



111
201
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SUPERVISION DE OBRAS
EN CONCRETO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

LUIS FDO. PRADO CORTES

IS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1991



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.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I. COMPONENTES DEL CONCRETO

CAPITULO II. DISEÑO DE MEZCLAS

CAPITULO III. CONCRETO PREMEZCLADO

CAPITULO IV. COLOCACION DEL CONCRETO EN CLIMAS CALUROSOS

CAPITULO V. CONSOLIDACION DEL CONCRETO

CAPITULO VI. CURADO

CAPITULO VII. EVALUACION DEL CONCRETO

CAPITULO VIII. CONCLUSIONES

APENDICE

INTRODUCCION

En 1824 en Inglaterra Joseph Aspdin obtuvo el primer cemento Portland y en 1845 Isaac Johnson quemó una mezcla de arcilla y caliza hasta formar el clinker con la cual se produjo la reacción necesaria para la formación de un compuesto fuertemente cementoso.

El nombre Portland es debido a la semejanza de color del cemento fraguado y la piedra de Portland, Inglaterra.

A fines del siglo XIX, antes de que se generalizará el empleo del acero de refuerzo se colocaban mezclas de concreto bastante secas, compactadas mediante grandes pisones. Al comenzar el siglo XX, con el uso generalizado del acero se cambió al empleo de mezclas muy fluidas. En la tercera década se demostró el principio de la relación agua/cemento, lo anterior dió lugar a que se formularan especificaciones e inspecciones.

La calidad del concreto depende en gran parte del empleo de materiales de excelente calidad y de métodos convenientes de diseño, esto no será suficiente a menos que la construcción se ejecute adecuadamente, la supervisión de las operaciones de construcción deberán llevarse a cabo con el fin de asegurarse que el trabajo se ejecuta en forma conveniente.

El costo de una supervisión adecuada con personal competente, es relativamente bajo comparado con la garantía que se obtiene en la calidad de la obra.

CAPITULO 1

fusión de materiales arcillosos y calizas que contengan óxido de calcio, silicio, aluminio y fierro en cantidades convenientes y calculadas, y sin mas adición posterior que yeso sin calcinar, asi como materiales que no excedan del 1% del peso total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento.

La calidad del cemento depende de la proporción en que se encuentran sus compuestos y del proceso de fabricación.

COMPONENTES DEL CEMENTO

Silicato Tricalcico. Es un compuesto que proporciona las resistencias mecanicas a edades tempranas del cemento, aproximadamente 28 dias.

Silicato Dicalcico. Es un compuesto con propiedades hidraúlicas y proporciona las resistencias mecánicas a edades mayores de 28 dias.

Estos dos compuestos nos dan una idea de la resistencia que puede alcanzarse en un cemento. El valor de la suma de estos debe ser igual o mayor al 70 %.

Aluminato Tricalcico. No presenta propiedades hidraúlicas, su contribución es el dar una leve resistencia inicial; acelerar el fraguado y generar un elevado calor de hidratación. A las desventajas anteriores debe agregarse el hecho de que es el punto vulnerable al ataque de los sulfatos, pues al combinarse con ellos forma un compuesto expan-

sivo conocido como germen o bacilo del cemento que es un sulfoaluminato calcico hidratado, el cual aumenta grandemente su volumen, lo que produce esfuerzos internos en el concreto que causa su desintegración.

En las normas del cemento, el aluminato tricálcico es el compuesto que se limita principalmente para la obtención de los cementos tipo II, IV y V, y a medida que se disminuye el porcentaje permitido se obtienen cementos con mejores resistencias al ataque de los sulfatos y con menor calor de hidratación.

Aluminio Ferrito Tetracálcico. Este compuesto no tiene influencia decisiva en las propiedades del cemento.

COMPUESTOS SECUNDARIOS

Cal libre (CaO libre). En un buen cemento el porcentaje de este compuesto tendrá un valor mínimo pues a medida que aumenta nos indicará que en su elaboración ha habido deficiencias en la dosificación de las materias primas, molienda del polvo crudo o calcinación. También es un compuesto indeseado, dado que es expansivo y aumenta su volumen después de que los otros compuestos del cemento ya han alcanzado su volumen final.

Oxido de Magnesia (MgO). Es un producto que no tiene propiedades hidráulicas y similarmente a la cal, en contacto con el agua se hidrata aumentando su volumen. Un porcentaje

elevado de magnesia indica el peligro de expansión siendo más peligrosa, pues se manifiesta con gran lentitud, através de los años.

Sulfato de Calcio (CaSO_4). Proviene del yeso que se añade al clinker durante la molienda final. Debe ser suficiente para regular el tiempo de fraguado del cemento, sin que se exceda del valor necesario ya que, de suceder lo anterior, pueden llegarse a producir expansiones.

Alcalis. El contenido de estos compuestos se limita en los cementos, como máximo entre 0.8 y 1.2 % ya que al reaccionar con algunos tipos de agregados del concreto, producen expansiones.

Superficie Especifica o Finura. Nos indica que tan finamente ha sido molido el cemento, sin embargo, no es un factor decisivo para clasificar si es bueno, y es frecuente que algunos productos que tienen una inadecuada composición química, presentan una alta finura, lo que da mejores resistencias mecánicas iniciales, en los primeros días. También sucede que a mayor finura se genera mayor calor de hidratación y si esta es excesiva, los fenómenos de exudación son más acentuados. Cuando se desean tener resistencias mecánicas elevadas en forma rápida, se deberá seleccionar un cemento que reúna buena composición química y finura adecuada.

Color. Un cemento portland oscuro debe su coloración principalmente al contenido de óxido de fierro, siendo mas claro, mientras menor es su contenido. Con bajos contenidos no pueden eliminar efectos perjudiciales de la alúmina y por lo tanto su porcentaje de aluminato tricálcico es mayor, con los graves inconvenientes que esto representa.

PROCESO DE FABRICACION.

Las materias primas utilizadas en la elaboración del cemento son dos principalmente: un material calcáreo, tal como la piedra caliza, o marga y un material arcilloso. Algunas veces los materiales calcáreos y arcillosos se encuentran combinados en depósitos naturales. La dosificación de las materias primas debe mantenerse en proporciones muy precisas.

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta el principio de la fusión (alrededor de 1 500 grados centígrados), usualmente en grandes hornos giratorios.

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina "clinker".

El clinker se enfría y tritura hasta obtener un polvo muy fino que a continuación, se adiciona un poco de yeso y el producto comercial resultante es el cemento. (FOTO A 1).



FOTO N 1

Proceso Húmedo. Cuando se emplea marga, este material se tritura finamente y se dispersa en agua en un molino de lavado, la arcilla también se tritura y se mezcla con agua, generalmente en un molino semejante al anterior.

La lechada resultante fluye a tanques de almacenamiento. De aquí en adelante el proceso es el mismo, sin importar la naturaleza original de las materias primas.

TIPOS DE CEMENTO

A continuación se describen los más comúnmente elaborados:

Tipo I. Cemento Normal. Es un cemento cuyas ventajas son convenientes para todo uso.

Tipo II. Cemento Modificado. Este cemento es usado en las construcciones en donde se requieren grandes masas de concreto como son las presas, y en donde hay que tomar precauciones cuando existe ataque moderado de sulfatos. Tiene más baja generación de calor que el tipo I.

Tipo III. Cemento de Resistencia Rápida. Este es usado cuando se desean resistencias altas en un período de tiempo muy corto.

Tipo IV. Cemento de Bajo Calor. El empleo de este cemento se requiere cuando la cantidad y medida del calor por el proceso de fraguado debe ser mantenido a un mínimo.

Se recomienda su uso en grandes masas de concreto.

Tipo V. Cemento Resistente a los Sulfatos. Su uso se recomienda en construcciones expuestas a un severo ataque de sulfatos, ejemplo: pozos petroleros, terrenos o agua que tenga alta concentración de sulfatos.

Composición mineralógica	Tipo I Común %	Tipo II Modificado %	Tipo III R.R. rápida %	Tipo V R.Sulfatos %
Silicato Tricálcico	48	44	50	46
Silicato Dicalcico	21	25	20	30
Aluminato Tricálcico	13	6	13	2
Aluminio Ferrito Te-tracálcico	8	13	7	12
Sulfato de Calcio	6	4	7	3

Secuencia de las reacciones básicas de hidratación.

En los primeros minutos se llevan a cabo los siguientes procesos:

Procesos químicos: Rápida disolución inicial de sulfatos y aluminatos de alcali; hidratación inicial del Silicato Tricálcico; formación de etringita.

Procesos Físicos: Alta velocidad de evolución de calor. Los cambios en la composición de la fase líquida pueden influir en el fraguado.

Período de inducción (De 1 a 4 hrs.).

Procesos químicos: Disminución de silicato, pero aumento en la concentración de iones de Ca^{2+} ; se inicia la formación de núcleos de CH y C-S-H.

Procesos físicos: Formación de los primeros productos de la hidratación; baja velocidad de evolución de calor. La hidratación de los silicatos de calcio determinan el fraguado inicial.

