

## CAPÍTULO 4

# METODOLOGÍA DE ENSAYOS PARA CONCRETOS

### **Procedimiento de ensayo del asentamiento de mezclas de concreto**

#### ***Referencias normativas***

Estas normas tienen por objeto establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.

- ASTM. (2015). *C143/C143M Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete.*
- INV E-404 *Asentamiento del concreto de cemento hidráulico (slump).*
- NTC 92 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

#### ***Aspectos generales***

El ensayo de asentamiento se realiza a mezclas recién batidas para conocer la consistencia de la misma. Es de gran importancia, pues dependiendo del revenimiento se eligen métodos de colocación y compactación del material.

Además de ofrecer información sobre la trabajabilidad y manejabilidad, el exceso o falta de agua en las mezclas permite hacer las estimaciones necesarias para garantizar la máxima densidad y compacidad del elemento a fundir en concreto.

### **Objetivos**

- Determinar el asentamiento de la mezcla de concreto.

### **Elementos para el procedimiento**

- Molde.
- Varilla de compactación punta redonda.
- Pala o cucharón.

### **Elementos personales**

- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.

### **Consideraciones**

La cantidad de muestra para ensayo debe corresponder a una cantidad lo suficientemente representativa de la mezcla batida. El molde de ensayo puede ser metálico o plástico y debe estar libre de impurezas en su superficie.

La superficie sobre la que se apoye el molde debe ser plana y no absorbente, el molde debe ser sujetado con los pies, de tal manera que este no se mueva al momento de empezar a llenarlo.

Desde el inicio del ensayo, hasta el levantamiento del molde no deben transcurrir más de dos minutos y medio.

Así como se muestra en la figura 4.1, el asentamiento corresponde a la diferencia de altura de la muestra al retirar el molde, con la altura del mismo y se calcula mediante la ecuación 4.1.

$$A = H_f - H_i \quad (4.1)$$

Donde:

$A$ : asentamiento de la mezcla (mm).

$H_i$ : posición inicial de la mezcla (mm).

$H_f$ : posición final de la mezcla (mm).

**Figura 4.1 Medición de asentamiento del concreto.**



### **Procedimiento**

- Colocar el molde en el suelo, y sujetarlo firmemente con los pies.
- Llenar una tercera parte del molde con muestra.
- Apisonar con la varilla de compactación la superficie, distribuyendo uniformemente 25 golpes, inclinando levemente la varilla para asegurar una compactación hasta el fondo.
- Repetir el proceso con la segunda y tercera capa, dejando en esta última, material apilado suficiente sobre el borde del molde para asegurar el llenado.
- Alisar la superficie con ayuda de la varilla de compactación.
- Levantar el molde de un solo movimiento uniforme hacia arriba, sin producir movimiento lateral o torsión en el concreto.
- Medir la diferencia de altura de la muestra respecto al molde.

## Resumen de ensayo

La tabla que se muestra a continuación está diseñada de manera que recopile los datos del ensayo de laboratorio de manera clara y concisa; se puede incluir información sobre el laboratorio, materiales, así como la identificación de la muestra.

Ensayo de asentamiento NTC 396	
Laboratorio:	Fecha:
Proyecto:	Material:
Elaboró:	Muestra n.º:
Mezcla	
Altura del molde (mm)	
Altura de la muestra asentada (mm)	
Asentamiento (mm)	
Observaciones	

## Procedimiento de elaboración de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión

### Referencias normativas

Las normas a las que acá se hace referencia establecen los métodos para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración.

- *ASTM. (2015). C31/C31M Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field.*
- *INV E-402 Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio para ensayos de compresión y flexión.*
- *NTC 1377 Ingeniería civil y arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio.*

## ***Aspectos generales***

El proceso de elaboración y curado de cilindros para ensayos de resistencia a la compresión es parte esencial del proceso de evaluación de las mezclas. Como se ha mencionado anteriormente, esta propiedad mecánica del concreto se determina al aplicar cargas axiales de compresión sobre muestras cilíndricas. Es por esto que, unos cilindros elaborados con los procedimientos adecuados, brindan confiabilidad tanto para el proceso de ensayo como para el proceso de selección de materiales.

## ***Objetivos***

- Elaborar cilindros de concreto para ensayos de resistencia a la compresión

## ***Elementos para el procedimiento***

- Moldes cilíndricos.
- Varilla de compactación punta redonda.
- Aceite desmoldante.
- Pala o cucharón.
- Martillo o mazo de goma.

## ***Elementos personales***

- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.

## ***Consideraciones***

Los moldes requeridos para la elaboración de cilindros de concreto pueden ser metálicos o plásticos, siempre y cuando cumplan con los requisitos técnicos, no interactúen nocivamente con la muestra durante el periodo de endurecimiento, ni presente deformidades en sus caras que puedan afectar el cuerpo del cilindro a fundir.

Es recomendable que la relación diámetro altura de los moldes sea de 1:2, pues esta relación permite evaluar con mayor confiabilidad los resultados de resistencia a la compresión (ver figura 4.2), asimismo el aceite desmoldante utilizado para lubricar el cilindro no debe reaccionar o afectar el cilindro en su periodo de endurecimiento.

**Figura 4.2 Preparación de cilindros.**

El periodo recomendado desde la fundida del cilindro hasta el desmolde e inicio del curado es de  $24 \text{ h} \pm 8$ ; este debe hacerse inmediatamente después del desmoldado, garantizando que ambiente o tanque curado (curado húmedo), no pueda afectar nocivamente el proceso de endurecimiento por la presencia de sustancias dañinas en el agua (figura 4.3).

