



Universidad Autónoma de Sinaloa
Escuela de Ingeniería de Mazatlán
Licenciatura en Ingeniería Civil

Edición 2023

Laboratorio de Tecnología del concreto



Edición 2023

ÍNDICE

PRÁCTICAS	PÁGINA
PRÁCTICA # 1.- PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO – MÉTODO ACI	2
PRÁCTICA # 2.- ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRÁULICO	10
PRÁCTICA # 3.- MUESTREO DEL CONCRETO	12
PRÁCTICA # 4.- DETERMINACIÓN DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	13
PRÁCTICA # 5.- FABRICACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE ESPECIMENES PARA ENSAYES A COMPRESIÓN.	16
PRÁCTICA # 6.- CURADO INICIAL DEL ESPECIMENES	18
PRÁCTICA # 7.- FABRICACIÓN Y CURADO DE VIGAS PARA ENSAYES A FLEXIÓN.	19
PRÁCTICA # 8.- CABECEO DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO HIDRÁULICO.	21
PRÁCTICA # 9.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO.	23
PRÁCTICA # 10.- RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO (PRUEBA BRASILEÑA)	27
PRÁCTICA # 11.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL CLARO	30
PRÁCTICA # 12.- ENSAYE A COMPRESIÓN DE BLOCK DE CONCRETO	34

PRACTICA # 1.- PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO- MÉTODO ACI.

DATOS PREVIOS PARA LA PRÁCTICA:

- Análisis granulométricos de los agregados.
- Peso específico y absorción de los agregados.
- Peso Unitario de los agregados.
- Peso específico del cemento.
- Tipo de estructura.
- Medio Ambiente.
- Resistencia a compresión a 28 días.

PROCEDIMIENTO:

1. **Elección del revenimiento.** Si el revenimiento no está especificado, se puede elegir un valor apropiado para la obra de acuerdo a la Tabla 1. Los valores del revenimiento mostrados son aplicables cuando se utiliza la vibración para compactar el concreto. Deben usarse mezclas de consistencias muy rígidas, que puedan colocarse eficientemente.

Tabla I.- TIPOS DE CONSTRUCCIÓN.

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	REVENIMIENTO	
	MÁX. *	CM MÍN.
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de la subestructura	8	2
Vigas y muros de concreto reforzado	10	2
Columnas	10	2
Pavimento y losas	8	2
Concreto masivo	5	2

*Pueden aumentar 2 cm cuando se utilicen métodos de compactación diferente al de vibración.

2. Elección del tamaño máximo del agregado. Bajo ninguna circunstancia el tamaño máximo debe exceder de una quinta parte de la menor dimensión entre los lados de las cimbras, de una tercera parte del peralte de las losas, ni de tres cuartas partes del espaciamiento mínimo libre entre las varillas individuales de refuerzo, haces de varilla o cables pretensados en algunas ocasiones estas limitaciones se descartan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede ser colocado sin que se formen cavidades o vacíos. Para lograr los mejores resultados cuando se desea obtener un concreto de alta resistencia, deben reducirse los tamaños máximos de los agregados, ya que estos producen mayores resistencias con una relación agua/ cemento dada.

3. Estimación del agua de mezclado y de contenido de aire. La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un revenimiento dado depende del tamaño máximo de la forma de la partícula y de la granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incluido. La cantidad de cemento no la afecta en mayor grado. En la Tabla II se proporcionan estimaciones con respecto a la cantidad de agua de mezclado requerida para concretos elaborados con varios tamaños máximos del agregado, con y sin aire incluido.

La Tabla II indica la cantidad aproximada de aire atrapado que puede esperarse en un concreto sin aire y también muestra los niveles recomendables de contenido de aire promedio para concreto en el que se ha incluido para efectos de durabilidad. El concreto con aire incluido debe usarse siempre en estructuras que estarán expuestas a los fenómenos de congelación y deshielo y generalmente en estructuras expuestas al agua de mar o al efecto de sulfatos. Cuando se prevea que no habrá una exposición severa del concreto, se pueden lograr efectos benéficos (mejorando manejabilidad y cohesión), con niveles de contenido de aire de aproximadamente la mitad de aquellos indicados para el concreto con aire incluido.

Tabla II. REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS MÁXIMOS DEL AGREGADO.

Agua en kg/m ³ de concreto para los tamaños Máximos del agregado indicados.								
Revenimiento Cm	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
Concreto sin aire incluido								
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	1195
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	
Cant. Aprox. del aire Atrapada en concreto sin aire incluido por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10	200	190	180	175	160	160	150	135
15 a 18	215	205	190	185	170	170	160	
Cant. Aprox. del aire Atrapada en concreto sin aire incluido por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

- Los valores de revenimiento para un concreto que contenga un agregado mayor de 40 mm están basados en pruebas de revenimiento efectuados después de remover las partículas mayores de 40 mm por medio de criba húmedo.

4. Elección de la relación agua/ cemento. Los requerimientos de la relación agua/ cemento se determina no sólo por los requerimientos de resistencia, sino también por factores tales como la durabilidad y las propiedades del acabado. Ya que los diferentes agregados y cementos generalmente producen resistencias distintas con a misma relación agua / cemento, es altamente recomendable a 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 valores aproximados y relativamente conservadores para concretos conteniendo cemento Pórtland Tipo I que se indica en la tabla III (a).