Etapas de aceleración (De 3 a 12 hrs.).

Procesos químicos: Rápida reacción química de los silicatos de Ca para formar C-S-H y CH.

Procesos físicos: Rápida formación de hidratos provocan una disminución en la porosidad; alta velocidad de evolución de calor.

Fraguado inicial; cambio de consistencia plástica a

igida; desarrollo de la resistencia temprana; fraguado final.

Etapa de posaceleración.

Procesos químicos: Formación de CH y C-S-H controlada por difusión; recristalización de etringita a monosulfato y polimerización de posibles silicatos.

Procesos físicos: Disminución de la evolución de calor. Formación de la adherencia entre partículas y entre la pasta y el agregado.

Desarrollo de la resistencia a velocidad decreciente. La porosidad y la morfología del sistema hidratado determinan la resistencia final, la estabilidad del volumen y la durabilidad.

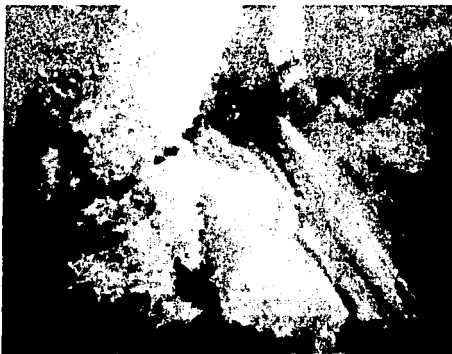


FOTO N. 2

b) AGREGADOS PETREOS.

Los agregados juegan un papel importante en la calidad del concreto; es necesario tener un entendimiento de las propiedades de los agregados, tales como: Resistencia al congelamiento, al deshielo, estabilidad química, resistencia a la compresión, forma de la partícula, textura superficial y resistencia a la abrasión.

Arena, grava y roca triturada son los tipos de agregados más comúnmente usados en el concreto para dar volumen a bajo costo.

Ya que los agregados ocupan aproximadamente del 60 a un 80 % del volumen.

Los agregados para concreto se pueden clasificar de acuerdo a las siguientes características:

Por su origen

Por su peso

Por su tamaño

Por su forma y tamaño, están contempladas en la NOM C - 111 - 1980 (agregados para concreto).

Clasificación por su origen: Las rocas se dividen en tres grupos principalmente :

Rocas ígneas

Rocas sedimentarias

Rocas metamórficas.

Saber el origen y su composición mineralógica es importante, principalmente para definir reacciones nocivas en los localis del cemento.

Clasificación por su peso. Principalmente es para conocer o diseñar el peso de las mezclas de concreto.

Clasificación por tamaño. En forma general se clasifican en gruesos y finos.

Clasificación por su forma y textura. Las características de forma y textura tienen efectos en la compactación y su trabajabilidad. Por la forma de las partículas se clasifican :

Redondeada

Irregular

Lajeada

Angular

Escamosa

Elongada

Por su textura superficial de los agregados se pueden clasificar como sigue:

Vítrea

Lisa

Granular

Aspera

Cristalina

Porosa

Por lo cual podran alterar la demanda de agua y del cemento. La textura afecta a la adherencia entre las partículas y la pasta del cemento.

La presencia de agregados no cambia la microestructura esencial del gel del cemento. Sin embargo, la misma presencia de inclusiones ya sea en forma de partículas de arena o de agregados mayores, o de ambos, convierte lo que de otra manera sería considerado como una matriz homogénea en un sistema heterogéneo. La heterogeneidad del concreto se aprecia cuando se considera que, en promedio, los granos del cemento varían en tamaño desde 1 a 100 micras, las partículas de arena de 150 a 4750 micras y el agregado grueso de 5 a 40 mm. .

Se deduce entonces que, tal heterogeneidad, en la gran variación en la textura superficial y en la geometría de las

partículas, es imposible lograr adherencia perfecta entre la matriz de cemento y cada uno de los agregados, aunque se disponga de las condiciones ideales de mezclado. El concreto es un medio discontinuo y esencialmente heterogéneo, y así permanece durante toda su vida.

Sin embargo, la heterogeneidad del concreto y su naturaleza discontinua son ventajosas puesto que proporcionan la cuasiductibilidad y los mecanismos de disipación de energía esenciales para un material de construcción.

Adherencia agregado-matriz: Las propiedades y resistencia de cualquier sistema heterogéneo dependen de las características físicas y químicas de sus constituyentes y de las interacciones entre los mismos. La zona de contacto agregado - matriz es la fase más significativa del sistema del concreto, es también el enlace crítico y frecuentemente más débil del sistema heterogéneo.

Siempre existen algunas adherencias de fricción debidas a la geometría superficial del sistema de agregados, esto da lugar a la formación de microgrietas en la interfase agregado - matriz.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Es característica de los materiales de concreto su elevada resistencia a la compresión y su baja resistencia a la

tensión. La resistencia a la compresión se debe principalmente a las fuerzas de adherencia dentro de la estructura cristalina; estas fuerzas son de naturaleza química y de magnitud mucho mayor que las fuerzas de adherencia físicas.

Que son de una magnitud inferior y producen fácilmente fallas por tensión.

La resistencia del concreto se rige principalmente por la resistencia e interacciones de sus fases constituyentes:

- a) La resistencia de la fase de la matriz.
- b) La resistencia y el módulo de la fase del agregado.
- c) La resistencia de la interfase de adherencia entre la matriz y el agregado.

Resistencia de la matriz. Desempeña un papel importante, y depende principalmente de su porosidad, por lo tanto, de la relación agua/cemento; aunque la porosidad está influenciada también por el tipo de cemento, su composición física y química y el procedimiento de curado.

Resistencia de la partícula del agregado. La falla del concreto está regida por las resistencias relativas del agregado y de la interfase de adherencia. Con agregados normales, bajo carga de compresión, la partícula del agregado es generalmente más resistente que la matriz y la falla queda entonces regida por la resistencia de la adherencia agregado - matriz.

Sin embargo, si la adherencia aumenta por la geometría del agregado, por su textura superficial, o por interacciones químicas entonces puede incrementarse la resistencia del concreto.

En ocasiones ocurre la falla por fractura del agregado. Los resultados muestran que es el módulo de elasticidad del agregado grueso, el que está más claramente relacionado con la resistencia del concreto.

c) OTROS COMPONENTES.

Agua. Es el ingrediente de más bajo costo por unidad, si se desperdicia, puede llegar a ser extraordinariamente cara.

El agua; representa de un 12 a un 20 % de la masa total del concreto, se encuentra distribuida en las siguientes condiciones:

- 1.- La que fluidifica o mezcla a la masa de concreto.
- 2.- Para hidratar al cemento.
- 3.- Absorción física en la superficie interna del gel del cemento (poros).
- 4.- La que se encuentra libre en la pasta del cemento.

De estas condiciones mencionadas; la 3 y la 4, se consideran como agua que en el proceso de endurecimiento y adquisición de resistencias, se evapora.

Como regla general, se puede considerar que son aptas

para la elaboración del concreto, la mayor parte de las aguas potables.

Aunque no se puede establecer de manera absoluta, que la condición de potabilidad sea necesaria para la elaboración del concreto, ya que hay aguas insolubles que pueden ser utilizadas para este fin. Estas son:

Aguas puras; generalmente son producto de la lluvia, nieve, granizo y pozos de terrenos montañosos, cuyas rocas son resistentes al poder disolvente del agua, en general, tienen pocas sustancias disueltas.

Aguas ácidas naturales; provienen también de la lluvia pero tienen la particularidad de disolver el bioxido de carbono u óxido nítrico del aire, o que tienen su origen en pantanos que por la descomposición de la materia vegetal son ricas en ácidos húmicos.

Aguas fuertemente salinas; tienen alta concentración de sales como consecuencia del recorrido en diferentes terrenos.

Aguas alcalinas; provienen de terrenos graníticos, que debido a su poder disolvente, descomponen compuestos de las rocas.

Aguas cloruradas; contienen mayor proporción, de cloruros, originados por la acción disolvente de las aguas puras que atraviezan yacimientos de sal o lechos marinos.

Aguas recicladas; se utilizan en el lavado de unidades

revolvedoras que mediante un proceso de sedimentación se emplean en la fabricación del concreto.

Aguas industriales; provienen de los desechos industriales, las más perjudiciales para el concreto son las que contienen sulfatos, sulfuros, sales de amonio, ácido sulfúrico, azúcares, etc..

Aguas negras; producto de los desechos de las poblaciones, su composición es compleja y variable.

Aguas de mar; el componente de peligro es el sulfato de magnesio que contienen, aunque los cloruros, tienen tendencia a frenar la acción de los sulfatos.

Los tipos de aguas mencionadas anteriormente pueden ser utilizadas previo análisis químico y pruebas físicas que nos den la pauta a seguir.

Una de las pruebas iniciales de mayor importancia es el índice de concentración de iones hidrógeno (ph) que indica el grado de acidez o basicidad de las aguas.