**Figura 4.3 Puesta en curado de los cilindros.**

### **Procedimiento**

- Colocar el molde en el suelo, sobre una superficie horizontal.
- Lubricar el molde con el aceite desmoldante.
- Llenar una tercera parte del molde con muestra.
- Apisonar con la varilla de compactación la superficie, distribuyendo uniformemente 25 golpes, y golpear con el mazo el exterior del cilindro para cerrar los espacios o huecos dejados por el apisonamiento.

- Repetir el proceso con la segunda y tercera capa.
- Enrasar la superficie con ayuda de la varilla de compactación y dar un acabado suavizado a la misma.
- Desmoldar los cilindros luego de un periodo prudente, marcarlos y llevarlos a su lugar de curado.
- Mantener los cilindros en curado hasta que se vaya a realizar el ensayo.

## **Procedimiento de ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto**

### ***Referencias normativas***

Este ensayo se refiere a la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos.

- ASTM. (2015). *C143/C143M Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete*.
- INV E-410 *Resistencia a la compresión de cilindros de concreto*.
- NTC 673 Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

### ***Aspectos generales***

El ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto, es uno de los variados ensayos para evaluar el comportamiento mecánico del material, de este se obtiene información muy valiosa de la calidad de los materiales, el proceso de mezclado, dosificación, colocación del concreto, verificación de las especificaciones, evaluación de los aditivos, entre otros.

El ensayo de resistencia a la compresión consiste en la aplicación de una carga axial en la cara del cilindro. Se suele realizar a cilindros de edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, siendo los ensayos a 7 y 28 días de edad los más utilizados.

### ***Objetivos***

- Determinar la resistencia a compresión del cilindro de concreto.

### ***Elementos para el procedimiento***

- Máquina de compresión con accesorios.

### ***Elementos personales***

- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.

### ***Consideraciones***

Los cilindros de concreto se ensayan en condición húmeda y con edades de curado de acuerdo a la pertinencia del estudio con tolerancias de acuerdo a la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Edad de ensayo de los cilindros de concreto.**

Edad de ensayo	Tolerancia admisible
24 h	$\pm 0,5$ h
3 d	$\pm 2$ h
7 d	$\pm 6$ h
28 d	$\pm 20$ h
90 d	$\pm 2$ d

Fuente: Icontec NTC 673.

Es importante garantizar la planitud de sus caras, de tal manera que la carga aplicada sobre la cara del cilindro se distribuya de manera uniforme y la falla se dé acertadamente como se muestra en la figura 4.4.

**Figura 4.4 Ensayo de resistencia a la compresión.**





Existen métodos de refrentado de las caras de los cilindros con morteros de azufre y yeso de alta resistencia, pero en la actualidad muchos laboratorios utilizan cabezales de neopreno, para un refrentado no adherido cuando las caras de los cilindros no presentan deformaciones considerables, con los que se obtienen resultados igualmente confiables respecto al refrentado adherido. El cálculo de la resistencia a la compresión se realiza de acuerdo a la ecuación 3.6.

$$F_i = \frac{Q_M}{A_C} \quad (3.6)$$

Donde:

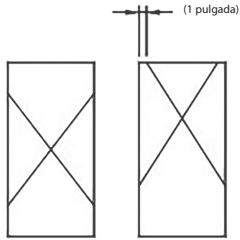
$A_C$  : área de la sección transversal del cilindro ( $cm^2$ ).

$F_i$  : resistencia a la compresión del cilindro ( $Kg/cm^2$ ).

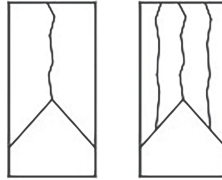
$Q_M$  : carga máxima aplicada sobre el cilindro ( $Kgf$ ).

Para efectos de determinar la resistencia, es aconsejable que como mínimo se rompan tres cilindros para así considerar como válida una muestra dada de concreto. Además del resultado de ensayo, se puede evaluar la forma de la falla y hacer estimaciones sobre las propiedades del concreto evaluado. Algunos modelos de fallas típicas se muestran en la figura 4.5.

- Tipo 1. Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales menores de 25 mm (1 pulgada).
- Tipo 2. Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales; el cono no está bien definido en el otro extremo.
- Tipo 3. Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos; conos mal formados.
- Tipo 4. Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.
- Tipo 5. Fracturas en los lados de las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).
- Tipo 6. Similar al Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

**Figura 4.5 Modelos de fallas típicas. Fuente: Icontec NTC 673.****Tipo 1**

Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada).

**Tipo 2**

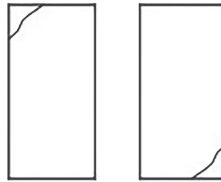
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo.

**Tipo 3**

Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados.

**Tipo 4**

Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

**Tipo 5**

Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

**Tipo 6**

Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Adicionalmente si se requiere calcular la densidad del cilindro, se toman las medidas de altura, diámetro y peso del espécimen.

## Procedimiento

- Retirar el cilindro del ambiente de curado.
- Efectuar el proceso de refrentado (si es necesario).
- Realizar mediciones de dimensiones y peso del cilindro.
- Someter el cilindro a ensayo en la máquina.
- Calcular la resistencia a la compresión y densidad del cilindro.

## **Resumen de ensayo**

La información obtenida de la prueba de laboratorio puede ser condensada en la siguiente ficha.

<b>Ensayo de asentamiento NTC 673</b>	
<b>Laboratorio:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Proyecto:</b>	<b>Material:</b>
<b>Elaboró:</b>	<b>Muestra n.º:</b>
<b>Cilindro</b>	
Carga máxima aplicada (Kgf)	
Área de la cara (cm <sup>2</sup> )	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Peso (Kg)	
Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
Densidad del cilindro (Kg/m <sup>3</sup> )	
<b>Observaciones</b>	

