveniencia las propiedades del concreto en estado fresco, influir en beneficio de algunas características y/o propiedades del concreto endurecido y beneficios de costo.

Para obtener las máximas ventajas en el uso de aditivos, es conveniente tener precauciones con su uso, ya que este tipo de productos puede afectar una o más propiedades del concreto, o bien contribuir a la aparición de efectos indeseables en el mismo. Por estas razones, es importante realizar las verificaciones de calidad necesarias antes de utilizarlos, ya que existen situaciones en que esta evaluación se convierte en una práctica vital, como son los siguientes casos: Tipos especiales de cemento donde está especificada la combinación de dos o más aditivos en una mezcla, o cuando la mezcla y colocación del concreto se realizan en condiciones de temperatura por encima o debajo de las temperaturas recomendadas para la fabricación de concreto.

### CLASIFICACIÓN DE ADITIVOS (ACI 212)

La clasificación de los aditivos se realiza de acuerdo con su función principal en el concreto.



<b>Tipo de Aditivo</b>	<b>Efectos Deseados en el Concreto</b>
<b>Acelerantes</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Aceleran el desarrollo de resistencia
<b>Inclusores de Aire</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Usualmente mejoran la manejabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Disminuyen el sangrado <input checked="" type="checkbox"/> Inducen control de los efectos por congelamiento y deshielo
<b>Reductores de agua y Controladores de fraguado</b>	
(A) Reductor de agua simple	<input checked="" type="checkbox"/> Disminuye el contenido de agua
(B) Retardantes	<input checked="" type="checkbox"/> Inducen un retardo controlado sobre el tiempo de fraguado
(C) Retardante y reductor de agua	<input checked="" type="checkbox"/> Induce retardo en el tiempo de fraguado de agua <input checked="" type="checkbox"/> Reducción en el contenido de agua
(D) Acelerante y reductor de agua	<input checked="" type="checkbox"/> Acelera el desarrollo de resistencia <input checked="" type="checkbox"/> Reducción en el contenido de agua
(E) Reductor de agua de alto rango (plastificantes)	<input checked="" type="checkbox"/> Reduce radicalmente el contenido de agua <input checked="" type="checkbox"/> Puede incrementar el revenimiento sin incremento del agua <input checked="" type="checkbox"/> Incrementa la fluidez de la mezcla
(F) Reductor de agua de alto rango y retardante	<input checked="" type="checkbox"/> Marcada reducción del contenido de agua <input checked="" type="checkbox"/> Incrementa la fluidez de la mezcla
<b>Minerales finamente divididos</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Mejora la resistencia contra el ataque por sulfatos <input checked="" type="checkbox"/> Reduce la permeabilidad <input checked="" type="checkbox"/> En algunos casos controla la reacción álcali-agregado <input checked="" type="checkbox"/> Disminuye los efectos por lixiviación <input checked="" type="checkbox"/> Producen disminución del calor de hidratación
<b>Diversos</b>	
Formadores de gas	<input checked="" type="checkbox"/> Para producir concretos celulares
Para mezclas de inyección	<input checked="" type="checkbox"/> Induce estabilidad, reduce la contracción en la mezcla
Para control de expansión	<input checked="" type="checkbox"/> Regula la expansión
Adhesivos integrales	<input checked="" type="checkbox"/> Aumentan la adherencia de concreto nuevo con endurecido
Auxiliares de bombeo	<input checked="" type="checkbox"/> Incrementan la cohesión y viscosidad de la mezcla
Repelentes de humedad	<input checked="" type="checkbox"/> Reducen la velocidad de penetración del agua en el concreto
Reductores de permeabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Reducen la permeabilidad
Inhibidores de reacción tipo de álcali-agregado	<input checked="" type="checkbox"/> Reducen las expansiones causadas por esta reacción
Inhibidores de la corrosión	<input checked="" type="checkbox"/> Reducen la permeabilidad del concreto del acero

## TEMA 6: FIBRAS PARA CONCRETO

### INTRODUCCIÓN

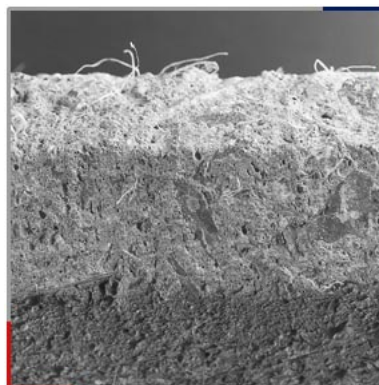
Las fibras que se emplean en la fabricación de concreto son elaboradas de diversos materiales, entre los que se incluyen: acero, polipropileno, vidrio y materiales naturales. La presentación de las mismas varía en forma y tamaño.

La forma más conveniente de describir las fibras empleando un parámetro numérico es utilizando el aspecto de su radio, definido como el largo de la fibra dividido por un equivalente del diámetro de la misma. El rango de valores típicos de la relación largo/diámetro varía entre 30 y 150 para dimensiones de longitud de 6.4 a 76 mm.

### TIPOS DE FIBRAS MÁS COMUNES

#### Fibras de acero

Alambres rígidos con apariencia de grapas, son lo suficientemente pequeños para dispersarse aleatoriamente en el concreto endurecido usando procedimientos usuales de mezclado. Se surten en pequeños conjuntos denominados peines, integrados por alambres unidos con un pegamento que se disuelve al contacto con el agua.



#### Fibras de polipropileno

Son fibras sintéticas en forma de hilos interconectados, con presentaciones variables en cuanto a espesor y longitud de fibra.

### INFLUENCIA DE LAS FIBRAS EN EL CONCRETO FRESCO

Las propiedades de las fibras que influyen en las mezclas de concreto se pueden dividir en dos, las derivadas directamente de las características físicas de las fibras y las que tienen relación con el proporcionamiento de las mismas.

Características físicas de la fibra	Relativas al proporcionamiento
<input type="checkbox"/> Relación longitud/diámetro (l/d)	<input type="checkbox"/> Volumen de fibra
<input type="checkbox"/> Geometría	<input type="checkbox"/> Tamaño máximo del agregado
	<input type="checkbox"/> Adherencia fibra/matriz

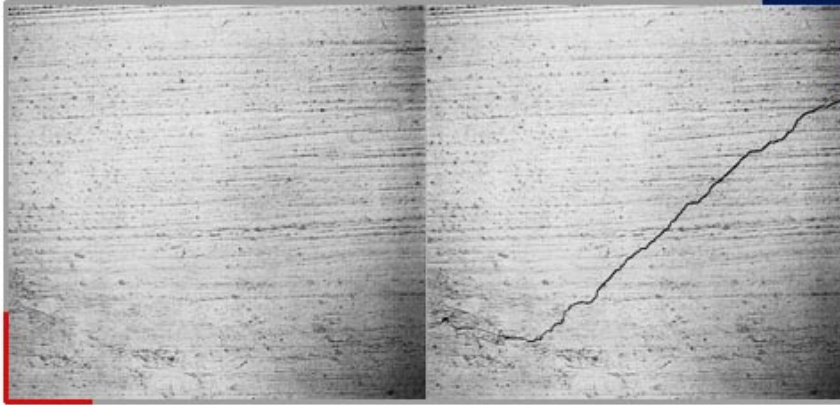





**Los efectos de las fibras en el concreto fresco se pueden caracterizar por:**

- ▣ Reducción del revenimiento en un porcentaje importante.
- ▣ La trabajabilidad puede mejorarse con vibración mecánica.
- ▣ La pérdida de revenimiento con el tiempo es similar a los concretos convencionales.
- ▣ La formación de "bolas de fibras" en la mezcla está en función del tamaño máximo y la combinación granulométrica de agregado fino y grueso, la relación l/d, el volumen de la fracción, la forma y la manera de introducir la fibra en la mezcla.

## INFLUENCIA DE LAS FIBRAS EN EL CONCRETO ENDURECIDO



### Los efectos de las fibras en el concreto endurecido se pueden caracterizar por:

- ▣ Tener un efecto insignificante sobre la resistencia a la compresión, incrementando o decrementando ligeramente los resultados.
- ▣ Incrementar la resistencia a la flexión, con el módulo de ruptura siendo substancialmente mayor.
- ▣ Producir una elevación significativa en la resistencia en tensión directa.
- ▣ Aumentar, en forma general, la resistencia al corte y a la torsión.
- ▣ No producir un efecto perceptible en las siguientes propiedades: creep, módulo elástico y resistencia a la abrasión.
- ▣ Producir un pequeño incremento en la conductividad térmica.

## APLICACIONES

En el caso de las fibras, su aplicación depende de la habilidad del diseñador o constructor para aprovechar las propiedades mecánicas del concreto fabricado con este producto. Entre las habilidades que tiene un concreto elaborado con fibra y que son difíciles de obtener con el concreto reforzado convencional están:

una distribución isotrópica de las propiedades de resistencia y una mayor tendencia a la redistribución del esfuerzo.

## TEMA 7: MANEJO, COLOCACIÓN , ACABADO Y CURADO DEL CONCRETO

EUGENE D. HILL, JR. PUBLICACIÓN NRMCA NO. 117

El concreto presenta algunos problemas muy especiales de control de calidad. Las plantas de concreto premezclado suministran un producto semi-terminado. Los consumidores finales, que son quienes realmente determinan el mercado, están interesados en estructuras ya acabadas, como puentes, edificios o carreteras.



Entre el canal de la revolvedora y la estructura final, están los arquitectos, ingenieros, contratistas, subcontratistas, laboratorios de prueba, supervisores de la obra y hasta los funcionarios responsables. Uno de los mayores problemas en la construcción es unir y organizar a todo este grupo como un sólo equipo de trabajo para hacer estructuras de concreto de alta calidad y de manera económica. En muchos casos, la industria del concreto premezclado es la línea media en este esfuerzo.

El principal objetivo del manejo y colocación del concreto es hacerlo económicamente, preservando al mismo tiempo la calidad con que fue diseñado en la planta. Las prácticas incorrectas posiblemente no ahorren mucho dinero, pero a los contratistas pueden parecerles caminos más fáciles de seguir.

### HAY CUATRO PRINCIPIOS BÁSICOS QUE SE DEBEN SEGUIR:

- 1) No permitir que el concreto se segregue.
- 2) Compactarlo muy bien.
- 3) No trabajar la superficie cuando todavía brille debido a humedad presente.
- 4) No permitir que seque demasiado pronto o demasiado rápido.

Virtualmente todo lo que se mencione, tendrá relación con uno de estos cuatro principios.

### EVITAR LA SEGREGACIÓN

Evitar la segregación debe ser el principal objetivo en el manejo y colocación del concreto. La mayoría de las causas de segregación del concreto generalmente incluyen el permitir el rebote del concreto contra una superficie, en particular en una esquina o ángulo. Si el concreto choca contra una pared vertical en una cimbra, o una simple placa de desviación, se puede segregar. Sin embargo, si se le hace cambiar de dirección con un conducto que lo confine por dos o más lados, se puede evitar la segregación.

La Guía ACI 304 "Guía Para la Medición, Mezclado, Transporte y Colocación del Concreto", contiene una serie de diagramas que muestran un número de procesos mecánicos para reducir la segregación y un número de prácticas erróneas que la incrementan. Mas que tratar de recordar cada figura, se considera necesario estar al tanto de lo que en ellas se muestra y vigilar que no suceda. Una vez que se han estudiado y comprendido, encontrará que con este material y algo de sentido común podrá corregir la segregación.

El exceso de agua en el concreto, por supuesto, incrementa su tendencia a la segregación. Para los contratistas, ponerle agua al concreto fresco es muy atractivo, pues parece facilitar la colocación del concreto, pero son pocos los que se dan cuenta del alto costo que esto implica. Cuando se considera el efecto nocivo del agua en la resistencia y durabilidad del concreto, el agua pasa a ser un ingrediente muy caro.

El concreto con exceso de agua no necesariamente es un concreto trabajable. Existen mejores maneras de incrementar la trabajabilidad del concreto, que añadiendo agua. Las mezclas bombeables están diseñadas para una buena trabajabilidad, y no se bombean con un exceso de agua. Se pueden emplear super-reductores de agua para hacer el concreto fluido y cohesivo. La ceniza volante (fly-ash), la escoria de alto horno y los inclusores de aire, pueden aumentar su trabajabilidad. Una mayor cantidad de cemento también puede mejorar la trabajabilidad.

Un concreto que no esté consolidado adecuadamente, puede crear tantos problemas como un concreto con exceso de agua. No es ético entregar un concreto que está demasiado áspero y seco y decirle al contratista que el agregarle agua es bajo su propio riesgo. El objetivo debe ser un concreto con la trabajabilidad adecuada y un correcto método de colocación, no un concreto seco o con exceso de agua.

## COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Existen varias formas de trasladar el concreto de la revolvedora a las cimbras. Todas pueden producir un buen concreto cuando son debidamente usadas; la mayoría pueden ser mal empleadas y producir un concreto de pobre calidad ya colocado. En principio, el método de entrega idóneo es aquél que coloque el concreto tan cerca de su posición final o en la misma cimbra si es posible. Si el concreto es trasladado con vibradores, se puede presentar la segregación. Buenos rastrillos para concreto (no de jardín) así como palas, si se usan debidamente, pueden emplearse para trasladarlo sin segregación. Estas herramientas sólo deben ser usadas para distribuir el concreto que ya ha sido depositado muy cerca de donde deberá usarse, y no son adecuadas para moverlo muy lejos de este punto.

El método más común para colocación de concreto es el canal de la revolvedora. Esto es magnífico cuando es usado correctamente. Si el canal se encuentra en una posición demasiado horizontal o es muy largo, el concreto tendrá que tener un mayor contenido de agua para poder fluir, y la calidad final se verá afectada significativamente.

Por ejemplo, en la construcción de un piso muy importante en Lousiana hace algunos años, el sitio de la obra estaba muy lodoso. En lugar de mover los camiones o usar "buggies", simplemente agregaron agua al concreto y añadieron extensiones de canal. Ya se imaginarán lo que sucedió. Pudimos correlacionar la resistencia del concreto "in situ" con la distancia de la revolvedora. Es un ejemplo doloroso y muy costoso. Un jurado le otorgó una indemnización de \$250,000 dólares por daños y perjuicios al dueño de la construcción.

La gran falla del proyecto de Lousiana hubiera podido ser evitada si el concreto hubiera sido transportado con "buggies" o carretillas. Los "buggies" y carretillas manuales son sorprendentemente eficientes en construcciones pequeñas o medianas. Si los accesos provistos son lo suficientemente planos, pueden entregar el concreto con un mínimo de segregación.

El manejo del concreto con "buggies" motorizados es fácil y rápido. Su mayor costo y capacidad los hacen apropiados para grandes construcciones. Sin embargo, pueden crear problemas al expeler gases, tanto para los trabajadores como para el concreto, si no son rápidamente eliminados del área de la construcción. Los trabajadores pueden estar respirando mucho monóxido de carbono y muy poco aire. La superficie fresca de concreto puede resultar seriamente dañada por la carbonatación ocasionada por los gases.

Los cangilones de concreto movidos por grúa son muy comunes en la construcción de puentes y edificios de gran altura. Son buenos y la mezcla no requiere modificaciones especiales. Los únicos dos grandes problemas de su uso son: el vaciar todo el concreto, es decir mucho en un solo lugar y dejarlo caer desde una gran altura. Se sugiere usar una "trompa de elefante" en la descarga del cangilón. Los cangilones deben ser de paredes verticales o de cantos muy empujados, con objeto de evitar la segregación. Una importante precaución de seguridad es "no permanecer debajo del cangilón".

Las bombas para la colocación del concreto son económicas y versátiles. A pesar de que son utilizadas típicamente en grandes construcciones, se utilizan en pequeños colados, por ejemplo, para ampliar la parte trasera de una casa; en ese caso simplemente se bombeó el concreto sobre la cochera, en vez de transportarlo a través del patio por medio de carretillas o cubetas desde la calle.

El concreto para bombeo debe tener muy buena trabajabilidad, pues por lo general la mezcla contiene mas agregados finos -arena, puzolana, escoria o cemento. Las bombas no trabajan con concreto con exceso de agua. Debido a que el concreto bombeado contiene más finos, tendrá más cantidad de agua por metro cúbico y por lo tanto, una contracción ligeramente más alta que la de un concreto de alta calidad colocado con cangilón. Estas desventajas, no obstante, frecuentemente se ven compensadas por la gran facilidad de colocación con menos segregación y más fácil compactación.

Al igual que en el caso de los otros métodos de colocación, la bomba de descarga deberá ser movida continuamente para que el concreto sea depositado tan cerca como sea posible de su posición final. Si se deja que se amontone para luego ser trasladado por aquí y por allá, la segregación será mucho más probable.

La pérdida de aire entre el canal de la revoladora y la descarga de la bomba ha sido un problema en algunas construcciones. Diferentes bombas han tenido diferentes cantidades de pérdida de aire, aun en el mismo proyecto. Se desconoce si esto está relacionado con el tipo de bomba o con la distancia entre el punto más alto de la línea de bombeo y la descarga, por eso es un problema que hay que vigilar.

Las bombas modernas de concreto han hecho posible una reducción significativa de los costos de colocación y han ayudado a producir estructuras de concreto de alta calidad. Las bandas transportadoras de concreto son buenas para transportar concreto si se tiene cuidado para evitar la segregación y evitar descargar mucho concreto en grandes pilas o montones.

Comúnmente, se emplean pequeños vagones de ferrocarril para entregar concreto en proyectos de túneles. Aquí, la pérdida de revenimiento puede ser un grave problema. En algunas construcciones de túneles, el concreto es mezclado durante 45 a 75 segundos en un mezclador de turbina, y descargado dentro de los vagones, los cuales lo transportan con poca o ninguna agitación. Los vagones entonces llegan hasta una bomba en lo más profundo del túnel. El bombeo, por lo tanto, no sucede sino hasta aproximadamente 30 minutos después del mezclado. La combinación de ciclos muy cortos de mezclado seguidos de un largo periodo de reposo puede provocar problemas serios de pérdida de revenimiento, y no hay forma de remezclar o retemperar el concreto antes de descargarlo en la bomba. En algunas ocasiones, es necesario revisar el uso de diferentes reductores de agua o retardantes de la mezcla para minimizar la pérdida de revenimiento. En algunos proyectos de túneles y pavimentación, se han puesto a prueba diferentes cementos con un equipo especial de prueba que usaba períodos de mezclado muy cortos, lo que provocaba un "falso" fraguado para simular las verdaderas condiciones de trabajo, y así poder seleccionar el cemento con mejor comportamiento. Este problema es mucho menos común en las revoladoras, porque los tiempos de mezclado son más largos.

## CIMBRAS O LAS ARTESAS PARA EL CONCRETO

Las cimbras son un tema completamente aparte, muy extenso, así que sólo se mencionarán un par de cosas en función de la colocación del concreto. El primer requisito es que la cimbra sea lo suficientemente fuerte para el método de colocación que se vaya a usar, y la colocación debe ser cuidadosa y razonablemente rápida. Si se deposita mucho concreto con demasiada velocidad en una pequeña área de la cimbra, de tal forma que se crea una carga excéntrica en ella, la cimbra puede colapsarse con consecuencias trágicas. Este tipo de accidentes de construcción es demasiado frecuente. Sea cuidadoso, porque las personas que realizan este trabajo generalmente no entienden los riesgos a los que se exponen.



También es importante que las cimbras no tengan fugas. De otra forma, el mortero o la pasta se escurrirá, dejando concentraciones de grava o arena en las superficies. La lubricación de la cimbra también es importante. El aceite deberá aplicarse uniformemente y en cantidad razonable, pues de otra manera la calidad de la superficie puede dejar mucho que desear.

## COMPACTACIÓN

Una vez que el concreto es distribuido en las cimbras, debe ser compactado y terminado. En columnas y muros, es obligadamente vibrado. Algunas veces, se emplean palas, cucharas o llanas metálicas para obligar al agregado grueso a alejarse de la superficie y ayudar a que escape cualquier burbuja de aire. Los vibradores son magníficos si son usados adecuadamente. Deben de permanecer en un determinado lugar lo suficiente para compactar el concreto, pero no para segregarlo. Si se observan los efectos de la operación del vibrador, pronto se podrá juzgar cuánto tiempo es suficiente para lograr una compactación sin segregación. Los vibradores no deben usarse para trasladar el concreto de un lugar a otro. Su papel correcto es el de consolidar al concreto en el lugar en donde se supone que debe ir, y el de integrar las capas superiores con las inferiores. Con la compactación con vibradores se obtienen mejores resultados que con la mejor compactación realizada manualmente. Se debe tener cuidado con los vibradores de muy alta frecuencia (12,000 a 14,000 vibraciones por minuto). Hay algunas evidencias de que pueden reducir perjudicialmente el contenido de aire en el concreto.



## TEMA 8: PROBLEMAS DE REPARACIÓN EN EL CONCRETO: CAUSAS Y SOLUCIONES

El concreto es un material de construcción muy versátil y universalmente disponible, que siempre ha disfrutado de una reputación de duradero. Sin embargo, por lo mismo que está expuesto a una gran variedad de factores ambientales, es inevitable que al ser usado en estas situaciones requerirá de algún tipo de reparación para prolongar su expectativa de vida, ya que como todos los materiales, se deteriora por los estragos del tiempo, la exposición a elementos agresivos y los efectos mecánicos de desgaste y rotura. Si se toman en cuenta todos los factores involucrados, el concreto tiene un comportamiento más favorable que otros materiales estructurales.

Un factor importante para tomarse en cuenta en el diseño, es que el concreto es un material reparable. Existen una gran variedad de técnicas y materiales para su reparación, según el tipo de deterioro. Es, de hecho, característica distintiva de las estructuras de concreto el que puedan ser reparadas, aunque ocurre con poca frecuencia.

Algunas veces, la causa del deterioro será fácilmente identificable. En cada caso particular, sin embargo, se requerirá de un especialista experimentado o de un laboratorio para realizar pruebas, pudiendo incluso ambos ser necesarios para determinar las causas del problema.

Si el deterioro resulta por la acción de un fenómeno permanente, podemos enfrentar éste para su eliminación, o bien proteger al concreto si no es posible lo primero. Cuando el deterioro es provocado por una causa aislada o por una serie de acontecimientos, el trabajo de reparación generalmente se inicia de inmediato.

### PRIMERA PARTE: CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL CONCRETO

Para seleccionar el tipo de técnicas y materiales de reparación que deberán usarse y poder obtener buenos resultados en la reparación, es esencial determinar las causas que provocaron el deterioro. Para ello, se determina el tipo de deterioro, el grado de daño sufrido, la función de la estructura, si éste es un problema constante o no, la disponibilidad de equipo y mano de obra experimentada, el tránsito esperado o características del ambiente, el tiempo disponible para la reparación, la importancia de la apariencia de la estructura, la capacidad de los recursos disponibles, etc. Algunos problemas comunes de deterioro aparecen en la Tabla I, (Pág. 8).

El concreto agrietado, más que una falla en sí, es síntoma de un problema. Las causas más comunes del agrietamiento son: diseño estructural deficiente, sobrecargas, excesiva contracción del concreto, la reacción álcali-agregado, o baja resistencia del concreto. El patrón del agrietamiento, su localización, la profundidad y extensión de las grietas, la presencia de material extraño en las superficies del concreto y diferencias en el nivel, son factores que ayudan a determinar dichas causas.

Puesto que las grietas son generadas por varias causas, es imposible investigarlas todas, pero un profesional experimentado puede detectar rápidamente la causa que originó el agrietamiento. Grietas radiales en el piso alrededor de una columna, por ejemplo, indican que es necesaria una junta de aislamiento. Las grietas en losas de pavimentos o pisos en donde una parte del concreto está más baja que otra, usualmente indican asentamientos diferenciales de la subrasante. El agrietamiento localizado sobre zonas de tránsito, por su parte, es evidencia de que el espesor de las losas es insuficiente, tiene poco acero de refuerzo y/o una sub-base inestable.

En la mayoría de los casos, las grietas deberán considerarse activas si su origen no puede ser determinado



o si aparecen y continúan desarrollándose después de que el concreto se ha endurecido.

Se considera inactivo el agrietamiento cuando no se espera que la causa que lo produjo vuelva a aparecer. En esta categoría están las grietas por contracción plástica, por sobrecargas temporales, por aserrado de las juntas de losa en un tiempo inadecuado, etc. Usualmente, una grieta inactiva puede ser reparada en forma permanente una vez que todo el agrietamiento se haya presentado.

A continuación, se tocan algunos tipos comunes de deterioro del concreto:

### **Expansión álcali-agregado**

Es la reacción química entre ciertos componentes de algunos agregados y los álcalis del cemento Portland, que puede iniciarse desde el mismo momento en que el concreto ha sido colocado o bien, podría aparecer después de varios años. Esta es una reacción interna cuya manifestación en la superficie puede variar desde pequeñas grietas sin importancia, hasta la total destrucción del concreto. Estas grietas se presentan en forma de "mapas", muy difundidos, que en casos extremos pueden alcanzar hasta 1 cm de ancho. Las grietas se llenan de un material amorfo y si se examina la superficie del concreto, dará la apariencia que tiene "polvo de gis" y es frágil. Con ayuda de un lente de aumento, se podrá observar que la superficie del agregado no tiene la misma apariencia en su interior o del residuo de la pasta de cemento endurecida.



Los agregados potencialmente reactivos contienen algunos de los siguientes minerales: ópalo, calcedonia, tridimita, cristobalita y ciertas zeolitas. Para definir claramente esta reacción, que es progresiva - especialmente en presencia de humedad- es necesario hacer un examen petrográfico. En ocasiones se puede detener la reacción si se impide la entrada de agua al concreto; sin embargo, la solución adecuada a este problema es reemplazar totalmente el concreto, utilizando agregados no reactivos y/o un cemento con bajo álcali.

### **Cavitación**

Es la erosión del concreto, causada por el rápido movimiento de un líquido sobre la masa del concreto. La cavitación es especialmente intensa cuando la superficie del concreto es irregular, con lo cual se altera el flujo de líquidos. En áreas de alta turbulencia, se forman pequeñas burbujas de vapor que se sitúan debajo de la corriente e implosionan por condensación. Aún cuando la implosión en sí no es suficiente para causar un serio deterioro del concreto, la destrucción de estas burbujas produce presiones hasta de 7,000 kg/cm<sup>2</sup>. La erosión típica por cavitación de líquidos se presenta en agrietamiento y desgaste en forma de panal de abeja; también es identificable por el ruido sordo y el crepitar de la implosión de las burbujas de vapor de agua.

### **Agrietamiento superficial**

Son grietas hexagonales que se presentan generalmente después de que el concreto ha endurecido. Este agrietamiento resulta de la contracción del concreto en la superficie en forma más rápida que en el interior de la masa del concreto, y es causada por una mezcla demasiado rica o con alto revenimiento, por iniciar rápidamente la operación de acabado o acabado excesivo, esfuerzos térmicos a edades tempranas o pérdida de humedad por clima caliente, seco y airoso y/o subrasante absorbente. Aún cuando el agrietamiento superficial es inactivo, al estar expuesto el concreto a condiciones ambientales adversas, puede llevar a un deterioro progresivo del concreto.

El agrietamiento controlado como es el caso de formar juntas, generalmente no requiere reparación. Este tipo de agrietamiento puede dejarse sin tratamiento, o bien rellenar la grieta con un material elastomérico. Si se manifiesta como un agrietamiento al azar que no sigue un patrón predeterminado, frecuentemente sí requiere de una reparación en detalle.

### **Formación de superficies polvosas**

Ocurre cuando la superficie del concreto es suave y se desprende rápidamente por la acción del tránsito o la abrasión. Este fenómeno se manifiesta como un polvo fino y es más frecuente encontrarlo en pisos, donde la abrasión y el tránsito son muy pesados. En ocasiones también se presenta en muros de manera tan severa, que impide la aplicación de pintura u otros recubrimientos.

Las causas más comunes de este fenómeno son: mezclas de concreto con exceso de agua, puesta en

servicio en forma prematura o esfuerzos excesivos del elemento, materiales orgánicos en los agregados o curado inadecuado del concreto. Otra causa también es la carbonatación de la superficie del concreto, por ejemplo, debido al uso de calentadores en lugares sin ventilación, cuando hay temperaturas ambientales bajas.

### **Eflorescencia**

Es la aparición de sales cristalinas sobre la superficie del concreto. Este fenómeno es ocasionado por el agua que emigra del interior de la masa del concreto hacia la superficie, donde se evapora depositando las sales. La eflorescencia es común en el concreto y no es perjudicial a menos que el depósito de sales sea excesivo y arruine la apariencia de la superficie.

### **Daño por fuego**

Es relativamente fácil de identificar, ya que la superficie generalmente estará carbonatada y con agrietamientos o despostilladuras. Los concretos difieren considerablemente en su grado de resistencia al fuego, el cual depende de tres factores:

- 1.- La cantidad de agua de combinación química que se pierde.
- 2.- Cambios químicos que destruyen la adherencia entre la pasta de cemento y el agregado.
- 3.- El gradual deterioro de la pasta de cemento endurecido.

Los agregados se expanden progresivamente al calentarse, mientras que la pasta de cemento endurecido solamente se expande hasta cierto punto, a partir de lo cual empieza a contraerse. La expansión de los agregados en combinación con la contracción de la pasta de cemento, dará como resultado un concreto agrietado que será débil. Asimismo, la humedad en el concreto durante su exposición al fuego determina qué cantidad de vapor se genera dentro de la masa del concreto y por lo tanto, la medida de agrietamiento que ocurrirá.

El fuego intenso también puede afectar la resistencia y la adherencia entre el concreto y el acero, por lo que es necesario examinar cuidadosamente dicho refuerzo antes de iniciar cualquier trabajo de reparación.

### **Descostramiento**

Se presenta cuando el aceite se aplica inadecuadamente en la cimbra, provocando que haya adherencia entre la cimbra y el concreto. Consecuentemente, durante la operación del descimbrado, el concreto pegado a la cimbra se desprende resultando en áreas irregulares y resquebrajadas.

### **Pequeños huecos**

Estas se diferencian de las grietas porque su profundidad es mayor que su longitud y ancho. Para resanar estos huecos, el material deberá ser colocado de tal manera -normalmente en forma de machimbrado- que haya perfecta adherencia entre el resane y el concreto, a excepción de los huecos muy pequeños, en los cuales es innecesaria la esmerada reparación del defecto. En caso de no limpiarse y arreglarse cada hueco adecuadamente, el resane por la mayor parte probablemente no se pegará y se desprenderá.

### **Grandes huecos**

En virtud de su tamaño, requieren de más preparación y es importante reparar los huecos tan pronto como sea posible, especialmente los más grandes. Incluso puede llegar a decolorarse la superficie del concreto directamente debajo de un hueco, gracias a la varilla, si no se reparan cuidadosamente tan pronto se presenten.

### **Defecto conocido como panal de abeja**

Resulta cuando se tiene exceso de agregado grueso y existió una técnica de colocación deficiente. Estas áreas pueden ser reparadas por inyección de mortero dentro de los huecos, o bien, reemplazándolo con concreto nuevo. El éxito de la reparación depende de cómo haya sido colocado el agregado grueso.

### **Permeabilidad**

Es un problema resultante de grietas, huecos, poca densidad del concreto, insuficiente espesor del elemento de concreto, general deterioro del concreto o exposición a presiones hidrostáticas para las cuales el elemento no fue diseñado. La permeabilidad actualmente es considerada como un síntoma para investigar la causa específica que la provoca.

### **Ampollamiento o floreado**

Son desprendimientos causados por la expansión de una partícula que está muy cerca de la superficie del concreto. Este fenómeno usualmente se presenta en losas horizontales y los materiales que más a menudo lo causan son: pizarras, lutitas, lignitas, calizas y, en regiones tropicales, sulfuros de hierro. Algunos agregados absorbentes que se expanden cuando son expuestos a la congelación, también pueden causar el ampollamiento. En cualquier caso, la causa de que el material inestable se expanda es la

humedad. A menos que el ampollamiento ocurra rápidamente después de que el concreto ha endurecido, éste podría no presentarse hasta varios años después de que el concreto haya sido colado.

### **Vetas de arena**

Son franjas verticales de arena que aparecen sobre la superficie del concreto y son más perceptibles en el momento del descimbrado. Este fenómeno puede ocurrir cuando el concreto tiene un alto contenido de agua o cuando hay diferencia en los finos de la arena y se coloca en cimbras que no son herméticas. En este caso, la arena y el agua son impulsadas a la superficie dejando una sección arenosa sobre la cara del concreto.

### **Descascaramiento**

Este problema involucra capas relativamente delgadas del concreto que se separan, y aunque puede presentarse en un área limitada podría convertirse en un fenómeno generalizado, extendiéndose gradualmente sobre la superficie total del concreto.

Este fenómeno puede ser ocasionado por la congelación y deshielo severo, uso inadecuado de sales anticongelantes, ciclos prolongados de humedecimiento y secado, prácticas deficientes de acabado, aplicación incorrecta de un vibrado en seco en pisos, ataque químico del concreto, calentamiento por ráfaga de aire caliente y salpicaduras de combustible procedentes de aeronaves.

Para corregir este fenómeno, es necesario conocer la causa que lo origina. Por ejemplo, el descascaramiento causado por el vibrado en seco aplicado a un piso industrial no se puede reparar con el mismo método empleado cuando el descascaramiento resulta por la acción de congelamiento y deshielo.

### **Despostillamiento**

Es un término usado vagamente y se refiere a cuando trozos de concreto se han fracturado por remoción de la cimbra o daños mecánicos, tales como impacto sobre las juntas de losas. El despostillamiento también puede ser causado por corrosión del acero. Es importante definir la magnitud del daño para determinar los materiales y técnicas de reparación a usar.

### **Manchas y color irregular**

Esto puede ser ocasionado por aceites o su incorrecta aplicación, ácido láctico, ciertos jarabes y un número de ácidos -especialmente inorgánicos. Las manchas también pueden resultar por oxidación de hierro y aluminio en o cerca del concreto. Las características dentro de la mezcla también podrían causar color irregular y manchado, debido a las diferencias en el color de las diversas marcas o tipo de cementos, en el color de los agregados, el efecto de los aditivos y de prácticas inadecuadas de curado y acabado. Los efectos que algunas sustancias comunes ocasionan en el concreto, se mencionan en las Tablas II y III.