Para determinar las características que presente el agua se debe usar la NDM C - 277 - 1980 (método para obtener muestra representativa de agua para concreto) y la NDM C - 283 - 1982 (agua para concreto).

Aire. El aire en el concreto puede estar ya sea atrapado por accidente ó a propósito. El contenido de aire es más o menos el 2 % del volumen total del concreto y éste aire es considerado aire atrapado. Tales huecos de aire resultan de la mezcla de los ingredientes al hacer concreto.

El aire atrapado no puede ser controlado como el aire incluido a propósito.

El concreto con aire incluido se produce usando un agente inclusor de aire.

La inclusión intencional de aire en el concreto tiene el propósito de hacerlo más resistente a los agentes del intemperismo.

Las pequeñas esferas formadas hacen que aumente la cohesión y la tensión superficial del concreto debido a su acción capilar y al encontrarse adheridas a la superficie de los agregados, hacen que los granos se liguen entre sí y no los dejan separar, con esto se consigue un aumento en la resistencia contra la segregación que se produce durante el transporte.

Las burbujas de aire hacen que se facilite el rodamiento entre los agregados, al disminuir la fricción interna en el concreto fresco.

Como una consecuencia de lo anterior, la inclusión de aire puede ser compensada con una disminución en el agua de mezclado, habiéndose observado en la práctica que se puede eliminar un volumen de agua equivalente a la mitad del aire incorporado en mezclas normales.

La resistencia final a la compresión de un concreto se reduce en un 3% en promedio por cada 1% de aire incluido.

Al efectuarse el colado, el aire incluido interrumpe los canales por donde el agua puede caminar y los convierte en alveolos discontinuos entre los cuales el agua no puede caminar.

Un concreto con estas características absorbe menos agua, es decir, es menos hidrosópico.

El concreto expuesto a bajas temperaturas, cuando el agua contenida en una burbuja se congela debido a la acción del frío, tiende a aumentar de volumen. El hielo pierde su efecto destructor ya que cada burbuja se convierte en un vaso de expansión contra la dilatación que sufre el agua al congelarse.

Aditivos. Material distinto del agua, agregados y cemento hidráulico que se usa como ingrediente en el concreto.

Los aditivos pueden ser usados para modificar las propiedades del concreto en tal forma que lo hagan más adecuado para las condiciones de trabajo o por economía.

Los aditivos de concreto pueden ser clasificados por su función o por su composición.

Por su función pueden ser:

- 1.- Aumentar la resistencia
- 2.- Retardar o acelerar el fraguado inicial
- 3.- Reducir el flujo capilar del agua
- 4.- Aumentar la adherencia entre el concreto y el acero

5.- Obtener concretos con propiedades fungicidas o insecticidas

6.- Inhibir la corrosión de los metales embebidos en el concreto

7.- Reducir el costo unitario del concreto.

Por su composición pueden ser:

- 1.- Reductores de agua
- 2.- Retardantes
- 3.- Acelerantes
- 4.- Reductores de agua y retardantes
- 5.- Reductores de agua y acelerantes

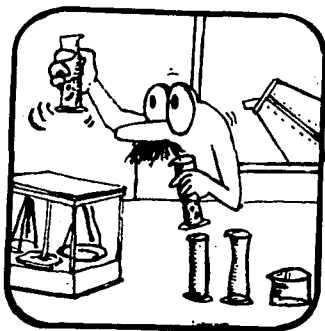


FOTO N 3

CAPITULO II

DISEÑO DE MEZCLAS

Las proporciones del concreto estan basadas en la información obtenida de las pruebas o en la experiencia con los materiales que van a usarse.

Información Previa:

Análisis granulométrico de los agregados pétreos.

Peso unitario del agregado grueso.

Peso específico y absorción de los agregados.

Requerimientos de agua de mezclado del concreto.

Relaciones entre la resistencia y la relación agua/cemento.

El diseño de las mezclas de concreto comprenden una secuencia de pasos lógicos.

Las especificaciones del concreto pueden contener todos o algunos de los siguientes puntos:

- a) Relación agua/cemento máxima
- b) Contenido mínimo de cemento
- c) Contenido de aire
- d) Revenimiento
- e) Tamaño maximo de agregado
- f) Resistencia
- g) Otros requerimientos: resistencia de sobrediseño,

aditivos, cementos especiales o agregados.

Las proporciones de los pesos de los componentes de la mezcla por metro cúbico de concreto puede obtenerse mediante la siguiente secuencia:

Paso 1. Elección del revenimiento.

Paso 2. Elección del tamaño máximo de agregado (T.M.A.): Generalmente, el T.M.A. no debe exceder de una quinta parte de la menor dimensión entre los lados de las cimbras, de una tercera parte del peralte de las lozas, ni de tres cuartas partes del espaciamiento mínimo libre entre las varillas individuales de refuerzo.

Paso 3. Estimación del agua de mezclado, la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un revenimiento depende del tamaño máximo, de la forma de las partículas y de la granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incluido.

REQUERIMIENTOS APROX. DE AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y T.M.A.			
Revenimiento	T.M.A.	20mm	40mm
3 a 5		185	160
8 a 10		200	175
15 a 18		210	185
Aire atrapado en %		2	1

Paso 4. Relación agua/cemento se determina no solo por los requerimientos de resistencia sino también por factores tales como la durabilidad y las propiedades del acabado.

Es recomendable conocer o desarrollar la correspondencia entre la resistencia y la relación

agua/cemento para los materiales a usarse. En ausencia de tal información, pueden tomarse los siguientes valores.

RELACION AGUA/CEMENTO

Resistencia a la compresión a los 28 días, Kg./cm.2	Concreto sin aire incluido
350	0.48
300	0.55
250	0.62
200	0.70
150	0.80

Paso 5. Cálculo del contenido del cemento. La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al contenido estimado de agua de mezclado, dividido entre la relación agua/cemento.

Paso 6. Estimación del contenido del agregado grueso.

El volumen de agregado grueso por metro cúbico de concreto sólo depende de su tamaño máximo y del módulo de finura del agregado fino.

El volumen del agregado grueso, seco y compactado con varilla, por metro cúbico de concreto, se muestra en la siguiente tabla.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena.

T.M.A.mm.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.5	0.48	0.46	0.44
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.76	0.74	0.72	0.70

Para obtener un concreto más manejable o que sea bombeable es recomendable reducir hasta en un 15% el contenido estimado del agregado grueso.

Paso 7. Estimación del contenido del agregado fino. Su cantidad se determina por medio de las diferencias. Ya que se ha determinado los diferentes componentes del concreto a excepción de este. Se pueden emplear cualquiera de estos dos procedimientos: El método "por peso" o el método de "volumen absoluto".

Por Peso; El peso del metro cúbico de concreto se supone o puede estimarse por experiencia.

El peso requerido de agregado fino es simplemente la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso de todos los materiales.

Por volumen absoluto; Es un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida de agregado fino se basa en el uso de los volúmenes de los ingredientes. En este caso, el volumen total de los ingredientes se resta del volumen unitario del concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen que cualquier ingrediente ocupa en el concreto es igual a su peso dividido entre el peso específico de este material.

Paso 8. Ajustes por el contenido de humedad del agregado. El agua de mezclado que se agrega a la mezcla debe reducirse en una cantidad igual a la humedad libre que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción.

Paso 9. Ajustes en las mezclas de prueba. Se deben verificar las proporciones calculadas de la mezcla por medio de mezclas de prueba preparadas y probadas de acuerdo a la NOM C - 83 "determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto".

Se debe verificar el peso unitario y el revenimiento del concreto así como el contenido de aire NOM C - 162 "determinación y contenido de aire, peso unitario y rendimiento del concreto".

También debe observarse cuidadosamente que el concreto posea la trabajabilidad y las propiedades de acabado adecuadas y que esté libre de segregación.

Si el revenimiento de la mezcla de prueba no fue el correcto, se aumenta o se disminuye la cantidad reestimada de agua en dos Kg. por cada cm. de aumento o disminución del revenimiento requerido. Ejemplo:

Se supondrá las siguientes condiciones:

a) se usará cemento tipo I
b) en cada caso los agregados pétreos serán de calidad satisfactoria y tendrán granulometrías que se encuentren dentro de los límites de las especificaciones.

c) el agregado grueso tendrá un peso específico de 2.68 y una absorción de 0.5% .

d) el agregado fino tendrá un peso específico de 2.64 y una absorción de 0.7% y un módulo de finura de 2.8.

Las consideraciones estructurales requieren un $f'c$ de 2.50 Kg/cm² a los 28 días.

Se ha determinado que el peso del agregado grueso compactado con varilla y seco es de 1600 Kg/m³.

Paso 1. Se determino que el revenimiento es de 8 a 10 cm.

Paso 2. El agregado que se dispone es de 40 mm.

Paso 3. La cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir un revenimiento de 8 a 10 cm. es de 175 Kg./cm³. de acuerdo a su tabla. El aire atrapado se estima en 1%

Paso 4. La relación agua/cemento necesaria para producir una resistencia de 250 Kg/cm.² se estima en aproximadamente 0.62.

