

3.3. Fabricación del hormigón

Comprende todas las actividades relacionadas con la preparación de hormigones en obra, e incluye: medición de materiales, carguío y amasado en la hormigonera y descarga del hormigón.

Temas tratados	3.3.1. Medición de los materiales (Según NCh170) 3.3.2. Tipo de mezclado 3.3.3. Orden de carguío para mezclado mecánico 3.3.4. Tiempo de mezclado 3.3.5. Determinación de la uniformidad (NCh1789) 3.3.6. Recomendaciones
-----------------------	--

3.3.1. MEDICIÓN DE LOS MATERIALES (Según NCh170)

Los materiales se pueden medir en volumen o en peso

FACTORES A CONSIDERAR

- A** Medición en volumen
- B** Medición en peso

A Medición en volumen

Usar sólo para hormigones de grado igual o menor a H20

Cemento : Usar sacos completos o medios sacos

Áridos : Corregir la cantidad de arena por esponjamiento. Esto debería hacerse diariamente como mínimo.

B Medición en peso

Usar de preferencia este tipo de medición

ANTECEDENTES	PRECISIÓN DE EQUIPOS	OBSERVACIONES
Cemento	± 1%	El cemento puede ser medido en sacos completos
Agua		
Áridos	± 3%	La masa de los áridos debe corregirse por humedad, diariamente como mínimo
Aditivos	± 1%	Según recomendaciones del fabricante
Adiciones		



3.3.2. TIPO DE MEZCLADO

El mezclado puede ser manual o mecánico.

FACTORES A CONSIDERAR

- A** Mezclado manual
- B** Mezclado mecánico (hormigoneras)

A Mezclado manual

No se recomienda. Sólo para hormigones grado H5 (NCh170). La resistencia que se obtiene es muy inferior a la que se obtendría con mezclado mecánico.

B Mezclado mecánico (hormigoneras)

TABLA N°2
Clasificación de equipos mezcladores según capacidades

CAPACIDADES MÁS FRECUENTES			
CAPACIDAD NOMINAL DE MEZCLADO		CARACTERÍSTICAS DE MEZCLADO OBSERVADAS	
LITROS	PIES CÚBICOS	VOLUMEN POR AMASADA EN LITROS	RENDIMIENTO (m ³ /h)
99	3,5	80	1,1
141	5,0	100	1,7
170	6,0	130	2,1
198	7,0	140	2,3
283	10,0	200	3,2
311	11,0	220	3,6
340	12,0	250	3,8
453	16,0	350	5,1

3.3.3. ORDEN DE CARGUÍO PARA MEZCLADO MECÁNICO

Las buenas prácticas recomiendan:

Debe hacerse en el menor tiempo posible y en el orden que se indica (nunca el cemento en primer lugar):

- 3/4 partes del agua a emplear
- Todo el árido grueso (grava y/o gravilla)
- Todo el cemento
- Toda la arena
- El resto del agua necesaria, con los aditivos correspondientes.

NOTA: En caso de usar agua caliente, conviene agregar el cemento al último con la arena, una vez que la masa al interior se ha uniformado en su temperatura.

3.3.4. TIEMPO DE MEZCLADO

Se contabiliza desde el momento en que todos los materiales están en la hormigonera, hasta el instante en que se inicia la descarga, y debe ser tal que se asegure la homogeneidad del hormigón.

La velocidad de rotación de la hormigonera debe ser la especificada por el fabricante, estando generalmente comprendida entre 10 y 20 RPM.