TABLA1

### **Clasificación de daños en el concreto**

<b>DAÑO EN EL CONCRETO</b>	<b>TÉCNICA DE REPARACIÓN</b>	<b>MATERIAL DE REPARACIÓN</b>
<b>Expansión álcali agregado</b>	Recubrimientos	Revestimientos bituminosos
	Reposición del concreto	Epoxies
	Revestimientos	Materiales para revestimientos
	Reemplazo total	Concreto modificado con látex
		Aceite de linaza
		Concreto de cemento Portland

<b>Cavitación</b>	Recubrimientos Reposición del concreto Revestimientos Mortero aplicado neumáticamente Concreto pre-empacado	Revestimientos bituminosos Epoxies y otros polímeros Materiales para revestimiento Concreto modificado con látex Mortero de cemento Portland
<b>Grietas activas</b>	Retaque Revestimiento Amarre Tensado	Selladores elásticos Materiales para revestimiento
<b>Grietas inactivas</b>	Desbastado por vía ácida Retaque Recubrimientos Reposición del concreto Empacado en seco Pulido Lechada Revestimientos Mortero aplicado neumáticamente Sobrecarpetas con o sin adherencia Limpieza con chorro de arena Tensado	Revestimientos bituminosos Empacado en seco Selladores elásticos Epoxies y otros polímeros Morteros expansivos Materiales de fraguado rápido Materiales para revestimiento Concreto modificado con látex Concreto de cemento Portland Lechada de cemento Portland Mortero de cemento Portland

<p><b>Agrietamiento superficial</b></p>	<p>Recubrimientos</p> <p>Pulido</p> <p>Mortero aplicado neumáticamente</p> <p>Sobrecarpetas con o sin adherencia</p> <p>Aplanado</p> <p>Limpieza con chorro de arena</p>	<p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Materiales de fraguado rápido</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Aceite de linaza</p> <p>Concreto de cemento Portland</p> <p>Lechada de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>
<p><b>Formación de superficies polvosas</b></p>	<p>Desbastado por vía ácida</p> <p>Recubrimientos</p> <p>Pulido</p> <p>Revestimientos</p> <p>Limpieza con chorro de arena</p> <p>Sobrecarpetas con o sin</p> <p>Adherencia</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Revestimientos bituminosos</p> <p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Materiales de fraguado rápido</p> <p>Materiales para revestimiento</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Aceite de linaza</p> <p>Agregados especiales para pisos</p> <p>Endurecedores de superficies</p>
<p><b>Eflorescencia</b></p>	<p>Desbastado por vía ácida</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Concreto de cemento Portland</p> <p>Lechada de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>
<p><b>Daños por fuego</b></p>	<p>Desbastado por vía ácida</p> <p>Retaque</p> <p>Recubrimientos</p> <p>Reposición del concreto</p> <p>Empacado en seco</p> <p>Pulido</p> <p>Revestimientos</p> <p>Reemplazo con mortero</p>	<p>Empacado en seco</p> <p>Selladores elásticos</p> <p>Epóxicos y otros polímeros</p> <p>Morteros expansivos</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Concreto de cemento Portland</p> <p>Lechada de cemento Portland</p>

	<p>Mortero aplicado neumáticamente</p> <p>Concreto pre-empacado</p> <p>Sobrecarpetas con o sin adherencia</p> <p>Aplanado</p> <p>Limpieza con chorro de arena</p> <p>Amarre</p> <p>Tensado</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Mortero de cemento Portland</p>
<b>Descostramiento</b>	<p>Recubrimientos</p> <p>Reposición del concreto</p> <p>Empacado en seco</p> <p>Reemplazo con mortero</p> <p>Mortero aplicado neumáticamente</p> <p>Sobrecarpetas con o sin adherencia</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Empacado en seco</p> <p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Morteros expansivos</p> <p>Materiales de fraguado rápido</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Concreto de cemento Portland</p> <p>Lechada de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>
<b>Pequeños huecos</b>	<p>Desbastado por vía ácida</p> <p>Recubrimientos</p> <p>Empacado en seco</p> <p>Pulido</p> <p>Reemplazo con mortero</p> <p>Sobrecarpetas con o sin adherencia</p>	<p>Empacado en seco</p> <p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Materiales de fraguado rápido</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Lechada de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>

<b>Grandes huecos</b>	<p>Recubrimientos</p> <p>Reposición del concreto</p> <p>Mortero aplicado neumáticamente</p> <p>Concreto pre-empacado</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Epóxicos y otros polímeros</p>
<b>Defectos en forma de panal de abeja</b>	<p>Reposición del concreto</p> <p>Empacado en seco</p> <p>Reemplazo con mortero</p> <p>Concreto pre-empacado</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Empacado en seco</p> <p>Morteros expansivos</p> <p>Concreto de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>
<b>Permeabilidad</b>	<p>Recubrimientos</p> <p>Revestimientos</p> <p>Mortero aplicado neumáticamente</p> <p>Concreto pre-empacado</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Bentonita</p> <p>Revestimientos bituminosos</p> <p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Morteros expansivos</p> <p>Materiales para revestimiento</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Aceite de linaza</p> <p>Concreto de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>
<b>Ampollamiento floreado</b>	<p>Recubrimientos</p> <p>Sobrecarga con o sin adherencia</p> <p>Reemplazo total</p>	<p>Revestimientos bituminosos</p> <p>Epoxies y otros polímeros</p> <p>Morteros expansivos</p> <p>Concreto modificado con látex</p> <p>Aceite de linaza</p> <p>Lechada de cemento Portland</p> <p>Mortero de cemento Portland</p>

		Agregados especiales para pisos
<b>Vetas arenosas</b>	Reposición del concreto Reemplazo con mortero Concreto pre-empacado Reemplazo total	Morteros expansivos Concreto de cemento Portland Lechada de cemento Portland Mortero de cemento Portland
<b>Descascaramiento</b>	Recubrimientos Pulido Revestimientos Mortero aplicado neumáticamente Sobrecarpetas con o sin adherencia Reemplazo total Limpieza con chorro de arena	Bentonita Revestimientos bituminosos Epoxies y otros polímeros Materiales de fraguado rápido Concreto modificado con látex Aceite de linaza Concreto de cemento Portland Mortero de cemento Portland Silicones (únicamente superficies verticales) Agregados especiales para pisos Concreto con fibras
<b>Despostillamiento</b>	Recubrimientos Reposición del concreto Pulido Revestimientos Reemplazo con mortero Mortero aplicado neumáticamente Concreto pre-empacado Sobrecarpetas con o sin adherencia Reemplazo total Limpieza con chorro de arena	Revestimientos bituminosos Epoxies y otros polímeros Morteros expansivos Materiales de fraguado rápido Concreto modificado con látex Aceite de linaza Concreto de cemento Portland Mortero de cemento Portland Agregados especiales para pisos



<b>Manchas y color irregular</b>		
	Desbastado por vía ácida	Epoxies y otros polímeros
	Recubrimientos	Concreto modificado con látex
	Pulido	Concreto de cemento Portland
	Mortero aplicado neumáticamente	Lechada de cemento Portland
	Sobrecarpetas con o sin adherencia	Mortero de cemento Portland
	Aplanado	
	Limpieza por chorro de arena	

TABLA 2

**Los efectos en el concreto de algunas sustancias comunes**

**Sustancias que no atacan al concreto:**

- Derivados del petróleo, ligeros y/o volátiles, arriba de 35o Baume; como por ejemplo: kerosina, nafta, bencina, gasolina (pero se pierden por absorción).
- Ácido oxálico (Es venenoso, no se use en concreto que entre en contacto con comida o agua potable)
- Silicatos
- Alquitrán, antracita y carbón
- Nitrato de calcio, nitrato férrico
- Licores de tanino no ácidos
- Alcohol
- Hidróxido de bario
- Hidróxido de calcio
- Derivados del petróleo, abajo de 35o Baume o más pesados: benceno, tolueno, xileno y cumeno.
- Agua amoniacal
- Bórax
- Ácido oléico
- Pulpa de madera
- Fosfato trisódico
- Sulfuros solubles, excepto sulfuros de amonio
- Urea
- Cloruros de sodio, potasio, calcio, estroncio
- Vino
- Nitrito de zinc
- Carbonatos
- Fluoruros

**Sustancias que atacan muy ligeramente al concreto:**

- Aceite de semilla de amapola
- Aceite de nogal
- Manteca, aceite de manteca
- Aceite de cacahuate
- Aceite de pescado
- Ácido bórico
- Aceite de soya

**Sustancias que atacan ligeramente al concreto:**

- Aceite de linaza
- Resina
- Aceite de coco
- Aceite de olivo
- Melazas
- Aceite de algodón
- Aceite de almendra
- Aguarrás o trementina
- Licor sulfúrico
- Jarabe de maíz y glucosa
- Minerales sulfurados y piritas
- Cloruros de magnesio, fierro, mercurio, cobre y amonio

**Sustancias que atacan lentamente al concreto:**

- Fenol, cresol, lysol, creosota
- Ácido láctico o tánico
- Jugos
- Ácido carbónico en agua

**Sustancias que atacan severamente al concreto:**

Sulfatos ácidos

Sulfatos de calcio, potasio, sodio, magnesio, cobre, zinc, aluminio, manganeso, fierro, níquel y cobalto.

### TABLA 3

#### Los efectos en el concreto de algunas sustancias comunes

##### Sustancias que desintegran lentamente al concreto:

Ácido acético

##### Sustancias que desintegran el concreto:

Ácido sulfúrico

Ácido nítrico

Ácido sulfuroso

Ácido clorhídrico

Sulfatos de amonio

Nitrato de amonio

## TEMA 9: CAUSAS Y SOLUCIONES PARA EL AGRETAMIENTO EN EL CONCRETO

### INTRODUCCIÓN

El concreto, como otros materiales empleados en la construcción, sufre contracciones y expansiones, que son fuertemente influenciadas por condiciones ambientales tales como:

- Humedad relativa
- Temperatura ambiente
- Velocidad del viento

Así como por las características de la mezcla, como son:

- Contenido de cemento
- Relación agua/cemento
- Relación arena/cemento
- Tamaño máximo y forma de la grava
- Granulometría de los agregados
- Cantidad y calidad de finos en los agregados

Y desde luego, por los cuidados que en la obra se tenga del concreto en los procesos de:

- Transporte
- Manejo
- Colocación
- Consolidación
- Terminado
- Curado

Todo esto, sumado a las condiciones de carga y de apoyo de los elementos y al cuidado que se tenga de éstos, primordialmente durante las primeras horas posteriores al colado, determinan la posibilidad de agrietamiento del concreto.

En general, la fisura o agrietamiento puede evitarse o disminuirse si se toman medidas preventivas en el diseño y producción del concreto, así como en los procesos constructivos de los elementos en la obra.

El agrietamiento del concreto es un tema muy amplio, ya que se pueden generar diferentes tipos de fisuras, que se pueden presentar en dos momentos diferentes del colado del concreto:

- 1.-** Antes de que se presente el fraguado
- 2.-** Después de que el concreto ha fraguado

Sin embargo, cabe resaltar que cuando el agrietamiento se presenta en el concreto en estado plástico (sin fraguar), tiene una importante repercusión en el agrietamiento del concreto endurecido.

### CONCRETO FRESCO

En el concreto en estado plástico, se puede presentar agrietamiento por

### Movimientos Durante el Proceso de Construcción

Aquí se pueden señalar, generalmente, dos causas principales:

#### **Asentamiento de la Sub-base**

Cuando la humedad cambia en la misma o bien, por problemas de compactación.

**SOLUCIÓN:** Mejor control de calidad de la sub-base.

#### **Movimiento de la Cimbra**

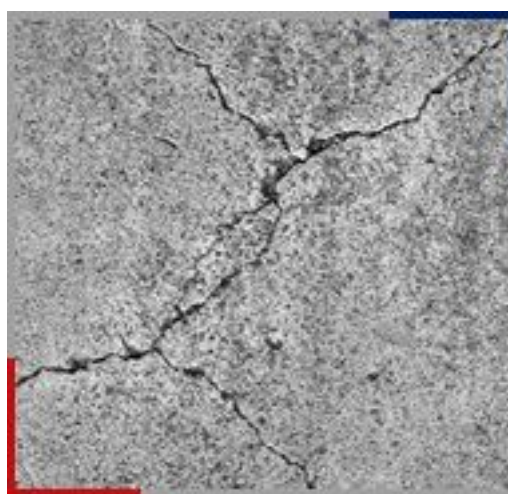
Cuando la presión del concreto sobre la cimbra provoca movimientos, o bien, un inadecuado proceso de construcción o cálculo de la misma causan el mismo efecto.

**SOLUCIÓN:** Construir cimbras adecuadas, bien diseñadas y bien calculadas. \*

#### Agrietamiento por Asentamiento

Cuando se coloca el concreto en la cimbra puede ocurrir que exista alguna obstrucción, ya sea por el acero de refuerzo, por la cimbra o por alguna pieza que se desea quede ahogada en el concreto, que puede provocar, al asentarse el concreto alrededor de esta obstrucción, algunas grietas en este punto.

**SOLUCIÓN:** Utilización de mezclas muy densas de bajo contenido de agua, con una adecuada consolidación en pequeñas capas.



#### Agrietamiento por Contracción Plástica

El concreto, al momento de producirse, contiene el agua necesaria para su trabajabilidad y desarrollo de resistencia, por lo que si el elemento de concreto se mantiene desde su elaboración a una temperatura constante, en un ambiente saturado con humedad, su longitud casi no varía, por lo que no hay contracción, ya que al mantenerse en un medio saturado de humedad no existe evaporación. Aún cuando se da una disminución de volumen, el vapor de agua del medio ambiente penetra progresivamente y se condensa en los poros, reemplazando al que ha cristalizado.

Si la evaporación del agua del concreto empieza antes de finalizar el fraguado, se puede presentar la contracción plástica. El agrietamiento tiene lugar en este caso al cabo de muy poco tiempo, debido a la pérdida de una parte del agua por evaporación, o bien por la absorción del material que trabaja como soporte. Esto se presenta con mayor frecuencia en losas coladas en una atmósfera de humedad relativa baja (tiempo cálido y seco, viento fuerte y seco, etc.).

La contracción plástica de un concreto en diferentes medios a una misma temperatura varía dependiendo de la humedad relativa.

Generalmente, si la temperatura ambiente aumenta sin que varíe la humedad, la humedad relativa disminuye considerablemente, provocando una mayor contracción plástica y la posibilidad de fisuras.

Cabe resaltar que antes de la aparición de una grieta, la tensión en la superficie del concreto es la misma en todas direcciones, modificándose este comportamiento al verse afectado por la presencia de una fisura.

Las fisuras por contracción plástica pueden no ser visibles, a menos que se mojen, ya que el agua penetra por ellas por capilaridad y señala su trayectoria.

**SOLUCIÓN:** Adecuados manejos de los procesos de curado y protección durante el colado.

## CONCRETO ENDURECIDO

Una vez que el concreto ha endurecido, desde el momento en que termina su proceso de fraguado y en edades posteriores, se puede presentar agrietamiento por diversas causas, entre las cuales se encuentran:

### Grietas Debidas a la Contracción por Secado

La contracción por secado se debe a la evaporación del agua de los poros y por lo tanto, es concebible que pueda variar aproximadamente con el volumen de estos.

Si la contracción se inicia antes de haber finalizado el fraguado (Contracción Plástica), la contracción por secado a través del tiempo puede ser de mucha mayor importancia que cuando se presenta después del fraguado.

Además, si durante los primeros días la contracción por secado es débil, no habrá agrietamiento.

Existen varias condiciones que influyen en el comportamiento de la contracción por secado, entre las que se encuentran:

### La Superficie Expuesta del Concreto

A mayor superficie, mayor la posibilidad de evaporación del agua.

El Diseño de la Mezcla y la Configuración Granulométrica de los Agregados  
Estos determinan significativamente el volumen de poros en el concreto.

### El Contenido de Cemento

En dosificaciones de cemento muy altas, en las que también puede aumentar el contenido de agua, hay un mayor índice de contracción.

### Humedad Relativa y Temperatura Ambiente

La contracción por secado es lenta y por lo general la humedad relativa media anual influye de manera importante en la contracción.

### El Tipo de Cemento

Aunque en menor medida, la contracción depende de la constitución físico-química del cemento, ya que la contracción es mayor cuando más concentrada es la solución acuosa intersticial (álcalis, cloruros).

La contracción depende de la geometría de los poros iniciales y de las características físicas del líquido intersticial. Así, el agrietamiento debido a la contracción por secado a largo plazo (hasta varios meses) aumenta con la finura y la dosificación del cementante.

También, cabe aclarar que la mayor parte de los álcalis solubles aumentan (y aceleran) la contracción por secado. Los álcalis del clinker son solubles en agua, mientras que los álcalis de las puzolanas y escorias están incluidos, en su mayoría, en compuestos vítreos insolubles, por lo que se debe considerar que la adición de puzolana al clinker tiene, además, la propiedad de absorber los álcalis e insolubilizarlos bajo la forma de sílico-aluminatos alcalinos hidratados, permitiendo reducir la contracción por secado a igual finura.

En cuanto al desarrollo de fraguado y resistencia, se ha analizado que los cementos de endurecimiento lento son menos propensos al agrietamiento que los cementos de endurecimiento rápido, debido a que los cementos de fraguado lento se "adaptan" mejor a la contracción, gracias a su mayor fluencia.

**SOLUCIÓN:** Utilización de mezclas densas con contenido bajo de cemento, al igual que con superfluidificantes que permitan una relación agua/cemento baja, con un curado adecuado y el uso de cemento puzolánico.

### Agrietamiento Debido al Acero de Refuerzo

Cuando se "arma" el concreto, se considera que su resistencia a la tracción sólo se debe a las armaduras. Sin embargo, un concreto con resistencia nula a la tracción no tendría interés en ser armado, ya que su cohesión sería nula; por otra parte no tendría ninguna adherencia al acero de refuerzo.

En este caso, la rotura de adherencia entre el concreto y una armadura con el recubrimiento suficiente, tiene lugar primeramente por fricción a lo largo de la superficie, aproximadamente cilíndrica, que envuelve las irregularidades macro y microscópicas del acero, ya que la adherencia del concreto al acero es igual a la resistencia a la fricción del concreto a lo largo de esa armadura.

Así, el concreto puede presentar fisura paralela a las armaduras, ya sea a causa de la corrosión y de la dilatación del acero de refuerzo, o bien a causa del deslizamiento si éste sobrepasa la dimensión media de las irregularidades del acero y de los granos más pequeños del agregado y será mayor, cuanto menor sea el espesor del recubrimiento alrededor del armado.

**SOLUCIÓN:** La velocidad de penetración de las humedades es menor mientras menos permeable sea el concreto, mientras mayor sea su dosificación de cemento y mientras más fino sea éste. De igual manera disminuye cuando el espesor a atravesar aumenta, así como su densidad.

#### Reacción Química Álcali-Sílice

Los álcalis del cemento Portland atacan muy lentamente a la sílice amorfa (y eventualmente a la alúmina) de ciertos agregados reactivos procedentes de rocas volcánicas, o de ciertos productos vítreos artificiales, ya que se forma así un silico aluminato alcalino hidratado, casi sin solución de sílice.

Esta reacción tiene lugar en un medio húmedo, ya que favorece la migración de los álcalis del cemento.

**SOLUCIÓN:** Limitación de los elementos reactivos del agregado, limitación de los álcalis del cemento, así como la adición de material puzolánico adecuado.

#### Agrietamiento por Contracción Térmica (Temperatura Interna)

La hidratación de los constituyentes anhidros del cemento es una reacción exotérmica (genera calor), ya que el cemento, al reaccionar, devuelve en el concreto una parte del calor que había adquirido en el horno (clinker), en el alto horno (escoria) o en el volcán (puzolana).

En este caso, la pendiente máxima de la curva del calor de hidratación corresponde aproximadamente al fraguado, ya que al finalizar se ha desprendido alrededor de un 25% del calor de hidratación y, 24 horas más tarde, alrededor del 50%. Es en este momento que se pueden generar fisuras en el concreto por esta causa, ya que el calor de hidratación del conglomerante puede elevar la temperatura del concreto en varios grados centígrados.

**SOLUCIÓN:** Para disminuir el efecto de la temperatura interna del concreto, se puede utilizar cemento con bajo calor de hidratación, así como mantener un control sobre el incremento de temperatura. Igualmente, se debe fomentar el uso de agregados con un coeficiente térmico de expansión de forma que sea normal y diseñar el armado del concreto adecuadamente.

#### Agrietamiento por Contracción Térmica (Temperatura Externa)

A largo plazo, los efectos del medio ambiente, en condiciones adversas, originan o aumentan el tamaño de las grietas.

Estas pueden ser perjudiciales, tanto para el concreto como para el acero de refuerzo, al reducir la impermeabilidad del concreto.

**SOLUCIÓN:** Con el uso de un sistema de juntas de contracción adecuado, se pueden disminuir los efectos del clima sobre el concreto, al igual que con un armado con acero adecuado a estos requerimientos

#### Agrietamiento por Congelamiento - Deshielo

Este tipo de agrietamiento se puede presentar en regiones en donde la temperatura ambiente desciende frecuentemente por debajo de -5 °C.

Esto es debido a que el agua, por debajo de 0 °C, se cristaliza y experimenta un aumento de volumen de aproximadamente el 9 %, dando lugar, por esta causa, a una fuerte presión en el concreto. Una sola helada, sin embargo, difícilmente puede dar lugar a una fisura visible, ya que el aumento de volumen del hielo es mínimo.

Para una dilatación importante, son necesarios varios ciclos de congelamiento y deshielo, ya que dichos ciclos favorecen la saturación del concreto con agua.

**SOLUCIÓN:** Utilizar agregados durables en condiciones de congelamiento-deshielo, así como concretos de alta resistencia y bajo contenido de agua; y de manera muy importante, incluir aire al concreto, ya que lo hace más resistente al deterioro.

## GRIETAS EN LOSAS DE CONCRETO

### Grietas Causadas por Fallas en Terreno

Las losas de concreto soportan sobrecargas que, junto con su propio peso, tienden a producir asientos del terreno. Si estos desplazamientos verticales no son soportados por el material que la sustenta, se aumenta el claro útil de la losa, dando así que en algunos casos de losas o pavimentos de concreto se presentan fisuras que son debidas a estos asientos del terreno.

En este caso, las grietas que afectan la totalidad del espesor de las losas de concreto son debidas a los movimientos verticales originados por:

- Fallas en el Terreno
- Cargas Permanentes
- Sobrecargas

#### SOLUCIÓN:

Se debe buscar colar sobre un terreno homogéneo, evitando toda clase de fallas del terreno o de la sub-base. Si esto no es suficiente para las cargas permanentes o sobre cargas, el remedio más eficaz puede ser el aumento del espesor de la losa.

### Grietas Causadas por Juntas Inadecuadas

Las losas de concreto experimentan variaciones debidas principalmente a la contracción plástica, contracción por secado y a la contracción y dilatación térmicas que tienden a curvarlas y hacerlas deslizar sobre el terreno con un cierto rozamiento.

**SOLUCIÓN:** Para absorber estos movimientos provocados por los cambios de temperatura o humedad, se deben efectuar juntas en la superficie del concreto.

Estas se hacen, ya sea aserrando o labrando, formando una hendidura de una cuarta parte del espesor de la losa. Estas no deben estar separadas más de 30 veces el espesor de la losa. La longitud conveniente es de aproximadamente 1.5 veces el ancho y deben efectuarse lo más rápidamente posible para evitar que la grieta se presente de forma no inducida.

## TEMA 10: DIFERENCIAS DE VOLUMEN

### COMERCIALIZACIÓN DEL CONCRETO

El concreto premezclado se comercializa, produce y suministra en estado fresco no fraguado, tomando como unidad de medida el m<sup>3</sup>, que es unidad de volumen. Sin embargo, por las especificaciones que el concreto premezclado debe cumplir, se requiere que la dosificación en planta se efectúe por peso, ya que éste método presenta una mayor exactitud y simplicidad.

En la planta productora de concreto premezclado, el control de la dosificación comprende todas las acciones necesarias, antes y durante la dosificación de los materiales, para mantener la calidad del concreto de conformidad con los requisitos especificados.

### CALIBRACIÓN DE EQUIPO

Este control incluye inspecciones, verificaciones y calibraciones sobre los equipos de dosificación y pesado, por lo que todas las básculas son inspeccionadas y probadas en su rango completo por un especialista con el uso de equipo específico para esta evaluación. Así, se garantiza la calidad, homogeneidad, trabajabilidad, y el rendimiento del concreto, definido éste como: "El volumen de mezcla en estado fresco, obtenido a partir de una cantidad de ingredientes conocida".

Las bases para calcular el volumen se describen en la Norma Mexicana NMX C-155 "Concreto Hidráulico - Especificaciones" en vigor, de acuerdo al siguiente criterio :

El volumen de concreto fresco mezclado en una olla (unidad moto-revolvedora) se determina dividiendo el peso total del contenido de ésta, entre el peso promedio por metro cúbico de concreto. El peso promedio se calcula de acuerdo a la Norma Mexicana NMX C-162 "Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido del aire del concreto fresco por el método gravimétrico".

Para conocer el peso volumétrico promedio del concreto se deben realizar 3 pruebas de peso volumétrico, utilizando concreto de diferentes camiones (ollas) para cada una, además de recipientes y equipo adecuado y calibrado de conformidad con la misma norma.



### PORQUE FALTA O SOBRA CONCRETO



Tal y como lo indica la NMX C-155, es interesante destacar que el volumen de concreto endurecido, puede ser, o aparentar, ser mayor o menor que el suministrado debido a diversos factores, entre los que se encuentran:

#### **Deficiente proceso de consolidación**

Que en el elemento de concreto provoca un contenido de aire mayor al del concreto en estado fresco sin colocar.

#### **Intensivo proceso de consolidación**

Lo que origina la exclusión en el concreto del contenido de aire que tenía en estado fresco.

#### **Desperdicio, derrame y/o sobre-excavaciones**

#### **Ensanchamiento de las cimbras**



#### **Asentamiento de las mezclas húmedas y evaporación de agua**

La mayoría de las discrepancias acerca del rendimiento del concreto, están relacionadas con una deficiencia real o imaginaria en el volumen de éste, debido a que cuando se ordena poco concreto para llenar las cimbras y para cuidar las contingencias ya mencionadas, se produce una aparente insuficiencia del rendimiento. Una insuficiencia real de este tipo debe corregirse recurriendo a medidas del peso volumétrico y efectuando los cálculos del rendimiento.

Un exceso de concreto puede significar un problema, pues el sobrante puede deberse a un exceso de contenido de aire o de agregado, o a que las cimbras no se hayan llenado adecuadamente.

### **ERRORES MÁS COMUNES**

En ocasiones, los siguientes factores contribuyen en el aparente déficit en el rendimiento del concreto:

#### **Errores en el cálculo del volumen**

Ya sea del elemento a colar o un espesor de la losa mayor al esperado, así sea por una fracción de cm (un error de 3 mm en una losa de 20 cm de espesor será equivalente a una insuficiencia del 1.5% ó 0.375 m<sup>3</sup>, en un pedido de 25 m<sup>3</sup>).

#### **Desviación o deformación de las cimbras**

El colado sobre rellenos granulares y el asentamiento de la superficie nivelada antes del colado puede incrementar el espesor de la losa.

#### **Una nivelación irregular**

Causada por la presión del concreto.

#### **Derrames y desvíos**

Durante la realización de una obra grande, las pequeñas cantidades del concreto que se derraman al colar o que se usan en plantillas o cimentaciones imprevistas, pueden representar una cantidad total significativa.

### **CÓMO EVITAR DIFERENCIAS EN RENDIMIENTO**

Para evitar o minimizar los problemas en el rendimiento del concreto, se deben realizar algunas acciones como las mencionadas a continuación:

#### **Verificar el rendimiento**

Al iniciarse la obra, verificar el rendimiento mediante pruebas de peso volumétrico del concreto, de acuerdo a lo estipulado en la Norma NMX C-162. Repítase esta prueba si surge algún problema.

### **Realizar la cubicación precisa del cimbrado**

Casi al final de un gran colado, mídase cuidadosamente el volumen por colar, de manera que sea posible ajustar el contenido que se suministrará en los últimos dos o tres camiones, a fin de proveer la cantidad de concreto necesaria. Esto puede evitar la necesidad de 0.5 m<sup>3</sup> extra después de que la planta haya cerrado, o de que los camiones mezcladores hayan sido programados para otros trabajos.

### **Calcular la cantidad adicional**

Calcular la cantidad de concreto que se necesitará para compensar los desperdicios y los incrementos en las dimensiones reales sobre las dimensiones de proyecto; considerar sobre la cubicación obtenida, una tolerancia del 4 al 10% para compensar desperdicios, exceso de excavación y otras eventualidades.

### **Construcción de las cimbras**

Construir las cimbras de manera que soporten la presión del concreto sin sufrir desviaciones o deformaciones.

### **Losas con pendiente**

Para losas con pendiente, la superficie debe estar terminada y compactada con exactitud y a nivel apropiado.

Es así que, de forma simple y con apego a la normatividad existente, se pueden reducir o eliminar las discrepancias en el rendimiento volumétrico del concreto.

## TEMA 11: CAUSAS Y TRATAMIENTO DE LAS EFLORESCENCIAS

### DEFINICIÓN DE EFLORESCENCIAS

Es la acumulación de sales de carbonato de calcio en forma cristalina en la superficie del concreto. Su aspecto físico es el de una pequeña acumulación de mini cristales, generalmente de color blanco, fácilmente disgregables.

### CAUSAS DE LA EFLORESCENCIA

Su formación se deriva de la presencia y circulación de agua en la masa del concreto. Para entender este proceso, es necesario reconocer que el concreto es un material poroso en mayor o menor grado, y que por lo tanto, es susceptible de ser penetrado por el agua, logrando circular libremente en él, y dando origen a una reacción con la pasta de cemento formando hidróxido de calcio, que en la circulación es llevado a la superficie.

Al salir, el agua se evapora y el hidróxido de calcio queda en la superficie, entrando en contacto con el bióxido de carbono que se encuentra en forma libre en la naturaleza, y reaccionando para formar diminutos cristales de carbonato de calcio. Esta es la reacción más común que se presenta en este tipo de procesos, aunque también pueden ocurrir con algunas otras sales como cloruro de sodio o similares, que pueden estar presentes en el agua de mezcla, agua proveniente del subsuelo, agregados, etc.



### PORQUE PREVENIR ESTE TIPO DE PROCESO

En términos generales su aparición no representa ningún riesgo para el funcionamiento de cualquier estructura de concreto, es decir, que su formación sólo representa un deterioro estético de la misma. Pero si tenemos en consideración que la disolución de la pasta de concreto incrementa la porosidad ya existente en la estructura, a largo plazo puede dejar de ser un problema superficial para convertirse en un problema de durabilidad.

### CÓMO PREVENIR SU APARICIÓN

En consideración del origen de las eflorescencias, se debe formular un concreto con un adecuado diseño de mezcla que disminuya el desarrollo de porosidad.

En el proceso de colocación y acabado de las estructuras, se debe tener particular cuidado con la compactación del concreto y su posterior curado. Lo anterior es como finalidad de reducir al mínimo o eliminar la posibilidad de formación de fisuras en la superficie del concreto. De nada sirve diseñar y fabricar un concreto buscando disminución de la porosidad, si por prácticas deficientes de colocación o curado éste termina con fisuramiento superficial.

El número y características de las juntas de construcción debe ser control para que no sean hechas en forma excesiva.

También ayuda un adecuado aislamiento del concreto que impida su contacto con humedad.

## TRATAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez ocurrido el problema, se pueden tomar las siguientes medidas para controlarlo:

- ▣ Identificar la procedencia de la humedad y eliminarla; en caso de no ser posible, aplicar la secuencia siguiente:
- ▣ Limpiar la estructura con agua o ácido clorhídrico diluido al 10%.
- ▣ Aplicar en la superficie de concreto alguna membrana plástica o resina epóxica impermeable (existe gran variedad en el mercado).
- ▣ Realizar pequeñas perforaciones en la estructura y hacer la inyección gravedad de resinas epóxicas impermeables.

## TEMA 12: CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

### INTRODUCCIÓN

La corrosión del acero de refuerzo, representa en forma integral el problema de durabilidad que más afecta a las estructuras de concreto. Por lo tanto, es uno de los deterioros que mayor costo induce en el mantenimiento y operación de las diversas construcciones que se realizan con este material.

### CAUSAS DE LA CORROSIÓN DEL ACERO

Se reconocen dos causas de la corrosión del acero de refuerzo:

- La que se debe a la formación de una corriente eléctrica en el concreto, que es la que con mayor frecuencia se presenta.
- La debida a un ataque químico directo, que es la vista con menor frecuencia.

La primera, y más común, requiere para su ocurrencia la presencia de las siguientes condiciones: falta de protección del acero de refuerzo, presencia de agua, oxígeno disponible y la presencia de agentes corrosivos (Cl<sup>-</sup> y/o CO<sub>2</sub>).

### CONDICIONES DE OCURRENCIA

#### Favorecen la Corrosión

- La presencia de agua y/o oxígeno.
- El proceso de carbonatación (presencia de CO<sub>2</sub>), disminuye de manera superficial el pH del concreto. Aunado a lo anterior, este proceso puede originar un incremento en la porosidad de la estructura.
- Presencia de cloruros en la parte interna de la estructura o en el ambiente que se ubica.

#### Limitan la Corrosión

- Ejecución de un concreto impermeable, con un diseño de mezcla adecuado que reduzca la formación de espacio poroso. Es recomendable la aplicación de una baja relación agua/cemento y la aplicación de adecuados procedimientos constructivos y de curado, para dar un concreto uniforme y de buena compacidad.
- Adecuado dimensionamiento del espesor del recubrimiento de concreto. Este debe ser definido con base al nivel de riesgo de corrosión en la estructura, además se debe ser mantenido o ligeramente incrementado.
- En consideración de las condiciones de servicio de la estructura, limitar el contenido interno de los cloruros, para no superar el límite de riesgo de la corrosión.
- Aplicación directa de recubrimientos en la superficie de la varilla o la colocación de una protección catódica al acero de refuerzo.
- Incorporación de aditivos en la mezcla de concreto que inhiban el desarrollo de este tipo de proceso. Es posible el uso de aditivos inhibidores de la corrosión, o se puede considerar el uso de aditivos minerales finamente divididos que reducen en forma considerable la permeabilidad del concreto.



#### PROCEDIMIENTOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

- Inicialmente, una inspección visual, enfocando la búsqueda a la presencia y orientación de fisuras y aparición de óxido de hierro en la superficie del concreto.
- Inspección física siguiendo la posición del acero de refuerzo, utilizando para ello un martillo común para detectar zonas de mala calidad física asociada con la posición de las varillas; una aplicación más calificada puede implicar el uso del esclerómetro.
- Utilización de un dispositivo electromagnético (Pacómetro), para verificar el espesor del recubrimiento de concreto sobre las varillas.
- Obtención de núcleos de la estructura para estimar la profundidad de la carbonatación y estimar la variación del pH a diferentes profundidades.
- Determinación química del contenido de cloruros solubles en agua.
- Evaluación del grado de pasivación en que se hallan las varillas, utilizando para ello la prueba de potencial eléctrico.

## TEMA 13: GUÍA PARA LA DURABILIDAD DEL CONCRETO

### SUPLEMENTO MEXICANO DEL INFORME DEL COMITÉ ACI 201

Primera versión elaborada por el Grupo de Trabajo No. 1 sobre Durabilidad del Concreto, de la Sección México-Centro y Sur de México

▣ **Manuel Mena Ferrer**

Coordinador

▣ **Alejandro Graf López**

▣ **Luis García Chowell**

▣ **Carlos Gómez Toledo**

▣ **Roberto Uribe Afif**

México, D.F., noviembre de 1989  
(Versión actualizada en abril de 1996)

## CONTENIDO

- |  |  |
|--|--|
| ▣ Prólogo.   | ▣ Fabricación de concreto en clima cálido.   |
| ▣ Planteamiento.                                       | ▣ Concreto en contacto con medios agresivos. |
| ▣ Alcance del suplemento.                              | ▣ Concreto expuesto a la abrasión.           |
| ▣ Condiciones que afectan la durabilidad del concreto. | ▣ Corrosión del acero de refuerzo.           |
| ▣ Características climatológicas locales.              | ▣ Reacciones químicas de los agregados.      |
| ▣ Fabricación de concreto en clima frío.               | ▣ Referencias.                               |

## PRÓLOGO

La Sección ACI México-Capital considera de suma importancia el tema de la durabilidad del concreto, y por ello ha decidido iniciar sus actividades de divulgación técnica con una revisión del tema para las condiciones de la República Mexicana.

Con esta finalidad se formó el Grupo de Trabajo No. 1 sobre Durabilidad del Concreto, integrado por miembros de esta Sección del ACI, quienes juzgaron pertinente cumplir con la encomienda elaborando un Suplemento Mexicano de la Guía para la Durabilidad del Concreto del Comité ACI 201(1), con suficiente amplitud para ser utilizado como un documento independiente.

El trabajo que aquí se presenta corresponde a la segunda versión de este Suplemento.

## PLANTEAMIENTO

En el informe del Comité ACI 201 "Guía para la Durabilidad del Concreto", se examina este tema para las condiciones que son comunes en los Estados Unidos de América. Puede decirse que algunas de estas condiciones no tienen "nacionalidad" y por lo tanto las recomendaciones para prevenir sus efectos en el concreto son válidas dondequiera, pero hay otras que sí son propias de determinadas regiones o países, como es el caso de las condiciones relacionadas con el clima o con la naturaleza de los agregados, por ejemplo.

Por tal motivo, en el Suplemento Mexicano de esta Guía, se aborda el tema tomando en cuenta las condiciones específicas que normalmente existen en la República Mexicana, en los aspectos considerados en la Guía.

## ALCANCE DEL SUPLEMENTO

En la Guía para la Durabilidad del Concreto del Comité ACI 201, se tratan siete subtemas en otros tantos capítulos. El objetivo del suplemento consiste en adaptar su tratamiento a las condiciones locales y hacer referencia a los medios localmente disponibles para prevenir el deterioro prematuro del concreto. En tal concepto, el alcance del suplemento se define en la siguiente relación de capítulos:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Capítulos de la Guía | <input type="checkbox"/> Contenido del Suplemento |
|---|---|

### 1.- Congelación y Deshielo

Debido a que las condiciones climatológicas del país en general difieren de las que prevalecen en los EUA, en el Suplemento se hace referencia a las características climatológicas locales, y para tomarlas en cuenta se incluye tanto la fabricación de concreto en clima frío, como en clima cálido

### 2.- Exposición a Substancias Químicas Agresivas

En el suplemento se concede atención especial al ataque de los sulfatos al concreto; se citan diversas zonas del país en que este ataque puede ocurrir, y los medios para prevenir sus efectos.

### 3.- Abrasión

Considerando que las condiciones locales no difieren de las previstas en la Guía, en el Suplemento solamente se describen las medidas de protección utilizables contra los diversos tipos de abrasión.

### 4.- Corrosión del Acero y de otros Materiales Ahogados en el Concreto

Aún cuando tampoco en este aspecto hay diferencias entre las condiciones locales y las contempladas en la Guía, por su importancia se juzga pertinente hacer un repaso en el Suplemento de las causas que contribuyen a la corrosión del refuerzo y las precauciones que pueden tomarse para evitarla.

### 5.- Reacciones Químicas de los Agregados

Las características locales tienen una gran influencia en este aspecto de la durabilidad del concreto, de manera que en el Suplemento se describen los diversos tipos de rocas potencialmente reactivas con los álcalis que existen en el país, y se mencionan las medidas aplicables para prevenir sus efectos deletéreos.

### 6.- Reparación del Concreto

Las condiciones locales no modifican el tratamiento que se hace de este asunto en la Guía, por lo cual no se incluye en esta versión del Suplemento.

### 7.- Uso de Recubrimientos para Aumentar la Durabilidad del Concreto

Tampoco se incluye este asunto en esta versión del Suplemento, por la misma razón del subtema anterior.

## CONDICIONES QUE AFECTAN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO

La durabilidad de una estructura de concreto puede ser valuada en función de su capacidad para resistir las acciones deteriorantes derivadas de las condiciones de exposición y servicio a que está sometida.



Las condiciones de exposición se refieren a las del medio en que se halla la estructura, en tanto que las de servicio son inherentes a las funciones que desempeña cada estructura en particular, de acuerdo a los fines para los que fue construida.

Según ello, puede decirse que las condiciones de exposición son peculiares de cada sitio y las de servicio emanan de la función específica de cada estructura. Es por tanto necesario, para producir estructuras de concreto durables, hacer la evaluación previa de ambas condiciones y adoptar oportunamente las medidas adecuadas para resistir las acciones deteriorantes que de ella se deriven.

Las condiciones del medio en que se halla la estructura normalmente se refieren a las del medio interno, es decir, las condiciones que prevalecen en el interior del concreto.

Las condiciones del medio ambiente dependen de la posición geográfica y del carácter urbano, rural o industrial del lugar; y las características del medio de contacto corresponden a las del suelo, el agua o cualquier otra sustancia sólida, líquida o gaseosa que eventualmente pueda tener contacto con la estructura.



Las condiciones que prevalecen en el interior del concreto pueden ser químicamente estables o inestables, dependiendo de la compatibilidad de sus componentes. La condición inestable que más afecta la durabilidad del concreto es que se origina cuando se producen reacciones deletéreas entre el cemento y los agregados.

Por lo que respecta a las acciones deteriorantes derivadas de las condiciones de servicio, pueden ser tan variadas como las funciones que desempeñan las estructuras. Sin embargo, hay acciones que se presentan con mayor frecuencia, como son los casos de la corrosión en el acero de refuerzo y de la abrasión mecánica e hidráulica, y que por ello justifican su consideración en especial.

## CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS LOCALES

Las condiciones climatológicas en general, son caracterizadas principalmente por las temperaturas y las precipitaciones pluviales que se suscitan en las diversas épocas del año, y que a su vez dependen de la posición geográfica del sitio, particularmente de su altitud y latitud.

En cuanto a los efectos de la durabilidad del concreto, las temperaturas tienen una influencia importante, en especial cuando son demasiado bajas. De ahí la relevancia que se le concede a los efectos que la congelación produce en el concreto en los países cuyas temperaturas descienden sostenidamente y por largo tiempo a valores inferiores al del punto de congelación del agua.

La República Mexicana se halla situada entre los 15° y 33° de latitud Norte, y es dividida en dos partes aproximadamente iguales por el Trópico de Cáncer, por lo cual astronómicamente debería corresponderle clima cálido a la parte Sur y templado a la parte Norte. Por las variantes propias de la altitud y de otros factores que producen climas locales, esa distribución solo se cumple a medias.

Así, en las zonas bajas de la parte Sur el clima es uniforme cálido y con abundantes precipitaciones pluviales. En la meseta de la región central, el clima suele ser templado, con moderadas variaciones de la temperatura que sólo ocasionalmente y por corto tiempo llega a descender por debajo del punto de congelación. Por último, en la parte Norte del territorio nacional el clima es más variable, pues tiende a ser semi-desértico (particularmente al Norte y Noroeste) con muy pocas precipitaciones y fuertes variaciones estacionales de temperatura, muy cálidas en el verano y frías en invierno, con algunos días consecutivos en que la temperatura se mantiene más baja que el punto de congelación del agua.

En la Figura 1 se presenta un mapa de la República Mexicana que contiene las isotermas correspondientes a las temperaturas mínimas extremas absolutas registradas en el período 1941-1977(2), cuya información se considera útil para definir el riesgo que existe en las diferentes zonas de la República, para que las estructuras de concreto resulten expuestas a los efectos de la congelación y el deshielo. Con esta finalidad, en la Figura 2 se han delimitado cuatro regiones cuyos riesgos en orden descendente se califican como importante, moderado, leve y nulo.

### **Región con importante riesgo de congelación**

Región con importante riesgo de congelación.- Esta región comprende las zonas con temperaturas mínimas inferiores a  $-16^{\circ}\text{C}$  localizadas al Norte de la República, fundamentalmente en el estado de Chihuahua, y que fisiográficamente se ubican en una porción de la Sierra Madre Occidental.

### **Región con moderado riesgo de congelación**

Corresponde a las zonas con temperaturas mínimas comprendidas entre los  $-16^{\circ}\text{C}$  y los  $-10^{\circ}\text{C}$ , que parcialmente abarcan el Norte y Noroeste de la República, incluyendo todo el estado de Coahuila y parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Durango y Zacatecas. Fisiográficamente, esta región comprende porciones del Desierto Sonorense, la Sierra Madre Occidental, la Sierra y Llanos del Norte, la Sierra Madre Oriental, la Gran Llanura de Norteamérica y la Mesa del Centro.

### **Región con leve riesgo de congelación**

En esta región se agrupan las zonas cuyas temperaturas mínimas fluctúan entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $0^{\circ}\text{C}$ , las cuales ocupan de manera irregular el Noroeste, Noreste y Centro de la República, y que abarcan partes de las provincias fisiográficas de la Península de Baja California, el Desierto Sonorense, la Llanura Costera del Pacífico, la Llanura Costera del Golfo Norte y el Eje Neovolcánico.

### **Región con nulo riesgo de congelación**

Región con nulo riesgo de congelación.- Esta región corresponde al resto de la República, es decir, todas aquellas zonas donde las temperaturas mínimas siempre resultan mayores de  $0^{\circ}\text{C}$ . Geográficamente se sitúa al Sur y Sureste de la República y en el extremo Sur de la Península de Baja California, ocupando las provincias fisiográficas de la Sierra Madre del Sur, la Llanura Costera del Golfo Sur, la Península de Yucatán, las sierras de Chiapas y la Cordillera Centroamericana.

Al igual que para las condiciones de clima frío, en la figura 3 se presenta un mapa de la República Mexicana que contiene las isotermas correspondientes a las temperaturas máximas extremas absolutas registradas en el período 1941-1977(2), cuya información se considera útil para definir el riesgo por clima cálido que existe en las diferentes zonas de la República. Con esta finalidad, en la figura 4 se han delimitado tres regiones cuyos riesgos en orden descendente se califican como: importante, moderado y leve.

### **Región con importante riesgo por clima cálido**

Esta región comprende una pequeña porción de la costa del estado de Sonora, donde se registran temperaturas máximas mayores a los  $52^{\circ}\text{C}$  y que fisiográficamente se puede relacionar a una mínima parte del Desierto Sonorense.

### **Región con moderado riesgo por clima cálido**

Región que contiene a las zonas cuyas temperaturas máximas oscilan entre  $40^{\circ}\text{C}$  y  $52^{\circ}\text{C}$ , que parcialmente abarcan el Noroeste, Noreste, Centro y Sur de la República y una zona reducida del Sureste de la Península de Baja California, y que abarcan partes de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Occidental, península de Baja California, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas.

### **Región con leve riesgo por clima cálido**

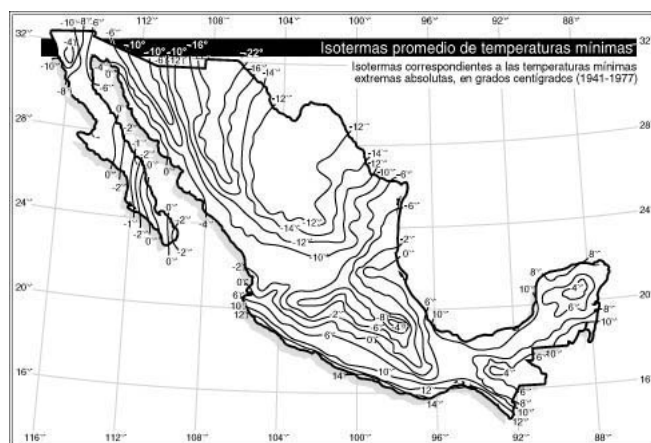
Esta región corresponde al resto de la República, es decir, todas aquellas zonas donde las temperaturas máximas se mantienen por debajo de los  $40^{\circ}\text{C}$ . Geográficamente se sitúa en porciones del Norte, Sur y Sureste, ocupando prácticamente algunas secciones de todas las provincias fisiográficas en que se divide la República.

En consecuencia, para tomar en cuenta las condiciones climatológicas extremas del territorio nacional, es necesario considerar tanto las estructuras de concreto que se fabrican y exponen a bajas temperaturas, como las que se construyen y prestan servicio en clima cálido, húmedo o seco.

## **FABRICACIÓN DEL CONCRETO EN CLIMA FRÍO**

En el capítulo 1 de la Guía ACI 201 se trata ampliamente el tema de la congelación y el deshielo del concreto, examinando su mecanismo, efectos dañinos y medidas de protección, que desde luego son aplicables en los sitios de la República donde se presentan estas condiciones.

FIG. 1



A manera de recapitulación, es oportuno mencionar las principales precauciones que deben tomarse durante la construcción de estructuras de concreto en clima frío, sin detrimento de la aplicación de todas aquellas prácticas constructivas que son recomendables en cualquier obra de concreto.

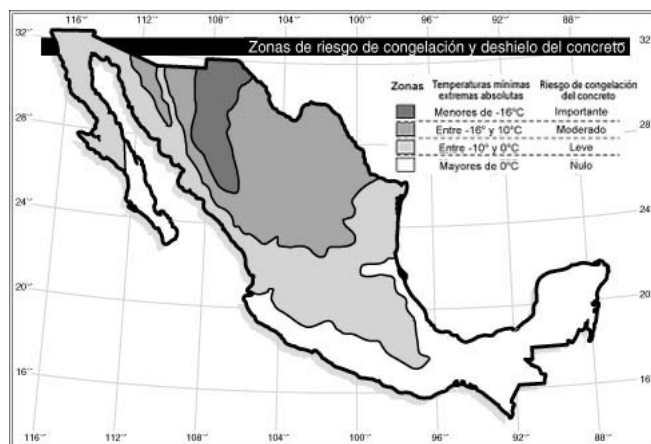
**a) Diseño de la mezcla de concreto apropiada.**

Para cumplir con esta previsión, se requieren usar componentes del concreto (cemento, agregados, agua y aditivos) con características y calidad adecuadas, y emplear una relación agua/cemento conveniente.

El cemento debe ser preferentemente Portland, tipo I o tipo II y debe cumplir con los requisitos de calidad aplicables a su tipo, según la Norma Mexicana NMX C-1 (3).

Los agregados pueden ser de origen natural o producidos por trituración, y deben cumplir con la calidad especificada en la norma NMX C-111(4), con especial requerimiento de que pasen holgadamente la prueba de sanidad, conducida según el método NMX C-75(5); este requisito puede omitirse si se emplean agregados con antecedentes de buena durabilidad en condiciones similares a las previstas.

FIG. 2



El uso de un aditivo inclusor de aire (NMX C-200)(6) es una condición obligatoria, de manera tal que el contenido de aire incluido en el concreto resulte dentro de los valores indicados en la Tabla 1.4.3 de la Guía ACI 201. El empleo de un aditivo acelerante de la resistencia (NMX C-255)(7) es opcional, pero debe evitarse el uso de cloruro de calcio, o de aditivos que contengan cloruros, cuando exista el peligro de ataque por sulfatos al concreto o de corrosión en el acero de refuerzo.

Para seleccionar la relación agua/cemento deben compararse los requisitos de resistencia y durabilidad, para aplicar el más estricto en el diseño de la mezcla de concreto, tal como se encuentra previsto en la Práctica Recomendada ACI 211.1(8), utilizando los datos contenidos en las tablas 5.3.4 (a) y (b) de esta Práctica.

**b) Elaboración, colocación y mantenimiento del concreto a la temperatura adecuada.**

En la Práctica Recomendada por el Comité ACI 306(9) se describen extensamente todas las medidas adecuadas para efectuar colados de concreto en tiempo frío. Entre estas medidas, es importante subrayar la que concierne a la temperatura del concreto, cómo se coloca en la estructura y cómo se mantiene durante los primeros días después de su colocación.

En términos generales, lo pertinente es que al mezclar el concreto, éste posea una temperatura adecuada para la hidratación del cemento y así se conserve el tiempo necesario, protegiéndolo hasta que adquiera suficiente resistencia para soportar sin daño la remoción de las cimbras y los efectos de las bajas temperaturas ambientales. Asimismo, es necesario que al final del período de protección se evite el choque térmico producido por un enfriamiento brusco, adoptando medidas para que este sea gradual.

La temperatura que debe procurarse en el concreto al mezclarlo, depende básicamente de la temperatura ambiente, el espesor de la estructura por colar y el consumo unitario de cemento en el concreto. En la Tabla 1.4.1 de la Práctica ACI 306 se dan recomendaciones al respecto, de la cual se extraen los siguientes datos útiles para las condiciones que pueden presentarse en la Zona Norte del país

Concepto	Espesor de las secciones (m)			
	Muy delgado	Delgado	Moderadamente Masivo	Masivo
	( <0.3 )	( 0.3 - 0.9 )	( 0.9 - 1.8 )	( >1.8 )
<b>Tamaño Máximo del Agregado, mm</b>	20	40	75	150
<b>Consumo Aprox. cemento, kg/m<sup>3</sup></b>	360	300	240	180
<b>Temperatura mínima °C que debe tener el concreto al mezclarlo, cuando la temperatura media diaria ambiental es:</b>				
<b>Mayor de -1 °C</b>	16	13	10	7
<b>Entre -1 °C y -18 °C</b>	18	16	13	10
<b>Temperatura mínima °C que debe tener el concreto al colocarlo en las formas</b>				
	13	10	7	5

Al término de la colocación del concreto, la estructura debe protegerse con aislamientos térmicos, de manera tal que la temperatura del concreto se conserve por encima de los valores indicados. Esta protección debe prolongarse el tiempo necesario hasta que el concreto alcance la resistencia suficiente para permitir sin daño el retiro de las cimbras soportantes, con reapuntamiento simultáneo.

Para aumentar la temperatura del concreto al mezclarlo, el medio más efectivo consiste en precalentar el agua, pero no tanto que pueda provocar el fraguado instantáneo del cemento. Para las condiciones que llegan a ocurrir en el Norte de la República, debe ser suficiente calentar el agua de mezclado a una temperatura entre 50°C y 60°C para que el concreto alcance las temperaturas mínimas requeridas. Una recomendación adicional consiste en mezclar primero el agua caliente con los agregados fríos para equilibrar la temperatura, y después añadir el cemento incrementando en un 25% el tiempo normal de mezclado.

### c) Remoción de las cimbras a edad pertinente.

El fraguado y el endurecimiento del concreto se desarrollan más lentamente a medida que la temperatura es menor; por tal motivo, las estructuras que se cuelan en clima frío requieren mayor tiempo para permitir la remoción de las cimbras soportantes en condiciones de seguridad. Asimismo las cimbras, cuando no son metálicas, suministran cierta protección al concreto contra las bajas temperaturas del ambiente, lo que constituye un motivo adicional para retrasar su retiro durante los trabajos efectuados en tiempo de frío. Para la remoción de las cimbras soportantes con repuntalamiento simultáneo, normalmente se requiere que el concreto alcance una resistencia mayor del 50% de su resistencia de proyecto ( $f'c$ ), según los especifique en cada caso el proyectista responsable. El tiempo que el concreto requiere para alcanzar dicha resistencia, puede determinarse ensayando especímenes conservados en las mismas condiciones de curado de la estructura que representan, o bien aplicando relaciones resistencia-madurez previamente establecidas de la manera que se indica en la Práctica ACI 306.

En ausencia de facilidades para hacer esa determinación, pueden aplicarse los datos de la Tabla 7.7 de dicha Práctica, en la que se indican los tiempos mínimos que debe durar la protección de la estructura antes de proceder al descimbrado con reapuntalamiento simultáneo, según las temperaturas a que se encuentre el concreto y los niveles de resistencia requeridos (en función de  $f'c$ ) para que la remoción de las cimbras se realice con seguridad.

Para poder aplicar estos tiempos mínimos de protección e inicio del descimbrado, se requiere conocer la temperatura en el interior del concreto, para lo cual es necesario llevar un registro continuo de la misma a partir de la fecha de colado, a fin de comprobar que dicha temperatura siempre se ha mantenido arriba de 10°C, que es la mínima necesaria para que la resistencia del concreto se desarrolle al ritmo que fue previsto al establecer esos tiempos. De lo contrario, si no se dispone de esa información, es preferible atenerse a la prueba de especímenes representativos del concreto, curados en idénticas condiciones que la estructura.

## FABRICACIÓN DE CONCRETO EN CLIMA CÁLIDO

Las altas temperaturas ambientales también pueden resultar perjudiciales para la calidad y durabilidad de las estructuras de concreto, si no se toman las precauciones necesarias desde su elaboración. El Informe del Comité ACI 305(10) describe detalladamente todas las medidas precautorias que suelen adoptarse para la ejecución de colados en tiempo caluroso. Con base en este informe, en lo que sigue se resumen las principales medidas de esta índole, las cuales son aplicables tanto en la zona Sur del territorio nacional en que el clima cálido prevalece casi todo el año, como en la zona Norte, donde se manifiestan muy altas temperaturas ambientales durante el verano, habida cuenta que en este último caso las condiciones son más severas por la baja humedad relativa del ambiente y la frecuente presencia de vientos.

FIG. 3



**a) Diseño de la mezcla de concreto apropiada.**

Los componentes de una mezcla de concreto para colados en clima caluroso deben seleccionarse no sólo en función de estas condiciones, sino también de las que posteriormente ocurrirán durante la operación de la estructura. Por ejemplo, el concreto que se utiliza para una estructura que se construye durante el verano en condiciones calurosas, puede requerir un aditivo inclusor de aire para protegerlo de las heladas que en el mismo sitio se presenten en invierno. Sin considerar casos de estructuras especiales, como las de concreto masivo, por ejemplo, a continuación se mencionan criterios generales para establecer la composición de mezclas de concreto aplicables a la construcción de estructuras ordinarias en clima cálido.

El cemento puede ser Portland, tipo I o tipo II, conforme a los requisitos de la Norma NMX C-1, o Portland-puzolana de acuerdo con la calidad establecida en la norma NMX C-2(11). En cualquier caso, debe procurarse que el consumo unitario de cemento en la mezcla, sea el mínimo necesario para que el concreto cumpla con la calidad especificada.

Los agregados deben ser de calidad normal, según lo establecido en la norma NMX C-111. En este caso, debe prestarse especial atención al cumplimiento de todas aquellas características o propiedades de los agregados que puedan influir desfavorablemente con su incumplimiento, en el requerimiento de agua de mezcla del concreto.

Los aditivos recomendables en este caso son: un agente reductor del agua de mezclado (NMX C-255), que opcionalmente puede ser también retardante del fraguado y un agente inclusor de aire (NMX C-200) para cuando la estructura deba soportar temperaturas de congelación durante el invierno.

La relación agua/cemento debe seleccionarse comparando los valores requeridos para cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad, a fin de utilizar el que sea menor, de conformidad con lo recomendado en la Práctica ACI 211.1 Para definir la relación agua/cemento requerida por durabilidad, deben considerarse las condiciones específicas del sitio donde se construye la estructura y las características de ésta, independientemente de que el clima durante la construcción sea cálido. Como ejemplo, en la siguiente relación se indican los valores máximos de la relación agua/cemento (A/C) que son recomendables por concepto de durabilidad en algunos tipos de estructuras, en las condiciones señaladas

Tipo de estructura y condiciones de exposición y servicio		A/C máxima sugerida por durabilidad ( * )
Estructuras de concreto simple o reforzado, con secciones delgadas expuestas a la intemperie, en sitios con algunas nevadas y temperaturas de congelación durante el invierno.		0.50
Estructuras de concreto sujetas a ciclos de humedecimiento y secado, en clima benigno:		
<input checked="" type="checkbox"/> Si el medio de contacto no es químicamente agresivo	Concreto simple	0.58
	Concreto reforzado	0.55
<input checked="" type="checkbox"/> Si el medio de contacto es químicamente agresivo, en concreto simple o reforzado ( ** )		0.45
Estructuras de concreto simple o reforzado para almacenamiento de agua, o expuestas a contacto con agua que actúa bajo presión.		0.48

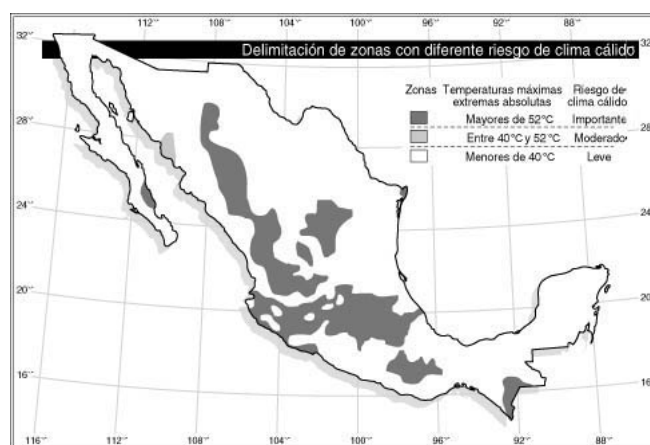
( \* ) Este requisito deja de operar si para obtener la resistencia especificada se requiere emplear una relación A/C más baja.

( \*\* ) En este caso debe emplearse, además, un cemento de composición química adecuada.

## b) Elaboración y colocación del concreto a la temperatura adecuada.

Por las razones expuestas en la Práctica ACI 305, es inconveniente para la resistencia y durabilidad potencial del concreto, que su temperatura al elaborarlo sea demasiado alta. En este aspecto, el Comité ACI 305 no especifica una temperatura límite máxima en el concreto para el colado de estructuras ordinarias, por la diversidad de características y circunstancias que pudieran existir, y solamente advierte que en cada caso particular hay una temperatura máxima, probablemente comprendida entre 24°C y 38°C, que no conviene rebasar en el concreto recién mezclado. Sin embargo, dada la frecuencia con que esta cuestión se presenta en las condiciones climáticas locales, se estima pertinente ofrecer algunos datos más específicos.

FIG. 4



Tomando como nivel medio de referencia una temperatura "ideal" de 21°C, los valores normalmente admisibles para la variación de la temperatura del concreto en su etapa de fraguado y endurecimiento se sitúan dentro de un intervalo de  $21 \pm 11^\circ\text{C}$  aproximadamente. Así, para los colados efectuados en tiempo frío, se recomienda adoptar las medidas necesarias para que la temperatura del concreto en esa etapa no descienda por debajo de 10°C, y para los colados de estructuras ordinarias en tiempo caluroso suele requerirse que la temperatura de colocación dentro del concreto no exceda de 32°C; límite máximo que inclusive se puede reducir a 27°C cuando los colados se efectúan en zonas áridas, de clima cálido y seco (12).

Para los colados que se llevan a cabo bajo temperaturas ambientales cercanas a 40°C, resulta prácticamente imposible cumplir con estos límites, a menos que se tomen medidas para abatir la temperatura del concreto al mezclarlo. Como se sabe, el agua de mezcla es el componente que comparativamente ejerce mayor influencia en la temperatura de elaboración del concreto. Consecuentemente, el medio más efectivo para abatir dicha temperatura consiste en enfriar el agua de mezcla, o bien sustituirla parcialmente por hielo en escamas o finamente molido.

Si bien el calentamiento del agua, para colados en tiempo frío, es una medida fácilmente realizable en casi cualquier obra, su enfriamiento o el uso de hielo son medidas que requieren el empleo de equipos e instalaciones especiales, por lo que su aplicación no resulta tan accesible. Debido a ello, el enfriamiento del concreto para colados en tiempos calurosos es una práctica que en el medio local sólo se aplica en obras de cierta importancia. No obstante, existen algunas medidas sencillas que si bien no son tan efectivas, son en cambio realizables en cualquier obra y pueden permitir que la temperatura de elaboración y colocación del concreto se mantenga por debajo de un límite máximo del orden de 32°C, mientras que las temperaturas ambientales no sean demasiado altas, esto es, que no excedan de 40°C aproximadamente.

Las principales medidas que pueden servir para dicha finalidad son:

- 1.- Atenuar el calentamiento de los agregados por efecto del sol, cubriendo los depósitos de uso inmediato.
- 2.- Conservar húmedas las gravas en los almacenamientos, para que la evaporación del agua superficial provoque un descenso de su temperatura.
- 3.- Mantener el agua de la mezcla a la temperatura original de suministro, almacenándola en depósitos enterrados y protegiendo las tuberías de conducción con aislamiento térmico.
- 4.- Evitar el empleo de cemento caliente, disponiendo de una adecuada capacidad de almacenamiento.
- 5.- Prevenir el sobrecalentamiento del concreto entre la salida de la mezcladora y su colocación en los moldes, protegiéndolo adecuadamente contra el sol y el ambiente en este lapso.
- 6.- Tratar de efectuar los colados en las horas en que las temperaturas ambientales sean menores.

### c) Protección y curado del concreto recién colocado.

El concreto recién depositado en los moldes en un ambiente caluroso, se halla expuesto a perder rápidamente agua por evaporación, riesgo que todavía es mayor si el ambiente es seco y/o coincide con la presencia de vientos. Se sabe que el secado prematuro del concreto afecta el desarrollo de la resistencia y es fuente de cambios volumétricos que a su vez originan agrietamientos capaces de mermar la durabilidad potencial de las estructuras.

La protección y cuidados iniciales al concreto recién colado en ambiente caluroso deben encaminarse a la prevención del secado prematuro, para lo cual es útil proveer cubiertas y barreras que protejan al concreto tierno de los rayos del sol y del viento, y suministrarle un sistema de curado eficaz a la brevedad posible después de su curación. En la práctica recomendada por el comité ACI 308 (13), se hace una amplia descripción de los diferentes procedimientos y materiales que se utilizan para el curado del concreto.

Es pertinente hacer notar que la deficiencia en el curado del concreto, es una de las causas que mas frecuentemente demeritan la durabilidad de las estructuras. El mejor curado en tiempo caluroso es aquél que se puede aplicar de inmediato sobre la superficie del concreto recién terminada y que es efectivo para conservar húmedo el concreto, ya sea evitando la evaporación de su agua interna o por aportación de agua externa para reponer la que se evapora.

Cuando el requisito de prontitud es esencial en el curado, como en el caso de pavimentos de concreto colocados en ambiente caluroso, seco y/o con viento, suele optarse por un procedimiento que inhiba la evaporación del agua interna, mediante la aplicación inmediata de líquidos que forman una membrana, o por la colocación de láminas delgadas sobre la superficie libre del concreto expuesta al ambiente. Si se utiliza un líquido que forma una membrana, es importante que cumpla con los requisitos de la NMX C-304 (14). En los casos en que la iniciación del curado del concreto puede diferirse hasta que alcance el fraguado, el suministro del agua externa por medio del riego continuo constituye un método aceptable, si bien requiere de mayor supervisión.



Al contrario de lo que es conveniente en tiempo frío, en tiempo caluroso la remoción de las cimbras no soportantes deben efectuarse a la brevedad posible, para poder curar adecuadamente las superficies de concreto recién desmoldadas y facilitar la disipación del calor interno del concreto generado por la hidratación del concreto. Para definir el tiempo adecuado de la remoción de las cimbras soportantes, puede seguirse el mismo procedimiento señalado para las estructuras coladas en tiempo frío, es decir, verificando la obtención de la resistencia de descimbrado fijada por el proyectista, mediante el ensaye de especímenes de campo curados en las mismas condiciones de la estructura que representa, o bien aplicando relaciones resistencia-madurez previamente establecidas para el mismo concreto utilizado.



## TEMA 14: EVALUACIÓN PETROGRÁFICA

### INTRODUCCIÓN

Existen dos tipos de evaluaciones petrográficas empleables en la tecnología de concreto, una de ellas es la que se aplica a los agregados para concreto antes de ser usados, y la segunda que estudia el concreto una vez que se fabrica

### QUIÉN DEBERÁ REALIZAR EL ESTUDIO

El personal encargado de realizar este tipo de trabajo deberá haber realizado estudios relacionados con la mineralogía, petrología y química en general, con un detallado conocimiento de cómo observar los materiales bajo el campo del microscopio (estereoscópico y petrográfico). Además, este personal deberá tener una capacitación en los aspectos fundamentales de la tecnología de concreto y de aspectos relacionados al mismo.

