

# DOSIFICACIÓN

MÉTODO SIMPLIFICADO

# OBJETIVO

Determinar proporciones de los materiales componentes de manera de obtener las condiciones esperadas del hormigón.

Estas condiciones son particulares de cada obra o parte de obra y pueden resumirse en la forma que se indica a continuación:

Condición	Características	Parámetros
Durabilidad	Condiciones Ambientales Ataques agresivos	Tipo de Cemento Relación a/c Aditivos Dosis mínima de cemento
Resistencia mecánica	Resistencia de diseño Edad de diseño	Tipo de Cemento Relación a/c
Ejecución	Dimensiones - Bombeo Condiciones Ambientales en el momento de ejecución	Dosis de agua Granulometría



<b>Tipo de Cemento</b>
<b>Uso de Aditivos</b>
<b>Tamaño Máximo</b>
<b>Fluidez</b>
<b>Consistencia</b>
<b>Razón Agua/Cemento</b>

# CIRSOC 201 – CAP. 5

## 5.2 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

### 5.2.1. Requisitos generales

5.2.1.1. Los materiales componentes y las proporciones del hormigón deben asegurar:

- La **trabajabilidad necesaria** para su adecuado escurrimiento entre las armaduras y para el llenado completo de los encofrados, con la terminación requerida y en las condiciones de colocación a ser empleado en obra, sin que se produzca segregación o exudación perjudicial para el hormigón según lo establecido en el artículo 5.1.
- La **resistencia mecánica** y demás características especificadas para el hormigón endurecido, según se establece en el Capítulo 2.
- Las condiciones necesarias para la **protección de las armaduras** contra la corrosión.
- La **durabilidad** requerida para resistir las condiciones de agresividad del medio ambiente en el lugar de emplazamiento de la estructura, según se establece en el Capítulo 2.

# CIRSOC 201 – CAP. 5

## 5.2 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

### 5.2.1. Requisitos generales

5.2.1.1. Los materiales componentes y las proporciones del hormigón deben asegurar:

- La trabajabilidad necesaria para su adecuado escurrimiento entre las armaduras y para el llenado completo de los encofrados, con la terminación requerida y en las condiciones de colocación a ser empleado en obra, sin que se produzca segregación o exudación perjudicial para el hormigón según lo establecido en el artículo 5.1.
- La resistencia mecánica y demás características especificadas para el hormigón endurecido, según se establece en el Capítulo 2.
- **Las condiciones necesarias para la protección de las armaduras contra la corrosión.**
- **La durabilidad requerida para resistir las condiciones de agresividad del medio ambiente en el lugar de emplazamiento de la estructura, según se establece en el Capítulo 2.**

# DURABILIDAD

## CLASIFICACIÓN DE AMBIENTE – GRADO DE ATAQUE

### Características a determinar

- Máxima razón agua/cemento
- Mínima resistencia especificada
- Contenido mínimo de aire intencionalmente incorporado
- Resistencia frente al ataque por sulfatos – Tipo de cemento
- Resistencia frente al ataque por agua de mar – Tipo de cemento
- Inhibición de la reacción álcali – sílice – Tipo de cemento
- Permeabilidad – Corrosión de armaduras

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 2.1. Clases de exposición generales que producen corrosión de armaduras

1	2	3	4	5	6
EXPOSICIÓN					
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
A 1	No agresiva		Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interiores de edificios no sometidos a condensaciones</li> <li>• Elementos exteriores de edificios, revestidos</li> <li>• Hormigón masivo interior</li> <li>• Estructuras en ambientes rurales y climas desérticos, con precipitación media anual &lt; 250 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interiores de edificios protegidos de la intemperie</li> <li>• Columnas y vigas exteriores revestidas con materiales cerámicos o materiales que demoran la difusión del CO<sub>2</sub>.</li> <li>• Elementos estructurales de hormigón masivo que no están en contacto con el medio ambiente. Parte interior de los mismos.</li> </ul>
A 2	Ambiente Normal	Temperatura moderada y fría, sin congelación. Humedad alta y media o con ciclos de mojado y secado	Corrosión por carbonatación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interiores de edificios expuestos al aire con HR ≥ 65% o a condensaciones</li> <li>• Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual &lt; 1.000 mm.</li> <li>• Elementos enterrados en suelos húmedos o sumergidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sótanos no ventilados</li> <li>• Fundaciones</li> <li>• Tableros y pilas de puentes</li> <li>• Elementos de hormigón en cubiertas de edificios</li> <li>• Exteriores de edificios.</li> <li>• Interiores de edificios con humedad del aire alta o media</li> <li>• Pavimentos</li> <li>• Losas para estacionamientos</li> </ul>
A 3	Climas tropical y subtropical		Corrosión por carbonatación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual ≥ 1.000 mm</li> <li>• Temperatura media mensual durante más de 6 meses al año ≥ 25° C.</li> </ul>	