Tabla III (a). CORRESPONDENCIA ENTRE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.

Resistencia a la compresión a los 28 días Kg/cm ²	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Tabla III (b). RELACIONES AGUA/ CEMENTO MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONCRETO EXPUESTO A CONDICIONES SEVERAS.

Tipo de estructuras	Estructuras continuas o frecuentemente húmeda y expuesta a congelación y deshielo	Estructuras expuestas al agua de mar o sulfatos.
Secciones delgadas (rieles, Bordillos, durmientes, obras Ornamentales) y secciones Con menos de 3 cm, de recubrimiento sobre el acero.	0.45	0.40**
Todas las demás estructuras	0.50	0.45**

* El concreto también debe ser del tipo de aire incluido.

** Si se utiliza cemento resistente a los sulfatos (Tipo II o tipo V de la norma ASTM o 150), la relación agua/ cemento permisible podrá aumentarse en 0.050.

5. Cálculo del contenido de cemento. La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto se obtiene de las determinaciones efectuadas en los pasos 3 y 4. El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua mezclado (paso 3), dividido entre la relación agua/ cemento (paso 4).

6. Estimación del contenido de agregado grueso. Los agregados esencialmente similares en granulometría y en tamaño máximo producirán un concreto de trabajabilidad satisfactorio cuando se emplee un volumen determinado de agregado grueso y seco, compactado con varilla, por volumen unitario de concreto. En la tabla IV se proporcionan los valores adecuados para este volumen de agregado.

Para obtener un concreto más manejable, como el que se requiere en algunas ocasiones cuando se usa una bomba para la colocación o cuando se coloca el concreto en tomas congestionadas con acero de refuerzo será recomendable reducir hasta en

un 10% el contenido estimado del agregado grueso que se había determinado en la Tabla IV.

Tabla IV. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla, por volumen de concreto para diferentes módulos de finura de la arena, en m ³ .				
Tamaño máximo del Agregado, mm.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.46
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
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
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

7. Estimación del contenido de agregado fino. Al concluir el paso 6, se habrán calculado todos los ingredientes del concreto a excepción del agregado fino. Su cantidad se determina por medio de diferencias. Se puede emplear cualquiera de estos dos procedimientos el método “por paso” o el método de “volumen absoluto”.

- a) Si el peso del volumen unitario de concreto se presupone o puede estimarse por experiencia, el peso requerido del agregado fino es simplemente la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes. Por lo general, en ase a experiencias anteriores con materiales, se conoce el peso unitario del concreto con una precisión razonable.

Si no se cuenta con esa información, se puede utilizar la Tabla V para hacer una primera estimación. Aunque el peso estimado por metro cúbico de concreto sea

aproximado, las proporciones de la mezcla serán lo suficientemente exactas para permitir ajustes fáciles basados en las mezclas de prueba.

Tabla V.- PRIMERA ESTIMACIÓN DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO.

Primera estimación del peso del concreto Kg/m ³		
Tamaño máximo del Agregado, mm	concreto sin aire incluido	concreto con aire incluido
10	2285	2190
12.5	2315	2235
20	2355	2280
25	2375	2315
40	2420	2355
50	2445	2375
70	2465	2400
150	2505	2435

Si se desea obtener un cálculo teórico exacto del peso del concreto fresco por metro cúbico, se puede utilizar la siguiente fórmula.

$$U_m = 10 G_a (100 - A) + C_m (1 - G_a / G_c) - w_m (G_a - 1)$$

En donde:

U_m = Peso volumétrico del concreto fresco, Kg/m³.

G_a = Promedio obtenido de los peso específicos de los agregados finos y gruesos combinados, a granel SSS.

G_c = Peso específico del cemento.

A = Contenido del aire, por ciento.

W_m = Requerimiento de agua de mezclado, Kg/ m³.

C_m = Requerimiento de cemento, Kg/ m³.

- b) Un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida del agregado fino se basa en el uso de los volúmenes de los ingredientes. En este caso, el volumen total de los ingredientes conocidos (agua, aire, cemento y agregado grueso) se resta el volumen unitario de concreto para obtener el volumen requerido del agregado fino. El agregado de cualquier ingrediente en el concreto es igual a su peso dividido entre el peso específico de ese material (siendo este último el producto del peso unitario del agua y la densidad del material).

8. Ajustes por el contenido de humedad del agregado. Debe considerarse la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Por lo general, los agregados están húmedos y a su peso en seco habrá que aumentarle el porcentaje de agua que contenga, tanto la absorbida como la superficial. El agua de mezclado que se agrega a la mezcla debe reducirse en un cantidad igual a la de la humedad libre que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción.

9. Mezclas de prueba. Se deben verificar las proporciones calculadas por medio de mezclas de prueba, así como el revenimiento, aspecto, peso unitario, rendimiento, sangrado y segregación, contenido de aire, cohesión.

