

Nº 77
251



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO
EN PLANTA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
ALVARO MARTINEZ SANTILLAN

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

PREFACIO	01
Introducción	
- Historia del concreto	02
- Definición	03
- Propiedades	03
- Aplicaciones	04
CAPITULO I. AGREGADOS	
- Definición	05
- Explotación	05
- Control de calidad	05
- Transporte	08
- Manejo en planta	09
CAPITULO II. CEMENTO	
- Definición	15
- Producción	15
- Composición del cemento	15
- Pruebas realizadas al cemento	17
- Tipos de cementos fabricados en México. Usos	21
- Transporte	28
- Almacenamiento	29
- Ventajas del cemento a granel vs. envasado	31
CAPITULO III. AGUA	
- Definición	32
- Función	32
- Transporte	32
- Almacenamiento	32
CAPITULO IV. ADITIVOS	
- Generalidades	34
- Descripción sobre el funcionamiento de algunos aditivos más usados	34
- Uso de aditivos (recomendaciones generales)	36
- Abastecimiento	38
- Transporte	38
- Almacenamiento	38
CAPITULO V. DOSIFICACION	
- Definiciones	39
- Dosificación de agregados	40
- Dosificación de cemento	41
- Dosificación de agua	41
- Dosificación de aditivos	42
- Recomendaciones prácticas	42
- Ejemplo de diseño de mezclas	44

CAPITULO VI. MEZCLADO	
- Tipos de mezcladoras	49
- Formas de mezclado	49
- Pruebas de verificación. En obra y en planta	52
- Recomendaciones prácticas	53
CAPITULO VII. TRANSPORTE Y ENTREGA	
- Transporte (tipos de camiones)	54
- Entrega. Generalidades	54
- Comentarios prácticos	57
- Recomendaciones	59
CAPITULO VIII. CONTRATACION	
- Definición de contrato	60
- Machote de contrato de compraventa	62
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	72
ANEXO	
-Normas Oficiales Mexicanas	

PREFACIO

El estudio que se presenta en este trabajo sobre la producción del concreto en planta, tiene como finalidad mostrar de una manera general y particular el procedimiento que se sigue en la elaboración del mismo, comprendiendo, desde la extracción (o abastecimiento) y/o producción, transportación y almacenamiento de los agregados, agua, cemento y aditivos; hasta su utilización en la dosificación de mezclas y su entrega en obra; es decir, comprende de manera global y particular, las conveniencias e inconveniencias que se pueden o no presentar en la fabricación del concreto en cada una de sus etapas.

La división que se presenta en este trabajo no implica necesariamente que los componentes que integran el concreto tenga ese nivel jerárquico, ya que cada uno de ellos es de vital importancia en la elaboración del mismo.

Otro de los objetivos es, que este trabajo fué elaborado para que los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniero Civil en la rama de construcción, tengan un concepto más amplio de lo que es el concreto premezclado y de lo relevante que resulta el cuidado de su fabricación.

INTRODUCCION

Historia del Concreto:

Los grandes constructores romanos de la antigüedad dominaron de modo seguro, no solo la fabricación de obras de albañilería, sino también la de hormigones (concreto) ** a partir de cantos rodados o de detritos rocosos para las grandes obras al aire libre y las hidráulicas, como lo demuestran sus baños, sus acueductos, puentes y muelles. Distinguían entre un concreto apisonado, moldeado en cofrado, de otro de relleno, a disponer entre obras de ladrillo, también del concreto muy blando para obra sumergida, y para fines particulares, en obra al aire libre; por ejemplo, la cúpula del Partenón, subdividida en nichos y resuelta con nervaduras. También aprendieron a estructurar adecuadamente la granulometría de los áridos y a disminuir el peso del concreto mediante la utilización de cuerpos cerámicos huecos.

El conglomerante propiamente dicho, en todos los concretos y morteros de los romanos para las obras hidráulicas era un mortero de cal con adición de tierra puzolánica. Las puzolanas de la antigüedad eran, ante todo, las cenizas volcánicas de la isla griega de Santorin, del grupo de las Cicladas, y las de Pozzuoli en el viejo puerto de Nápoles, del que se deriva su nombre.

** El primero que empleó la palabra hormigón fue Beldor, que viene de "bitumen" y significó, inicialmente, lodo que se iba espesando hasta la solidificación. La designación inglesa de "concreto" es de origen latino, con el significado de "denso", compacto. Se designa, además, de modo dominante con la palabra hormigón, a las rocas artificiales conglomeradas por cemento. (Los elementos constructivos endurecidos al vapor, preparados a partir de cal y arena son frecuentemente llamados Hormigones sílico-calcareos.)

La transición del mortero hidráulico de cal y tierras puzolánicas (trass o harina de ladrillo), sobre las que todavía se apoya la construcción hasta alrededor de 1750, a la de cemento Portland, se realizó en la Europa occidental, entre 1800 y 1850.

El concepto cemento, en el curso de su desarrollo, fue aplicado por primera vez en 1800, en el sentido de un conglomerante que endurece por sí mismo.

Apsdin, el 12 de Octubre de 1824, decide patentar el cemento Portland como el producto de la calcinación de una mezcla artificial de dos componentes. Con esta designación, Apsdin llamó la atención de modo muy intenso sobre su producto, pues la piedra de tinte gris claro procedente de la isla de Portland, en la costa sur de Inglaterra, sigue disfrutando de su apelativo de "cantera inglesa".

Ref. "Cemento: fabricación, propiedades, aplicaciones"
Keil.

Definición:

Concreto.- Es la mezcla formada por dos componentes: los agregados inertes (no activos químicamente) y la pasta. Los agregados generalmente se clasifican en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos son las arenas naturales o las fabricadas, cuyos granos tienen aproximadamente menos de un cuarto de pulgada; los agregados gruesos son los que tienen aproximadamente más de un cuarto de pulgada de diámetro. La pasta se compone de cemento, agua y algunas veces de aire incluido.

Propiedades:

Respecto a éstas, todos los concretos deben al cemento sus propiedades esenciales, su resistencia a la compresión y durabilidad. Considerando:

1) Concreto endurecido; sus propiedades principales son:

A) Resistencia a la compresión (depende directamente de la relación agua/cemento y del curado).

- Curado húmedo.- el aumento de la resistencia con la edad continúa mientras el secado del concreto es evidente. Cuando se permite que se seque el concreto, las reacciones químicas (hidratación) se hacen más lentas o se suspenden. Por lo tanto, es conveniente mantener el concreto constantemente húmedo todo el tiempo que sea posible.

La determinación de la resistencia a la compresión, se determina en base a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana del concreto No. 83 (NOM-C-83), anexada a este trabajo.

B) Resistencia a la flexión.- puede usarse la resistencia a la compresión, como indicador de la resistencia a la flexión, una vez que se han determinado las relaciones empíricas entre los materiales que se usan, la determinación de la resistencia a la flexión se hace en base a lo establecido en la NOM-C-191.

C) Resistencia a la tensión.- aunque esta resistencia no es de importancia para la construcción de obra de concreto, su determinación se hace según la NOM-C-163.

D) Resistencia a la abrasión o desgaste.- se ha probado que la resistencia a la abrasión o desgaste depende principalmente de la resistencia a la compresión del concreto.

NOTA: los factores que afectan principalmente la resistencia, son: la relación agua/cemento y el grado en que haya avanzado la hidratación. Las resistencias a la flexión, a la tensión y a la adherencia sufren en forma análoga

la influencia de la relación agua/cemento.

- 2) Concreto fresco; su principal propiedad es la trabajabilidad, que es la facilidad o dificultad para colar el concreto y consolidarlo. Para medir el grado de trabajabilidad, se utiliza una prueba llamada "Determinación del revenimiento", que se establece en la NOM-C156 anexada a este trabajo.

Aplicaciones:

Las aplicaciones del concreto están en función de sus propiedades:

- La resistencia a la compresión del concreto endurecido, es fundamental para la construcción de elementos estructurales sometidos a cargas axiales, como pueden ser cimentaciones, columnas y muros, por ejemplo.
- La resistencia a la flexión se aprovecha para la construcción de pavimentos y losas sobre el terreno.
- La resistencia a la abrasión es útil para obras tales como pisos, pavimentos, vertedores de demasías de las presas, etc. sujetas al desgaste. Considerando además dentro de este inciso a aquellas obras sujetas al ataque (moderado o intenso) de factores específicos, como pueden ser los sulfatos del suelo o del agua, el afecto de las heladas, por ejemplo.

"La bibliografía consultada fué: -Proyecto y contro de mezclas de concreto.- Keil"

CAPITULO I

AGREGADOS

Definición

Los agregados son materiales inertes (inactivos químicamente) que se dividen en finos y gruesos, los primeros constituyen las arenas que se refiere a un agregado cuya mayor parte pasa a través de una malla con abertura de 4.70 mm. (malla #4) y los segundos constituyen el agregado llamado grava, que se refiere a un agregado cuya mayor parte queda retenida en la malla de 4.70 mm. (es decir, que no pasa a través de ella).

Los agregados deben cumplir con lo que especifica la Norma Oficial Mexicana NOM-C-111.

Explotación

La importancia de usar el agregado fino o grueso del tipo y calidad adecuados, no puede subestimarse, puesto que la piedra y la arena juntas constituyen alrededor de las tres cuartas partes del concreto. El primer paso para elaborar buen concreto es, obviamente, ver que los agregados sean sanos, de la calidad necesaria para el funcionamiento esperado.

El agregado grava se obtiene por excavación o dragado y tamizado del material de un banco, de un río o del fondo del mar; el agregado de roca triturada es producido por la explotación de roca sólida. Antes de su entrega, el agregado generalmente es graduado y lavado (no es muy común esta última actividad); si bien, la operación de graduación o lavado del agregado en el banco o en la planta a veces no es tan buena como debe ser, y no puede garantizarse que cada entrega sea de la misma calidad que las otras. Entonces siempre hay variaciones, especialmente en la limpieza, la graduación y el contenido de humedad.

Las arenas están constituidas por granos sueltos, incoherentes y de estructura cristalina que proviene de la disgregación de las rocas naturales por procesos mecánicos o químicos y que, arrastrados por corrientes aéreas o fluviales, se acumulan en lugares determinados (bancos), para su obtención es necesario cribar el material extraído del lugar donde se encuentra, esto es, separarlo del agregado grueso existente. Artificialmente se obtiene por trituración, molienda y cribado de las rocas duras.

Control de Calidad

Va a depender de las propiedades mecánicas, y éstas del tipo, origen y formación de la roca de la cual se derivaron.

Este trabajo es desempeñado por el laboratorio y se inicia desde el momento en el cual se va a adquirir algún agregado de un banco, por lo que es necesario tomar muestras representativas de los materiales (según la NOM-C-30) y analizarlos a cada uno según las pruebas que se establecen en las Normas Oficiales Mexicanas de Concreto; que son, para:

A) La GRAVA

- Densidad	NOM-C-164
- Absorción	NOM-C-164
- Humedad	NOM-C-166
- Granulemetría	NOM-C-77
- Peso Vol. Suelto	NOM-C-73
- Peso Vol. Compactado	NOM-C-73

B) La ARENA

- Densidad	NOM-C-165
- Absorción	NOM-C-165
- Humedad	NOM-C-166
- Granulometría	NOM-C-77
- Materia Orgánica	NOM-C-88
- Pérdida por Lavado	NOM-C-84
- Peso Vol. Suelto	NOM-C-73
- Peso Vol. Compactado	NOM-C-73
- Limos y Arcillas	NOM-C-71

Una vez obtenidos los resultados de estas pruebas, se podrán aceptar o rechazar el o los grupos del banco estudiado. En caso de ser aceptados, el control de calidad no termina aquí, ya que periódicamente se analizarán los agregados con todas las pruebas antes mencionadas. En el momento en el cual los resultados estén fuera de lo especificado por las normas, será necesario verificarlo, esto es chequear si el personal del laboratorio está realizando cada prueba como lo establece la norma correspondiente, y en caso de ser así, se deberá entonces, hacer una visita al banco de materiales para verificar si el proceso de producción es correcto; una vez hecho esto, se tomarán nuevamente muestras del banco y se analizarán conforme a las normas establecidas vigentes para poder tomar la o las decisiones más apropiadas.

En base a lo antes escrito, debe hacerse notar, que es factible que el material del banco esté sano y que el lugar en donde sufre contaminación (basura, polvo, hierba, etc.) es en el almacenamiento de la planta donde se está utilizando; por lo tanto, debe de tomarse muy en cuenta esta precaución, ya que es muy común que suceda.

El equipo utilizado para la ejecución de las pruebas mencionadas anteriormente, es el mostrado en las siguientes dos figuras.



Fig. 1.1 Aparatos y equipo para examinar el agregado grueso (grava).

- a) Recipiente metálico (TARA) cilíndrico y varilla metálica con punta de bala para obtener el peso Volumétrico Suelto y el Peso Vol. compactado.
- b) Recipiente graduado para medir el agua desalojada por la grava.
- c) Brocha para limpiar el equipo.
- d) Picnómetro. Sirve para ejecutar la prueba de la densidad.
- e) Nivel para dar horizontalidad al picnómetro.
- f) Juego de mallas utilizadas en la granulometría.
- g) Espátula.
- h) Balanza o báscula para medir el peso retenido de cada malla.



Fig. I.2 Aparatos y equipo para examinar el agregado fino (arena).

- a) Recipiente metálico cilíndrico y varilla metálica lisa con punta de bala para obtener el Peso Vol. Suelto y el Peso Vol. Compactado.
- b) Recipientes graduados para obtener el % de materia orgánica y el % de limos y arcillas.
- c) Cono truncado y pisón utilizados en la determinación de la densidad.
- d) Brocha para limpiar el equipo.
- e) Solución de hidróxido de sodio (sosa cáustica) utilizada para la determinación de las impurezas orgánicas.
- f) Juego de mallas usadas para la determinación de la distribución granulométrica.
- g) Pícnometro. Recipiente graduado que se utiliza para determinar la densidad del agregado.
- h) Espátula.
- i) Balanza utilizada para medir el peso del material retenido en cada malla.

Transporte

El equipo utilizado para el transporte o acarreo de los agregados en la fabricación del concreto premezclado, y diseñado para circular dentro y fuera de las carreteras, es:

- A) Camión Volteo.- Es o son los vehículos o el equipo que consta de una caja metálica o volteo, de una cabina de control, de un chasis, y de varias llantas o neumáticos para desplazarse. Su capacidad varía entre cajas de 14 m³. para el transporte del banco a planta o de 4 a 8 m³. para el transporte del banco a obra.

La caja o volteo, que es de accionamiento hidráulico y descarga trasera, puede ser del tipo ordinario o del que se usa para rocas o canteras.

La cabina, que es de aspecto semejante a la de un automóvil, excepto en que termina inmediatamente después del asiento del conductor, es el lugar donde se encuentran todos los controles para el funcionamiento del camión como de su caja, y puede ir montada sobre el motor accionante cubriéndolo totalmente, o colocarse atrás de éste como en el caso de los automóviles.

El número de llantas que se emplean para este tipo de camiones es variable, ya que consta de dos llantas delanteras y de cuatro a ocho traseras.

- B) Trailers.- Son unidades diseñadas exclusivamente para efectuar grandes movimientos de tierras (en caso de usar una caja metálica, por lo general), soportado sobre dos o tres ejes de llantas se encuentra el tractor, el cual está articulado con el chasis de la caja, y ésta última se apoya en su parte trasera sobre dos o tres ejes de llantas. La capacidad promedio, usada para el transporte de los agregados del banco a la planta es de 22 m³.

De los dos equipos antes mencionados, el de mayor uso en la industria del concreto premezclado para el transporte de agregados es el segundo (trailers), debido a los volúmenes mayores que transporta en comparación con el primero.

Manejo en Planta

Para esto es necesario hablar primeramente de las precauciones que se deben de tomar al llegar los agregados a la planta, como son:

- A) Limpieza.

La arcilla, el lodo o los finos presentes en el agregado pueden afectar la resistencia de diseño del concreto, si esto no es tomado en cuenta. Por la misma razón, tampoco debe de permitirse que la basura contamine las pilas de agregados. Los agregados de roca triturada muy rara vez contienen arcilla, lodo o finos, pero algunos, particularmente la caliza triturada, puede contener cierta proporción de polvo que se observa como recubrimiento en las partículas de mayor tamaño. Mediante pruebas, se ha demostrado que si el recubrimiento es de polvo de piedra en su totalidad, y la mezcla se ha diseñado

tomándolo en cuenta, entonces el concreto no se verá afectado. Las grandes variaciones de cantidad de polvo entre las diversas entregas sí afectan al concreto. Así mismo cuando se apilan rocas trituradas recubiertas de polvo, éste tiende a escurrir hacia el fondo de la pila (la lluvia obviamente contribuye) y acumularse en las capas inferiores formando cantidades excesivas de polvo. Estas capas inferiores no deben utilizarse.

Los agregados gruesos algunas veces contienen arcilla y finos, lo que se note fácilmente. Los recubrimientos de arcilla sobre el agregado grueso pueden afectar la resistencia de diseño del concreto, si éste no es tomado en cuenta.

Las entregas de agregado grueso pueden revisarse fácilmente a simple vista e, "idealmente", cada carga debe revisarse antes de ser descargada. Si tiene aspecto sucio el ingeniero deberá de examinarla, porque una vez descargada es difícil moverla, y si la producción de concreto ya está en marcha, el trabajo puede retrasarse.

Al igual que con el agregado grueso, es importante que la arena esté limpia. Como prueba inicial, hay que frotar un de arena entre las palmas de las manos, si éstas permanecen limpias, probablemente la arena sea la adecuada; si quedan manchadas, la arena puede ser inapropiada.

B) Segregación

Uno de los problemas relacionados con los agregados gruesos es la segregación, que ocurre cuando las partículas de mayor tamaño (diámetro) se separan de las más pequeñas y tienden a descender al fondo de la pila; la segregación puede ocurrir antes o después de la descarga (entrega).

En el apilamiento es inevitable cierta segregación del agregado grueso, pero con un poco de cuidado puede evitarse en gran parte.

La mejor manera de evitar la segregación y variaciones de la granulometría, es usar agregados de un solo diámetro que deben almacenarse aparte y depositarse por separado en la revolvedora. Con el uso de agregados de un solo diámetro, la producción de concreto puede controlarse en gran medida.

C) Inspección de las Entregas

Ya que siempre ocurren variaciones en las entregas, cada una debe ser examinada cuidadosamente al momento de llegada, y si se cree que no está debidamente graduada, o si tiene aspecto sucio, no se debe de permitir que la descarguen hasta que haya pasado algunas pruebas sencillas. En todo caso, si no es buena, hay que informar inmediatamente al ingeniero encargado.

Los agregados gruesos deben inspeccionarse en cuanto a:

- Terrones de arcilla
- Recubrimientos de arcilla
- Granulometría
- Forma de partícula

Cuando la presencia de terrones de arcilla es notoria, las cargas que las contengan deben ser rechazadas. Los recubrimientos de arcilla en las partículas del agregado deben revisarse cuidadosamente, pues hasta una pequeña proporción reduce la resistencia del concreto; estos recubrimientos se deben al lavado insuficiente en la planta.

Se deben conservar muestras de los agregados aprobados en la planta, con el fin de establecer comparaciones visuales con entregas posteriores. Esas muestras también son particularmente útiles para verificar la graduación y la forma de las partículas.

Si se está utilizando agregado grueso de un solo diámetro, revisar las entregas para asegurarse de que no han enviado equivocadamente agregado graduado. Así mismo, verificar si una orden de agregado graduado no ha sido cambiado por una de agregado de un solo diámetro; las equivocaciones ocurren con frecuencia y no es fácil rectificarlas, especialmente si el material equivocado ya ha sido descargado y apilado.

Para las premezcladoras, es mejor utilizar agregado de un solo diámetro (cualquiera que sea dentro de los comerciales), ya que representa ventajas tales como:

- No tener segregación en el material, con lo cual se evita el trabajo de remover el agregado que se encuentra en la parte inferior de las pilas donde se almacena.
- Comercialmente el concreto es pedido y viendido en el mercado con diámetros del agregado de un solo tamaño.

El agregado grueso consiste en piezas de roca triturada o de grava. Los agregados de roca triturada generalmente son de forma angular, las gravas son partículas angulares, irregulares o redondeadas, según sea su fuente de origen y el grado de trituración. El cambio de agregado grueso de una forma o de otra afecta considerablemente la trabajabilidad y la resistencia, a no ser que cambien la proporciones de la mezcla. Normalmente, cuando los agregados provienen de una misma fuente, no se presenta este problema, ya que la forma de las partículas es bastante uniforme.

La limpieza de las arenas puede revisarse inicialmente mediante la "prueba de mano", mencionada anteriormente. Al tomar la muestra extráigase de muy abajo de la superficie, ya que los finos y la arcilla probablemente han sido arrastrados hacia la parte inferior por el escurrimiento que ocurre durante el

transporte.

Si se sospecha, por la revisión a simple vista, que la granulometría de la arena es distinta (más gruesa o más fina) de la de entregas anteriores, hay que informar al ingeniero para que efectúe una prueba de tamizado y pueda hacer ajustes en las proporciones de la mezcla si es necesario.

Los agregados del fondo del mar por lo general son limpos, aunque pueden contener alguna proporción de concha que no es perjudicial, siempre que no sea excesiva.

Verificar siempre la nota de entrega para asegurarse que el agregado proviene de una fuente aprobada.

Otro factor que debe tenerse presente es que una vez que se ha descargado una entrega, cuesta tiempo y dinero retirarla del almacén y, lo que es más importante, puede detener la producción de la planta. Por lo tanto, hay que tratar siempre de descubrir el material inadecuado, antes de que sea descargado.

D) Almacenamiento

Los agregados necesitan un almacenamiento cuidadoso, de nada sirve asegurarse de que estén limpios al recibirlos, si se deja que se ensucien en la planta.

Tanto en la arena como el agregado grueso (grava) deben de descargarse sobre terreno duro y seco. Si en la planta no existe un terreno así, es preferible colocar sobre el área en que serán almacenados los agregados una capa de concreto pobre de 10 cm. Vale la pena efectuar este trabajo, ya su costo será compensado en gran medida por el ahorro en material (pueden perderse en el suelo hasta 30 cm. de agregado). La base de concreto debe extenderse bastante más allá del área que ocupa el o los agregados al ser almacenados. Si no se cuenta con una buena base, es difícil que se recoja algo de tierra. Al colar la losa de concreto se le dará inclinación hacia los bordes exteriores para que el exceso de humedad pueda escurrir.

Generalmente las pilas de agregados se encuentran muy juntas y, como es esencial conservar separados los diferentes diámetros, deben colocarse divisiones entre las distintas porciones de agregado. Estas divisiones pueden hacerse con tabiques, o bloques, o insertando en el suelo elementos de sección H y colocando entre ellos durmientes u otras piezas de madera, o construyendo muros rudimentarios de concreto. Los muros deben ser suficientemente elevados para evitar que haya derrames de una pila a otra.

Cuando los agregados gruesos son de distintos diámetros y se tienen en pilas separadas, conviene señalarlos con marcas visibles e indicar claramente el diámetro de los agregados para que los choferes de los camiones no cometan el error de

descargar un agregado en una pila de diámetro diferente.

Se debe tener cuidado de que el lodo proveniente del exterior, por ejemplo de las ruedas de los camiones, no contaminen las pilas de agregado.

Si se utilizan bandas o cubetas transportadoras para mover el agregado, hay que evitar hacer pilas cónicas demasiado elevadas, ya que estas propiciarían la segregación, especialmente cuando se trata de agregados gruesos graduados.

Se debe tener en cuenta que cualquier cosa que se tire sobre el agregado puede dañarlo, no utilizar las pilas como ceniceros: las colillas de cigarrillos, las hojas de té o el azúcar pueden retardar el fraguado del concreto.

Si hay árboles en la planta, no hay que permitir que las hojas se mezclen con el concreto, pues también lo dañan. Asegurar entonces que las pilas se conserven limpias, si no se va a preparar concreto durante algunos días, conviene cubrirlas con hojas de polietileno.

Cuando es tiempo de heladas las pilas de agregado deben de cubrirse cuando no se usen, lo cual es particularmente importante en las noches. Las lonas son útiles para esa función si la temperatura no desciende muy por debajo del punto de congelación, pero es mejor usar una capa aislante. Las hojas de polietileno tienen poco valor aislante. *

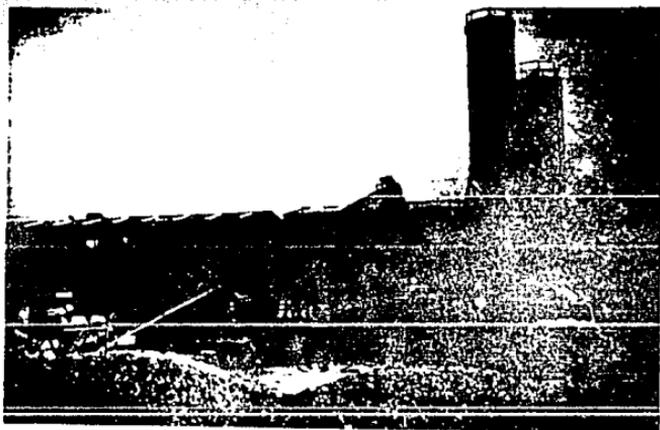


Fig. I.3 Almacenamiento de los agregados en planta.

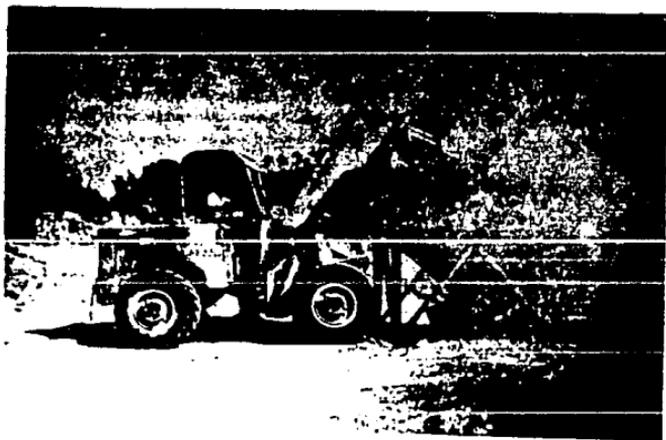


Fig. I.4 Depósito de los agregados en la tolva común.

CAPITULO II

CEMENTO

Definición**Cemento Portland**

Es el producto de la molienda fina del clinker al que se le adiciona yeso en una proporción no mayor de un 3%. Siendo el clinker el producto de la calcinación a la temperatura de fusión incipiente (1,400 a 1,600 C) de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de material arcillosos y calcáreos (caliza).

El cemento debe de cumplir con las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-C-1 y NOM-C-2 (Ver anexo).

Producción

Esta se inicia con la explotación de la cantera de roca caliza, por medio de explosivos, principalmente, siendo transportado el material de la voladura por medio de volquetes (Dumpers) hasta la trituradora, en donde se reducen las dimensiones del material, para después ser transportados (puede ser por bandas transportadoras) hasta el sitio en el cual se muele y se mezcla con arcilla y mineral (óxido férrico); posteriormente esta mezcla se quema a muy altas temperaturas (1,400 a 1,600 C) en un horno rotatorio y se obtiene como resultado el llamado clinker. Cuando a este clinker se le adiciona una pequeña proporción de yeso (3%) y se muele hasta formar un polvo fino, se obtiene como producto el Cemento Portland.

Composición del Cemento

El Cemento Portland es una mezcla de varios compuestos, los cuales se forman por combinación química de las materias primas durante el proceso de calcinación en los hornos. Cuatro de estos compuestos se consideran los principales y constituyen alrededor del 90 por ciento en peso del cemento. Estos son: silicato tricálcico ($3CaO.SiO_2$), silicato dicálcico ($2Ca.SiO_3$), aluminato tricálcico ($3CaO.Al_2O_3$) y ferroaluminato tetracálcico ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$). En la industria cementera, con objeto de no utilizar fórmulas químicas complejas, a estos compuestos se les representa con las siguientes fórmulas sencillas:

Silicato tricálcico	=	C3S
Silicato dicálcico	=	C2S
Ferroaluminato tetracálcico	=	C4AF

El 10 por ciento restante del peso del cemento lo forman otros constituyentes como el yeso que se agrega al clinker durante la molienda final, y otros que quedan libres durante la calcinación

de las materias primas, es decir, elementos que no se alcanzan a combinar en los hornos. Entre éstos se encuentran la cal libre, la magnesia, los álcalis, etc.

Los silicatos son reponsables del desarrollo de resistencias del cemento. El silicato tricálcico (C3s) es el mayor contribuyente en las resistencias a todas las edades, principalmente de las resistencias a edades tempranas hasta los 23 días de curado. A edades mayores el silicato dicálcico (C2s) es el que juega el papel más importante, siendo responsable de las resistencias a periodos de un año y aún más. El aluminato tricálcico (C3A) contribuye muy poco en la resistencia en cambio genera mucho más calor que una cantidad igual de los otros componentes y es responsable de la variación del volumen del concreto, de la formación de grietas, y es el más vulnerable al ataque de los sulfatos cuando el cemento se encuentra en contacto con aguas o suelos sulfatados.

En orden de generación de calor al C3A le siguen el C3s, C4AF y finalmente el C2S. El ferroaluminato tetracálcico (C4AF) contribuye poco o nada en la resistencia, Tabla II.1.

Tabla II.1 Principales Compuestos del Cemento y Características de Cada Uno.

Compuesto	Fórmula Química	Nomenclatura Común	Características
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C 3 S	Responsable de la resistencia a primeras edades, hasta los 28 días - aproximadamente.
Silicato Dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C 2 S	Responsable de las resistencias a edades avanzadas. - De 28 días en adelante.
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C 3 A	Genera mucho más calor que una cantidad igual de los otros componentes. Es responsable de la variación de volumen, formación de grietas, ataque a los sulfatos.

Ferroaluminato 4CaO.Al ₂ O ₃	C AF	Poca influencia en
Tetracálcico 2 3	4	la resistencia.
.Fe2O3		

El yeso (sulfato de calcio) se emplea para regular la acción química del cemento con el agua y controlar el tiempo de fraguado. Si el yeso no se añadiera al cemento, éste fraguaría demasiado rápido haciendo imposible su manejo, o bien fraguaría muy lento, retardando por tanto el endurecimiento del mismo.

Es muy importante dosificar adecuadamente el yeso ya que su carencia o exceso podría provocar, además de los problemas mencionados, cambios volumétricos en el concreto (contracciones o dilataciones).

Pruebas Realizadas al Cemento

Las pruebas realizadas al cemento dentro de un laboratorio, nos permiten analizar y comparar sus propiedades físicas en base a lo establecido en la norma NOM-C-1 para cemento normal y NOM-C-2 para cemento puzolánico. En ellas se especifican las tolerancias para cada una de las propiedades (obtenidas según las especificaciones de las normas que a continuación se citarán) y las pruebas opcionales que se pueden efectuar. También en ellas se marcan las especificaciones químicas que deben cumplir los cementos hidráulicos antes mencionados; pero considerando el tipo de análisis al que se dedica un laboratorio de concreto en el aspecto del cemento, las pruebas que nos interesan son las pruebas físicas, las cuales son las siguientes:

A) Para Cemento Normal

- Determinación de la finura (método de permeabilidad al aire). --- NOM-C-56 ---
- Determinación de la resistencia a la compresión de cubos de mortero. --- ASTM-C-109 ---
- Sanidad (prueba de auto clave) NOM-C-62
- Tiempo de fraguado (método de Vicat) NOM-C-59

B) Para el Cemento Puzolánico

Para este tipo de cemento, las pruebas que se le aplican son las mencionadas en el inciso A) y además está la siguiente:

- Índice de actividad de la puzolana NOM-C-273

Algunas pruebas opcionales para ambos cementos son:

- Fraguado falso NOM-C-132
- Calor de hidratación NOM-C-151
- Determinación del peso específico NOM-C-152

Retomando las pruebas anteriores, mencionaré el fin práctico de las mismas:

--- NOM-C-56 y ASTM-C-106 ---

Las considero en forma conjunta, ya que la relación que existe entre la finura y la resistencia, es fundamental, esto es aunque mientras más fino es un cemento es más resistente, si la finura es excesiva, entonces puede cristalizarse y por consiguiente ser más frágil y tener una resistencia más baja.

Debido a lo antes mencionado, se debe llevar un informe continuo y paralelo de la finura y de la resistencia a la compresión del cemento, ya que con esto se estará en disposición de poder aumentar o disminuir el consumo de cemento según se crea conveniente, teniéndose por consiguiente un ahorro de cemento en el caso de disminuir el consumo, lo que representa un ahorro de dinero (que por lo general, debido a que se manejan grandes cantidades de cemento, esto puede ser muy significativo para la empresa).

--- NOM-C-62 Sanidad ---

Fundamentalmente nos permite conocer la expansión o contracción (según el % de cal libre existente en el cemento) longitudinal que puede tener una probeta de cemento, siendo de gran importancia en la práctica, ya que generalmente los elementos de concreto se encuentran restringidos en sus extremos o perimetro, por lo que este fenómeno puede causar serios problemas si no se toma en cuenta. Cabe señalar que esta prueba es fundamental para la aceptación o rechazo de un cemento, debido a los riesgos que se pueden correr al usar un material que esté fuera de lo especificado por la norma.

--- NOM-C-59 Tiempo de Fraguado ---

Nos permite conocer básicamente el comportamiento físico que tiene el cemento al reaccionar con el agua, esto es, la rigidez de la pasta a través del tiempo.

En la práctica es una gran ayuda, ya que nos permite prever la forma en la cual la trabajabilidad de un concreto puede variar en función del tiempo, esto es, qué tanto puede durar trabajable (en obras distantes a la planta o en climas cálidos puede observarse con más facilidad este fenómeno).

--- NOM-C-273 Índice de la Actividad de la Puzolana ---

Nos permite conocer básicamente, si una puzolana es buena o mala en cuanto a su calidad para la fabricación del cemento puzolánico, considerando el procedimiento que nos indica esta norma.

--- NOM-C-132 Fraguado Falso ---

Podemos saber en base a esta prueba, si un cemento presenta este fenómeno (fraguado falso) que, en términos generales es el desarrollo rápido de la rigidez de una pasta de Cemento Portland, de un mortero o de un concreto (que es en donde nos interesa) sin el desarrollo de mucho calor. En la práctica puede observarse que en algunas ocasiones el concreto salido de la planta ha perdido rigidez en un corto tiempo, lo cual puede ocasionar preocupación en las personas encargadas de ese material (en el caso de que no conozcan dicho fenómeno) y puede orillar a éstas mismas a adicionar agua al concreto con el fin de "recuperar" la trabajabilidad que se requiere, resultando dañino, puesto que bajan la resistencia del concreto; pudiendo romper el efecto de este fenómeno con un mezclado posterior sin necesidad de adicionar agua.

--- NOM-C-152 Peso Especifico ---

Esta norma establece la metodología para conocer el peso específico del cemento y cuyo valor es utilizado, fundamentalmente, en el diseño de mezclas.