### EVALUACIÓN PETROGRÁFICA DE AGREGADOS PARA CONCRETO

Dada la importante influencia de los agregados en el concreto fresco, en las propiedades resultantes del concreto endurecido (ver Agregados en esta misma guía), más la afirmación de ser el componente mayoritario del mismo, la evaluación de las características físicas de los materiales granulares es de carácter vital, antes de que estos sean empleados en la fabricación de concreto.

Las características físicas del agregado que se califican son:

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tipo litológico | <input type="checkbox"/> Superficie textural | <input type="checkbox"/> Redondez           |
| <input type="checkbox"/> Origen          | <input type="checkbox"/> Calidad física      | <input type="checkbox"/> Material deletéreo |
| <input type="checkbox"/> Porcentaje      | <input type="checkbox"/> Color               | <input type="checkbox"/> Adherencias        |
| <input type="checkbox"/> Dureza          | <input type="checkbox"/> Forma               |   |

En todos los casos esta evaluación permite dar un uso adecuado a cada material, dependiendo del tipo y condiciones de exposición de la estructura que se piensa fabricar.

### EVALUACIÓN PETROGRÁFICA DEL CONCRETO ENDURECIDO

En el caso del concreto endurecido, este tipo de análisis permite en la mayoría de los casos, establecer cuáles son las características físicas de los agregados, de la pasta y la relación entre los agregados y la pasta, siendo un excelente auxiliar en la investigación y evaluación de cualquier tipo de estructura de concreto.

A través de una inspección de detalle del concreto, tanto visual como microscópica, se pueden determinar características y procesos como los que a continuación se citan:

- A) Descripción del concreto: respuesta al golpe de martillo y al corte, resistencia a la disgregación, áreas húmedas y adherencia del agregado grueso y fino.
- B) Características del agregado: porcentaje, tipo litológico, origen, elementos constitutivos con características particulares, forma, redondez, distribución y tamaño máximo. En el caso del agregado fino se puede dar una aproximación del tipo de granulometría.
- C) Pasta de cemento: porcentaje, color, uniformidad del color, carbonatación y evidencias de renovación.
- D) Vacíos: porcentaje, distribución, forma, tamaño, relleno y tipo y porcentaje del mismo.
- E) Fracturas: abundancia, continuidad y distribución, localización, ancho y longitud, tipo de relleno y grado de comunicación.

Esta descripción física de detalle, puede auxiliar en la evaluación de características y procesos del concreto tales como:

- Caracterización del agregado.
- Porcentajes de cada fracción de agregado; relación grava/arena.
- Reacciones químicas, identificando las zonas, tipo de reacción, elementos y compuestos que provoquen un deterioro en la estructura de concreto. Útil en procesos como carbonatación, lixiviación y reacción álcali-agregado.
- Caracterización del contenido de aire atrapado, evaluando procedencia y grado de evolución.
- Caracterización del fisuramiento, evaluando procedencia y posible evolución.
- Estimando grado de daño causado por la exposición del concreto al fuego, evaluando cambios físicos del agregado, cambios de color en la pasta y la relación de estos procesos con la intensidad del fisuramiento.

## IMPORTANCIA DE ESTE TIPO DE EVALUACIÓN

El uso de estos procedimientos de análisis deberá repercutir en una mejor elaboración y fabricación del concreto en nuestro país, ya que a través de estas técnicas se podrán detectar algunos de los errores cometidos en la elaboración de concreto, ya sea en el diseño, en la fabricación y colocación del mismo, o bien, en la operación de la estructura, además de poder identificar las deficiencias de los materiales empleados para su fabricación.

Es importante mencionar que la elaboración de cilindros de prueba y/o la extracción de corazones de concreto, y su subsecuente sometimiento a la prueba de resistencia a la compresión simple, provee sólo una parte de la información del concreto sujeto a análisis, quedando así mucha información importante sin conocerse, datos que podrían ser de invaluable ayuda para detectar con claridad el problema, proponer soluciones y por último algo básico: evitar el cometer errores del mismo tipo en concretos por fabricarse.

Esto deberá influir en forma directa en el establecimiento de un mejor control de la calidad en la rama de la construcción, razón por la cual CEMEX sigue desarrollando en el país nuevas técnicas de evaluación de concreto y sus componentes.

## TEMA 15: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO

### ALCANCE

Los sistemas modernos de Aseguramiento de la Calidad están diseñados para que el producto se logre "bien a la primera vez". El productor lleva a cabo acciones conducentes a garantizar lo anterior, facilitando así la verificación por parte del comprador de todas las etapas de la producción y un muestreo mucho menos intenso del producto.

El presente tema describe los procedimientos a seguir para evaluar el producto, además de señalar los requisitos de operación aplicables a todos los que participan en la construcción: productor, comprador, laboratorio de verificación, etc. En vista de que el vigilar que estos procedimientos se cumplan es indispensable para lograr la definición completa de la calidad, también se señalan los criterios y métodos de implementación más usuales para realizar dicha inspección.

### EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

Para realizar la evaluación del cumplimiento de las especificaciones básicas se requiere:

- a)** El tipo de pruebas apropiadas al tipo de concreto, y
- b)** Las reglas para valorar el resultado de las pruebas

La obtención de las muestras y la ejecución de las pruebas deben hacerse de acuerdo con las Normas Mexicanas en vigor para métodos de prueba, salvo que exista previo acuerdo entre el comprador y el productor para la elección de otras normas.

### PROCEDIMIENTO PARA JUZGAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS RESISTENCIAS DEL CONCRETO

La resistencia a la compresión del concreto premezclado solamente podrá ser juzgada tomando como base el uso de probetas en forma de cilindros de 15 x 30 cm.

El procedimiento para evaluar el cumplimiento de las mezclas incluye:

- a)** Normas o Reglamento de Construcción aplicados.
- b)** Muestreo y prueba de acuerdo con NMX C-161 "Muestreo de concreto fresco", NMX C-160 "Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto", NMX C-83 "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto", salvo previo acuerdo entre el comprador y el productor para usar otros métodos que no difieran esencialmente de las Normas Mexicanas en vigor.
- c)** Número de especímenes de prueba que componen una muestra representativa de la fachada de concreto o unidad.
- d)** Edad de prueba del concreto, dependiendo del tipo de cemento usado. Generalmente son 28 días para la resistencia normal y 14 días para los concretos de resistencia rápida.
- e)** Tipo de muestreo y volumen, representado por las pruebas.
- f)** Normas para evaluar el cumplimiento de las pruebas.

Pueden efectuarse acuerdos previos para garantizar la resistencia a otras edades que no sean las estándar. Estos acuerdos deberán tomarse en base a pruebas previas de laboratorio.

## PROCEDIMIENTO PARA JUZGAR EL CUMPLIMIENTO DE LA TRABAJABILIDAD

La trabajabilidad debe ser juzgada con base en la medida del revenimiento, considerando las tolerancias señaladas anteriormente en el capítulo de Especificaciones. La muestra y la prueba deben realizarse de acuerdo con la norma NMX C-156 "Determinación del revenimiento del concreto fresco".

Cuando se utilizan otras pruebas -además de la del revenimiento- para verificar los requerimientos de trabajabilidad, éstas deben ser establecidas de común acuerdo entre el comprador y el productor.

## EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE OTRAS ESPECIFICACIONES

### **Peso unitario del concreto fresco**

Cuando se requiera conocer el peso unitario del concreto por razones de algún convenio, éste debe ser medido de acuerdo con la norma NMX C-162 "Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico".

El volumen del concreto representado por la muestra debe ser considerado como satisfactorio si el cálculo arrojado, realizado con el valor del peso unitario determinado, brinda un valor con una aproximación del  $\pm 2\%$ .

### **Temperatura del concreto fresco**

Se puede especificar, como medida opcional, la temperatura dentro de ciertos límites para condiciones especiales, y debe ser medida a través de una muestra representativa obtenida de acuerdo con la norma NMX C-161 "Muestreo del concreto fresco".

Este requisito por parte del productor podrá establecerse mediante previo convenio especial.

Se considerará adecuado el volumen de concreto representado por la muestra si tiene una temperatura de  $\pm 2^\circ\text{C}$  del valor especificado.

### **Contenido de aire incluido en el concreto fresco**

Aplicable principalmente a concretos de pavimentos.

La determinación del contenido de aire incluido de una muestra representativa, tomada en el punto de descarga de la unidad revoladora, se hará de acuerdo con la norma NMX C-157 "Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión". La muestra se aceptará con una tolerancia de  $\pm 2\%$  del valor requerido. La frecuencia de muestreo debe establecerse previo acuerdo entre el comprador y el productor.

Asimismo, podrá especificarse el momento de la toma de la muestra y los tiempos máximos de espera, sin que estas especificaciones expongan criterios diferentes a los expresados en las Normas Mexicanas.

## PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LOS LABORATORIOS QUE HACEN LA PRUEBAS

Todo proceso de normalización integral incluye normar la calidad, normar los métodos de prueba que miden los parámetros de esa calidad y, por último, normar el funcionamiento de los laboratorios que realizan las pruebas según los métodos que juzgan la calidad del concreto.

En México, la Dirección General de Normas ha desarrollado el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP), para evaluar el sistema de calidad y la capacidad técnica de los laboratorios de concreto en nuestro país. El comprador deberá escoger un laboratorio acreditado por el SINALP y para evaluar los resultados debe fundamentarse en los criterios básicos de dicho sistema, con base en las normas de la serie CC.

El productor debe tener la oportunidad de inspeccionar los métodos de curado y prueba aplicados y cuando éste o sus representantes lo deseen, pueden estar presentes durante el muestreo y la prueba.

El comprador debe proporcionar información que avale, tanto el debido entrenamiento del personal del laboratorio de verificación para obtener muestras y realizar las pruebas de concreto, así como que el laboratorio está desempeñando su labor de acuerdo con el SINALP, en relación a los siguientes conceptos:

### **Organización e identificación**

El laboratorio debe delinear la organización técnica y administrativa que rige sus actividades, indicando claramente la línea de responsabilidad que define la relación entre directivos, auxiliares, laboratoristas, servicios de apoyo internos y externos, etc. Asimismo, debe incluir una descripción de los puestos en que está dividida la organización y las funciones generales asignadas a cada uno de ellos.

Cuando se cuenta con laboratorios de campo temporales, debe manifestarse por escrito su duración prevista y debe describirse su forma de funcionamiento técnico y administrativo respecto al laboratorio o unidad central de control.

### **Instalaciones del laboratorio**

El laboratorio debe disponer de un croquis que describa las principales instalaciones con que cuenta para la ejecución de pruebas, tanto en el laboratorio central como en los de campo.

En el caso de los cuartos de curado, el laboratorio debe detallar la forma en que satisface los requisitos especificados por la norma correspondiente, describiendo la forma en que el laboratorio se asegura de que se cumplan.

El laboratorio debe contar con espacios e iluminación apropiados para la ejecución de pruebas y el manejo de los cilindros de prueba, disponer de mesas de trabajo y/o escritorios para registrar los resultados y las áreas de trabajo deben estar ordenadas y limpias.

### **Equipos e instrumentos de medición**

El laboratorio debe asegurarse de que el equipo y los instrumentos de medición que utilice para realizar las pruebas estén debidamente verificados y calibrados.

La calibración de prensas, básculas y termómetros deberá realizarla un laboratorio de metrología acreditado por el Sistema Nacional de Calibración (SNC) de la Dirección General de Normas. El laboratorio deberá contar con procedimientos escritos para verificar los conos y varillas, moldes cilíndricos, volumen de recipientes, etc. Los equipos e instrumentos de medición del laboratorio deben verificarse periódicamente, de acuerdo a un programa establecido o cuando se sospeche que se encuentran en estado deficiente.

### **Personal**

El personal del laboratorio debe ser técnicamente competente en las pruebas para las cuales solicita acreditamiento. Asimismo, debe contar con información académica y práctica que respalde la capacidad del cuerpo técnico que dirige las operaciones del laboratorio.

Por otra parte, el laboratorio debe llevar un registro de las pruebas que puede ejecutar cada uno de sus laboratoristas. El personal de nuevo ingreso debe recibir capacitación para el desempeño de sus funciones, y no debe ejecutar pruebas hasta comprobarse su aptitud.

### **Muestra**

El laboratorio debe contar con un procedimiento escrito que detalle la obtención, protección y envío de las muestras de prueba, desde que las entregas de concreto se reciben hasta que las muestras se desechan.

Deben anotarse las observaciones relevantes de los cilindros de prueba tales como despostillamiento, falta de humedad, etc.

El laboratorio debe llevar un registro de control de todas las muestras elaboradas. Cada muestra debe ser identificada mediante la asignación de un número único. La identificación de la muestra deberá corresponder al lugar y elementos colados con el concreto que representa.

### Métodos de Prueba

El SINALP actualmente otorga el acreditamiento a los laboratorios en el siguiente paquete mínimo de las siguientes Normas Mexicanas:

#### ▣ De laboratorio

##### NMX C-83

"Determinación de la resistencia a la compresión de los cilindros moldeados de concreto"

##### NMX C-109

"Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto"

##### NMX C-159

"Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio"

#### ▣ De campo

##### NMX C-161

"Muestreo de concreto fresco"

##### NMX C-156

"Determinación del revenimiento del concreto fresco"

##### NMX C-160

"Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto"

##### NMX C-162

"Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico"

La ejecución de estas pruebas es suficiente para la debida evaluación de los concretos comerciales. Cuando haya una desviación del procedimiento establecido por la norma para la ejecución de una prueba de laboratorio, deberá señalarse en qué consistieron las desviaciones del método.

### Registro de la información

El laboratorio debe contar con un procedimiento establecido para registrar la información. Los laboratorios deben contar con una libreta de trabajo personal donde lleven una bitácora de las pruebas, mediciones, etc. que realicen.

### Informe de resultados

El laboratorio debe establecer un procedimiento para la elaboración de informes de resultados. Estos informes deben ser elaborados en forma clara y sin ambigüedades. El documento debe mostrar información que identifique al laboratorio y al concreto representado por la muestra. Asimismo, debe estar libre de borrones y rectificaciones y debe portar la firma de la autoridad técnica del laboratorio. A cada informe se le debe asignar un número único de identificación.

### Supervisión Interna

El laboratorio debe contar con evidencia escrita de las actividades de supervisión interna que realice, estén relacionadas con la verificación o sean de seguimiento de procedimientos establecidos para cumplir con los requisitos.

Existen otros conceptos de los cuales el SINALP norma los criterios básicos que debe seguir un laboratorio para ser digno del acreditamiento que otorga, tales como control de servicios externos, archivo de documentos, control de materiales auxiliares para pruebas (azufre de cabeceo), seguridad, etc. \*

### Evaluación de la operación

La evaluación para determinar si una operación de producción, mezclado y entrega de concreto premezclado es satisfactoria o no, involucra:

- a) Inspección y
- b) Criterios de evaluación

El productor deberá desarrollar y manejar en forma continua planes y programas de calidad para alcanzar sus objetivos propuestos. Estos planes y programas deberán estar apoyados por manuales de control de calidad y de operación que detallen los procedimientos a seguir internamente. El productor, asimismo, habrá definido en un código de elaboración del concreto los criterios para evaluar estos planes, programas y manuales. Los temas que abordan estos documentos serán los siguientes:

### **Personal**

Todo el personal relacionado con la producción, entrega y control del concreto premezclado debe recibir capacitación en apoyo de las actividades que llevará a cabo.

Los programas de capacitación se basarán en criterios aceptados que tendrán en cuenta los deberes y responsabilidades del puesto. Por lo tanto, la capacitación deberá estar basada en los manuales de instrucción. Entre el personal de operación, son claves los pesadores y los operadores de la revolvedora; el personal de control de calidad, por su parte, deberá tener experiencia en la tecnología del concreto y tomar cursos reconocidos de capacitación sobre las actividades que tiene que realizar.

El productor procurará que los cursos de capacitación que tome su personal se efectúen con regularidad y llevará un registro de dicha capacitación.

### **Materiales**

Los materiales deben cumplir los requisitos que les permita ser empleados tal como se detalla en esta Guía en el capítulo de Especificaciones y satisfacer todas las normas enumeradas en ella, a no ser que sean solicitadas otras especificaciones por el comprador.

El productor realizará las pruebas de calidad a los materiales, trátase del cemento o los agregados, necesarias para demostrar que cumplen con las especificaciones requeridas para ellos.

Si el productor propone usar otros materiales, tendrá que proporcionar la información de su comportamiento satisfactorio en apoyo a su propuesta y requerirá la aprobación del comprador con anterioridad al uso de dichos materiales.

### **Instalaciones y equipo**

El procedimiento para evaluar la aptitud de las instalaciones y el equipo para la operación que se requiere involucra la certificación por parte de un Ingeniero Inspector debidamente calificado y entrenado bajo los criterios del organismo que le otorga el reconocimiento para realizar esta labor. Dicho ingeniero deberá inspeccionar los siguientes conceptos: almacenamiento de materiales (cemento, agregados aditivos y agua), equipo de dosificación, tolvas de pesado, dosificadores de aditivos, dosificación del agua, básculas y medidores, mezclado y equipo de prueba.

### **Procesos operativos**

Recae en el productor la responsabilidad de demostrar el procedimiento y la frecuencia con que realiza la verificación de sus procesos operativos, que deben constar de los siguientes conceptos:

- Manejo de materiales (cemento, agregados, aditivos)
- Dosificación de los materiales, mezclado ya sea en central o en camión; contenido de agua, trabajabilidad y cálculo de los proporcionamientos; requisitos para el concreto fresco; prueba del concreto, entrega, documentación.
- Mantenimiento del equipo.

Esta verificación de la operación deberá realizarla el productor, tomando en consideración los conceptos señalados anteriormente, de tal manera que existan líneas claras de responsabilidad entre el personal de línea y sus supervisores, referente a qué acciones tienen que tomar las personas y a quién las reportan. Todo el personal del equipo de trabajo deberá estar enterado de las acciones de todos para evitar los fracasos organizacionales en los que la responsabilidad de todo no es responsabilidad de nadie.

### **Control interno de calidad**

El Manual de Control de Calidad del productor deberá especificar y evaluar las acciones y principios tocantes a las pruebas de control del concreto, su laboratorio, método de control de calidad y procedimientos, así como el registro de la información generada en el proceso.

### CONCLUSIONES

Esta guía fue elaborada con la intención de desglosar las relaciones técnicas de los contratantes del suministro y la entrega de concreto, así como la verificación de su calidad. Se puede dar el caso que por circunstancias o condiciones especiales no sean aplicables en forma estricta; en estos casos, los pasos a seguir deben ser aplicados con el criterio del buen juicio.



## TEMA 16: GUÍA PARA EVALUACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO EN EL SITIO DE COLADO

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta guía es el de recomendar lineamientos a seguir cuando las pruebas de resistencia del concreto indiquen una posible deficiencia en el mismo.

Al usar esta guía, tome en cuenta que los factores que intervienen en estas situaciones son muy variados, por lo que se recomienda seguir el criterio ingenieril al emplearlas.

La metodología recomendada en esta guía trata de disminuir los retrasos en la construcción sin comprometer la integridad de las estructuras de concreto, o los intereses de los involucrados en su construcción.

Asimismo, trata de presentar de manera los factores que determinan las fallas en los requerimientos de resistencia.

La presente guía ayuda a responder a las preguntas que normalmente se plantean en la evaluación de la resistencia del concreto, tales como:

- 1.- ¿Qué grado aparente de deficiencia en la resistencia, justifica investigaciones adicionales?
- 2.- Cuando las investigaciones son necesarias, ¿cómo se deben realizar?
- 3.- ¿Cómo se deberán interpretar los resultados de la investigación con respecto a la función interna en la estructura y la distribución de los costos?

### METODOLOGÍA

Las especificaciones nacionalmente aceptadas, reconocen la variabilidad normal de las pruebas de resistencia del concreto, y permiten que ciertos porcentajes de ella estén abajo del nivel especificado, comúnmente designado como  $f'c$ .

Los procedimientos utilizados en el diseño estructural del concreto, consideran la inevitable variabilidad tanto en los especímenes tratados, como en el concreto en el sitio. Por esta razón, usualmente se especifican niveles de resistencia mayores al esfuerzo al cual estará sujeto el concreto, de acuerdo a los factores de seguridad que se especifiquen.

Es por esto que los resultados de las pruebas de resistencia que caen debajo de la resistencia especificada, tienen un significado totalmente diferente, ya sea en función de la seguridad estructural o bien, en función de las exigencias contractuales entre el comprador y el vendedor.

Para contestar la primera pregunta: ¿Qué grado aparente de deficiencia en la resistencia, justifica investigaciones adicionales?

En los casos en que la medición de la resistencia esté arriba del 85% de la resistencia especificada, no será necesaria ninguna investigación desde el punto de vista estructural. Esto no significa que el productor de concreto tenga como objetivo que su promedio esté entre el 85 y el 100% de la resistencia especificada.

Por ejemplo, la Norma Mexicana NMX C-155 exige que no más del 20% del número de pruebas de resistencia tenga valores inferiores a la resistencia especificada  $f'_c$ , cuando se diseñe por el método de esfuerzo de trabajo, y hasta un 10% por debajo de  $f'_c$  cuando se haya empleado el método de resistencia última; en ambos casos es necesario tener una resistencia promedio entre el 115% y el 120% de la  $f'_c$ .

Cuando las resistencias medidas son consistentemente bajas, se deben tomar acciones correctivas para incrementar el promedio; esto es, se debe suponer que una medición de resistencia por debajo del 85% de la especificada, representa una deficiencia de alguna clase, ya sea en la producción del concreto o en sus pruebas, y por lo tanto, debe corregirse.

Ahora bien, ¿cómo proceder a hacer la investigación?

Se recomienda seguir la secuencia de pasos mostrada a continuación, la cual está basada en la experiencia ¿de quién/quiénes?

#### PASO 1: VERIFICAR LA PRECISIÓN DE LAS PRUEBAS

El muestreo de las pruebas de concreto en la obra puede estar sujeto a desviaciones o desconocimiento de los procedimientos descritos en las Normas para Pruebas de Aceptación.

En algunos de los casos, no se sigue al pie de la letra las disposiciones dictadas en las normas, como por ejemplo, el método de obtención de la muestra, los procedimientos de moldeo, la adecuada protección durante las primeras 24 horas, un curado inadecuado después del primer día, deficiencias en el material y equipo de cabeceo y ruptura, entre otras. Estas desviaciones comúnmente causan un decremento en la resistencia.

Si se detectan desviaciones en las pruebas, puede darse por terminada la investigación en lo que respecta a este punto. Si las pruebas se han realizado satisfactoriamente, o si todavía no concluye la fase de muestreo, entonces será necesario continuar con el Paso 2 ó el Paso 3 ó ambos simultáneamente, según se describen a continuación.

#### PASO 2: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE RESISTENCIA OBTENIDOS CON RELACIÓN A LOS REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

Puede ser que la porción de la estructura representada por las pruebas con mediciones bajas, no requieran toda la resistencia especificada. Esto se puede deber a que se usó únicamente una sola clase de concreto con un amplio rango de uso para toda la obra o porque el nivel de resistencia especificado fue establecido para una localización crítica de la estructura.

El ingeniero estructurista debe emplear su criterio para decidir cuándo los resultados realmente bajos representan una posible reducción en la capacidad de carga de la estructura.

#### PASO 3: PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Existen en el mercado varios aparatos para obtener una medición estimativa de la resistencia del concreto en el sitio. Genéricamente hablando, estos aparatos no muestran lecturas que puedan ser traducidas a valores de resistencia de cilindros o corazones. Sin embargo, en manos de un experto operador, pueden proporcionar una útil información acerca del concreto colocado, mediante la comparación entre las lecturas en porciones de la estructura representada por las pruebas con mediciones de resistencia bajas y otras porciones similares que son consideradas como aceptables. Esta comparación nos puede indicar si el concreto en duda puede o no ser aceptado.

A continuación se describen brevemente algunos de los métodos de pruebas no destructivas que existen.

- ▣ El Martillo de Rebote (conocido como esclerómetro). Suministra una adecuada y rápida indicación de las propiedades de resistencia. La medición del rebote de un proyectil de acero impulsado por un resorte sobre un émbolo sostenido firme y perpendicularmente sobre la superficie del concreto es un indicador de la resistencia del material. A mayor resistencia, mayor rebote.
- ▣ Pistola de Windsor o Prueba de Penetración. Se basa en la profundidad de penetración de un preciso perno de acero, mediante una carga controlada de pólvora. La penetración del perno se mide cuidadosamente con un micrómetro y la lectura es una indicación de la resistencia a la compresión del concreto. De nuevo, con este método se deberá tener más confianza sobre la comparación entre las porciones aceptables o dudosas del trabajo, que sobre los niveles numéricos de resistencia.
- ▣ Pull Out (Prueba de extracción de anclas)
- ▣ Pulso Ultrasónico (Determinación de la homogeneidad interna del concreto).

Si las evaluaciones de uno o más de estos métodos no convencen respecto a lo adecuado de la estructura, pudiera ser necesaria la medida directa de la resistencia estructural del concreto.

#### PASO 4: PRUEBA DE CORAZONES

Las pruebas de resistencia de corazones extraídos de una estructura, suministran una medida de la resistencia del concreto colocado.

Como se mencionó anteriormente, la resistencia especificada de los cilindros permite un gran margen para las condiciones de colocación y curado en la obra, así como la variabilidad normal.

De los corazones tomados de la estructura se desconocen todos los efectos ya ejercidos, y por lo tanto, el margen de resistencia esperado lógicamente podrá ser menor que el margen que existe entre los esfuerzo de trabajo y la resistencia especificada.

Si los resultados de un grupo de 3 los corazones de concreto dan el promedio del 85% o más de la resistencia especificada, conservadoramente se puede considerar aplicable al resto del concreto.

Si los resultados de corazones debidamente extraídos y probados son tan bajos que dejan en duda la integridad de la estructura que se describe, se podrá requerir una acción posterior, como se describe en el Paso 5.

Aquí hay dos puntos que se deben señalar: Primero, el hecho de que las resistencias de los corazones no puedan igualar la resistencia de los especímenes moldeados, no debe ser causa de preocupación.

Segundo, es un error suponer que la resistencia aumentará apreciablemente con la edad, después del tiempo requerido de curado en la obra, ya que mucho concreto, particularmente en la construcción de los edificios, estará en un ambiente carente de humedad después de ese tiempo.

#### PASO 5: PRUEBA DE CARGA

Como último recurso, se puede requerir de las pruebas de carga para comprobar la capacidad de los elementos estructurales en los que está en duda su resistencia. Generalmente, tales pruebas son adecuadas para miembros a flexión, como pisos, vigas y losas.

La realización de esta prueba es tan delicada, que requiere ser realizada por un Ingeniero Especialista que tenga amplia experiencia en este tipo de pruebas.

Los procedimientos de la prueba de carga y los criterios para su interpretación, se encuentran en el Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal.

## PASO 6: MEDIDAS CORRECTIVAS

En aquellos casos aislados donde el elemento estructural falla en la prueba de carga, ó donde el análisis estructural de elementos que no se puedan probar indica una deficiencia, se deberán tomar medidas correctivas apropiadas tales como:

- ▣ Reducir la capacidad de carga a un nivel adecuado a la resistencia obtenida del concreto.
- ▣ Incrementar la capacidad de carga original, por medio de nuevos elementos estructurales o del aumento del tamaño de los elementos deficientes.
- ▣ Sustituir los elementos deficientes. Esto es, demoler y volver a construir

## ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Generalmente, el incumplimiento de las especificaciones no amerita que la obra se repare o se reponga. Sin embargo, con o sin la substitución del elemento estructural, se llegan a tener adicionalmente costos considerables.

La asignación de la responsabilidad de estos costos es muy complicada debido al traslape de las responsabilidades entre los involucrados, como son: el diseñador, el proyectista, el contratista, el productor y el laboratorio de pruebas.

Un método adecuado para resolver esta problemática está especificado en la Norma NMX C-155.

En caso de que mediante las negociaciones directas no se llegue a ninguna solución, la norma especifica que:

"Se tomará la decisión que provenga de un grupo de tres Ingenieros técnicamente calificados, uno de los cuales será designado por el comprador, otro por el productor del concreto y el tercero por ambos".

La decisión será inapelable, excepto que sea modificada por una decisión legal.

### **Se sugieren las siguientes propuestas como lineamientos para la asignación de responsabilidades:**

Si en el moldeo, curado o prueba de resistencia de los cilindros se demostró que existieron fallas y si posteriormente se encontró aceptable el concreto, quienquiera que haya sido el responsable de los procedimientos defectuosos deberá asumir los costos de cualquier prueba complementaria requerida.

Si las pruebas del concreto han sido llevadas a cabo apropiadamente, el costo de las pruebas requeridas para verificar la aceptabilidad de la estructura deberá ser cubierto por el productor del concreto.

Los costos relacionados con las modificaciones estructurales, si es que éstas fueran necesarias, deberán ser asignados, por los tres peritos mencionados anteriormente, al productor o al contratista, dependiendo quién sea responsable por las bajas resistencias. Esto es, que las fallas sean atribuibles a una producción incorrecta del concreto, o a una deficiencia en el manejo, colocación y curado del concreto en la obra.



## TEMA 17: FORMATO PARA LA REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

Nombre y Dirección de la Obra

Cliente

Contratista

Fecha de Iniciación

Tipo de Construcción

Tiempo Estimado de Traslado (Ida y Vuelta a la Planta)

Mezcla 1

Mezcla 2

Mezcla 3

1. Grado de Calidad del Concreto
2. Resistencia Requerida ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), (Tipo de Concreto)
3. Volumen Estimado ( $\text{m}^3$ )
4. Consumo Mínimo de Concreto, kg.
5. Relación Agua-Cemento Máxima
6. Tipo de Cemento
7. Edad a la que se Garantiza la Resistencia
8. Contenido de Aire
9. Revenimiento Requerido, cm
10. Tamaño Máximo del Agregado Grueso
11. Aditivos:
  - Retardante
  - Impermeabilizante
  - Acelerante
  - Superfluidificante
  - Otros
12. Especificaciones o Normas Vigentes en la Obra
13. Requisitos de prueba, Quién y con Qué Criterio los Establece
14. Diseños de Mezcla:
  - Aprobado en Campo
  - Aprobado en Laboratorio
15. Requiere un Plan de Control de Calidad:
  - Sí
  - No
  - Plan Regular de Control de Calidad del Concreto Estructural
16. Posibles Procedimientos de Colocación

- Descarga Directa del Camión
- Malacate con Bote (Tamaño)
- Bomba, Marca y Tamaño
- Transportador de Banda
- Otros

**17.** Comentarios a las Especificaciones

**18.** Curado en Obra:

- Del Concreto en los Elementos Construídos
- De los Especímenes de Prueba

**19.** Especificaciones Adicionales del Concreto Estructural:

- Peso Volumétrico
- Módulo de Elasticidad Estático
- Contracción por Secado
- Relación de Poisson

# Temas Técnicos



## TEMA 18: PLAN REGULAR DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO ESTRUCTURAL

### Control de materias primas

---

- Cemento
- Agregado Fino
- Agregado Grueso

### La operación de plantas

---

- Procesos
- Instalaciones y Equipo

### Producto

---

#### Frecuencia

---

- Muestra Diaria o Por Lote
- Muestra Semanal, Ocasional, Cambio de Banco o Sospecha de Cambio

- 
- 1 Mensual
  - 1 Semestral
  - 1 Muestra por cada 100 m<sup>3</sup> Producidos de Acuerdo a la Política de la Empresa
  - 1 Muestra Semanal Coincidente con la Muestra de Agregados

### Pruebas

---

- Compresión
- Granulometría, Densidad y Absorción, Material <M200, Contracción Lineal, Eq. Arena
- Granulometría, Densidad, Absorción, Forma de la Partícula, Coeficiente Volumétrico
- Conforme al Procedimiento Aprobado por la Empresa Productora del Concreto
- De Acuerdo al Sistema Implantado por el C.T.C.
- Revenimiento, Resistencia a la Compresión a 7 y 14 ó 28 Días de Edad, Rendimiento Volumétrico
- Peso Volumétrico, Módulo de Elasticidad a 28 Días de Edad, Contracción por Secado a 28 Días de Edad, Resistencia a la Compresión.