PRÁCTICA # 2.- ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

OBJETIVO

Elaborar mezclas de concreto hidráulico para verificar si el diseño teórico cumple con las características físicas más importantes.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS MÁS IMPORTANTES EN EL CONCRETO FRESCO

1. Revenimiento
2. Aspecto
3. Segregación
4. Consistencia
5. Cohesión
6. Peso volumétrico

EQUIPO NECESARIO

- Revolvedora de medio saco.
- Balanzas de 100, 1.0 y 0.1 gramos de aproximación.
- Charolas metálicas de 1.0 x 1.0 y 0.40 x 0.60 metros.
- Probetas graduadas.
- Cucharones de 0.50 y 1.0 litros.
- Estufa.
- Pala de mango largo.

PROCEDIMIENTO

Una vez que se tengan las cantidades corregidas de los ingredientes (agua, cemento, arena, grava y aditivos).

1. Pesar cada uno de ellos en la balanza de 100 gramos de aproximación.
2. Preparación de la revolvedora. Inmediatamente antes de iniciar el mezclado de la revoltura de prueba, la revolvedora debe prepararse con un mortero proporcionado aproximadamente igual a la de prueba. El mortero que se adhiere a la revolvedora después de la descarga evita la pérdida de mortero en la revoltura de prueba.

3. Mezclado mecánico. Antes de iniciar la operación de la revolvedora se añade el agregado grueso (grava), parte del agua de mezclado y la solución de aditivos, cuando esta se requiera. NOTA: Cuando sea factible el aditivo puede ser disuelto en el agua de mezclado antes de agregarla.
4. Se inicia la operación de la revolvedora y luego se añade el agregado fino (arena), el cemento y el resto del agua de mezclado, mientras gira la olla.
5. Se mezcla el concreto durante 3 minutos después de haber cargado todos los ingredientes.
6. Para eliminar la segregación se deposita el concreto en una charola limpia y húmeda y se re-mezcla con una pala o cucharón hasta obtener una apariencia uniforme.

PRÁCTICA # 3.- MUESTREO DEL CONCRETO NMX-C-161

Este es probablemente, el procedimiento más importante dentro de todo el proceso de prueba del concreto, ya que si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos que se siguen al muestro se verán seriamente afectados.

EQUIPO NECESARIO

- Carretilla y cubeta (que no tenga fugas).
- Charola (que no tenga fugas).
- Cucharón (que cuente con cucharón).

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

La muestra debe tomarse según sea el caso, del concreto fresco procedente de camiones mezcladores o agitadores, de mezcladoras estacionarias.

1. Muestreo del concreto procedente de mezcladoras estacionarias.

1.1. Para garantizar la confiabilidad de los resultados, la muestra debe tomarse de cuando menos tres porciones diferentes de la carga, interceptando directamente el flujo de la descarga de la mezcladora, asegurándose de que la muestra se tome en el terreno medio de la misma.

NOTA: La descarga nunca debe restringirse ya que esto provoca segregación.

1.2. Las porciones de muestras obtenidas, debes depositarlas en la charola y cuando tengas tu muestra completa, procede a premezclarla vigorosamente con el cucharón, hasta que observes que la apariencia de la mezcla es homogénea.

NOTA: Evita que la muestra quede al descubierto por más de 15 minutos, ya que en este tiempo debes haber terminado de efectuar las determinaciones requeridas y elaborar tus especímenes.

PRÁCTICA # 4.- DETERMINACIÓN DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO NMXC-156-1974

REVENIMIENTO

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

NOTA: Este método de prueba es válido para determinar el revenimiento del concreto fresco plástico y cohesivo con agregado de tamaño máximo de 40 mm (1 ½”).

EQUIPO NECESARIO

- Cono (con sus dos estribos y laderas)
- Cucharón
- Varilla para compactación.
- Cinta métrica.

PROCEDIMIENTO

1. Una vez homogeneizada la muestra, se selecciona una superficie horizontal, plana, rígida, húmeda y no absorbente (que puede ser una placa).

1.2. Se fija el cono sobre la superficie húmeda colocando los pies del operador sobre los estribos (posición en que deberán mantenerlos durante toda la operación del llenado y compactación) procediendo como se indica a continuación:

1.2.1. Llenado del cono y compactación.

Se debe llenar el cono en tres capas, cada capa debe ser aproximadamente un tercio del volumen del cono y hacer la compactación de la siguiente forma:

1.3. La primera capa, que debe tener una altura aproximada de 7 cm, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo una espiral como trayectoria hacia el centro.

1.4. La segunda capa, con la que debemos alcanzar una altura aproximada de 15 cm dentro del cono, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, de la misma manera que se hizo con la primera capa pero procurando que la varilla penetre aproximadamente 2 cm en cada capa.

1.5. La tercera capa, con la que debe llenarse el cono y rebosar ligeramente el borde superior del mismo, se compacta también con 25 penetraciones de la varilla; en cada golpe debemos penetrar 2 cm aproximadamente en la segunda capa.

En caso de que durante la compactación de esta tercera capa, el concreto quede por debajo del borde superior del cono, podemos agregar un poco de muestra y continuar compactando hasta completar el número de golpes o penetraciones especificadas.

1.6. Enrasado y limpieza del concreto sobrante.

Utilizando la varilla de compactación, se enrasa el concreto apoyándose la varilla en el borde superior del cono. Una vez enrasado, limpiamos el exceso de concreto que haya alrededor del cono.