--- NOM-C-151 Calor de Hidratación ---

Esta norma establece el método para la determinación del calor de la hidratación de los cementos hidráulicos. Para poder entender su aplicación práctica, es necesario conocer primeramente el fenómeno de la hidratación; por lo que lo trataré a continuación.

"Cuando el cemento se mezcla con el agua, se inicia una reacción química (la hidratación): cada partícula de cemento adquiere un tipo de crecimiento en su superficie, que gradualmente se extiende hasta unirse con otras partículas en crecimiento. Es esta unión la que da como resultado el progresivo endurecimiento y consolidación, y el desarrollo de resistencia del concreto. Conforme la reacción química continúa, el concreto se vuelve más duro y resistente; la mayor parte de esta reacción y desarrollo de resistencia ocurre dentro del primer mes de vida del concreto, pero continúa durante muchos años aunque más lentamente.

La velocidad de hidratación está en función de la humedad a la que se encuentre el concreto (por ello es que se cura el concreto), ya que conforme ésta disminuye, entonces la primera disminuirá y por consiguiente el desarrollo de resistencia se afectará.

La hidratación, también produce calor; ese calor auto generado puede ser benéfico en climas fríos, ya que la velocidad de desarrollo de la resistencia se retarda con el frío y se acelera con el calor.

Considerando el aspecto práctico, podemos decir que el conocimiento del calor de hidratación es muy significativo en obras donde se cuela concreto en grandes cantidades (por

ejemplo en presas, puertos, etc.), ya que si no se toma en cuenta, puede suceder que el calor generado por la hidratación acelere el fraguado y además, que no permita que el desarrollo de dicha reacción sea el adecuado, esto es, que el crecimiento de las partículas de cemento y su enlase con otras se detenga proporcionalmente a la falta de humedad. *

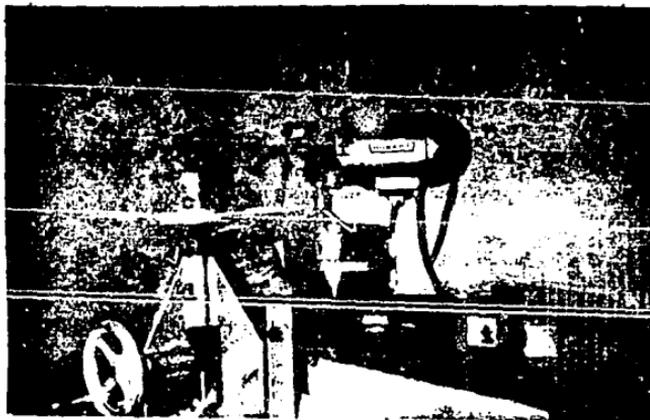


Fig. II.1 Aparatos, equipo y materiales usados en las pruebas físicas de los cementos.

- a) Muestra de cemento a examinar.
- b) Arena natural de sílice de Ottawa.
- c) Molde de flujo.
- d) Mesa de flujo.
- e) Apisonador (de material no absorbente).
- f) Revolvedora, recipiente y paleta.
- g) Guantes no absorbentes.
- h) Liana.
- i) Cubos de mortero (antes y después del ensalle).
- j) Moldes para los cubos (6 cubos).

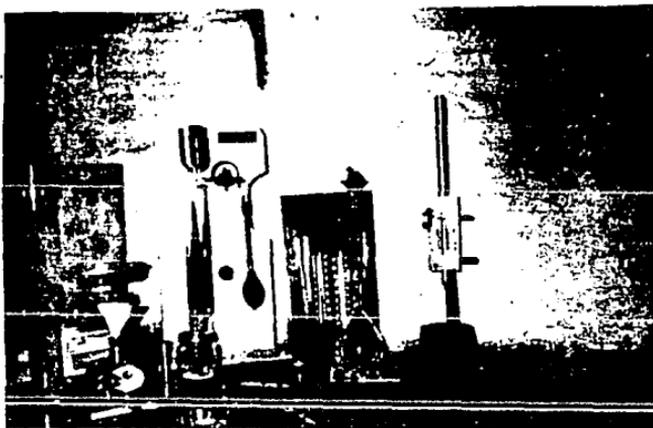


Fig. II.2 Aparatos y equipo usados en las pruebas físicas de los cementos.

- a) Recipiente graduado para medir volúmenes de agua.
- b) Balanza para pesar la muestra de cemento.
- c) Cronómetro.
- d) Brocha
- e) Aparato "Blaine" (prueba de permeabilidad al aire).
- f) Muestra de cemento a examinar.
- g) Termómetro.
- h) Frasco de Le Chatelier (utilizado en la obtención del peso específico).
- i) Llana de pisón.
- j) Aparato, de Vicat (usado para obtener el tiempo de fraguado y fraguado falso).

Tipos de Cementos que se Fabrican en México. Uso de Cada Uno de Ellos

En México se fabrican los siguientes tipos de Cemento Portland:

- I .- Común o normal
- II .- Modificado
- III.- Resistencia Rápida
- IV .- De bajo calor
- V .- De alta resistencia a los sulfatos
Blanco
- Portland Puzolana
- Portland-Escoria de Alto Horno (Alto Horno Portland)
- Cemento de Albañilería

Todos estos cementos, con características especiales adecuadas para satisfacer las necesidades peculiares de las distintas clases de construcción, se fabrican bajo especificaciones de diversas normas oficiales de calidad.

Tipo I.- Cemento Portland Común

Para usos generales donde no se requieren las propiedades especiales de los otros tipos. Se caracteriza por tener altas resistencias mecánicas y alta generación de calor durante su hidratación. No apto para concreto en masa. Se emplea en construcciones de pavimentos y banquetas, edificios de concreto reforzado, puentes, tanques, productos prefabricados, trabajos de mampostería y para todos los usos del cemento o concreto no sujetos al ataque de suelos o aguas sulfatadas o donde el calor generado por la hidratación del cemento no cause una elevación de temperatura objetable.

Tipo II.- Cemento Portland Modificado

Este cemento presenta características intermedias entre el común por una parte, y el de bajo calor y el resistente a los sulfatos, por otra. Con características de resistencia similares a las del cemento común presenta menor calor de hidratación, mayor resistencia a aguas y suelos sulfatados y es en general adecuado para las obras hidráulicas. En México se ha empleado con éxito en la construcción de grandes presas. Se emplea también en otras estructuras de tamaño considerable como en grandes muelles, contrafuertes de gran espesor y grandes muros de contención en las cuales es necesario reducir la elevación de la temperatura, especialmente cuando el concreto se coloca en ambiente caluroso. En tiempo de frío cuando el calor es ventajoso, puede ser preferible el cemento tipo I o el tipo III. El cemento tipo II también es adecuado para colocarse en lugares en donde deba tomarse precaución adicional contra el ataque moderado de sulfatos, como en estructuras para drenaje donde las concentraciones de sulfatos en aguas subterráneas son más altas que las normales, pero no muy severas.

Tipo III.- Cemento Portland de Resistencia Rápida

Es el que desarrolla mayor resistencia a primeras edades, y así su resistencia a 7 días es comparable con con la del tipo I a 28 días.

Por sus altas resistencias tempranas se emplea cuando se requiere descimbrar pronto, para poner rápidamente el concreto en servicio, en clima frío para reducir el periodo de protección contra la baja temperatura, y cuando se desean altas resistencias de edades cortas, puede ser más satisfactorio o económico su empleo que el uso de mezclas ricas con cemento tipo I, genera mucho calor al hidratarse y a velocidad mayor que el tipo I; al igual que éste tampoco resiste el ataque de los sulfatos. No es apto para el concreto en masa, sino para estructuras en donde puede disiparse rápidamente el calor. Es recomendable para

inyecciones por su elevada finura, la cual es bastante más alta que la de los otros tipos de cemento.

Tipo IV.- Cemento Portland de Bajo Calor

Genera al hidratarse menos calor que los otros cementos y a menor velocidad, reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura y la contracción consiguiente con la caída de la misma. Posee buena resistencia a los sulfatos. El desarrollo de la resistencia mecánica es lento a edades tempranas, pero de igual resistencia a la de los demás cementos a edades avanzadas (6 - 12 meses). Es especial para usarse en grandes masas de concreto como en presas de gravedad en donde la elevación de temperatura resultante del calor generado durante su endurecimiento es un factor crítico.

Tipo V.- Cemento Portland de Alta Resistencia a los Sulfatos

Es especial para usarse en construcciones expuestas a la acción severa de los sulfatos. El grado de desarrollo de resistencia puede ser algo más lento en las primeras edades que el del Cemento Portland común, pero igual o mayor resistencia a edades avanzadas (6 - 12 meses). Es beneficioso en revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones y en general en todo tipo de estructuras que están en contacto con suelos y aguas subterráneas que contengan sulfatos en concentraciones tales que pudieran causar deterioro del concreto si se empleara otro tipo de cemento. La generación de calor también es baja.

Cemento Portland Blanco

La diferencia de éste respecto a los otros Cementos Portland radica en su bajo o nulo contenido de óxido férrico, de ahí su color blanco. Su proceso de fabricación es semejante al de los demás cementos, la diferencia estriba en que las calizas que se emplean como materia prima son nulas en óxido férrico y las arcillas se sustituyen por caolín que es un material blanco a base de sílice y óxido de aluminio y muy bajo en óxido férrico. Una variante en su fabricación consiste en que los forros y bolas de los molinos de crudo y acabado están hechos a base de cuarzo y no de acero, con el fin de no contaminar el cemento con rebabas de fierro que podrían proporcionarle color gris. Este cemento tiene mayor aceptación mientras menor sea su contenido de óxido férrico. La Norma Mexicana lo considera clasificado en el tipo I (común). En general a igual finura desarrolla resistencia más bajas que el tipo I. Este cemento se emplea generalmente para usos decorativos o arquitectónicos, terrazos, mosaicos, estucos, esculturas, etc. pudiéndose usar también para ciertos tipos de estructuras.

Cemento Portland - Puzolana

Este consiste de una mezcla íntima y uniforme de cemento portland y puzolana, la cual se obtiene a través de la molienda simultánea de clínker portland, puzolana y yeso. La puzolana forma del 15 al

30 por ciento de la mezcla total.

Las puzolanas son materiales silicos o silficio-aluminosos, que en presencia de humedad reaccionan químicamente con la cal que se libera durante la hidratación del Cemento Portland para formar compuestos con propiedades cementantes. Es decir, en esta forma se aprovecha beneficiamente la cal que queda como "desperdicio" de los cementos portland y que bajo algunas condiciones de exposición puede llegar a ser perjudicial.

Las puzolanas que pueden emplearse en la manufactura de cementos portland - puzolana, incluyen materiales naturales de tipo de las cenizas volcánicas, pómez, tierra de diatomeas, esquisitos, pizarras, etc.; ciertos materiales activados por calentamiento y algunos subproductos industriales como las cenizas volantes, algunos tipos de escoria, etc.

Las puzolanas se emplean en los cementos para mejorar su resistencia química, pudiendo producir también algunos efectos benéficos en el concreto como son mejorar la trabajabilidad, reducir la generación de calor y contracción térmica, aumentar la impermeabilidad, mejorar la resistencia al ataque de los sulfatos, reducir la reacción álcali-agregado y reducir la segregación y sangrado.

El cemento portland-puzolana se emplea principalmente en concretos para obras hidráulicas y marítimas.

Cemento Portland-Escoria de Alto Horno

Es el producto que se obtiene por la molienda simultánea del clinker portland, escoria granulada de alto horno y yeso. En la elaboración de este cemento se emplea del 30 al 70 por ciento de escoria.

La escoria básica granulada es el producto no metálico compuesto esencialmente de silicatos y aluminatos cálcicos, procedente del alto horno empleado en la metalurgia del hierro. Al igual que las puzolanas, la escoria de alto horno se adiciona al cemento portland para mejorar ciertas propiedades del mismo (Las escorias deben molerse junto con el cemento, el cual proporciona la cal que reaccionará con la escoria. Estos cementos generalmente alcanzan mayores finuras que los cementos portland por ser la escoria más frágil).

El cemento alto horno portland es especialmente útil en concretos para obras hidráulicas o marítimas, pudiéndose emplear además en cualquier tipo de estructura.

Cemento de Albañilería (Es el llamado mortero)

Es el material clásico para ser mezclado con arena fina y agua y producir un mortero plástico y cohesivo para pegar unidades de mampostería como tabiques de arcilla o concreto, bloques de concreto y piedras artificiales o naturales.

Este cemento se obtienen por la molienda conjunta de clinker portland, caliza y yeso, pudiéndose emplear además algún agente inclusor de aire. En vez de caliza puede utilizarse también los polvos de chimeneas recolectados durante la fabricación del cemento portland.

El cemento de albañilería es un cemento de tipo hidráulico que cumple con mucha amplitud las más altas especificaciones requeridas en los trabajos de albañilería. La ventaja de este cemento respecto a otros tipos de cementantes recomendados para el mismo fin, consiste en su mayor plasticidad, cohesividad, mayor resistencia, menores cambios volumétricos y mayor poder de retención de agua, lo que evita que el bloque o tabique seco absorba el agua del mortero y le reste dicho elemento, indispensable para que desarrolle toda su resistencia, y además se evita el resecamiento de la mezcla de mortero que de otro modo provocaría contracción y agrietamiento tendiendo a separarse la junta entre tabique y mortero.

Además de los usos arriba mencionados, el cemento de albañilería se utiliza para toda clase de aplanados y para firmes de concreto.

Tabla II.2 Ejemplo de Composición de los 5 Tipos de Cemento Portland

Compuestos	Tipo I Común	Tipo II Modificado	Tipo III R.rápida	Tipo IV Bajo Calor	Tipo V Resist. sulfatos
C S 3	48	44	51	30	46
C S 2	22	29	16	46	32
C A 3	10	6	12	5	3
C AF 4	8	11	7	13	12
SUMA	88	90	86	94	93

Finura del Cemento

La finura del cemento es un factor que junto con la composición química tiene influencia definitiva en la mayor parte de las propiedades del cemento, principalmente en lo que se refiere a resistencia, Fig. II.2A.

CUBOS DE MORTERO

EDAD-RESISTENCIA

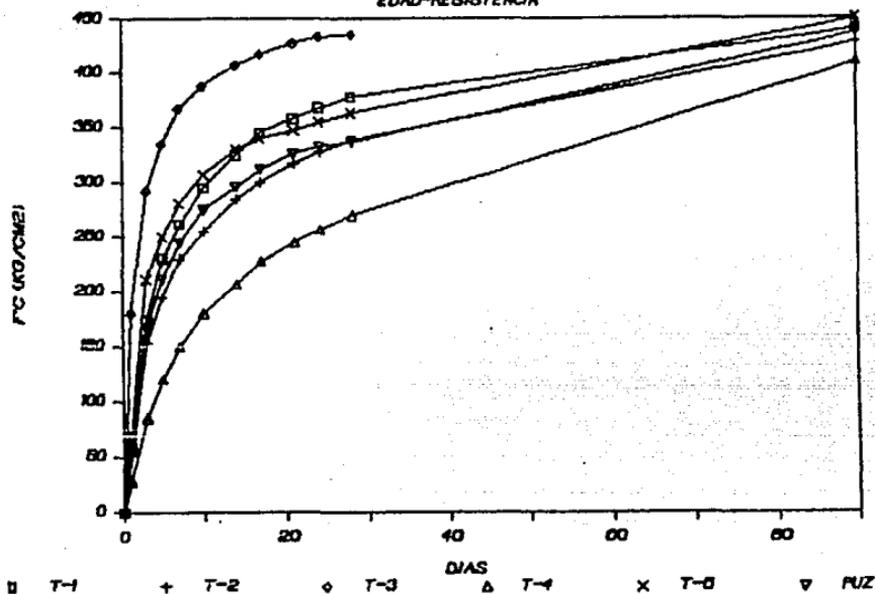


Fig. II.2A Resistencia comparativa de distintos tipos de Cemento.

Gráfica obtenida del libro "Cemento portland: fabricación, propiedades y empleo" del autor: Aguilar Calderón Ausencio.

El aumento de la finura incrementa la velocidad de hidratación del cemento y produce mayor resistencia inicial y más rápida generación de calor.

Debido al tamaño extremadamente pequeño (entre 7 y 60 micras) las partículas de cemento más finas no pueden clasificarse en fracciones de distintos tamaños por medio de tamices; se han discurrido métodos especiales para efectuar determinaciones cuantitativas aproximadas de la distribución de los tamaños. Para este fin son de uso corriente instrumentos conocidos como turbidímetros y aparatos de permeabilidad al aire, y la medida de la finura se conoce como "superficie específica". Esta es el área total en centímetros cuadrados de la superficie de todas las partículas, supuestas esféricas, contenidas en un gramo de cemento. Esta área es mayor cuando el cemento es más fino. La superficie específica determinada con el aparato de permeabilidad al aire de Blaine varía, para los cementos que no son de resistencia rápida, entre 3000 y 3600 cm²/g, y para los de resistencia rápida entre 3800 y 5000 cm²/g, siendo los valores promedio 3200 y 4200 cm²/g respectivamente.

El empleo de cementos "gruesos", es decir, con superficie específica inferior a la de los valores mencionados, además de bajar las resistencias pueden producir un exceso de exudación o sangrado (el agua alcanza la parte superior del concreto debido a la sedimentación de los sólidos antes del fraguado inicial).

Como la finura tiene una influencia definitiva sobre muchas de las propiedades del cemento, al aumentarla se incrementa la resistencia mecánica, particularmente las resistencias a corta edad, disminuye la expansión en autoclave, aumenta la trabajabilidad y cohesión del concreto, aumenta la impermeabilidad y la resistencia al congelamiento y deshielo.

Ref. "Cemento Portland: Fabricación, propiedades y empleo"
Aguilar Calderón Ausencio.

Transporte

El cemento puede ser transportado a granel o envasado; para el primer caso se utilizan pipas especiales, que constan principalmente, de un tanque montado sobre un chasis con su respectivo sistema de rodamiento; también consta de una bomba que se utiliza para la descarga del producto. Para el segundo caso, se pueden utilizar desde vehículos ligeros con su respectiva plataforma o caja, hasta vagones de ferrocarril; cabe señalar que el transporte del cemento a granel, también puede hacerse por medio de vagones de ferrocarril (carro tolva).

El transporte utilizado principalmente en la industria del concreto premezclado, es o son las llamadas pipas, ya que éstas permiten un transporte eficiente, una descarga en los silos de almacenamiento bastante rápida y un desperdicio mínimo (con el cuidado necesario) durante la operación anterior.

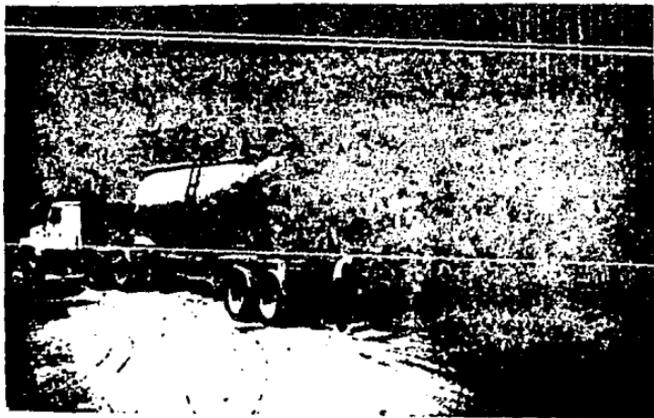


Fig. II.3 Transporte de cemento a granel.

Almacenamiento

Este va a depender de su forma de presentación (a granel o envasado).

Se sabe que el cemento debe conservarse seco, pero no siempre se tiene en cuenta que el aire húmedo puede causar tanto daño como la humedad directa.

Debido a los requerimientos que se tienen en la planta para la elaboración del concreto en masa, en donde las cantidades que se requieren son continuas (durante la producción) y además considerables, es indispensable su uso a granel, y por consiguiente un lugar en donde almacenarlo; este lugar es proporcionado por los llamados silos; que son cilindros herméticos en cuya parte inferior tienen la forma de un cono y que son instalados de tal forma que el suministro a las ollas revolventoras es casi directo.

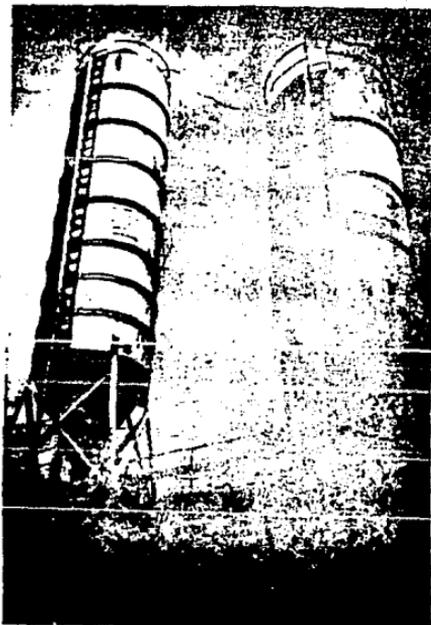


Fig. II.4 Almacenamiento de cemento a granel en silos

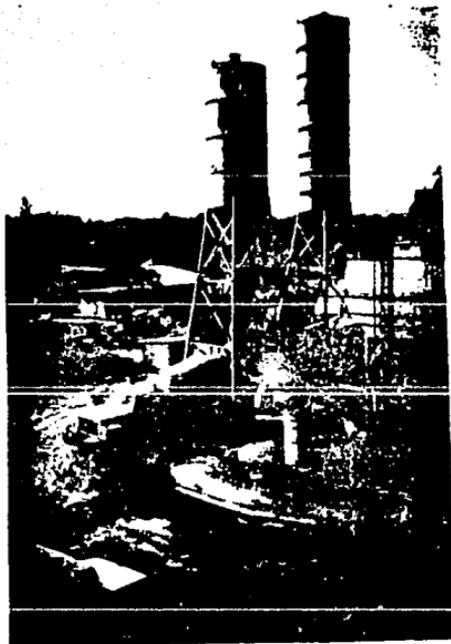


Fig.II.5 Suministro del cemento de los silos a la unidad revoladora

Algunas de las ventajas de usar en la planta el cemento a granel que el envasado son:

- 1.- Es más barato, ya que el precio por tonelada (en el centro de abastecimiento) del cemento a granel es menor que el del cemento envasado, esto es 160,500 \$/Ton. y 172,500 \$/Ton., respectivamente; lo que nos indica que el primero es más barato en un 7% respecto al segundo.

NOTA: Los costos anteriores se obtuvieron del "Almacén Grupo Tolteca.

Av. Tolteca Col. San Pedro de los Pinos, D.F. # 203

Precio consultado el día 24-Nov.-89.

- 2.- No se requiere personal (excepto el operador de la pipa) para descargar el cemento, como en el caso del cemento envasado.
- 3.- El desperdicio en la descarga puede ser mínimo, dependiendo del cuidado del operador (por lo regular siempre existe un cuidado adecuado en la descarga).
- 4.- Se reduce el riesgo de deterioro durante el almacenaje, ya que los silos son impermeables y el envasado puede ser afectado por el aire húmedo, por la humedad directa o por otros factores.
- 5.- Los silos permiten que el cemento se utilice en el orden que se recibe.
- 6.- La velocidad en la producción es mayor.

CAPITULO III

AGUA

Definición

Es el líquido utilizado para la fabricación y curado del concreto, el cual debe de cumplir con la NOM-C-122.

El abastecimiento de este líquido puede hacerse mediante la conexión con la red de agua de la localidad correspondiente, mediante el abastecimiento de otras tomas o fuentes y el transporte del mismo por medio de pipas (Ver fig. III.1).

El agua de mezclado debe ser limpia. Si contiene cantidades de sustancias que enturbien o produzcan olor o sabor fuera de lo común, se considera sospechosa y no debe ser usada, a menos que exista información que indique que no perjudica la calidad del concreto.

Función

El agua de la mezcla tiene dos funciones: hace que el concreto sea lo suficientemente trabajable para ser colado y compactado y, al combinarse químicamente con el cemento, produce un material duro y resistente. Sin embargo, para la reacción química, únicamente se requiere alrededor de la mitad del agua; el resto permanece o se evapora gradualmente, a medida que el concreto se endurece, dejando pequeñas cavidades o vacíos, como se les llama comúnmente. Estos vacíos debilitan el concreto, por lo que no debe sorprender que CUANTA MAS AGUA tiene la mezcla MENOS RESISTENTE ES EL CONCRETO; además, será menos resistente al intemperismo, especialmente a las heladas, ya que el agua atrapada en los vacíos puede congelarse y finalmente romper el concreto.

Siempre habrá algunos vacíos en el concreto, por lo que debe utilizarse la cantidad de agua suficiente para que la mezcla sea trabajable y se pueda lograr su compactación total, pero es importante no agregar más agua de la necesaria.

Transporte

El equipo utilizado para transportar el agua a grandes distancias, son las llamadas pipas, que constan principalmente, de un camión en cuyo bastidor o parte trasera de su chasis, va provisto de un tanque cilíndrico de almacenamiento, que normalmente lleva acoplada una bomba para efectuar la carga y descarga del agua (en caso de ser necesario). Ver fig. III.1

Almacenamiento

El almacenamiento del agua en la planta se hace en depósitos cilíndricos, generalmente; en piletas de forma de prismas rectangulares; etc., aunque en realidad la forma del depósito no

importa, ya que lo relevante es la limpieza con la que se encuentren estos mismos. Un depósito sucio traerá como consecuencia, la contaminación del agua y por consiguiente el concreto elaborado con esta agua tendrá una resistencia menor que la de diseño, cuando la contaminación sea excesiva.

Referencias

- NOM-C-155
- "El concreto en obra" Tomo 1, IMCYC.



Fig.III.1 Vehículo para transportar agua.

CAPITULO IV

ADITIVOS

Deben de cumplir con la NOM-C-255 cuando se haga uso de ellos.

Generalidades

Un aditivo, es una mezcla de productos quimicos presentada comunmente en forma de solución, que se añade a una porción de concreto durante la mezcla, con el propósito de modificar de alguna manera las propiedades del material fresco o endurecido. Obviamente, la palabra aditivo no incluye el agua, el cemento y los agregados, ya que éstos son componentes esenciales del concreto.

Cuando la mezcla está diseñada apropiadamente, la mayoría de los concretos no requieren aditivos; éstos no son sustitutos en la elaboración de un buen concreto, y es difícil que mejoren un concreto pobre. No obstante, pueden presentarse ocasiones en las cuales es muy conveniente utilizar un aditivo con el fin de alcanzar un resultado determinado; en la lista que se presenta a continuación aparecen algunas de las modificaciones que los aditivos producen en las propiedades del concreto. Lo importante es recordar que un aditivo debe usarse unicamente cuando existe una razón válida.

En el concreto fresco:

- Aumentar la trabajabilidad sin incrementar la relación agua/cemento.
- Mejorar la cohesión.
- Reducir la segregación.
- Reducir el sangrado.
- Retardar el proceso de fraguado
- Acelerar el proceso de fraguado

En el concreto endurecido:

- Aumentar la resistencia a las heladas.
- Aumentar la velocidad de desarrollo de resistencia temprana.
- Aumentar la resistencia.
- Reducir la permeabilidad.

Como los aditivos se añaden a las mezclas de concreto en cantidades pequeñas, se deben usar solamente cuando se pueda ejercer un elevado grado de control en el procedimiento de la mezcla. Una dosis incorrecta, es decir, poco o demasiado aditivo puede afectar la resistencia y otras propiedades del concreto.

Breve descripción sobre el funcionamiento o labor de algunos de los aditivos más usados

- Aditivos reductores de agua normales (Fluidificantes, auxiliares de trabajabilidad).

Los aditivos reductores de agua incrementan la fluidez de la pasta de cemento y, en una mezcla determinada, pueden incrementar su trabajabilidad sin aumentar la relación agua/cemento, o pueden mantener la misma trabajabilidad reduciendo la relación agua/cemento.

- Aditivos retardantes

Estos reducen la velocidad de fraguado y el endurecimiento del concreto, de manera que éste permanece trabajable durante más tiempo de lo normal. El tiempo que el concreto permanece trabajable depende de su temperatura, trabajabilidad y relación agua/cemento. El uso de estos aditivos es generalmente cuando: existen climas cálidos (20 a 25 C), se requieren varias horas para terminar un colado de concreto, se utilizan cimbras deslizantes, o cuando es probable una demora larga (30 min.) entre mezclado y colado.

- Aditivos retardantes reductores de agua

Estos aditivos, como su nombre lo indica, combinan las funciones de un aditivo retardante y un aditivo normal reductor de agua.

- Aditivos acelerantes

Los acelerantes aumentan la velocidad de la reacción química entre el cemento y el agua, lo que significa que el concreto adquiere consistencia, se endurece y desarrolla resistencia temprana con mayor rapidez.

NOTA: El cloruro de calcio (acelerante) no debe usarse en concreto reforzado, ya que aumenta el riesgo de corrosión del acero de refuerzo ahogado en el concreto.

- Aditivos superfluidificantes

Su uso se recomienda para los propósitos siguientes:

- 1.- Para aumentar en gran medida la trabajabilidad de una mezcla, de manera que se produzca un concreto fluido, lo cual se logra generalmente elaborando primero una mezcla de unos 7.5 cm. de revenimiento y agregando después el superfluidificante para que aumente el revenimiento a más de 20 cm. por ejemplo.
- 2.- Para producir un concreto de alta resistencia, reduciendo el contenido de agua, mucho más de lo que puede reducirse con un aditivo común fluidificante reductor de agua. Por ejemplo, con el uso de un superfluidificante puede obtenerse una reducción del 30% del contenido de agua, y conservar una trabajabilidad adecuada; en cambio, con un fluidificante común es posible obtener una reducción de solo un 10% del contenido de agua. Esta propiedad es particularmente útil cuando se requiere una resistencia

temprana elevada, por ejemplo, para caminos y losas de pisos.

La trabajabilidad solo aumenta durante un tiempo limitado después vuelve a lo que era antes de la adición del aditivo (aproximadamente 60 min.)

- Aditivos inclusores de aire

Estos aditivos, como su nombre lo dice, incluyen aire en el concreto. La inclusión intencional de aire origina una cantidad controlada (alrededor del 5% por volumen) de pequeñísimas burbujas de igual tamaño, distribuidas uniformemente en toda la mezcla de concreto. El aire incluido mejora las propiedades del concreto, tanto en su estado fresco como en el endurecido, como se explica a continuación:

En el concreto fresco.-

Las diminutas burbujas de aire actúan como pequeños baleros en el concreto fresco y mejoran mucho la trabajabilidad. Sin embargo, este concreto más trabajable perderá cerca del 20% de su resistencia, ya que cada 1% de aire, atrapado accidentalmente o incluido deliberadamente, produce alrededor del 4% de pérdida de resistencia. El aire incluido también mejora la cohesión de mezclas gruesas y reduce la segregación y el sangrado.

En el concreto endurecido.-

La razón principal para usar un aditivo inclusor de aire, es que la presencia de las pequeñas burbujas de aire en el concreto endurecido aumentan su resistencia a la acción de las heladas y de las sales descongelantes. El concreto húmedo o seco, expuesto a la intemperie, puede verse seriamente afectado por el congelamiento del agua que al expandirse tiende a romperle; pero, si el concreto tiene aire incluido, las pequeñas burbujas de aire actúan como válvulas liberadoras de presión y amortiguan el efecto expansivo.

Uso de aditivos

Independientemente del aditivo que se use, conviene tener algunas recomendaciones generales:

- a) Cerciorarse de que las especificaciones de la obra permiten su uso; algunas prohíben utilizarse determinados aditivos.
- b) Verificar que se está usando el aditivo apropiado y nunca hay que utilizar uno de envase no marcado; leer la etiqueta del envase para saber si se requieren condiciones especiales de almacenamiento y, en su caso, proporcionarlas. Almacenar los envases de tal manera que las etiquetas no se deterioren y mantenerlos bien cerrados cuando no estén en uso, para evitar contaminaciones accidentales.

- c) Revisar que se conozca y emplee la dosis correcta para cada lote; dominar la tentación de añadir "un poquito más", esa cantidad puede hacer más daño que bien.
- d) Los aditivos líquidos se deben agregar con un surtidor que mida exactamente la cantidad requerida; generalmente éste puede conseguirse con el proveedor del aditivo, que también puede aconsejarle respecto a su uso.
- e) Diariamente antes de comenzar a mezclar el concreto, verificar que el surtido esté proporcionando la dosis correcta y, al terminar las labores del día, lavarle perfectamente.
- f) Ya que es difícil garantizar que el aditivo se distribuya uniformemente en todo el concreto, los aditivos líquidos deben agregarse en el agua de la mezcla, antes de vaciarla en la revolvedora. Cuando esto no sea posible, como cuando se suministran a mano con un recipiente, mezclar el concreto durante un poco más de tiempo.
- g) Revisar muy bien las entregas de agregados, por las posibles variaciones de granulometría y de humedad, ya que estos cambios pueden alterar el efecto del aditivo, y puede ser necesario efectuar algunos ajustes en el contenido del agua de la mezcla.
- h) Los aditivos acelerantes que contienen cloruro de calcio no deben utilizarse en concreto reforzado o presforzado; por lo mencionado con anterioridad.



Fig. IV.1 Presentación de aditivos

Abastecimiento

Este se realiza directamente con la fábrica correspondiente, o en sus sucursales, y puede ser desde cantidades muy pequeñas (botes de 19 lbs.) hasta otras considerables (pipas de diferentes capacidades).

Transporte

Este puede ser efectuado por medio de la fábrica de los aditivos o por el cliente (la premezcladora), dependiendo de las cantidades que se requieran y de lo económico que resulte, es decir, puede resultar más práctico y más económico transportar una cantidad significativa (10 m³) por medio de las unidades de la fábrica, que por el mismo cliente, o una cantidad no significativa (botes de 19 lbs.) por medio del cliente, que por la empresa de aditivos.

Respecto al almacenamiento de los aditivos en planta, éste se hace en depósitos estacionarios (generalmente cilíndricos), los cuales están graduados y conectados a sus medidores correspondientes para su dosificación. Además, éstos depósitos deben estar perfectamente tapados para evitar que el aditivo que contengan no se contamine con el polvo, la lluvia, el cemento, etc.

Dentro de los aditivos más usados en una planta, podemos afirmar que el de mayor uso es el "reductor de agua normal", llamado comúnmente "aditivo de línea", ya que es el que se le agrega a todas las mezclas elaboradas y que nos permite obtener las ventajas señaladas anteriormente.

La utilización de los demás aditivos (acelerantes, retardantes, inclusores de aire, etc.) está en función de las condiciones o requerimientos que se tengan en las obras.

CAPITULO V

DOSIFICACION

Definiciones:

- Planta de concreto

Es el lugar en donde, de manera permanente o semipermanente se encuentran dispuestas convenientemente las instalaciones, el equipo, el personal y las materias primas que hacen posible la fabricación o producción del concreto premezclado, en forma continua.

