



## 3.2. Diseño de la mezcla

El diseño de la mezcla (dosificación) es un proceso que interrelaciona:

- Selección de los materiales
- Determinación de las cantidades relativas para producir la mezcla más económica que sea trabajable y que le proporcione al hormigón la resistencia y durabilidad especificadas u otras propiedades.

<b>Temas tratados</b>	<p>3.2.1. Información requerida previo a la dosificación</p> <p>3.2.2. Disposiciones mínimas según la NCh170 para elementos de hormigón</p> <p>3.2.3. Dosificaciones recomendadas para obra</p> <p>3.2.4. Recomendaciones para corregir dosificaciones</p>
-----------------------	--

### 3.2.1. INFORMACIÓN REQUERIDA PREVIO A LA DOSIFICACIÓN

#### FACTORES A CONSIDERAR

- A** Antecedentes requeridos
- B** Especificación del hormigón

#### **A** Antecedentes requeridos

Para que la dosificación efectuada sea compatible a la obra en particular, es necesario conocer ciertos antecedentes mínimos, tales como:

ANTECEDENTES	ASPECTOS MÁS RELEVANTES
RESISTENCIA ESPECIFICADA (DEL PROYECTO) Y FRACCIÓN DEFECTUOSA ACEPTADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia especificada a la compresión, <math>f_c</math>, (<math>f_t</math> si se trata de resistencia a la flexotracción), a una edad determinada, debe venir indicada en el proyecto, junto con el nivel de fracción defectuosa aceptada por el código de diseño estructural utilizado.</li> </ul>
CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las características que influyen son:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Forma</li> <li>• Espaciamiento del refuerzo (si corresponde)</li> </ul> </li> <li>• Con los antecedentes anteriores se determina el tamaño máximo de árido grueso a usar (Ref. pto. 3.2.2. de este Capítulo).</li> </ul>

ANTECEDENTES	ASPECTOS MÁS RELEVANTES
CONDICIONES AMBIENTALES Y TIPO EXPOSICIONES	- Es determinante en la selección del tipo de cemento y su dosis mínima y la selección de aditivos y adiciones.
CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS	<p>- Nivel de control previsto en la obra tal como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio en obra, personal especializado, control sistemático y permanente, tipo de dosificación (peso o volumen) y otros</li> <li>• Resistencias requeridas por secuencias constructivas</li> <li>• Métodos de colocación y compactación</li> <li>• El tipo de elemento (forma, refuerzo y otros) y los métodos de colocación definen la docilidad requerida</li> </ul> <p>NOTA: La resistencia media requerida de dosificación, <math>f_r</math>, debe ser mayor a la resistencia especificada en el proyecto, <math>f_c</math>, para absorber la diferencia que se origina en las variaciones propias del proceso de fabricación (equipos, materiales y otros.), del muestreo y de los ensayos.</p> $f_r > f_c + t^* s$ <p>Donde "t" es un factor estadístico que depende del nivel de fracción defectuosa aceptada y "s" es un valor estimado que depende de las condiciones previstas para la ejecución de la obra, (tipo de dosificación: en peso o volumen, controles: niveles de controles, periodicidad, personal especializado y otros.). Ref. NCh170.</p>
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	<p>- Características de los áridos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría</li> <li>- Densidad real S.S.S. y absorción</li> <li>- Densidad aparente seca en caso de dosificación en volumen</li> </ul>

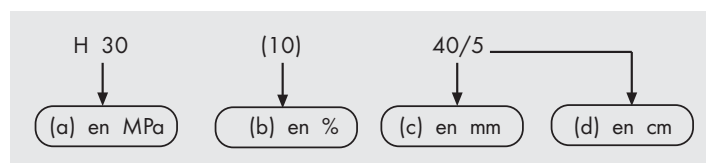
#### OBSERVACIÓN:

Frecuentemente cuando se pide realizar una dosificación vienen especificados los valores de:

- Resistencia requerida
- Fracción defectuosa aceptada
- Dosis mínima de cemento
- Docilidad (asentamiento de cono)
- Tamaño máximo del árido.