### Normas

---

- NMX C -61
- NMX C -30
- NMX C -77
- NMX C -84
- NMX C -165
- NMX C -170
- ASTM D 2419Ç
- SCT, Tomo IX Parte Primera, Capítulo 1, Inciso 1.9 y Capítulo 3
- NMX C -83
- NMX C -109
- NMX C -128
- NMX C -156
- NMX C -160
- NMX C -161
- NMX C -162
- NMX C -173





## TEMA 19: REUNIÓN PREVIA A LOS COLADOS: EJEMPLO DE LA INFORMACIÓN QUE DEBE SOLICITARSE

**Fecha:**

**Lugar:**

**Asunto: Minuta de la Reunión previa a los colados**

- Lugar en la obra para el muestreo
- Inspección y ensaye del concreto estructural

**Objetivo: Definir y asignar las responsabilidades de los colados**

**Participantes:**

- Superintendente o Representante del Contratista
- Director Responsable de obra o su Representante
- Ingeniero Estructurista
- Laboratorio de Verificación
- Gerente Técnico del Productor de Concreto
- Otros, según sea el caso

A. Ubicación y nombre de la obra:

B. Participantes de la Obra:

1. Propietario o su representante
2. Director Responsable de Obra
3. Ingeniero Estructurista
4. Contratista o Gerente de Contratista
5. Productor de Concreto
6. Laboratorio de Verificación
7. Inspector de la Obra

C. Distribución del Tiempo de la Reunión

D. Materiales para el Concreto y Diseño de la Mezcla

1. ¿Ha sido aprobado el diseño de la mezcla?
2. El personal del contratista deberá estar familiarizado con la identificación de las mezclas para hacer los pedidos. Se requiere información suplementaria para hacer el pedido (revenimiento, tamaño máximo del agregado, edad a la que se garantiza la resistencia, otras) además de indicaciones del tipo de colocación cuando se pida el concreto (grúa, bombas, canal, otros)

#### E. Responsabilidad de la Inspección:

1. Requisitos de inspección de la Planta
  - a) Tiempo completo
  - b) Tiempo parcial
  - c) No se requiere
2. Quién es el responsable de la Inspección y/o aprobación de:
  - a) Cimbrado y Armado
  - b) Colocación y consolidación del concreto
  - c) Acabado
  - d) Curado
    - Métodos Requeridos
    - Períodos de curado
  - e) Descimbrado
    - Mínima resistencia requerida para descimbrar \_\_\_\_ kg/cm<sup>2</sup>
    - Tipo de pruebas en campo o resistencia en el lugar
    - Nombre(s) del personal que aprueba el descimbrado

#### F. Muestreo del concreto y requisitos de las pruebas especificadas

1. Frecuencia del muestreo
2. Pruebas a realizar a cada muestra
3. Cantidad de cilindros/muestras
4. Curado de los cilindros
  - a) En el campo
  - b) En el laboratorio
5. Edad de prueba de los cilindros
6. Guardar cilindros de reserva \_\_\_\_ cilindros

#### G. Almacenamiento y transporte de cilindros

1. ¿Quién proporciona la caja o el lugar protegido para almacenar los cilindros? Ref.: ACI-301
2. Responsable de mantener la temperatura de la caja o lugar protegido entre 16 y 27°C durante las primeras 24 horas desde la elaboración de los cilindros
3. Método para mantener la temperatura en la caja o lugar de almacenamiento protegido
4. En caso de que la muestra se tome en un día anterior a un día no hábil, ¿se podrá enviar la muestra al laboratorio ese día?
5. Describa los procedimientos y arreglos para entrar a la obra en días no hábiles

#### H. Autoridad y responsabilidad de la aceptación y rechazo del concreto fresco

1. Personal del contratista con autoridad para agregar agua al concreto en la obra
2. Personal con autoridad para rechazar un concreto entregado
3. Razones por las que se puede rechazar un concreto entregado y cuando
  - Cotejar las tolerancias de aceptación
    - a) Revenimiento
    - b) Contenido de aire
    - c) Peso unitario
    - d) Temperatura del concreto
    - e) Tiempo
    - f) Otros

4. ¿Se permite repetir pruebas antes del rechazo?
5. Rendimiento especificado (generalmente basado en el promedio de tres entregas del Peso Unitario)

#### I. Distribución de reportes y criterios de aceptación

1. Distribución de los reportes de las pruebas. (Se sugiere que a todos los participantes en la obra, ver inciso B). El productor del concreto premezclado debe de recibir una copia del reporte directamente del laboratorio para lograr una acción oportuna ante cualquier deficiencia.
2. Criterio de aceptación
  - a) NMX C -155
  - b) Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, D.D.F., Sección 11.3
  - c) ACI 318, Capítulo 5
  - d) Otros

#### J. Pruebas en el lugar del concreto endurecido

1. Situaciones en las que se requerirán pruebas adicionales
  - ¿Cómo se manejan las pruebas adicionales en las especificaciones del proyecto?
2. En caso de requerirse pruebas adicionales, se debe definir quién notificará a quiénes de los participantes
3. Procedimiento de investigación a usar
4. Definición de quién seleccionará a los que realizarán las pruebas
5. Metodología de evaluación de los resultados de las pruebas
6. Definición de quién asume los costos de las pruebas adicionales

#### K. Programa de las entregas de concreto

1. Programación de colados.
  - a) Programa de colados
  - b) Aviso con anticipación de 48 horas para los colados principales o para uso de concreto especial (ligero, bombeado, alta resistencia, arquitectónico, de temperatura controlada, concreto superplastificado)
  - c) Aviso con anticipación de 24 horas para entregas regulares.
  - d) El número telefónico del productor de concreto para cancelaciones de último momento (situaciones climatológicas u otras contingencias)
  - e) Aviso anticipado con 24 horas para que el Laboratorio de Verificación programe a su personal
2. Duración esperada de la obra
3. Otros asuntos

## TEMA 20: BOMBEO DEL CONCRETO

### ANTECEDENTES

Por definición, un concreto bombeable, es aquel que puede transportarse a través de una tubería, independientemente del tipo de bomba empleada.

Para cumplir esto, se requiere que el concreto que se desee bombear esté constituido de tal forma que la fricción que se genera al pasar sobre la pared interior de la tubería no se eleve en forma considerable, y que el concreto no se autobloquee al pasar por la misma. Cumplidas estas condiciones, el concreto debe ser capaz de transitar a lo largo de la tubería y deformarse en los cambios de dirección (codos) que se tengan en ella.

### CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO BOMBEABLE

#### Mortero Fino

Uno de los principales aspectos a cumplir para tener un concreto que pueda deslizarse por una tubería, es disminuir su fricción al transitar por ella. Esto se logra con la presencia de un agente deslizador representado por el mortero fino, es decir la mezcla de finos (cemento y arena) y agua.

El contenido de finos recomendado -de acuerdo con las Normas- para el concreto armado es suficiente para lograr un concreto bombeable, siempre que la superficie total de los agregados este totalmente cubierta por una película de lubricación. Esta los mantiene totalmente separados, además de existir suficiente agente deslizador para ocupar el espacio poroso entre ellos y mantener una lubricación permanente sobre las paredes de la tubería.

#### Forma, Redondez y Superficie textural

Las características identificadas de los agregados como forma, redondez y superficie textural -que tienen influencia sobre la trabajabilidad del concreto- influyen en forma importante sobre su capacidad para ser bombeado. Las condiciones indeseables en cada una de estas características son:

- Forma: Formas planas y alargadas
- Redondez: Agregados con aristas vivas (angulosos)
- Superficie textural: Agregados ásperos, rugosos y/o porosos

Si alguna de estas propiedades están presentes en el concreto a bombear, es necesario incrementar la cantidad de finos en el concreto. Los materiales que pueden ayudar para este fin son las cenizas y el polvo de roca o "filler".

Cuando la característica indeseable del agregado es una alta porosidad, es recomendable humedecer y llenar los poros de agua, para que la lechada no pierda sus cualidades lubricantes.

#### Composición Granulométrica

Tener una curva con una composición granulométrica continua en un concreto bombeable es de primera importancia, pues hay una relación directa con el volumen total de huecos que se generan, de donde a mejor distribución de tamaños, menor el volumen total de huecos. Así, se puede trazar la siguiente relación:

- Composición granulométrica
- Total de huecos
- Lechada necesaria

- Curva continua
- Curva discontinua
- Menor volumen
- Mayor volumen
- Menor cantidad
- Mayor cantidad

Teniendo en cuenta que el principal agente deslizador es la lechada, es altamente conveniente tener un agregado con una adecuada distribución granulométrica.

### **Requerimientos de Agua**

La estrecha vinculación que existe entre la cantidad de agua que requiere un concreto y el volumen total de poros y la superficie específica de los agregados es por todos conocida. Esta relación permite calcular, a partir de estas características, la cantidad de agua máxima que requiere un concreto bombeable.

### **Contenido de Cemento**

Es una práctica recomendada que el concreto armado tenga un contenido mínimo de cemento por metro cúbico para asegurar la protección del acero de refuerzo contra los efectos de la corrosión. En ocasiones, este contenido de cemento no asegura que el concreto sea bombeable, ya que hay una influencia importante generada por el tamaño máximo de agregado y su composición granulométrica. En los casos en que el contenido mínimo de cemento no satisfaga la formación de una lechada con el mínimo de finos requeridos para el bombeo, es necesario, por lo tanto, incrementarlos en la proporción que resulte satisfactoria.

### **Relación Agua/Cemento**

Existe una asociación directa entre la cantidad de agua requerida en el concreto fresco y la calidad de la lechada de cemento que se obtiene. Esta relación se obtiene mediante la relación agua/cemento que se elija, la cual no debe sobrepasar un valor de 0.7 con referencia a la resistencia y la protección que se le debe dar al acero de refuerzo.

Las relaciones agua/cemento recomendadas para un concreto bombeable están entre 0.42 y 0.65, por las características de calidad que proporcionan a la lechada.

Si analizamos los valores extremos dados por estas relaciones agua/cemento, se tiene que mezclas poco fluidas pueden incrementar la resistencia al flujo del concreto dentro de la tubería, mientras que una mezcla muy fluida puede dar origen a una segregación del concreto, ya que la lechada es succionada del espacio que ocupa entre los agregados durante el proceso de aspiración.

### **Sangrado**

Al proceso que sufre un concreto que no retiene el agua de mezclado, sino que la exuda, se le conoce como Sangrado. Esta característica del concreto no es deseable en un concreto que va a ser bombeado, ya que afecta en forma directa al agente deslizante (la lechada), provocándole segregación y pérdida de sus cualidades lubricantes. Las causas que generan este evento son muy diversas: agua en exceso para la cantidad de finos, tiempos de mezcla muy cortos, y componentes (cemento, agregados y/o agua) calientes con un inadecuado tiempo de mezclado.

## BOMBEO DE CONCRETOS ESPECIALES

### Bombeo de Concreto con Aditivos

En términos generales, los aditivos dosificados de acuerdo a la recomendación en la fabricación de concreto no tienen efectos negativos importantes sobre el bombeo de concreto en las tuberías. Sin embargo, siempre es importante tomar precauciones cuando se tienen condiciones excepcionales de trabajo, como en el caso de tuberías muy largas o un caudal muy reducido.

### Bombeo de Concreto Ligero

El concreto ligero se produce con agregados cuyo peso específico permite fabricar concretos de pesos unitarios entre 600 y 1,800 kg/m<sup>3</sup>. Esto implica que los agregados que se utilizan en su fabricación contienen un volumen de aire cercano al 50%, donde los poros están conectados entre sí y no son herméticos, de forma que la aplicación de una presión mínima puede lograr que penetre en ellos el agua de mezcla y la lechada. Para lograr bombear un concreto ligero, se debe dar un tratamiento previo (humedecimiento) a los agregados.

### Bombeo de Concreto Pesado

El concreto pesado que tiene pesos unitarios entre 2,600 y 5,500 kg/m<sup>3</sup> se fabrica con agregados de muy alta densidad. En este caso, se debe cuidar que la composición granulométrica del agregado sea la adecuada para evitar que los agregados pesados no se separen de los ligeros y es recomendable utilizar una consistencia fluida.

### Bombeo de Concreto con Fibras

Existen equipos (sistema de correderas planas) que pueden bombear concreto con fibras. Aquí, debe cuidarse que la adición de las fibras a la mezcla se haga de tal forma que asegure su adecuada distribución e inhiba la formación de bolas de fibra (apelmazamientos).

## CONDICIONES EXTREMAS DE BOMBEO

### Bombeo con Segmentos de Tubería muy Largos

Cuando se presenta esta variante en el trabajo de bombeo, la planeación del proceso es de vital importancia para limitar en lo posible la ocurrencia de una falla. Los aspectos básicos a controlar son: contar con personal técnico capacitado, seleccionar la bomba y la tubería adecuada de acuerdo a las características de la mezcla, y desempeñar una efectiva labor al inicio y durante las actividades de bombeo (instalación, colocación y limpieza).

Esta condición de segmentos largos puede presentarse en sentido horizontal y vertical ascendente y descendente. En todos los casos, es necesario un análisis particular detallado para obtener los mejores resultados.

## BOMBEO CON TEMPERATURAS EXTREMAS

### Altas Temperaturas

Las previsiones recomendadas para bombear concreto en climas con temperaturas elevadas están principalmente enfocadas a colados donde se tienen tramos largos de tubería. Esto se debe a que es común que bajo esas condiciones climatológicas se tomen medidas preventivas especiales para la elaboración de concreto, como pueden ser el uso de agua fría, o agregados fríos, o bien el empleo de hielo, medidas suficientes para eliminar problemas cuando se tienen trazos cortos, a menos que ocurran interrupciones prolongadas.

#### Para las grandes longitudes de bombeo, es recomendable:

- Mojar el interior de la tubería con mucha agua o enfriarla con agua corriente para evitar la evaporación
- Utilizar concreto enfriado para evitar el calentamiento de la tubería
- Cuando el concreto no está frío, cuando sólo está parcialmente enfriado, o cuando se esperan interrupciones prolongadas, es útil cubrir o incluso enfriar la tubería

Otras acciones aplicables en temperaturas elevadas, independientemente de la longitud del bombeo, son:

- Minimizar las interrupciones
- Limpiar la tubería inmediatamente después del bombeo
- Pintar los tubos de un color claro y colocarlos a la sombra.

### Bajas Temperaturas

Las operaciones de bombeo de concreto con temperaturas por debajo del punto de congelación son factibles de realizar aplicando las siguientes recomendaciones:

- ▣ Calentar el agua de mezclado
- ▣ Calentar los agregados
- ▣ Mezclar más intensamente el concreto para evitar el sangrado, por la aplicación de calor a los componentes (agregados y agua).
- ▣ Eliminar hasta donde sea posible atascamientos, resultado de reducción en alguna sección de la tubería por la formación de hielo.
- ▣ Extremar las operaciones de limpieza de la tubería para evitar bloqueos.

Es importante recordar que el concreto calentado tiene un tiempo de fraguado más rápido, por lo que hasta interrupciones cortas pueden provocar taponamientos.



## TEMA 21: CÓMO COMPRAR CONCRETO

Con el fin de que se entregue el concreto desde una carretilla de 40 litros hasta colados continuos de miles de metros cúbicos, en el lugar correcto y a la hora solicitada, este capítulo de la guía del consumidor, norma la información que deben suministrarse mutuamente el productor y el comprador

### TIPOS DE CONTRATACIÓN EN BASE A LA NORMA MEXICANA NMX C 155

GRUPO 1 El consumidor asume la responsabilidad del diseño del concreto.

GRUPO 2 El fabricante asume la responsabilidad del diseño.

GRUPO 3 El fabricante asume la responsabilidad del diseño y el consumidor fija el c contenido del cemento.

### INFORMACIÓN BÁSICA PARA UNA COTIZACIÓN

<input type="checkbox"/> El comprador	Nombre
<input type="checkbox"/> Identificación de la obra	Dirección de la obra Nombre del constructor Nombre de la obra
<input type="checkbox"/> Grado de calidad	A, B o Estructural
<input type="checkbox"/> Cantidad de concreto	Total en m <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> Resistencias	Normal o rápida f'c de 100, 150, 200, 250, 300 y 350
<input type="checkbox"/> Concretos especiales	Aditivos o adionantes
<input type="checkbox"/> Cemento Portland	Portland ordinario (Tipo I al V) y/o Puzolánico
<input type="checkbox"/> Tamaño del agregado	5, 10, 20 y 40 mm
<input type="checkbox"/> Trabajabilidad	Revenimientos 8, 10, 12, 14, 18 y 20 cm
<input type="checkbox"/> Tiempo estimado de construcción	Meses o días
<input type="checkbox"/> Consumo diario de concreto (aproximadamente)	Promedio Máximo
<input type="checkbox"/> Hora y día	Horario normal, nocturno, días festivos, sábados y domingos
<input type="checkbox"/> Métodos de colocación	Informar si se requiere servicio de bombeo o tiro directo

### Recomendaciones

a) Toda alteración en la composición del concreto añadiendo en obra agua o aditivos afecta la calidad que usted solicitó. Si tiene alguna necesidad especial llámenos y un asesor lo atenderá.

b) La Norma NMX C-155 establece que el período máximo de espera en sitio de entrega es de 30 min. a la velocidad de agitación (2 a 6 R.P.M.) ya que a partir de este tiempo la calidad se deteriora. Si necesita retardar el fraguado del concreto llámenos y le recomendaremos lo más adecuado.

c) Para servirle mejor en zonas de la ciudad en donde las autoridades restringen el estacionamiento de equipo pesado y/o la obstrucción de la vialidad, es necesario que Ud. tramite y tenga a mano los permisos correspondientes.

d) El volumen de concreto se vende en estado fresco y se garantiza conforme a la Norma. Evite

desperdicios, sobre excavaciones, sobre espesores y/o ensanchamiento de cimbras que provocarán un consumo mayor. Para atenderle con oportunidad en caso de duda, llámenos antes de las 48 hrs posteriores a la realización del colado.

e) La resistencia del concreto se garantiza de acuerdo a la Norma NMX Grupo 2, donde el fabricante asume la responsabilidad del diseño de la mezcla. Si requiere informes de resultados y/o existe alguna duda, notifíquenos por escrito antes de 35 días posteriores a la realización del colado y su petición será atendida de inmediato.

f) Condiciones ambientales adversas tales como: alta temperatura, alta velocidad del viento y/o baja humedad relativa, ocasionan cambios en el concreto, tales como: agrietamiento plástico, hidratación deficiente del cemento y/o pérdida rápida de la humedad, por lo cual recomendamos tomar las medidas de curado adecuadas. Se puede curar con agua durante los primeros 7 días posteriores al colado, otra alternativa es empleando una membrana de curado superficie. Si requiere mayor información llámenos, un asesor lo atenderá.

g) La obra deberá contar con un camino de acceso transitable, con espacio amplio y seguro para maniobras.

**ASESORÍA GRATUITA, LLAME...¡NOSOTROS VAMOS!**

## TEMA 22: CÓMO SOLICITAR EL SERVICIO DE BOMBEO

Dado que es muy frecuente que la solicitud de Concreto Profesional<sup>MR</sup> esté acompañada de la utilización de equipo de bombeo para la colocación del mismo, es conveniente conocer algunas condiciones básicas que deben cumplirse en la obra para que esta actividad pueda ser desarrollada de la mejor forma posible.

### LAS ACCIONES MÍNIMAS INDISPENSABLES PARA UN BUEN SERVICIO CONTEMPLAN:

1) Hacer la solicitud del servicio de bomba simultáneamente con la solicitud de concreto. Esto permitirá tener identificada la obra, así como el tipo y características del concreto a suministrar. Existe información adicional que puede ser útil para recibir un mejor servicio, tal como: la altura de bombeo, posibles cambios de dirección en la tubería, distancias entre los puntos de entrega, etc.

Al igual que para el Concreto Profesional<sup>MR</sup>, es deseable hacer la solicitud del servicio con al menos 24 horas de anticipación.

2) Es importante recordar que el servicio de bombeo es la operación inicial del suministro, y el tener el control de esta actividad, es sólo el primer paso para tener una exitosa operación de colocación de concreto.

Por lo anterior, y para lograr el mejor desarrollo de este tipo de servicio, se recomienda:

#### **Preparar el sitio para la colocación de la bomba, que incluye:**

- Proporcionar accesos adecuados para el tipo de equipo solicitado, incluyendo una adecuada señalización de la vialidad.
- Contar con una superficie del terreno con la compactación adecuada para soportar el peso del equipo involucrado.
- En la medida posible, generar el espacio suficiente para la colocación y maniobras de los equipos:
  - a)** Una bomba estacionaria requiere un área de 3x3 metros
  - b)** Una bomba pluma requiere una superficie de 10x5 metros
- Cuidar que no exista tendido de cables eléctricos o de otros tipos en la parte superior de la zona de instalación de la bomba; la distancia mínima aceptable entre el equipo y los cables es de más de 5 metros.
- Identificar y preparar los puntos de entrega y la secuencia de entrega del concreto, para evitar segregación y otros problemas.
- Tener libre el espacio donde se ubicará la bomba con un mínimo de 1 hora de anticipación, siendo deseable que este tiempo sea de 2 horas cuando se prevé la instalación de tramos largos de tubería.

En caso de emplear bomba estacionaria, es recomendable realizar la planificación de la colocación de la tubería para facilitar su instalación. También debe considerarse la instalación y/o generación de apoyos (andamios) para la seguridad del personal, así como el espacio de maniobra suficiente para que desarrollen sus labores.

3) Especificar el equipo de bombeo requerido en función del tipo de trabajo a desarrollar. En caso de tener

dudas sobre cual es la mejor opción de los equipos disponibles, se puede solicitar asesoría de nuestra área comercial.

## TEMA 23: CONCRETO LANZADO

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de Concreto Lanzado ("shotcrete") en la industria de la construcción tuvo su inicio en la primera década de este siglo. Durante su desarrollo y evolución, fue conocido con una gran variedad de nombres comerciales como Gunita y Jetcrete. No fue hasta la década de los años 50 cuando el American Concrete Institute adopta el término de Concreto Lanzado para describir los procesos de la mezcla en seco, aunque actualmente este mismo término se aplica también al proceso de mezcla húmeda. Debido a los beneficios que brinda a los procesos constructivos, su uso se ha generalizado y sus aplicaciones se han diversificado en forma importante.

## DEFINICIONES

El American Concrete Institute define al Concreto Lanzado como el mortero o concreto que es lanzado a altas velocidades en forma neumática sobre una superficie. El concreto que se lanza puede ser elaborado en dos formas diferentes, también definidas por el mismo organismo:

- Mezcla seca:** Es una mezcla en la cual el agua de mezclado se añade en la pistola de lanzado.
- Mezcla húmeda:** Es una mezcla en donde todos los ingredientes -incluyendo el agua- son mezclados antes de su introducción en la lanzadora. La introducción de aire comprimido permite que el material fluya hacia la pistola de lanzado. Cuando se usa acelerante, éste es normalmente añadido en la pistola.

## CARACTERÍSTICAS

Las características de este proceso y la forma como ha evolucionado no permite contar con un control detallado de las propiedades del material, ya que esto depende de ciertas variables importantes en número y calidad. Esta situación se ha tratado de subsanar con el establecimiento de prácticas recomendadas, procedimientos de prueba estándar, uniformación de las técnicas de aplicación, etc.

A pesar de ello, es posible mencionar algunas características importantes del Concreto Lanzado alcanzables si se cuenta con buenas especificaciones materiales, adecuada preparación de la superficie, mezcla idónea y buena aplicación y supervisión. Este es un resumen de ellas:

En General	En Particular
Material de construcción durable y estructuralmente sano.	Alta resistencia.
Buenas características de adherencia con concreto, roca, acero, etc.	Buena resistencia a muchas clases de ataque químico.
Las propiedades físicas de sanidad son superiores o comparables con las de mortero o concreto convencional de la misma composición.	Excelente protección contra el fuego.

Es importante no dejar de mencionar que el logro de las características aquí mencionadas depende en gran medida del equipo seleccionado y la habilidad y experiencia al aplicar el método.

## APLICACIONES

La elección de la aplicación de este método depende inicialmente, al igual que cualquier otro tipo de técnica, de la conveniencia y el costo. Otro punto importante para su elección durante las consideraciones de diseño, es la excelente adherencia del Concreto Lanzado a un número importante de materiales.

El American Concrete Institute ha dividido las aplicaciones del concreto lanzado en:

**Convencional:** uso de cemento y agregados convencionales y aditivos ordinarios. Aplicado en estructuras nuevas, recubrimientos, reparaciones, robustecimiento y reforzamiento.

**Refractario:** empleando mezcladores de alta temperatura y agregados refractarios. Aplicado en recubrimientos de muy diversos espesores en la construcción o reparación de plantas de procesamiento de cerámica, mineral, química, metales no ferrosos y acero.

**Especial:** usando combinaciones de mezcladores y agregados, o concreto convencional con aditivos especiales. Aplicado en condiciones que requieren protección contra el ataque químico y la corrosión, con aditivos para lograr propiedades especiales, incluyendo un nuevo grupo de materiales clasificados como polímeros modificadores de Concreto Lanzado, y en reparaciones en ambientes altamente agresivos.

## COLOCACIÓN

Durante la colocación de Concreto Lanzado, se debe poner particular atención en los siguientes puntos:

- Control del agua de mezclado.
- Colocación de capas múltiples.
- Velocidad de lanzado.
- Concreto Lanzado Estructural.
- Técnica y manipulación de la lanzadora.
- Rebote y dispersión.
- Espesores y posición de trabajo.
- Suspensión de trabajo.
- Lanzado.

Ninguno de los puntos anteriores debe ser descuidado ya que puede afectar en forma directa la calidad del producto, los volúmenes de avance, el cumplimiento del objetivo de la aplicación y los costos de producción.

# Catálogo de Productos



Menú

## ÍNDICE

### [Catálogo de productos y servicios](#)

- ▣ [Resumen de clasificación de concretos](#)
- ▣ [Clasificación de Concretos de Alto Comportamiento \(Cac\)](#)
- ▣ [Clasificación de Concretos Arquitectónicos](#)
- ▣ [Clasificación de morteros](#)
- ▣ [Clasificación de concretos por su peso volumétrico](#)
- ▣ [Clasificación de concretos por su resistencia](#)
- ▣ [Clasificación de concretos de diferente consistencia](#)
- ▣ [Clasificación de Concretos por su estructura](#)

### [Equipos y herramientas](#)

Sólo uno es Concreto Profesional <sup>MR</sup>

## CATÁLOGO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Es para nosotros motivo de satisfacción el presentar a nuestros clientes una muestra de los productos que 90 años después son la evidencia del desarrollo tecnológico e innovador de CEMEX.

### Resumen de Clasificación de Concretos

Clasificación	Tipo	
<b>Concreto de alto comportamiento</b> Beneficio al proceso constructivo	<input type="checkbox"/> Rápido Desarrollo de Resistencia <input type="checkbox"/> Ligero Celular <input type="checkbox"/> Crea	<input type="checkbox"/> Baja contracción <input type="checkbox"/> Lanzado <input type="checkbox"/> Con fibra <input type="checkbox"/> Concreto autocompactable
<b>Concreto de alto comportamiento</b> Propiedades mecánicas mejoradas	<input type="checkbox"/> Muy alta resistencia a la compresión <input type="checkbox"/> Muy alta resistencia a la flexión	<input type="checkbox"/> Alto módulo elástico <input type="checkbox"/> Concreto pesado
<b>Concreto de alto comportamiento</b> Durabilidad – Duramax <sup>MR</sup>	<input type="checkbox"/> Muy baja permeabilidad <input type="checkbox"/> Resistente a la abrasión <input type="checkbox"/> Resistente a los cloruros	<input type="checkbox"/> Resistente a los sulfatos <input type="checkbox"/> Con aire incluido
<b>Concreto Antibac</b> <sup>MR</sup>	<input type="checkbox"/> Compatibilidad con concretos y morteros	
<b>Arquitectónicos</b>	<input type="checkbox"/> Con color <input type="checkbox"/> Estampado	<input type="checkbox"/> Ferrocemento <input type="checkbox"/> Lanzado
<b>Morteros</b>	<input type="checkbox"/> Lechada <input type="checkbox"/> Mortero	<input type="checkbox"/> Mortero Estabilizado
<b>Por su peso volumétrico</b>	<input type="checkbox"/> Ligero Celular <input type="checkbox"/> Relleno Fluido	<input type="checkbox"/> Pesado <input type="checkbox"/> Normal
<b>Por su resistencia</b>	<input type="checkbox"/> Baja resistencia <input type="checkbox"/> Resistencia moderada <input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Muy alta resistencia <input type="checkbox"/> Alta resistencia temprana
<b>Por su consistencia</b>	<input type="checkbox"/> Fluido <input type="checkbox"/> Normal o convencional	<input type="checkbox"/> Masivo <input type="checkbox"/> Sin revenimiento
<b>Pavimentos de concreto</b>	<input type="checkbox"/> Suelo Cemento <input type="checkbox"/> Convencional	<input type="checkbox"/> Whitetopping <input type="checkbox"/> Estampado

### Clasificación de Concretos de Alto Comportamiento (CAC)



Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
<b>Beneficio al proceso constructivo</b>	<b>Rápido Desarrollo de Resistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pisos</li> <li><input type="checkbox"/> Pavimentos</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos presforzados</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos prefabricados</li> <li><input type="checkbox"/> Construcción en climafrío</li> <li><input type="checkbox"/> Construcción de estructuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elevada resistencia tempranas</li> <li><input type="checkbox"/> Mayor avance de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Optimización del uso de cimbra</li> <li><input type="checkbox"/> Disminución de costos</li> <li><input type="checkbox"/> Aprovechamiento máximo de cimbra</li> <li><input type="checkbox"/> Minimizar tiempo de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se garantiza lograr el 80% de la resistencia solicitada a 1 ó 3 días</li> <li><input type="checkbox"/> Rápida resistencia con tiempos de fraguado normales</li> </ul>
	<b>Ligero Celular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Lograr aislamiento termo-acústico</li> <li><input type="checkbox"/> Capas de nivelación en pisos y losas</li> <li><input type="checkbox"/> Para construcción de vivienda tipo monolítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Alta trabajabilidad</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la Disminución de carga muerta</li> <li><input type="checkbox"/> Proporciona mayor confort al usuario</li> <li><input type="checkbox"/> Fácil de aserrar y clavar</li> <li><input type="checkbox"/> Mayor resistencia al fuego</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro de energía en calefacción y/o refrigeración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> P.V. de 1,500 a 1,920kg/m<sup>3</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión de hasta 175 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días</li> <li><input type="checkbox"/> Conductividad térmica de 0.5 a 0.8 kcal/m<sup>2</sup>h°C</li> </ul>
	<b>Relleno Fluido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sustitución de suelos</li> <li><input type="checkbox"/> Bases y sub-bases en calles y carreteras</li> <li><input type="checkbox"/> Relleno de zanjas</li> <li><input type="checkbox"/> Relleno de cavidades de difícil acceso</li> <li><input type="checkbox"/> rellenos provisionales</li> <li><input type="checkbox"/> Estabilización de terraplenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Alta trabajabilidad</li> <li><input type="checkbox"/> Material autonivelante</li> <li><input type="checkbox"/> No tiene asentamientos</li> <li><input type="checkbox"/> Garantiza un relleno uniforme</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro en operaciones de colocación y compactación</li> <li><input type="checkbox"/> Reduce la excavación en relación al relleno tradicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Revenimiento de 20 cm</li> <li><input type="checkbox"/> P.V. de 1,650 a 1,800 kg/m<sup>3</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión entre 10 y 70 kg/cm<sup>2</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Como sub-base de 7 a 14 kg/cm<sup>2</sup> y VRS de 50% a 80%</li> <li><input type="checkbox"/> Como base de 15 a 25 kg/cm<sup>2</sup> y VRS de 80% o mayor</li> </ul>
	<b>Baja contracción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Cuando los materiales locales tienen tendencia a la contracción</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos presforzados</li> <li><input type="checkbox"/> Cumplir especificaciones estrictas de control de agrietamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Eleva el nivel de confianza en el cálculo de estructuras</li> <li><input type="checkbox"/> Minimiza los riesgos por cambios volumétricos</li> <li><input type="checkbox"/> Baja permeabilidad</li> <li><input type="checkbox"/> Deformación total controlada predecible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Consistencia más elevada que los concretos 'normales'</li> <li><input type="checkbox"/> El contenido más alto posible de agregado grueso con una plasticidad adecuada</li> <li><input type="checkbox"/> Contracción por secado más baja posible para un agregado y plasticidad dadas</li> </ul>

	<b>Lanzada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Estabilización de taludes</li> <li>▣ Protección de excavaciones</li> <li>▣ Obras de reparación</li> <li>▣ Reparacionessuperficiales</li> <li>▣ Formas curvas de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ No requiere de cimbra</li> <li>▣ Optimiza los tiempos de construcción</li> <li>▣ Fácil aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alta cohesividad en estado fresco</li> <li>▣ El concreto lanzado puede especificarse con los pesos volumétricos y resistencia a compresión similares a los concretos comunes</li> <li>▣ Se pueden usartamaños de agregadoshasta 3/8"</li> </ul>
<b>Beneficio al proceso constructivo</b>	<b>Concreto CREA</b> (Muy rápido desarrollo de resistencia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Pistas aéreas</li> <li>▣ Pavimentos</li> <li>▣ Elementos Prefabricados</li> <li>▣ Elementos Presforzados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Rápida apertura al tráfico en pavimentos o acropistas (4 hrs)</li> <li>▣ Minimiza el tiempo de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Revenimiento &gt; 20 cm.</li> <li>▣ Resistencia a compresión de 150 a 300 entre 4 y 12 horas</li> <li>▣ Producto diseñado para necesidades específicas de cada cliente</li> </ul>
	<b>Concreto Autocompactable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Cualquier elemento donde se desee garantizar la colocación y compactación del concreto</li> <li>▣ Columnas</li> <li>▣ Trabos</li> <li>▣ Losas de cimentación</li> <li>▣ Casas monilíticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Reduce los tiempos de colado</li> <li>▣ Asegura la homogeneidad del concreto endurecido</li> <li>▣ Mejora los acabados de estructuras aparentes</li> <li>▣ No requiere vibrado</li> <li>▣ Asegura un adecuado comportamiento estructural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Disponible en resistencias de 150 a 550 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Con fibra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Pisos y pavimentos</li> <li>▣ Cascarones</li> <li>▣ Taludes</li> <li>▣ Concreto lanzado</li> <li>▣ Tanques de almacenamiento</li> <li>▣ Elementos prefabricados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Disminución del agrietamiento plástico</li> <li>▣ Mejora la resistencia a la flexión y al 'impacto</li> <li>▣ Incrementa la tenacidad</li> <li>▣ Las operaciones requieren menor preparación de la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Revenimiento de 8 a 20 cm</li> <li>▣ P.V. de 2,150 a 2,400kg/m<sup>3</sup></li> <li>▣ Resistencia a la compresión de 150 a 350kg/cm<sup>2</sup></li> <li>▣ Mayores módulos de ruptura</li> </ul>
	<b>Concreto Autonivelante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Elementos de sección delgada</li> <li>▣ Elementos que tengan el acero de refuerzo muy congestionado</li> <li>▣ Pisos autonivelantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Mayor avance de obra por su fácil y rápida colocación</li> <li>▣ Disminución de mano de obra</li> <li>▣ No requiere vibrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Revenimientosuperior a los 20 m</li> <li>▣ Autonivelante</li> <li>▣ Mejora la apariencia del elemento terminado</li> </ul>