- Producción

Es la fabricación o elaboración del concreto premezclado, a través del procedimiento y tratamiento que a los componentes del mismo se les da en la planta; expresada en metros cúbicos por turno.

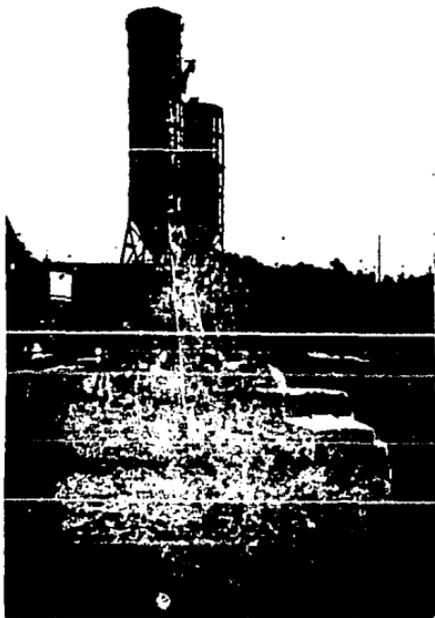


Fig. V.1 Dosificación

Dosificación

Una vez realizadas en forma conveniente todas las actividades que comprenden los cuatro capítulos anteriores, se procede a la dosificación de los agregados, cemento, agua y aditivos que intervienen en la elaboración del concreto premezclado. La dosificación de los materiales se hará tomando en cuenta las especificaciones que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155 y las precauciones que el ingeniero crea pertinentes.

Las básculas para dosificar los ingredientes del concreto pueden ser de balancín o de carátula, sin resorte. Se pueden aceptar otros equipos (eléctricos, hidráulicos, celdas de carga), diferentes a las básculas de balancín o de carátulas, sin resortes, siempre y cuando cumplan las tolerancias que se señalan a continuación; para:

1) Agregados

Las plantas dosificadores deben estar provistas de depósitos con compartimientos separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizado. Cada compartimiento del depósito debe ser marcado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea eficiente, libre y con una segregación mínima. Se debe de contar con instrumentos de control, que puedan interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva-báscula contenga la cantidad deseada. Esta tolva debe permitir la acumulación de residuos y de materiales que puedan modificar la tara.

Al depósito con compartimientos separados mencionado en el párrafo anterior, le antecede una banda transportadora, que es la que se encarga de alimentar dicho depósito y a ésta última le antecede una tolva común que es en donde se provee de material (cualquier material del depósito) a la banda, a través de la descarga de los materiales por medio del traxcavo, sobre dicha tolva común.

Cuando algún agregado es depositado en la tolva común, se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Que el material vaya a ser depositado en el compartimiento correcto.
- Que la totalidad del agregado haya sido transportado, ya que si en la tolva común quedó algo de él, el siguiente agregado se contaminará de tal residuo y las proporciones en las mezclas variarán.
- Cuando se suministre cualquier agregado en la tolva común, debe de tenerse cuidado de que el traxcavo no lo tome junto con el material del suelo existente (en caso de que no se tenga una plantilla de concreto), ya que esto ocasionaría una modificación no deseada en la mezcla; en el caso de que exista la plantilla, no se tendrá dicha precaución.

Cuando a los agregados se les determine individualmente su masa, la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de $\pm 2\%$ de la masa requerida. Cuando a los agregados se les determine su masa en forma acumulativa y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de $\pm 1\%$ y si la masa es menor del 30%, la tolerancia máxima debe ser de $\pm 0.3\%$ de la capacidad total de la báscula o de $\pm 3\%$ de la masa requerida acumulada, aceptando el valor que sea menor.

(Especificaciones que marca la NOM-C-155)

2) Cemento

El cemento debe ser pesado en una tolva-báscula. Cuando la cantidad de cemento de una revoltura de concreto sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de $\pm 1\%$ de la masa requerida. Para revolturas menores donde la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la cantidad de cemento pesado no debe ser menor que la requerida, ni mayor que 4%. Bajo circunstancias especiales, aprobadas por el comprador, el cemento puede ser dosificado en bolsas de masa normalizada previamente dosificada; no se deben usar fracciones de bolsas de cemento a menos que se determine la masa del contenido.

(Especificaciones que marca la NOM-C-155)

3) Agua

En el agua de mezclado se considera el agua que se adiciona a la revoltura, el hielo que se le agrega, el agua que esté en forma húmeda superficial en los agregados y el agua agregada con los aditivos. El agua agregada debe ser medida por masa y por volumen con una tolerancia del 1%. Al hielo agregado se le determina su masa. En el caso de los camiones mezcladores, cualquier agua de lavado retenida en la olla para usarla en la siguiente revoltura de concreto se mide con precisión. Si esto no es práctico o es imposible, el agua de lavado se debe eliminar de la olla antes de cargar la siguiente revoltura de concreto.

El agua de mezclado, cuando incluye el agua de lavado, se mide o se determina su masa con una tolerancia de $\pm 3\%$ de la cantidad calculada.

Los apratos para la medición del agua añadida deben ser capaces de proporcionar a la revoltura la cantidad requerida con la precisión arriba señalada. Deben estar arreglados de tal forma que las mediciones no sean afectadas por las variaciones de presión en la tubería de abastecimiento del agua y los tanques de medición deben estar equipados con vertedores y válvulas para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de

agua en el tanque.

(Especificaciones que marca la NOM-C-155)

4) Aditivos

A las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo se les dosifica por masa y a los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar, por masa o por volumen con una tolerancia de +/- 3% de la cantidad requerida.

El equipo de medición del aditivo debe proporcionar a la revoltura la cantidad requerida con la precisión establecida en el párrafo anterior y debe contar con válvulas y vertederos para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de aditivo en el dispositivo.

Algunas recomendaciones para lograr un buen resultado en la dosificación, son:

a) Asegurarse de que la aguja de la carátula del medidor está en cero cuando la tolva esté vacía.

"El agregado acumulado debajo de la tova impide que ésta se pueda mover con facilidad y afecta seriamente la lectura del medidor".

b) Asegurarse que el suministro de todos los materiales del concreto premezclado se esté efectuando correctamente, esto es, que en el traslado (según su sistema de conducción) no se tienen pérdidas que modifiquen la mezcla de diseño.

c) Al menos una vez por semana, o con más frecuencia si se cree que algo anda mal, verifíquese que el sistema de peso trabaja bien y que los materiales se están suministrando con los pesos correctos.

d) Se debe de tomar en cuenta, antes de empezar a dosificar el estado real de humedad de los agregados, esto es, qué tanta de agua contiene; con el fin de tomar las medidas necesarias y evitar que las mezclas obtenidas no sean las que se requieren.

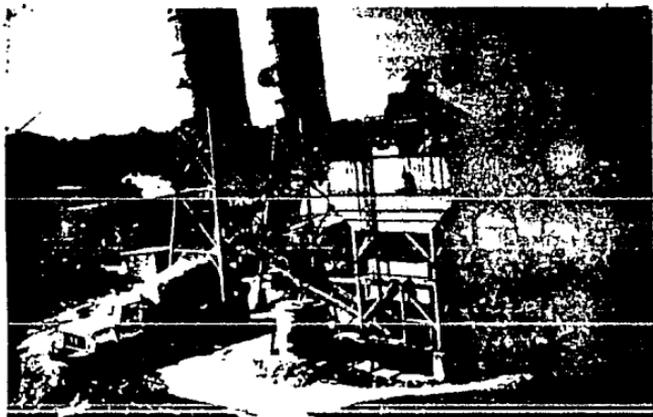


Fig. V.2 Producción del concreto premezclado en planta

- 1.- Depósito de agua.
- 2.- Banda transportadora de agregados antes de la dosificación.
- 3.- Depósito de agregados.
- 4.- Tolva-báscula de agregados.
- 5.- Depósito del aditivo de línea.
- 6.- Silos de cemento.
- 7.- Banda transportadora de agregados ya dosificados.
- 8.- Tolva-báscula del cemento.
- 9.- Unidad revolvedora.

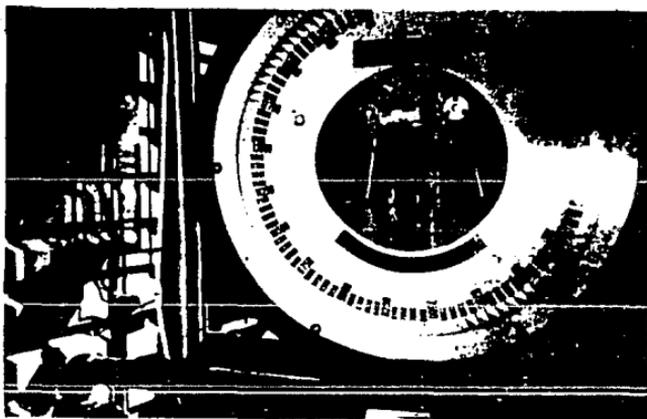


Fig. V.3 a) Medidor de aditivo.
b) Carátula de la Tolva-báscula

Considerando que para la ejecución de cada obra, se tienen condiciones y requerimientos diferentes, entonces es necesario la utilización de concretos con características diferentes. Por lo anterior, en la planta se debe de contar con la capacidad necesaria para proporcionar las características a cada concreto solicitado, y por ello se cuenta con unas tablas dosificadoras elaboradas por el o las personas encargadas del aspecto técnico, en quienes recae la responsabilidad del buen funcionamiento de las mismas. Por lo anterior, presento algunas tablas de dosificación que se utilizan en la elaboración del concreto premezclado. Las cantidades presentadas de cada material, son la proporción de estos mismos respecto al consumo de cemento.

F'c K/c	Fra. N RR	Tma mm	Rev. cm	Bomb o No	Cem. Kg	Grav. Kg	Arena Kg	Agua Lt	Aditivo CC ó ml
150	N	20	14	NB	245	980	815	170	490
150	N	20	18	NB	260	980	780	178	520
150	N	20	14	B	250	860	925	172	625
150	N	20	18	B	260	860	900	180	650
200	N	20	14	NB	290	980	775	170	580
200	N	20	18	NB	310	980	740	178	620
200	N	20	14	B	295	860	890	172	738
200	N	20	18	B	310	860	860	180	775
250	N	20	14	NB	340	980	735	170	680
250	N	20	18	NB	355	980	705	178	710
250	N	20	17	B	345	860	850	172	863
250	N	20	18	B	365	860	815	180	913
150	R	20	14	NB	265	980	795	170	530

F'c K/c	Fra. N RR	Tma mm	Rev. cm	Bomb o No	Cem. Kg	Grav. Kg	Arena Kg	Agua Lt	Aditivo CC ó ml
150	R	20	18	NB	280	980	765	178	560
150	R	20	17	B	270	860	910	172	675
150	R	20	18	B	285	860	880	180	713
200	R	20	14	NB	315	980	755	170	630
200	R	20	18	NB	330	980	725	178	660
200	R	20	14	B	320	860	870	175	800
200	R	20	18	B	335	860	840	180	838
250	R	20	14	NB	375	980	710	170	750
250	R	20	18	NB	395	980	670	178	790
250	R	20	14	B	380	860	820	172	950
250	R	20	18	B	395	860	790	180	988

Los valores de cada dosificación se han obtenido a través de diversos ensayos, como el que se muestra a continuación:

NOTA: Antes de hacer la dosificación de materiales (diseño de mezclas) se hacen las pruebas físicas para éstos, como son:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Para la ARENA + Peso específico + Absorción * + Humedad * + Granulometría + Peso Vol. Suelto + Peso Vol. Compactado + Materia orgánica + Pérdida por lavado | <ul style="list-style-type: none"> - Para la GRAVA + Peso específico + Absorción * + Humedad * + Granulometría + Peso Vol. Suelto + Peso Vol. Compactado |
|---|---|

* Es muy importante hacer estas pruebas, ya que afectan en forma significativa el diseño.

- Para el CEMENTO
 - + Densidad Blaine
 - + Tipo de cemento (finura) Tamiz # 325

1) Datos

- Consumo de cemento = 270 kg = cte.
- Materiales Densidad Kg/Lt.
 - + cemento extra 2.98
 - + arena andesítica 2.44
 - + grava andesítica 2.38

++ El diseño que se pretende es: 200 N 20 10 NB

- Grava/Arena: G/Ar = 60/50 = 1.2
- Agua/Cemento: A/C = 0.61 (variable)
- Aditivo Sika "reductor de agua normal" al 2 cc (2 cm³. por Kg. de cemento)

- 2) Proporcionamiento (Diseño) de los materiales en base al consumo de cemento.

Para 1 m³:

$$\text{Agua} = A/C \text{ (consumo de cemento)} = 0.61 (270) = \underline{165 \text{ Kg}} = \underline{165 \text{ Lt}}$$

$$V_{\text{lech}} = \frac{\text{Agua} + \text{cons. cem.}}{\text{dens. cem.}} = \underline{256 \text{ Lt}}$$

$$V_{\text{agreg.}} = 1000 \text{ Lt} - V_{\text{lech.}} (\text{Lt}) = 1000 - 256 = \underline{744 \text{ Lt}}$$

$$\frac{V_{\text{G}}}{V_{\text{Ar.}}} = \frac{G}{Ar} \times \frac{\text{dens. Ar.}}{\text{dens. G}} = 1.2 \times \frac{2.44}{2.38} = 1.23$$

$$V_{\text{Ar.}} = \frac{V_{\text{agreg.}} (\text{Lt})}{1 + \frac{V_{\text{G}}}{V_{\text{Ar.}}}} = \frac{744}{1 + 1.23} = \underline{334 \text{ Lt}}$$

$$W_{\text{Ar.}} = V_{\text{Ar.}} (\text{dens. Ar.}) = 334 (2.44) = \underline{815 \text{ Kg}}$$

$$V_{\text{G}} = V_{\text{agreg.}} - V_{\text{Ar.}} = 744 - 334 = \underline{410 \text{ Lt}}$$

$$W_{\text{G}} = V_{\text{G}} (\text{dens. G}) = 410 (2.38) = \underline{976 \text{ Kg}}$$

Material	Consumo		Proporción con relación al consumo de cemento
	Kg/m ³	Lt/m ³	
Cemento	270	91	1
Arena	815	334	3
Grava	976	410	3.6
Agua	165	165	0.6
Sumat.	2226	1000	

- 3) Los ensayos de diseño de mezclas se hacen por lo regular con cantidades menores a las indicadas en la tabla del punto anterior (que son para 1 m³), tomando para estos casos un volumen de 25 Lts. (0.025 m³), haciendo también las correcciones por humedad y absorción de los agregados, mostradas a continuación:

Proporción base (Kg.)	(-)		(+)		Cantidades corregidas (Kg.)
	Humedad % Kg.		Absorción % Kg.		
Cemento 6.750					6.750
Arena 20.375	9.5	1.936	2	0.410	18.849
Grava 24.500	5.3	1.299	5	1.225	24.426
Agua 4.125					4.125 + 0.620 *

* Agregada durante la mezcla, para lograr el revenimiento de diseño.

$$\text{- Humedad} = \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100 = \% \text{ (según) NOM-C-166, donde:}$$

Ph = Peso de la muestra representativa, en grs.

Ps = Peso de la muestra seca, en grs.

$$\text{- Absorción Arena} = \frac{B - A}{A} \cdot 100 = \% \text{ (según NOM-C-165), donde:}$$

A = Peso de la muestra secada en el horno, en ^{Kgs:} grs. X

B = 500 grs. de arena saturada y superficialmente seca (según NOM-C-165).

$$\text{- Absorción grava} = \frac{b - a}{a} \cdot 100 = \% \text{ (según NOM-C-164),}$$

donde:

a = peso de la muestra secada en el horno, en kgs.

b = peso de la muestra, saturada y superficialmente seca (según NOM-C-164).

- 4) Los resultados que se obtuvieron, están representados en la siguiente tabla:

Cilindro No.	Peso Kg.	Diámetro cm.	Area cm ²	Carga kg.	f'c Kg/cm ²	Altura cm.
I	12.1	15.2	181.46	39500	218	30.5
II	11.3	15.0	176.71	37500	212	30.1
III	11.0	15.0	179.08	42600	238	30.0
IV	11.1	14.9	174.37	40980	235	30.1

NOTA: El ensayo de los cilindros de resistencia normal es a 7 días un espécimen, a 14 días un espécimen y a 28 días dos especímenes.

Por problemas laborales los especímenes I y II se ensayaron a los 16 días.

VARIACION DE LA RESISTENCIA CON LA EDAD

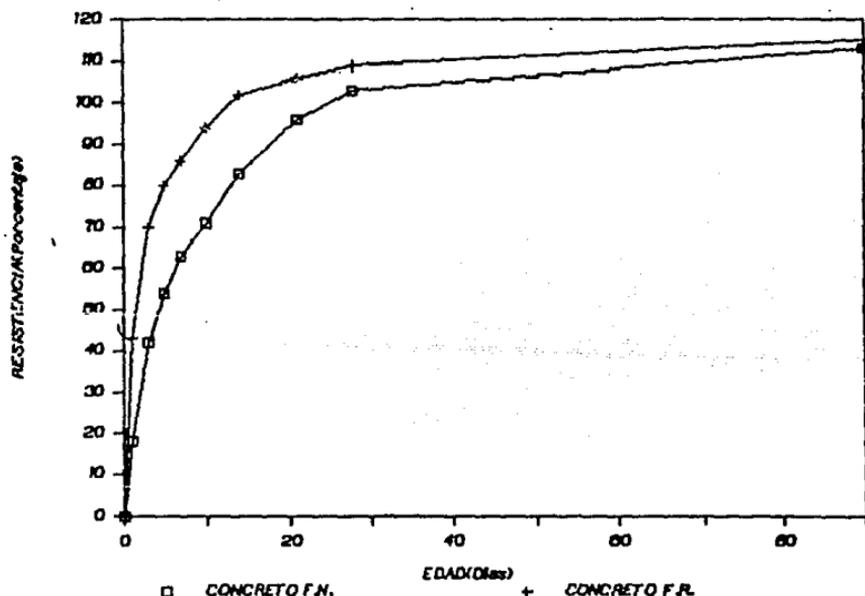


Fig. V.4 Comportamiento del concreto R.N. Y del concreto R.R.

CAPITULO VI

MEZCLADO

Deberá cumplir con las especificaciones que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155.

Esta operación (el mezclado) puede llevarse a cabo por medio de:

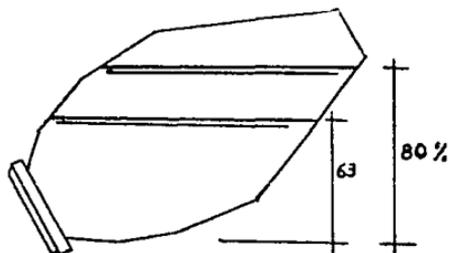
a) Mezcladoras estacionarias (poco común)

Deben estar equipadas con una o más placas metálicas en las cuales esté claramente marcada la velocidad de mezclado de la olla o de las aspás y la capacidad máxima en términos de volumen de concreto mezclado, cuando es utilizada para mezclar totalmente el concreto. Las mezcladoras estacionarias deben equiparse con un dispositivo de tiempo adecuado que permita controlar el tiempo de mezclado.

b) Camión mezclador o agitador (es el más común en la industria del concreto premezclado).

Deben colocarse en un lugar visible del camión mezclador o agitador las placas de metal, en las cuales estén claramente marcadas y certificadas las capacidades de la unidad, en términos de volumen, como mezclador y como agitador y la velocidad mínima de rotación de la olla, aspás o paletas. Cuando el concreto es parcialmente mezclado, o mezclado en camión, el volumen del concreto no debe exceder del 63% del volumen total de la unidad. Cuando el concreto es agitado únicamente en la unidad, el volumen del concreto no debe exceder del 80% del volumen total de la unidad.

Fig. VI.1
Volumen de trabajo de la unidad revolvedora.



El tiempo de mezclado debe ser medido desde el momento en que estén todos los materiales en el interior de la mezcladora, incluyendo el agua. Todo debe mezclarse por lo menos 3/4 partes del tiempo de mezclado especificado, el cual debe ser tal que permita a la revolvedora producir un concreto que cumpla con los requisitos de uniformidad indicada en la tabla VI-1. Cuando no se hacen pruebas de uniformidad del mezclado,

el tiempo aceptable para revolvedoras que tengan una capacidad de 1.0 m³ o menos y cuyo revenimiento del concreto sea mayor de 5 cm., no debe ser menor de un minuto.

Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo especificado en el párrafo anterior debe ser aumentado en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional.

A los concretos con revenimiento inferior de los 5 cm. se les debe hacer pruebas de uniformidad para determinar el tiempo de mezclado con el equipo que se vaya a emplear de acuerdo con la tabla VI-1.

La aprobación de alguna mezcladora puede ser otorgada con el cumplimiento de cuatro pruebas de las cinco indicadas en la tabla VI-1. *

TABLA VI.1 Requisitos de uniformidad de mezclado de concreto.

Prueba	Diferencia máxima permisible entre resultado de pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de la descarga (*)
1.- Peso volumétrico (determinado según la norma NOM-C-162 en Kg/m ³)	15 Kg/m ³
2.- Contenido de aire en % del volumen del concreto (determinado según Norma NOM-C-157) para concretos con aire incluido.	1%
3.- Revenimiento:	
Si el revenimiento promedio es menor de 5 cm.	1.5 cm.
Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 y 10 cm.	2.5 cm.
Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm.	3.5 cm.
4.- Contenido del agregado grueso retenido en la criba M 1.7 expresado en porcentaje del peso de la muestra.	6%
5.- Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días edad de cada muestra. Expresado en porcentaje (**).	7.5%

(*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. (Principio: del 10 al 15%; Final del 85 al 90% del volumen).

(**) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada en tanto se obtienen los resultados de la prueba de resistencia.

El mezclado puede ser ejecutado en dos formas, principalmente:

a) Parcialmente en planta

En esta operación se inicia el mezclado del concreto en una revolvedora estacionaria y se completa en el camión mezclador. El tiempo de mezclado en la revolvedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes; después de cargar el camión mezclador es necesario un mezclado adicional a la velocidad de mezclado (normalmente de 10 a 12 r.p.m.), especificada en la placa metálica del camión para alcanzar los requisitos de uniformidad. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 r.p.m.).

b) En camión mezclador

Cuando el concreto sea mezclado totalmente en el camión mezclador, se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado (10 a 12 r.p.m.). En caso de duda sobre la uniformidad del mezclado, aunque hayan sido completadas las cien revoluciones, se pueden efectuar las pruebas indicadas en la tabla VI-1 y con base en los resultados se puede aceptar o rechazar el uso de la unidad. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (2 a 6 r.p.m.). Cuando se encuentre satisfactorio el mezclado de alguna revolvedora, se puede considerar el mezclado de revolvedoras del mismo diseño y con el mismo estado de espas, igualmente satisfactorio. *

Pruebas de verificación

a) En obra

Las pruebas realizadas al concreto a la entrega en obra, generalmente es "la prueba de revenimiento", dándole un valor primordial y absoluto al resultado de la misma; no considerándose en la práctica el mismo valor para las pruebas No. 1, 2 y 4 (a menos que la aceptación o rechazo del concreto sea por el contenido de aire, para esta prueba; la No. 2) según la tabla VI-1, además, de que es poco común la ejecución de éstas últimas en la obra.

Por lo anterior es recomendable que el encargado de recibir el concreto en obra, pida (según el volumen a colar) al proveedor, que se ejecuten en obra o en planta, las pruebas indicadas en la tabla VI-1, en la intensidad que se crea conveniente para saber el grado de calidad que se tiene en el concreto y así tener un punto de apoyo para poder decidir si es factible o no cambiar de proveedor.

- b) Las pruebas realizadas en planta, deben de ser todas las indicadas en la tabla VI-1, ya que solo así se puede determinar si el equipo utilizado por la premezcladora es o está funcionando adecuadamente, lo cual permitirá que el producto de venta (el concreto) sea de la mejor calidad posible si se toman las medidas correctivas necesarias.

El realizar todas las pruebas indicadas en la tabla VI-1, permite a la premezcladora llevar un control estricto y riguroso sobre cada concreto que se fabrica y sobre cada unidad que se utiliza; lo cual influye directamente sobre la reputación de la premezcladora.

La periodisidad con que se lleven a cabo todas y cada una de las pruebas dependerá, de la forma de trabajo, de la cantidad y calidad del equipo de la premezcladora, etc.

Recomendaciones Prácticas

- 1.- Hago notar que, en el caso en el cual sea o no posible la ejecución de la prueba en obra (por falta de equipo o cualquier otra causa), es recomendable pedir al proveedor, que se realicen estas mismas a través de su laboratorio correspondiente y que éste último proporcione los resultados del análisis, los cuales deberán de compararse con las tolerancias señaladas en la tabla 6 de NOM-C-155 "Vigente"; con lo que se podrá estar en posición de decidir, sobre el cambio o no del proveedor.
- 2.- Se debe de tratar de contar en obra, con un laboratorio acreditado por el SINALP (Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba), ya que de no ser así, dicho laboratorio no estará en condiciones adecuadas de juzgar si el procedimiento de alguna prueba es el correcto y por consiguiente el resultado de la misma no será confiable, debido a que desconocen o pueden desconocer la normatividad que rige a esta industria.

CAPITULO VII
TRANSPORTE Y ENTREGA

El transporte del concreto premezclado, puede hacerse por medio de:

a) Camión mezclador o agitador (olla revolvedora)

Cuando un camión mezclador o agitador se utiliza para transportar concreto mezclado completa o parcialmente en revolvedoras estacionarias, o totalmente en el camión mezclador; el transporte debe hacerse a la velocidad de agitación (2 a 6 r.p.m.). Estas máquinas consisten principalmente de una olla metálica soportada en un chasis con ruedas y accionada por un motor de gasolina o diesel que hace girar la olla mezclando los elementos que en ella se encuentran, para la elaboración del concreto. Ver fig. VII-1.

b) Equipo no agitador

El concreto mezclado en planta puede ser transportado en equipo no agitador, adecuado para tal efecto y con la aprobación del comprador. Debe satisfacer los siguientes requisitos: la caja del equipo de transporte debe ser metálica, lisa e impermeable y equipada con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación, fuga de mortero o lechada. A solicitud del comprador, para proteger el concreto se debe de tapar con una cubierta. El concreto debe ser entregado en el lugar de trabajo con un grado satisfactorio de uniformidad (véase tabla VI-1). De común acuerdo entre el fabricante y el comprador se podrán hacer los cambios, o tomar las medidas que se estimen necesarias, para usar el equipo no agitador, de tal forma, que como resultado se alcancen los requisitos de uniformidad indicados. *

Respecto a la entrega del concreto en obra, la Norma Oficial Mexicana del concreto NOM-C-155, especifica:

- Considerando el revenimiento, esta norma establece: Cuando existan especificaciones al respecto, en el contrato de compra-venta se deben aplicar las tolerancias indicadas en la siguiente tabla, cuando la prueba se efectúe de acuerdo con la NOM-C-156.

Revenimiento en cm.	Tolerancias en cm.
menos de 5	+/- 1.5
5 a 10	+/- 2.5
más de 10	+/- 3.5

* Ref. NOM-C-155

El revenimiento debe de estar dentro de los valores permisibles durante los primeros 15 minutos de descarga, exceptuando el primer y último cuarto de metro cúbico. El periodo máximo de espera en el sitio de entrega es de 30 minutos a la velocidad de agitación. En caso de que la entrega se haga en equipo no agitador puede reducirse el tiempo de espera de común acuerdo entre fabricante y el comprador.

En caso de que el comprador no esté preparado para recibir, el fabricante no tiene responsabilidad por las limitaciones de revenimiento mínimo y contenido de aire después de un periodo total de espera de 30 minutos a la velocidad de agitación y de aquí en adelante, el comprador asume la responsabilidad sobre las condiciones del concreto.

En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto, debe hacerse en base a la prueba de revenimiento. Si existe duda sobre el primer valor obtenido se puede solicitar una segunda prueba la cual es definitiva para la aceptación o rechazo. Si debe hacer otra prueba inmediata con otra porción de la misma muestra o de la misma entrega.

En caso de una segunda falla, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con los requisitos de esta especificación y el comprador se responsabiliza íntegramente de su utilización, en caso de aceptar el mismo. *



Fig. VII.1 Camión mezclador.

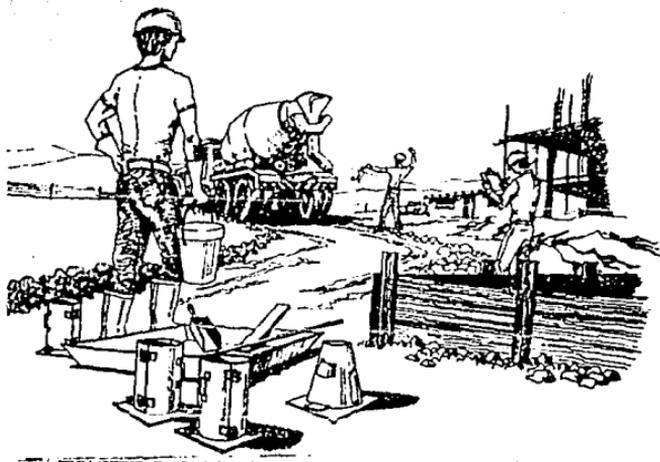


Fig. VII.2 Entrega en obra.

Cuando se llegue al lugar de la obra y el revenimiento del concreto sea menor que el solicitado incluyendo su tolerancia, el fabricante puede agregar agua para obtener un revenimiento dentro de los límites requeridos (aunque esto es causa de polémica entre el representante de la empresa y el residente de obra). Es conveniente no llevar el revenimiento arriba del solicitado. El agua debe ser inyectada a la revoladora a una presión y dirección de flujo tales, que satisfagan los requisitos de uniformidad especificados (véase tabla VI-1). La olla o las aspas deben girar 30 revoluciones adicionales como mínimo a la velocidad de mezclado, hasta que la uniformidad del concreto esté dentro de estos límites. No se deberá añadir agua a la revoladora posteriormente. La descarga total del concreto se debe hacer dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado. En condiciones especiales de temperatura ambiente, empleo de aditivos, esta limitación del tiempo de descarga puede modificarse de común acuerdo entre fabricante y comprador.

Analizando el aspecto práctico, dentro de este concepto (la entrega) existen muchos factores internos y externos que lo afectan y que son determinantes en el mismo.

Dentro de estos factores podemos considerar los que existen dentro de la planta, como pueden ser:

- Exceso de pedidos y deficiencias en las entregas.
- Descomposturas mecánicas o eléctricas en el equipo o en las instalaciones, que entorpecen la producción y por ende la entrega a tiempo.

- Insuficiencia en el suministro de cualquiera de los ingredientes del concreto (agua, agregados, cemento) o aditivos, que tienen el mismo efecto de los dos puntos anteriores.
- Accidentes del personal en la planta o fuera de ella.
- Mala dosificación y rechazo de las unidades (trastorna los intervalos de entrega preestablecidos).

Ahora, dentro de los factores externos a la planta, podemos considerar los siguientes:

- Descomposturas o accidentes de la unidades en el trayecto a la obra (es común que suceda, sobre todo cuando los choferes no conocen la ciudad adecuadamente).
- Huelga o paros sindicales.
- Suspensión de créditos (en el caso de tenerlos) en cualquier lugar de abastecimiento relacionado a la producción en la planta, como pueden ser: minas, gasolineras, fábricas de cemento, refaccionarias, etc.
- Detención exagerada de las unidades en las obras.
- Ciclo de viaje considerable e insuficiencia de unidades.
- Accidentes naturales o inclemencias del tiempo (sismos, trombas, otros).

Comentarios prácticos

Considerando los dos medios de transporte antes mencionados, se pueden enunciar las principales ventajas y desventajas que se pueden o que se tienen en una situación dada. Comenzando con el camión mezclador; algunas de sus ventajas son:

- a) El concreto puede agitarse o mezclarse y ser transportado simultáneamente hasta el lugar de la entrega a distancias considerables (siempre y cuando se tengan las precauciones necesarias, como pueden ser: la velocidad de agitación y de mezclado deben ser de 2 a 6 y de 10 a 12 r.p.m., respectivamente según lo indicado en la NOM-C-155; el tiempo de entrega de cada olla; el clima y otros) no importando el tipo de carretera o camino.
- b) La calidad del concreto obtenido por este medio es generalmente alta (siempre y cuando se tomen las precauciones necesarias; esto es, la velocidad de agitación y de mezclado deben ser las indicadas en la NOM-C-155, que la olla no tenga agujeros que permitan la pérdida de lechada, etc).
- c) La uniformidad del concreto que se obtiene por este medio es bastante aceptable, a menos que los resultados de las pruebas indicadas en la tabla VI-1 muestren lo contrario.
- d) Es factible componer (re-dosificar) cualquier concreto que haya sido mal dosificado.
- e) Se tiene mayor flexibilidad (comparado con el equipo no

agitador) para descargar con eficiencia, cantidades inferiores a la capacidad del equipo (1/2 ó 1 m³ y otra fracción del volumen) en lugares con problemas de acceso para la unidad.

- f) En caso de utilizarse bomba, la descarga se hace sin ningún inconveniente, de la unidad a la bomba; a excepción de algún caso particular.
- g) No se segrega al agregado grueso
- h) Se conserva el concreto con una mejor calidad, en mayor lapso de tiempo, en comparación con el concreto transportado en equipo no agitador.

Dentro de las desventajas que se pueden mencionar, están:

- a) Por la facilidad de descargar porciones pequeñas de concreto, se tiene el riesgo de que el conductor de la unidad pueda hacer descargas clandestinas y por consiguiente tener faltantes en la obra a la cual se destinó.
- b) Son desventajas, todas aquellas actividades que no se ejecutan y que están relacionadas con el mantenimiento de las unidades, ya que esto causa averías en las mismas y por consiguiente la calidad (revenimiento, uniformidad, etc.) del producto se verá afectado.
- c) Otras.

Ventaja (s) del camión no agitador:

Puede ser una ventaja transportar el concreto a distancias cortas y sobre un terreno plano; el que la descarga sea en forma total y no en porciones de volumen transportado, por ejemplo:

En la práctica, este tipo de vehículo no es usado por las promezcladoras, debido a las grandes desventajas que presenta, como son:

- a) El agregado grueso tiende a segregarse con el movimiento.
- b) No hace la función de mezclado o agitado, solo la de transporte.
- c) Se puede perder parte de la lechada, en caso de no sellarse la junta de la caja con la tapa de la misma.
- e) La descarga puede ser ineficiente cuando se requiera depositar el volumen en diferentes porciones y en diferentes lugares.
- f) En caso de necesitarse una redosificación, no puede hacerse debido a lo comentado en el inciso b).

En términos generales, la calidad que se puede obtener en un concreto con este tipo de vehículo es muy baja, en comparación

con el camión mezclador.