### **B** Especificación del hormigón

La forma correcta de especificar un hormigón es como se indica en el ejemplo:



Donde:

- (a) Resistencia especificada (NCh170)
- (b) Fracción defectuosa aceptada
- (c) Tamaño máximo nominal del árido grueso
- (d) Docilidad requerida, según asentamiento del cono de Abrams



### 3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS SEGÚN LA NCh170 PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN

#### FACTORES A CONSIDERAR

- A** Dosis mínima de cemento
- B** Tamaño máximo (nominal)

#### **A** Dosis mínima de cemento

- Para hormigón controlado
  - Hormigón armado expuesto a la intemperie : 270 kg cem/m<sup>3</sup>
  - Hormigón armado no expuesto a la intemperie : 240 kg cem/m<sup>3</sup>
- Para hormigón no controlado  
(Se acepta hormigón no controlado sólo para grados menores a H20)
  - Hormigón armado : 300 kg cem/m<sup>3</sup>
  - Hormigón simple : 170 kg cem/m<sup>3</sup>

#### **B** Tamaño máximo (nominal)

- Debe ser igual o inferior al menor de los siguientes valores:
  - 1/5 de la menor distancia entre paredes del moldaje
  - 3/4 de la menor distancia libre entre armaduras
  - 1/3 del espesor de losas armadas
  - En elementos con hormigón a la vista, se recomienda tamaño máximo nominal menor a 1,5 veces el espesor del recubrimiento.

OBSERVACIÓN (Ref. NCh163):

Tamaño máximo absoluto (Da) : Abertura del menor tamiz que deja pasar el 100% de la masa del árido.  
Tamaño máximo nominal (Dn) : Abertura del tamiz inmediatamente inferior a Da por el que pasa, a lo menos, el 90% de la masa del árido. En caso contrario Dn = Da.

### 3.2.3. DOSIFICACIONES RECOMENDADAS PARA OBRA

H 5 (4 sacos/m <sup>3</sup> ) Cimientos	Sin Aditivo Masada de 250 litros	H 10 (5 sacos/m <sup>3</sup> ) Sobrecimientos	Sin Aditivo Masada de 200 litros	H 20 Pilares, vigas y losas	Sin Aditivo Masada de 142 litros
P. Especial	1 saco	P. Especial	1 saco	P. Especial	1 saco
Grava	190 l	Grava	150 l	Grava	100 l
Arena	145 l	Arena	115 l	Arena	80 l
Agua	33 l	Agua	26 l	Agua	19 l
Aditivo	—	Aditivo	—	Aditivo	—

H 20 Pilarejos	Sin Aditivo Masada de 121 litros	H 28 Aceras	Sin Aditivo Masada de 121 litros	H 30 Pavimentos	Sin Aditivo Masada de 121 litros
P. Especial	1 saco	P. Especial	1 saco	P. Especial	1 saco
Grava	75 l	Grava	85 l	Grava	85 l
Arena	70 l	Arena	65 l	Arena	65 l
Agua	17 l	Agua	16 l	Agua	16 l
Aditivo	—	Aditivo	—	Aditivo	—

#### NOTAS:

1. La medición de las cantidades indicadas es en volumen controlado (carretillas dosificadoras calibradas)
2. Se consideraron áridos gruesos en estado saturado superficie seca y arena con 5% de humedad.
3. Toda dosificación debe comprobarse en obra mediante hormigones de prueba preliminares.

### 3.2.4. RECOMENDACIONES PARA CORREGIR DOSIFICACIONES

Las dosificaciones realizadas teóricamente se deben readecuar en obra.

#### FACTORES A CONSIDERAR

**A** Contenido de grava en la arena

**B** Contenido de humedad

B.1. Corrección del contenido de humedad para dosificación en peso

B.2. Corrección por esponjamiento para dosificación en volumen



## A Contenido de grava en la arena

Si el contenido de grava en la arena está variando durante la construcción, es conveniente ajustar la dosificación en la forma que se señala a continuación:

### MÉTODO DE CORRECCIÓN

Se sugiere el siguiente procedimiento práctico (Ref.: Manual del Hormigón, ICh).

- Secar hasta masa constante a 100 °C en estufa o anafre, una cantidad de arena mayor a 1 kg registrando su peso seco (ma)
- Tamizar esta muestra por malla 5 mm registrando las masas del material retenido (g) y del que pasa dicha malla (a)
- La masa total es: g + a
- El porcentaje de grava contenido en la arena seca:

$$\% g = \frac{g}{ma} \times 100$$

- Este porcentaje debe compararse con el determinado o previsto en la dosificación inicial
- Si el porcentaje real de grava es mayor, o menor, al previsto inicialmente en la dosificación, se deberá aumentar la arena y disminuir la grava, o viceversa, en forma tal de rectificar el desvío.