Paso 5. El contenido requerido de cemento será:

$$175/0.62=282 \text{ Kg/m}^3$$

Paso 6. La cantidad del agregado grueso se estima para un agregado fino con módulo de finura de 2.8 y un tamaño máximo de 40mm. Se recomienda 0.72 de acuerdo a su tabla.

$$0.72 \times 1600 = 1152 \text{ Kg.}$$

Paso 7. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento, y agregado grueso los materiales restantes para completar un metro cúbico consistirá en arena y el aire atrapado.

La cantidad de arena requerida se determinará en base al volumen absoluto.

Volúmen de agua = $175/1000$ = 0.175 m³

Volúmen absoluto de cemento = $282/3.15 \times 1000 = 0.090$ m³

Volúmen absoluto de agregado grueso = $1152/2.68 \times 1000 = 0.430$ m³

Volúmen de aire atrapado = 0.01×1.0 = 0.010 m³

Volúmen absoluto total de los ingredientes, con excepción de la arena = 0.705 m³

Volúmen absoluto de arena requerida = $1.000 - 0.705$ = 0.295 m³

Peso requerido de arena seca = $0.295 \times 2.62 \times 1000 = 779$ Kg

Paso 8. Ajustes por el contenido de humedad. Las pruebas indican que la humedad total del agregado grueso es del 2% y del agregado fino es del 6%. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse del ajuste por adición de agua

El agua que aporta el agregado grueso es de $2 - 0.5 = 1.5\%$; y el agregado fino aporta $6 - 0.7 = 5.3\%$. Por tal motivo el requerimiento estimado de agua de adición es:

$$175 - 1152 (0.015) - 779 (0.053) = 116.4$$

Paso 9. Ajustes en la mezcla de prueba. Se deben verificar las proporciones calculadas de las mezclas por medio de mezclas de prueba, probadas de acuerdo a las normas antes descritas.

CAPITULO III

CONCRETO PREMEZCLADO

Cuando se habla de concreto premezclado, se piensa de inmediato en un producto y un servicio (es un concreto producido a nivel industrial). Es el único material de construcción que se elabora en una planta y que el productor entrega en el lugar de la obra; allí el constructor sigue un proceso de manejo, compactación y curado.

El concreto premezclado ofrece ventajas:

- a) responsabilidad y garantía del diseño de la mezcla, en cuanto a la trabajabilidad y resistencia mecánica;
- b) capacidad para registrar cualquier volumen que se requiera;
- c) ventajas de carácter económico y técnico.

Ventajas de carácter económico. Es debido a la rapidez del colado, que se conoce el costo real del concreto, a que no se tienen que absorber los desperdicios y mermas de los materiales, tiempos extraordinarios y prestaciones adicionales para el personal, a no tener que cargar con depreciaciones de equipo .

Las ventajas de carácter técnico es que se dispone de todos los recursos humanos y equipo especializado.

Al controlar en forma oportuna y eficaz todos los materiales y procesos que intervienen en la producción del concreto, esto permite que se cumpla con las normas de calidad para concretos normales como concretos de diseños especiales.

Concreto premezclado y concreto hecho en obra.

En la práctica común, se utiliza concreto premezclado para colar elementos de volumen considerable, y se elabora en la misma obra el concreto para elementos de volumen menor.

Es importante mencionar que, para decidir utilizar uno u otro tipo de concreto, generalmente no se toma en cuenta la importancia de los elementos estructurales. Tal es el caso de las columnas y trabes de una estructura que llega a ser colada con concreto hecho en obra.

El concreto premezclado es dosificado siempre por peso, mezclado en planta, en camión o parcialmente en planta y camión. Se entrega en estado fresco y listo para su colocación. (FOTO N 4)

El concreto hecho en obra: Es un producto compuesto por los mismos materiales con la diferencia de que generalmente la dosificación se lleva a cabo por volumen y el mezclado por medios naturales o utilizando una revolvedora. Este tipo de concreto, como su nombre lo indica se elabora en la obra.



(FOTO R 4)

En el proceso de producción de concreto premezclado, se controla que el equipo de dosificación sea calibrado de acuerdo a una periodicidad establecida, además de ser verificado constantemente. Se lleva también un registro de pruebas de rendimiento volumétrico y determinación de consumo de materiales, los equipos dosificadores de aditivos son aforados por el proveedor y el personal de laboratorio de cada planta.

Antes de iniciar la producción, se deben realizar muestreos de agregados con el fin de medir los porcentajes de supratamaño e infratamaños contenidos en éstos, así como su humedad, para que con estos valores se corrijan los pesos

de los agregados en el proporcionamiento adecuado a fin de mantener la relación agua/cemento que es fundamental.

En lo referente a concreto hecho en obra se ha observado lo siguiente: que el control en los materiales utilizados es escaso, ya que en principio no se cuenta con el almacenamiento adecuado, lo que provoca su contaminación.

Además el cemento no es almacenado adecuadamente, lo que origina que sufra hidratación. También es difícil establecer un buen control en la corrección de mezclas, debido a la contaminación.

La adición del agua se realiza a ojo, procurando en la mayoría de las ocasiones producir concretos muy fluidos. Esto origina variaciones altas en la relación agua/cemento y en la resistencia del proyecto agravándose al no llevar ningún control en el revenimiento.

Normalmente la dosificación de los materiales se hace por volumen. Por ello en la mayoría de los casos no se mide con exactitud, ya que en ocasiones los recipientes utilizados no presentan secciones regulares y además no son llenados siempre hasta el mismo nivel.

En el caso del concreto hecho en obra no se controla el tiempo y el volumen de mezclado fácilmente conduciendo a reducir mezclas no homogéneas, lo cual, en elementos estruc-

turales importantes puede originar segregación y concentración de esfuerzos en ciertas zonas convirtiéndolas en zonas potenciales de falla. (FOTO A 5)

El concreto premezclado es más recomendable, económico y confiable.

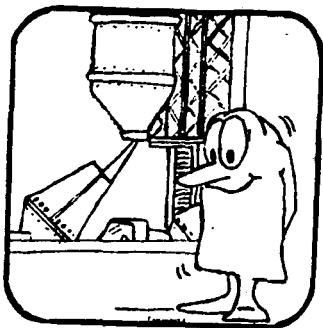


FOTO A 5

CAPITULO IV

COLOCACION DEL CONCRETO EN CLIMAS EXTREMOSOS

El título dado hace suponer variaciones fuertes en las condiciones climatológicas durante la colocación del concreto.

Colado en climas fríos: cuando por requerimientos de obra es necesario efectuar colados en climas fríos hay que tener en cuenta primordialmente que el concreto es sensible al frío.

Esto se manifiesta en primer término por el tiempo de fraguado y lentitud en el endurecimiento. Cuando en el momento de colado la temperatura del concreto se encuentra entre 5 y 0 grados centígrados la resistencia a la compresión de los concretos pueden verse reducidas hasta un 50% a la edad de 3 días y hasta un 10 % a la edad de 28 días.

El efecto de reducción en la resistencia es menor si el período de exposición ocurre después del colado entre los 3 y 7 días posteriores, la resistencia puede reducirse hasta el 10 % a 7 días.

Las resistencias del concreto en estas condiciones se alcanza con retraso por lo que se hace necesario tener cuidado con los tiempos establecidos para el retiro de las cimbras, lo que generalmente debe ser mayor que cuando se cuela a temperaturas normales.

La reducción del tiempo de decimbrado se puede conseguir:

1. Utilizar cementos con dosificaciones altas
2. Utilizar aditivos acelerantes de fraguado
3. Emplear en el mezclado la menor cantidad de agua que sea posible.

Hay que hacer notar también que por debajo de los 0 grados centígrados no se desarrolla ningún endurecimiento en el concreto.

Si la mezcla se elabora empleando materiales y agua fríos, el concreto no endurecerá debido a la formación de cristales de hielo por las bajas temperaturas, al descongelarse este concreto presenta muy bajas resistencias.

Si las mezclas se elaboran antes que se presente el frío el endurecimiento puede verse paralizado durante la exposición y volver a comenzar muy lentamente al pasar el frío.

Es conveniente que la temperatura del concreto al salir de la unidad revolvedora sea superior a los 10 grados centígrados y que las cimbras en que se coloquen sean bastante aislantes con el fin de que el calor producido durante el fraguado y endurecimiento no se disipe muy rápidamente.

Para frío muy fuerte o intermitente: se corre el riesgo de que se produzcan heladas que se pueden combatir con anticongelantes tales como el carbonato de sodio, siendo preferible utilizar cloruro de calcio, dosificado al 1 % del peso del cemento, el cual al mismo tiempo cumple con la función de acelerante de fraguado. Este porcentaje de dosificación no debe de ser sobrepasado para evitar que se produzcan efectos secundarios tales como retracción o fisuración, con dosificaciones mayores al 1 % se corre el riesgo de que se presenten corrosiones en el armado.