1.7. Levantamiento del cono.

Después de enrasar y limpiar el exceso de concreto, procedemos a levantar el cono de manera suave, (para permitir que el concreto al liberarse del molde se asiente de manera normal), alzándolo verticalmente y evitando giros e inclinaciones del cono que podrían arrastrar el concreto. Para levantar el cono se requiere de 5 ± 2 segundos.

NOTA: Debemos tener en cuenta que para llenar el cono y levantarlo, disponemos de un tiempo como máximo de 2.5 minutos.

1.8. Medida del revenimiento.

Inmediatamente después de levantar el cono, colocándolo de cabeza junto al concreto asentado, poniendo la varilla acostada y horizontal sobre el borde del cono y en dirección de la altura promedio.

La diferencia que existe entre la altura del cono del metal y la porción central de la superficie del concreto asentado, esta medida es la del revenimiento y debemos reportarla con aproximación de un centímetro.

PRÁCTICA # 5.- FABRICACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE ESPECIMENES PARA ENSAYES A COMPRESIÓN NMX-C-160

La forma más común para determinar la resistencia del concreto, es ensayar a la compresión, cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.

EQUIPO NECESARIO

- Moldes (los necesarios para los cilindros que debas moldear, perfectamente cerrados para evitar fugas y aceitados ligeramente con aceite muy delgado en las superficies interiores).
- Cucharón (que cuente con su mango).
- Varilla para compactación (varilla de punta esférica de una longitud de 60 cm y 5/8").
- Regla metálica para enrasar.

PROCEDIMIENTO

1. Debes llenar el molde en 3 capas, cada capa debe ser de aproximadamente un tercio del volumen total del molde.

1.1. Por medio de un cucharón se vacía el concreto a una altura de aproximadamente 10 cm, se compacta con 25 penetraciones, siguiendo el trazo de una espiral, de la orilla del centro.

NOTA: Después que hayas compactado la primera capa, si quedan oquedades superficiales, golpea ligeramente con la varilla varias veces, de abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde, para que cierren los vacíos que se hayan quedado al compactar.

2. La segunda capa, con la que debes alcanzar una altura aproximada de 20 cm dentro del molde, se compacta con el mismo número de golpes y de la misma forma que la primera capa, pero procurando que la varilla penetre 2 cm en la primera capa.

Después de que hayas compactado la segunda capa, si hay oquedades, repite el golpeo lateral en la misma forma que lo hiciste en la primera capa.

3. Con la tercera capa, debes llenar totalmente el molde y agregar una cantidad extra suficiente, para que después de hacer la compactación, también con 25 golpes de la varilla que deben penetrar 2 cm en la segunda capa, el molde quede completamente lleno con un ligero excedente. Si hay oquedades, repite el proceso de golpeo lateral como lo hiciste en las capas anteriores.

4. Enrasado.

Elimina el exceso de concreto, pasando la regla metálica para enrasar con movimientos de vaivén sobre el borde superior del molde, el menor del número de veces que te sea posible, para que obtengas una superficie plana y uniforme.

5. Identificación.

Para identificar los cilindros marca con trazos muy finos sobre la parte superior del cilindro, las claves de identificación.

PRACTICA # 6.- CURADO INICIAL DE ESPECIMENES NMX-C-160.

El que las muestras de concreto alcancen la máxima resistencia que pueden desarrollar, depende en gran parte del curado inicial en sus moldes.

NOTA: Los cilindros deben permanecer dentro de sus moldes un tiempo no menor de 24 horas ni mayor de 48 horas.

1. Los cilindros se deben desmoldar y transportar inmediatamente, bajo condiciones que mantengan la temperatura del ambiente entre 16 y 27°.

PRACTICA # 7.- FABRICACIÓN Y CURADO DE VIGAS PARA ENSAYES A FLEXIÓN.

Cuando se requiere determinar la resistencia del concreto a la flexión, se elaboran vigas que generalmente tienen una sección transversal de 15 cm de altura y una longitud no menor de 50 cm. Estas vigas tienen un tamaño máximo de agregado de 5cm (2").

OBJETIVO.

Fabricar y curar vigas para ensayos a flexión.

EQUIPO NECESARIO.

- Moldes (los necesarios para las vigas que debamos moldear, perfectamente selladas para evitar fugas y aceitadas ligeramente en las superficies interiores).
- Cucharón (que cuente con mango).
- Varilla para compactación (L= 60 cm y \varnothing 5/8").
- Llana de yesero o cuchara de albañil.
- Regla metálica para enrasar.

PROCEDIMIENTO.

NOTA: El lugar en que debes moldear las vigas, debe encontrarse a cubierto y la superficie en que deben almacenarse debe ser horizontal, lisa y libre de vibraciones.

1. Depositar el concreto en forma uniforme a todo lo largo del molde, procurando evitar la segregación del agregado grueso, llenando las esquinas y aristas con la ayuda de una cuchara de albañil.
2. Utilizando la varilla de compactación se redistribuye el concreto dentro del molde y dar 90 penetraciones distribuidas uniformemente en toda la superficie.