<b>Propiedades mecánicas mejoradas</b>	<b>Muy alta resistencia a la compresión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Columnas de edificios muy altos</li> <li>▣ Secciones de puentes con claros muy largos</li> <li>▣ Elementos presforzados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Facilidad de colocación</li> <li>▣ Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos</li> <li>▣ Elementos presforzados más ligeros</li> <li>▣ Elementos más esbeltos</li> <li>▣ Baja permeabilidad</li> <li>▣ Mayor protección al acero de refuerzo</li> <li>▣ Disminución en los espesores de los elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alta cohesividad e estado fresco</li> <li>▣ Tiempos de fraguado similares a los de los concretos normales</li> <li>▣ Altos revenimientos</li> <li>▣ Resistencia a la compresión entre 400 y 800 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Muy alta resistencia a la flexión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Pavimentos urbanos</li> <li>▣ Lugares de tránsito pesado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alto módulo de ruptura</li> <li>▣ Diseñado para resistir las demandas estructurales que se presentan en pavimentos</li> <li>▣ Disminuye los costos de reparación en comparación con el uso de asfalto</li> <li>▣ Facilidad de colocación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Revenimiento de 5 a 8 cm</li> <li>▣ Peso volumétrico superior a los 2,200 kg/cm<sup>3</sup></li> <li>▣ Módulo de ruptura entre 38 y 50 kg/cm<sup>2</sup>, agregado</li> </ul>
	<b>Alto módulo elástico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Edificaciones con requerimientos estructurales estrictos</li> <li>▣ Elementos con mayor resistencia a los efectos de sismos</li> <li>▣ Representa una alternativa innovadora para los diseñadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alto módulo elástico</li> <li>▣ Control de deformaciones a corto y largo plazo</li> <li>▣ Menores deformaciones para cargas dinámicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ P.V. entre 2,200 y 2,400 kg/cm<sup>3</sup></li> <li>▣ Bombeable a alturas hasta 150 m</li> <li>▣ Resistencia a la compresión entre 300 y 500 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>▣ Cumple como concreto del clase 1 del RCDF</li> </ul>
	<b>Concreto pesado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Estructuras de protección contra radiaciones</li> <li>▣ Elementos que sirvan como lastre</li> <li>▣ Cámaras de radiación en hospitales</li> <li>▣ Aislamiento de reactores nucleares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Elevado peso volumétrico</li> <li>▣ Protección radioactiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ P.V. entre 2,400 y 3,800 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>▣ Resistencia a la compresión igual a la obtenida en los concreto normales</li> </ul>

<b>Durabilidad Duramax<sup>MR</sup></b>	<b>Muy baja permeabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Albercas, cisternas y canales</li> <li>▣ Tanques de almacenamiento de agua</li> <li>▣ Losas de azotea</li> <li>▣ Obras hidráulicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Muy baja permeabilidad</li> <li>▣ Reducción de riesgo de corrosión del de refuerzo</li> <li>▣ Protección de la estructura de las acciones del medio ambiente</li> <li>▣ Mayor resistencia al ataque químico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alta trabajabilidad</li> <li>▣ Reducción del sangrado</li> <li>▣ Disminución de segregación</li> <li>▣ Permeabilidad muy inferior a los concretos normales</li> <li>▣ Resistencia a la compresión igual a la obtenida por los concretos de peso normal</li> </ul>
	<b>Resistente al ataque por cloruros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Estructuras en contacto con agua de mar</li> <li>▣ Estructuras expuestas a una alta concentración de agentes corrosivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Mayor resistencia al ataque de los agentes corrosivos</li> <li>▣ Estructuras más durables</li> <li>▣ Menores costos de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Propiedades en estado fresco y endurecido iguales a las obtenidas por los concretos normales</li> <li>▣ Baja permeabilidad</li> </ul>
	<b>Resistente al ataque por sulfatos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Tuberías, canales y cualquier obra que por sus condiciones de exposición tenga riesgo de este tipo de ataque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Estructuras más durables</li> <li>▣ Menores costos de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Propiedades en estado fresco y endurecido iguales a las obtenidas por los concretos normales</li> <li>▣ Resistente al ataque por sulfatos</li> </ul>
	<b>Con aire incluido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Cámaras de refrigeración</li> <li>▣ Elementos expuestos a temperaturas bajas extremas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Facilita las operaciones de acabado</li> <li>▣ Estructuras más durables</li> <li>▣ Menores costos de mantenimiento</li> <li>▣ Disminución en el sangrado</li> <li>▣ Disminución en la segregación</li> <li>▣ Resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alta trabajabilidad</li> <li>▣ Contenido de aire entre 4 y el 10%</li> <li>▣ Mayor cohesión en estado fresco</li> <li>▣ Propiedades mecánicas iguales a las obtenidas por concretos normales</li> </ul>
<b>Concreto antibacteriano</b>	<b>Antibac<sup>MR</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Hospitales y laboratorios</li> <li>▣ Instalaciones de crianza, manejo y sacrificio de animales</li> <li>▣ Industria alimenticia</li> <li>▣ Vivienda en general</li> <li>▣ Instituciones educativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Inhibición al crecimiento bacterial</li> <li>▣ Sistema integral de protección a la salud</li> <li>▣ Reduce riesgos por contaminación y enfermedades</li> <li>▣ Garantiza su efectividad durante la vida útil del concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Pruebas microbiológicas</li> <li>▣ Resultados de la zona de inhibición (mm) en muestras: - <b>Concreto testigo:</b> Gram negativo(1), Gram positivo (0)  - <b>Concreto antibacteriano:</b> Gram negativo (9) Gram positivo (7)</li> </ul>



# Catálogo de Productos



## Clasificación de Concretos Arquitectónicos

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Arquitectónicos	Con color	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Fachadas de edificios</li> <li><input type="checkbox"/> Monumentos</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos decorativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ofrece alternativas para los diseñadores</li> <li><input type="checkbox"/> Bajo costo de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Puede satisfacer las propiedades en estado fresco y endurecido de los concretos con solicitudes estructurales</li> <li><input type="checkbox"/> Los agregados pueden quedar expuestos</li> </ul>
	Estampado	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pisos</li> <li><input type="checkbox"/> Pavimentos</li> <li><input type="checkbox"/> Fachadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ofrece alternativas para los diseñadores</li> <li><input type="checkbox"/> Bajo costo de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Puede satisfacer las propiedades en estado fresco y endurecido de los concretos con solicitudes convencionales</li> </ul>
	Lanzado	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Estabilización de taludes</li> <li><input type="checkbox"/> Protección de excavaciones</li> <li><input type="checkbox"/> Obras de reparación</li> <li><input type="checkbox"/> Reparaciones superficiales</li> <li><input type="checkbox"/> Formas curvas de concreto</li> <li><input type="checkbox"/> Ambientación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> No requiere de cimbra</li> <li><input type="checkbox"/> Optimiza los tiempos de construcción</li> <li><input type="checkbox"/> Fácil aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Alta cohesividad en estado fresco</li> <li><input type="checkbox"/> El concreto lanzado puede alcanzar los pesos volumétricos y resistencia a la compresión similares a los concretos de resistencia normal</li> <li><input type="checkbox"/> Se puede usar tamaños de agregados hasta 3/8"</li> </ul>

## Clasificación de Morteros

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Morteros	Lechada	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Membranas impermeables en suelo</li> <li><input type="checkbox"/> Tratamiento de inyección en terrenos permeables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elevada penetrabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elevada fluidez</li> <li><input type="checkbox"/> Mezcla estable</li> </ul>
	Mortero	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Aplanados (zarpeo)</li> <li><input type="checkbox"/> Afines</li> <li><input type="checkbox"/> Mampostería</li> <li><input type="checkbox"/> Pegar tabiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Calidad uniforme</li> <li><input type="checkbox"/> Incremento de la productividad</li> <li><input type="checkbox"/> Disminución de desperdicios</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro en mano de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Menores necesidades de equipo y mantenimiento</li> <li><input type="checkbox"/> Control de costos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elevada trabajabilidad</li> <li><input type="checkbox"/> Excelente adhesión</li> <li><input type="checkbox"/> Mejor apariencia y acabado</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia adecuada para su uso</li> </ul>
	Mortero Estabilizado	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Aplanados (zarpeo)</li> <li><input type="checkbox"/> Afines</li> <li><input type="checkbox"/> Mampostería</li> <li><input type="checkbox"/> Pegar tabiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mantiene su estado plástico por tiempo prolongado</li> <li><input type="checkbox"/> Excelente adhesión a superficies verticales</li> <li><input type="checkbox"/> Calidad uniforme</li> <li><input type="checkbox"/> Incremento de la productividad</li> <li><input type="checkbox"/> Disminución de desperdicios</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro en mano de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Menores necesidades de equipo y mantenimiento</li> <li><input type="checkbox"/> Planeación más flexible para actividades de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Control de costos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elevada trabajabilidad</li> <li><input type="checkbox"/> Excelente adhesión</li> <li><input type="checkbox"/> Mejor apariencia y acabado</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia adecuada para su uso</li> <li><input type="checkbox"/> Tiempo de fraguado controlado hasta 72 hrs., muy por encima del mortero preparado en obra</li> </ul>

## Clasificación de Concretos por su Peso Volumétrico

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Por su peso volumétrico	<b>Ligero Celular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Capas de nivelación enpisos y losas</li> <li>▣ Para construcción de vivienda tipo monolítica</li> <li>▣ Lograr aislamiento termoacústico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Alta trabajabilidad</li> <li>▣ Disminución de carga muerta</li> <li>▣ Proporciona mayor confort al usuario</li> <li>▣ Fácil de aserrar y clavar</li> <li>▣ Mayor resistencia al fuego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ P.V. de 1,500 a 1,920 kg/m<sup>3</sup></li> <li>▣ Resistencia a la compresión de hasta 175kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días</li> <li>▣ Conductividad térmica de 0.5 a 0.8 kcal/m<sup>2</sup>h°C</li> </ul>
	<b>Pesado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Estructura de protección contra radiaciones</li> <li>▣ Elementos que sirvan como lastre</li> <li>▣ Cámaras de radiación e hospitales</li> <li>▣ Aislamiento de reactores nucleares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Elevado peso volumétrico</li> <li>▣ Protección radioactiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ P.V. entre 2,400 y 3,800 kg/m<sup>3</sup></li> <li>▣ Resistencia a la compresión igual a la obtenida en los concretos normales</li> </ul>



# Catálogo de Productos



## Clasificación de Concretos por su Resistencia

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
<b>Por su resistencia</b>	<b>Baja Resistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elementos de concreto sin requisitos estructurales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Propiedades en estado fresco similares a las obtenidas en concretos convencionales</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión &lt; 150kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Resistencia Moderada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Edificaciones de tipo habitacional de pequeña altura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Propiedades en estado fresco similares a las obtenidas en concretos convencionales</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión entre 150 y 250kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Normal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Todo tipo de estructuras de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Funcionalidad</li> <li><input type="checkbox"/> Disponibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Propiedades en estado fresco similares a las obtenidas en concretos convencionales</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión entre 250 y 400 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Muy alta resistencia a la compresión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Columnas de edificios muy altos</li> <li><input type="checkbox"/> Secciones de puentes con claros muy largos</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos presforzados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Facilidad de colocación</li> <li><input type="checkbox"/> Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos presforzados más ligeros</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos más esbeltos</li> <li>Baja permeabilidad</li> <li><input type="checkbox"/> Mayor protección al acero de refuerzo</li> <li><input type="checkbox"/> Disminución en los espesores de los elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Alta cohesividad en estado fresco</li> <li><input type="checkbox"/> Tiempos de fraguado similares a los de los concretos normales</li> <li><input type="checkbox"/> Altos revenimientos</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión entre 400 y 800 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>

<b>Rápido Desarrollo de Resistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pisos</li> <li><input type="checkbox"/> Pavimentos</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos presforzados</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos prefabricados</li> <li><input type="checkbox"/> Construcción en clima frío</li> <li><input type="checkbox"/> Construcción de estructuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elevada resistencia temprana</li> <li><input type="checkbox"/> Mayor avance de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Optimización del uso de cimbra</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos más esbeltos</li> <li><input type="checkbox"/> Aprovechamiento máximo de cimbra</li> <li><input type="checkbox"/> Minimizar el tiempo de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se garantiza lograr el 80% de la resistencia solicitada a 1 o 3 días</li> <li><input type="checkbox"/> Rápida resistencia con tiempos de fraguado normales</li> </ul>
---	---	---	---

Clasificación de Concretos de Diferente Consistencia

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información Técnica
<b>Por su consistencia</b>	<b>Muy Fluido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Todo tipo de estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Facilita las operaciones de colocación y acabado</li> <li><input type="checkbox"/> Propicia el ahorro en mano de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Facilita las operaciones de bombeo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Revenimiento no aplica</li> <li><input type="checkbox"/> Extensibilidad 65 cm o mayor (DIN 1048)</li> </ul>
	<b>Fluido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rellenos</li> <li><input type="checkbox"/> Estructuras con abundante acero de refuerzo</li> <li><input type="checkbox"/> Bombeo a grandes alturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Facilita las operaciones de colocación y acabado</li> <li><input type="checkbox"/> Facilita las operaciones de bombeo</li> <li><input type="checkbox"/> Propicia el ahorro en mano de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Revenimiento superior a 19 cm, es decir, tiene una consistencia fluida</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión igual a las logradas por los concretos convencionales</li> </ul>
	<b>Normal o convencional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Todo tipo de estructuras de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Todo tipo de Tener una consistencia de mezcla adecuada para cada tipo de estructura, en atención a su diseño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Revenimiento entre 2.5 y 19 cm, lo cual considera las zonas de consistencia semi-fluida / 12.5 a 19 cm plástica / 7.5 a 12.5 cm semi-plástica 2.5 a 7.5 cm</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión igual a las logradas por los concretos convencionales</li> </ul>

<b>Sin revenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Concretos que no se colocan bajo los métodos Invenionales empleados en la industria de concreto premezclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bajo consumo de cemento</li> <li><input type="checkbox"/> Facilita las operaciones de colocación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Revenimiento máximo de 2.5 cm</li> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión máximas de 150 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
-------------------------	--	---	---

### Clasificación de Concretos por su Estructura

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información Técnica
<b>Pavimentos de concreto</b>	<b>Suelo Cemento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Caminos rurales</li> <li><input type="checkbox"/> Colonias marginadas</li> <li><input type="checkbox"/> Rutas de evacuación provisionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Costo muy bajo</li> <li><input type="checkbox"/> Sencilla aplicación</li> <li><input type="checkbox"/> Uso de mano de obra local</li> <li><input type="checkbox"/> Comunicación entre comunidades rurales</li> <li><input type="checkbox"/> Resistente a la erosión pluvial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Resistencia a la compresión de 30 a 63 kg/cm<sup>2</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Compactación de 85 a 97%</li> </ul>
	<b>Convencional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Infraestructura durable</li> <li><input type="checkbox"/> Pavimentación de carreteras y vialidades urbanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mayor vida útil</li> <li><input type="checkbox"/> Mínimo mantenimiento</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro en energía de luminarias</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro en combustible</li> <li><input type="checkbox"/> Mayor seguridad en el frenado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se construye sobre sub-base o base</li> <li><input type="checkbox"/> Concreto de 42 a 48 kg/cm<sup>2</sup> de módulo de ruptura</li> </ul>
	<b>Whitetopping</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rehabilitación de carpetas asfálticas deterioradas</li> <li><input type="checkbox"/> Infraestructura durable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Incremento en la vida útil de 10 a 15 años</li> <li><input type="checkbox"/> Costo menor que la rehabilitación con asfalto</li> <li><input type="checkbox"/> Ahorro en energía en luminarias</li> <li><input type="checkbox"/> Requiere de mínima preparación de la superficie</li> <li><input type="checkbox"/> Rapidez de construcción mayor a la rehabilitación con asfalto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Construido sobre la carpeta asfáltica</li> <li><input type="checkbox"/> Concreto de 42 a 48 kg/cm<sup>2</sup> de módulo de ruptura</li> <li><input type="checkbox"/> La adherencia entre asfalto y concreto es significativa</li> </ul>

**Estampado**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Pavimentación en calles y vías públicas</li><li><input type="checkbox"/> Solución estética para pisos de centros comerciales, residencias, estacionamientos, hoteles, etc.</li><li><input type="checkbox"/> Infraestructura durable</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Larga vida útil</li><li><input type="checkbox"/> De fácil aplicación respecto a obras alternativas</li><li><input type="checkbox"/> Gran variedad de texturas y colores</li><li><input type="checkbox"/> Acabados antiderrapantes</li><li><input type="checkbox"/> Menor costo que el uso de algunas losetas pisos</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Color-endurecedor de superficie de 8000 pci</li><li><input type="checkbox"/> Se construye sobre sub-base o base</li><li><input type="checkbox"/> Concreto de 42 a 48 kg/cm<sup>2</sup> de módulo de ruptura</li></ul> |
|--|---|--|

# Catálogo de Productos



## EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Contamos con el equipo para la distribución puntual de concreto en tus obras; desde camiones revolvedores hasta dosificadores móviles que permiten mezclar cualquier tipo de Concreto Profesional<sup>MR</sup>; lo que hace posible su colocación a través de equipo que permite librar obstáculos de accesibilidad y elevación.



Planta Dosificadora

### ■ Camión Revolvedor

Unidad con capacidad para transportar 7.5 m<sup>3</sup> de concreto premezclado



### ■ Mini Mixer

Unidad para accesos restringidos, con capacidad para transportar 3m<sup>3</sup> de concreto premezclado



■ Camión Revolvedor Paver

Unidad especializada para proyectos de pavimentos con concreto, capacidad para transportar 8m<sup>3</sup> de concreto premezclado



■ Bomba Pluma

Unidad móvil para el bombeo de concreto premezclado

Longitudes de pluma existentes: 17, 23, 28, 32, 34, 26 y 42 metros



■ Bomba Estacionaria

Unidad fija para el bombeo de concreto premezclado con capacidad de 80 m<sup>3</sup> por hora



■ Camión Revolvedor Bomba

Unidad para transportar concreto premezclado con capacidad de 7.5 m<sup>3</sup> y con módulo de bombeo integrado



■ Unidad Dosificadora Móvil

Unidad móvil montada en un camión para la preparación de concreto premezclado en la obra



▣ Plantas Dosificadoras Fijas

Planta fija para la producción de concreto premezclado

▣ Plantas Dosificadoras Móviles

Planta móvil para la producción de concreto premezclado; utilización en proyectos dedicados a nuestros clientes



# Los Profesionales **piensan** en Concreto Profesional<sup>MR</sup>

Cemex ofrece a sus clientes una amplia variedad de alternativas en cuanto a tipos de concreto premezclado dando así un valor agregado único en el mercado.

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Arquitectónico

Creatividad en construcción



## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Duramax

Para obras de larga vida

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Autocompactable

Solidez instantánea, perfección duradera



## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Ligero Celular

La versatilidad en las obras

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Alta Resistencia

Para obras de gran proyección



## Mortero Estabilizado

Para obras sólidamente construidas

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antibac<sup>MR</sup>

Una solución para la vida



## Relleno Fluido

La base de una buena inversión

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Resistencia Acelerada CREA<sup>MR</sup>

Porque el tiempo es importante



## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antideslave

La mejor opción para colocar concreto bajo el agua



Edificio de Oficinas  
México, D.F.



Torre Dataflux Monterrey,  
N.L.



Museo MARCO Monterrey,  
N.L.



Construcción Monterrey, N.L.

# Concreto Profesional<sup>MR</sup> Arquitectónico

## La respuesta estética a tus necesidades de construcción

Si quieres construir creando una diferencia estética mediante el color, o bien lograr diferentes texturas y acabados con alto comportamiento estructural, el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Arquitectónico** es la solución profesional a tu problema.

### Ventajas

- ▣ Presenta la apariencia final integrada, definida y uniforme.
- ▣ No requiere la colocación de acabados superficiales.
- ▣ Mayor seguridad al no tener riesgo de desprendimientos de piezas superpuestas.
- ▣ Amplia variedad de texturas y colores que permiten crear una diferencia estética.
- ▣ Reducción de costos.
- ▣ Disminución en los tiempos de ejecución de la obra.
- ▣ Menor necesidad de mantenimiento.

### Usos

- ▣ Por cumplir con todos los requisitos de trabajabilidad, comportamiento mecánico y durabilidad del concreto estructural, es posible utilizarlo en todo tipo de obras, ya sea en muros, losas, pisos, columnas o travesaños.
- ▣ En todo tipo de edificios, casa habitación, edificio de oficinas o departamentos, logrando un efecto estético sin disminución de sus cualidades mecánicas.

### Datos Técnicos

- ▣ Revenimientos desde 10 hasta 18 cm.
- ▣ Es bombeable a grandes alturas.
- ▣ Peso volumétrico de 2,100 kg/m<sup>3</sup> a 2,300 kg/m<sup>3</sup>.
- ▣ Resistencia a compresión desde 100 hasta 700 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Módulo de elasticidad de acuerdo a lo solicitado por el reglamento de las construcciones del Distrito Federal.



CRIT Guadalajara, Jalisco.



UDEM Monterrey, N.L.



Vivienda Interés Social  
Monterrey, N.L.



Construcción Monterrey,  
N.L.

# Concreto Profesional<sup>MR</sup> Autocompactable

## La respuesta compacta a tus necesidades de construcción

Si necesitas agilizar tu proceso de ejecución en obras y garantizar un acabado perfecto, sin los problemas ocasionados por un mal vibrado y evitar costosas reparaciones, el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Autocompactable** es la solución profesional a tu problema.

### Ventajas

- ▣ Mejora el acabado en los elementos aparentes.
- ▣ Reduce los costos asociados a la colocación y las reparaciones derivadas de una mala compactación del concreto.
- ▣ No necesita personal ni vibradores para compactar el concreto.
- ▣ La calidad final del colado no depende de la compactación.
- ▣ Incrementa la velocidad del colado.
- ▣ No se segrega.

### Usos

- ▣ Estructuras que tendrán un acabado aparente.
- ▣ Losas de cimentación.
- ▣ Estructuras coladas de manera continua.
- ▣ Columnas y muros donde el acero de refuerzo hace difícil el vibrado.
- ▣ Elementos de sección irregular, estrecha o inclinada.

### Datos Técnicos

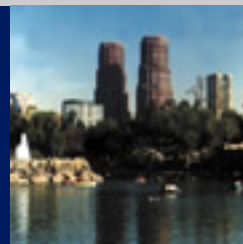
#### Concreto Fresco

- ▣ Fluidez de hasta 65 cm conforme a la prueba de extensibilidad DIN 1048.
- ▣ Peso volumétrico de 2,100 Kg/m<sup>3</sup> a 2,300 Kg/m<sup>3</sup>.

#### Concreto Endurecido

- ▣ Logra resistencias a la compresión desde 100 hasta 500 Kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Módulo de ruptura de 10 a 50 Kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Módulo de elasticidad igual a 14,000 f.c.
- ▣ Contracción por secado de 600 millonésimas.





Complejo Vial Monterrey,  
N.L.

Corporativo Arcos I  
México, D.F.

Deflector de Oleaje  
Ensenada, B.C.

Residencial del Bosque  
México, D.F.

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Alta Resistencia

La respuesta concreta a tus necesidades de construcción

Si estás pensando en construir estructuras o elementos de gran claro y/o muy altos, o secciones económicas con un comportamiento adecuado ante toda clase de esfuerzos, el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Alta Resistencia** a la compresión y a la flexión, es la solución profesional a tu problema.

### Ventajas

- ▣ Ofrece valores de resistencia a la compresión entre 400 y 900 kg/cm<sup>2</sup>, de muy alta durabilidad y baja permeabilidad.
- ▣ Mejora la protección a la corrosión del acero de refuerzo.
- ▣ La estructura tiene un menor costo en comparación a otras elaboradas con acero.
- ▣ Presenta una mayor resistencia a la erosión.
- ▣ Se aprovecha un área mayor en las plantas más bajas de edificios altos o muy altos.
- ▣ Debido a la baja relación agua/ cemento se logran concretos muy durables, de muy baja permeabilidad, alta resistencia y con mayor protección a la corrosión del acero de refuerzo.
- ▣ Requiere menos obras de infraestructura en puentes de grandes claros.
- ▣ Menor peso de la estructura.
- ▣ Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas.
- ▣ Posee muy alta fluidez que hace posible su colocación aún en zonas congestionadas de acero de refuerzo.
- ▣ Se puede lograr tener un alto f'c a 24 hrs.

### Usos

**Por sus características mecánicas mejoradas es ideal para construir:**

- ▣ Columnas esbeltas y traveses en edificios altos o rascacielos.
- ▣ Secciones de puentes con claros largos o muy largos.
- ▣ Sistemas de transporte.
- ▣ Estructuras costeras, sanitarias, militares, etc.
- ▣ Pisos más resistentes al desgaste.

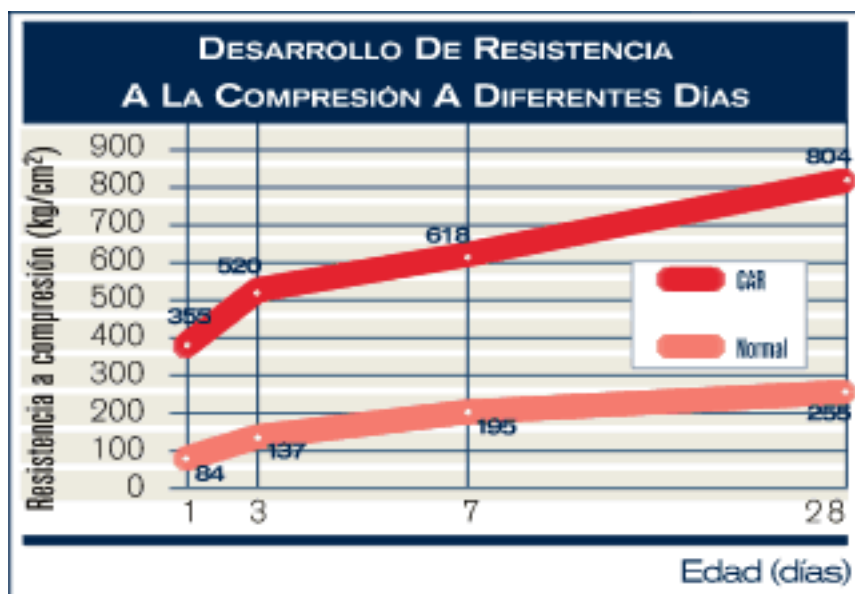
### Datos Técnicos

#### Concreto Fresco

- ▣ El fraguado es ligeramente mayor al concreto normal, lo cual nos permite colocarlos sin problema.
- ▣ Alta cohesividad de la mezcla en estado fresco.
- ▣ Sostenimiento del revenimiento por largos períodos de duración (de hasta 25 cm) para su uso como los concretos estructurales.

### Concreto Endurecido

- ▣ Valores de resistencias a la compresión desde 400 hasta 900 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Resistencias superiores a las referidas se pueden lograr de acuerdo con cada proyecto.





Hotel Los Cabos, BCS.



Hospital Monterrey, N.L.



Granjas San Juan de los Lagos, Jalisco



Planta Alimentos Lagos de Moreno, Jal.

## Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antibac<sup>MR</sup>

La respuesta saludable a tus necesidades de construcción

El **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antibac<sup>MR</sup>** es la solución ideal para construir ambientes limpios y totalmente desinfectados ya que inhibe y controla el crecimiento y desarrollo de bacterias.

Es imprescindible en lugares como laboratorios, restaurantes, hospitales, guarderías y cualquier construcción en la que la limpieza y la salud sean factores determinantes.

### Ventajas

- ▣ Ofrece un sistema integral de protección antibacterial beneficiando la salud al reducir riesgos por contaminación, enfermedades y mortandad, ya que es aplicable a cualquier tipo de concreto y mortero estabilizado.
- ▣ Actúa en una gama de bacterias que comprenden el espectro Gram negativo hasta el Gram positivo, lo que se traduce en una reducción de gastos por desinfectar.
- ▣ Se mantiene el efecto antibacterial a diferencia de los desinfectantes tradicionales, que trabajan sólo superficialmente.
- ▣ No contiene compuestos tóxicos ni materiales pesados, lo que ofrece una alta seguridad en su manejo.
- ▣ A diferencia de los desinfectantes tradicionales, el Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antibac<sup>MR</sup> mantiene su actividad antibacterial durante toda la vida útil de la estructura.
- ▣ Presenta una menor permeabilidad.

### Usos

- ▣ Instituciones hospitalarias y del sector salud.
- ▣ Industria alimenticia.
- ▣ Industria cosmética y farmacéutica.
- ▣ Instalaciones de manejo, crianza y sacrificio de animales.
- ▣ Instituciones educativas y/o recreativas.
- ▣ Albercas.
- ▣ Restaurantes.
- ▣ Laboratorios.
- ▣ Pisos en viviendas.

### Datos Técnicos

#### Pruebas Microbiológicas

- ▣ Kirby-Bauer Standar antimicrobial susceptibility test.

**Organismo**

Escherichia Coli ATCC 8739 (Gram negativo).

Staphylococcus Aureus ATCC 6538 (Gram positivo).

**Tamaño de muestra**

5 cm.

**Condiciones**

Incubación 35-37 °C, 24 h.

Cuenta de bacterias aerobias NOM 092-SSA 1.

**Análisis microbiológico por el método Kirby-Bauer**

ZONA DE INHIBICIÓN, MM		
	E. Coli	Staph. Aureus
Concreto Testigo	0	0
Concreto Antibac <sup>MP1</sup>	9	7





Carretera Guadalajara,  
Jal.-Tepic, Nay.



Pista Aérea.



Pavimento urbano Los  
Cabos, BCS.



Aeropuerto Cancún, Quintana  
Roo.

# Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Resistencia Acelerada CREA<sup>MR</sup>

La respuesta acelerada a tus necesidades de construcción

Si tu proyecto requiere poner en uso la obra en pocas horas, la solución es el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Resistencia Acelerada CREA<sup>MR</sup>** que reduce el tiempo de ejecución y proporciona alta resistencia a edad temprana.

## Ventajas

- ▣ Reduce el tiempo de ejecución de las obras.
- ▣ Por sus componentes y producción garantiza un fraguado rápido.
- ▣ Posee una muy baja contracción adaptándose fácilmente a construcciones anteriores de concreto.
- ▣ Es resistente a los sulfatos.
- ▣ Es de baja permeabilidad.
- ▣ Tecnología libre de cloruros.
- ▣ El tiempo de fraguado se puede ajustar a las necesidades de la obra.
- ▣ Alta fluidez.
- ▣ Reduce el tiempo para el descimbrado.

## Usos

- ▣ Reparaciones en obras que se utilizan las 24 hrs.
- ▣ Construcción y reparación de avenidas importantes en zonas de alto tránsito.
- ▣ Reparación y construcción de instalaciones de servicios (líneas de gas, fibra óptica, agua, etc.).
- ▣ Construcción y mantenimiento de pisos industriales.
- ▣ Construcción y reparación de pistas y plataformas aéreas.
- ▣ Reparación de guarniciones y banquetas.

## Datos Técnicos

### Concreto Fresco

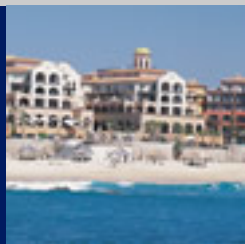
- ▣ Revenimientos de 17 a 21 cm.
- ▣ Peso volumétrico alrededor de 2,200 kg/m<sup>3</sup>.
- ▣ Alta cohesividad.
- ▣ No presenta segregación.

### Concreto Endurecido

- ▣ Resistencias a la compresión desde 150 kg/cm a las 8 hrs. hasta 300 kg/cm<sup>2</sup> a las 24 hrs.
- ▣ Resistencia a la flexión desde 15 kg/cm<sup>2</sup> a las 8 hrs. hasta 23 kg/cm<sup>2</sup> a las 24 hrs.

- ▣ Baja contracción por secado.





Hotel Los Cabos, BCS.



Planta Tratamiento Aguas  
Ensenada, B.C.



Puente Vehicular  
Monterrey, N.L.



Planta Industrial Reynosa,  
Tamps.

# Concreto Profesional<sup>MR</sup> Duramax<sup>MR</sup>

La respuesta durable a tus necesidades de construcción

Si estás pensando construir en ambientes agresivos, el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Duramax<sup>MR</sup>** es la solución profesional a tu problema.

## Ventajas

- ▣ Disminuye la permeabilidad.
- ▣ Aumenta la resistencia al ataque de agentes agresivos sobre y dentro de la estructura de concreto.
- ▣ Su diseño controla e inhibe la reacción de álcali-agregado.
- ▣ Mayor resistencia a la abrasión.
- ▣ Reduce el proceso de carbonatación.
- ▣ Protege al acero de refuerzo.
- ▣ Mayor resistencia al ataque químico que los concretos convencionales.
- ▣ Resistente a los ciclos de congelamiento y deshielo.

## Usos

- ▣ Construcciones expuestas al ataque de ácidos.
- ▣ Construcciones en zonas costeras.
- ▣ Plantas industriales.
- ▣ Plantas de tratamiento donde se utilicen agentes químicos agresivos
- ▣ Plantas de aguas residuales.
- ▣ Exposición a ambientes contaminantes.
- ▣ Pisos para tráfico de mediano a pesado.
- ▣ Entre otros.

## Datos Técnicos

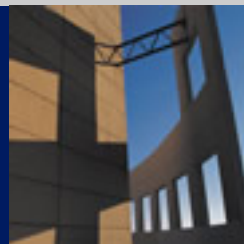
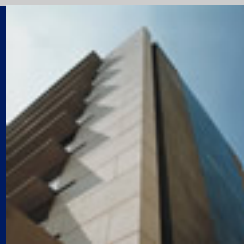
### Concreto Fresco

- ▣ Revenimiento de acuerdo a las necesidades del cliente.
- ▣ Alta cohesividad.
- ▣ Peso volumétrico igual o superior a los concretos normales.
- ▣ Se puede colar bajo el agua.

### Concreto Endurecido

- ▣ Reduce el paso de cloruros, resultados en la prueba ASTM C 1202 dentro del rango de 500 a 1000 Coulombs.

- ▣ Coeficientes de difusión de cloruros  $D_{eff}$  del orden de  $1 \times 10^{-8}$  a  $3 \times 10^{-9}$   $\text{cm}^2/\text{s}$  ó  $15-60 \text{ mm}^2/\text{año}$ .
- ▣ Disminución en la tasa de ataque por ácidos agresivos.
- ▣ Caracterización de cada uno de los elementos en el diseño.



Edificio de Oficinas México,  
D.F.

Universidad Tijuana, B.C.

Conjunto Habitacional  
Tijuana, B.C.

Telescopio Tijuana, B.C.

# Concreto Profesional<sup>MR</sup> Ligero Celular

La respuesta profesional a tus necesidades de construcción

Si tu proyecto requiere de un producto ligero, aislante termoacústico, resistente al fuego, y con capacidad estructural el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Ligero Celular** es la solución concreta a tu problema.