Cuando se presentan temperaturas en el ambiente inferiores a 5 grados centígrados el procedimiento más sencillo consiste en cubrir el concreto con bolsas vacías de cemento, lienzos de plástico sobre tabiques lo que es mejor para dejar que se forme un colchón de aire de aproximadamente 3 cm. de espesor sobre el concreto colado.

Para frío riguroso el cemento y los agregados deben ser almacenados en lugares cubiertos y que tengan calentadores esto se logra mediante inyección de vapor.

En estos climas el agua puede ser calentada a temperaturas entre 25 y 80 grados centígrados antes de elaborar el concreto.

La temperatura del concreto no debe sobrepasarse de los 40 grados centígrados, para evitar el riesgo de que se produzca un fraguado falso.

La temperatura de la cara expuesta del concreto no debe ser inferior a 5 grados sobre 0 durante los tres primeros días.

Para frío extremo se hace necesario elevar la temperatura del medio ambiente del concreto colado, durante los primeros 3 días de endurecimiento, lo cual puede efectuarse a través de tubos de calefacción colocados entre la protección aislante y el concreto.

Otro procedimiento que sirve para elevar la temperatura del concreto y para acelerar la resistencia consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través del concreto, el cual se comporta como una resistencia eléctrica que desprende calor. La temperatura óptima que permite la obtención de endurecimiento rápido se encuentra entre los 60 y 80 grados centígrados.

Colado en clima caluroso. El tiempo caluroso presenta problemas especiales, las altas temperaturas causan rápida hidratación del cemento, mayor evaporación, mayor demanda de agua, resistencias bajas y mayores cambios de volumen.

Los efectos pueden resumirse en los siguientes:

1. El fraguado se acelera; las altas temperaturas incrementan el grado de endurecimiento del concreto y el tiempo empleado en el manejo del concreto fresco se hace más crítico.

2. La resistencia se reduce; las altas temperaturas en el concreto plástico parece afectar la formación de "gel" durante el proceso de hidratación del cemento lo que origina menores resistencias.

3. La tendencia al agrietamiento antes o después del endurecimiento se incrementa; las grietas por contracción pueden aparecer en el concreto parcialmente endurecido debido a la rápida evaporación del agua.

4. El control del contenido de aire es más difícil y a esto se suma la dificultad del control del revenimiento ya que para una cantidad dada de agente inclusor de aire el concreto caliente arrastra menos aire que el concreto frío.

5. Se hace incapie en la necesidad de un curado adecuado; y el tiempo para aplicar las medidas de protección es más crítico.

Para efectuar colados en climas cálidos se recomienda mantener el concreto fresco a temperatura que no exceda de 23 grados y como máximo 32 grados centígrados. La mejor manera de mantener baja la temperatura del concreto es mediante el control de la temperatura de sus ingredientes, el agua de mezclado tiene mayor efecto sobre la temperatura del concreto aun cuando se usa en menor cantidad que los otros ingredientes ya que su calor específico es de 4.5 a 5 veces mayor que el de los otros componentes por esta razón el empleo de agua refrigerada o hielo es muy efectivo.

Las unidades revolvedoras y moldes deben pintarse de blanco ya que absorberán menos calor que cuando se pintan de otro color. Además los moldes deben rociarse con agua fría poco antes de colocar el concreto. Mojando el área de trabajo se enfría el aire ambiente y se incrementa la humedad.

La rapidez en la colocación y acabados reduce al mínimo las dificultades del tiempo caluroso.

Después de colado se debe mantener el concreto húmedo por el mayor tiempo que sea posible, cuando menos 5 días. También se logra proteger el concreto, cubriéndolo inmediatamente después del colado, de manera que además de evitar la evaporación no permita la circulación de viento sobre la superficie expuesta.

Colado con lluvia: debido a la gran variedad de las condiciones de la obra, no es posible establecer un procedimiento general para la colocación del concreto en tiempo lluvioso. Puede decirse sin embargo, que el trabajo debe interrumpirse cuando la lluvia sea tan intensa que es imposible evitar que el agua forme charcos y lave la superficie del concreto. (FOTO N 6)



FOTO N. 6

CAPITULO V

CONSOLIDACION DEL CONCRETO

Cuando el concreto fue adoptado por la industria de la construcción, la práctica consistía en colocarlo en capas relativamente poco profundas, con una consistencia parecida a la tierra húmeda. Y se compactaba con pesados pisonos.

Las mezclas secas de bajo revenimiento, que en los ensayos demostraron que producían mejor concreto, no fueron completamente favorecidas debido al esfuerzo extra y el costo que requerían para su completa consolidación.

Se descubrió que cuando se sacude o sujeta a impulsos vibratorios de alta frecuencia el concreto aspero se hace plástico y se hace semifluido.

La fricción entre las diversas partículas de la mezcla se reduce, por la rápida vibración, en tal magnitud que la masa total se hace más fluida. Bajo una violenta agitación en estado casi líquido, la fuerza de gravedad origina que la mezcla se asiente y busque su mayor densidad.

Cuando las vibraciones se suspenden la fricción nuevamente inmoviliza al concreto.

La vibración no solo conduce a un superior acabado y mejor apariencia del concreto sino que también permite el uso ventajoso de concretos secos y por lo tanto de mayor calidad durabilidad, homogeneidad, ahorro de cemento, etc..

Características de la vibración.

1. El resultado de la vibración depende de las características del vibrador: amplitud, frecuencia y fuerza.

2. El resultado de la vibración depende también de las características del concreto: tamaño y peso específico de los elementos, estructura del agregado y de las propiedades del mortero.

En la vibración de concreto influye también su duración.

La duración debe cesar, normalmente, cuando la lechada comience a aparecer en la parte superior del concreto. En casos de concretos muy secos, basta que una película de pasta brillante envuelva al agregado grueso superficialmente.

La consistencia del concreto debe ser tal que el vibrador vaya hundiéndose lentamente por su propio peso. No debe de quedar hueco alguno; el concreto vuelve a rellenar completamente el espacio dejado por el vibrador.

El concreto se debe colocar en capas uniformes y de peso igual o inferior a la profundidad de vibración del aparato. En caso de que el área de la carga sea pequeña es preferible colocar una capa de concreto y después vibrarla.

Se debe evitar un exceso de vibración sobre todo con concretos muy plásticos ya que puede producirse segregación, y en consecuencia la uniformidad se ve dañada; pero al mismo tiempo expulsa cierta cantidad de agua lo que disminuye la reacción agua/cemento. (FOTO N 7)

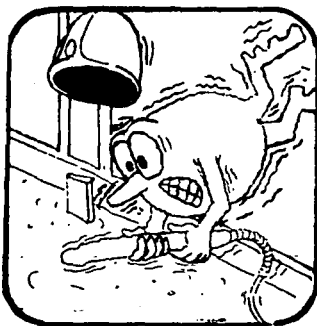


FOTO N 7

Revibrado. Con frecuencia es inevitable volver a vibrar el concreto después de cierto tiempo. Sobre todo en el caso de vibración interna por capas, la vibración de la capa superior del concreto fresco se trasmite a la inferior ya consolidada que puede estar en período de fraguado o endurecimiento. Generalmente esta segunda vibración del concreto

no presenta ningún inconveniente. Al contrario muchas veces se mejoran las cualidades del concreto endurecido aumentando su resistencia. No obstante, en algún caso pueden haber un momento crítico en que la revibración sea perjudicial.

Siempre que al revibrar el concreto se vuelva nuevamente plástico, no debe esperarse ningún perjuicio.

Equipo de consolidación: puede dividirse en 5 categorías :

1. Vibradores de inmersión. Para introducirse directamente en el concreto.

2. Vibradores de cimbra. Para sujetarse a las cimbras o moldes.

3. Reglas o discos vibratorios. Para aplicarse a la superficie del concreto.

4. Pisones de superficie.

5. Pisones y sacudidores diversos.

El concreto en sí es un material permeable, dado que su mezclado lleva mayor cantidad de agua que la requerida para hidratación y que a la pérdida de esa agua quedan conductos capilares por donde el agua sale, que no le permiten ser un material 100 % impermeable. Adicionalmente los propios agregados que forman al concreto no son 100 % impermeables por lo que naturalmente los concretos tienen una permeabilidad variable.

Existe un índice de permeabilidad en el concreto, que depende de la relación agua/cemento por lo que en teoría una relación baja (aproximadamente 0.43), el concreto sería impermeable.

La permeabilidad del concreto dependerá también en la calidad de su colocación, vibrado, apisonado, curado, etc., por lo que si se pretende obtener un concreto impermeable deberán usarse concretos con relación agua/cemento baja, buena distribución granulométrica de los agregados y adecuados procedimientos de colocación, compactación y sobre todo curado del concreto.

CAPITULO VI

CURADO

A la protección del concreto para evitar la pérdida de agua o reponer la que se pierde, recibe el nombre de curado; tiene gran importancia, pues del cuidado que se tenga en esta operación depende la resistencia que finalmente alcance el concreto.

Los cambios químicos que se producen en el concreto al endurecerse, son causados por la hidratación de los componentes del concreto y no se verifican instantáneamente, sino en forma progresiva a través de días y meses durante los cuales aumenta constantemente el endurecimiento del concreto.