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 2.1. Clases de exposición generales que producen corrosión de armaduras (continuación)

1	2	3	4	5	6
EXPOSICIÓN					
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
M 1	Húmedo o sumergido, con cloruros de origen diferente del medio marino		Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies de hormigón expuestas al rociado o la fluctuación del nivel de agua con cloruros</li> <li>• Hormigón expuesto a aguas naturales contaminadas por desagües industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piletas de natación sin revestir.</li> <li>• Fundaciones en contacto con aguas subterráneas</li> <li>• Cisternas en plantas potabilizadoras</li> <li>• Elementos de puentes</li> </ul>
A 3	Marino	Al aire	Corrosión por cloruros	• A más de 1 km. de la línea de marea alta y contacto eventual con aire saturado de sales.	• Construcciones alejadas de la costa pero en la zona de influencia de los vientos cargados de sales marinas (*).
M 1		Al aire	Corrosión por cloruros	• A menos de 1 km. de la línea de marea alta y contacto permanente o frecuente con aire saturado con sales	• Construcciones próximas a la costa.
		Sumergidos	Corrosión por cloruros	• Sumergidos en agua de mar, por debajo del nivel mínimo de mareas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras de defensas costeras</li> <li>• Fundaciones y elementos sumergidos de puentes y edificios en el mar</li> </ul>
M 2		Sumergidos	Corrosión por cloruros	• En la zona de fluctuación de mareas o expuesto a salpicaduras del mar	• Estructuras de defensas costeras, fundaciones y elementos de puentes y edificios

(\*) La distancia máxima depende de la dirección de los vientos predominantes. Cuando ellos provengan del mar, como ocurre en la mayor parte del litoral de la Prov. De Buenos Aires, esta zona está entre 1 y 10 km. En la mayor parte de la Patagonia esta zona es inexistente. El Director del Proyecto deberá acotar los límites de aplicación de esta zona de agresividad.

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 2.2. Clases específicas de exposición que pueden producir degradación distinta de la corrosión de armaduras

1	2	3	4	5	6
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde pueden darse las clases de exposición
C 1	Congelación y deshielo	Sin sales descongelantes	Ataque por congelación y deshielo	Elementos en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa ambiente media en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad mayor que el 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies expuestas a la lluvia o a atmósferas húmedas.</li> <li>• Estructuras que contienen agua o la conducen.</li> </ul>
C 2		Con sales descongelantes	Ataque por congelación y deshielo y por sales descon- gelantes	Estructuras destinadas al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con temperatura mínima media en los meses de invierno inferior a 0°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pistas de aterrizaje, caminos y tableros de puentes.</li> <li>• Superficies verticales expuestas a la acción directa del rociado con agua que contiene sales descongelantes.</li> </ul>
Q 1	Ambientes con agresividad química	Moderado	Ataque químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos, aguas o ambientes que contienen elementos químicos capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (Ver Tablas 2.3 y 2.4).</li> </ul>	
Q 2		Fuerte		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos, aguas o ambientes que contienen elementos químicos capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (Ver Tablas 2.3 y 2.4).</li> <li>• Exposición al agua de mar</li> </ul>	
Q 3		Muy fuerte		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos, aguas o ambientes que contienen elementos químicos capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (Ver Tablas 2.3 y 2.4).</li> </ul>	

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 2.3. Valores límites de sustancias agresivas en aguas de contacto

Grado de ataque	Sulfatos solubles (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) (1)	Magnesio (Mg <sup>2+</sup> ) (2)	pH (3)	Disolución de cal por ataque con ácido carbónico (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) (4)	Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (5)
	mg/litro	mg/litro	-----	mg/litro	mg/litro
Moderado	150 a 1.500	300 a 1.000	6,5 a 5,5	15 a 40	15 a 30
Fuerte	1.500 a 10.000	1.000 a 3.000	5,5 a 4,5	40 a 100	30 a 60
Muy fuerte	Mayor de 10.000	Mayor de 3.000	Menor de 4,5	Mayor de 100	Mayor de 60
(1); (2) y (3) (4) y (5)	Se determinarán con el método especificado en la norma IRAM que se redactará al efecto Se determinarán con el método especificado en la norma IRAM 1 708. ( Se encuentra en etapa de redacción el método para determinación de amonio).				

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 2.4. Valores límites de sustancias agresivas en suelos de contacto

Grado de ataque	Sulfatos solubles (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Grado de acidez Baumann – Gully Modificado
	(1) % en masa	(2) N°
Moderado	0,10 a 0,20	Mayor de 20
Fuerte	0,20 a 2,00	-----
Muy fuerte	Mayor de 2,00	-----

(1) Se determinará con el método especificado en la norma IRAM que se redactará al efecto.