## Ventajas

- Permite reducir las cargas muertas en las estructuras.
- Su alta trabajabilidad favorece las operaciones de colocación y elimina la aplicación de vibradores.
- Por sus mejores propiedades térmicas representa un ahorro de energía para el usuario final.
- Es resistente al fuego.
- Es apto para ser bombeable.
- Se puede aserrar y clavar con facilidad.
- Ofrece una mayor resistencia a la tensión diagonal en muros.
- Disminuye la permeabilidad.
- Excelentes propiedades acústicas.
- No es tóxico.

## Usos

- Se recomienda para elementos divisorios en lugares de reunión.
- Capas de nivelación en pisos o losas.
- Para aligerar cargas muertas en la estructura.
- Para la construcción de viviendas de concreto tipo monolíticas.
- Elementos prefabricados, como paneles de concreto.
- Protección de estructuras contra fuego.

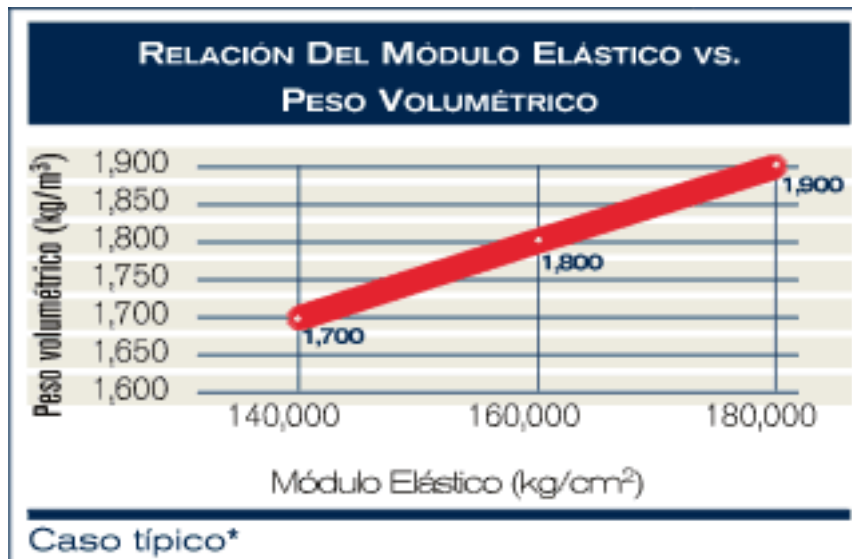
## Datos Técnicos

### Concreto Fresco

- Peso volumétrico de 1,900 kg/m<sup>3</sup> o menor.
- Revenimientos típicos de 20 cms.

### Concreto Endurecido

- Resistencia a la compresión a los 28 días de hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>.
- Su conductividad térmica varía de 0.5 a 0.8 kcl/mh °C.





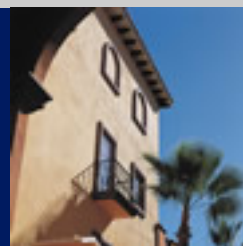
Conjunto Habitacional  
Reynosa, Tamps.



Edificio de Departamentos  
Los Cabos, BCS.



Conjunto Habitacional  
Reynosa, Tamps.



Casa Habitación Los  
Cabos, BCS.

# Mortero Estabilizado

## La respuesta firme a tus necesidades de construcción

Si necesitas calidad uniforme en toda tu obra, el **Mortero Estabilizado** es tu mejor opción porque optimiza tu inversión. Su capacidad de mantenerse trabajable desde 8 hasta 32 horas, lo hace más rentable que el mortero preparado en obra, ya que mantiene por más tiempo su plasticidad.

### Ventajas

- ▣ Se mantiene trabajable desde 8 hasta 32 horas.
- ▣ Disminución de los desperdicios.
- ▣ Calidad uniforme.
- ▣ Resistencia garantizada.
- ▣ Conocimiento exacto del costo.
- ▣ Facilidad de manejo.
- ▣ Incremento en la productividad en la mano de obra.
- ▣ Menores necesidades de equipo.
- ▣ Menor necesidad de espacio para el almacenamiento de materiales.
- ▣ Mayor velocidad en el avance de obra.
- ▣ Mejor adherencia por su alta retención de humedad.

### Usos

- ▣ Pegado de tabiques, ladrillos, blocks y cualquier pieza de mampostería.
- ▣ Aplanados finos y rústicos.
- ▣ Repellado.
- ▣ Zarpeado.
- ▣ Emboquillado.

### Datos Técnicos

- ▣ Cuatro tiempos de estabilización 8, 12, 24 y 32 horas.
- ▣ Retención de humedad mayor a 75%.
- ▣ Proceso de fraguado normal cuando es colocado en el elemento.
- ▣ Fluidez de acuerdo con el uso entre 75 y 120% .
- ▣ Resistencia a la compresión desde 50 hasta 150 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Mortero elaborado con dos diferentes tamaños de arena graduada con tamaño máximo de:

a) 4.75 mm.

b) 2.50 mm.







Relleno de Zanjas.

Aplicación de Relleno Fluido.

Conjunto Habitacional Tijuana,  
B.C.

Relleno Fluido.

# Relleno Fluido

La respuesta innovadora a tus necesidades de construcción

Si en tu proyecto se requiere colocar bases, terraplenes o rellenar zanjas o huecos de difícil acceso, el **Relleno Fluido** es la solución profesional a tu problema.

## Ventajas

- Es la opción para sustituir rellenos compactados de materiales granulares.
- Disponible en cualquier lugar.
- Permite reducir el costo de excavaciones y relleno comparativamente con el sistema tradicional.
- Fácil de colocar.
- Baja contracción.
- No requiere ser colocado en capas.
- Su elevada fluidez permite colocarlo en zanjas estrechas llenando todos los espacios.
- Resistente y durable.
- Requiere menos supervisión.
- Permite construir en cualquier condición climática.
- No requiere compactación, vibrado ni curado para obtener sus propiedades mecánicas.
- Puede ser excavado.
- Permite una rápida apertura al tráfico.
- No requiere almacenamiento.
- Elimina el retrabajo de los suelos sometidos al efecto de la lluvia.
- No requiere el uso de equipo necesario para la compactación convencional.
- De fácil colocación en áreas reducidas.
- Reduce el volumen de material a excavar al requerir un menor ancho de zanja para la colocación de tubos, en general.
- Por su versátil desarrollo de fraguado, se agilizan las actividades secuenciales dentro del programa de obra.
- Libre de agrietamientos.

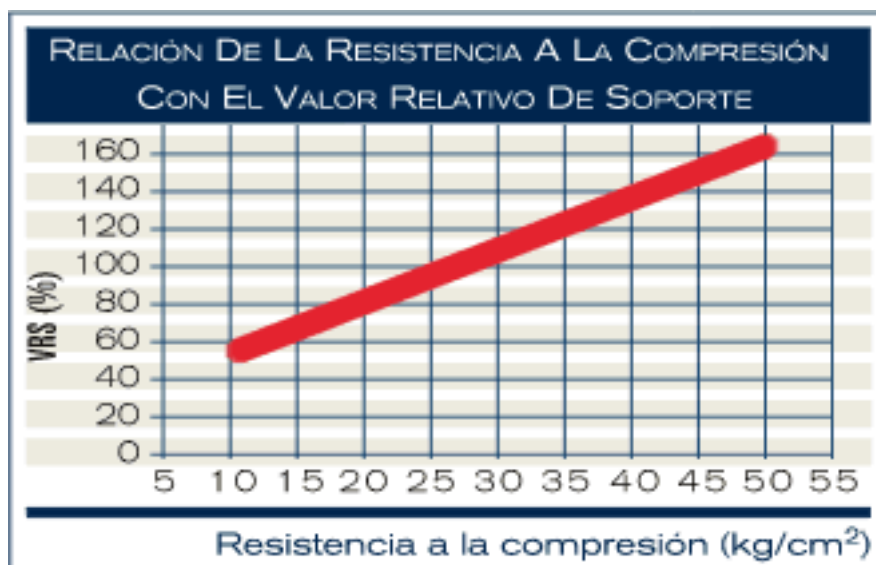
## Usos

- Bases y sub-bases para carreteras y pavimentos.
- Rellenos de zanjas para la instalación de toda clase de tuberías.
- Construcción de terraplenes.
- Rellenos en general.
- Relleno de depósitos de desechos tóxicos.
- Relleno para la construcción de pendientes en azoteas.

- ▣ Construcción de plataformas para el desplante de viviendas y firmes.
- ▣ Relleno de cavernas.
- ▣ Nivelación de azoteas y entresijos.
- ▣ Nivelación de terrenos.

#### Datos Técnicos

- ▣ Fluidez equivalente a un revenimiento de 12 a 25 cm, recomendado: 23 cm.
- ▣ Peso volumétrico de 1,600 a 1,920 kg/m<sup>3</sup>.
- ▣ Rango de resistencias especificables de 7 a 85 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Calidad sub-base 7 a 14 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Calidad base de 15 a 25 kg/cm<sup>2</sup>.
- ▣ Coeficiente de permeabilidad  $K = 10^{-7}$  a  $10^{-5}$  m/seg.
- ▣ Tiempo de fraguado de 2 a 8 horas.
- ▣ pH de 11.0 a 12.5
- ▣ Módulos de reacción entre 50 y 200 kg/cm<sup>3</sup>.

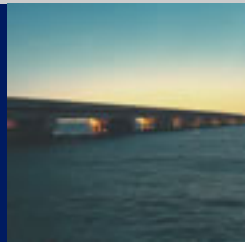




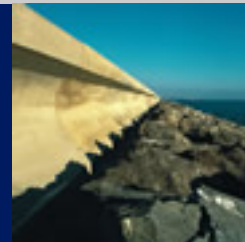
Muelle Seyba, Campeche.



Muelle Seyba, Campeche.



Puente de Ciudad del Carmen, Campeche.



Deflector de Oleaje. Ensenada, BC.

# Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antideslave

La respuesta confiable a tus necesidades de construcción

Si necesitas construir en sitios de difícil acceso y bajo condiciones de exposición desfavorables, garantizando durabilidad y disminuyendo costos por procesos complicados de colocación, el **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antideslave** es la solución profesional a tu problema.

## Ventajas

- ▣ Reduce el deslave de finos en la pasta durante el proceso de colocación.
- ▣ No modifica los contenidos de agua de la mezcla.
- ▣ Disminuye y controla la segregación del concreto.
- ▣ Minimiza el impacto ambiental o contaminación por el deslave de la pasta de concreto.
- ▣ Es bombeable y mantiene el tiempo de fraguado de un concreto convencional.
- ▣ Tiene una elevada acción tixotrópica.
- ▣ No requiere equipos especiales para realizar la colocación.

## Usos

- ▣ Cualquier construcción que requiera ser colada bajo el nivel del agua.
- ▣ Construcciones de ataguías.
- ▣ Cajones de cimentación.
- ▣ Pilas de puentes.
- ▣ Preparación y construcción de diques secos.

## Datos Técnicos

### Concreto Fresco

- ▣ Tiene alta trabajabilidad.
- ▣ Se reduce el sangrado y disminuye la segregación.
- ▣ Tiempo de fraguado controlado.
- ▣ Resultados en las pruebas de lavado que indican una masa perdida < al 3% en comparación con un concreto convencional que tiene valores por encima del 15%.

### Concreto Endurecido

- ▣ Resistencia a compresión de acuerdo a especificaciones.



# Directorio de Plantas



Menú

## Localización

A continuación te presentamos las ciudades en las que CEMEX cuenta con servicio de entrega de concreto, en más de 80 ciudades distribuidas en todo el país. Para facilitar su búsqueda puedes encontrarlas por estado.

### Plantas Concreteras por Estado

- ▣ **Aguascalientes**
- ▣ **Baja California Norte**
- ▣ **Baja California Sur**
- ▣ **Campeche**
- ▣ **Campeche**
- ▣ **Coahuila**
- ▣ **Colima**
- ▣ **Distrito Federal**
- ▣ **Durango**
- ▣ **Estado de México**
- ▣ **Guanajuato**
- ▣ **Guerrero**
- ▣ **Hidalgo**
- ▣ **Jalisco**
- ▣ **Michoacán**
- ▣ **Morelos**
- ▣ **Nayarit**
- ▣ **Nuevo León**
- ▣ **Oaxaca**
- ▣ **Puebla**
- ▣ **Querétaro**
- ▣ **Quintana Roo**
- ▣ **Sinaloa**
- ▣ **Sonora**
- ▣ **San Luis Potosí**
- ▣ **Tabasco**
- ▣ **Tamaulipas**
- ▣ **Veracruz**
- ▣ **Yucatán**
- ▣ **Zacatecas**

## Aguascalientes

### Planta de Concreto Aguascalientes

Dirección: Calle y Número: Carretera Aguascalientes-Loreto No. 1999  
 Colonia: A la altura Km. 1, Parque Industrial del Valle de Aguascalientes  
 Ciudad: Aguascalientes  
 Estado: Aguascalientes Código Postal: 20749  
 Número Telefónico: (449) 973 11 43  
 Fax: (449) 973 11 54

## Baja California Norte

### Planta de Concreto Tijuana

Dirección: Calle y Número: Calle 5 Sur # 150  
 Colonia: Cd. Industrial Mesa de Otay  
 Ciudad: Tijuana  
 Estado: Baja California Norte Código Postal: 22500  
 Número Telefónico: (664) 647-67-00  
 Fax: (664) 667-67-27/ 647-67-77

### Planta de Concreto Ensenada

Dirección: Calle y Número: Carretera Transpeninsular K.m. 113.5  
 Colonia: Carlos A. Pacheco  
 Ciudad: Ensenada  
 Estado: Baja California Norte Código Postal: 22890  
 Número Telefónico: (646) 177-67-42 / 177-67-70 / 176-64-66

Fax: (646) 176-60-16

### **Planta de Concreto Mexicali**

Dirección: Calle y Número: Carretera a San Luis Río Colorado K.m. 13.5  
Colonia: Delegación González Ortega (Palaco)  
Ciudad: Mexicali  
Estado: Baja California Norte Código Postal: 21397  
Número Telefónico: (686) 561-00-00 / 10, 561-72-72  
Fax: (686) 561-74-16

### **Planta de Concreto Tecate**

Dirección: Calle y Número: Ave. Morelos y Mixcoac #2000  
Colonia: Industrial  
Ciudad: Tecate  
Estado: Baja California Norte Código Postal: 21430  
Número Telefónico: (665) 6550-357  
Fax: (665) 6550-357

### **Baja California Sur**

#### **Planta de Concreto La Paz**

Dirección: Calle y Número: Carretera Los Planes y Mecánicos s/n  
Colonia: Antiguo Parque Industrial  
Ciudad: La Paz  
Estado: Baja California Sur Código Postal: 23050  
Número Telefónico: (612) 121-17-00 / 121-21-50  
Fax: (612) 121-21-50

#### **Planta de Concreto Cabo San Lucas**

Dirección: Calle y Número: Carretera Transpeninsular a San José del Cabo K.m. 4.5  
Ciudad: Cabo San Lucas  
Estado: Baja California Sur Código Postal: 23410  
Número Telefónico: (624) 143-05-29  
Fax: (624) 143-05-29

### **Campeche**

#### **Planta de Concreto Ciudad del Carmen**

Dirección: Calle y Número: Carr. Carmen - Puerto Real Km. 5 Lateral camino al Cereso  
Ciudad: Ciudad del Carmen  
Estado: Campeche Código Postal: 24150  
Número Telefónico: (938)3892147  
Fax: (938) 386-10-24

#### **Planta de Concreto Campeche**

Dirección: Calle y Número: Carretera a China Km 4.7 s/n  
Colonia: Aviación  
Ciudad: Campeche  
Estado: Campeche Código Postal: 24520  
Número Telefónico: (981) 811-37-77 al 79  
Fax: (981) 811-37-77

### **Chiapas**

#### **Planta de Concreto Tapachula**

Dirección: Calle y Número: Carretera Tapachula-Puerto Madero K.m. 4  
Colonia: Ejido Llano de la Lima  
Ciudad: Tapachula  
Estado: Chiapas Código Postal: 30700  
Número Telefónico: (962) 628-12-40  
Fax: (962) 628-12-41

#### **Planta de Concreto Tuxtla Gutiérrez**

Dirección: Calle y Número: Carretera Panamericana Km 1092 entronque Carretera la Angostura  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez

Estado: Chiapas Código Postal: 29000  
Número Telefónico: (961) 614-20-35 / 614-28-34  
Fax: (961) 614-28-34

## Coahuila

### Planta de Concreto Monclova

Dirección: Calle y Número: Carretera Monclova-Castaños Km. 4.9  
Ciudad: Monclova  
Estado: Coahuila Código Postal: 25870  
Número Telefónico: (866) 697-04-20 / 697-04-61  
Fax: (866) 697-04-68

### Planta de Concreto Saltillo

Dirección: Calle y Número: Periférico Luis Echeverría # 1620 Pte.  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Saltillo  
Estado: Coahuila Código Postal: 25110  
Número Telefónico: (844) 416-53-04 / 416-96-08 / 416-95-48  
Fax: (844) 416-51-92

### Planta de Concreto Ciudad Acuña

Dirección: Calle y Número: Carretera Acuña-Zaragoza Km. 100+300  
Ciudad: Ciudad Acuña  
Estado: Coahuila Código Postal: 26200  
Número Telefónico: (877) 773-14-50  
Fax: (877) 773-14-95

### Planta de Concreto San Juan Sabinas

Dirección: Carr. Nva. Rosita-Múzquiz Km 8  
Ciudad: San Juan de Sabinas  
Estado: Coahuila  
Número Telefónico: (861) 612-00-63  
Fax: (861) 612-00-63

### Planta de Concreto Piedras Negras

Dirección: Blvd. República 1740  
Colonia: Villa de Fuente  
Ciudad: Piedras Negras  
Estado: Coahuila Código Postal: 26070  
Número Telefónico: (878) 786-11-45  
Fax: (878) 786-11-45

## Colima

### Planta de Concreto Colima

Dirección: Calle y Número: Calle A, Mzna 1 Lote 7  
Colonia: Parque Industrial Colima  
Ciudad: Colima  
Estado: Colima Código Postal: 28000  
Número Telefónico: (312) 308-05-87  
Fax: (312) 308-06-40

### Planta de Concreto Manzanillo

Dirección: Calle y Número: Blvd. Miguel de la Madrid Hurtado # 510  
Colonia: Frente a Parque Industrial Fondepont  
Ciudad: Manzanillo  
Estado: Colima Código Postal: 28279  
Número Telefónico: (314) 336-74-62/336-60-44/336-74-75  
Fax: (314) 336-74-62-

## Distrito Federal

### **Planta de Concreto Distrito Federal**

Dirección: Calle y Número: Calle 4 No.3  
Colonia: San Pedro de los Pinos, Del. Álvaro Obregón  
Ciudad: México  
Estado: Distrito Federal Código Postal: 1180  
Número Telefónico: (55) 5722-5600  
Fax: (55) 5722-5618

### **Durango**

#### **Planta de Concreto Durango**

Dirección: Calle y Número: Km. 1.5 Carretera a Parral  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Durango  
Estado: Durango Código Postal: 34030  
Número Telefónico: (618) 811-25-74 / 811-46-96  
Fax: (618) 811-46-97

#### **Planta de Concreto Gómez Palacio**

Dirección: Calle y Número: Tamazula # 220 Pte.  
Colonia: Parque Industrial Lagunero  
Ciudad: Gómez Palacio  
Estado: Durango Código Postal: 35070  
Número Telefónico: (871) 719-20-90 al 93  
Fax: (871) 719-20-94

### **Estado de México**

#### **Planta de Concreto Toluca**

Unidad: Planta de Concreto Toluca  
Dirección; Calle y Numero: Av. Industria Automotriz 105-C  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Toluca  
Estado: Estado de México Código Postal: 50071  
Número Telefónico: (722) 215-43-05 / 215-04-62/ 215-03-43/ 215-03-85/ 215-71-07  
Fax: (722) 215-43-05 / 215-04-62/ 215-03-43/ 215-03-85/ 215-71-07

### **Guanajuato**

#### **Planta de Concreto León**

Dirección: Calle y Número: Libramiento Norte Km. 8  
Colonia: Santa Rosa de Lima  
Ciudad: León  
Estado: Guanajuato Código Postal: 37210  
Número Telefónico: (477) 776-25-95 / 776-25-80 / 97 / 776-28-88  
Fax: (477) 776-26-15

#### **Planta de Concreto Celaya**

Dirección: Calle y Número: Km. 3.6 Camino a San José de Guanajuato  
Ciudad: Celaya  
Estado: Guanajuato Código Postal: 38020  
Número Telefónico: (461) 615-48-97 / 98 / 99  
Fax: (461) 61548-04

#### **Planta de Concreto Irapuato**

Dirección: Calle y Número: Av. San Miguel de Allende #1420  
Colonia: Cd. Industrial  
Ciudad: Irapuato  
Estado: Guanajuato Código Postal: 36541  
Número Telefónico: (462) 622-51-08 al 10  
Fax: (462) 622-51-08 al 10

#### **Planta de Concreto Silao**

Dirección: Calle y Número: Km. 1 Carretera Silao-Guanajuato



Ciudad: Silao  
Estado: Guanajuato Código Postal: 36100  
Número Telefónico: (472) 722-38-36 / 722-45-92  
Fax: (472) 722-38-36

#### **Planta de Concreto Uriangato**

Dirección: Calle y Número: Prolongación Río Hondo s/n  
Colonia: Zona Centro  
Ciudad: Uriangato  
Estado: Guanajuato Código Postal: 38800  
Número Telefónico: (445) 457 57 83  
Fax: (445) 457 57 91

#### **Guerrero**

##### **Planta de Concreto Acapulco**

Dirección: Calle y Número: Calle Morteros s/n  
Colonia: Fracc. Marroquín  
Ciudad: Acapulco  
Estado: Guerrero Código Postal: 39460  
Número Telefónico: (744) 485-26-72/ 485-25-03/ 485-06-96  
Fax: (744) 485-26-49/ 485-24-83

##### **Planta de Concreto Chilpancingo**

Dirección: Calle y Número: Carretera Acapulco - México Km. 101  
Colonia: Aguas Prietas  
Ciudad: Chilpancingo  
Estado: Guerrero  
Número Telefónico: (747) 472 44 26  
Fax: (747) 472 44 26

##### **Planta de Concreto Ixtapa**

Dirección: Calle y Número: Carr. Nacional KM 10.5 Zihuatanejo. Lázaro Cárdenas  
Ciudad: Ixtapa  
Estado: Guerrero Código Postal: 40880  
Número Telefónico: (322) 5531654  
Fax: (322) 5531654

##### **Planta de Concreto Iguala**

Dirección: Calle y Número: G mz. 10 Lote 7  
Colonia: Cd. Industrial  
Ciudad: Iguala  
Estado: Guerrero Código Postal: 40660  
Número Telefónico: (773) 333-00-25  
Fax: (773) 333-00-25

#### **Hidalgo**

##### **Planta de Concreto Pachuca**

Dirección: Calle y Número: Calle "B" Lote 22  
Colonia: Fracc. Industrial Canacintra  
Ciudad: Pachuca  
Estado: Hidalgo Código Postal: 42080  
Número Telefónico: (711) 716-33-19 / 716-33-20  
Fax: (711) 716-33-20

##### **Planta de Concreto Tula**

Dirección: Prol. Av. Del Trabajo  
Colonia: Comunidad del Progreso 2ª Sección  
Ciudad: Tula  
Estado: Hidalgo Código Postal: 42980  
Número Telefónico: (773) 732 -37- 92

Fax: (773) 732-37-92

## **Jalisco**

### **Planta de Concreto Guadalajara**

Dirección: Calle y Número: Av. Gobernador Curiel #3427  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Guadalajara  
Estado: Jalisco Código Postal: 44940  
Número Telefónico: (33) 3678-60-20, 670-76-71, 678-60-10  
Fax: (33) 678-60-20 ext. 6150

### **Planta de Concreto Lagos de Moreno**

Dirección: Calle y Número: Calle Camino Real #108  
Colonia: La Ladera Chica  
Ciudad: Lagos de Moreno  
Estado: Jalisco Código Postal: 47410  
Número Telefónico: (474) 74282-14  
Fax: (474) 74283-42

### **Planta de Concreto Puerto Vallarta**

Dirección: Calle y Número: Km. 11 Carr. Puerto Vallarta - Tepic  
Colonia: Delegación Las Juntas  
Ciudad: Puerto Vallarta  
Estado: Jalisco Código Postal: 48354  
Número Telefónico: (322) 221-11-28 / 221-16-33 / 221-14-66 / 221-11-29  
Fax: (322) 221-15-35

### **Planta de Concreto Tepatitlán**

Dirección: Calle y Número: Km. 2.5 entronque Carr. Tepatitlán a Yahualica  
Colonia: Lagunillas de Franco  
Ciudad: Tepatitlán  
Estado: Jalisco Código Postal: 47600  
Número Telefónico: (378) 782 61 61  
Fax: (378) 782 61 61

### **Plan de Concreto Ciudad Guzmán**

Dirección: Calle y Número: Periférico Sur s/n junto a la vía del FFCC  
Ciudad: Ciudad Guzmán  
Estado: Jalisco Código Postal: 49000  
Número Telefónico: (341) 4135-854  
Fax: (341) 4135-788

## **Michoacán**

### **Planta de Concreto Lázaro Cárdenas**

Dirección: Calle y Número: Av. Morelos #8 Zona Industrial  
Colonia: Ligera  
Ciudad: Lázaro Cárdenas  
Estado: Michoacán Código Postal: 60950  
Número Telefónico: (753) 53241-39 / 241-84  
Fax: (753) 53212-28

### **Planta de Concreto Morelia**

Dirección: Calle y Número: Eje Nte. Sur #50  
Colonia: Cd. Industrial  
Ciudad: Morelia  
Estado: Michoacán Código Postal: 58200  
Número Telefónico: (443) 3230-779 / 231-295 / 231-400 / 231-402  
Fax: (443)3231-402

### **Planta de Concreto Uruapan**

Dirección: Calle y Número: Camino a Mapeco #50  
Colonia: Mapeco  
Ciudad: Uruapan  
Estado: Michoacán Código Postal: 60240  
Número Telefónico: (452) 52826-06 / 825-76  
Fax: (452) 52826-11

### **Planta de Concreto Zamora**

Dirección: Calle y Número: Km. 0.300 Carr. Zamora-La Piedad  
Colonia: La Rinconada  
Ciudad: Zamora  
Estado: Michoacán Código Postal: 59720  
Número Telefónico: (351) 51705-75 / 714-75  
Fax: (351) 51705-75

### **Planta de Concreto La Piedad**

Dirección: Calle y Número: Km 2.5 Carretera La Piedad-Guadalajara  
Ciudad: La Piedad  
Estado: Michoacán Código Postal: 59300  
Número Telefónico: (352) 52622-38  
Fax: (352) 52622-38

## **Morelos**

### **Planta de Concreto Cuernavaca**

Dirección: Calle y Número: Paseo Bugambilias s/n  
Colonia: Bugambilias  
Ciudad: Cuernavaca (Jiutepec)  
Estado: Morelos Código Postal: 62550  
Número Telefónico: (777) 320-50-46 / 47 / 21-11-23  
Fax: (777) 321-11-25

### **Planta de Concreto Cuautla**

Dirección: Calle y Número: Km. 36.5 Camino Federal Cuernavaca-Cuautla  
Colonia: San Carlos  
Ciudad: Cuautla (Yautepec)  
Estado: Morelos Código Postal: 12222  
Número Telefónico: (735) 39431-24  
Fax: : (735) 39431-24

## **Nayarit**

### **Planta de Concreto Tepic**

Dirección: Calle y Número: Carretera a San Cayetano # 61  
Colonia: Pueblo: San Cayetano  
Ciudad: Tepic  
Estado: Nayarit Código Postal: 63509  
Número Telefónico: (664) 647 67 00  
Fax: (664) 647 67 00

## **Nuevo León**

### **Planta de Concreto Monterrey**

Dirección: Calle y Número: Av. Ignacio Morones Prieto #4000 Ote.  
Colonia: Fracc. Buenos Aires  
Ciudad: Monterrey  
Estado: Nuevo León Código Postal: 64800  
Número Telefónico: (81) 8329-54-00  
Fax: (81) 8329-54-00 ext. 1618

### **Planta de Concreto Montemorelos**

Dirección: Calle y Número: Carretera a Montemorelos - Gral. Terán Km. 1 s/n  
Ciudad: Montemorelos  
Estado: Nuevo León Código Postal:  
Número Telefónico: (826 ) 263-54-44  
Fax: (826 ) 263-54-44

### **Oaxaca**

#### **Planta de Concreto Oaxaca**

Dirección: Calle y Número: Carretera Cristóbal Colón Km. 243  
Colonia: La Joya Hacienda Blanca  
Ciudad: Oaxaca  
Estado: Oaxaca Código Postal: 68050  
Número Telefónico: (951) 512 57 07  
Fax: (951) 512 57 07

#### **Planta de Concreto Salina Cruz**

Dirección: Calle y Número: Carretera Huilotepec - Lote 13 Manzana 2-A  
Colonia: Parque Industrial Fondepport  
Ciudad: Salina Cruz  
Estado: Oaxaca Código Postal: 70610  
Número Telefónico: (971) 716 24 86  
Fax: (971) 71624-86

#### **Planta de Concreto Huatulco**

Dirección: Calle y Número: Camino a Playa el Maguey s/n  
Colonia: Fracc. La Crucecita  
Ciudad: Huatulco  
Estado: Oaxaca Código Postal: 70989  
Número Telefónico: (951) 5870567  
Fax: (971) 5870567

### **Puebla**

#### **Planta de Concreto Puebla**

Dirección: Calle y Número: Prol. Diagonal Defensores de la República #1133  
Colonia: Zona Industrial Oriente  
Ciudad: Puebla  
Estado: Puebla Código Postal: 72300  
Número Telefónico: (222) 2826-446 / 826-174 / 826-225 / 826-208 / 826-185 / 826-442  
Fax: (222) 2826-201 / 826-203

#### **Planta de Concreto San Martín Texmelucan**

Dirección: Calle y Número: Ex-hacienda San Damián Lote #7  
Colonia: San Damián  
Ciudad: San Martín Texmelucan  
Estado: Puebla Código Postal: 74059  
Número Telefónico: (248) 484-21-01  
Fax: (248) 484-70-79

### **Querétaro**

#### **Planta de Concreto Querétaro**

Dirección: Calle y Número: Km. 4.5 Av. 5 de Febrero  
Colonia: San Pablo  
Ciudad: Querétaro  
Estado: Querétaro Código Postal: 76130  
Número Telefónico: (442) 217-02-30 / 217-36-90 / 217-36-91 / 93  
Fax: (442) 217-36-92

#### **Planta de Concreto San Juan del Río**

Dirección: Calle y Número: Km. 4.5 Libramiento a Tequisquiapan  
Colonia: Fracc. Industrial Valle de Oro  
Ciudad: San Juan del Río  
Estado: Querétaro Código Postal: 76800  
Número Telefónico: (427) 272-60-92 / 272-68-24  
Fax: (427) 272-60-92

## **Quintana Roo**

### **Planta de Concreto Cancún**

Dirección: Calle y Número: Calle Tonina, Lotes 9 y 10, Manzana 5  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Cancún  
Estado: Quintana Roo Código Postal: 77530  
Número Telefónico: (988) 886-51-89 / 86-41-37 / 86-40-93  
Fax: (988) 886-50-96

### **Planta de Concreto Playa del Carmen**

Dirección: Calle y Número: Plomeros esq. Manzana 8 Lote 1, (Km. 294 Carr. Federal Chetumal-Puerto Juárez)  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Playa del Carmen  
Estado: Quintana Roo Código Postal: 77710  
Número Telefónico: (984) 873-17-52 / 3-17-53  
Fax: (987) 3-16-24

### **Planta de Concreto Chetumal**

Dirección: Calle y Número: Eje Álvaro Obregón s/n, con antigua carr. Santa Elena y Av. No. 9  
Ciudad: Chetumal  
Estado: Quintana Roo Código Postal: 77049  
Número Telefónico: (983) 832-56-80  
Fax: (983) 832-56-80

### **Planta de Concreto Cozumel**

Dirección: Calle y Número: Ave. Cecilio Borgez Lotes 5, 6, 7 y 8 -Manzana 5  
Colonia: Zona Industrial  
Ciudad: Cozumel  
Estado: Quintana Roo Código Postal: 77710  
Número Telefónico: (987 ) 872-46-55 / 872-47-66 / 872-04-29  
Fax: (987) 872-79-44

## **Sinaloa**

### **Planta de Concretos Mazatlán**

Dirección: Calle y Número: Calle Mercurio #100  
Colonia: Esperanza  
Ciudad: Mazatlán  
Estado: Sinaloa Código Postal: 82180  
Número Telefónico: (669) 984-92-21 / 65 / 66 / 43  
Fax: (669) 984-92-87

### **Planta de Concretos Culiacán**

Dirección: Calle y Número: Km. 1.5 Carretera a Costa Rica  
Colonia: San Rafael  
Ciudad: Culiacán  
Estado: Sinaloa Código Postal: 80150  
Número Telefónico: (667) 760-27-53 / 760-27-74 / 760-28-83 / 760-28-90  
Fax: (667) 760-27-53 / 760-27-74 / 760-28-83 / 760-28-90 v Gerente de Planta: C.P Felipe García

### **Planta de Concreto Los Mochis**

Dirección: Carr. Los Mochis el Fuerte Km 5  
Estado: Sinaloa  
Número Telefónico: (668) 825-00-14

Fax: (668) 825-00-14

## **Sonora**

### **Planta de Concreto Guaymas**

Dirección: Calle y Número: Carr. Internacional y Aeropuerto s/n

Ciudad: Guaymas

Estado: Sonora Código Postal: 85400

Número Telefónico: (622) 221-17-24 / 221-00-30

Fax: (622) 221-07-22

### **Planta de Concreto Hermosillo**

Dirección: Calle y Número: Boulevard García Morales #52

Colonia: El Llano

Ciudad: Hermosillo

Estado: Sonora Código Postal: 83210

Número Telefónico: (662) 218-16-50 / 218-67-24 / 218-05-60 / 218-66-18

Fax: (662) 216-84-66

### **Planta de Concreto San Luis Río Colorado**

Dirección: Calle y Número: Km. 9 Carretera a Sonora

Ciudad: San Luis Río Colorado

Estado: Sonora Código Postal: 83455

Número Telefónico: (653) 536-26-60 / 61 / 06

Fax: (653) 536-26-62

### **Planta de Concreto Ciudad Obregón**

Dirección: Calle y Número: Norman E. Bourlaug # 6011 Sur (Antiguo Aeropuerto Civil)