3. Después de compactar esta primera capa y antes de colocar la siguiente, se observa oquedades en la superficie del concreto, debes golpear ligeramente con la varilla las paredes del molde.
4. Introducir una llana o cuchara de albañil entre el concreto y las paredes del molde hasta tocar el fondo y recorrer a lo largo de las paredes laterales y de los extremos.
5. En la segunda capa, el concreto debe rebasar ligeramente la altura del molde. Se compacta con igual número de penetraciones que la primera capa, procurando que la varilla atravesase en cada golpe esta segunda capa y penetre en la primera 1 cm aproximadamente.
6. Después de compactar esta segunda capa, si se observan oquedades se procede a golpear con la varilla las paredes del molde y recorrer con la llana o cuchara de albañil las paredes del molde. La penetración de la llana o cuchara de albañil deberá ser suficiente para rebasar ligeramente la profundidad de la segunda capa.
7. Enrasado. Eliminar el exceso de concreto pasando la regla metálica para enrasar con movimiento de vaivén, sobre los bordes superiores del molde el menor número de veces que sea posible para que obtengamos una superficie plana y uniforme.
8. Identificación. Para identificar las vigas marcamos con trazos muy finos sobre la superficie expuesta, las claves de identificación que tengan designadas.
9. Curado. Cuando los especímenes se elaboran en forma de vigas, deben permanecer en sus moldes durante 48 horas, después de las cuales deben de ser transportadas en sus moldes hasta el lugar donde van a ser descimbrados y continuar su curado hasta la edad especificada.

PRÁCTICA # 8.- CABECEO DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

CABECEO

Es la preparación de las bases de los especímenes de concreto, para su prueba, con mortero de azufre de alta resistencia.

OBJETIVO

Cabecear cilindros y corazones de concreto endurecido, con mortero de azufre de alta resistencia.

EQUIPO NECESARIO

- Platos metálicos, cuyo diámetro debe ser por lo menos 5.0 mm mayor que el del espécimen por cabecear.
- Recipiente para fundir azufre.
- Mortero de azufre que adquiera una resistencia mínima de 350 kg/cm^2 a la edad de dos horas.
- Estufa.
- Martillo de hule sólido.
- Aceite mineral.
- Estopa.

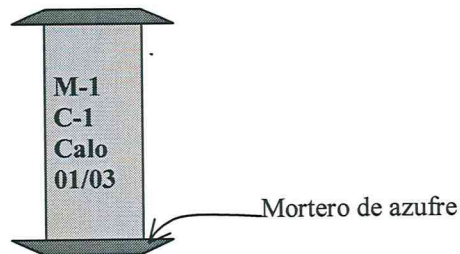
PROCEDIMIENTO

NOTA: Las superficies cabeceadas de los especímenes para compresión deben ser planas, dentro de una tolerancia de 0.05 cm (0.50 mm) a través de cualquier diámetro.

Cabeceo con mortero de azufre

Las bases de los especímenes curados en forma húmeda deben de estar suficientemente secas en el momento del cabeceado.

1. Se prepara el mortero de azufre para su empleo, calentándolo a $140 \pm 10^{\circ}\text{C}$.
2. Se aceita ligeramente el plato de cabeceo y también ambos extremos del espécimen.
3. Se vierte suficiente azufre fundido al plato cabeceador, y rápidamente colocar el espécimen.
4. Se espera a que fragüe en un tiempo de 2 a 3 minutos.
5. Con el martillo de hule sólido, dar algunos golpes ligeros a la parte exterior del cabeceador.
6. Se realiza el mismo procedimiento para el otro extremo del espécimen.
7. Finalmente tenemos el espécimen cabeceado.



PRÁCTICA # 9.- RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

OBJETIVO

Determinar la resistencia a la compresión de cilindros moldeados y corazones de concreto.

EQUIPO NECESARIO

- Máquina de prueba con capacidad suficiente y que pueda funcionar a la velocidad de aplicación de la carga especificada, sin producir impactos ni pérdida de carga.
- Mortero de azufre, placas de neopreno.
- Cinta métrica.
- Estufa.
- Balanza de 1.0 gramos de aproximación.
- Martillo de hule sólido.
- Compás de puntas.
- Recipiente para fundir azufre.

PROCEDIMIENTO

NOTA: El ensaye a la compresión de los especímenes curados en húmedo debe efectuarse tan pronto como sea posible después de retirarlos a la pileta o del cuarto húmedo.

Antes del ensaye, los extremos de los especímenes o caras de aplicación de carga no deben apartarse de la perpendicular al eje en más de 0.5° , aproximadamente 3 mm y no se permiten irregularidades respecto de un plano que excedan de 0.05 mm; en caso contrario deben ser cabeceados de acuerdo a lo indicado en la NMX-C-109.

1. Colocación del espécimen.

- 1.1. Se limpian las superficies de las placas superior e inferior y las cabezas del espécimen de prueba.

- 1.2. Se coloca el espécimen sobre la placa inferior alineando cuidadosamente su eje con el centro de la placa de carga.
 - 1.3. La placa superior se baja hacia el espécimen asegurándose que se tenga un contacto suave y uniforme.
2. Velocidad de aplicación de la carga.
- 2.1. Debe aplicarse la carga con una velocidad uniforme y continua, sin producir ni impacto, ni pérdida de carga.
 - 2.2. La carga debe estar dentro del intervalo de 84 a 210 kg/cm²/mín.
 - 2.3. Se aplica carga hasta alcanzar la máxima, registrándola. Cuando sea necesario, podrá llevarse hasta la falla, anotando tipo de falla y la apariencia del concreto.