(2) Se determinará con el método especificado en la norma IRAM 1 707

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 2.5. Requisitos de durabilidad a cumplir por los hormigones, en función del tipo de exposición de la estructura

Requisitos	Tipos de exposición de las estructuras, de acuerdo a la clasificación de las Tablas 2.1. y 2.2. y sus complementarias 2.3. y 2.4.									
	A 1	A 2	A 3	M 1	M 2	C 1 (2)	C 2 (2)	Q 1	Q 2	Q 3 (3)
a) Razón $a/c$ máxima <sup>(1)</sup>										
Hormigón simple	----	----	----	0,45	0,45	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
Hormigón armado	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
Hormigón pretensado	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
b) $f'_{c\ min}$ (MPa)										
Hormigón simple	----	----	----	30	35	30	35	30	35	40
Hormigón armado	20	25	30	35	40	30	35	30	35	40
Hormigón pretensado	25	30	35	40	45	30	35	35	40	45

(1) Cuando se use cemento pórtland más una adición mineral activa, se debe reemplazar la razón agua/cemento ( $a/c$ ), por la razón agua/ material cementicio  $[a/(c+x)]$ , que tenga en cuenta la suma del cemento pórtland ( $c$ ) y la cantidad y eficiencia de la adición ( $x$ ).

(2) Debe incorporarse intencionalmente aire, en la cantidad requerida en la Tabla 5.3..

(3) Adicionalmente, se debe proteger a la estructura con una membrana, película o material impermeable, capaz de resistir la agresión.

# DURABILIDAD – CAP. 2

Tabla 5.3. Total de aire natural e intencionalmente incorporado al hormigón

Tamaño máximo del agregado grueso	Total de aire natural e intencionalmente incorporado al hormigón, de acuerdo al tipo de exposición o para hormigones especiales (Capítulo 2, Tablas 2.5. y 2.9.)	
	Exposición tipo C1 y Hormigón a colocar bajo agua	Exposición tipo C2
mm	% en volumen	% en volumen
13,2	5,5 ± 1,5	7,0 ± 1,5
19,0	5,0 ± 1,5	6,0 ± 1,5
26,5	4,5 ± 1,5	6,0 ± 1,5
37,5	4,5 ± 1,5	5,5 ± 1,5
53,0	4,0 ± 1,5	5,0 ± 1,5

# DURABILIDAD – CAP. 2

2.2.2.4. A los fines establecidos en el artículo 2.2.2.1 se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Máxima razón agua/cemento según lo establecido en la Tabla 2.5.
- Mínima resistencia especificada según lo establecido en la Tabla 2.5.
- Contenido mínimo de aire intencionalmente incorporado, cuando corresponda, según lo establecido en el artículo 5.1.2.
- Resistencia frente al ataque por sulfatos, cuando corresponda, según lo establecido en el artículo 2.2.5 y las Tablas 2.3. y 2.4. **y los artículos 2.2.4 a 2.2.6 inclusive.**
- Resistencia frente al ataque por agua de mar, cuando corresponda, según lo establecido en el artículo 2.2.5 y las Tablas 2.3. y 2.6. **y los artículos 2.2.4 a 2.2.7 inclusive.**
- Inhibición de la reacción álcali - sílice, cuando corresponda, **según lo establecido en el artículo 2.2.9.**
- Penetración mínima de agua **según el artículo 2.2.11, cuando corresponda.**

# CIRSOC 201 – CAP. 5

## 5.2 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

### 5.2.1. Requisitos generales

5.2.1.1. Los materiales componentes y las proporciones del hormigón deben asegurar:

- La trabajabilidad necesaria para su adecuado escurrimiento entre las armaduras y para el llenado completo de los encofrados, con la terminación requerida y en las condiciones de colocación a ser empleado en obra, sin que se produzca segregación o exudación perjudicial para el hormigón según lo establecido en el artículo 5.1.
- **La resistencia mecánica y demás características especificadas para el hormigón endurecido, según se establece en el Capítulo 2.**
- **Las condiciones necesarias para la protección de las armaduras contra la corrosión.**
- **La durabilidad requerida para resistir las condiciones de agresividad del medio ambiente en el lugar de emplazamiento de la estructura, según se establece en el Capítulo 2.**

# RESISTENCIA MECÁNICA

## **CAPÍTULO 4: Criterios y control de conformidad del hormigón**

4.1.5. Se han establecido dos modos de control de conformidad a ser aplicados en diferentes modos de producción, puesta en obra y control de producción del hormigón. Dichos modos se describen a continuación:

**Modo 1:** El hormigón es producido en una planta productora que opera con un sistema de calidad. La planta elaboradora puede estar instalada dentro o fuera del recinto de la obra. El Director de Obra tiene acceso al control de producción de la planta y conoce sus registros. El control de conformidad se realiza según el artículo 4.2.3.