Recomendaciones

Dentro de éstas, podemos mencionar algunas de trascendencia para la calidad de la obra, en cuanto al concreto se refiere, como pueden ser:

- a) Es recomendable que los encargados, tanto la contratista, como la supervisión conozcan la normatividad que se maneja en el medio del concreto, puesto que en caso de no ser así, puede suceder que sea aceptado un concreto de mala calidad. Dentro de este punto, es importante mencionar que el laboratorio (contratado por supervisión) deberá de conocer (más que ninguno) perfectamente lo establecido en las normas, ya que se da el caso en el cual, este último no tiene conocimiento fiel de lo establecido en dichas normas, siendo perjudicial para la obra.
- b) En caso de no contar con las normas que se mencionan en el inciso a), puede pedirse a la premezcladora un manual en el cual estén contenidas estas últimas, las cuales rigen en el aspecto del transporte y la entrega (NOM-C-155 "Especificaciones del concreto premezclado" y NOM-C-156 "Determinación del revenimiento"). En el caso de que la premezcladora no tuviera dichas normas (en teoría no debe de suceder esto), se puede obtener una copia de ellas en el I.M.C.Y.C. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.) o en A.M.I.C. (Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado, A.C.), siendo esto para el caso de la ciudad de México; en el interior del país se deberá de recurrir a cualquier laboratorio acreditado o institución relacionada con el concreto premezclado.
- c) En la nota de remisión, deben especificarse las características del concreto, como son:
 - Resistencia a la compresión ($f'c$)
 - Tipo de fraguado (normal o resistencia rápida)
 - Tamaño máximo del agregado (T.M.A. en mm.), y
 - Revenimiento (en cm): en caso de haberse solicitado con algún tipo de aditivo, deberá de venir escrito el nombre del mismo y su forma de dosificación. También deberá de venir la hora a la que salió la unidad de la planta, para saber el tiempo que llevan los materiales en la olla (aunque en realidad esto es muy engañoso, ya que en ocasiones el concreto es rechazado de otra obra o de la misma obra y solo es cambiado de unidad, y en otras solo se cambia la nota de remisión).

CAPITULO VIII

CONTRATACION

Contrato

Es el documento mercantil, en el cual se establecen de común acuerdo entre cliente y empresa, los derechos y obligaciones de cada parte; estando comprometidos ambos a cumplir lo estipulado en dicho documento, una vez que lo han firmado.

Dentro de los derechos del cliente, podemos citar entre otros: que el concreto cumpla con las características perdidas al entregarse en obra; que la entrega se haga con los intervalos solicitados; que el volumen en cada entrega sea el especificado en la remisión; que en caso de controversia (por ejemplo, de demolición) por calidad en el concreto (ocasionadas por la empresa), ésta tendrá la obligación de reponer los daños ocasionados, siempre y cuando se compruebe que la empresa causó dichas anomalías; etc.

Ahora, considerando algunos de los derechos de la empresa, podemos enunciar los siguientes: el pago del volumen de concreto entregado, se hará dentro de las tolerancias de tiempo acordadas (se fijará un porcentaje de recargo por unidad de tiempo establecida para el caso en el cual el pago se demore); las tolerancias del revenimiento de cada entrega examinada, con esta prueba, se deberán respetar para la aceptación o rechazo del concreto; la empresa no será responsable del concreto que sea modificado en obra por parte de personal ajeno a ella; se deberán de respetar las especificaciones señaladas en las Normas Oficiales Mexicanas del Concreto, que estén relacionadas con la entrega del concreto en obra; etc.

Considerando las obligaciones de ambos, estas serán para cada uno, los derechos del otro; es decir, los derechos del cliente serán las obligaciones que la empresa deberá de cumplir y viceversa.

Debe hacerse notar, que puede o no existir un contrato de compra-venta "escrito" entre el cliente y la empresa, ya que esto dependerá en gran medida de la magnitud de la obra y del tipo de cliente de que se trate (puede ser la iniciativa privada o la obra pública). Considerando la magnitud de la obra, podemos decir, que para obras pequeñas (por ejemplo, una casa habitación) no es común que exista un contrato escrito, sino por vía telefónica, ya que el pago del producto se hace prácticamente antes de la entrega del mismo.

Ahora, considerando una obra de mayor magnitud (por ejemplo, un conjunto habitacional, un puerto, etc.) es más común que exista un contrato escrito, debido a los intereses que se manejan por ambas partes. Respecto al contrato de compra-venta escrito, considerando el tipo de cliente, esto es, de iniciativa privada o de obra pública, es común que en el segundo caso, el contrato

exista más que en el primero; ya que los intereses que se manejan no solo afectan a particulares, sino a la población directamente beneficiada, a la calidad de la obra en cuanto a su seguridad y durabilidad, etc.

NOTA: A este capítulo se anexa una forma de un contrato de compra-venta de concreto premezclado para su análisis.

CONTRATO DE COMPRAVENTA, VIA SUMINISTRO DE CONCRETO PREMEZCLADO QUE CELEBRA POR UNA PARTE " _____ " CON DOMICILIO EN _____,

REPRESENTADA POR: _____

A QUIEN EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA "EL PROVEEDOR", Y POR LA OTRA PARTE: _____

A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARA EL "CLIENTE", DE ACUERDO CON LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS.

DECLARACIONES

I.- DECLARA EL PROVEEDOR QUE:

- a) Es una sociedad mercantil legalmente constituida y existente conforme a las Leyes de los Estados Unidos Mexicanos, según consta en la Escritura Pública No. _____ de fecha _____ de 19____ otorgada ante la fe del Lic. _____ Notario Público No. _____ de México, D.F. e inscrita en el Registro Público de Comercio de su domicilio social, bajo la partida No. _____ del volumen _____ en _____, el _____ de _____, 19____, dedicada a la fabricación y distribución de concreto premezclado.
- b) Tiene capacidad de suministrar al cliente el concreto premezclado solicitado de acuerdo con este contrato. A solicitudes parciales y con un programa previo.
- c) Su apoderado cuenta con facultades suficientes para celebrar este contrato, las cuales no le han sido limitadas o revocadas en forma alguna según consta en la Escritura Pública No. _____ de fecha _____ otorgada ante la fe del Lic. _____, Notario Público No. _____ de _____, inscrita en el Registro Público de Comercio de su domicilio social, bajo _____.

II.- EL CLIENTE DECLARA QUE:

- a) Es una sociedad constituida conforme a las Leyes de los Estados Unidos Mexicanos, mediante Escritura Pública No. _____ de fecha _____ otorgada ante el Lic. _____, Notario Público No. _____, de _____, e inscrita en el Registro Público de Comercio de su domicilio social bajo _____.
- b) Tiene a su cargo la construcción de: _____

- c) Ha obtenido de las autoridades competentes la licencia de construcción correspondiente.
- d) Ha llenado todos los requisitos necesarios al respecto de la obra ubicada en: _____.
- e) Requiere material conocido como concreto premezclado.
- f) Su apoderado cuenta con las facultades suficientes para celebrar este contrato, las cuales no le han sido limitadas o revocadas en forma alguna, según consta en la Escritura Pública No. _____, otorgada ante la fe del Lic. _____, Notario Público No. _____ de _____ e inscrito en el Registro Público de Comercio de su domicilio social, bajo _____.

De conformidad con las declaraciones que anteceden, las partes convienen en otorgar las siguientes:

C L A U S U L A S

PRIMERA.- De conformidad con este contrato, el Proveedor se obliga a vender y a entregar al Cliente, quien se obliga a comprar y pagar al Proveedor el concreto premezclado necesario para la obra a que se hace mención en la Declaración II: d) que antecede, que se estima sea por un volumen de: _____ m³.

SEGUNDA.- CONDICIONES DE VENTA:

- a) El precio del concreto premezclado será \$ _____.
- b) El Cliente pagará al Proveedor el importe correspondiente al Impuesto al Valor Agregado y cualquier otro que lo sustituya o lo complete.
- c) En caso de que el Cliente especifique que en los pedidos requiera de un revenimiento mayor a _____ causará un cargo adicional.

En caso de que el Cliente solicite concreto premezclado con características especiales, el precio será previamente convenido de común acuerdo entre las partes.

TERCERA.- CONDICIONES DE PAGO.

- a) El Cliente pagará el precio del concreto premezclado suministrado en las oficinas del Proveedor a los _____ días de la fecha de presentación de la factura correspondiente.

- b) El Cliente entregará al momento de firma del presente contrato, al Proveedor un depósito del _____% del importe del precio del volumen de concreto premezclado, con el objeto de garantizar el suministro del mismo, dicho depósito se aplicará totalmente contra la última factura, si hubiere sobrante se devolverá al Cliente en un plazo de _____ días hábiles, a partir de que se liquide la factura.
- c) Sin perjuicio de lo dispuesto en el inciso b) de esta cláusula, el Proveedor podrá aplicar el depósito de garantía total o parcialmente según el caso, contra las facturas no pagadas en su vencimiento.
- d) La falta de pago oportuno del importe de cualquiera de las facturas por parte del Cliente dará derecho al Proveedor de dar por rescindido el presente contrato, sin responsabilidad de su parte y sin perjuicio de exigir el pago de daños y perjuicios, el importe pendiente de pago causará intereses a razón de: _____% puntos arriba del costo porcentual promedio a partir de la fecha de incumplimiento y hasta el día en que dicho importe quede totalmente cubierto, sin contravenir a lo dispuesto en los artículos 23 y 24 de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

CUARTA.- CONDICIONES DE SUMINISTRO.

- a) El Cliente entregará al Proveedor los días _____ de cada semana y por escrito, un programa de suministro que se estime, requerirá en el curso de la semana inmediata siguiente: copia de dicho programa debidamente firmado de recibido, quedará en poder del cliente. El cliente designa a _____ como persona autorizada a firmar los programas de suministro.

El Sr. _____, autorizado para firmar los programas de suministros, suscribe a continuación este documento para fines de identificación de su firma.

FIRMA

- b) El programa de suministro deberá ser ratificado 24 hrs. antes del día hábil anterior a cada una de las fechas en que se haya previsto el requerimiento, señalando en cada uno: hora, resistencia, tamaño máximo del agregado, tipo y revenimiento del concreto, intervalo de entrega entre cada uno de los vehículos transportadores. Cualquier modificación al programa de suministro requerirá del previo consentimiento del Proveedor.
- c) En caso de que el programa sea modificado el día anterior al requerido, el cliente se sujetará al horario de entrega del Proveedor.

- d) Las entregas se harán en el lugar de la obra a que se refiere el inciso d) de la Declaración I de este contrato, en camión revolvedora de acuerdo a la capacidad del equipo de que se disponga, se podrán solicitar cantidades menores para completar las etapas diarias de colado. En caso de que se requieran entregas específicas inferiores a cada una de las capacidades disponibles, se cobrará el flete de 6.0 M3, como mínimo.

El cliente se compromete a acondicionar el acceso a la obra, previamente al suministro, debiendo quedar libre de obstáculos y con la suficiente resistencia, de tal forma que sea posible el tránsito de los camiones revolvedoras, con toda la seguridad y rapidez posibles.

En caso de que lo anterior no se lleve a cabo, el Proveedor quedará libre del compromiso de efectuar el suministro.

- e) El Proveedor se obliga a suministrar los pedidos programados de concreto premezclado por el cliente dentro de las horas hábiles de lunes a viernes de 8:00 a 19:00 hrs. y el sábado de 8:00 a 14:00 hrs. siempre y cuando no se presente algún caso fortuito o de fuerza mayor que se lo impida.

El cliente se obliga a recibir el concreto premezclado según el programa de suministro y sus modificaciones.

- f) Siendo de extrema importancia la puntualidad de las entregas del concreto en el sitio de la obra de acuerdo con los programas de suministro, el Proveedor contará con una tolerancia promedio de 30 minutos para cada una de las entregas respectivas que fija el cliente y éste por su parte, disfrutará de un plazo máximo de 30 minutos para la recepción de material contenido en cada camión revolvedora.

- g) Siempre y cuando el Proveedor acepte para el suministro colados nocturnos o en días festivos, domingos, etc., éstos tendrán un cargo adicional que será fijado de común acuerdo.

- h) El proveedor no tendrá obligación de surtir el concreto premezclado fuera de los días y horas hábiles salvo convenio expreso en contrato. El proveedor hará un cargo convencional por hora al Cliente por concepto de tiempo extra, que se computará desde la terminación de los horarios normales hasta el regreso del último camión revolvedora a su planta base.

- i) Las reclamaciones por servicio o volumen deberán presentarse al Proveedor por escrito, dentro de las 24 horas siguientes a la fecha de suministro y las de resistencia, dentro de los siguientes 40 días; fuera de este plazo se considerarán extemporáneas y sin ninguna responsabilidad para el Proveedor.

QUINTA.- ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD.

- a) Las resistencias se considerarán a 14 días para concreto común de resistencia rápida y 28 días para el concreto común de resistencia normal.
- b) El Proveedor se compromete a que el concreto premezclado, materia de este contrato, satisfaga los requisitos de uniformidad especificados en el párrafo 9 (tabla núm. 6), de la Norma Oficial Mexicana N.O.M. C-155 en vigor, "Concreto Premezclado Especificaciones". Los métodos de muestreo, curado y pruebas se harán de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas en vigor.
- N.O.M. C-161 en vigor "Muestreo de Concreto Fresco".
 N.O.M. C-160 en vigor "Elaboración y curado de especímenes de Concreto".
 N.O.M. C- 83 en vigor "Pruebas de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto".
- c) El revenimiento de concreto materia de este contrato puede fluctuar de acuerdo con las tolerancias establecidas en el párrafo 5.3 de la N.O.M. C-155 en vigor, "Concreto Premezclado Especificaciones". Para que los resultados sean válidos la prueba deberá efectuarse de acuerdo a lo señalado en la N.O.M. C-156 en vigor, "Determinación de Revenimiento del Concreto Fresco". El Proveedor no es responsable si el Cliente o sus representantes alteran las características del concreto, por medio de adición de agua o cualquier otro material.
- d) El volumen de concreto surtido será igual al marcado en las remisiones. La verificación del volumen de concreto suministrado por el Proveedor podrá hacerse a solicitud del Cliente, dicha verificación deberá hacerse mediante el procedimiento establecido en el párrafo 5.1.4. de la N.O.M. C-155 en vigor, y siguiendo el procedimiento descrito en la N.O.M. C-162 en vigor, consecuentemente, no procederán las reclamaciones hechas en base al volumen del concreto endurecido conforme a lo especificado en los párrafos 5.1.1., 5.1.2. y 5.1.4. de la N.O.M. C-155 en vigor y se entiende como una muestra promedio el resultado del ensaye a compresión de 2 o más especímenes estándar.

SEXTA.- VERIFICACION DE CALIDAD.

- a) Para verificar la calidad del concreto, materia de este contrato, el Cliente contratará por su cuenta un Laboratorio de verificación de calidad que haya sido acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP) o aceptado de común acuerdo entre el Cliente y el Proveedor (párrafo 11 de la N.O.M. C-155 en vigor "Concreto Premezclado Especificaciones").

El proveedor tendrá derecho al libre acceso a dicho Laboratorio para efectuar inspecciones periódicas, así como el derecho de objetar el equipo y los procedimientos empleados por el mismo. El Cliente y el Proveedor convienen en que cualquier falla de procedimiento de pruebas es motivo de exclusión del Laboratorio en cuestión e invalida los resultados correspondientes.

- b) El Cliente debe anotar el número de remisiones y registrar localización exacta del lugar en donde fue depositada la revoltura de concreto representada por la muestra tomada.
- c) Los resultados que se obtengan de las pruebas de resistencia de las muestras tomadas para la verificación de calidad del concreto, serán juzgadas conforme a lo especificado en el párrafo 5.1.1., 5.1.2. y 5.1.4. de la N.O.M. C-155 en vigor "Concreto Premezclado Especificaciones" y se entenderá como valor representativo el promedio de resultado de ensaye a compresión de dos o más especímenes estándar elaborados en una misma muestra.
- d) La firma de la nota de remisión o el uso de un concreto a su recepción en la obra, implica la aceptación del mismo; por lo tanto es responsabilidad del cliente el empleo que se dé a dicho concreto.
- f) En caso de duda sobre la resistencia del concreto y cuando los resultados no satisfagan los límites establecidos en la N.O.M. C-155 en vigor, para determinados grados de calidad, deberá notificarse por escrito al Proveedor en un plazo no mayor de 40 días después de la fecha del colado, para que se proceda a estudiar el problema y, en su caso, se hagan las pruebas adicionales que permitan verificar la calidad, de común acuerdo entre el Cliente y el Proveedor. En caso de que el Cliente y el Proveedor no logren un acuerdo satisfactorio respecto al dictamen definitivo, se integrará una Comisión de Técnicos Calificados, nombrando un representante del Cliente, un representante del Proveedor y un tercero designado por ambos representantes, tal como se establece en la N.O.M. C-155 en vigor, párrafo 5.1.1.5. si la decisión final es demoler o reforzar algún sector de la estructura, el Proveedor se compromete en forma expresa a pagar exclusivamente los gastos directos de la demolición o el refuerzo que el elemento origine y suministrar sin cargo alguno para el Cliente, el concreto necesario de la resistencia correcta que deba emplearse en dicho elemento, sin que el Proveedor asuma ninguna otra responsabilidad por daños o perjuicios por algún otro concepto.

SEPTIMA.- Este Contrato tendrá vigencia hasta el _____
Transcurrido el plazo señalado, será optativo para el Proveedor renovar su vigencia o modificarla, a solicitud del Cliente.

OCTAVA. - Para el caso de incumplimiento del presente contrato, por cualquiera de las partes, además de las sanciones que deriven de la Ley o de este contrato, la parte que incumpla pagará a la otra un _____ % del valor total del mismo.

NOVENA. - **ESPECIFICACIONES DE FACTURACION.**

- a) Las entregas de concreto para las obras citadas en las declaraciones, se facturará a nombre del Cliente, por cuenta y orden de la persona que se le indique al Proveedor, de conformidad con esta cláusula.

La adquisición por orden de la persona señalada no releva al Cliente de su responsabilidad de pago al Proveedor. En caso de que el Proveedor se vea en la necesidad de elaborar una nueva factura a solicitud del Cliente y se efectúe pago extemporáneo, se aplicarán los intereses estipulados en el contrato. Para los efectos de este contrato, a continuación se indica el nombre de la persona por cuya cuenta y orden actúa el Cliente.

POR CUENTA Y ORDEN DE: _____

CON DOMICILIO EN: _____

DECIMA. - **ESPECIFICACIONES LEGALES.**

- a) Ambas partes convienen en someter cualquier controversia que surja con motivo de la interpretación del presente contrato a las Leyes y Tribunales competentes de la Ciudad de _____ renunciando expresamente a cualquier otro fuero que por razón de sus domicilios o por la ubicación de sus bienes presentes o futuros pudiera corresponderles sometiéndose las partes a aceptar a la Procuraduría Federal del Consumidor como conciliadora entre ambas partes, antes de iniciar cualquier procedimiento jurisdiccional ante los Tribunales correspondientes.
- b) El presente contrato se firma por triplicado en la Ciudad de _____ el _____ de _____ de 19____.

EL PROVEEDOR

EL CLIENTE

CONCLUSIONES

Competencia entre el concreto fabricado en planta y el fabricado en obra.

Respecto a la CALIDAD, ésta se inclina de manera absoluta hacia el concreto producido en planta, ya que se tiene un control estricto de los componentes de dicho concreto, basado en el control de calidad realizado por el laboratorio; el cual cuenta con el equipo previamente calibrado y autorizado por los organismos correspondientes (SECOFI y Dirección General de Normas) y con los instrumentos necesarios, además de contar también con los lineamientos oficiales a seguir (Normas Oficiales Mexicanas del Concreto) y con el personal técnico capacitado para analizar detalladamente cada uno de los aspectos involucrados en la calidad de los materiales del concreto, el cual se basa en las normas establecidas; además de contar con el personal de producción capacitado para seguir correctamente las instrucciones provenientes del laboratorio.

Considerando ahora el concreto producido en obra, es notable, que no se tienen las mismas medidas de control de calidad que el producido en planta, debido a que se puede o no contar con un equipo adecuado para su fabricación, no se cuenta con un laboratorio encargado de analizar los materiales y además el personal encargado de la fabricación puede o no estar capacitado para realizar dicho trabajo (es común observar que las dosificaciones se hacen en base a la experiencia, es decir, en forma empírica).

Por lo anterior, resulta fácil comprender, que en cuanto a la calidad, el concreto producido en planta tiene un amplio margen de ventaja sobre el producido en obra.

Considerando ahora, el concepto ESPACIO, podemos afirmar que en la gran mayoría de las obras (ya sea pequeñas, medianas o grandes) este resulta siempre limitado para la ejecución de las actividades en la obra, ya que el almacenamiento de los materiales lo tienden a reducir considerablemente, por lo cual la producción del concreto en obra resulta benéfica, siempre y cuando los volúmenes a colar permitan un desempeño fluido, tanto de esta actividad, como de las demás. Ahora, en base a lo antes escrito, podemos decir, que el concreto producido en planta trae mayores ventajas en el desarrollo de una obra, como son: la interferencia entre el colado del concreto y las demás actividades puede ser de poca importancia y sobre todo, solo durante un corto tiempo; además, el tiempo de colado puede reducirse, debido a que solo se tendrá que colar y no fabricar en la misma obra; así también, otras de sus ventajas pueden ser: puede depositarse en diferentes lugares de la obra sin tener que ocupar más personal que el propio conductor de la olla; permite también, tener un mejor aprovechamiento del predio, al no tener que almacenar los materiales que son necesarios para su fabricación; se tiene una mejor calidad de concreto, esto es, es

mas homogéneo tanto, en sus propiedades en estado fresco, como en su estado endurecido. Por lo tanto, podemos afirmar que, comparando las ventajas y desventajas que ambos concretos presentan, el elaborado en planta posee más ventajas para el constructor, que el elaborado en obra.

Para hablar de la competencia, tomando el concepto de **DISPONIBILIDAD DE AGREGADOS**, es necesario hacer notar las ventajas y desventajas que en obra y en planta se pueden tener.

Comenzando con la disponibilidad en obra, esta va a depender de qué tan cerca de ella se encuentre un centro de abastecimiento (una casa de materiales, una mina u otra fuente donde obtenerlos), considerando que el volumen que se requiera de agregados dependerá del volumen de concreto que se va a producir, además de esto, se tiene que prever el acceso hacia la obra, el costo que va a generar y la calidad de cada agregado, ya que debido a la falta de supervisión en esta última, se puede caer en tener que disponer de agregados contaminados (poco, mediana o altamente).

Ahora, analizando lo referente a la disponibilidad de los agregados en planta, podemos decir, que debido al trabajo que se realiza en ella (producir o fabricar concreto de manera continua) la presencia de los agregados es fundamental (al igual que los otros materiales: agua, cemento, aditivo) por lo que generalmente las plantas se han instalado en lugares estratégicos, es decir, se busca el sitio más apropiado para que el suministro sea de lo más edificiente posible, considerando para esto, la distancia entre la mina y la planta, el acceso para su transporte, el volumen potencial de agregados que puedan ser suministrados, etc.

Podemos concluir que, debido al porcentaje que representan los agregados en el concreto (aproximadamente el 80%) su almacenamiento requiere de un lugar previamente fijado en la obra o en la planta. Considerando que generalmente en obra el espacio disponible está muy limitado; entonces, éste no puede ser destinado para ese fin, debido a que se utiliza para realizar otras actividades, entonces podemos decir que, al disponer de los agregados en obra, resulta por lo general, un problema en cuanto a espacio se refiere; no sucediendo esto en planta, ya que aquí si se dispone de un lugar fijo para almacenar los agregados, no interfiriendo en las demás actividades.

Para hablar de **COSTO** del concreto elaborado en planta o en obra, es necesario considerar desde la adquisición de los materiales hasta la colocación del concreto en el lugar destinado para ello, comprendiendo los tres elementos fundamentales para poder llevar a cabo este proceso, que son: materiales, mano de obra y equipo. Por lo que podemos decir que, el costo de un concreto elaborado en obra o en planta resulta económico, siempre y cuando los tres elementos fundamentales sean combinados correcta y eficientemente, como por ejemplo: si se tiene que construir un puente de dimensiones considerables, en donde el volumen

requerido de concreto debe de suministrarse en forma continua, resultaría antieconómico fabricar el concreto en obra, ya que en este caso, aunque se dispusiera de los materiales suficientes, la mano de obra y el equipo resultarían muy costosos. O en caso contrario, en donde el volumen de obra no sea considerable, como por ejemplo; una casa habitación en donde se va a colar un firme (un patio común), resultaría más económico fabricarlo en obra que solicitarlo a la premezcladora.

Competencia entre el concreto y otros materiales de la construcción.

La competencia que tiene el concreto con otros materiales usados en la construcción, básicamente es contra el acero y la madera. Para ver cual de estos dos últimos materiales citados tiene mayor competitividad respecto al concreto, enunciaré sus principales características.

Primeramente haré notar las correspondientes al concreto, ya que es el elemento a comparar; éstas son: se puede tener una producción continua o discreta, se puede fabricar un concreto para una resistencia específica, no se requiere de una mano de obra altamente calificada para su colocación, se tiene facilidad para moldearlo, puede usarse en obras pequeñas, medianas o grandes, no requiere de un mantenimiento periódico una vez colocado, tiene una verdadera resistencia al fuego en su estado sólido, en comparación con el acero y la madera, etc.

Respecto a la MADERA; este material posee favorables propiedades, como son su fácil labra, su notable resistencia a la tracción, compresión y flexión, así como su ligereza, tenacidad y atermancia.

A estas condiciones favorables hay que poner serios inconvenientes, especialmente su fácil combustibilidad, su limitación en la construcción de proyectos de gran magnitud (edificios, puentes, carreteras, presas, etc.), por lo que cede plaza a las estructuras metálicas y a las de concreto armado.

Por lo antes mencionado, la competencia de la madera respecto al concreto, puede ponerse de manifiesto dentro de la construcción en la edificación de casas habitación de alturas no considerables (menos de 12 m.); en las construcciones modernas, bien sean fabricadas de ladrillo (en los andamios, apeos, cimbras, etc.) o de concreto armado (en encofrados, que consumen una cantidad respetable de este material).

Respecto al ACERO, es un material que puede resistir esfuerzos de tensión, compresión y flexión; interviniendo en muchos trabajos de construcción.

Teniéndose en cuenta, en comparación con las características del concreto, este material requiere de una mano de obra más calificada (tanto en su fabricación, como en su colocación), de

un mantenimiento más estricto (sobre todo en lugares donde es fácil de corroerse) y de una protección adicional contra el fuego, además no puede usarse tan fácilmente en obras pequeñas, debido a su alto costo.

De lo anterior se puede concluir que, la utilización del acero, esto es, su competencia en la construcción, dependerá, de qué tan económico resulte la construcción de una obra en particular con este material, comparado con el concreto.

Libro consultado "El hierro y la madera en la construcción"
Del Moral.

RECOMENDACIONES

Como parte final de este trabajo, se presenta un resumen práctico de los conceptos que un residente de obra debe de conocer al utilizar concreto premezclado en planta, como control de calidad en todas las etapas:

A) Dosificación

Es recomendable que el Ing. residente visite la planta de concreto de la cual se surtirá este último a la obra que ejecutará (o que está en construcción), verificando a simple vista:

- A.1 El almacenamiento que tienen los agregados: cemento, agua y aditivos, ya que de esto parte la calidad del concreto premezclado; esto es, que los agregados estén dispuestos en sitios donde sea difícil su contaminación con el suelo existente (que no estén depositados a flor de tierra), con basura, con aceite regado, entre ellos mismos, o con cualquier otra situación que se pueda dar; que el cemento se encuentre almacenado en silos que estén en buenas condiciones, esto es que no presenten deficiencias en las paredes del mismo, como pueden ser oquedades que permitan la salida involuntaria del material, así como la entrada de lluvia y polvo en el mismo, que contamine el cemento; que el o los aditivos que se usen se encuentren almacenados en depósitos cerrados (si es que son líquidos), o en lugares (bodegas) bien resguardados de la humedad o lluvia, en caso de los presentados en soluciones. Cabe mencionar que la recomendación para los aditivos líquidos es válida para el agua que se usa en las mezclas.
- A.2 El procedimiento de dosificación, desde que los materiales son dispuestos en los dispositivos de medición, hasta que estos son dosificados de acuerdo a las tablas de diseño de la mezcla en cuestión, Dentro de esto, es importante verificar que una vez medidas las cantidades de los materiales, éstos sean depositados en un 100% dentro de la olla revolvedora, esto es, que no existan pérdidas en su

un mantenimiento más estricto (sobre todo en lugares donde es fácil de corroerse) y de una protección adicional contra el fuego, además no puede usarse tan fácilmente en obras pequeñas, debido a su alto costo.

De lo anterior se puede concluir que, la utilización del acero, esto es, su competencia en la construcción, dependerá, de qué tan económico resulte la construcción de una obra en particular con este material, comparado con el concreto.

Libro consultado "El hierro y la madera en la construcción"
Del Moral.

RECOMENDACIONES

Como parte final de este trabajo, se presenta un resumen práctico de los conceptos que un residente de obra debe de conocer al utilizar concreto premezclado en planta, como control de calidad en todas las etapas:

A) Dosificación

Es recomendable que el Ing. residente visite la planta de concreto de la cual se surtirá este último a la obra que ejecutará (o que está en construcción), verificando a simple vista:

- A.1 El almacenamiento que tienen los agregados: cemento, agua y aditivos, ya que de esto parte la calidad del concreto premezclado; esto es, que los agregados estén dispuestos en sitios donde sea difícil su contaminación con el suelo existente (que no estén depositados a flor de tierra), con basura, con aceite regado, entre ellos mismos, o con cualquier otra situación que se pueda dar; que el cemento se encuentre almacenado en silos que estén en buenas condiciones, esto es que no presenten deficiencias en las paredes del mismo, como pueden ser oquedades que permitan la salida involuntaria del material, así como la entrada de lluvia y polvo en el mismo, que contamine el cemento; que el o los aditivos que se usen se encuentren almacenados en depósitos cerrados (si es que son líquidos), o en lugares (bodegas) bien resguardados de la humedad o lluvia, en caso de los presentados en soluciones. Cabe mencionar que la recomendación para los aditivos líquidos es válida para el agua que se usa en las mezclas.
- A.2 El procedimiento de dosificación, desde que los materiales son dispuestos en los dispositivos de medición, hasta que estos son dosificados de acuerdo a las tablas de diseño de la mezcla en cuestión. Dentro de esto, es importante verificar que una vez medidas las cantidades de los materiales, éstos sean depositados en un 100% dentro de la olla revolvedora, esto es, que no existan pérdidas en su

traslado y depósito a dicho camión.

B) El Mezclado

B.1 Como primer punto en obra se pueden checar las velocidades de: mezclado (10 a 12 r.p.m.), así como la de agitación (2 a 6 r.p.m.), con lo cual se puede obtener un indicio de la calidad que la olla en cuestión puede proporcionar en cuanto al mezclado se trata, lo cual es fundamental para fabricar un concreto de calidad aceptable. *

Estas velocidades se pueden checar de la siguiente manera. Cuando la revoladora (olla) llega a la obra, debe de estar girando entre 2 y 6 r.p.m., ya que por norma (NOM-C-155) se debe de respetar ésto, siendo ésta la velocidad de agitación. Antes de vaciar una porción del concreto para obtener el revenimiento (y muestra en su caso), la olla se gira a la velocidad de mezclado (para uniformizar la mezcla), porque es factible constatar si está dentro de las 10 y 12 r.p.m. que marca la norma antes citada.

B.2 Así también, el residente deberá de checar visualmente el concreto en la olla, con lo cual podrá obtener una mejor visión de la calidad de este último, ya que en ocasiones la mezcla muestra terrones o bolas de arena o cemento que aún no se han mezclado adecuadamente.

B.3 Antes de obtener una muestra de concreto es recomendable que la olla gire entre 10 y 12 r.p.m. a la velocidad de mezclado para "uniformizar" la mezcla, ya que en ocasiones aquella que se encuentra cerca de la salida tiene un revenimiento diferente al demás volumen.

C) Transporte y Entrega

C.1 A la llegada de la (s) olla (s) el residente deberá de certificar en la nota de remisión: la hora de salida (de la planta) y de llegada (a la obra), de la (s) misma (s), con el fin de calcular el tiempo que la mezcla lleva dentro de la olla (según la norma NOM-C-155 la descarga total del concreto se debe hacer dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado. En condiciones especiales de temperatura ambiente, empleo de aditivo y otras. Esta limitación del tiempo de descarga puede modificarse de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor).

C.2 Debido a la importancia que tiene la prueba de revenimiento en la aceptación o rechazo del concreto premezclado en obra, el residente debe de checar que dicha prueba se realice como se indica en la NOM-C-156, esto es:

- I) Que se ejecute con el equipo adecuado (que se ejecute sobre una base rígida y no absorbente, con el cono de Abrahams en buenas condiciones (sin aboyaduras, con una varilla recta de punta de bala) y humedo (sin exceso de agua en la base ni en el cono).
- II) Según el procedimiento indicado en la norma antes citada, que tanto la base y el cono no se muevan durante la prueba, que el cono sea llenado en tres partes (a 7, 15 cm. aproximadamente y al raz del mismo) y con la compactación de 25 golpes por capa, con la varilla en forma de espiral, así como contar el tiempo que se tarda en sacarse el cono (5 +/- 2 segundos NOM-C-156) y la forma en como se hace (debe ser recta y no inclinanda).
- III) De no cumplirse con lo indicado en los dos incisos anteriores, dicha prueba se desechará y no podrá aceptarse el concreto, a menos que el residente lo autorice, siendo en este caso él el único responsable de tal acto.

En caso que se tenga duda sobre el primer valor obtenido se puede proceder a realizar una segunda, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega, la cual es definitiva para la aceptación o rechazo.

En caso de una segunda falla, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con los requisitos de la norma correspondiente, por lo que el residente es responsable de su aceptación.

- C.3 Cuando alguna entrega sea rechazada, se deberá de anotar el No. de la unidad y la hora de salida de la obra, ya que es común que ésta en caso de que no tenga otra obra en donde entregar el concreto solo espere un determinado tiempo para volver a presentarse e intente hacer la entrega por segunda vez.
- C.4 Por lo general los conductores de las ollas, antes de entrar a la obra, revisan el concreto y en su caso, le adicionan agua (cuando está bajo el revenimiento solicitado) para estar dentro de las tolerancias que se marcan en la norma NOM-C-156 o en el contrato, según sea el caso. Por lo antes señalado es recomendable que se chequen visualmente (antes de entrar a la obra) la llegada de las ollas. Si la calidad del concreto entregado durante un determinado período ha sido aceptable, puede omitirse el chequeo previo a la obra.

D) Contratación

Debido a la importancia que implica este punto, por ser el que marca de forma precisa los derechos y obligaciones de cada una

de las partes que lo integran (el Cliente y el Proveedor), en un documento oficial (contrato), el residente de la obra deberá de tener pleno conocimiento del mismo, ya que de esta forma estará en disposición de tomar una decisión fundamentada, en los casos en los cuales se violen las cláusulas aplicables en lo correspondiente a las características y entrega en obra del concreto premezclado. Siendo ejemplo de lo antes citado:

- Características diferentes del concreto a los solicitados, como son: resistencia, T.M.A., revenimiento, contenido de aire (en su caso) y tipo de fraguado.
- Tiempos de entrega desacordes con lo solicitado (intervalos cortos o largos, según sea el caso), o entregas fuera del programa firmado y autorizado.