NOTA: Los especímenes para aceptación o rechazo de concreto deben ensayarse a la edad de 14 días en caso de concreto de resistencia rápida, o 28 días en caso de resistencia normal.

2.4. Cálculos.

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. El resultado de la prueba se expresa con una aproximación de 1 kg/cm².

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \frac{Kg}{cm^2}$$

Donde:

σ Esfuerzo o resistencia.

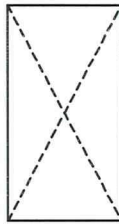
P Carga aplicada.

A Área de la sección.

NOTA: Estos resultados se vacían en la tabla de registro.

FALLAS QUE SE PRESENTAN EN LOS ESPECIMENES

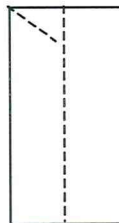
1. Se observa cuando se logra una carga de compresión bien aplicada sobre un espécimen de prueba bien preparado.



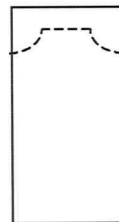
2. Se observa comúnmente cuando las caras de aplicación de carga se encuentran en el límite de tolerancia especificada o excediendo ésta.



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



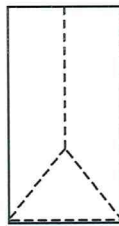
4. Se observa en especímenes que presentan una cara cóncava y/o por deficiencias del material de cabeceo o también por concavidad en una de las placas de carga.



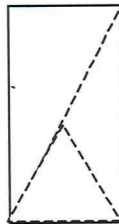
5. Se observa cuando se producen concentraciones de esfuerzo en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga, por deficiencia del material de cabeceo o rugosidades en el plato de cabeceo o placas de carga.



6. Se observa en especímenes que presentan una cara de aplicación 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.



PRACTICA # 10.- RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO (PRUEBA BRASILEÑA).

OBJETIVO.

Determinar la resistencia a la tensión por compresión diametral en especímenes cilíndricos de concreto.

EQUIPO NECESARIO.

- Prensa hidráulica.
- Barra o placas de carga suplementaria.
- Tiras para distribución de cargas. Pueden ser de triplay o neoprano, con ancho de 25mm, un espesor de 3mm y una longitud igual o ligeramente mayor que el espécimen.
- Dispositivo para trazar líneas diametrales.
- Cinta métrico, regla graduada.

PROCEDIMIENTO.

1. Mediciones.

1.1. Se determina el diámetro del espécimen de prueba con aproximación de 1.0 mm, se calcula con el promedio de tres diámetros, medidos cerca de los extremos.

$$\frac{D1 + D2 + D3}{3} = D \text{ PROMEDIO (cm)}$$

1.2. Se determina la longitud del espécimen con aproximación de 1.0 mm, con el promedio de por lo menos dos medidas de longitud.

$$\frac{L1 + L2}{2} = L \text{ PROMEDIO (cm)}$$

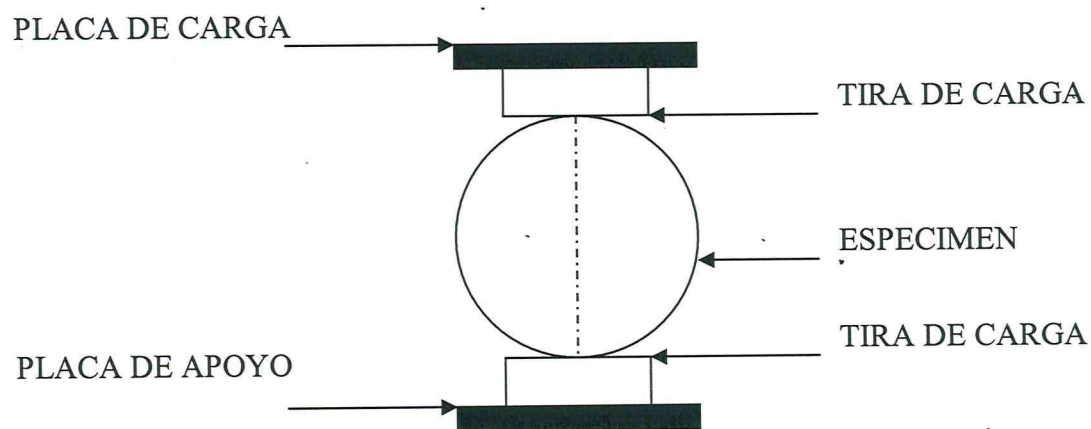
2. Marcado del espécimen.

2.1 En cada extremo del espécimen se deben dibujar líneas diametrales usando el dispositivo indicado en la relación del equipo.

3. Centrado del espécimen.

3.1 Se centra una de las tiras de carga sobre las placas de carga. Se coloca el espécimen, sobre la tira y se alinea en tal forma que las líneas marcadas en los extremos del cilindro estén verticales y centradas con relación a las tiras.

3.2 Se coloca la segunda tira de carga longitudinalmente sobre el cilindro, centrándolo con relación a las líneas marcadas en los extremos del mismo. Se acomoda una segunda placa sobre la tira de carga.