La hidratación y por consiguiente el endurecimiento del concreto, progresan mientras exista agua en contacto con el cemento por lo que es importante evitar la evaporación o cualquier otra causa que pueda impedir la hidratación.

El agua que se usa para una mezcla de concreto es siempre más de la necesaria para producir los procesos químicos, pero esa cantidad puede disminuir por evaporación, por absorción de los moldes o del suelo en contacto en el cual se haga la colocación, y aun por absorción de los agregados cuando estos son porosos y no se saturan con agua antes de ser usados para fabricar concreto.

La acción química entre el agua y el cemento continua indefinidamente mientras haya una temperatura y humedad adecuada. El fraguado inicial comienza a las 2 o 3 horas después del mezclado, en ese intervalo se evapora el agua sobre todo en las superficies expuestas y si no se evita la pérdida de humedad, el concreto se agrietará.

El tiempo que hay que proteger el concreto contra la evaporación depende de las condiciones climáticas y del tipo de estructura. Por lo general requieren un tiempo mayor de protección las secciones delgadas y sobre todo en climas calurosos.

En climas calurosos. El curado debe de hacerse, de preferencia por medio de riego o cubriendo la superficie del concreto con lienzos húmedos durante las 24 horas anteriores a la aplicación de un compuesto sellante. La continuidad en la aplicación del agua de riego en la superficie es importante, por lo que los cambios de volumen debidos al humedecimiento y secado alternados propicia el desarrollo de grietas.

En climas fríos. Para el curado del concreto es necesario impedir la pérdida de calor. El concreto debe colocarse a una temperatura inicial conveniente y se le debe suministrar el calor adicional necesario. Pueden usarse dos sistemas de curado, agregando agua al concreto o limitandose a conservar el agua que se uso para hacer la revoltura. (FOTO A B)

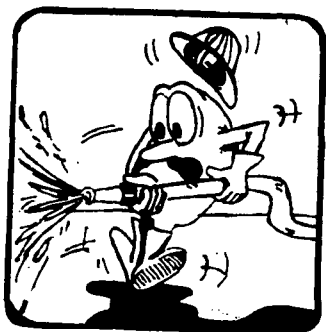


FOTO A 8

En el Capítulo IV se realizó una explicación más extensa acerca de los factores que se deben tomar en cuenta con respecto a los climas extremos.

CAPITULO VII

EVALUACION DEL CONCRETO

CONTROL DE CALIDAD. Es un sistema que vigila todos los factores que intervienen en un proceso productivo, proporciona información óptima y permite realizar ajustes a fin de asegurar la calidad de un producto.

El productor de concreto es quien realiza este control y el comprador lleva un sistema de verificación para tener la seguridad de que las especificaciones sean cumplidas.

La importancia del control de calidad es el determinar la resistencia del concreto, su comportamiento y garantizar la calidad del producto dentro de las normas oficiales establecidas con características uniformes.

En la práctica se observa que en el 90% de las reclamaciones no son procedentes. Esto implica la importancia del laboratorio de verificación.

Ya que el muestreo de las pruebas de concreto en la obra, con frecuencia no están estrictamente de acuerdo con los procedimientos descritos en las normas para pruebas de aceptación.

La falta de precisión puede traer como consecuencia costosos retardos o investigaciones suplementarias innecesarias. (FOTO N 9)

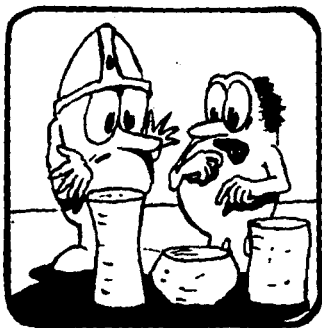


FOTO R 9

Cuando la elaboración de las muestras, el curado y ensaye de estas no es el adecuado, se calificaría injustamente al concreto, ya sea mejor o peor.

Lo anterior puede servir para hacer incapié en la importancia que reviste el cumplir con los métodos de prueba que marcan las Normas Oficiales Mexicanas, y mantener el equipo de laboratorio calibrado y dentro de las tolerancias aceptadas, capacitando y concientizando al personal de la importancia de su trabajo, logrando su interés y colaboración, a fin de tener datos fidedignos y representativos del concreto.

Cuando se registra un resultado de resistencia inferior a los mínimos permicibles por las normas de calidad, no significa necesariamente que el concreto sea de mala calidad pues existe la posibilidad de que dicho resultado sea erróneo.

Para comprobar la veracidad de los resultados es necesario investigar sobre el concreto endurecido de común acuerdo entre el productor del concreto, el comprador y el laboratorio de verificación de calidad.

Al efectuar estas pruebas no solo se califica al concreto sino los procedimientos de manejo, compactación y curado del concreto los cuales no son responsabilidad del productor.

ESPECIFICACIONES BASICAS.

Implican ciertos procedimientos:

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

La obtención de las muestras y la ejecución deben de hacerse de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas, salvo previo acuerdo entre el comprador y el productor.

CRITERIO PARA JUZGAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.

La resistencia a la compresión solo podrá ser juzgada tomando como base el uso de probetas en forma de cilindro de 15 por 30 cm.

El procedimiento para evaluar debe incluir lo siguiente:

- a) Normas o reglamentos de construcción aplicados.
- b) Muestreo y prueba de acuerdo con la NOM C - 161 "muestreo de concreto fresco", NOM C - 160 "elaboración y curado en obra de especímenes de concreto", NOM C - 183 "determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto".
- c) Número de especímenes de prueba que componen una muestra.
- d) Edad de prueba del concreto, generalmente son 28 días para la resistencia normal y de 14 días para los concretos de resistencia rápida.
- e) Tipo de muestreo y volumen representado por las pruebas. (FOTO R 10)

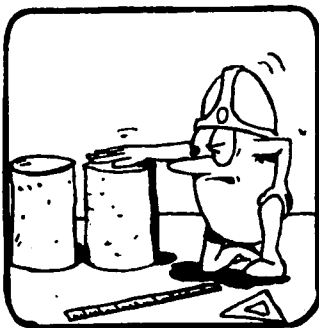


FOTO R 10

Criterio para juzgar el cumplimiento de la trabajabilidad.

La trabajabilidad debe ser juzgada en base a la medida del revenimiento. La muestra y la prueba deben realizarse de acuerdo con la NOM C - 156 "Determinación del revenimiento del concreto fresco". (FOTO R 11)

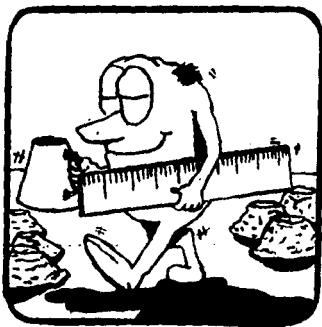


FOTO R 11

Cumplimiento de otras especificaciones.

a) Contenido de aire incluido en el concreto fresco.

La determinación, se hará de acuerdo con la NOM C - 157.

La muestra se aceptará con una tolerancia de $\pm 2\%$ valor requerido.

b) Temperatura del concreto fresco.

La temperatura puede ser especificada dentro de ciertos límites de acuerdo con la NOM C - 161.

c) Peso unitario del concreto fresco.

Debe ser medido de acuerdo a la NOM C - 162 "Determinación del contenido de aire y peso unitario y rendimiento del concreto".

Pruebas básicas del concreto: Los procedimientos de muestreo y pruebas de concreto deben realizarse de acuerdo con las normas NOM C - 161 "muestreo de concreto fresco", NOM C - 160 "elaboración y curado en obra de especímenes de concreto fresco" y NOM C - 83 "determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto".

El comprador deberá escoger un laboratorio acreditado. El productor debe tener la oportunidad de inspeccionar los métodos de curado y pruebas aplicados, pudiendo estar presente durante el muestreo y la prueba.

PROBLEMAS MAS COMUNES EN LA ACEPTACION DEL CONCRETO FRESCO.

De acuerdo a la práctica el principal problema es la falta de conocimiento de las Normas Oficiales e interpretación de éstas.

a) Muestreo: Este es el procedimiento más importante, ya que si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos se verán seriamente afectados.

Para garantizar la confiabilidad de los resultados la muestra debe tomarse cuando haya descargado el 15% de la carga y antes que se descargue el 85% de la misma.

El tiempo máximo que debe emplearse para tomar las porciones y completar la muestra es de 15 min.

b) Revenimiento: Esta determinación es de gran importancia ya que con ella se decide si el concreto producido puede ser colocado. Una diferencia de 2.5 o 3.5 cm. en la determinación, puede provocar el rechazo de una carga completa de concreto.

Se debe tener en cuenta que si se cometen ligeros errores de procedimiento se pueden ocasionar grandes problemas. Si la muestra no es representativa, si no se humedece el interior del cono, no se compacta el varillado correctamente, o si no se usa la varilla adecuada, la prueba no será representativa de la calidad del concreto.

Procedimiento de trabajo. Una vez homogenizada la muestra se selecciona una superficie plana, horizontal y lisa, firme y no absorbente.