E) Colocación (Bombeo)

El residente de obra deberá de tener cuidado en los aspectos siguientes, dentro de lo referente a la colocación del concreto:

Como primer punto, es importante que se verifique el revenimiento de cada una de las entregas, tomando como base lo especificado en la norma NOM-C-156; así como constatar visualmente que el T.M.A. sea el solicitado, ya que éste es un factor determinante en cuanto a la colocación se refiere.

Después de haberse aprobado lo anterior, y en caso de que se haya solicitado algún aditivo (Fluidificante, Superfluidificante, Retardante, Acelerante, entre los más comunes), se comprobará antes de mezclarlo con el concreto, que dicho aditivo sea el solicitado (ver nota de remisión), sea dosificado (ver nota de remisión) y mezclado adecuadamente. Una vez cumplido esto, el concreto estará en disposición de ser colocado en el lugar destinado para dicho material. Es muy importante llevar a cabo lo anterior, ya que cualquier omisión de estas recomendaciones, pueden traer como consecuencias, entre otras:

- a) Que el concreto sea mezclado con un aditivo diferente al solicitado, causando efectos adversos a los requeridos.
- b) Que se haga una sobre dosificación del aditivo, modificando en mayor o menor grado el comportamiento del concreto en estado fresco, así como llegar a afectar la resistencia del mismo.
- c) Al firmar la nota de remisión el residente está aceptando como buena la entrega y tomando la responsabilidad de esta misma.

Además de lo anterior, se deberá de tomar en cuenta la fuerza

de trabajo y equipo con el que se cuenta, así como las condiciones físicas y ambientales que imperan en la obra, para poder señalar el período de entrega entre cada unidad, ya que de esta forma tendremos una eficiencia mayor en la colocación del concreto. Algunas de las consecuencias al no tomar en cuenta los aspectos antes señalados son:

- a) Acumulación de unidades revolventoras en espera en obra. (A través de la radio de B.C. de las ollas, se puede comunicar a la planta surtidora un receso en las entregas, hasta nueva orden).
- b) En climas extremos, la colocación resulta mucho más delicada, debido al comportamiento de la mezcla (se acelera o retarda el fraguado), por lo cual se debe de planear más a conciencia todo lo que se comprende en esta actividad.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NOM-C-1	"Cemento Portland".
NOM-C-2	"Cemento Portland Fuzolana".
NOM-C-56	"Cementantes Hidráulicos-Determinación de la finura por el Método de permeabilidad al aire.
NOM-C-59	"Cementantes Hidráulicos-Determinación del tiempo de Fraguado (Método de Vicat).
NOM-C-62	"Cementantes Hidráulicos-Determinación de la Sanidad".
NOM-C-273	"Determinación de la Actividad Fuzolánica".
NOM-C-132	"Determinación del Fraguado Falso del Cemento".
NOM-C-151	"Determinación del calor de hidratación de Cementantes Hidráulicos".
NOM-C-152	"Cementantes Hidráulicos-Método de Prueba para la Determinación del Peso Específico de Cementantes Hidráulicos".
NOM-C-122	"Agua para Concreto".
NOM-C-30	"Muestreo de Agregados".
NOM-C-71	"Agregados-Determinación de terrones de arcilla y partículas Delezuaibles".
NOM-C-73	"Agregados-Masa volumétrica-Método de prueba".
NOM-C-77	"Agregados-Análisis granulométrico-Método de Prueba".
NOM-C-84	"Agregados-Determinación de las Partículas más Finas que la Criba F 0.075 por Medio de Lavado".
NOM-C-88	"Determinación de Impurezas Orgánicas en el Agregado Fino".
NOM-C-111	"Agregados-Especificaciones".
NOM-C-164	"Agregados-Determinación del Peso Específico de la Absorción del Agregado Grueso".
NOM-C-165	"Agregados-Determinación del Peso Específico y de la Absorción del Agregado Fino".
NOM-C-166	"Agregados-Determinación del Contenido Total de Humedad de los Agregados, Mediante Secado".
NOM-C-170	"Agregados-Reducción de las Muestras de Agregados, Obtenidas en el Campo, al Tamaño Requerido para las Pruebas".
NOM-C-83	"Determinación de la Resistencia a la Compresión".
NOM-C-155	"Concreto Hidráulico-Especificaciones".
NOM-C-156	"Determinación del Revenimiento".
NOM-C-159	"Elaboración y Curado en el Laboratorio, de Especímenes".
NOM-C-160	"Elaboración y Curado en Obra, de Especímenes".
NOM-C-161	"Muestreo de Concreto Fresco".
NOM-C-162	"Determinación del Peso Unitario del Rendimiento y Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método Gravimétrico".
ASTM-C-109	"Determinación de la Resistencia a la Compresión de morteros de Cemento Hidráulico".

NOTA: La vigencia de estas NORMAS es con respecto a 1989. Para su consulta vigente se puede recurrir al Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), Asociación Mexicana de la Industria de Concreto Premezclado (AMIC) o a cualquier laboratorio acreditado por AMIC. Solo se anexan las que se consideran de uso práctico para el residente de obra.



SECRETARIA DE PATRIMONIO
Y
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-C-1-1980

"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.- CEMENTO
PORTLAND".

"BUILDING INDUSTRY.- PORTLAND CEMENT".

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

NCM-C-1-1930

79

P R E F A C I O

En la elaboración de la presente Norma colaboraron las siguientes Instituciones.

- CAMARA NACIONAL DEL CEMENTO.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.-
(Dirección de Proyectos.- Departamento de Ingeniería Experimental).
- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS.-
(Dirección General de Servicios Técnicos).
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE CONCRETO PREMEZCLADO A.C.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.

"BUILDING INDUSTRY.- PORTLAND CEMENT"

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial establece las especificaciones que debe cumplir el Cemento Portland, utilizado en la Construcción. El Cemento Portland se emplea para la elaboración de: Concretos, morteros, lechadas, productos de asbesto-cemento y productos prefabricados de mortero y de concreto.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de ésta Norma es indispensable consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en vigor.

- NOM-C-56 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación de la Finura por el Método de Permeabilidad al Aire.
(Método de Prueba para Determinar la Finura de Cementantes Hidráulicos por el Método de Permeabilidad al Aire).
- NOM-C-59 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación del tiempo de fraguado (Método de Vicat).
(Método de Prueba para Determinar el tiempo de fraguado de los Cementantes Hidráulicos (Método de Vicat)).
- NOM-C-61 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación de la Resistencia a la Compresión.
(Método de Prueba para Determinar la Resistencia a la Compresión de los Cementantes Hidráulicos).
- NOM-C-62 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación de la Sanidad.
(Método de Prueba para Determinar la Sanidad de los Cementantes Hidráulicos).
- NCM-C-130 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Muestreo.
(Muestreo de Cementantes Hidráulicos).

INDICE

NOM-C-131

Industria de la Construcción.- Cemento Hidráulico.- Determinación del Análisis Químico. (Determinación del Análisis Químico del Cemento Hidráulico).

NOM-C-132

Industria de la Construcción.- Cemento Portland.- Determinación del Fraguado Falso por el Método de Pasta. (Método de Prueba para la Determinación del Fraguado Falso del Cemento Portland por el Método de Pasta).

NOM-C-133

Industria de la Construcción.- Cemento.- Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos.

NOM-C-151

Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación del Calor de Hidratación. (Método de Prueba para la Determinación del Calor de Hidratación de los Cementantes Hidráulicos).

3 DEFINICION

Para los efectos de ésta Norma Oficial se establece la siguiente definición.

3.1 Cemento Portland

Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adicionan sulfato de calcio natural, o agua y sulfato de calcio natural. A criterio de productor pueden incorporarse además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto, de acuerdo con lo especificado en la NOM-C-133 en vigor.

3.1.2 Conglomerante Hidráulico

Es el material finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida.

3.1.3 Clinker

Es el mineral sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura del orden de 1673 K (1400°C), de materias primas de naturaleza calcarea y arcillo ferruginosa, previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas.- Esencialmente el clinker está constituido por silicatos, aluminato y aluminoferrita cálcicos.

ENL-DGR

3.1.4 Sulfato de calcio natural

Es el sulfato cálcico dihidratado, hemihidratado o anhidro.

4 CLASIFICACION

4.1 Para los efectos de esta Norma, el Cemento Portland se clasifica en los cinco tipos siguientes.

- TIPO I.- COMUN.- Para uso general en construcciones de concreto cuando no se requieran las propiedades especiales de los tipos II, III, IV y V.
- TIPO II.- MODIFICADO.- Destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiera un calor de hidratación moderado.
- TIPO III.- DE RAPIDA RESISTENCIA ALTA.- Para la elaboración de concretos en los que se requiera una alta resistencia a temprana edad.
- TIPO IV.- DE BAJO CALOR.- Cuando se requiera un reducido calor de hidratación.
- TIPO V.- DE ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS.- Cuando se requiera una alta resistencia a la acción de los sulfatos.

4.1.1 El Cemento Portland Blanco puede ser clasificado como Tipo I ó Tipo III según satisfaga los requerimientos de esta Norma para los tipos mencionados. Dado su bajo o nulo contenido de óxido férrico se caracteriza únicamente por ser blanco y no gris.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

5.1.1 Especificaciones Químicas.- El Cemento a que se refiere esta Norma debe satisfacer los requisitos químicos que se anotan en la Tabla Nc. 1, de acuerdo con su tipo:

TABLA 1 Especificaciones químicas

COMPUESTOS Y CARACTERISTICAS	TIPO				
	I	II	III	IV	V
Oxido de silicio. (SiO_2). mín. %	-	21.0	-	-	-
Oxido de aluminio. (Al_2O_3) máx. %	-	6.0	-	-	-
Oxido férrico. (Fe_2O_3). máx. %	-	6.0	-	6.5	-
Oxido de magnesio. (MgO) máx. %	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Anhidro sulfúrico (SO_3). máx. % Cuando ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) es 8% o menor.	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
Cuando ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) es mayor de 8%.	3.5	-	4.5	-	-
Pérdida de calcinación. máx. %	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Residuo insoluble máx. %	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Silicato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	-	-	35	-
Silicato dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$). mín. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	-	-	40	-
Aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	8	15	7	5
Alumino ferrito tetracálcico más dos veces el aluminato tricálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$).	-	-	-	-	-
ó solución sólida ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	-	-	-	20.0

5.1.1.1 El hecho de limitar los valores cuímicos expresados por compuestos potenciales calculados, no necesariamente implica que los óxidos estén presentes efectiva o totalmente formando esos compuestos.

5.1.1.2 Para los cálculos de los compuestos el porcentaje de C_3S será el resultado de restar el porcentaje de Oxido de Calcio libre al porcentaje de Oxido de Calcio total, y el porcentaje de Oxido de Silicio será el resultado de restar, al porcentaje de Oxido de Silicio, el porcentaje de residuo insoluble.

Cuando la relación de los porcentajes de óxido de aluminio = óxido férrico es de 0.64 o mayor, los porcentajes de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrito tetracálcico, deben calcularse en la siguiente manera:

$$\text{Silicato Tricálcico (C}_3\text{S)} = (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (6.718 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1.430 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3).$$

$$\text{Silicato dicálcico (C}_2\text{S)} = (2.867 \times \% \text{SiO}_2) - (0.7544 \times \% \text{C}_3\text{S})$$

$$\text{Aluminato tricálcico (C}_3\text{A)} = (2.650 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1.692 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3).$$

$$\text{Aluminoferrito tetracálcico (C}_4\text{AF)} = (3.043 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3).$$

Cuando la relación de los porcentajes de óxido de aluminio = óxido férrico es menor de 0.64, se forma una solución sólida de aluminoferrito cálcico, la cual se expresa en la siguiente forma: $ss(C_4AF + C_2F)$. El porcentaje de esta solución sólida y el del silicato tricálcico deben calcularse de la forma siguiente:

$$ss(C_4AF + C_2F) = (2.100 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) + (1.702 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3).$$

$$\text{Silicato tricálcico (C}_3\text{S)} = (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (4.479 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (2.859 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3).$$

En los cementos con esta composición no se encontrará presente el aluminato tricálcico.

El silicato dicálcico se calcula en la forma indicada anteriormente.

En el cálculo del C_3A , los valores de Al_2O_3 y Fe_2O_3 deben expresarse con aproximación de 0.01%. En el cálculo de los otros compuestos, los óxidos determinados se expresarán con aproximación de 0.1%.

Los valores de C_3A y de la suma de $C_4AF + 2C_3A$ deben expresarse con aproximación de 0.1%. Los valores de los otros compuestos deben expresarse con aproximación de 1.0 por ciento.

5.1.1.3 Especificaciones Químicas Opcionales

Los requisitos opcionales de la Tabla 2 serán aplicables solo en el caso de que el comprador así lo especifique, considerándose entonces el cemento como especial y sujeto a previo acuerdo entre comprador y fabricante.

TABLA 2 Especificaciones Químicas Opcionales

Características	TIPO					Observaciones
	I	II	III	IV	V	
Aluminato tricálcico ($3CaO \cdot Al_2O_3$) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	-	8	-	-	Para resistencia moderada a los sulfatos.
Aluminato tricálcico ($3CaO \cdot Al_2O_3$) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	-	5	-	-	Para alta resistencia a los sulfatos.
Suma de silicato tricálcico y aluminato tricálcico. máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	-	58 ver inciso 5.1 1.3.	-	-	-	Para calor a hidratación moderado.
Alcalis totales ($Na_2O + 0.658 K_2O$), máx. %.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	Cemento de bajo contenido de alcalis.

DGN

5.1.1.3.1 Este valor límite se aplica cuando se requiere calor de hidratación moderado y no se solicite la determinación del calor de hidratación.

5.1.2 Especificaciones Físicas

El cemento a que se refiere esta Norma debe satisfacer los requisitos que se anotan en la Tabla 3 de acuerdo con su tipo:

TABLA 3 Especificaciones Físicas

Características	T I P O S				
	I	II	III	IV	V
Figura, superficie específica, cm^2/g Método de permeabilidad - al aire, mínimo.	2800	2800	-	2800	2800
Sanidad (prueba de autoclave) expansión máxima en %.	0.80	0.80	0.80	0.60	0.80
Tiempo de fraguado Método Vicat: Fraguado inicial en minutos, no menos de..... Fraguado final en horas, no más de...	45 8	45 8	45 8	45 8	45 8
Resistencia a la compresión, kg/cm^2 En cubos de mortero 1.2.75 en masa (arena graduada estándar), relación agua/cemento constante 0.495 Valores mínimos:					
A las 24 horas	-	-	130	-	-
A los 3 días	130	105	250	-	85
A los 7 días	200	175	-	70	155
A los 28 días	-	-	-	175	210

5.1.2.1 La resistencia a la compresión a cualquier edad debe ser mayor que la correspondiente a la edad inmediata precedente.

5.1.2.2 , Especificaciones Físicas Opcionales

Los requisitos opcionales de la Tabla 4 serán aplicables sólo - en el caso de que el comprador así lo especifique; considerando se entonces el cemento como especial y sujeto a previo acuerdo entre comprador y fabricante.

TABLA 4 Especificaciones Físicas Opcionales

CARACTERISTICAS	T I P O S				
	I	II	III	IV	V
Fraguado falso, penetración final, mínimo % (ver inciso 5.1.2.2.1)	50	50	50	50	50
Calor de hidratación. A los 7 días, en cal/g máximo.	-	70 (Ver inciso 5.1.2.2.2).	-	60	-
A los 28 días, en cal/g máximo.	-	80 (Ver inciso 5.1.2.2.2).	-	70	-

5.1.2.2.1 El método de prueba que debe seguirse para la determinación del fraguado falso es el de pasta de cemento.

5.1.2.2.2. Cuando se especifiquen calores de hidratación, no debe especificarse la suma de silicato tricálcico y aluminato tricálcico, y en caso de que se especifique cualquiera de estos dos límites, los valores de resistencias para este cemento deben reducirse al 80% de los valores indicados en el cuadro de especificaciones físicas.

5.2 Marcado, etiquetado, envase y embalaje.

5.2.1 Marcado y etiquetado.

5.2.1.1 Cuando el cemento se entregue en sacos, se deben indicar claramente en éstos los siguientes datos: El nombre del producto, la marca registrada, el nombre o símbolo del fabricante, la ubicación de la planta, el tipo de cemento, el contenido neto en kilogramos, la Leyenda "HECHO EN MEXICO" y, cuando la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial lo autorice, el "Sello Oficial de Garantía".

5.2.1.2 Cuando el cemento se entregue a granel, las notas de embarque deben contener los datos de identificación que se indican en el inciso anterior.

5.2.2 Envasado

Quando el cemento se envasa en sacos, el contenido neto de cada saco de cemento debe ser de 50 kg, con una tolerancia de ± 750 g.

Prevía autorización de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, el cemento se podrá envasar en sacos de capacidad diferente a la indicada en el párrafo y la tolerancia en el peso, de acuerdo con la Ley, será fijada en dicha autorización.

5.2.3 Embalaje

Los depósitos que se utilicen para el almacenamiento del cemento Portland deben estar contruicidos de tal forma que la calidad del producto en ellos almacenado no se deteriore por la acción de la intemperie y deben tener fácil acceso para la inspección y el muestreo.

6 MUESTREO

Quando se requiera un muestreo para una inspección éste podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la NOM-Z-12. Para efectos oficiales el muestreo estará sujeto a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúe.

6.1 INFORME

El informe de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas efectuadas al cemento se debe hacer dentro de los límites de tiempo siguientes:

para las pruebas de 24 horas	6 días
para las pruebas de 3 días	8 días
para las pruebas de 7 días	12 días
para las pruebas de 28 días	33 días

6.2 Rechazo.

6.2.1 El cemento puede ser rechazado si no cumple con todo lo especificado en esta Norma.

6.2.1 El cemento que no cumpla con la prueba de sanidad en auto-clave, podrá aceptarse si en una repetición con una nueva muestra efectuada dentro de los 28 días siguientes a la prueba inicial, satisface dicho requisito. La prueba provisional del cemento en la fábrica, no priva al comprador del derecho a rechazarlo si al efectuar la repetición de la prueba, ésta no cumple la especificación a que se hace referencia.

7 MÉTODOS DE PRUEBA

Para la verificación de las especificaciones establecidas en esta Norma, deben consultarse las Normas Oficiales Mexicanas de Métodos de Prueba que se indican en el Capítulo 2.

8 BIBLIOGRAFIA

A.S.T.M. C-150 - 73r "Standard Specification for Portland Cement"

APENDICE

A.1 Recomendaciones para el manejo y almacenamiento del cemento.

El cemento puede sufrir alteraciones en su calidad, debido a su almacenamiento y manejo, por lo que se recomienda que se vuelva a probar si se nota alguna irregularidad.

A.2 Revisiones sucesivas

La presente Norma deroga y sustituye a la Norma-NOM-C-1-1975 con el objeto de ajustarla al formato de la NOM-Z-13-1977, sin haber modificado su contenido técnico.

México, D. F., a 30 de Mayo de 1977.

EL DIRECTOR GENERAL

DR. MANUEL FERRA CASTAÑOS.

GLA'EEPR'CE'RA' Dept.

BUILDING. INDUSTRY - WATER FOR CONCRETE

0. INTRODUCCION

La necesidad de conocer los parámetros ideales que deben cumplir las aguas naturales o contaminadas, diferentes de las potables para emplearse en la elaboración y curado del concreto hidráulico ha hecho que se elabore esta Norma Oficial Mexicana de Agua para Concreto.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos para las aguas naturales o contaminadas, diferentes de las potables que se pretendan emplear en la elaboración o curado del concreto hidráulico.

También da a conocer la acción agresiva de los diferentes tipos de agua que se enumeran en el inciso 4.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-C-1	Cemento Portland
NOM-C-2	Cemento Portland Puzolana
NOM-C-88	Determinación de Impurezas Orgánicas en el Agregado Fino.
NOM-C-175	Calidad para Cemento Portland de Escoria de Alto Horno.
NOM-C-255	Industria de la Construcción. - Aditivos Químicos que Reducen la Cantidad de Agua y/o Modifican el Tiempo de Fregado del Concreto.
NOM-C-277	Agua para Concreto. - Muestreo
NOM-C-283	Agua para concreto. - Análisis

3 DEFINICIONES

Para mejor entendimiento de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

3.1 Aguas puras. (Lluvia, deshielo de glaciares, granizo o nieve de algunos manantiales y pozos).

abajo un punto de vista práctico, son aquellas cuyo grado hidrotimétrico es inferior a 6 y cuyo pH es aproximadamente 7. En general son aguas que o no tienen substancias disueltas o las tienen en cantidad mínima y en lo particular aquellas en las que el íon calcio se encuentra en cantidades ínfimas. Estas aguas generalmente provienen de la lluvia, del deshielo de glaciares, nieve o granizo o de manantiales y pozos, de terrenos montañosos cuyas rocas son resistentes al poder disolvente del agua, tales como las porfíricas, basálticas, graníticas, etc.

3.2 Aguas ácidas naturales.

Son aquellas que contienen una cantidad notable de gas carbónico libre, ácido silícico, ácido nítrico o ácidos húmicos y cuyo pH es inferior a 6. Estas, en general son de lluvia que disuelven en dióxido de carbono (CO_2) u óxidos nítricos del aire o que provienen de turberas o pantanos que por descomposición de la materia vegetal son ricas en ácidos húmicos.

3.3 Aguas fuertemente salinas.

Son aquellas que tienen alta concentración de una o varias sales; tienen su origen en el alto poder disolvente de las aguas ácidas y de las puras, al atravesar diferentes terrenos.

3.3.1 Aguas alcalinas.

Son aquellas que han disuelto sales alcalinas de ácidos débiles y que tienen sales de potasio, litio u otros metales monovalentes del tipo alcalino. Estas aguas provienen generalmente de los terrenos graníticos o porfíricos en los que las aguas puras, y las ácidas descomponen los feldespatos alcalinos como la Albita y la Ortosa que tienen silicatos dobles de aluminio y de un metal alcalino.

3.3.2 Agua sulfatada (Selenitosa).

Son las que contienen gran cantidad de sulfatos alcalinos de litio sodio, potasio, calcio o magnesio. Algunas de ellas tienen su origen en el ataque de terrenos dolomíticos y/o con yeso por las aguas puras o las ácidas.

3.3.3 Aguas cloruradas.

Son las que contienen en mayor proporción cloruros de elementos alcalinos y alcalinotérreos, se originan por la acción disolvente de las aguas puras o las ácidas que atraviesan yacimientos de Sal Gema o antiguos lechos marinos.

3.3.4 Aguas magnesíanas.

Son aquellas que contienen cantidades apreciables de sales solubles, de magnesio, tales como, cloruros, sulfatos y principalmente bicarbonatos.

Estas aguas provienen de terrenos dolomíticos que por acción del gas carbónico disuelto en el agua los hacen solubles por la transformación de los

carbonatos en bicarbonatos; éstos últimos cuando reaccionan con el sulfato de calcio forman el sulfato de magnesio.

3.3.5 Aguas de mar.

Estas tienen una gran cantidad de sales disueltas (aproximadamente 35 000 p.p.m. o más), en la cual predominan el cloruro de sodio, el cloruro de magnesio, el sulfato de magnesio y el sulfato de calcio; su origen se remonta al período terciario.

3.4 Aguas recicladas.

Se consideran como tales las que se usan para el lavado de unidades revolventoras de concreto y que después de un proceso incompleto de sedimentación se emplean en la fabricación del concreto hidráulico. Estas por lo general tienen en suspensión alto porcentaje de finos del cemento y de los agregados sales solubles del cemento, de aditivos cuando se emplean éstos.

3.5 Aguas industriales

Estas aguas provienen de los desechos de las industrias y dependiendo de su origen pueden ser ácidas, básicas o salinas. Las más perjudiciales para el concreto son aquellas que contienen sulfatos, sulfuros, sales amoniacas, azúcares, ácido sulfúrico, clorhídrico, fluorhídrico, nítrico, ácido láctico, acético, fórmico u otros ácidos orgánicos y álcalis cáusticos.

3.6 Aguas negras

Proviene de los desagües de las poblaciones. Su composición es muy compleja y varía en función de la distancia de su punto de origen.

3.7 Cementos portland ricos en calcio.

Se consideran como tales los cementos portland I, II y III con contenido de cal libre en el límite tolerable y ricos en silicato tricálcico.

3.8 Cemento Sulforeistente

Se consideran como tales a los cementos portland puzolánico, portland de Escoria de Alto Horno, los portland tipos V y los tipos II y IV, siempre y cuando tengan bajo contenido de cal libre y aluminato tricálcico.

4 ACCION AGRESIVA DE LAS AGUAS

La agresividad de las aguas para la elaboración y curado del concreto está en función de la ausencia de compuestos en ellas ó de la presencia de sustancias químicas perjudiciales disueltas ó en suspensión en concentraciones que sobrepasan determinados límites.

A continuación se describe la forma en que actúan.

4.1 Aguas puras

Son agresivas por su acción disolvente e hidrolizante sobre los compuestos-

álcalicos del concreto.

4.2 Aguas ácidas naturales

Su acción se debe a la presencia de gas carbónico libre (CO_2) y/o ácidos húmicos que al disuélvense rápidamente los compuestos del cemento, de los agregados calizos y del concreto.

4.3 Aguas fuertemente salinas

Cuando estas aguas contienen fuerte concentración de ciertas sales, éstas propician que otras muy agresivas se vuelvan más solubles antes de la saturación. Como aguas de mezclado, su acción sobre la cal es la que interrumpe las reacciones de fraguado del cemento y cuando se emplean para curado, pueden ejercer una acción disolvente sobre los componentes cálcicos del concreto.

4.3.1 Aguas alcalinas:

Éstas producen la hidrólisis alcalina de ciertos compuestos del cemento por los cationes alcalinos y pueden ser nocivas para toda una gama de cementos diferentes al aluminoso, los cuales sufren un ataque corrosivo con aguas de esta naturaleza ya que los cationes alcalinos tienen una acción sobre los gluminatos cálcicos hidratados y sobre los iones de calcio.

4.3.2 Aguas sulfatadas (Selenitosas).

Éstas aguas pueden considerarse las más agresivas, en lo particular para los cementos ricos en cal total y aluminato tricálcico y en lo general para aquellos concretos ó morteros fabricados con cementos de reacción básica tales como los portland. En general estas aguas propician la formación de una sal doble fuertemente hidratada, conocida como Sal de Caedior, que es un sulfato aluminato tricálcico bajo una forma pulverulenta y expansiva.

4.3.3 Aguas cloruradas

Estas aguas en general deben considerarse agresivas puesto que la solubilidad de la cal y el yeso en ellas es mayor que en las aguas puras, y en particular este efecto se incrementa en las aguas fuertemente cloruradas, que con la presencia de los cloruros alcalinos favorecen la solubilidad de varias sales agresivas. Por otra parte en determinadas concentraciones puede ejercer una acción disolvente sobre los componentes del cemento y del concreto, y su agresividad es aún mayor en el caso del concreto armado.

4.3.4 Aguas magnesianas

Las aguas magnesianas que contienen sulfato de magnesio, son de las más agresivas por la gran solubilidad de éste y su tendencia a fijar la cal formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble.

Cuando se encuentra disuelto en el agua de mezclado en fuertes dosis, su acción sobre la cal es la que interrumpe el fraguado y esta acción es mayor en el caso de los cementos portland con alto contenido de aluminato tricálcico.

4.3.5 Agua de mar

La acción de las aguas de mar es muy compleja, se parece al de las aguas salinas naturales y aunque su contenido de sulfatos es superior al de éstos últimos su proceso de ataque es lento y menos agresivo debido a la acumulación superficial de calca, formada por la reacción de la cal del cemento con el bicarbonato de calcio que contiene el agua de mar.

Por otra parte el sulfato de calcio no está en el estado de saturación debido a la presencia de otros sulfatos tales como el de magnesio, que forma un depósito de magnesio insoluble en los poros del concreto, también contribuye a disminuir su agresividad, la acción inhibidora, no despreciable, de los cloruros sobre el ataque de los sulfatos. Sin embargo, el empleo del agua de mar en los concretos simples produce eflorescencias. En el concreto reforzado o prefabricado aumenta el peligro de la corrosión del acero por lo que no debe usarse para estos fines.

4.4 Aguas recicladas

Estas aguas pueden ser agresivas si contienen sulfatos, cloruros y sales en concentraciones considerables (ver 3.3.1., 3.3.2., y 3.3.3.) Por otra parte si tiene gran cantidad de sólidos en suspensión, y éstos no se toman en consideración, el concreto puede acusar los defectos propios del exceso de finos.

4.5 Aguas industriales

Las aguas residuales de las instalaciones industriales, generalmente son perjudiciales para el concreto ya que contienen iones sulfato (SO_4^{2-}), ácidos orgánicos e inorgánicos que atacan a todos los tipos de cemento, de éstos los más resistentes son los que prácticamente no contienen cal libre o no tienen posibilidad de liberarla, tales como: los aluminosos, los puzolánicos y los de escoria de alto horno con bajo contenido de clínker.

4.6 Aguas negras

Dada la complejidad de la composición de las aguas negras no es recomendable el uso de ellas, ya que sus efectos son imprevisibles y solo podrían ser utilizadas aquellas que previamente han sido tratadas adecuadamente y que contengan sustancias perjudiciales para el concreto dentro de los límites que se especifican en esta norma.

Valores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas

Impurezas	Límites en p.p.m.	
	Cementos ricos en calcio	Cementos Sulfato-resistentes
Alidos en Suspensión		
En aguas naturales (Limos y Arcillas)	3000	2000
En aguas recicladas (Riños de Cemento y Agregados)	50000	35000
Cloruros como Cl (a)		
Para concreto con acero de preesfuerzo y piezas de puentes	100 (c)	600 (c)
Para otros concretos reforzados en ambiente húmedo o en contacto con metales como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares.	700 (c)	1000 (c)
Sulfato como $SO_4 =$ (a)	3000	3500
Magnesio como Mg^{++} (a)	100	150
Carbonatos como $CO_3 =$	500	600
Dióxido de Carbonato disuelto, como CO_2	5	3
Alcalis totales como Na +	300	450
Total de impurezas en solución	3500	4000
Grasas o Aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en 1 hora a 20°C)	150 (b)	150 (b)
	No menor de 6	No menor de 6.5

Notas de la tabla 1.

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 NOM-C-88.

c.) Cuando se use cloruro de calcio ($CaCl_2$) como aditivo acelerante, la cantidad de éste deberá tomarse en cuenta para no exceder el límite de cloruros de esta tabla.

ESPECIFICACIONES

Las aguas a las que se refiere esta Norma que se pretenden usar para la elaboración y curado del concreto hidráulico, excluyendo de ellas el agua de mar, - deben cumplir los requisitos que aparecen en la tabla 1.

El agua de mar cuando sea imprescindible su empleo, se debe usar únicamente para la fabricación y curado de concretos sin acero de refuerzo.

El agua cuyo análisis muestre que excede alguno o algunos de los límites de la tabla 1, se puede utilizar si se demuestra que en concretos de características - semejantes elaborados con esta agua han acusado un comportamiento satisfactorio a través del tiempo en condiciones similares de exposición.

Nota. - Cuando se sospeche que la interacción de los componentes de los ingredientes del concreto, (agua, cemento, agregados, aditivos), puede producir resultados adversos, se deben hacer los estudios y pruebas que se estimen necesarios con la debida anticipación.

6 MUESTREO

La toma de muestra para verificar si el agua en cuestión, cumple con los requisitos de esta norma, estará de acuerdo con la NOM-C-277 (véase 2).

7 METODOS DE PRUEBA

La determinación de las impurezas de las aguas a que se refiere esta norma - se debe hacer de acuerdo con los métodos que se describen en la NOM-C-283, (véase 2) o por cualquier otro método de prueba con el que se obtengan resultados con el mismo grado de confiabilidad.

8 BIBLIOGRAFIA

- American Society for Testing and Materials 1980 Annual Book of
- Standards Part. 14 C-94 Spec. for ready mixed concrete.
- Au Pied Du Mur
Robert L. Hermite -
- Societe de Propagande et de Diffusion
Des Technique du Bâtiement.
- Blzoc. Concrete Corrosion 1967
- British Standard Institute
Bs 3148:80
Water for making concrete
(including notes on the suitability of the water).

- Bureau of Reclamation. Concrete Manual 1979
U.S. Department of the Interior.
- Concrete and Constructional Engineering.
Water for Mixina Concrete. 1947 London
- Concrete Technology
D.F. Orchard
Contractor "S Record Ltd.
Printed in G.B. by F. J. Parsons
limited of London 1958.
- Corps of Engineers US Army Hand Book for Concrete
and Cement. Requiriments for Water for Use in Mixing or Curing
Concrete CRD-C-400.
- Czerning W. La química del Cemento. Edición en Español. 1962.
- Duriez, M. y Arrambideu. Nouveaux traite des Materiau de la
Construction Vol. II
- Gleesbe, F.E. and G.A. Parkinson effects of variors salts in the
mixing on the compressive strength of mortar. Bolctin No. 2730, -
University of Texas Engineering Research Series 1927.
- Hormigon y aditivos.
Texas, Barcelona.
- Keinlogel, A. Influences on Concrete New York Frederik Ungar
Publishing Co.
- Lea y Desch. The Chemistry of Cement and Concrete 1937.
- L'Hermite. - Agua para Concreto. 1979.
- Liebs, W. Le Chance of Strength of Concrete by Using Sea Water
for Mixing and making Addition Too Concrete. Bautechnik, 1949
- Mc Coy, W.J. Special Technical Publication 169 B. Chapter 43-
Mixing and Curing Water for Concrets. Philadelphia Pa. (c) 1979
- Nórmas de la Industria Alemana
DIN 4030 y RGL 11357 - 1962.
- Portland Cement Association Design And Control of Concrete Mixtures
Capítulo 3 Mixing Water for Concrete pag. 19 Onceava Edición 1968.
E.U.A.

- Fium, N.H., Cristiani and Nielsen Concrete Manual Boletín No. 39 Copenhague Dinamarca 1944.
- Secretaría de Obras Públicas. Especificaciones Generales de Construcción Parte VIII 1976.
- Secretaría de Recursos Hídricos. Manual de Concreto. - 1970
- Steinhour, H.H. Concrete Mix Water How Impure Can It Be, 1960 Portland Cement Association Research and Development Laboratories.
- Testing And Inspection of engineering. Materials third edition. H.B. Davis, G.E. Troxell C.T. Wiskocil McGraw Hill book Company, Inc. N.Y. and London.

México, D. F., a

EL DIRECTOR GENERAL DE
NORMAS COMERCIALES DE LA
SECRETARÍA DE COMERCIO.

