



*Profesor Titular:* Ing. Maximiliano Segerer  
*Jefe de Trabajos Prácticos:* Ing. Carlos Aluz

## ASIGNATURA: TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN

### TRABAJO PRÁCTICO N° 8

## CRITERIOS DE CONFORMIDAD, CONTROL DE CALIDAD Y HORMIGÓN ELABORADO

### I. OBJETIVOS

Demostrar habilidad para especificar, hacer control de calidad e interpretar resultados de ensayos en obras de hormigón.

### II. DESARROLLO

Luego de dictada la parte teórica de la Unidad 7 “Hormigones”, se pasará a explicar la metodología de control de calidad y criterios de conformidad del hormigón fresco y hormigón endurecido según el Reglamento CIRSOC 201-05. Asimismo se explicarán los ejercicios propuestos que serán resueltos con la ayuda de la Guía de Clases entregada a los alumnos y se debatirán los diferentes casos reales de aplicación.

### III. NORMAS Y REGLAMENTOS A CONSULTAR

- **Reglamento CIRSOC 201:05**
- **Norma IRAM 1524** – Hormigón de cemento. Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral
- **Norma IRAM 1536** – Hormigón fresco de cemento pórtland. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono
- **Norma IRAM 1541** – Hormigón de cemento pórtland. Hormigón fresco. Muestreo
- **Norma IRAM 1546** – Hormigón de cemento pórtland. Método de compresión
- **Norma IRAM 1562** – Hormigón fresco de cemento pórtland. Método de determinación de la densidad, el rendimiento y el contenido de aire
- **Norma IRAM 1602** – Hormigón de cemento pórtland. Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas de hormigones y morteros
- **Norma IRAM 1666** – Hormigón de cemento Pórtland. Hormigón elaborado
- **Norma IRAM 1893** – Determinación de la temperatura del hormigón fresco

### IV. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Referido a la Unidad 7: “Hormigones” del Programa de la cátedra, principalmente los puntos 7.b. “Ensayos de hormigones” y 7.c. “Control de Calidad y Criterios de conformidad”. Apuntes de clases y Reglamento CIRSOC 201-05.

## **V. EJERCICIOS PROPUESTOS**

### **1. Criterios de aceptación del hormigón fresco: Consistencia**

Para todos los ejemplos se supone que se solicitó hormigón elaborado con asentamiento de 6 cm al llegar el camión a obra, lo que es la práctica más común en Mendoza. Se suponen además en los ejercicios que se cumple en un todo el proceder del muestreo del hormigón fresco según la Norma IRAM 1541 y se realiza correctamente el ensayo de asentamiento según la Norma IRAM 1536.

1. a. Hormigonado de un piso industrial en una procesadora de alimentos en el Parque Industrial Las Heras. Se realiza el ensayo de asentamiento apenas comienza a descargar el camión hormigonero y arroja un valor de 10,0 cm. Se realiza otro ensayo con la misma muestra y da un resultado de 11,5 cm. El Director de Obras rechaza el camión. Es correcto el proceder? Fundamente la respuesta
1. b. Hormigonado de pilotes de fundación de un puente en el Río Tunuyán. Se descarga medio metro cúbico aproximadamente del camión, se toma una muestra, se realiza el ensayo de asentamiento y da un resultado de 7,5 cm. El Director de Obras acepta el camión y se continúa con la descarga. Es correcto el proceder? Fundamente la respuesta
1. c. Hormigonado de una losa de una vivienda unifamiliar por bombeo. Se toma una muestra, se realiza el ensayo de asentamiento y da un resultado de 3 cm. El Director de Obras acepta el camión e incorpora aditivo fluidificante para llevar el asentamiento a 12,0 cm. Es correcto? Fundamente la respuesta
1. d. Hormigonado de un canal de riego en Lavalle. Se descarga más de la mitad del camión, se duda de la apariencia del hormigón, se toma una muestra y se realiza el ensayo de asentamiento, obteniendo un valor de 13,0 cm. El Director de Obras con este resultado rechaza inmediatamente el camión. Es correcto el proceder? Fundamente la respuesta
1. e. Hormigonado de vigas de fundación de un galpón en el Parque Industrial Luján de Cuyo. El camión llega a la obra y no se tienen los encofrados listos, por lo que debe esperar 2 horas. Se descarga el primer metro cúbico y se toma una muestra para el ensayo de asentamiento. Se mide un resultado de 11,5 cm. Se toma una muestra, se realiza el ensayo de asentamiento y da un resultado de 13,0 cm. El Director de Obras con este resultado rechaza el camión. Es correcto el proceder? Fundamente la respuesta