Llenado del cono y compactación. Se debe llenar el cono en tres capas, cada capa debe ser aproximadamente un tercio del volumen total del cono y hacer la compactación. Se compacta con 25 penetraciones de la varilla inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo una espiral hacia el centro .

Levantamiento del cono. Después de enrasar y limpiar el exceso de concreto se procede a levantar el cono de manera suave para permitir que el concreto al librarse del molde se asiente de manera normal, alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones del cono, para levantar completamente el cono se requiere de 5 más menos 2 segundos.

Si al medir el revenimiento se encuentra que no cumple con las tolerancias especificadas se debe hacer una segunda prueba inmediatamente. El valor del revenimiento se debe determinar en un tiempo que no exceda de 15 min.

En el caso de que el constructor no esté preparado para que se efectúe la descarga del concreto, la prueba de revenimiento no servirá para la aceptación o rechazo si se efectúa en un período que exceda de 30 min. contados a partir de la llegada del transporte.

Puede suceder también que al hacer una prueba de revenimiento caiga parte hacia un lado. Cuando esto suceda no se considera la prueba como buena y se efectuará una segunda prueba. Si en las dos pruebas el concreto cayó o se desplomó, se debe considerar que la prueba de revenimiento no es aplicable para ese concreto, ya que carece de plasticidad necesaria para el desarrollo de esta prueba.

(FOTO N 12)

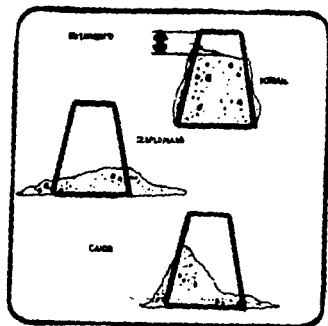


FOTO N 12

Cuando se llega 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. Es conveniente no llevar el revenimiento arriba de lo solicitado.

La descarga total se debe hacer dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado, en condiciones especiales tales como temperatura ambiente, aditivos, y otros: esta limitación puede modificarse de común acuerdo.

c) Moldeo de cilindros: Los moldes deben sellarse para evitar pérdidas de agua, esto se logra aplicando en las juntas grasa, mastique, plastilina, etc. una vez que estén sellados, se aceitaran ligeramente, el lugar en que deben moldearse los cilindros debe encontrarse cubierto y la superficie en que queden almacenados, debe ser horizontal lisa y libre de vibraciones (ésto por lo general no ocurre).

Se requiere que la temperatura de este lugar se mantenga entre 16 y 27 grados centígrados.

El llenado del molde y compactación por varillado es de la siguiente forma:

En tres capas, cada capa debe ser aproximadamente un tercio del volumen del molde.

d) Curado inicial: Para que las muestras de concreto alcancen la máxima resistencia que puedan desarrollar, depende en gran parte del curado inicial en sus moldes. Es importante asegurarse que al moldearse una muestra, los moldes sean estancos, para evitar pérdidas de agua.

En general, debe tenerse especial cuidado para evitar pérdidas de humedad y alteraciones que puedan producirse en el proceso de fraguado. Así mismo es importante mantener la temperatura dentro de los límites especificados.

Cuando los especímenes elaborados son de forma cilíndrica, el tiempo que deben permanecer dentro de sus moldes no debe de ser menor de 20 hrs. ni mayor de 48 hrs., en este lapso deben desmoldarse y transportarse inmediatamente, para continuar su curado.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES EN PROBLEMAS DE RESISTENCIAS BAJAS

Antes de entrar en materia veremos la contratación del concreto premezclado para poder deslindar responsabilidades.

A partir de este momento designaremos las características y desempeño de las partes involucradas.

El comprador de concreto premezclado (el constructor, contratista o dueño), es quien acuerda con el productor los procedimientos y métodos de prueba para juzgar el cumplimiento y los requisitos de producción.

El productor suministra el concreto hasta las instalaciones de la obra con las especificaciones del contrato.

Supervisor. Es una persona responsable, competente designada por el propietario con el objeto de lograr una construcción satisfactoria.

Laboratorio de verificación de calidad. Ejecuta pruebas para verificar la calidad del concreto y este servicio es contratado por el propietario, el supervisor o el constructor.

Parte del proceso de contratación del concreto, así como los servicios de verificación de su calidad, es celebrar una reunión entre los representantes del comprador y del productor con los siguientes objetivos:

a) Revisar las especificaciones sobre la calidad del concreto para comprobar que estén formuladas adecuadamente e interpretarlas en igual forma.

b) Programar visitas a las instalaciones de laboratorio de verificación.

c) Cuando las partes están de acuerdo en la elección del laboratorio de verificación.

d) Verificar y acordar que la información se haga llegar con oportunidad y eficiencia a todos los que intervengan en la contratación.

e) El comprador en compañía del productor realizará visitas a la planta de producción del concreto.

f) Es conveniente una visita a la obra para conocer las condiciones de acceso.

Especificaciones básicas.

El comprador debe proporcionar los datos y requerimientos del concreto a fin de incluirlos en el contrato.

a) Producción requerida en metros cúbicos.

b) Resistencia a la compresión.

c) Tipo de cemento.

d) Valor nominal del revenimiento.

e) Tamaño máximo nominal del agregado.

f) Grado de calidad deseada.

g) Criterios empleados para juzgar el cumplimiento de la resistencia.

h) Tipo de agregado.

i) Especificaciones adicionales para concretos especiales.

En ausencia de las Normas Nacionales Mexicanas (NOM) se tomaran las de la ASTM.

Uso de Aditivos. De acuerdo con la NOM C - 155 para asumir el productor la responsabilidad del diseño podrá agregar el aditivo que desee para cumplir con los requisitos especificados.

El comprador puede especificar cualquier aditivo pero el productor debe ser informado de las siguientes características:

- a) Dosificación, efectos nocivos.
- b) Nombre del principal ingrediente activo del aditivo.
- c) Contenido de cloruros o ausencia de estos.

Si el comprador agrega en la obra algun aditivo u otro material sin previo aviso y autorización del productor, éste último no asumirá ninguna responsabilidad sobre el concreto que ha suministrado.

TRATAMIENTO DE PROBLEMAS POR RESISTENCIAS BAJAS

Aun cuando se halla verificado o certificado previamente la capacidad técnica del constructor, del productor y laboratorio, existe la posibilidad que se presenten problemas de resistencias bajas.

Normalmente el concreto presenta variaciones en su resistencia. Antes de iniciar una investigación es necesario comparar los resultados obtenidos, con los límites especificados con la NOM C - 155 en vigor para el grado de calidad contratado. En caso que se observe incumplimiento de especificaciones después de hacer la comparación con la norma, se recomiendan los siguientes pasos:

A) VERIFICACION DE LA PRECISION DE LA PRUEBA:

Con frecuencia el muestreo de las pruebas no es realizado estrictamente de acuerdo a la norma, en la mayoría de los casos ocurren desviaciones de los métodos aprobados, provocando un decremento en la resistencia del concreto de la muestra. Debido a la desprotección en las primeras 24 horas a material y procedimientos deficientes en el cabeceo o la falta de precisión de la máquina de prueba.

La falta de precisión puede provocar, por consecuencia retardos costosos o investigaciones innecesarias.

Los laboratorios de prueba deben de responsabilizarse de las deficiencias en los procedimientos de las pruebas. Cuando se encuentra que existen desviaciones se da por terminada la investigación.

COMPARACION DE LOS REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES CON LA RESISTENCIA OBTENIDA.

Si se concluye que es necesario continuar la investigación, el siguiente paso es solicitar al proyectista una revisión estructural, con objeto de que éste decida la gravedad de la situación.

Es frecuente especificar en las estructuras, una resistencia en función de los requerimientos de las zonas críticas; existe la posibilidad que el concreto con resultados de resistencia baja, quede localizado fuera de esas zonas críticas, por lo que el proyectista deberá decidir si la resistencia obtenida es suficiente para soportar sin riesgo los esfuerzos requeridos.

En caso de continuar en duda la seguridad de la estructura, será necesario seguir la investigación mediante los siguientes pasos:

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

Existen varios aparatos para estimar la resistencia del concreto en el lugar mismo de la obra, en manos de un operador experto, puede rendir una información del concreto colocado por comparación de lecturas, representada por pruebas de resistencia bajas contra otras consideradas como aceptables.

Estas lecturas pueden indicar en forma aproximada, cual concreto es el que difiere del que se considera aceptable.

Si las evaluaciones de estos métodos no son suficientes es necesario medir directamente la resistencia del concreto.

PRUEBA DE CORAZONES.

Las pruebas de resistencia de corazones extraídos, suministran una medida de la resistencia del concreto. Las pruebas de corazones requieren de mucho cuidado en la operación y en la interpretación de los resultados (NOM C - 169).

De los resultados de la prueba de corazones no debe esperarse que las resistencias sean tan altas como la de los cilindros. Generalmente, el concreto de la estructura no está también colocado y curado como el concreto de los especímenes estandar.