Ciudad: Ciudad Obregón

Estado: Sonora Código Postal: 85050

Número Telefónico: (644) 416-63-91/94/43

Fax: (644) 416-63-91/94/43

## **San Luis Potosí**

### **Planta de Concreto San Luis Potosí**

Dirección: Calle y Número: 5 de Mayo #2380

Colonia: Gral. Ignacio Martínez

Ciudad: San Luis Potosí

Estado: S.L.P. Código Postal: 78360

Número Telefónico: (444) 815-77-57 / 815-02-05 / 815-00-99 / 815-77-58

Fax: (444) 820-33-86

## **Tabasco**

### **Planta de Concreto Villahermosa**

Dirección: Calle y Número: Calle Ruisenor No. 101 Esq. Velódromo de la Ciudad Deportiva

Colonia: Fracc. La Ceiba

Ciudad: Villahermosa

Estado: Tabasco Código Postal: 86180

Número Telefónico: (993) 315-18-11 / 315-84-13 / 315-83-95

Fax: (993) 315-18-49

## **Tamaulipas**

### **Planta de Concreto Ciudad Victoria**

Dirección: Calle y Número: Av. Lázaro Cárdenas 1495

Colonia: México

Ciudad: Ciudad Victoria

Estado: Tamaulipas Código Postal: 87010

Número Telefónico: (834) 313-01-50 / 3-01-51

Fax: (834) 313-01-52

### **Planta de Concreto Nuevo Laredo**

Dirección: Calle y Número: Carretera Nacional 2515 K.m. 13.5  
Ciudad: Nuevo Laredo  
Estado: Tamaulipas Código Postal: 88295  
Número Telefónico: (867) 718-03-33 / 718-06-60  
Fax: (867) 718-04-14

### **Planta de Concreto Matamoros**

Dirección: Calle y Número: Calle Poniente 2 #5  
Colonia: Cd. Industrial  
Ciudad: Matamoros  
Estado: Tamaulipas Código Postal: 87499  
Número Telefónico: (868) 812-81-11 / 812-81-12 / 812-94-65  
Fax: (868) 812-84-02

### **Planta de Concretos Reynosa**

Dirección: Calle y Número: Av. Pasito #1000  
Colonia: Fracc. Moderno  
Ciudad: Reynosa  
Estado: Tamaulipas Código Postal: 88710  
Número Telefónico: (899) 925 14 65 al 68  
Fax: (899) 924 59 22

### **Planta de Concreto Tampico**

Dirección: Calle y Número: Carr. Tampico - Mante Km. 12.5  
Ciudad: Tampico (Altamira)  
Estado: Tamaulipas Código Postal: 89600  
Número Telefónico: (833) 226-65-50 / 226-66-87 / 226-66-88  
Fax: (833) 226-66-65

## **Veracruz**

### **Planta de Concretos Xalapa**

Dirección: Calle y Número: Km. 392.5 Carr. Nacional México-Veracruz  
Colonia: Banderilla  
Ciudad: Xalapa (Banderilla)  
Estado: Veracruz Código Postal: 91300  
Número Telefónico: (228) 811-02-37 / 811-07-38  
Fax: (228) 811-07-38

### **Planta de Concreto Veracruz**

Dirección: Calle y Número: Azueta s/n entre Eje #1 Pte. y Francisco Villa  
Colonia: El Coyol  
Ciudad: Veracruz  
Estado: Veracruz Código Postal: 91779  
Número Telefónico: (229) 981-71-29/ 981-71-30 / 981-71-31  
Fax: (229) 981-71-29/981-71-30/ 981-71-31

### **Planta de Concretos Coatzacoalcos**

Dirección: Calle y Número: Km. 6.5 Carr. Coatzacoalcos-Minatitlán  
Colonia: Ejidal  
Ciudad: Coatzacoalcos  
Estado: Veracruz Código Postal: 96495  
Número Telefónico: (921) 215-70-19 / 215-70-28 / 215-70-84  
Fax: (921) 215-70-19 / 215-70-28

### **Planta de Concreto Orizaba**

Dirección: Calle y Número: Puente #74  
Colonia: Rincón Chico  
Ciudad: Orizaba

Estado: Veracruz Código Postal: 94390  
Número Telefónico: (272) 724-01-69  
Fax: (272) 724-01-69

#### **Planta de Concreto Tuxpan**

Dirección: Interior central termoeléctrica secc. 3 y 4  
Colonia: Pobl. Chile Frio  
Ciudad: Tuxpan  
Estado: Veracruz  
Número Telefónico: 0121460524  
E-mail: medinabarc@hotmail.com

#### **Yucatán**

##### **Planta de Concreto Mérida**

Dirección: Calle y Número: Km. 6 Carretera Mérida - Umán  
Ciudad: Mérida  
Estado: Yucatán Código Postal: 97178  
Número Telefónico: (999) 946-17-17  
Fax: (999) 942-24-00

#### **Zacatecas**

##### **Planta de Concreto Zacatecas**

Dirección: Calle y Número: Km. 16.8 Carr. Zacatecas-Guadalajara  
Colonia: Comunidad La Escondida  
Ciudad: Zacatecas  
Estado: Zacatecas Código Postal: 98088  
Número Telefónico: (492) 924-53-10 / 924-54-10  
Fax: (492) 924-53-10



# Glosario de Términos



Menú

A-C

D-G

H-N

P-Z



B C

**Acabados**

Conceptos finales de la obra; como aplanados de pasta o yeso, pisos, pintura, colocación de azulejos y revestimientos.

**Adherencia física**

Adherencia entre dos materiales, que depende de la irregular topografía de sus superficies o de la rugosidad de las mismas.

**Adherencia química**

Adhesión entre materiales disímiles como resultado de una reacción química.

**Aditivo**

Es un producto químico que se dosifica en baja proporción en el concreto, para modificar alguna de sus propiedades y adecuarlo al fin que se destine.

**Aglutinante Hidráulico o Cementante**

Es el cementante que al agregarle agua, ya sea sólo o mezclado con arena u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar tanto al aire como bajo el agua y formar una masa endurecida.

**Agregados**

Son grava y arena que se extraen de las canteras y se usan para dar al concreto premezclado el volumen necesario e incrementar su resistencia. Bajo circunstancias normales, un metro cúbico de concreto fresco contiene dos toneladas de grava y arena.

**Agregado fino**

Arena u otro material inorgánico en un rango de tamaño de partícula menor a 1 cm.

**Agregado grueso**

Grava u otro material pétreo en el que la mayoría de sus partículas quedan comprendidas en un tamaño máximo de 1.9 cm a 2.5 cm.

**Aire Incluido**

Burbujas de aire incorporadas intencionalmente en el mortero o concreto durante el mezclado, usualmente empleando un agente químico.

**Alabeo**

Combadura que experimentan las losas de concreto por diferencias de temperatura y contenidos de humedad entre la superficie y el fondo de la losa.

**Albañal**

Tubo de concreto que se instala para desalojar las aguas negras de las edificaciones.

**Andamio**

Armazón provisional de madera o fierro donde se colocan tablonces para facilitar la construcción en las partes altas de la obra.

**A nivel**

Que debe estar horizontal.

**Aplanamiento de concreto**

Apariencia en forma de panal de abejas, de los agregados del concreto, como resultado de una consolidación deficiente.

**Apisonar**

Apretar la tierra con pisón.

**Aplanado**

Recubrimiento de acabado fino aplicado a los muros para protegerlos contra la humedad y para embellecerlos. Este aplanado se aplica en tres capas: repellado, nivelado y acabado.

**A plomo**

Que debe estar vertical, generalmente se verifica mediante una plomada.

**Arcilla**

Tierra natural relativamente suave que, por su abundante cantidad de silicatos, es la segunda materia prima en importancia para la elaboración del cemento.

**Arena**

Agregado que pasa la criba G 4.75 (malla No 4) y se retiene en la F 0.075 (malla No. 200).



**Bachada**

Toda la revoltura que se prepara dentro de la revoladora.

**Blaine**

Parámetro que define la finura del cemento en términos de  $\text{cm}^2$  por cada gramo de ese material. Ejemplo: un blaine de  $3000 \text{ cm}^2 / \text{g}$  significa que la suma de las superficies de todas las partículas de un gramo de esta muestra pueden cubrir un área de  $0.30 \text{ m}^2$ .



**Cachete**

Pieza de madera que se utiliza como cimbra en los lados de algunos elementos de concreto como dalas, zapatas, losas.

**Cal libre**

Compuesto químico ( $\text{CaO}$ ) que normalmente se encuentra en baja proporción en el clinker. En concentraciones mayores, superiores probablemente a un 2%, puede ser peligrosa porque provoca expansiones en el concreto ya endurecido.

**Calcinación**

Proceso al que se somete a la materia prima del cemento exponiéndola a temperaturas de hasta  $1,400$  grados centígrados de donde se obtiene el material al que se denomina clinker.

**Caliza**

Piedra dura, muy abundante en la naturaleza, rica en calcio. Es la materia prima más importante para la fabricación del cemento.

**Calor de hidratación**

Es el calor liberado de las reacciones que producen el endurecimiento del cemento Portland, por su reacción con el agua.

**Capacidad instalada**

Significa la capacidad teórica de producción anual de una planta, en tanto que Capacidad Efectiva se refiere a la capacidad óptima real de producción anual de una planta, que puede ser de 10% a 20% inferior a la capacidad instalada.

**Castillo**

Refuerzo vertical de concreto armado, que sirve para unir dos o más muros y sostener la estructura de la losa.

**Cementante**

Cualquier producto que tenga la capacidad de unir piezas entre si mismas, por ejemplo, el cemento Portland, el asfalto, las resinas, etc.

**Cemento de bajo álcali**

Cemento cuyo contenido de álcalis (óxidos de sodio y potasio), no sobrepasan un 0.6% expresados como Na<sub>2</sub>O. Este cemento debe usarse cuando los agregados para el concreto: arena y grava, sean potencialmente reactivos con los álcalis del cemento, causando el deterioro de la obra.

**Cemento blanco**

Es un cemento Portland de alta calidad que difiere del cemento gris exclusivamente por su color. Es fabricado con materias primas de alta calidad que contengan cantidades mínimas de óxido de hierro y manganeso, sustancias que dan el color al cemento gris.

**Cemento de albañilería**

Cementante hidráulico, muy trabajable, que se usa para pegar tabiques, ladrillo y rocas entre sí, para revestimientos, aplanados, etc.

**Cemento de escoria de alto horno**

Cementante hidráulico, elaborado con cemento Portland y escoria de alto horno, diseñado para obras donde se requiera una alta resistencia a agresiones químicas empleándose además en las construcciones de concreto en general.

**Cemento hidráulico**

Refuerzo vertical de concreto armado, que sirve para unir dos o más muros y sostener la estructura de la losa.

**Cemento para pozos petroleros**

Cementante hidráulico que se produce con clinker Portland y es empleado para elaborar pozos petroleros, generalmente tiene un fraguado lento y debe ser manejable a temperaturas y presiones elevadas. Se produce en las clases de la A hasta H y J. Cada clase es aplicable a cierto rango de profundidad, agresión química o presión.

**Cemento Portland**

Cemento hidráulico producido con clinker Portland y yeso natural. Se comercializa en cinco tipos diferentes.

**Cemento Puzolánico**

Se denomina así a un cemento Portland al cual se le ha agregado un material activo (puzolana) que contribuye a aumentar las resistencias mecánicas tardías, así como la resistencia a ataques químicos.

**Ceniza volante (Fly Ash)**

Puzolana artificial, similar al polvo de cemento, subproducto de la combustión de carbón en polvo, en las plantas generadoras de electricidad.

**Cespol**

Pedazo de tubo en forma de "s" que se coloca en los drenajes para evitar los malos olores y salida de insectos, roedores, etc. que habitan en el drenaje.

**Chalupa**

Caja rectangular de fierro que se empotra al muro para recibir la instalación de un contacto o apagador.

**Chaflán**

Relleno de cemento que se aplica entre una parte vertical y otra horizontal como en las azoteas o entre dos muros seguidos para evitar el paso del agua.

**Cimbra (construcción)**

Armazón de madera que sirve de molde para colar el concreto.

**Cimbra**

Molde temporal para el concreto fresco, que se retira una vez que el concreto logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo. El costo de la cimbra puede llegar a ser el 60% del costo del concreto.

**Cimientos**

Estructura de mampostería o concreto armado que soporta y reparte el peso de la casa en forma uniforme.

**Claro largo**

Longitud mayor de una losa de concreto, es decir, en una losa de 6mx4m el claro largo será el lado de 6m.

**Claro corto**

Longitud menor de una la losa de concreto.

**Clinker**

Clinker es un producto intermedio en el proceso de elaboración de cemento. La piedra caliza, la arcilla y el óxido de hierro se calcinan en un horno a 1,450 grados centígrados para producir el clinker.

**Colado**

Acción de vaciar el concreto fresco en la cimbra o molde.

**Concreto**

Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregados finos (arenas), agregados gruesos (gravas) y agua.

**Concreto armado**

Concreto con acero de refuerzo destinado para elementos estructurales (trabes, losas, columnas, etc.) El armado le proporciona al concreto mayor resistencia a la tensión.

**Concreto Bombeado**

Concreto que es transportado a través de una manguera o tubo por medio de una bomba.

**Concreto compactado con rodillo (ccr).**

Concreto con revenimiento nulo, casi seco, que se compacta durante su colocación usando equipos con rodillos vibratorios. Se caracteriza por ser un método rápido y económico para construcción de pistas de rodamiento de aeropuertos, pavimentaciones, etc.

**Concreto con aire incluido**

Es un concreto con burbujas de aire muy pequeñas, incluidas al concreto mediante un aditivo, ya sea durante la fabricación del cemento o durante las operaciones de dosificación y mezclado del concreto normal. Su propósito: aumentar la trabajabilidad, la durabilidad y mejorar la resistencia a la congelación.

**Concreto de alta resistencia**

Este es un concreto con resistencia a la compresión a 28 días superiores a 420 kg/cm<sup>2</sup>. Su uso logra reducir las dimensiones de los elementos estructurales, incrementando el área de servicio por niveles.

**Concreto de gran peso**

Este concreto se produce usando agregados de densidad elevada y se emplea para blindajes contra radiaciones (rayos x, rayos gamma, etc.). Este concreto alcanza densidades de hasta 6400 kg/cm<sup>3</sup>.

**Concreto de revenimiento nulo**

Concreto cuya resistencia corresponde a un revenimiento de 0.5 cm o menor, es decir, a la de un concreto muy seco pero lo suficientemente trabajable. Se utiliza cuando se requiere lograr gran desarrollo de resistencia a temprana edad, para su colocación es necesario el uso de equipo especial como vibrocompactadoras o rodillos.

**Concreto endurecido**

Concreto cuyo tiempo de elaboración ha sobrepasado el tiempo de fraguado y en consecuencia se encuentra en estado rígido.

**Concreto fresco**

Concreto recién mezclado con agua, formando una masa plástica y fluida, capaz de ser moldeada.

**Concreto lanzado**

Concreto o mortero que se arroja a gran velocidad, mediante un equipo neumático, sobre algunas superficies, generalmente aquellas de difícil acceso o cuando no se requiere de cimbra tal como los recubrimientos para evitar derrumbes.

**Concreto ligero estructural**

Concreto similar al concreto normal solo que se fabrica con agregados más ligeros. Su densidad oscila entre 1360 a 1840 kg/cm<sup>3</sup> y contrasta con la del concreto normal cuyo intervalo es de 2080 a 2480 kg/cm<sup>3</sup>. Este concreto se usa para aligerar la carga muerta en los elementos de concreto.

**Concreto masivo**

Concreto que se cuela para obras de grandes dimensiones y que por su cuantioso volumen puede generar gran cantidad de calor de hidratación que obligue a tomar medidas especiales para minimizar los agrietamientos en la obra.

**Concreto premezclado**

Este concreto se dosifica y se mezcla fuera del sitio de la obra y se entrega en el área de construcción en estado fresco y sin endurecer.

**Concreto seco**

Es un producto listo para añadirle agua y usarse de la misma manera que el concreto normal, contiene cemento, grava y arena, en proporciones adecuadas.

**Consistencia del concreto**

Es el grado de plasticidad del concreto fresco o del mortero para fluir. La forma usual de medirlo es revenimiento para el concreto, flujo o lechada para el mortero y resistencia a la penetración para la pasta de cemento.

**Consolidación del concreto**

Es el proceso que consiste en compactar al concreto fresco para amoldarlo dentro de las cimbras, evitando los apanamientos y las cavidades del aire atrapado.

**Contracción por secado**

Propiedad del concreto que tiende a contraerse por secado. Conduce a agrietamientos cuando existen restricciones que impidan la contracción libre.

**Contraflecha**

Ligera deformación hacia arriba que es conveniente dar al nivel de la cimbra para que al descimbrar no se presenten deformaciones graves.

**Corazón**

Muestra que se extrae de elementos de concreto, a través de procedimientos especiales, con el fin de estudiar y comprobar las propiedades del concreto ya endurecido.

**Correctores**

Minerales naturales que se adicionan en cantidades pequeñas en la elaboración del cemento para lograr conseguir alguna meta específica que no se podría lograr con las materias primas normales.

**Cuña**

Pieza de madera que nos sirve para apretar y nivelar algunas partes de la cimbra.

**Curado**

Tratamiento que se da al concreto recién colado, para asegurar la disponibilidad permanente de agua que permita el progreso de las reacciones químicas entre el cemento y el agua. Este importante proceso, nos permite obtener buena durabilidad en el concreto.

**A-C**

**D-G**

**H-N**

**P-Z**

# Glosario de Términos



Menú

A-C

D-G

H-N

P-Z



E F G

**Dala o cadena de desplante**

Elemento de concreto armado, rectangular, colocado sobre la cimentación, sirve para distribuir las cargas del muro al terreno.

**Desmoldar o Descimbrar**

Acción de retirar el molde o cimbra del elemento o espécimen de concreto o mortero.

**Dosificación del concreto**

Proceso que consiste en pesar o medir volumétricamente los ingredientes del concreto. (arena, grava, cemento y agua), e introducirlos al mezclador.

**Durabilidad**

Capacidad que tiene la obra para resistir la acción del clima, el ataque químico, abrasión y otras condiciones, a que esta expuesta.



D F G

**Eflorescencia**

Un deposito de sales blancas, formadas en la superficie de los muros, especialmente en lugares húmedos, cálidos y salitrosos.

**Empotre**

Forma de apoyar algunos elementos constructivos.

**Entortado. Mortero cemento- arena**

Utilizado como base antes de colocar pisos.

**Escoria de altos hornos**

Producto no metálico, esencialmente compuesto de silicatos y silico-aluminatos cálcicos, que se desarrollan en una condición de fundición simultanea con hierro en un alto horno para la producción de acero.

**Esfuerzo**

Magnitud de fuerzas internas por unidad de área producidas por cargas externas. Cuando las fuerzas son paralelas al plano, el esfuerzo es llamado esfuerzo cortante. Cuando las fuerzas son normales al plano, el esfuerzo es llamado normal. Cuando el esfuerzo normal está dirigido hacia la parte en que actúa, es llamado esfuerzo de compresión. Cuando está dirigido hacia afuera de la parte en que actúa, es llamado esfuerzo de tensión.



**F'c**

Símbolo que nos indica cuántos kilos por centímetro cuadrado debería resistir el concreto.

**Finura del cemento**

Tamaño de las partículas del cemento, las cuales pueden ser desde 60 hasta 1 micrómetro (1 micrómetro = milésimo de milímetro). Normalmente se define como el % de finura al porcentaje del material que puede pasar a través de un tamiz.

**Fondo**

Parte interior de las trabes o cadenas de cerramiento.

**Fraguado (cemento)**

Cambio del estado fluido al estado rígido de una pasta de cemento, mortero o concreto. Implica pérdida de plasticidad.

**Fraguado falso**

Es el calor liberado de las reacciones que producen el endurecimiento del cemento Portland, por su reacción con el agua.

**Furgón**

Vagón de ferrocarril, vehículo largo y cubierto usado para el transporte de mercancías.



**Granulometría**

Es la distribución por tamaños de las partículas de los agregados, generalmente expresado en porcentaje.

**Grava**

Agregado grueso que se detiene en la criba M 4.75.

**Grieta**

Abertura en el concreto de magnitud importante que puede ser el inicio de una falla estructural.

**Grifa**

Herramienta para doblar varilla, generalmente es "hechiza" con una varilla o barra de 1"-1 ½" de diámetro.

**A-C**

**D-G**

**H-N**

**P-Z**





# Glosario de Términos



Menú

A-C

D-G

H-N

P-Z



## Harina cruda

Polvo constituido de partículas muy finas, de una mezcla de caliza, arcilla, etc., convenientemente proporcionadas. Bajo estas condiciones, esta harina está lista para la producción de clinker, mediante su cocción en el horno.

## Hidratación

Proceso muy lento durante el cual el cemento reacciona con el agua para generar los compuestos químicos que aportan la resistencia de concreto.

## Hilada

Tabiques que se colocan a la misma altura en la construcción de un muro por medio de un hilo que sirve de guía.

## Horno para producción de cemento

Cilindro de placa de acero, en posición semi horizontal, con un diámetro aprox. de 4.5 metros y 60 a 100 metros de longitud en donde se calcina la materia prima para la elaboración del cemento sometiéndola a altas temperaturas.

## Huella

Parte del escalón sobre la que se pisa.

## Humedad superficial

Agua libre en exceso en la superficie de las partículas del agregado, humedad no absorbida por el agregado y que se considera como parte del agua de mezclado del concreto.

## Humo de sílice (sílica fume)

Conocida también como microsíllica, es una puzolana artificial que se presenta como polvo de tamaño ultrafino, de color gris claro a oscuro, que se obtiene como subproducto de la manufactura del silicio o de las aleaciones de ferro-silicio. Su peso volumétrico sin compactar es de 250 a 300 kg/m<sup>3</sup>.



## Jointas de control

Método más efectivo para el control del agrietamiento por contracción por secado.

## Junta de control (construcción)

Separación predeterminada instalada o creada entre superficies de concreto adyacentes para liberar las fuerzas de tensión o compresión causadas por el movimiento de la estructura o construcción.

## Junta fría

Discontinuidad formada cuando un volumen o superficie del concreto ha endurecido antes de que la siguiente capa o elemento se haya colocado.

J L M N

H L M N



### Lambrines

Revestimientos de mosaicos o azulejos para muros, especialmente en baños y cocinas.

H J M N



### Madrina

Elemento de la cimbra de madera que corre horizontalmente en un solo sentido de la losa y sirve para soportar los cajones o tablas de la cimbra en el otro sentido.

H J L N

### Maestras

Referencia o guía que sirve para controlar el nivel del piso o el espesor del aplanado.

### Mampostería

Obra de albañilería elaborada con piezas de construcción, como piedra braza, tabiques, etc. unidas entre sí con algún adhesivo.

### Membrana de curado

Membrana o cubierta que se coloca sobre el concreto recién colado, para retardar o reducir la evaporación de la humedad superficial, y con ello la tendencia a agrietamientos.

### Mezclado

La acción de revolver los componentes del concreto o mortero con el fin de formar una masa homogénea.

### Módulo de Elasticidad o de Young

Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente para esfuerzos de tensión o compresión antes de su límite de destrucción.

### Módulo de Ruptura

Es el valor obtenido mediante el procedimiento indirecto para determinar la resistencia a la tensión del concreto por el ensaye a flexión de una viga estándar.

### Molino

Equipo cilíndrico, giratorio, de acero en cuyo interior se aloja una carga de bolas metálicas de diferentes diámetros que muelen las materias primas, ya dosificadas.

### Mortero

Mezcla de cemento, agregado fino y agua.

### Mortero hecho en obra

Es la mezcla del cementante, del agua y la arena, que se prepara en la obra para realizar trabajos de albañilería. Difiere del concreto porque no contiene grava.

### Mortero seco

Es un producto que contiene cemento Portland y una proporción adecuada de arena, listo para añadir agua en la obra y usarse en trabajos de albañilería.



### Núcleo o Corazón

H J L M

Muestra cilíndrica de concreto endurecido o roca, extraída por medio de una broca hueca.

**A-C**

**D-G**

**H-N**

**P-Z**

# Glosario de Términos



Menú

A-C

D-G

H-N

P-Z



RSTVYZ

**Pallet**

Tarima o plataforma de madera, a poca altura del suelo que nos permite almacenar el cemento de manera adecuada y además transportarlo mediante montacargas.

**Pasta de cemento**

Constituyente del concreto que esta formado por cemento y agua.

**Pavimento de Concreto**

Una capa de concreto empleada como superficie de rodamiento para tránsito vehicular.

**Pegazulejo**

Es un producto a base de cemento, aditivos químicos y cargas, que se caracteriza por su alta adhesividad y viscosidad, se utiliza para la colocación de recubrimientos de cerámica y azulejo.

**Piedra braza**

Piedra maciza que, pegada con mortero, se utiliza para hacer cimientos, muros u otras estructuras.

**Pisón**

Instrumento metálico que sirve para apretar la tierra.

**Plantilla**

Base delgada de concreto sobre la cual se construye la cimentación.

**Plasticidad**

Propiedad de la pasta de cemento, concreto o mortero recién mezclados que determina su facilidad de moldeado.

**Plomada**

Pieza metálica atada a un hilo, que sirve para verificar la verticalidad de los muros.

**Prueba de penetración**

Prueba que se realiza presionando, contra la superficie del concreto endurecido, una esfera con carga constante. El diámetro de la impresión resultante se usa como una medida de la magnitud de penetración e indica la resistencia del concreto.

**Prueba de rebote**

Prueba que consiste en golpear las superficies del concreto endurecido, ya sea con un péndulo pesado o un martillo accionado por resorte con un elemento de medición que nos señala el porcentaje de rebote, indicador de la resistencia del concreto.

**Puntual**

Apoyo vertical.

**Puzolana**

Material natural o artificial amorfo, silicioso capaz de reaccionar con la cal que libera el cemento durante su hidratación para mejorar las propiedades del concreto. La puzolana más popular es la piedra poma.

**Rastra**

Pedazo de madera debajo de puntual.

**Reacción Álcali-Agregado**

La reacción entre los álcalis (sodio y potasio) del cemento Portland y ciertas rocas de origen silíceo o carbonatadas presentes en algunos agregados, principalmente la caliza dolomítica. Los productos de la reacción pueden ser la causa de una expansión anormal y de una desintegración del concreto en servicio.

**Registro de drenaje**

Caja de tabique o cemento que sirve para facilitar la maniobra para destapar la tubería del drenaje y controlar los cambios de dirección o nivel.

**Relación agua/cemento (r a/c)**

Relación que se obtiene de dividir el peso del agua, entre el peso del cemento de la mezcla. A mayor relación menor resistencia mecánica y menor durabilidad del concreto.

**Repellado**

Recubrimiento de acabado rústico para muros. Puede ser la primera capa de un aplanado, que se aplica con más fuerza para asegurar su adherencia con el muro.

**Resistencia a la compresión**

Capacidad máxima de carga que soporta un material antes de llegar a su límite de ruptura, se expresa en kg/cm<sup>2</sup>.

**Resistencia a la tensión**

Máximo esfuerzo de tensión que puede soportar un material antes de llegar a su límite de destrucción .

**Resistencia al fuego**

La propiedad de un material de resistir al fuego aplicado. En los elementos de construcción, es la propiedad de continuar realizando una función estructural después de estar expuesto al fuego.

**Resistencia mecánica**

Es la capacidad máxima de los materiales para soportar cargas o tensiones sin llegar a su límite de destrucción.

**Retemplado**

Nueva adición de agua y premezclado cuando la mezcla ha empezado a endurecerse y ponerse áspera.

**Revenimiento**

Prueba de laboratorio que indica el nivel de consistencia o capacidad de flujo del concreto. A menor revenimiento (el mínimo es revenimiento cero) menor capacidad de flujo. Revenimientos cercanos al máximo valor de 30, indican concretos muy aguados o muy fluidos.

**Reventón**

Hilo de algodón o plástico que sirve para trazar, o bien como referencia para tener una sola línea.

**Revolvedora**

Equipo que se usa para mezclar los agregados, el cemento y el agua, para la producción de un concreto fresco.



**PRTVYZ**

#### **Sangrado**

Se llama así al fenómeno de separación natural del agua hacia la superficie del concreto fresco antes de su endurecimiento.

#### **Sanidad**

Capacidad de la mezcla de conservar su volumen original, durante su paso del estado fresco al endurecido, sin que se contraiga o se expanda.

#### **Segregación**

Tendencia a la separación natural de los ingredientes de la mezcla, por ejemplo: los mas pesados se depositan en el fondo y los más ligeros en la superficie de la mezcla.

#### **Sellador**

Producto químico que se aplica previamente al recubrimiento de muros con pintura.

#### **Separador**

Trozo de varilla o madera que impide que se junten dos elementos de la cimbra.

#### **Socket**

Pieza donde se coloca el foco y se reciben los cables de la corriente eléctrica.

#### **Succión**

La capacidad de absorción de humedad que poseen los materiales.

#### **Sulfatos**

Sales de azufre, abundantes en los suelos y aguas naturales, así como en los desechos industriales, domésticos o municipales. Estos compuestos químicos pueden dañar considerablemente la durabilidad del concreto.



**PRSVYZ**

#### **Talocha**

Herramienta para mantener y llevar el mortero, generalmente una pieza curada, plana, de metal o madera, de aproximadamente 25 a 35 cm, con una asa de madera al centro de la parte inferior, que se usa para aplicar el yeso.

#### **Tamiz**

Referencia o guía que sirve para controlar el nivel del piso o el espesor del aplanado.

#### **Textura**

Es la separación de los constituyentes de un todo ordenado, de modo que la distribución de los tamaños de partículas deja de ser uniforme.

#### **Tiempo abierto**

Es el tiempo máximo de que se dispone un colocador de azulejos para corregir la colocación de sus piezas, sin que se pierda adherencia.

#### **Trabajabilidad**

La propiedad de la mezcla de concreto que determina su facilidad de ser moldeada, colada y acabada.

#### **Trabe**

Viga de concreto armado, generalmente horizontal, que sirve como elemento estructural principal. Se utiliza cuando el techo de una casa no se puede apoyar sobre muros.

**Trazo**

Líneas y cruces que son marcadas en el terreno por donde pasarán los cimientos y muros de la construcción.



**PRSTYZ**

**Vibrado**

Muestra cilíndrica de concreto endurecido o roca, extraída por medio de una broca hueca.

**Vibrador**

Equipo de agitación empleado para facilitar la consolidación del concreto mediante el acomodo de las partículas y la eliminación del aire atrapado.

**Vica**

Aparato de pruebas para evaluar los tiempos de fraguado: inicial, final y falso de los cementos hidráulicos.



**PRSTVZ**

**Yeso**

Piedra natural, muy suave, de color blanco y rica en sulfatos de calcio que, en pequeña proporción, se adiciona en la fabricación del cemento. Actúa como retardador del fraguado.

**Yugo**

Elemento de madera utilizado en la colocación de la cimbra que sirve para mantener separados los cachetes.



**PRSTVY**

**Zapata**

Cimiento de concreto armado que se usa en terrenos blandos para soportar construcciones.

**A-C**

**D-G**

**H-N**

**P-Z**







## Centro de Tecnología Cemento y Concreto



CEMEX creó en 1997 el **Centro de Tecnología Cemento y Concreto**, ubicado en la Ciudad de México, ofrecemos respaldo a todo el país con estudios e investigaciones especializadas dirigidas a evaluar minuciosamente el comportamiento del clima, suelos y todo material que intervenga en la construcción; así como para diagnosticar y proponer la solución a mejores alternativas actuales y futuras de cada uno de los proyectos.

El **Centro de Tecnología Cemento y Concreto de Cemex** no sólo ha contribuido al desarrollo de productos de gran calidad, si no que ha realizado investigaciones y pruebas experimentales para lanzar al mercado concretos especiales que responden a necesidades específicas que contribuyen al desarrollo de la industria de la construcción en México y Latinoamérica.



### Ponemos a tu servicio:

- ▣ Asesoría técnica referente al diseño, colocación y manejo del concreto según la necesidad u obra en particular.
- ▣ Conferencias sobre tecnología del concreto, su manejo y la optimización de recursos.
- ▣ Actualización para personal de obra, supervisores, diseñadores, arquitectos, etc.
- ▣ Certificación del personal en temas generales y particulares de obras de concreto.
- ▣ Acreditación de pruebas.
- ▣ Laboratorios de Concreto, únicos en México para todo tipo de pruebas.
- ▣ Asesoría en diseño y colocación de pavimentos y pisos industriales.
- ▣ Banco de Información (biblioteca, hemeroteca, mediateca y videoteca)



Como resultado del esfuerzo y capacidad de desarrollo del **Centro de Tecnología de CEMEX**, ha generado productos especiales clasificados como concretos de alto desempeño, con lo que marcamos la diferencia en el mercado y transformamos la industria del concreto premezclado.

Los productos especiales son: **Concreto Profesional<sup>MR</sup> Duramax<sup>MR</sup>, Concreto Profesional<sup>MR</sup> Ligero Celular, Concreto Profesional<sup>MR</sup> ANTIBAC<sup>MR</sup>, Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Alta Resistencia, Concreto Profesional<sup>MR</sup> Arquitectónico, Concreto Profesional<sup>MR</sup> de Resistencia Acelerada (CREA)<sup>MR</sup>, Concreto Profesional<sup>MR</sup> Autocompactable, Concreto Profesional<sup>MR</sup> Antideslave, Relleno Fluido y Mortero Estabilizado.**

El CTCC también se ha destacado en el rubro de CALIDAD ya que actualmente CEMEX Concretos ha certificado a 53 de sus plantas bajo el Sistema ISO 9001 y acreditado a 22 de sus laboratorios ante EMA.