### **2. Criterios de aceptación del hormigón fresco: Temperatura**

Para todos los ejemplos se supone que se solicitó hormigón elaborado y se exige el cumplimiento de las Normas IRAM 1666 y el Reglamento CIROSC 201:05. Se asume que el ensayo se realizó tal cual lo indica la Norma IRAM 1893 y que se cumplen los criterios de aceptación por consistencia.

2. a. Hormigonado de columnas de una escuela en Santa Rosa (9 m<sup>3</sup> en total en el día). Día de diciembre caluroso de 33 °C de temperatura ambiente a las 16 horas. Se comienza a descargar a esa hora el hormigón del primer camión que llega a la obra y se mide una temperatura del hormigón fresco de 34 °C. Qué decisión tomaría como Director de Obras?
2. b. Hormigonado de una platea de fundación de un edificio de 15 pisos en el Microcentro (900 m<sup>3</sup> en total en el día). Se planifica el hormigonado para mediados de enero. Ensayos realizados arrojan que podrían llegarse a temperaturas de 36 °C en

el hormigón fresco a las horas del día de mayor temperatura. Qué decisión tomaría como Director de Obras?

2. c. Hormigonado de una losa de 15 cm del Zanjón Maure (24 m<sup>3</sup> en total en el día). Se comienza el hormigonado a las 8:15 de un día de julio con temperatura ambiente de 3 °C y midiendo la temperatura del hormigón fresco se obtiene un valor de 11 °C. Qué decisión tomaría como Director de Obras?

### **3. Criterios de aceptación del hormigón fresco: Contenido de aire incorporado**

Para todos los ejemplos se supone que se solicitó hormigón elaborado de TMN 1" con aire intencionalmente incorporado y se exige el cumplimiento del Reglamento CIROSC 201:05. Se asume que el ensayo se realizó tal cual lo indica la Norma IRAM 1602 y que se cumplen los criterios de aceptación por consistencia y temperatura.

3. a. Hormigonado de pavimentos en el Suroeste de Malargüe en el que se emplearán en un futuro sales descongelantes – Hormigón H-35. Se toma una muestra después de aproximadamente el primer metro cúbico y se determina el aire incorporado; obteniéndose un valor de 4,6 %. Qué decisión tomaría como Inspector de Obras?
3. b. Hormigonado de cobertizos del Tren Trasandino Central, no se emplearán sales descongelantes – Hormigón H-30. Se toma una muestra después de aproximadamente el primer medio metro cúbico y se determina el aire incorporado; obteniéndose un valor de 7,3 %. Se toma una segunda muestra y se determina un contenido de aire de 8,0 %. Qué decisión tomaría como Inspector de Obras?

### **4. Criterios de aceptación del hormigón fresco: Masa por unidad de volumen**

Para el ejemplo se supone que se solicitó hormigón elaborado y se exige el cumplimiento del Reglamento CIROSC 201:05. Se asume que el ensayo se realizó tal cual lo indica la Norma IRAM 1562 y que se cumplen todos los demás criterios de aceptación en estado fresco.

4. a. Hormigonado de piletas para efluentes de aguas residuales de piletas de tratamiento de hidrocarburos en Vizcacheras – Hormigón H-25. Se pesa el camión al llegar a obra en una báscula que se encuentra en el recinto de la misma y se obtiene un peso total de 28.800 kg. A la mitad de descarga del camión se determina el peso unitario del hormigón y se obtiene un valor de 2338 kg/m<sup>3</sup>. El peso unitario teórico del hormigón es de 2345 kg/m<sup>3</sup>. Según el remito el camión transporta 6,0 m<sup>3</sup>. Al terminar la descarga se pesa el camión hormigonero vacío y se obtiene un peso 15.350 kg. Qué decisión tomaría como Director de Obras?