TABLA N° 3
Referencias para determinar el tiempo de mezclado

SEGÚN NCh170	Mínimo 1 1/2 min (salvo que el equipo cuente con dispositivos que aseguren la homogeneidad de la mezcla en un tiempo menor).		
RECOMENDACIÓN SEGÚN EL VOLUMEN DE LA HORMIGONERA	$t \text{ (mínimo)} = 1 + V / 3 \geq 1 \text{ 1/2 min.}$ con V = volumen de la hormigonera en m ³		
RECOMENDACIONES DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) Y DEL BUREAU OF RECLAMATION, PARA HORMIGONERAS MAYORES	Capacidad de la hormigonera (litros)	Tiempos de mezclado	
		Bureau of Reclamation	ACI
	hasta 750	1' 30"	1' 00"
	1,500	1' 30"	1' 15"
	2,250	2' 00"	1' 30"
	3,000	2' 30"	1' 45"
3,750	2' 45"	2' 00"	
4,500	3' 00"	2' 15"	

3.3.5. DETERMINACIÓN DE LA UNIFORMIDAD (NCh1789)

Sirve para determinar la uniformidad entregada por el equipo mezclador.

FACTORES A CONSIDERAR

A Procedimiento

B Ensayos

A Procedimiento

Se deben extraer dos muestras de fabricación a la salida de la hormigonera, correspondientes a una misma amasada y que representen respectivamente a:

- a) El primer tercio de la descarga; y
- b) El último tercio de la descarga

La extracción y acondicionamiento de las muestras debe realizarse según la NCh171. El tamaño de cada muestra debe ser de un volumen mayor a 60 litros, de modo de poder realizar todos los ensayos prescritos.



B Ensayos

Para determinar la uniformidad del hormigón se realizan 6 ensayos, cada uno de los cuales incluye las dos determinaciones mencionadas del factor medido.

FACTOR	REQUISITOS	
	Diferencias máximas entre ambos valores	Ensayos de norma
1) Densidad aparente del hormigón	15 kg/m ³	NCh1564
2) Docilidad (trabajabilidad) a) para asentamiento de cono promedio < 10 cm b) para asentamiento de cono promedio ≥ 10 cm	2,5 cm 4,0 cm	NCh1019
3) Resistencia a compresión a 7 días	7,5 % (1)	NCh1037
4) Porcentaje de grava	6,0 % (1)	NCh1789
5) Densidad del mortero	1,6 % (1)	NCh1789
6) Contenido de aire incorporado	1,0 % (1)	NCh1564

(1) % expresado con respecto al promedio de ambos valores.

- El hormigón de una misma amasada debe cumplir a lo menos con cuatro de los cinco primeros requisitos que se indican en la tabla que antecede
- El hormigón con aire incorporado debe cumplir, además, con el requisito 6.

NOTA: Se debe muestrear, a lo menos, una amasada:

- a) Al instalar un equipo de producción de hormigón
- b) Cuando se modifiquen los procedimientos de mezclado
- c) Cuando se aprecie visualmente una uniformidad deficiente durante la descarga y
- d) Una vez al año para cada equipo de mezclado.

3.3.6. RECOMENDACIONES

La meta de todos los procedimientos de medición y amasado es producir un hormigón uniforme que posea las características requeridas.

FACTORES A CONSIDERAR

- A** De los equipos
- B** De los materiales
- C** Del proceso

A De los equipos

Equipos de pesaje de buena calidad, sometidos a revisión y calibración periódica. La hormigonera debe quedar bien fundada, de modo que permanezca nivelada. Además se debe ubicar en lugares y posiciones adecuadas para que el hormigón no se contamine. (Por ejemplo contra el viento dominante).

La hormigonera debe limpiarse diariamente.

Mantenimiento mecánico. (Revisión de paletas u otras piezas sometidas a desgaste). No se debe aceptar desgaste de piezas mayor a un 10% de la medida original.

B De los materiales

Sin segregación en el momento de introducirlos a la hormigonera y no contaminados con polvo.

C Del proceso

El pesaje debe ser preciso con las proporciones requeridas.

Se debe seguir una secuencia apropiada de carguío a la hormigonera (Ref. punto 3.3.3.).

No se debe exceder la capacidad de carga de la hormigonera (Ref. punto 3.3.2.).

El tiempo de amasado debe ser adecuado. Un exceso de tiempo conduce a segregación (Ref. punto 3.3.4.).

La descarga debe ser sin restricciones de flujo y con dirección de caída vertical (para evitar segregación).