EL DIRECTOR GENERAL DE
NORMAS

LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO
MORENO.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS.

GLA/EPFR/JBDM/RAM/mcpt.



SECRETARIA DE PATRIMONIO
Y
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

• NOM-C-111-1982

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO -
AGREGADOS - ESPECIFICACIONES.

BUILDING INDUSTRY - CONCRETE - AGGREGATES -
SPECIFICATIONS.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

P R E F A C I O

En la elaboración de la presente norma participaron las Empresas e Instituciones siguientes:

- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (SARH)
- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS (SAHOP)
- UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA (UAM)
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION (CANACINTRA)
- COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (DEPARTAMENTO DE NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD).



BUILDING INDUSTRY - CONCRETE - AGGREGATES-SPECIFICATIONS.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones que deben cumplir los agregados naturales fino y grueso para usarse en la fabricación de concreto hidráulico, exceptuando los agregados ligeros.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

- NOM-C-30 Muestreo de agregados
- NOM-C-71 Método de prueba para determinar terrones de arcilla en agregados naturales.
- NOM-C-72 Método de prueba para determinación de partículas ligeras en los agregados.
- NOM-C-73 Determinación del peso unitario de los agregados.
- NOM-C-75 Determinación de la sanidad de los agregados por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio.
- NOM-C-76 Método de prueba para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros.
- NOM-C-77 Método de prueba para analisis granulométrico de agregados fino y grueso.
- NOM-C-83 Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- NOM-C-84 Método de prueba para determinar por medio de lavado de materiales que pasan la malla No. 200, en agregados minerales.
- NOM-C-88 Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino (Arena), para concretos.
- NOM-C-164 Determinación del peso específico y de la absorción del agregado grueso.

C.F.I. N° 231-127 Propiedad de la Secretaría de Economía

- NOM-C-165 Determinación del peso específico y absorción del agregado fino.
- NOM-C-166 Determinación del contenido total de humedad de los agregados, mediante secado.
- NOM-C-170 Reducción de las muestras de agregados, obtenidas en el campo, al tamaño requerido para las pruebas.
- NOM-C-180 Método de prueba para la determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento por medio de barras de mortero.
- NOM-C-191 Determinación de la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple, con carga en los tercios del claro).
- NOM-C-196 Resistencia a la abrasión de los agregados gruesos de tamaño grande usando la máquina de los angeles.
- NOM-C-205 Determinación de la resistencia del concreto a la congelación y deshielo acelerados.
- NOM-C-219 Resistencia a la abrasión de agregados gruesos de tamaño pequeño usando la máquina de los angeles.
- NOM-C-265 Examen petrografico de los agregados para concreto.
- NOM-C-270 Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso.
- NOM-C-271 Agregados - Reactividad potencial (método químico).
- NOM-C-272 Reactividad potencial de rocas de carbonatos en agregados para concreto con los alcalis (Método de cilindro de roca).
- NOM-C-282 Agregados para concreto - Cambio potencial de volumen de combinaciones cemento-agregado.
- NOM-B-231 Industria siderurgica - Cribas de laboratorio para clasificación de materiales granulares - Especificaciones.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

3.1 Agregado

Material mineral, natural, procesado u artificial que se utiliza en el concreto.

tante hidráulico para hacer morteros o concretos.

3.2 Agregado fino

Material comunmente conocido como arenas y que pasa por la criba NOM G 4.75 y cuya composición granulométrica varía dentro de los límites especificados en esta norma.

3.3 Agregado grueso

Es el material comunmente conocido como grava y que es retenida por la criba NOM G 4.75 cuya composición granulométrica varía dentro de los límites especificados en esta norma.

3.4 Módulo de finura

Es un valor empírico igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las cribas NOM siguientes:

G 75, G 38, G 19.0, G 9.5, G 4.75, M 1.18, M 2.36, M 0.600, M 0.300 y M 0.150.
 3 1/2 3/4 4

3.5 Concreto con aire incluido

Se considera concreto con aire incluido, aquel que tiene un contenido de aire mayor de 3%, fabricado con un cemento con inclusor de aire o empleando un aditivo inclusor de aire.

4 CLASIFICACION

Los agregados objeto de esta norma de acuerdo a su tamaño se clasifican en dos tipos:

- Tipo 1.- Agregado fino
- Tipo 2.- Agregado grueso.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 Granulometría.

5.1.1 Del agregado fino

El agregado fino debe cumplir los siguientes requisitos:

- a.) Estar dentro de los límites indicados en la tabla No. 1
- b.) Su módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1.
- c.) El retenido parcial en cualquier criba no debe ser mayor de 45%.

Se pueden aumentar los porcentajes del retenido acumulado en las cribas - NOM M 0.300 y M 0.150 a 95 y 100 respectivamente, siempre que el contenido de cemento sea mayor de 250 kg/m^3 para concreto con aire incluido, o mayor de 300 kg/m^3 para concreto sin aire incluido o bien supliendo la deficiencia del material que pasa por estas cribas, mediante la adición de un mineral finamente molido y aprobado.

5.1.1.1 Agregado fino con deficiencias granulométricas.

La tolerancia máxima de variación de los valores del módulo de finura para la aceptación del agregado fino es de + 0.20 con respecto al valor del módulo de finura empleado en el diseño del proporcionamiento del concreto. Si se excede de la tolerancia indicada en caso de ser aceptado, puede utilizarse dicho agregado siempre que se haga un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto, para compensar dichas deficiencias en la granulometría.

T A B L A 1

LIMITES GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO

CRIBA NOM	% RETENIDO ACUMULADO
G 9.5	0
G 4.75	0 a 5
M 2.36	0 a 20
M 1.18	15 a 50
M 0.600	40 a 75
M 0.300	70 a 90
M 0.150	90 a 98
Charola	100

5.1.2 Del agregado grueso

Debe estar dentro de los límites indicados en la tabla 2.

T A B L A 2

LIMITES GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño Nominal	G 100	G 90	G 75	G 63	G 50	G 38.0	G 25.0
90 a 40	0	0 a 10	-	75 a 40	-	85 a 100	-
64 a 40	-	-	0	0 a 10	30 a 65	85 a 100	-
50 a 5	-	-	-	0	0 a 5	-	30 a 65
40 a 5	-	-	-	-	0	0 a 5	-
25 a 5	-	-	-	-	-	0	0 a 5
20 a 5	-	-	-	-	-	-	0
13 a 5	-	-	-	-	-	-	-
10 a 2.5	-	-	-	-	-	-	-
50 a 25	-	-	-	0	0 a 10	30 a 65	85 a 100
40 a 20	-	-	-	-	0	0 a 10	45 a 80

Continuación tabla 2.

Tamaño Nominal	$\frac{3}{4}$ G 19.0	$\frac{1}{2}$ G 12.5	$\frac{3}{8}$ G 9.5	$\frac{1}{4}$ G 4.75	M 2.36	M 1.18
90 a 40	95 a 100	-	-	-	-	-
64 a 40	95 a 100	-	-	-	-	-
50 a 5	-	70 a 90	-	95 a 100	-	-
40 a 5	30 a 65	-	70 a 90	95 a 100	-	-
25 a 5	-	40 a 75	-	90 a 100	95 a 100	-
20 a 5	0 a 10	-	45 a 80	90 a 100	95 a 100	-
13 a 5	0	0 a 10	30 a 60	85 a 100	95 a 100	-
10 a 2.5	-	0	0 a 15	70 a 90	90 a 100	95 a 100
50 a 25	-	95 a 100	-	-	-	-
40 a 20	85 a 100	-	95 a 100	-	-	-

5.1.2.1 Agregado grueso con deficiencias granulométricas

Cuando se tenga un agregado grueso fuera de los límites indicados en la tabla 2, debe procesarse para que satisfaga dichos límites. En caso de aceptarse que no cumpla dichos límites, debe ajustarse el proporcionamiento del concreto para compensar las deficiencias granulométricas.

5.2 Sustancias nocivas

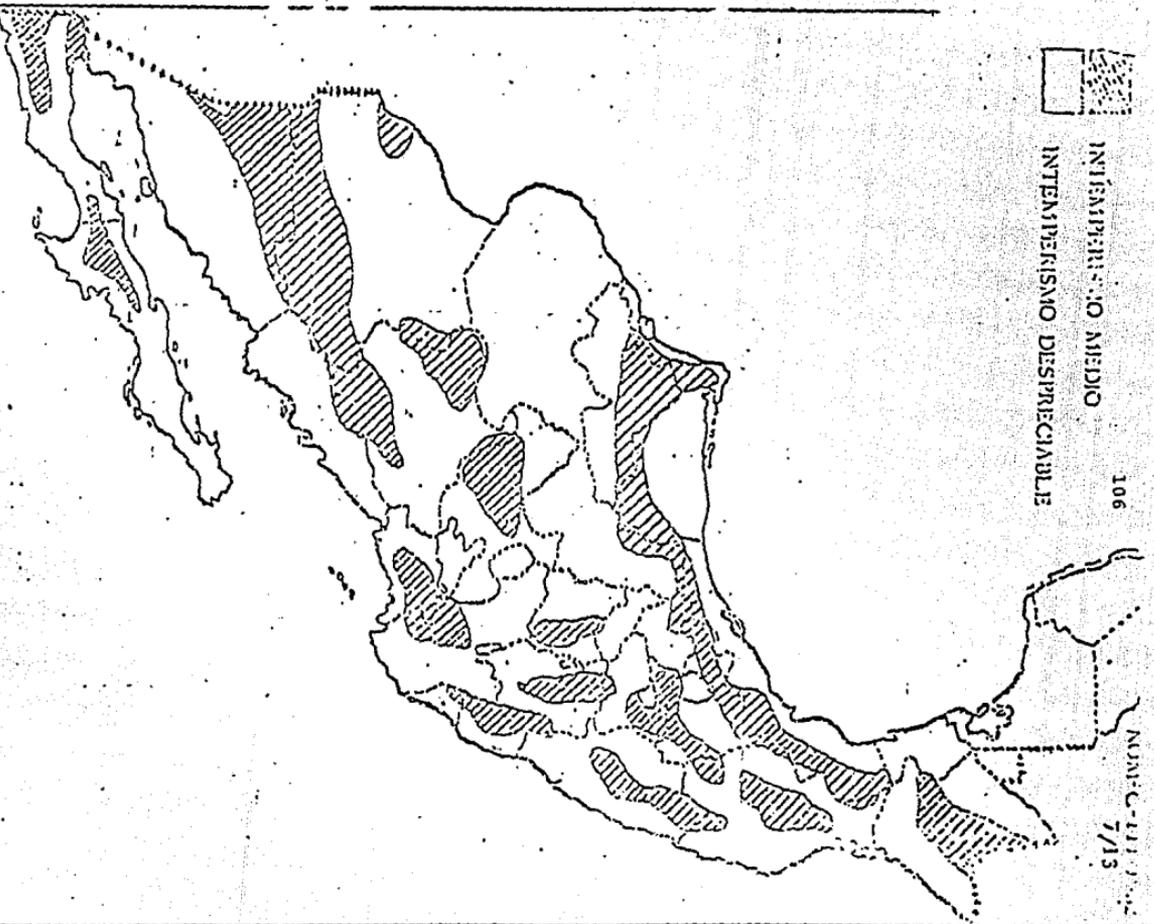


INTENSIFICACION MEDIO

INTENSIFICACION DESPRECIABLE

106

NOVIEMBRE 1967
7/15



Escala no

Acol. no

LOCALIZACION DE ZONAS
DE INTENSIFICACION.

NOM-C-111

5.2.2.1 El agregado grueso cuyos resultados en las pruebas exceden los límites marcados en la tabla 4, se acepta, si se demuestra que en concretos de propiedades semejantes, elaborados con el agregado del mismo banco, acusan un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que se va a someter el nuevo concreto. En ausencia de un historial de servicio, se acepta si se obtienen resultados satisfactorios en concreto que se sometan a pruebas de laboratorio apropiadas, tales como: sanidad, desgaste, congelación y deshielo, etc. (véase 2).

5.2.3 Impurezas orgánicas (materia orgánica).

El agregado fino debe estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas. El agregado que al efectuar la prueba a que se refiere la NOM-C-88 (véase 2), da un color más oscuro que la coloración No. 3, debe rechazarse; excepto lo que se indica en 5.2.3.1.

5.2.3.1 Agregado fuera de esta especificación

El agregado fino que no pasa la prueba antes mencionada, puede ser usado si se demuestra que la coloración es debida a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas semejantes, o bien si se demuestra que el efecto de las impurezas orgánicas en morteros probados a la edad de 7 días, dan resistencia calculadas de acuerdo con el método establecido en la NOM-C-76 (véase 2), no menores del 95%.

5.2.4 Partículas que reaccionan en ambientes húmedos

Los agregados fino y grueso que se usan en concretos y que van a estar sujetos a humedecimiento, con exposiciones prolongadas a atmosferas húmedas o en contacto con suelos húmedos, no deben tener partículas en cantidad suficiente que produzcan una reacción nociva con los álcalis del cemento y provoque una expansión excesiva del mortero o del concreto. El efecto nocivo de dichas partículas se determina de acuerdo con las NOM-C-282 y C-272 (véase 2).

Si en el agregado fino o grueso tales partículas se encuentran en cantidades suficientes para causar una expansión excesiva en el mortero o en el concreto se deben usar con un cemento que contenga menos de 0.6 % de álcalis totales, calculados como óxido de sodio o con la adición de un material que ha demostrado controlar la expansión excesiva debida a la reacción alcali-agregado.

5.3 Sanidad

El agregado fino que se sujeta a cinco ciclos de la prueba de sanidad, con sulfato de sodio, de acuerdo con la NOM-C-75 (véase 2), debe tener una pérdida en masa no mayor de 10%, determinada en base a su granulometría original, siempre que esta cumpla lo establecido en el inciso 5.1.

T A B L A 4

LIMITES MAXIMOS DE CONTAMINACION Y REQUISITOS DE CALIDAD FISICAS DEL AGREGADO EXPRESADOS EN POR CIENTO EN MASA

	1°		2°		3°	
Total de terrones de arcilla y partículas de eleagnables	Partículas de rocas de sílice alterada con m.e. - 2.4	Suma de los conceptos anteriores	Material fino que pasa la criba NOM F 0.075	Carbón y lignito	Pérdida por abrasión	Pérdida en la prueba de sanidad con sulfato de sodio en 5 ciclos

REGION DE INTEMPERISMO MODERADO

1 M						
expuestos a la intemperie.						
entajas de cimentación, cimentación, columnas, vigas, pisos interiores con recubrimiento	10.0		2.0	1.0	50.0	
2 M						
interiores	5.0		2.0	1.0	50.0	

T A B L A 4

LIMITES MAXIMOS DE CONTAMINACION Y REQUISITOS DE CALIDAD FISICAS DEL AGREGADO EXPRESADOS EN POR CIENTO EN MASA

	1°	2°	3°			
Total de terrones de arcilla y partículas de lesnables	Partículas de rocas de sílice alterada con m.e. menor de 2.4	Suma de los conceptos anteriores	Material fino que pasa la criba NOM F. 0.075	Carbón y lignito	Pérdida por abrasión	Pérdida en la prueba de sanidad con sulfato de sodio en 5 ciclos

3 M

REGION DE INTEMPERISMO MODERADO

Expuestas a la intemperie.

Muros de Cementaciones.

Muros de retención, pilas, muelles y vias

5.0

6.0⁽⁴⁾

8.0

2.0

0.5

50.0

12.0

4 M

Objetos a exposición frecuente de humedad

Revestimientos, losas de puentes, autopistas, andadores, patios, techos de entrada - estructurales.

4.0⁽⁴⁾

5.0

6.0

2.0

0.5

50.0

12.0

T A B L A 4

LÍMITES MÁXIMOS DE CONTAMINACIÓN Y REQUISITOS DE CALIDAD FÍSICAS DEL AGREGADO EXPRESADOS EN POR CIENTO EN MASA

	1°	2°	3°			
Total de terrones de arcilla y partículas de lesnables	Partículas de rocas de silice alterada con m.e. menor de 2.4	Suma de los conceptos anteriores	Material fino que pasa la criba -NOM F 0.075	Carbón y lignito	Pérdida por abrasión	Pérdida en la prueba de sanidad cc sulfato de sodio en 5 ciclos

REGION DE INTEMPERISMO MODERADO

110

5 M

Expuestos a intemperie.
Concretos arquitectónicos

2.0

3.0

4.0(4°)

2.0

0.5

50.0

12.0

N REGION DE INTEMPERISMO DESPRECIABLE

4 N

Losas sujetas a tráfico abrasivo.
Losas de puentes, pisos, andenes, pavimento.
Concreto arquitectónico

4.0

2.0

0.5

50.0

T A B L A 4

LIMITES MAXIMOS DE CONTAMINACION Y REQUISITOS DE CALIDAD FISICAS DEL AGREGADO EXPRESADOS EN POR CIENTO EN MASA

	1°	2°	3°			
Total de terrones de arcilla y partículas desmenuzables	Partículas de rocas de sílice alterada con m.e. menor de 2.4	Suma de los conceptos anteriores	Material fino que pasa la criba NOM F 0.075	Carbón y lignito	Perdida por abrasión	Pérdida en la prueba de sanidad con sulfato de sodio en 5 ciclos
N REGION DE INTEMPERISMO DESPRECIABLE						
5 N						
Otras clases de concreto	3.0	-	2.0	1.0	50.0	-

NOTAS DE LA TABLA 4.- Es de esperarse que los límites para el agregado grueso, correspondiente a cada clase asignada son suficientes para asegurar un comportamiento satisfactorio del concreto para los diferentes tipos y partes de la obra. En muchas localidades se pueden conseguir agregados que superan las especificaciones de calidad aquí establecidas. Cuando no es el caso y se puedan conseguir agregados de calidad adecuada para satisfacer por lo menos algunos de los usos mencionados o pueden hacerlo al ser sometidos al tratamiento adecuado.

° Esta limitación se aplica a materiales en donde la roca de sílice alterada se encuentra como impureza. No es aplicable a agregado grueso que es predominante de roca de sílice, la limitación de uso de tales agregados, está basada en el antecedente de servicio en donde se emplean tales materiales.

° En el caso de agregados triturados, si el material que pasa por la Criba NOM F 0.075 es el producto de la pulverización de rocas exentas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse a 3%.

° Las escorias de altos hornos enfriadas al aire, trituradas, quedan excluidas de los requisitos de abrasión. La masa volumétrica compacta de estos materiales, debe ser mayor que 1120 kg/m³ esta prueba debe determinarse con la granulometría que va a usarse en el concreto.

° Para construcciones de concreto en regiones cuya altitud sea mayor de 3000 m, sobre el nivel del mar, estos requisitos deben reducirse en un 1%.

5.3.1 Agregado fino fuera de esta especificación.

El agregado fino que no cumpla lo requerido en 5.3 se puede aceptar si existen antecedentes de su empleo en concretos de propiedades semejantes elaborados con agregados del mismo banco, que acusan un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que se va a someter el nuevo concreto.

5.3.2 El agregado fino que no cuenta con un historial de servicio y no cumpla lo requerido en 5.3, se acepta si se obtienen resultados satisfactorios en concretos que se someten a la prueba de congelación y deshielo, según lo establecido en la NOM-C-205 (véase 2).

6 MUESTREO

Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-30 (véase 2).

7 MÉTODOS DE PRUEBA

Para verificar las especificaciones que se establecen en esta Norma, se utilizan los métodos de prueba en vigor, indicados en el capítulo 2.

8 BIBLIOGRAFIA

ANSI/ASTM-C-33-77 - STANDARD SPECIFICATION FOR CONCRETE AGGREGATES.

Concrete Manual A.C.I.

Especificaciones generales de Construcción S.O.P.

Partes 8a. y 9a. Libro 2o.

Manual de Concreto de la S.R.H.

Concrete Manual US Bureau of Reclamation.

Naucalpan, Edo. de México., a 7 de Mayo de 1973.

EL DIRECTOR GENERAL
DE NORMAS COMERCIALES
DE LA SECRETARÍA DE
COMERCIO.

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO
MORENO.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS.

GLA/EPTR/JEDM/RAM/mepr.

ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-CONCRETO-DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.

BUILDING INDUSTRY-CONCRETE-DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS.

NOM-C-83-1988

(Esta norma cancela a la NOM-C-83-1985)

1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros moldeados y corazones de concreto.

2.- REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-C-109 Industria de la Construcción - Concreto - Cabeceo de especímenes cilíndricos.
- NOM-C-159 Industria de la Construcción - Concreto - Elaboración y curado en el laboratorio de especímenes.
- NOM-C-160 Industria de la Construcción - Concreto - Elaboración y curado en obra, de especímenes de Concreto.
- NOM-C-169 Industria de la Construcción - Concreto - Obtención y prueba de corazones y vigas extraídas de concreto endurecido.
- NOM-CH-27 Verificación de máquinas de prueba.

3.- APARATOS Y EQUIPO

3.1 Máquina de prueba

La máquina de prueba puede ser de cualquier tipo, con capacidad suficiente y que

[Handwritten marks and signatures on the left margin]

[Handwritten signatures and initials at the bottom of the page]

pueda funcionar a la velocidad de aplicación de la carga especificada en el inciso 6.2, sin producir impactos ni pérdidas de carga.

3.1.1 Si la máquina de prueba tiene solamente una velocidad de carga que cumpla con lo indicado en el inciso 6.2, debe estar provista de algún dispositivo complementario que pueda ser operado mecánica o manualmente para ajustar la carga a una velocidad adecuada para su calibración.

El espacio para los especímenes de prueba debe ser lo suficientemente grande para darles cabida, en una posición cómoda, a éstos y al dispositivo de calibración.

3.1.2 La máquina de prueba debe estar equipada con dos bloques de acero con una cara endurecida para la aplicación de la carga, con una dureza Rockwell no menor de C-55. Uno de los bloques debe tener asiento esférico y apoyarse en la parte superior del espécimen y la otra placa debe ser un bloque rígido en donde descanse el espécimen. Con excepción de los círculos concéntricos descritos más adelante, las superficies de apoyo no deben diferir de un plano en más de 0.025 mm en una longitud de 150 mm; para placas menores de 150 mm la tolerancia en planicidad es de 0.025 mm; es recomendable que las placas nuevas tengan la mitad de estas tolerancias.

Quando el diámetro de la superficie de carga de la placa de asiento esférico excede al diámetro del espécimen en 13 mm o más, para facilitar el centrado adecuado se deben grabar círculos concéntricos que no tengan más de 0.8 mm de profundidad, ni más de 1.2 mm de ancho.

3.1.3 El apoyo inferior puede ser la platina, si ésta es fácilmente desmontable y susceptible de maquinarse, o en su defecto, un bloque adicional que puede o no estar fijo a la platina.

En caso de existir el bloque, éste debe cumplir con los siguientes requisitos:

Se debe poder maquinar cuando se requiera para conservar las condiciones especificadas de sus superficies, las cuales deben ser paralelas entre sí; su dimensión horizontal menor debe ser por lo menos 3% mayor que el diámetro del espécimen que se va a probar y los círculos concéntricos que se descri-

ben anteriormente en 3.1.2, son opcionales en la cara de apoyo del espécimen.

3.1.3.1 Cuando el bloque inferior de apoyo se usa para centrar el espécimen en el centro de los anillos concéntricos, cuando se tengan, o el centro del bloque, debe coincidir con el centro de la cabeza esférica y se debe tener la precaución de que dicho bloque esté fijo a la platina.

3.1.3.2 El bloque de apoyo inferior debe tener como mínimo 22.5 mm de espesor después de cualquier rectificación de sus superficies.

3.1.4 La placa superior de carga, con asiento esférico, debe cumplir con los requisitos siguientes:

3.1.4.1 Su diámetro máximo no debe exceder los valores dados en la tabla siguiente:

TABLA 1

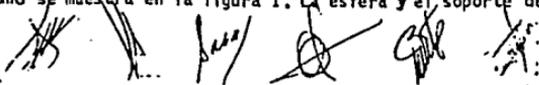
DIAMETROS PARA PLACA SUPERIOR DE CARGA.

DIAMETRO DE LOS ESPECIMENES DE PRUEBA (mm)	DIAMETRO MAXIMO DE LA PLACA (mm)
50	100
75	125
100	165
150	250
200	280

3.1.4.2 Los bloques de apoyo con asiento esférico pueden tener caras cuadradas, siempre y cuando el diámetro del mayor círculo inscrito no exceda de los diámetros señalados en la Tabla anterior, sin embargo, se aceptan máquinas con placa de carga superior de dimensiones mayores siempre que garantice el acoplamiento a la base superior del espécimen por ensayar.

3.1.4.3 El centro de la esfera debe coincidir con el centro de la superficie de la cara de apoyo con una tolerancia de $\pm 5\%$ del radio de la esfera. El diámetro de la esfera debe ser cuando menos 75 por ciento del diámetro del espécimen que se va a probar.

3.1.4.4 De preferencia el área de contacto debe ser en forma de anillo, como se muestra en la figura 1. La esfera y el soporte deben ser de tal for-



ma, que el acero en las áreas de contacto no se deforme permanentemente, -- cuando tenga usos repetidos con cargas superiores a 40 MPa (550 Kg/cm²) - sobre el espécimen de prueba.

3.1.4.5 La superficie curva del soporte y la porción esférica se deben conservar limpias y lubricar con aceite mineral delgado y no con grasas lubricantes. No es deseable ni debe intentarse que después de hacer contacto la placa de carga con el espécimen y al iniciar la aplicación de la carga, se trate de reacomodar ésta.

3.1.4.6 Si el radio de la esfera es más pequeño que el radio del espécimen de mayor tamaño que se va a probar, la porción de la cara de apoyo - del bloque de carga que se extiende más allá de la esfera, debe tener un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la esfera y el radio del espécimen. La dimensión mínima de la cara de apoyo del bloque de carga debe ser por lo menos tan grande como el diámetro de la esfera (véase fig. 1).

3.1.4.7 La porción móvil del bloque de carga debe ser sostenida cerca del asiento esférico, pero el diseño debe ser tal, que la cara de apoyo pueda girar libremente por lo menos 4° en cualquier dirección.

3.2 Si la carga de una máquina para ensayo a compresión, se registra en una carátula, ésta debe estar provista de una escala graduada que se pueda leer por lo menos con una aproximación de 2.5% de la carga aplicada, es recomendable mantener la uniformidad de la graduación en la escala de toda la carátula.

Debe estar provista de una línea de referencia en cero y una graduación que inicie en forma progresiva, cuando menos en el 10% de su capacidad; la aguja indicadora debe tener la longitud suficiente para coincidir con las marcas de graduación, el ancho de su extremo no debe ser mayor que el claro libre entre 2 graduaciones menores.

Cada carátula debe estar equipada con una aguja de arrastre de la misma longitud que la aguja indicadora y un mecanismo para ajustar a la referencia - en cero en caso de desviación.

La separación mínima, entre dos graduaciones no debe ser menor a 1 mm para realizar una lectura adecuada.

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left, several smaller initials in the center, and a signature on the right that appears to say 'M.P.N.'.

Las máquinas con sistema digital deben estar equipadas con un dispositivo que registre la carga máxima aplicada.

3.3 Verificación

La verificación de la precisión de las máquinas de prueba debe realizarse de acuerdo a la NOM-CH-27 (véase 2), bajo las condiciones siguientes:

El error permitido en la máquina de ensaye para la realización de pruebas a compresión de concreto, debe ser como máximo de $\pm 3\%$ de la carga aplicada.

La máquina debe calibrarse inicialmente antes de ser puesta en operación y posteriormente en forma interna cada 2,000 cilindros, lo cual podrá ampliarse hasta 12,000 si no se detectan desviaciones. Estas máquinas deben calibrarse por un laboratorio autorizado por la Dirección General de Normas cada año como máximo si el número de especímenes ensayados es menor a 40,000. Si fuese mayor a 40,000 la calibración debe efectuarse por lo menos cada 40,000 ensayes. Además, se debe realizar esta operación inmediatamente después de que se efectúen reparaciones o ajustes en los mecanismos de medición y cada vez que se cambie de sitio o que por alguna razón se dude de la exactitud de los resultados, sin importar cuando se efectuó la última verificación.

4.- CONDICIÓN DE HUMEDAD

4.1 Especímenes húmedos

El ensaye a la compresión de los especímenes curados en húmedo debe efectuarse tan pronto como sea posible después de retirarlos de la pileta o del cuarto húmedo y una vez que el material de cabeceo haya adquirido la resistencia requerida; durante el tiempo transcurrido entre el retiro del almacenamiento húmedo y el ensaye, los especímenes se deben conservar húmedos por cualquier método.

4.2 Especímenes secos

En el caso de corazones de concreto que se hayan obtenido de un elemento cuyas condiciones de servicio sean las de un ambiente superficialmente seco, deben permanecer por lo menos durante 7 días a menos que acuerde otro lapso en un ambiente con humedad relativa no mayor de 60% antes del ensaye, por lo tanto deben ensayarse con la humedad que tengan en ese momento de acuerdo a lo indicado en la NOM-C-169 (véase 2).

4.3 - Condiciones especiales.

En el caso de especímenes sometidos a diversas condiciones de curado especial, como pueda ser curado a vapor o curado ambiente a las mismas condiciones que la estructura, los especímenes se ensayarán con la condición de humedad resultante del curado.

5.- PREPARACION DE LOS ESPECIMENES

5.1 Dimensiones

El diámetro y la altura del espécimen de prueba debe determinarse con una aproximación de 1 mm, promediando las medidas de 2 diámetros perpendiculares entre sí a una altura media del espécimen y 2 alturas opuestas. Cuando la altura promedio del espécimen es menor de 1.8 veces el diámetro, el resultado de la resistencia debe corregirse por esbeltez de acuerdo a la NOM-C-169 (tabla No. 2)

TABLA 2

FACTORES DE CORRECCION POR ESBELTEZ

Relación Altura/Diámetro del espécimen	Factor de Corrección a la resistencia
2.00	1.00
1.75	0.99
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

Cuando la relación de altura a diámetros es mayor de 2.1 el espécimen debe recortarse.

5.2 Cabeceo

Antes del ensaye los extremos de los especímenes o caras de aplicación de carga no se deben apartar de la perpendicular al eje en más de 0.5°. aproximadamente 3 mm en 300 mm, y no se permiten irregularidades respecto de un plano que exceda de 0.05mm, en caso contrario deben ser cabeceadas de acuerdo

do a lo indicado en la NOM-C-109 (véase 2).

6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYE.

6.1 Colocación del espécimen

Se limpian las superficies de las placas superior e inferior y las cabezas del espécimen de prueba, se coloca éste último sobre la placa inferior alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa de carga con asiento esférico; mientras la placa superior se baja hacia el espécimen asegurándose que se tenga un contacto suave y uniforme.

6.2 Velocidad de aplicación de la carga

Se debe aplicar la carga con una velocidad uniforme y continua, sin producir ni impacto, ni pérdida de carga. La velocidad de carga debe estar dentro del intervalo de 137 a 343 k/a/s (84 a 210 kg/cm²/min). Se permite una velocidad mayor durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima esperada siempre y cuando durante la segunda mitad se mantenga la velocidad especificada; pueden utilizarse máquinas operadas manualmente o motorizadas que permitan cumplir con lo anterior, teniendo en cuenta que no deben hacerse ajustes en los controles de las máquinas de prueba operadas a motor, ni tratar de aumentar o disminuir la velocidad de aplicación de carga en los manuales, cerca de la zona de falla.

6.3 Se aplica carga hasta alcanzar la máxima registrándola. Cuando sea necesario se podrá llevar hasta la falla, anotando tipo de falla y apariencia del concreto, en este caso. (véase fig. 2)

6.4 Es recomendable colocar en la máquina, dispositivos de seguridad para evitar daños a los operadores durante la falla del espécimen.

6.5 Los especímenes para aceptación o rechazo de concreto deben ensayarse a la edad de 14 días en el caso de concreto de resistencia rápida o 28 días en caso de resistencia normal, con las tolerancias que a continuación se indican.

Edad de Prueba

14

28

Tolerancia permisible

± 12 h

± 24 h

De preferencia se recomienda ensayar con la tolerancia de la mayor edad en cada caso.

Para aquellos especímenes en los cuales no se tenga una edad de prueba de las prescritas en la tabla anterior, se ensayarán con las tolerancias que se fijan de común acuerdo por los interesados.

7.- CALCULOS

Se calcula la resistencia a la compresión del espécimen, dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal determinada con el diámetro medido como se describe en el inciso 5.1. El resultado de la prueba se expresa con una aproximación de 100 kPa ($1\text{kg}/\text{cm}^2$).

8.- INFORME DE LA PRUEBA

El registro de los resultados debe incluir los datos siguientes:

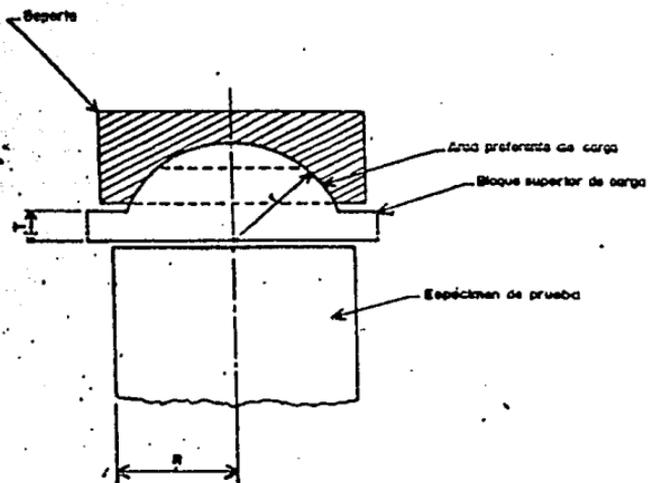
- a) Clave de identificación del espécimen.
- b) Edad nominal del espécimen.
- c) Diámetro y altura en centímetros, con aproximación a milímetros.
- d) Área de la sección transversal, en centímetros cuadrados con aproximación del décimo.
- e) Masa del espécimen en kilogramos.
- f) Carga máxima en N (kgf).
- g) Resistencia a la compresión, calculada con aproximación de 100 kPa ($1\text{kg}/\text{cm}^2$).
- h) Descripción de la falla.
- i) Defectos observados en el espécimen o en sus cabezas.

9.- BIBLIOGRAFIA

- ASTM C-39-80 STANDARD METHOD OF TEST "COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS",
- ASTM C-683-76 COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE UNDER FIELD CONDITIONS.

10.- CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No se puede establecer concordancia por no existir referencia al momento de la elaboración.



NOTA: T , no debe ser menor que la diferencia $R-r$.
Se deben tener los dispositivos necesarios
para sostener el bloque superior en el soporte.

Escola no

Acot. no

Dibujo F. J. Q. G.

BLOQUE DE CARGA
CON ASIENTO ESFERICO

NOM

Fig.



1.- Se observa cuando se logra una carga de compresión bien aplicada sobre un espécimen de prueba bien preparado.