#### OBSERVACIÓN:

Este método de corrección es suficiente para pequeñas proporciones de grava en la arena (por ejemplo máximo un 20%)

Se debe velar que las correcciones se realicen de tal forma que el porcentaje total de áridos bajo 5 mm sea la misma que la considerada en la dosificación original.

### CARACTERÍSTICAS

Frecuentemente en Chile se suministra arena que contiene ciertas proporciones de grava en la arena.

Si la dosificación se ha realizado mediante un método empírico (ACI), o bien se han usado proporciones preestablecidas y no se modifica la razón arena/grava, se estarían agregando mayores cantidades de grava, lo que conduciría, entre otras cosas, a hormigones de trabajabilidad inadecuada.

## B Contenido de humedad

Cuando se realiza una dosificación, se basa en que el estado de los áridos es saturado superficialmente seco (S.S.S.) y la dosificación se entrega considerando los áridos en estado seco. En obra, los áridos se encuentran normalmente con cierto grado de humedad, lo que hace necesario corregir la dosificación original para no alterar los valores calculados.

#### OBSERVACIÓN:

Para evitar variaciones de trabajabilidad en el hormigón producidas por absorción de los áridos, se recomienda que éstos tengan una humedad igual o superior a la absorción en el momento de su empleo.

## B.1. Corrección del contenido de humedad para dosificación en peso

Método de corrección

- Se determina para cada árido la humedad respecto al árido seco
- Se corrige la cantidad de cada árido, aumentándola en la misma cantidad en peso que el agua aportada por la humedad
- Se corrige la cantidad de agua de amasado, disminuyéndola en la misma cantidad en peso que el agua libre aportada por los áridos, de modo de mantener invariable la razón agua/cemento.

### NOTA:

La humedad se determina con respecto al peso seco de los áridos. (Ver ejemplo).

Ejemplo:

ÁRIDO	HUMEDAD TOTAL (%)	PROPORCIONES DE ÁRIDOS EN ESTADO SECO (kg/m <sup>3</sup> )
Grava	1,5	800
Arena	5	500

			Agua de amasado = 180 L/m <sup>3</sup>
	* Humedad total de los áridos		
	Grava aporta	1,5 % de 800 kg =	12 L
	Arena aporta	5,0 % de 500 kg =	25 L
⇒	Agua aportada (humedad)=		37 L
	Luego la dosificación corregida es:		
	Grava (pto.b) :	800 + 12 =	812 kg
	Arena (pto.b) :	500 + 25 =	525 kg
	Agua (pto.c) :	180 - 37 =	143 kg (L)

NOTA: HUMEDAD (H) =  $M_w/M_s$

$M_w$  = Masa agua

$M_s$  = Masa árido seco



## B.2. Corrección por esponjamiento para dosificación en volumen

Método de corrección:

Se debe determinar el volumen de arena esponjada, equivalente al volumen de dosificación. El esponjamiento E (%) se determina:

$$E (\%) = \frac{(\text{Volumen arena húmeda}, V_h - \text{Volumen arena inundada}, V_s) \times 100}{(\text{Volumen arena inundada}, V_s)}$$

luego,

$$V_h = V_s (1 + E (\%)/100)$$

Ej.: Si la cantidad de arena dosificada es de 500 L en estado seco, y ésta tiene un esponjamiento de un 20%, en obra ocupará un volumen mayor.

El volumen necesario para cumplir con los 500 L iniciales será:

$$\text{Esponjamiento arena} = 20\% \text{ de } 500 \text{ L} = 100 \text{ L}$$

$$\Rightarrow \text{volumen necesario es : } (500 + 100) = 600 \text{ L}$$

\* El volumen de arena inundada se considera que es igual al volumen de arena seca.

NOTA:

Para dosificación en volumen se corrige:

- La arena por esponjamiento (de la forma expuesta)
- El agua de amasado en forma similar al pto. B.1. (corrección del contenido de humedad para dosificación en peso).