En los corazones tomados de la estructura y llevados hasta la ruptura, algunos de estos efectos ya han sido ejercidos y por lo tanto, el margen de la resistencia esperada, lógicamente es menor que el margen que existe entre los esfuerzos de trabajo y la resistencia especificada.

PRUEBA DE CARGA.

Si aun después de la extracción y ensaye de los corazones de concreto continua en duda la seguridad de la estructura, queda el recurso de las pruebas de carga.

ESTA TESIS NO DEB SALIR DE LA BIBLIOTECA

Estas pruebas se emplean básicamente para elementos sujetos a flexión.

Las pruebas de carga se deben efectuar e interpretar por personal calificado en estas técnicas.

MEDIDAS CORRECTIVAS.

a) Reducir la capacidad de carga a un nivel consecuente con la resistencia del concreto estructural obtenido.

b) Reforzar los elementos cuya resistencia quedó por debajo de la requerida a fin de incrementar su capacidad de carga hasta el nivel que se esperaba originalmente.

c) Reemplazo de los elementos inaceptables (demolición).

ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES.

La asignación de la responsabilidad de estos costos puede ser muy complicada, debido a que se confunden las responsabilidades entre los participantes de una obra: El que especifica, el contratista, el productor y el laboratorio de prueba.

En tal caso, cuando las negociaciones directas no lleguen a una solución, 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 comprador, otro por el fabricante y un tercero escogido de comun acuerdo por los

dos anteriores. Su decisión es inapelable, excepto que se modifique por una disposición legal. (FOTO A 13)

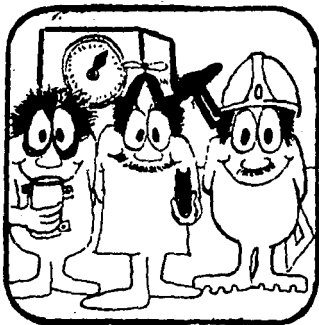


FOTO A 13

Los siguientes lineamientos se proponen como una guía de asignación de responsabilidades de los costos.

a) Si en el moldeo, curado o en la prueba de resistencias de los cilindros se demostró que existieron fallas, y posteriormente se encontró el concreto aceptable el responsable de los procedimientos defectuosos, deberá absorber el costo de cualquier prueba suplementaria que se haya requerido.

b) Si la prueba de concreto a sido llevada a cabo apropiadamente el costo de las pruebas que se hayan requerido para verificar la aceptación de la estructura deberá ser por cuenta del productor. Los costos relacionados con la modificación estructural deberán ser asignados de comun acuerdo al productor o contratista; si es atribuible a una manufactura incorrecta del concreto en el primer caso o a la deficiencia en el manejo, colocación y curado, en el segundo.

APENDICE

APENDICE.

RESISTENCIA A LA ABRASION: La habilidad de una superficie de resistir el desgaste, a la fricción y al proceso de abrasión.

HUMEDAD ABSORBIDA: La humedad sostenida por un material en el interior del mismo.

ABSORCION: La cantidad de agua absorbida bajo condiciones específicas, usualmente expresadas en porcentaje del peso seco de un material.

ACELERACION: Incrementación en velocidad o margen de cambio tal como el endurecimiento o resistencia desarrollada en el concreto.

ADITIVO: Un material usado en el concreto para producir un efecto deseado; tal como retardar, acelerar, inclusión de aire, reducción de agua, etc.

AGUA ABSORVIDA: El agua sostenida en la superficie del material por fuerzas químicas y físicas.

AGREGADO: Es un material generalmente no reactivo que en el caso del concreto se encuentran juntos en un conglomerado.

VELOCIDAD DE AGITACION: Es el número de revoluciones por minuto de la revoladora o de las aspas de un camión revolador cuando se usa para la mezcla de concreto a base de agitación.

CONTENIDO DE AIRE: Cantidad de aire en el concreto que se da a conocer por el porcentaje del volumen total concreto.

AIRE INCLUIDO: Es la inclusión de aire durante el mezclado del concreto, esta puede ser natural o al propósito.

REACCION ALCALI: Es la susceptibilidad de un agregado de atacar con los álcalis, (sodio y potasio) al cemento.

RESISTENCIA DE ADHERENCIA: Es la resistecia a la separación de los agregados a la pasta de cemento, o del concreto a las varillas de refuerzo.

BACHADA: Es la acción de pesar la medida Volumétrica.

CAPILARIDAD: Es el fenómeno que da como resultado la tensión superficial.

FLUJO CAPILAR: Flujo de humedad através del sistema capilar

CEMENTO: Es un producto el cual al entrar en contacto con el agua, solo o en combinación con agregados pétreos o similares tiene la propiedad de formar una masa sólida y resistente.

CIMBRA: Recipiente en el cual se coloca el concreto fresco y sirve para dar la forma definitiva del mismo.

CLINKER: Materiales que son fusionados juntos a base de calor, para manufacturar cemento.

COHESIVO: Es la propiedad del cemento que al quedar en contacto con los elementos del concreto los mantiene juntos durante el mezclado, el vaciado y la operación de acomodo.

CONSISTENCIA: La relativa habilidad de fluir del concreto fresco. La medida usual de consistencia es la plasticidad.

CONSOLIDACION: Es el resultado de la vibración del concreto para reducir el contenido de huecos al mínimo práctico.

CURADO: Mantener la temperatura y la humedad en el concreto fresco, puesto y durante un período determinado para asegurar una hidratación del cemento.

DENSIDAD: Peso por unidad de volumen.

MODULO DE FINURA: Es un factor empírico que se obtiene sumando el porcentaje de un agregado simple, retenido en cada una de las series específicas de mallas y divide la suma entre 100.

FRAGUADO DEL CEMENTO: Desarrollo de la rigidez de la pasta del cemento o concreto.

GRANULOMETRIA: Método por el cual podemos determinar la graduación de las partículas en una muestra de agregados.

- GRAVEDAD ESPECIFICA:** Relación de un peso de material, al volumen que desplaza. (peso/volumen).
- CALOR DE HIDRATACION:** Calor envuelto por reacción química de una sustancia con agua.
- HIDRATACION:** Reacción química que se produce entre el cemento y el agua, la cual da al cemento la propiedad de pegar los otros ingredientes.
- MUESTRA REPRESENTATIVA:** Debe representar al material tal como va a ser proporcionado y mezclado.
- TAMANO MAXIMO DE AGREGADO:** Las partículas más grandes en tamaño que se presentan con suficiente cantidad para afectar las propiedades de la mezcla de concreto.
- PLASTICIDAD:** La propiedad del concreto fresco que determina su resistencia a deformación o su facilidad de moldeo.
- POROSIDAD:** La relación comúnmente expresada por el porcentaje del volumen de huecos en un material al volumen total de éste, incluyendo huecos.
- PUZOLANA:** Es un material el cual no posee algo o nada de propiedades cementantes y químicamente reacciona con el hidróxido de cal en presencia de humedad para formar componentes con propiedades cementantes.
- RETARDANTE:** Es un aditivo el cual retarda el fraguado del cemento.

REVIBRACION: Una segunda vibración aplicada al concreto fresco.

SANGRADO: El movimiento hacia arriba del agua de mezcla através del concreto fresco, en la superficie en el momento de acomodar el concreto.

SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO: Condición óptima del agregado en la cual ni toma ni cede agua.

SEGREGACION: Es la tendencia de los materiales de concreto a clasificarse.

TRABAJABILIDAD: La facilidad con la cual el concreto puede ser colocado.

VIBRACION: Agitación energética del concreto producido por un aparato de oscilación mecánica para ayudar a la consolidación.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Tecnología del Concreto.

Tomo I, II

A.M. NEVILL

N.S-2 Practica Recomendable Para Dosificar Concreto Normal y Pesado (ACI-211.1.74).

N.S Práctica Recomendable Para la Medición, Mezclado, Transporte y Colocación del Concreto (ACI-304-74).

N.S-4 Cartilla del Concreto (ACI-SP-1).

N.S-5 Práctica Recomendable Para la Compactación del Concreto (ACI-531).

N.S-8 Control de Calidad del Concreto (ACI-704).

N.S-19 Colocación del Concreto Bajo Temperaturas Extremas (ACI-305,ACI-306).

Manual Para Muestreo de Concreto

AMIC, ANALISEC

El Concreto Premezclado y sus Ventajas

AMIC No. 2

El Concreto Premezclado y su Control de Calidad

AMIC No. 3

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-155-1976

"Concreto Premezclado".

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-161-1974

"Muestreo de Concreto Fresco"

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-160-1976

"Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto"

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-93-1977

"Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto"

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-156-1974
"Detereminación del Revenimiento del Concreto Fresco"

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-109-1977
"Cabeceo de Especímenes Cilíndricos de Concreto"

Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-169-1978
"Obtención y Prueba de Corazones y Vigas Extraídas de
Concreto Endurecido"

Revista del IMCYC No. 75-1979

Revista del IMCYC No. 94-1980

Revista del IMCYC No. 120-1981

Apuntes "Primer Curso Para Jefes de Laboratorio"
AMIC