2.- Se observa comúnmente cuando las caras de aplicación de carga se encuentran en el límite de tolerancia especificado o excediendo ésta.



3.- Se observa en especímenes que presentan una superficie de carga convexa y/o por deficiencia del material de cabeceo; también por concavidad del plato de cabeceo o convexidad en una de las placas de carga.



4.- Se observa en especímenes que presentan una cara de aplicación de carga cóncava y/o por deficiencias del material de cabeceo o también por concavidad en una de las placas de carga.



5.- Se observa cuando se producen concentraciones esfuerzos en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga por deficiencia del material de cabeceo o rugosidades en el plato de cabeceo o placas de carga.



6.- Se observa en especímenes que presentan una cara de aplicación de carga convexa y/o por deficiencias del material de cabeceo o del plato del cabeceador.



7.- Se observa cuando las caras de aplicación de carga del espécimen se desvían ligeramente de las tolerancias del paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado del espécimen para la aplicación de carga.

Escala no

Acol. no

Dibujó - F.J.Q.G.

DIAGRAMA DE FALLAS DE CILINDROS

SOMETIDOS A COMPRESION

NOM

Fig. 2

**NORMA OFICIAL MEXICANA
N.O.M. C-155-1987.**

**INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO
HIDRAULICO - ESPECIFICACIONES.**

**BUILDING INDUSTRY - HIDRAULIC CONCRETE -
SPECIFICATIONS.**

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO HIDRAULICO - ESPECIFICACIONES.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos que debe cumplir el concreto hidráulico dosificado en masa utilizado en la construcción.

No abarca las especificaciones para colocación, compactación, curado y manejo -- del concreto.

2. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas en vigor siguientes :

NOM-C-1	Industria de la construcción - Cemento portland.
NOM-C-2	Industria de la Construcción - Cemento portland puzolana.
NOM-C-83	Industria de la Construcción - Concreto - Determinación de la resistencia a la compresión.
NOM-C-109	Industria de la Construcción - Concreto - Cabeceo de especímenes cilíndricos.
NOM-C-111	Industria de la Construcción - Concreto - Agregados - Especificaciones.
NOM-C-122	Industria de la Construcción - Agua para concreto.
NOM-C-146	Industria de la Construcción - Aditivos para concreto - Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland.
NOM-C-156	Industria de la Construcción - Concreto fresco - Determinación del revenimiento.

- NOM-C-157 Determnación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.
- NOM-C-160 / Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
- NOM-C-161 / Muestreo del concreto fresco.
- NOM-C-162 / Industria de la Construcción - Concreto - Determinación del peso unitario, cálculo de rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico.
- NOM-C-175 Cemento portland de escoria de alto horno.
- NOM-C-200 Aditivos inclusores de aire para concreto.
- NOM-C-251 Industria de la Construcción - Concreto - Nomenclatura de términos empleados en la Industria de la construcción.
- NOM-C-255 Industria de la Construcción - Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las definiciones siguientes :

3.1 Concreto premezclado

Es el concreto hidráulico, dosificado y mezclado por el fabricante, el cual se entrega al consumidor, para su utilización en estado plástico.

3.2 Consumidor

Es el propietario de la obra, su representante o el contratista que compra concreto a un productor o fabricante.

3.3 Fabricante

Es el contratista, sub-contratista, proveedor o productor especializado que suministra el concreto premezclado.

3.4 Diseño o proporcionamiento

Es el conjunto de las cantidades de materiales calculadas en masa, por unidad de volumen de concreto para lograr las características deseadas.

3.5 Revoltura o carga

Es el volumen total de concreto contenido en el recipiente de mezclado o agitado.

4 REQUISITOS DE CALIDAD PARA CONCRETO HIDRAULICO

4.1 Resistencia

Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto, se deben elaborar especímenes de acuerdo con la NOM-C-160 (véase 2).

El número de muestras deben estar de acuerdo con lo indicado en el inciso 9, que considera para la prueba de resistencia como mínimo dos especímenes a la edad especificada de la muestra obtenida según la NOM-C-161 (véase 2).

El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en algunos de ellos se observó una deficiencia de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se toma en cuenta y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba.

El que se obtenga una resistencia inferior a la especificada, no es motivo para rechazar el espécimen.

Para cumplir los requisitos de resistencia de esta norma, con un nivel de confianza del 98% los resultados de las pruebas de resistencia, deben cumplir con los requisitos que se indican.

4.1.1 Grado A

El concreto debe cumplir con lo siguiente :

- a) Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia a compresión tenga valor inferior a la resistencia especificada f_c' . Se requiere un mínimo de 30 pruebas.
- b) No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia a compresión consecutiva será inferior a la resistencia especificada. Además, se debe cumplir con todos los promedios consecutivos de las muestras anotadas en la tabla 1.

4.1.2 Grado B

El concreto debe cumplir con lo siguiente :

- a) Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia a compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.
- b) No más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia a compresión consecutiva, será inferior a la resistencia especificada. Además, se debe cumplir con todos los promedios consecutivos de las muestras anotadas en la tabla 1.

NOTA 1.- Debido a la variación en los materiales, operaciones y pruebas, a la resistencia promedio para alcanzar estos requisitos debe ser considerablemente más alta que la resistencia especificada. Esta resistencia es más alta a me-

didada que las variaciones aumentan y más baja en la medida que éstas disminuyen (ver 12 y fig. 1).

Para eliminar la ocurrencia de los resultados excesivamente bajos es conveniente tener como valor máximo para operación de producción de concreto una desviación estándar (s) de 35 Kg/cm² en caso de resistencia a la compresión.

Una planta que cubra los requisitos de operación y materiales enunciados en esta norma, obtendrá generalmente valores de "s" alrededor de 25 a 40 Kg/cm²; a medida que los valores de "s" sean menores, logrará con economía reducir la probabilidad de los resultados bajos. Este valor "s" debe calcularse utilizando información de una sola clase de concreto surtida por una sola planta con más de 100 valores de pruebas de resistencia de muestras tomadas al azar por un mismo laboratorio y cubriendo un período lo más amplio posible cuando se trata del caso de productor y con más de 30 valores cuando se trata de una sola obra específica.

4.1.3 De acuerdo con los métodos comunes de diseño, es recomendable utilizar concreto grado A, cuando se diseñe por el método de esfuerzos de trabajo, — pavimentos y usos generales y concretos grado B, cuando se diseñe por el método de resistencia última, para concreto reforzado y para estructuras especiales.

4.1.4 Criterio de aceptación para un número de pruebas insuficientes.

Cuando el número de pruebas es insuficiente (menos de 30), para el cálculo del promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, todos los promedios de pruebas consecutivas posibles de resultados obtenidos, deben ser igual o mayor que las cantidades indicadas en la tabla 1 (fp mín).

TABLA 1. Valores fp mín

Número de pruebas Consecutivas	Para concreto grado A resistencia a compresión Kg/cm ² promedio	Para concreto grado B resistencia a compresión Kg/cm ² promedio
1	fc' - 50	fc' - 35
2	fc' - 28	fc' - 13
3	fc' - 17	fc'
4	fc' - 11	
5	fc' - 7	
6	fc' - 4	
7	fc'	

Cada uno de estos valores se calculó utilizando las siguientes expresiones :

$$fp \text{ mín} = fc' - s \left(\frac{t_1}{\sqrt{n}} - t_{20} \right) : \text{Para concreto grado "A"}$$

$$f_p \text{ mín} = f_c' - s \left(\frac{t_{10}}{\sqrt{n}} - t_{10} \right) : \text{Para concreto grado "B"}$$

En donde :

$f_p \text{ mín}$ = Valor mínimo aceptable del promedio de pruebas consecutivas, Kg/cm²

f_c' = Resistencia a la compresión especificada, Kg/cm²

t_{10} = 1.282

t_{20} = 0.842

t_1 = 2.326

s = Desviación estándar para resistencia a la compresión
35 kg/cm²

n = Número de pruebas consecutivas

4.2 Tamaño máximo nominal del agregado

El concreto de la muestra obtenida, como se indica en la NOM-C-16T (véase 2), - debe pasar por las cribas indicadas en la tabla 2.

No debe retenerse mas del 5% en masa del concreto en la criba que se fije como tamaño máximo nominal del agregado del concreto (Tabla 2, columna B).

4.3 Revenimiento

Cuando no existan especificaciones al respecto, se deben aplicar las tolerancias indicadas en la tabla 3.

TABLA 2

A	B
Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Abertura nominal de la criba (mm)
50	75
40	50
25	40
20	25
13	20
10	15

TABLA 3

Revenimiento especificado en cm	Tolerancias en cm
menos de 6	± 1.5
de 6 a 12	± 2.5
más de 12	± 3.5

En caso de que el revenimiento sea inferior al límite especificado, se puede aceptar el concreto si no existen dificultades para su colocación.

Cuando se llegue al lugar de la obra y el revenimiento del concreto sea menor que el solicitado incluyendo su tolerancia, el fabricante puede agregar agua para obtener un revenimiento dentro de los límites requeridos, mezclando adicionalmente para cumplir con los requisitos de uniformidad especificados (véase tabla 6). Para lo cual la olla o las espas deben girar 30 revoluciones adicionales como mínimo a la velocidad de mezclado. Es conveniente no llevar el revenimiento arriba del solicitado, además no se debe añadir agua a la revoladora posteriormente.

4.3.1 El revenimiento del concreto debe estar dentro de los valores permisibles, durante los primeros 30 minutos, medidos a partir de que llega a la obra, a excepción del primer y último medio m³. El período máximo de espera en el sitio de entrega es de 30 minutos a la velocidad de agitación. En caso de que la entrega se haga en equipo no agitador puede reducirse el tiempo de espera, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor (véase 8).

4.3.2 En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto, debe hacerse en base a la prueba de revenimiento. Si existe duda sobre el primer valor obtenido, se puede solicitar una segunda prueba, la que debe hacerse inmediatamente con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega, la cual es definitiva para aceptación o rechazo.

En caso de una segunda falla, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con los requisitos de esta especificación y el consumidor se responsabiliza íntegramente de su utilización, en caso de aceptar el mismo.

4.4. Volumen

La base de la medición del concreto debe ser el metro cúbico de concreto fresco tal como se descarga en el sitio de entrega.

El volumen de una carga establecida de concreto recién mezclado, debe determinarse a partir de la masa total de los materiales de la mezcla, dividido entre la masa unitaria del concreto mismo. La masa total de la mezcla puede ser calculada, ya sea como la suma de las masas de los materiales, inclusive el agua de toda la mezcla o como la masa neta, tal como se entrega.

La masa unitaria debe determinarse según NOM-C-162 (véase 2) y debe ser el promedio de por lo menos 3 determinaciones, cada una efectuada en una muestra obtenida de diferentes entregas con el mismo equipo y operador.

Las pruebas deben tomarse según el procedimiento en la NOM-C-161 (véase 2).

El volumen suministrado determinado como se indicó, se puede aceptar con una tolerancia de $\pm 1\%$ en relación con la nota de pedido.

NOTA 2.- Debe entenderse que el volumen de concreto endurecido puede ser o aparentar ser menor que el suministrado debido al desperdicio, derrame sobre excavaciones, ensanchamiento o falta de calafateo en las cimbras, alguna pérdida -- de aire incluido, asentamiento de las mezclas húmedas y evaporación del agua, -- lo cual no es responsabilidad del productor.

4.5 Temperatura

En el caso de climas fríos el consumidor debe procurar mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la tabla 4.

La temperatura máxima del concreto producido con materiales calentados no debe exceder de 305 K (32°C) en el momento de la producción.

TABLA 4

Temperatura ambiente

Temperatura mínima del concreto
Selecciones delgadas Secciones gruesas
y losas sobre pisos y concreto masivo.

Temperatura ambiente		Temperatura mínima del concreto			
		Selecciones delgadas		Secciones gruesas y losas sobre pisos y concreto masivo.	
K	°C	K	°C	K	°C
280 a 272	7 a -1	289	16	283	10
270 a 255	-2 a -18	291	18	285	13
Menor de 255	Menor de -18	294	21	289	16

4.6 Aire incluido

El intervalo del contenido total de aire en el concreto deberá ser fijado por el proyectista de acuerdo a las condiciones particulares de cada obra y en función de la precisión de la prueba. Se debe realizar pruebas para determinar el contenido de aire tanto preliminar, como de rutina, con el propósito de controlar durante la construcción, por lo menos en aquellas muestras en que se obtengan cilindros de concreto.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo, según el tamaño máximo nominal de agregado, se recomiendan los porcentajes de contenido de aire total indicados en la tabla 5.

Los contenidos de aire menores a los indicados en la tabla 5 no mejoran la resistencia al congelamiento y deshielo. Contenidos superiores pueden reducir la resistencia a la compresión sin lograr una protección adicional.

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Cantidad de aire recomendado (%)
50	4
40	4.5
25	5
20	6
13	7
10	8

En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto debe hacerse en base a las pruebas de contenido de aire. Si los valores del contenido de aire caen fuera de los límites especificados, se debe proceder en forma análoga a lo indicado en el inciso 5.3.2.

5 REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1 Cemento

El cemento debe cumplir con las especificaciones de las NOM-C-1 ó NOM-C-2 (véase 2).

El cemento debe ser pesado en una tolva-báscula. Cuando la cantidad de cemento de una revoltura de concreto sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser $\pm 1\%$ de la masa requerida. Para revolturas menores donde la cantidad de cemento es menor de 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la cantidad de cemento pesado no debe ser menor que la requerida, ni mayor en 4%.

Bajo circunstancias especiales, el cemento puede ser dosificado en bolsas de masa normalizada previamente verificada; no se deben usar fracciones de bolsas de cemento a menos que se determine la masa del contenido.

5.2 Agregados.

Los agregados deben cumplir con lo que se especifica en la NOM-C-111 (véase 2).

Cuando los agregados se dosifiquen individualmente, la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de $\pm 2\%$ de la masa requerida.

Cuando se dosifiquen en forma acumulada y su masa sea del 30% o más de la capa-

cidad de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de $\pm 1\%$ de la masa requerida y si la masa es menor del 30%, la tolerancia máxima debe ser $\pm 0.3\%$ de la capacidad total de la báscula o de $\pm 3\%$ de la masa requerida acumulada, aceptando el valor que sea menor.

5.3 Agua

El agua de mezclado debe cumplir con lo indicado en la NOM-C-122 (véase 2).

El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de $\pm 1\%$. Al hielo agregado se le determina su masa.

En los equipos mezcladores el agua de lavado se debe eliminar antes de cargar la siguiente revoltura de concreto.

5.4 Cuando se haga uso de aditivos, estos deben cumplir con las NOM-C-146, -- NOM-C-200 y NOM-C-255 (véase 2).

A las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo se les dosifica por masa y los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar, por masa o por volumen con una tolerancia de $\pm 3\%$ de la cantidad requerida.

6 REQUISITOS PARA EL EQUIPO DE DOSIFICACION

6.1 Depósito y tolvas

Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos con compartimientos separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizado.

Cada compartimiento del depósito debe ser diseñado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea sin obstáculos, eficiente con un mínimo de segregación.

Se debe contar con instrumentos de control, que pueden interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva báscula contenga la cantidad deseada. Esta tolva no debe permitir acumulación de residuos y de materiales que puedan modificar la tara.

6.2 Báscula

Debe tener una precisión tal que al calibrarse con carga estática la tolerancia sea de $\pm 0.4\%$ de su capacidad total.

Las básculas para dosificar los ingredientes para el concreto pueden ser de balcín o de carátula sin resortes. Se pueden aceptar otros equipos (eléctricos, -- hidráulicos, celdas de carga) diferentes a las básculas de balancín o de carátula sin resortes, siempre y cuando cumplan con las tolerancias señaladas.

Para la verificación y calibración de las básculas se requiere de taras normaliza

das. Se deben mantener limpios todos los puntos de apoyo, abrazaderas y partes de trabajo similares de la báscula. Las básculas de balancín deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos cuando una masa igual al 0.1% de la capacidad nominal de la báscula, se coloque en la tolva-pesadora a partir del 10% de la capacidad de la báscula; la separación entre dos marcas debe ser cuando menos del 5% de la capacidad neta del brazo en su primera aproximación y del 4% del brazo menor en la segunda aproximación.

6.3 Medidores de agua

Los aparatos para la medición del agua añadida deben ser capaces de proporcionar a la revoltura la cantidad requerida, con la tolerancia establecida en el inciso 5.3. Deben estar arreglados de tal forma que las mediciones no sean afectadas por variaciones de presión en la tubería de abastecimiento del agua y los tanques de medición deben estar equipados con vertederos y válvulas para su calibración a menos que se proporcionen en otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de agua en el tanque.

6.4 Medidores de aditivos

El equipo de medición del aditivo deben proporcionar a la revoltura la cantidad requerida con la tolerancia establecida en el inciso 6.4 y debe contar con válvulas y vertederos para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de aditivo en el dispositivo.

6.5 Mezcladoras y revolvedoras

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores.

6.5.1 Mezcladoras estacionarias

Deben estar equipadas con una o más placas metálicas en las cuales esté claramente marcada la velocidad de mezclado de la olla o de las espas y la capacidad máxima en términos de volumen de concreto mezclado cuando es utilizado para mezclar totalmente el concreto. Las mezcladoras estacionarias deben equiparse con un dispositivo que permita controlar el tiempo de mezclado.

6.5.2 Camión mezclador o agitador

Deben colocarse en un lugar visible del camión mezclador o agitador, una o más placas de metal, en las cuales esten claramente marcadas las capacidades de la unidad en términos del volumen, como mezclador y como agitador la velocidad mínima de rotación de la olla, espas o paletas.

Cuando el concreto es parcialmente mezclado como se describe en el inciso 7.2, o mezclado en camión como se describe en el inciso 7.3, el volumen de concreto no debe exceder del 63% del volumen total de la unidad.

Cuando el concreto es agitador únicamente en la unidad, como se describe en el inciso 7.1, el volumen del concreto no debe exceder del 80% del volumen total de la unidad.

7 REQUISITOS DE MEZCLADO

El concreto debe ser mezclado por medio de una de las combinaciones de operación que se señalan en los incisos siguientes y de acuerdo con los requisitos de uniformidad de mezclado del concreto indicados en la tabla 6.

La aprobación de las mezcladoras puede ser otorgada con el cumplimiento de cuando menos los requisitos 1, 3 y 5 indicados en la tabla antes mencionada.

7.1 Concreto mezclado en planta

Las mezcladoras deben ser operadas dentro de los límites de capacidad y velocidad designados por el fabricante del equipo. El tiempo de mezclado debe ser medido desde el momento en que estén todos los materiales en el interior de la mezcladora, incluyendo el agua.

Cuando no se hacen pruebas de uniformidad de mezclado (tabla 6), el tiempo aceptable para revolvedoras que tengan una capacidad de 1.0 metro cúbico o menos y cuyo revenimiento del concreto sea mayor de 5 cm, no debe ser menor de un minuto. Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo indicado debe ser aumentado en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional.

A los concretos con revenimiento inferior de los 5 cm se debe hacer pruebas de uniformidad para determinar el tiempo de mezclado con el equipo que se vaya a emplear de acuerdo con la tabla 6.

Cuando se hayan hecho pruebas de uniformidad de mezclado y las mezcladoras sean cargadas a la capacidad estipulada para esas circunstancias en particular, el tiempo de mezclado aceptable puede ser reducido al punto en el cual un mezclado satisfactorio puede ser logrado.

7.2 Concreto mezclado parcialmente en la planta

En esta operación se inicia el mezclado del concreto en una revolvedora estacionaria y se completa en el camión mezclador. El tiempo de mezclado en la revolvedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes y después de cargar el camión mezclador es necesario un mezclado adicional a la velocidad de mezclado (normalmente de 10 a 12 rpm), especificado en la placa metálica de camión (véase inciso 6.5.2), para que el concreto alcance los requisitos indicados en la tabla 6. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador previo a la descarga, estas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 rpm).

Ocasionalmente se deben hacer pruebas en el concreto para verificar que se cumpla con los requisitos de uniformidad que se indica en la tabla 6.

tener los resultados de la prueba de resistencia.

7.3 Concreto mezclado en camión

Cuando el concreto sea mezclado totalmente en el camión mezclador, se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado especificada (normalmente - de 10 a 12 rpm. véase inciso 6.5.2).

Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 rpm). En caso de duda sobre la uniformidad de -- mezclado, el supervisor puede realizar las pruebas indicadas en el tabla 6 y - con base en los resultados, aceptar o rechazar el uso de la unidad, la cual no - podrá utilizarse hasta que la condición sea corregida. Cuando se encuentre satisfactorio el mezclado de revolvedoras del mismo diseño y con el mismo estado de espas igualmente satisfactorio.

8 TRANSPORTE Y ENTREGA

La descarga total del concreto se debe hacer dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado.

En condiciones especiales de temperatura ambiente, empleo de aditivo y otros. Está limitación del tiempo de descarga puede modificarse de común acuerdo entre el fabricante y consumidor. Cuando un camión mezclador o agitador se utiliza - para transportar concreto mezclado completamente en revolvedoras estacionarias. durante el transporte la olla debe girar a la velocidad de agitación (véase inciso 7.5.2).

El concreto mezclado en planta puede ser transportado en equipo no agitador, el cual debe satisfacer los siguientes requisitos: La caja del equipo de transporte debe ser metálica, lisa e impermeable y equipada con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación, fuga de mortero o lechada. Se debe cubrir la caja del camión para proteger el concreto. El -- concreto debe ser entregado en el lugar de trabajo con un grado satisfactorio - de uniformidad (véase tabla 6).

9 MUESTREO

El productor debe facilitar al comprador o al laboratorio autorizado, la toma - de muestras necesarias, a fin de determinar si el concreto está produciéndose - de acuerdo con los requisitos señalados en esta norma.

Las pruebas y visitas de inspección no deben interferir en la producción.

El muestreo para cada tipo de concreto, debe hacerse con la frecuencia indicada en la tabla 7, por día de colado y con el mínimo de muestras señalado para cada caso con el fin de que resulte efectivo.

TABLA 6

Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto

PRUEBA	Diferencia máxima permisible entre - resultados de prueba con muestras ob- tenidas de dos porciones diferentes de la descarga (*)
1.- Masa volúmetrica deter- minada según la NOM-C- 162 en Kg/cm ³ .	15
2.- Contenido de aire en % del volumen del concre- to determinado según la NOM-C-157 para concretos con aire incluido.	1
3.- Revenimiento : Si el revenimiento - promedio es menor de 6 cm.	1.5
Si el revenimiento - promedio está compren- dido entre 6 y 12 cm.	2.5
Si el revenimiento - promedio es superior a 12 cm.	3.5
4.- Contenido del agregado- grueso retenido en la - Criba G 4.75 expresado- en por ciento de la ma- sa de la muestra.	6
5.- Promedio de la resisten- cia a la compresión a 7 días de edad de cada - muestra, expresado en - por ciento (**), deter- minado de acuerdo a la NOM-C-83.	10

(*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben — obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la des- carga. (Principio: del 10 al 15%; Final : del 85 al 90% del volumen).

(**) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada antes de ob -

TABLA 7

FRECUENCIA DE MUESTREO

Núm. de entregas (Unidad mezcladora)	Número de Muestras	
	Recomendado	Mínimo obligatorio
1	1	1
2 a 4	2	1
5 a 9	3	2
10 a 25	5	3
26 a 49	7	4
50 en adelante	9	5

Las pruebas de contenido de aire, si el concreto es con aire incluido, deben hacerse por lo menos en aquellas entregas para pruebas de resistencia a compresión.

Para la prueba de resistencia a la compresión, deben hacerse de la muestra obtenida y mezclada de acuerdo con la NOM-C-161, como mínimo 2 especímenes para probar a la edad especificada.

10 METODOS DE PRUEBA

Para verificar las especificaciones que se establecen en esta norma, se deben utilizar los métodos de prueba que se indican en las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-C-83, C-109, C-157, C-160, C-161 y C-156 (véase 2).

11 BASES DE CONTRATACION PARA CONCRETO PREMEZCLADO

11.1 Clasificación

La contratación del concreto premezclado se clasifica en tres grupos, según la forma de como se deslindan responsabilidades del diseño entre fabricante y el consumidor, con dos grados de calidad designados como A y B (véase 4).

Los tres grupos en los que se clasifica el concreto hidráulico premezclado son:

Grupo 1.- El consumidor asume la responsabilidad del diseño.

El consumidor debe especificar, además de lo indicado en el inciso 11.2, lo siguiente:

- Las fuentes probables de abastecimiento de los componentes del concreto.
- El contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de concreto fresco.
- El contenido de agua, en litros por metro cúbico de concreto con agregados.

en condición de saturados y superficialmente secos.

- d) Dosificación de arena y grava.
- e) Cuando se requiera el empleo de un aditivo, debe especificarse el tipo, el nombre y la dosificación del mismo.

El responsable de seleccionar las cantidades de los materiales que intervienen en el concreto, debe considerar los requisitos de trabajabilidad, colocación, durabilidad, textura superficial y masa unitaria en adición a aquellos de diseño estructural.

La información proporcionada por el consumidor y aceptada por el fabricante se debe archivar en la planta asignándole una clave, la cual debe incluirse en la remisión de entrega.

Grupo 2.- El fabricante asume la responsabilidad del diseño.

El consumidor debe especificar los requisitos del concreto solicitado de acuerdo al punto 11.2.

Grupo 3.- El fabricante asume la responsabilidad del diseño y el consumidor — fija el contenido de cemento.

El consumidor debe especificar, además de lo aplicable inciso 11.2, el contenido mínimo de cemento, en kilogramos por metro cúbico de concreto fresco.

El contenido mínimo de cemento, debe ser mayor o igual al que se requiere ordinariamente en la resistencia, tamaño de agregado y revenimiento especificado. Esta cantidad se elige para asegurar la durabilidad bajo las condiciones de servicio esperado, así como para obtener una textura superficial y masa específica satisfactoria.

Cualquiera que sea la resistencia que alcance el concreto, no debe disminuirse la cantidad mínima de cemento especificado; sin la aprobación escrita del consumidor, no se debe considerar a los aditivos como sustitutos de una porción de la cantidad mínima de cemento especificado.

NOTA 3 : Para los grupos 2 y 3, el fabricante debe proporcionar, además de lo — indicado en el inciso 4, evidencia satisfactoria de que los materiales que emplea, producen un concreto de la calidad especificada según capítulo 4.

11.2 Datos de pedido

Los datos para el pedido de concreto premezclado deben ser los siguientes y aparecer además en las notas de remisión de las entregas.

- Nombre del solicitante
- Lugar de entrega
- Número de esta norma
- Cantidad de metros cúbicos de concreto fresco.
- Grupo correspondiente (1, 2 ó 3).
- Resistencia especificada a compresión Kg/m²

- Grado de calidad del concreto (A ó B).
- Edad a la que se garantiza la resistencia, 28 días a menos de que se establezca otro diferente.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Revenimiento solicitado en el lugar de entrega.

11.3 Datos opcionales para el pedido.

Opcionalmente a solicitud del consumidor, en el cuerpo del contrato de suministro, se pueden señalar los siguientes datos y aparecer en las notas de remisión de las entregas.

- Contenido de aire en el sitio de descarga, cuando se especifique concreto -- incluso de aire.
- Tipo o tipos requeridos de cemento, pero si no lo especifica el cemento empleado, queda a elección del fabricante.
- Uso de agregado ligero que satisfaga los requisitos del proyecto.
- Uso de aditivos.
- Uso de agregados especiales, como barita, mármol, fibra y otros.
- Requisitos adicionales a lo indicado en esta norma.

11.4 Bases de entrega y aceptación

11.4.1 Entrega

En caso de que el consumidor no esté preparado para recibir el concreto, el fabricante no tiene responsabilidad por las limitaciones de revenimiento mínimo y contenido de aire después de un período total de espera de 30 minutos a la velocidad de agitación y de aquí en adelante, el consumidor asume la responsabilidad sobre las condiciones del concreto.

11.4.2 Aceptación

En caso de que la resistencia sea la base de aceptación y cuando las pruebas de resistencia obtenidas por un laboratorio autorizado y en muestras obtenidas de la unidad de transporte en el punto de entrega y realizadas siguiendo las normas correspondientes, no cumplan con las especificaciones del inciso 4.1, el fabricante de concreto y el consumidor deben entablar pláticas para llegar a un acuerdo satisfactorio. En caso de no llegar a un acuerdo, la decisión debe partir de un grupo de tres técnicos, con capacidad reconocida en la materia, uno de los cuales debe ser nombrado por el consumidor, otro por el fabricante y al tercero escogido de común acuerdo por los dos anteriores. La decisión es inapelable, -- excepto que se modifique por una disposición legal.

12 BIBLIOGRAFIA

Los documentos que sirvieron para la elaboración de esta norma son las siguientes :

ASTM-C-94-86 Standard specification for ready mixed concrete.

- ACT-211-1 Recommended practices for inspection concrete.
- ACT-214 Recommended practice for evaluation of streng test results of ---
concrete.
- ACT-305 Hot weather concreting.
- ACT-306 Cold weather concreting.
- ACT-318 Building Code Requerimentes for Reinforced Concrete.

Recommended Practice for Measuring the Uniformity of Concrete.

Produced in Truck Mixers N.R.M.C.A.

Concrete Plant Mixer Standards of the Concrete Manufacturers Bureau.

Recommendations for the treatment of the Variations of the Concrete Strenght, in
Codes of Practices. Report of Working groups CB/CIB/FIP/RILE/Comminttee.

Recommended Guide Specification Covering Plant and Accessory.

Equipment for Ready Mixed Concrete in Construccion for Highway.

T.M.M.B: C.P.M.B. y N.R.M.C.A.

$F'_{cr} - F'_{ic}$

Resistencia promedio requerida menos
resistencia especificado

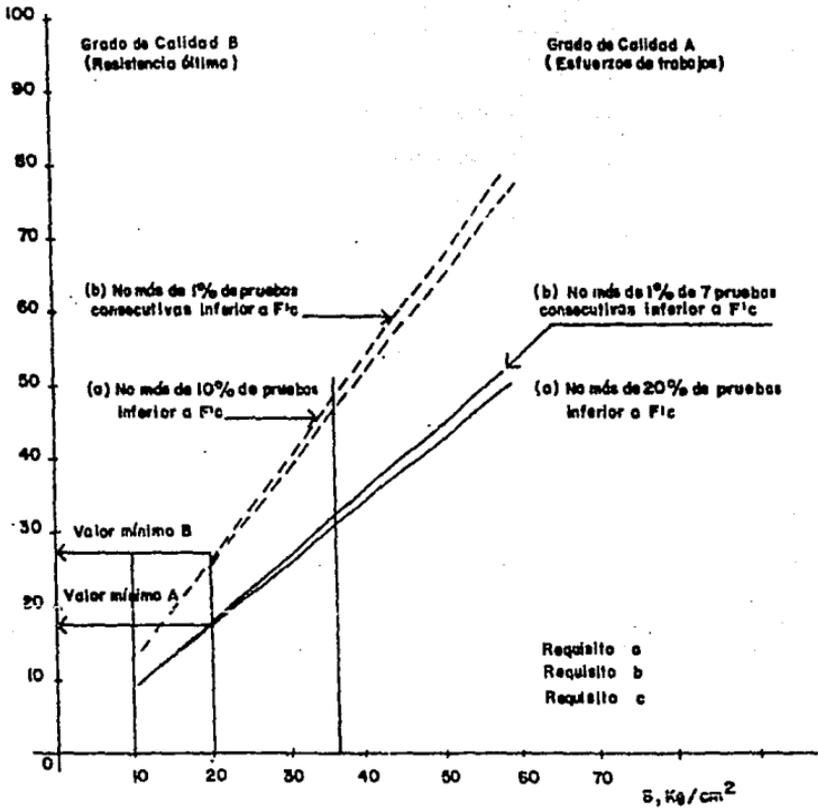


FIG. 1 REQUISITOS DE GRADOS DE CALIDAD.



SECRETARIA DE PATRIMONIO
Y
FOMENTO, INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-C-156-1980

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.- CONCRETO
FRESCO.- DETERMINACION DEL REVENIMIENTO

BUILDING INDUSTRY.- GREEN CONCRETE.- SLUMP
DETERMINATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

P R E F A C I O

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes Empresas e Instituciones.

- LABORATORIOS LIAC, S.A.
- CARSA. S.
- LACCSA
- CAMARA NACIONAL DEL CEMENTO
- FRECONCRETO. S.A.
- ANALISEC
(LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION)
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
(DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS.- LABORATORIO DE MATERIALES)
- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS.
- PETROLEOS MEXICANOS
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION.-
DEPARTAMENTO DE NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD.
- COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.



BUILDING INDUSTRY.- GREEN CONCRETE.-
SLUMP DETERMINATION.

2 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial establece el método para determinar el revenimiento del concreto plástico y cohesivo con agregado máximo de 44 mm.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta Norma es indispensable consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

- NOM-C-154 Industria de la Construcción.- Concreto Fresco.- Muestreo.
(Muestreo de Concreto Fresco).
- NOM-B-231 Industria Siderúrgica.- Cribas - Clasificación y Especificaciones.
(Requisitos de las Cribas para la Clasificación de Materiales).

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma, se establecen las siguientes definiciones.

3.1 Revenimiento

Es la medida de consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensiones específicas.

3.2 Cribado de concreto fresco

Proceso para eliminar el agregado mayor que el indicado para obtener un concreto fresco que pase a través de una criba de tamaño especificado.

4 MATERIALES Y EQUIPO

4.1 Molde metálico

De ^{metal} ~~metal~~ no susceptible de ser atacado por la pasta de cemento. El espesor de las paredes no debe ser menor de 1.5 mm. Si se fabrica por el procedimiento de rolado, ningún punto del molde debe tener un espesor menor de 1.0 mm. El molde debe tener la forma de un tronco de cono, de 20 cm de diámetro en la base inferior, 10 cm en la parte superior y 30 cm de altura, con una tolerancia de ± 3 mm.

Autenticación:

La Comisión Especial de Normas con el Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, aprobó el presente Norma con sus modificaciones en el Diario Oficial de la Federación el

Por lo tanto quedará esta Norma cancelada en NOM-C-156-1974.

La base y la parte superior deben ser paralelas entre sí y deben formar un ángulo recto con el eje longitudinal del cono.

Debe estar provisto de dos estribos para apoyar los pies y de otros para levantarlo.

El molde puede estar fabricado con junta o costura o sin ella (véase fig. 1).

La superficie interior del molde debe ser lisa, libre de protuberancias o raschas, y el cuerpo del cono no debe tener abolladuras o hendiduras. Se acepta un molde provisto de abrazaderas o bridas en la parte inferior, para sujetarlo a una base de material no absorbente, en lugar del tipo mostrado en la figura 1. El sistema de sujeción debe ser tal que se pueda aflojar sin mover el molde.

4.2 Varilla de acero

Sección circular, recta, lisa, de 16 mm de diámetro aproximadamente 800 mm de longitud, con uno de los extremos redondeados hemisféricamente con un radio de 8 mm.