### **5. Criterios de aceptación del hormigón endurecido: Resistencias a compresión**

Para todos los ejemplos se supone que el ensayo de rotura de probetas se realiza en un laboratorio de calidad certificada y siguiendo los procedimientos de la Norma IRAM 1546.

5. a. Hormigón H-30 – Hormigón correspondiente a tabiques de un Hotel 5 estrellas en el Centro de la Ciudad de Mendoza. Las probetas se han moldeado tal como lo indica la Norma IRAM 1524. La temperatura del agua de la pileta de curado osciló entre 21,5 y 23,5 °C en el período de curado hasta la edad de rotura de las probetas. La Planta Elaboradora de Hormigón califica como Modo I. La designación T-X es la designación de tabiques y se moldearon 2 probetas por cada muestra, las que son las probetas "gemelas". Como Inspector de Obras, aceptaría o rechazaría el hormigón? Fundamente la respuesta. Qué medidas tomaría en caso de rechazo?

Designación Probeta	Edad de ensayo	Resistencia (MPa)
T-21 (1)	32 días	30,4

T-21 (2)	32 días	32,1
T-23 (1)	32 días	33,4
T-23 (2)	32 días	17,3
T-26 (1)	29 días	33,2
T-26 (2)	29 días	36,3
T-41 (1)	28 días	27,1
T-41 (2)	28 días	27,5
T-23 ' (1)	32 días	40,2
T-23 ' (2)	32 días	38,3
T-22 (1)	31 días	32,5
T-22 (2)	31 días	35,8

5. b. Hormigón H-20 – Hormigón correspondiente un muro de contención del Canal Caci que Guaymallén. Las probetas se han moldeado tal como lo indica la Norma IRAM 1524. La temperatura del agua de la pileta de curado osciló entre 22,5 y 25,0 °C en el período de curado hasta la edad de rotura de las probetas. La Planta Elaboradora de Hormigón no califica como Modo I. Se moldearon 2 probetas por cada muestra y se presentan éstas una continuación de la otra, formando las parejas de probetas “gemelas”. Como Inspector de Obras, aceptaría o rechazaría el hormigón? Fundamente la respuesta. Qué medidas tomaría en caso de rechazo?

Designación Probeta	Edad de ensayo	Resistencia (MPa)
321	28 días	20,4
322	28 días	19,1
331	29 días	23,4
332	29 días	21,5
351	30 días	25,9
352	30 días	23,2
353	30 días	17,5
354	30 días	19,8
361	31 días	29,3
362	31 días	27,5

5. c. Hormigón H-15 – Hormigón de 16 plateas de fundación de un barrio de viviendas en el departamento de Maipú. Las probetas se han moldeado tal como lo indica la Norma IRAM 1524. Las primeras 24 horas las probetas fueron dejadas a la intemperie en el mes de junio. La temperatura del agua de la pileta de curado osciló entre 12,0 y 14,0 °C en el período de curado hasta la edad de rotura de las probetas. La Planta Elaboradora de Hormigón no califica como Modo I. Se moldeó 1 probeta por cada platea. Analizando estos resultados como asesor, aceptaría o rechazaría el hormigón? Qué medidas tomaría? Fundamente la respuesta

Designación Probeta	Edad de ensayo	Resistencia (MPa)
P01 20/08	29 días	12,1
P03 20/08	29 días	14,3
P06 21/07	30 días	15,4
P08 21/07	30 días	13,2
P09 21/07	30 días	9,3
P10 22/07	31 días	14,3
P11 23/07	32 días	11,0
P13 23/07	32 días	16,3
P15 23/07	32 días	9,9

**6. Pedido de Hormigón Elaborado**

6. a. Con la ayuda del remito de hormigón elaborado que se adjunta, enumere los campos que deben estar completos cuando el camión llega a la obra
6. b. ¿Cuáles son los parámetros fundamentales que usted como Cliente debe pedir al vendedor o plantista al solicitar hormigón elaborado?
6. c. Lea atentamente las condiciones al reverso de un remito. Cómo se puede controlar que la Empresa de Hormigón Elaborado cumple con la Norma IRAM 1666?
6. d. ¿Quién debe firmar el remito? ¿Qué es el precinto? ¿Qué puede anotar usted como Director de Obras o a quien delegue la responsabilidad en el remito? ¿Qué parámetros o “casilleros” tiene que fijarse antes de firmar el remito?