4. Velocidad de aplicación de la carga.

4.1 Se debe aplicar la carga en forma continua sin impacto y a una velocidad constantes de tal manera que se logren esfuerzos de tensión por compresión diametral de 5 a 15 kg/cm²/min hasta la falla del espécimen.

4.2 Se registra la carga máxima aplicada, indicada en la máquina de prueba en el momento de la falla.

4.3 Observar el tipo de falla y la apariencia del concreto.

5. Cálculos.

Se calcula la resistencia a tensión por compresión diametral del espécimen como sigue:

$$\sigma_T = \frac{2P}{\pi Ld}$$

Donde:

T: Resistencia a la tensión por compresión diametral, en kg/ cm²

P: Carga máxima aplicada (kg).

L: Longitud en cm.

d: Diámetro en cm.

6. Resultado.

Los resultados se anotan en el registro que se tienen desde los primeros ensayos (7, 14 días).

PRACTICA # 11.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL CLARO.

OBJETIVO.

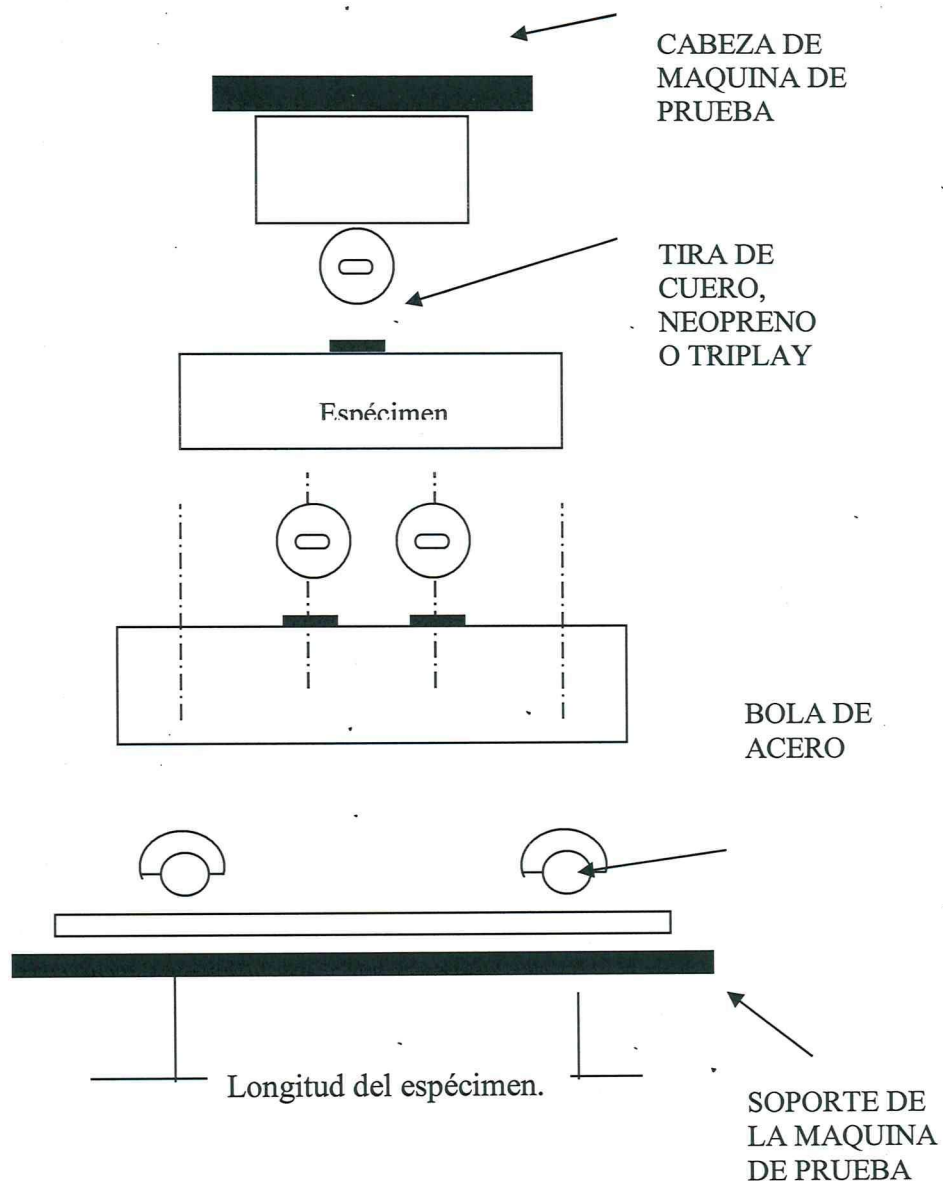
Determinar la resistencia a la flexión del concreto, usando una viga con cargas concentradas en los tercios del claro.

EQUIPO NECESARIO.

- Prensa hidráulica.
- Dispositivo completo de aplicación de carga.
- Cinta métrica.
- Tiras de cuero o neopreno de 5 a 7 mm de espesor con un ancho de 25 a 50 mm y cubrir todo ancho del espécimen.

PROCEDIMIENTO:

1. Sacar la viga de la pila de curado y obtener las características físicas más importantes (largo, ancho, alto y peso).
2. Se marca la viga de tal manera que se obtenga el tercio medio.
3. Una vez marcada la viga, esta se coloca en el dispositivo de la carga.