4.3 Equipo de cribado

Criba DGM 35 (malla 35 mm), arreglada y soportada, que se pueda sacudir con rapidez, manualmente o por medios mecánicos. Es preferible que tenga un movimiento horizontal hacia adelante y hacia atrás. El equipo debe ser capaz de remover rápida y eficientemente el agregado.

4.4 Herramienta manual

Pzlas, cucharas, llanas metálicas y guantes de hule.

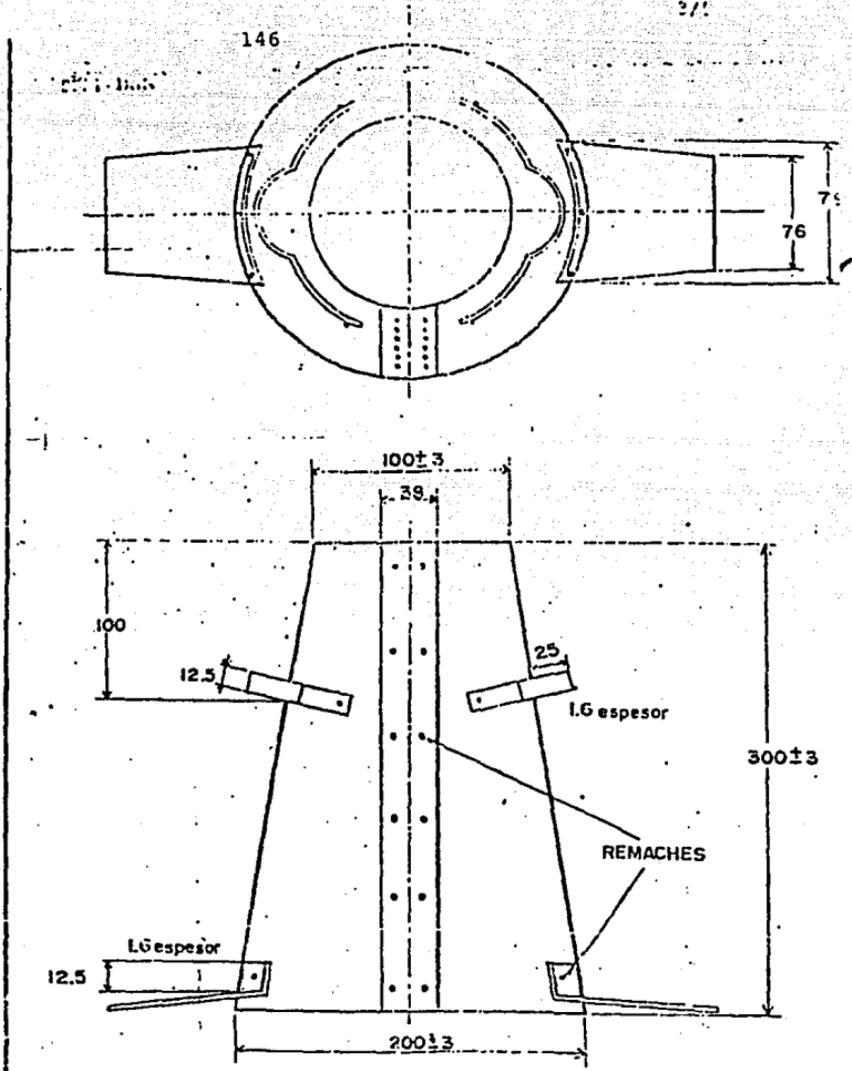
5 PREPARACION DE LA MUESTRA.

La muestra debe obtenerse de acuerdo con lo indicado en la NOM-C-161 (véase 2).

Cuando el concreto contiene agregado mayor de 40 mm se hace un cribado a la muestra, a través de la malla correspondiente, retirando el agregado retenido.

Esto se debe hacer antes de remezclar. Se sacude o vibra la criba manualmente o por medio mecánico, hasta que todo el material de tamaño menor haya pasado.

El mortero adherido al agregado retenido no debe formar parte de la muestra cribada. Se coloca únicamente el concreto suficiente sobre la malla cada vez, de modo que después de cribado, el espesor de la capa no sea mayor que el tamaño de una partícula retenida.



NOM- c-156	COND. METALICO	Esc: no
		Acot: m.m
Fig. I		Dibuj F. Sánchez

El concreto que pase la malla caerá dentro de un recipiente de tamaño adecuado, el cual debe haber sido humedecido antes de emplearse. Sobre una superficie no absorbente, limpia y húmeda. Se hace pasar también el mortero adherido en las paredes interiores del recipiente.

6 PROCEDIMIENTO

Después de haber removido las partículas de agregado mayores obtenidas en el cribado de concreto fresco, se surtirá el concreto con una pala o cucharón lo necesario para garantizar uniformidad en la mezcla y se procede a hacer la prueba inmediatamente.

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal, plana rígida, húmeda y no absorbente. El mortero no debe permanecer firmemente en su lugar, durante la operación de llenado, apoyando los pies en los estribos que tiene para el nivel del molde. Se deposita inmediatamente el molde de tres capas, cada una aproximadamente igual a un tercio del volumen total. Una tercera parte del volumen del molde se llena a una altura de 7 cm. Dos tercios de volumen se llenan a una altura de 15 cm aproximadamente. Se compacta cada capa con 25 penetraciones de la varilla, introduciéndola por el extremo redondeado, distribuidas uniformemente sobre la sección de cada capa, para lograr éste es necesario inclinar la varilla ligeramente. Aproximadamente la mitad de las penetraciones se hacen cerca del perímetro, después con la varilla vertical se compacta espiralmente hacia el centro.

Se compacta la segunda capa y la superior a través de todo su espesor de manera que la varilla penetre en la capa anterior aproximadamente 2 cm, para el llenado de la última capa se levanta el concreto por encima del borde superior del molde antes de empezar la compactación. Si como consecuencia de la compactación, el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, al décimo y vigésimo golpe se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde del molde todo el tiempo. Después de terminar la compactación de la última capa, se levanta el concreto a la altura del molde mediante un movimiento de rodamiento de la varilla. Se limpia la superficie exterior de asiento e inmediatamente se levanta el molde con cuidado en dirección vertical.

La operación de levantar completamente el molde los 30 cm de su altura, debe hacerse en 5 a 2 segundos, moviéndolo verticalmente con movimiento lateral o torsional. La operación completa desde el comienzo del llenado hasta que se levanta el molde, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 minutos. Se hace inmediatamente el revenimiento, determinado el asentamiento del concreto a partir del nivel original de la base superior del molde midiendo esta diferencia de alturas en el centro de la superficie superior del espécimen. Si alguna porción del concreto se desliza o cae hacia un lado, se desecha la prueba y se efectúa otra con una nueva porción de la misma muestra u otra muestra de la misma entrega.



NORMA OFICIAL MEXICANA
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO ELABORACION Y CURADO EN OBRA DE ESPECIMENES DE CONCRETO.

NOA C-166-1968

BUILDING INDUSTRY - CONCRETE-MAKING AND CURING
CONCRETE SPECIMENS IN THE FIELD

OBJETIVO Y CAMBIO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece los procedimientos para elaborar y curar, en obra, especimenes de concreto para las pruebas de resistencia a la compresi3n y a la flexi3n (v3ase 6.1.1).

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOH-C-109 Industria de la construcci3n - Concreto - Cabec3s de especimenes cil3ndricos.
- NOH-C-156 Industria de la Construcci3n - Concreto fresco - Determinaci3n del revenimiento.
- NOH-C-157 Determinaci3n del contenido de aire del concreto fresco por el m3todo de presi3n.
- NOH-C-159 Industria de la construcci3n - concreto - Elaboraci3n y curado, en el laboratorio de especimenes de concreto.
- NOH-C-161 Muestreo de concreto fresco.
- NOH-C-162 Industria de la construcci3n - Concreto - Determinaci3n del peso unitario, c3lculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el m3todo gravim3trico.

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta Norma se establece la siguiente definici3n:

3.1 Curado

Es el proceso mediante el cual, en un ambiente especificado de humedad y temperatura, se favorece la hidrataci3n del cemento o de los materiales cementantes en la mezcla.

4 APARATOS Y EQUIPO

4.1 Moldes

Prohibida su reproducci3n sin autorizaci3n de la Comisi3n Ejecutiva de Normas



SECCION D.03N

Los moldes y los accesorios, para elaborar los especímenes de concreto deben ser de acero, hierro fundido, u otro material no absorbente y no reactivo con el concreto de cemento portland u otros cementantes hidráulicos, deben conservar su forma y dimensiones bajo condiciones severas de uso, y ser impermeables, lo cual se puede juzgar por su habilidad para retener totalmente el agua que se vierte en ellos. En caso contrario se debe usar un material sellador adecuado, tal como una grasa pesada, arcilla moldeable, o parafina microcristalina para prevenir filtraciones a través de las juntas. (Véase inciso 6.1.2). Se debe contar con dispositivos para sujetar firmemente las placas de base a los moldes, estos se deben revestir interiormente, antes de usarse, con un aceite mineral o un material adecuado no reactivo con los ingredientes del concreto.

4.2 Moldes cilíndricos

Los moldes deben ser verticales de lámina gruesa, o de un material no absorbente, rígido. Los planos de las orillas deben formar un ángulo recto con el eje longitudinal, la diferencia de diámetros medidos en cualquier sentido no debe ser mayor de 1.5 mm y la altura no debe variar en más de 6mm.

La base de los moldes metálicos debe ser una placa lisa del mismo material; en moldes de otro material la base puede ser metálica o integralmente moldeada del mismo material. Las bases deben contar con dispositivos de sujeción al molde para que formen un ángulo recto con el eje del cilindro.

4.3 Moldes para vigas

Los moldes para vigas deben ser de forma rectangular y de las dimensiones requeridas para producir los especímenes estipulados en 5.2. La superficie inferior de los moldes debe ser lisa y estar libre de protuberancias. Los lados, la parte inferior y los extremos, deben formar ángulos rectos entre sí y deben ser planos y estar libres de alabeos. La variación máxima de la sección transversal nominal no debe exceder de 3 mm para moldes de 15 ó más de peralte o ancho. Los moldes no deben tener una longitud menor en 1.5 mm de la longitud requerida (véase 5.2). Deben satisfacer los requisitos de impermeabilidad expresados en 6.1.2

4.4 Varilla para la compactación

La varilla debe ser lisa, de sección circular, de acero, recta, de 16.0 ± 1.5 mm de diámetro y 60 ± 3 cm de longitud, cuando menos con uno de los extremos semi-esférico, del mismo diámetro.

4.5 Vibradores

Los vibradores de inserción pueden ser de ficha flexible o rígida, de preferencia accionados por un motor eléctrico. La frecuencia de vibración debe ser de 7,000 ó más vibraciones por minuto, dentro del concreto. El diámetro exterior o la dimensión lateral del cabezal no debe ser menor de 20mm ni mayor de 40 mm. La longitud combinada de la ficha y el cabezal debe exceder la profundidad máxima de la sección que se vibra en por lo menos 10 cm. Los vibradores extremos pueden ser de dos tipos: de masa o de plancha. Su frecuencia de vibración no debe ser menor de 3600 vibraciones por minuto.

SECOPI-NGN

Se debe contar con dispositivos adecuados para fijar firmemente los moldes al aparato vibrador y se debe emplear un tacómetro para verificar la frecuencia de vibración.

Los impulsos vibratorios frecuentemente se imparten por medio de vibraciones -- electromagnéticas y por masas excéntricas, accionadas directa o indirectamente con motores eléctricos.

4.6 Herramienta auxiliar

Se deben tener a mano herramientas auxiliares tales como palas, cucharas de albañil, llanas de madera o metálicas, enrasador, reglas y escantillones.

4.7 Equipo para revenimiento

El equipo para medir el revenimiento debe cumplir con lo descrito en la NOM-C-156 en vigor, (véase 2).

4.8 Recipiente para remezclado de la muestra

Este puede ser una charola de lámina gruesa de metal o una carretilla limpia, no absorbente, de capacidad suficiente para permitir un mezclado fácil de la muestra total con una cuchara o pala.

4.9 Equipo para determinar el contenido de aire.

El equipo para medir el contenido de aire cuando así se requiera debe cumplir con lo especificado en la NOM-C-162 ó por la NOM-C-157 (véase 2).

5 ELABORACION DE ESPECIMENES

5.1 Prueba de resistencia a la compresión

5.1.1 Los especímenes para determinar la resistencia a la compresión deben ser cilindros de concreto, colados en posición vertical, con longitud igual a dos veces el diámetro. El espécimen debe ser un cilindro de 15 x 30 cm, cuando el tamaño máximo del agregado grueso excede de 5 mm. El diámetro del cilindro debe ser por lo menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado del concreto (véase inciso 5.1A). A menos que se requiera por las especificaciones de proyecto, no se deben hacer en el campo cilindros menores de 15 x 30 cm.

5.2 Pruebas de resistencia a la flexión

5.2.1. Los especímenes para determinar la resistencia a la flexión deben ser vigas rectangulares de concreto, coladas con el eje longitudinal en posición horizontal. La longitud debe ser por lo menos 5 cm mayor que tres veces el peralte en la posición del ensayo. No debe exceder de 1.5 la relación de ancho peralte. La viga tipo debe ser de 15 x 15 cm de sección transversal y se debe usar para concreto con tamaño máximo del agregado hasta de 50 mm.



SECOFI - DGN

Cuando el tamaño máximo del agregado grueso exceda de 50 mm, la menor dimensión de la sección transversal de la viga debe ser por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. (ver inciso 6.1.3). Asimismo, que se requiera, por las especificaciones del proyecto, no se deben hacer vigas en el campo con un ancho o peralte menor de 15 cm.

5.3 Moldeo

5.3.1 Lugar para el moldeo

Los especímenes se deben moldear inmediatamente después de obtenida y remezclada la muestra, sobre una superficie horizontal rígida, nivelada, libre de vibraciones y otras perturbaciones, en el lugar donde se almacenen a cubierto durante el primer día y deben evitarse golpes, inclinaciones del espécimen o alteraciones de su superficie.

5.3.2 Vaciado del concreto

El concreto se debe vaciar con un cucharón en los moldes. Cada porción de concreto obtenida de la charola de mezclado debe ser representativa de la revoltura, es necesario remezclar el concreto en la charola con una pala o cuchara para prevenir la segregación durante el moldeo de los especímenes, debe moverse el cucharón alrededor del borde superior del molde a medida que el concreto se vaya descargando con el fin de asegurar una distribución homogénea del mismo y minimizar la segregación del agregado grueso dentro del molde. Posteriormente debe distribuirse el concreto usando la varilla de compactación antes de iniciar la misma. Durante el colado de la capa final, el operario debe añadir una cantidad de concreto tal que sobrepase el cupo del molde y lo llene totalmente después de la compactación. El número de capas para llenar el molde y compactarlas debe efectuarse según lo indicado en la tabla 1.

5.4 Compactación

5.4.1 Método de compactación

La elaboración de especímenes adecuados requiere de métodos de compactación apropiados. Los métodos de compactación son varillado y vibrado interno o externo. La selección del método de compactación debe basarse en el revenimiento; a menos que el método se establezca en las especificaciones bajo las cuales se cumple el contrato. Se debe varillar el concreto que tenga un revenimiento mayor de 8 cm. Los revenimientos de 3 a 8 se pueden varillar o vibrar. Se deben vibrar los concretos con revenimientos menores de 3 cm.



5.4.1.1 Varillado SECOFI-DGN

Se coloca el concreto dentro del molde, en el número de capas que se especifiquen de aproximadamente igual volumen cada una. Se varilla cada capa con el extremo redondeado, efectuando el número de penetraciones especificado en la Tabla 2. En el caso de vigas el número de varillados por capa requerida es uno por cada 10 cm² de superficie del espécimen. Se varilla la capa inferior en todo su espesor, se distribuyen las penetraciones uniformemente en toda la sección transversal del molde, permitiendo que la varilla penetre aproximadamente 10 mm dentro de la capa inmediata inferior, cuando el espesor de esa capa sea menor de 10 cm y aproximadamente de 20 mm, cuando el espesor de la capa sea 10 cm o más. Si la varilla produce oquedades, se golpean ligeramente las paredes del molde para eliminarlas. En el caso de las vigas después de que cada capa se ha varillado, debe introducirse y sacarse repetidamente una cuchara de albañil u otra herramienta adecuada en la zona de contacto del concreto y el molde en su perímetro.

5.4.1.2 Vibrado

Se mantiene una duración especificada de vibrado para cada clase de concreto, de vibrador y de molde de espécimen empleado. La duración requerida para la vibración depende de la trabajabilidad del concreto y de la efectividad del vibrador. Se efectúa la vibración solo el tiempo necesario para lograr una compactación apropiada del concreto; generalmente la vibración es suficiente cuando el agregado grueso comienza a desaparecer de la superficie y ésta empieza a tener un aspecto relativamente liso. El exceso de vibración puede producir segregación. Al llenar los moldes se vibran empleando el número de capas especificadas en la Tabla 1, con volúmenes aproximadamente iguales. Se coloca dentro del molde todo el concreto de una capa antes de iniciar la vibración de la misma. Se coloca la última capa en tal forma que se evite rebosar el molde en más de 5 mm, se enrasa la superficie ya sea durante la vibración cuando ésta se aplique exteriormente o después cuando se aplique interiormente. Cuando se enrasa después de la vibración, se agrega solamente la cantidad de concreto necesario, con el cucharón, para rebosar el molde en 3 mm, distribuyéndolo y enrasándolo en la superficie.

5.4.1.2.1 Vibración interna

El diámetro de la flecha del vibrador interno debe ser, como máximo, la tercera parte del ancho del molde en el caso de vigas o prismas. Para cilindros, la relación del diámetro del cilindro al del vibrador debe ser de 4 o mayor. Al compactar el espécimen, el vibrador no debe tocar el fondo, los lados del molde o tocar los elementos embebidos en el concreto. Se extrae cuidadosamente el vibrador en tal forma que no produzca oquedades en el espécimen. Después de vibrar cada capa se golpean ligeramente los lados del molde para asegurar la eliminación de burbujas de aire atrapado en el espécimen.



SECOFI - DGN

T A B L A 1

Número de capas requeridas para los especímenes

Tipo y altura del espécimen (cm)	Forma de Compac-tación	Número de capas	Espesor. aproximado de la capa (cm)
Cilindros			
30	Varillado	3 iguales	10
más de 30	Varillado	Las que se requieran	10 ó fracción
de 30 a 45	Vibrado	2 iguales	la mitad de la - profundidad del espécimen.
más de 45	Vibrado	3 ó más	15 ó lo más cercano posible.
Vigas:			
de 15 a 20	Varillado	2 iguales	La mitad de la - profundidad del espécimen.
más de 20	Varillado	3 ó más	10 ó fracción
de 15 a 20	Vibrado	1	profundidad del espécimen.
más de 20	Vibrado	2 ó más	20 ó lo más cercano posible.

T A B L A 2

Número de penetraciones de la varilla para el moldeado de especímenes cilíndricos.

Díámetro del cilindro (cm)	Número de penetraciones por capa
15	25
20	50
25	75



NOM-C-160-1986

7/11

5.4.1.2.1.1. Cilindros

SECOFI-DGN

Se debe introducir el vibrador siempre en forma vertical, tres veces en diferentes puntos de cada capa. Se deja que el vibrador penetre a través de la capa que se está vibrando y dentro de la capa inferior aproximadamente 2 cm.

5.4.1.2.1.2 Vigas

Se debe introducir el vibrador siempre en forma vertical en distancias que no excedan de 15 cm a lo largo de la línea centro de la dimensión longitudinal del espécimen. Para especímenes cuyo ancho sea mayor que 15 cm se hacen inserciones en forma alternada a lo largo de dos líneas de referencia. Para ambos casos, se deja que la flecha del vibrador penetre 2 cm aproximadamente en la capa inferior.

5.4.1.2.2 Vibración externa

Cuando se use un vibrador externo se debe tener cuidado para asegurar que el molde esté firmemente fijado o asegurado contra el elemento vibratorio o la superficie vibradora. El molde debe ser lo suficientemente rígido para asegurar la transmisión de vibración al concreto y no perder su forma durante el vibrado.

5.5 Acabado

Después de la compactación con cualquiera de los métodos anteriores, a menos que el enrasado se haya efectuado durante la vibración (5.4.1.2), se enrasa la superficie del concreto y se termina de acuerdo con el método empleado. Si no se especifica el tipo de acabado, se termina la superficie con un enrasador de madera o de metal. Se efectúa el acabado con el mínimo de pasadas necesarias para producir una superficie plana y uniforme, que esté a nivel con las orillas del molde y que no tenga depresiones o promontorios de más de 3 mm.

5.5.1 Cilindros

Después de compactado se termina la superficie superior enrasándola con un enrasador de madera o metal, si se desea se puede cabecear la superficie del cilindro recién elaborado con una capa delgada de pasta de cemento, de consistencia rígida, que se endurezca y se cure con el espécimen, como se describe en la NOM-C-109 (véase 2).

5.6 Curado

5.6.1 Protección después del acabado

Para evitar la evaporación del agua de los especímenes de concreto sin fraguar, se deben cubrir inmediatamente después de terminados, de preferencia con una placa o tapa no absorbente y no reactiva o con una tela de plástico resistente, durable e impermeable. Se puede emplear yute húmedo, pero debe cuidarse de mantenerlo con humedad evitando el contacto con el concreto hasta que los especímenes sean extraídos de los moldes.



El colocar una tela de plástico sobre el yute ayuda a mantenerlo húmedo.

SECOPI-DGN

5.6.2 Curado inicial

Durante las primeras 24 horas después del moldeado, todos los especímenes de prueba deben almacenarse bajo condiciones que mantengan la temperatura adyacente a los especímenes en el intervalo de 299 a 300 K (16 a 27°C) y prevenir -- pérdidas de humedad de los especímenes. La temperatura de almacenamiento se -- puede regular por medio de ventilación, o por evaporación del agua de la arena o sacos de yute (ver inciso 6.1.6), o usando dispositivos de calentamiento tales como estufas, focos o cables de calefacción controlados termostáticamente. Un registro de la temperatura de los especímenes se puede establecer por medio de termómetros de máxima y mínima. Los especímenes pueden almacenarse en cajas cerradas, en pozos con arena húmeda, en construcciones temporales en los lugares de edificación, bajo sacos de yute húmedos en climas favorables, o en sacos de plástico cerrados o usar otros métodos adecuados siempre y cuando se -- cumplan los requerimientos anteriores que limiten la temperatura del espécimen y la pérdida de humedad.

5.6.2.1 Curado de cilindros

5.6.2.1.1 Los especímenes de prueba elaborados para comprobar las proporciones de la mezcla para propósitos de resistencia, o como base para la aceptación, deben retirarse de los moldes, de preferencia a las 24 horas después del moldeado permitiéndose un margen de entre 20 y 48 horas y almacenar de inmediato en una condición húmeda a la temperatura de 296 ± 2 K ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) hasta el momento de la prueba (ver inciso 6.1.6).

El tratamiento de curado húmedo de los especímenes desmoldados significa que -- los especímenes de prueba tienen agua libre sobre toda la superficie en todo -- momento. Esta condición se cumple por inmersión en agua saturada de cal a la temperatura de 296 ± 2 K ($23 \pm 2^\circ\text{C}$), o con almacenamiento en un cuarto o gabinete húmedo, cuya humedad relativa sea del 95 al 100% y su temperatura de 296 ± 2 K ($23 \pm 2^\circ\text{C}$). Los especímenes no deben exponerse al goteo o corrientes -- de agua.

5.6.2.1.2 Curado de cilindros para determinar el tiempo de retiro de la cimbra o cuando se puede poner en servicio una estructura.

Los especímenes elaborados para determinar cuando se puede retirar la cimbra -- o cuando se puede poner en servicio una estructura, deben almacenarse en o sobre la estructura o lo más cerca que sea posible y recibir la misma protección que los elementos de la estructura que representen. Los especímenes deben probarse en la condición húmeda que resulte del tratamiento de curado especificado. Para cumplir estas condiciones, los especímenes hechos con el propósito de determinar cuando se puede poner en servicio una estructura, deben quitarse de los moldes en el momento de retiro de la cimbra. Deben seguirse las disposiciones de 5.6.2.2 donde sean aplicables para quitar los especímenes de los moldes.



5.6.2.2. Curado de vigas

SECOFI-DGN

5.6.2.2.1 Los especímenes de prueba fabricados para comprobar las propiedades de la mezcla para resistencia a la flexión, como base de aceptación e -- para control de calidad, deben retirarse del molde entre 24 y 48 horas después -- del moldeado, y deben curarse de acuerdo con las disposiciones de 5.6.2.1., ex- -- cepto que deben almacenarse durante un período mínimo de 20 horas inmediatamente -- antes de la prueba, en agua saturada de cal a $296 \pm 2 \text{ K}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$). -- Debe prevenirse el secado de la superficie del espécimen al final del período, -- entre el momento de retiro del espécimen de su curado, hasta el inicio de la -- prueba. Zonas secas de la superficie de los especímenes para flexión inducen es- -- fuerzos de tensión en las fibras extremas que marcadamente reducen la resisten- -- cia a la flexión de los especímenes. (Ver inciso 6.1.7).

5.6.2.2.2 Curado de vigas para determinar cuando se puede poner en servicio una estructura.

Para determinar cuando se puede poner en servicio una estructura, deben curarse los especímenes, en la misma forma que el concreto en la obra. A las 48 ± 4 -- horas después de haberse moldeado, se deben transportar los especímenes en los -- moldes a un lugar seguro, de preferencia cercano al laboratorio de campo y re- -- tirarse los moldes.

Los especímenes que representan pavimentos o losas apoyadas sobre el suelo, du- -- ben almacenarse colocándolos en el suelo donde se moldearon con su superficie -- superior hacia arriba. Los lados y extremos de los especímenes deben resguardar- -- se con tierra o arena que debe mantenerse húmeda, dejando la superficie superior -- expuesta al tratamiento de curado. Los especímenes que representen concreto es- -- tructural deben almacenarse lo más cerca posible a la estructura que representen -- y deben recibir la misma protección de temperatura del medio ambiente y curado -- de ésta. Al final del período de curado, los especímenes deben dejarse en el lu- -- gar expuesto a la intemperie en las mismas condiciones que la estructura. Todos -- los especímenes de vigas deben retirarse del almacenamiento en el campo y alma- -- cenarse en agua de cal a $296 \pm 2 \text{ K}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$), durante 24 \pm 4 horas inme- -- diatamente antes de la prueba para asegurar una condición uniforme de humedad. -- Deben tomarse las precauciones dadas en 5.6.2.1.2 para prevenir el secado entre- -- el momento de retiro del curado hasta el inicio de la prueba.

5.7 Traslado al laboratorio

Los cilindros y vigas que se van a transportar del campo al laboratorio, para su -- prueba, deben empaquetarse en cajas resistentes de madera u otros recipientes ade- -- cuados, rodeados con arena, aserrín u otros materiales de empaque adecuados en -- condición húmeda y protegerse de la congelación durante su transporte. Al raci- -- birlos en el laboratorio deben colocarse inmediatamente en el cuarto de curado -- a $296 \pm 2 \text{ K}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$). Las vigas deben transportarse con el eje longitudi- -- nal en posición vertical. La base de apoyo de los especímenes debe tener el -- amortiguamiento necesario para evitar dañarlos.


 NOM-C-160-1986
 10/11

 6 APENDICE
 SECOFI - DGN

6.1 Observaciones

6.1.1 Para la elaboración y curado de especímenes en el laboratorio véase la NOM-C-159 (véase 2)

6.1.2 Los moldes, para considerarse estancos, deben ser llenados con agua en un 90 a 95% de su altura. Después de una hora se debe examinar el molde para determinar si hay fugas visibles. La pérdida del agua estancada, expresada en por ciento del volumen inicial, no debe ser mayor del 2%.

6.1.3 En general, el tamaño máximo nominal del agregado grueso es aquel en cuya criba se retiene como máximo el 10%.

6.1.4 No se consideran en este método los concretos de tan bajo contenido de agua que no sea posible compactarlos adecuadamente por los métodos aquí descritos o que requieran de otros tamaños y formas de especímenes para representar el producto o la estructura. Los especímenes para tales concretos deben hacerse de acuerdo con los requerimientos de la NOM-C-159 (véase 2), con relación al tamaño y forma del espécimen y método de compactación.

6.1.5 Se debe tomar en cuenta que la temperatura debajo de los sacos de yute húmedos o materiales similares, siempre es menor que la temperatura del medio que lo rodea si se presenta evaporación.

6.1.6 Muestreo del concreto

Las muestras de concreto para elaborar los especímenes se tomarán de acuerdo con la NOM-C-161. El lugar de destino de la revoltura de concreto muestreada debe anotarse en el registro de la obra en forma clara y precisa.

6.1.7 Prueba de revenimiento

6.1.7.1 El revenimiento y rendimiento de cada revoltura de concreto, del cual se hacen los especímenes, debe determinarse inmediatamente después del mezclado de acuerdo con las disposiciones de las NOM-C-156- y C-162. El concreto sobrante usado para la prueba de revenimiento y rendimiento puede emplearse remezclándolo en la obra.

La determinación del aire incluido debe efectuarse de acuerdo a la NOM-C-162 y el concreto sobrante utilizado en la prueba debe desecharse.

7 BIBLIOGRAFIA

ASTM-C-31-G9

MAKING AND CURING CONCRETE COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH TESTS SPECIMENS IN THE FIELD.



NOM-C-160-1986

11/11

SECOFI - DGN

ASTM-C-33-71a

— SPEC. FOR CONCRETE AGGREGATES

ASTM-C-162-69

MAKING AND CURING CONCRETE TEST SPECIMENS IN THE LABORATORY

ASTM-C-470-71 T

SPEC. FOR SINGLE - USE MOLDS FOR FORMING 6 BY 12 IN. (152 BY 303 mm) CONCRETE TEST CYLINDERS.

ASTM-C-617- 71a

CAPPING-CYLINDRICAL-CONCRETE SPECIMENS.

ASTM-C-448-54

(1968) SPEC FOR STANDARD SIZES OF COARSE AGGREGATE FOR HIGHWAY CONSTRUCTION.

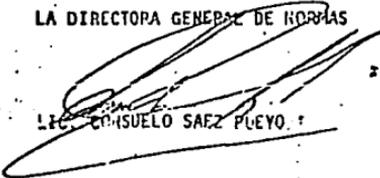
B

CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No se puede establecer concordancia por no existir referencia al momento de la elaboración de la presente.

México, D.F., 14 ABR. 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS



LIC. CONSUELO SÁEZ PLEYO



JAGS/ELG/YLGS/JG/M/RSV/sca.



NORMA OFICIAL MEXICANA
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-CONCRETO
FRESCO-MUESTREO

NO-C-161-1987

BUILDING INDUSTRY-FRESH CONCRETE-SAMPLING

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método para obtener muestras representativas de concreto fresco, tal como se entrega en el sitio de la obra y con las cuales se realizan las pruebas para determinar el cumplimiento de los requisitos de calidad convenidos. Este método incluye el muestreo de concreto fresco procedente de mezcladoras estacionarias, de pavimentadoras y de camiones mezcladores, agitadores o de volteo.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente:

NOH-C-251 Industria de la Construcción-Concreto-Terminología.

3 APARATOS Y EQUIPO

3.1 Recipiente.

Un recipiente adecuado, con capacidad mínima de 15 litros (cubeta, charola o cacerilla). Debe ser impermeable, limpio y no absorbente.

3.2 Charola.

Puede ser un recipiente, preferentemente de acero, limpio, impermeable y no absorbente, con la capacidad adecuada para el tamaño total de la muestra.

3.3 Cucharón.

Debe estar limpio y debe ser impermeable, no absorbente, con capacidad aproximada de 1 litro y de forma adecuada que evite la pérdida de material por sucostados.

4 PROCEDIMIENTO

Los procedimientos usados en el muestreo incluyen todas las operaciones que ayuden a obtener muestras representativas de la naturaleza y condiciones del

Referencias.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

28 OCT. 1987

Revisión técnica.

C/J. CELA LA
NOM-C-161-1987

**SECOF : DGN**

concreto muestreado y no debe tomarse la muestra sino hasta que se haya agregado toda el agua de mezclado y la mezcla esté homogénea.

4.1 Muestreo de mezcladoras estacionarias (fijas y basculantes).

La muestra se obtiene interceptando el flujo completo de descarga de la mezcladora, con el recipiente aproximadamente a la mitad de la descarga del tambor de la mezcladora o desviando el flujo completamente, de tal modo que des carguen el recipiente. Debe tenerse cuidado de no restringir el flujo de la mezcladora con compuertas u otros medios que causen segregación del concreto.

4.2 Muestreo de pavimentadoras.

El contenido de la pavimentadora debe descargarse y la muestra debe tomarse con el cucharón (no debe utilizarse pala) de por lo menos 3 distintos puntos distribuidos razonablemente en toda el área del volumen descargado. Debe evitarse la contaminación con el material de subbase o un contacto prolongado con una subbase absorbente.

4.3 Muestreo de la olla de camión mezclador o agitador.

La muestra se toma en tres o más intervalos, interceptando todo el flujo de la descarga, teniendo la precaución de no tomarla antes del 15% ni después del 85% de la misma.

El muestreo se hace pasando repetidamente el recipiente en la descarga, interceptándola totalmente cada vez, o desviando el flujo completamente de tal modo que descargue en el recipiente. La velocidad de descarga debe controlarse con el número de revoluciones de la olla y no por la mayor o la menor abertura de la compuerta.

4.4 Muestreo de camiones caja, con o sin agitadores, de volteo u otros tipos.

Las muestras deben obtenerse por cualquiera de los procedimientos descritos en los párrafos 4.1, 4.2 y 4.3, el que sea más aplicable bajo las condiciones dadas.

4.5 Cantidad de la muestra.

La muestra debe ser una cantidad suficiente para la realización de todas y cada una de las pruebas. Se recomienda que la muestra sea superior al volumen requerido y esté de acuerdo con el tamaño máximo del agregado.

4.6 Remezclado de la muestra.

La muestra debe transportarse sin pérdida de material al lugar donde se efectúan las pruebas y debe remezclarse para asegurar su uniformidad.



SECOPI-DGN

4.7 Tiempo.

El intervalo entre la obtención de la primera y última porción de una muestra debe ser tan corto como sea posible, y nunca más de 15 min.

El periodo entre tomar la muestra y usarla no debe exceder de 15 min. Las pruebas de revenimiento o de aire incluido deben iniciarse dentro de los 5 min después de que el muestreo se haya terminado.

La muestra debe protegerse en ese intervalo de los rayos solares, el viento y otros factores que causen rápida evaporación o contaminación de la muestra.

5 BIBLIOGRAFIA

ASTM-C-172-82 Sampling Fresh Concrete.

6 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No puede establecerse concordancia por no existir referencia al momento de la elaboración de la presente.

MEXICO, D.F., A 7 OCT. 1987

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO.

JAS/G:MO/ALU/JEDH/KAT/esc.