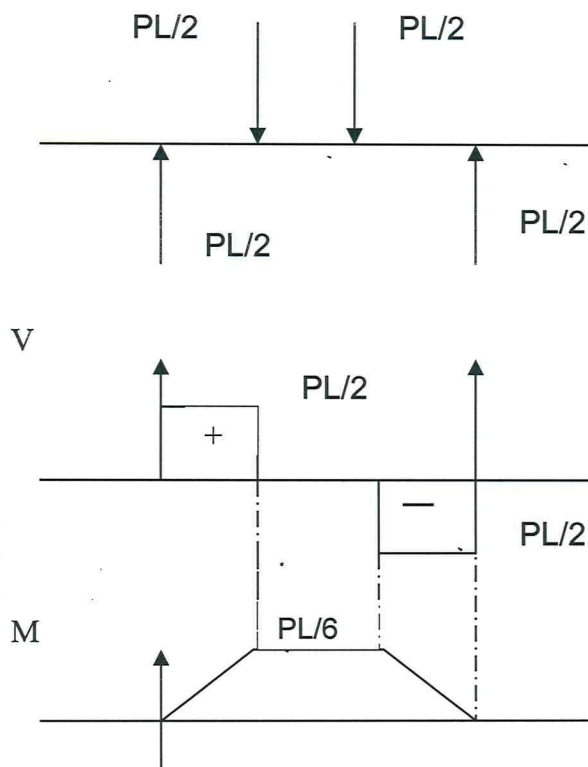
4. Se debe voltear la viga sobre un lado con respecto a la posición de l moldeado, se centra en los bloques de apoyo y estos a su vez deben estar centrados respecto a la fuerza aplicada

5. Se aplica carga a una velocidad de 10% kg/cm²/min, permitiéndose velocidades mayores antes del 50% de la carga de ruptura.

6. Cálculos.

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión del tercio medio del claro, el modulo de ruptura se calcula como sigue:

Diagrama de cuerpo libre de la viga:



Basados en la teoría elástica:

$$\frac{M Y}{I}$$

I

Donde:

M: Momento máximo.

I: Momento de Inercia.

Y: Distancia del eje neutro a la fibra más alejada.

De esto (sustituyendo):

$$\frac{PL}{6} = PL$$
$$\frac{1}{12} bd^3$$

$$M.R. = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

M.R.: Módulo de ruptura.

P: Carga aplicada.

L: Longitud entre apoyos.

d: Alto de la viga.

b: Ancho de la viga

PRACTICA # 12.- ENSAYE A COMPRESIÓN DE BLOCK DE CONCRETO

OBJETIVO.

Conocer la resistencia a al compresión de ladrillos, blocks de concreto utilizados en la construcción.

EQUIPO NECESARIO.

- Cinta métrica.
- Balanza de 1.0 grs. de aproximación
- Prensa hidráulica.
- Estufa
- Cabeceadores
- Mortero de azufre
- Aceite mineral
- Estopa
- Martillo de hule sólido.

PROCEDIMIENTO:

NOTA: El block debe estar libre de fisuras y despostilladuras.

1. Obtener las características físicas más importantes del espécimen a ensayar (cm)

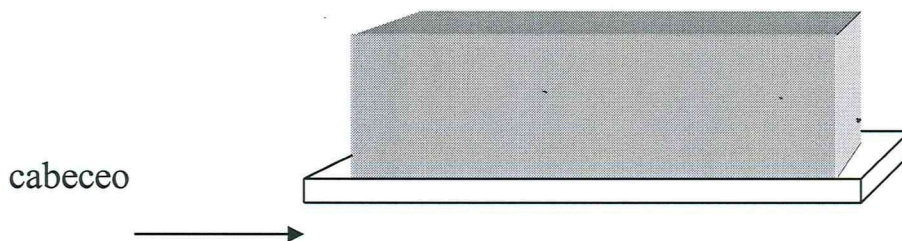
*Ancho:
$$\frac{A1 + A2 + A3}{3} = \text{Ancho promedio (cm)}.$$

*Alto:
$$\frac{H1 + H2 + H3}{3} = \text{Alto promedio (cm)}.$$

*Largo:
$$\frac{L1 + L2 + L3}{3} = \text{Largo promedio (cm)}.$$

2. Se pone a fundir el mortero de azufre, procurando que sea a fuego lento.

3. El azufre fundido se vierte dentro del cabeceador, y rápidamente colocar el block.
4. Se espera a que el azufre adquiriera resistencia (fragüe).
5. Con un martillo de hule se dan algunos golpes en la superficie exterior del cabeceador.



6. Se levanta el block y tenemos el primer extremo cabeceado.
7. Se coloca aceite mineral y se vierte de nuevo azufre fundido al cabeceador.
8. Se repite el paso N°4.
9. Se espera que transcurra cierto tiempo.
10. Se lleva el espécimen a la prensa y se le aplica carga hasta que este falle.
Carga de ruptura= (K.N.)
11. Cálculos.

Donde:

σ : Esfuerzo (resistencia).

C.R.: Carga de ruptura en kg.

A: Área (sin descontar celdas).

$$\sigma = \frac{C.R. (kg)}{A (cm^2)}$$

A (cm²)