**Modo 2:** El hormigón es producido en condiciones que no satisfacen los requisitos establecidos para el Modo 1. El control de conformidad se realiza según el artículo 4.2.4.

# RESISTENCIA MECÁNICA

## 5.2.2. Estimación de la resistencia de diseño de la mezcla

5.2.2.1. La resistencia de diseño de la mezcla de hormigón que se utilizará en obra, es la resistencia media de rotura a compresión para la cual se dosifica dicha mezcla. La resistencia media de las probetas moldeadas con la mezcla en los ensayos de prueba debe ser igual o mayor que la resistencia de diseño de la mezcla calculada según el artículo 5.2.2.2.

### 5.2.2.2. Modos de control

#### Modo de control 1

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1,34 s$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2,33 s - 3,5 \text{ Mpa}$$

#### Modo de Control 2:

$$f'_{cr} = (f'_{c} + 5\text{Mpa} ) + 1,34 s$$

La primera expresión resulta para una probabilidad de **1** en **100** que el promedio de tres (**3**) resultados de ensayos consecutivos sea menor que la resistencia de diseño especificada (**f'c**).

La segunda expresión resulta de establecer igual probabilidad de que cada resultado de ensayo no se encuentre en más de **3,5 MPa** por debajo de la resistencia de diseño especificada (**f'c**).

# RESISTENCIA MECÁNICA

## 5.2.3 Desviación estándar

Antecedentes – registros de producción que cumplan:

- Pertenece a una misma mezcla
- Similares materiales y condiciones de elaboración
- Mismo control de producción
- Pocos cambios en los materiales y en las proporciones de la mezcla
- Resultados dentro de un rango de  $\pm 10$  MPa respecto de la resistencia especificada
- Disponer de treinta o más resultados de ensayos consecutivos

Siendo:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

**s**: desviación estándar

**x<sub>i</sub>**: resultado de un ensayo.

**X**: promedio de (n) resultados de ensayos.

**n**: número de resultados de ensayos consecutivos.

**s<sub>p</sub>**: promedio estadístico de las desviaciones estándares (2 grupos de resultados de ensayos)

**s<sub>1</sub>** y **s<sub>2</sub>**: desviaciones estándares calculadas por separado para c/u de los grupos

**n<sub>1</sub>** y **n<sub>2</sub>**: número de resultados de ensayos de cada grupo (no inferiores a 10).

# RESISTENCIA MECÁNICA

**5.2.3.5.** Si la planta posee registros que cumplan con las condiciones requeridas *pero sólo se dispone de 15 a 29 resultados de ensayos consecutivos*, la desviación estándar (s) *se debe determinar con los valores de ensayo disponibles utilizando la expresión indicada en el artículo 5.2.3.3.* y ese valor se debe incrementar con el factor que le corresponda según la Tabla 5.6. Este procedimiento es válido si los ensayos pertenecen a un solo conjunto de **ensayos consecutivos realizados dentro de un período de tiempo no menor que 45 días corridos, y comprendido dentro de los últimos doce meses respecto de la fecha del estudio de las proporciones que se efectúa.**

**Tabla 5.6. Factor que incrementa la desviación estándar (s), cuando se dispone de menos de 30 resultados de ensayos consecutivos**

<b>N° de ensayos (*)</b>	<b>Factor de modificación de la desviación estándar</b>
Menos de 15	No aplicable
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30	1,00

(\*) - Interpolar para un número de ensayos intermedios

# RESISTENCIA MECÁNICA

**5.2.2.4.** En ningún caso la *desviación estándar* a utilizar en la estimación de la resistencia de diseño de la mezcla debe ser menor de **3,0 MPa**.

**5.2.2.5.** Cuando no se cuente con registros para poder determinar la desviación estándar, el hormigón se debe proyectar adoptando la *resistencia media de rotura a compresión dada en la Tabla 5.5*.

Tabla 5.5. Resistencia de diseño de la mezcla cuando no se conoce la desviación estándar

Resistencia especificada ( $f'_c$ ) MPa	Resistencia de diseño de la mezcla ( $f'_{cr}$ ) MPa
Igual o menor que 20	$f'_c + 7,0$
Entre 20 y 35, inclusive	$f'_c + 8,5$
Mayor de 35	$f'_c + 10,0$

**5.2.2.6.** Durante la construcción de la obra, a medida que se disponga de resultados de ensayos se podrá determinar su desviación estándar y con ese valor reajustar la mezcla. El valor a adoptar en ningún caso debe ser menor que **2,0 MPa**.

# RESISTENCIA MECÁNICA

Modo de control 1

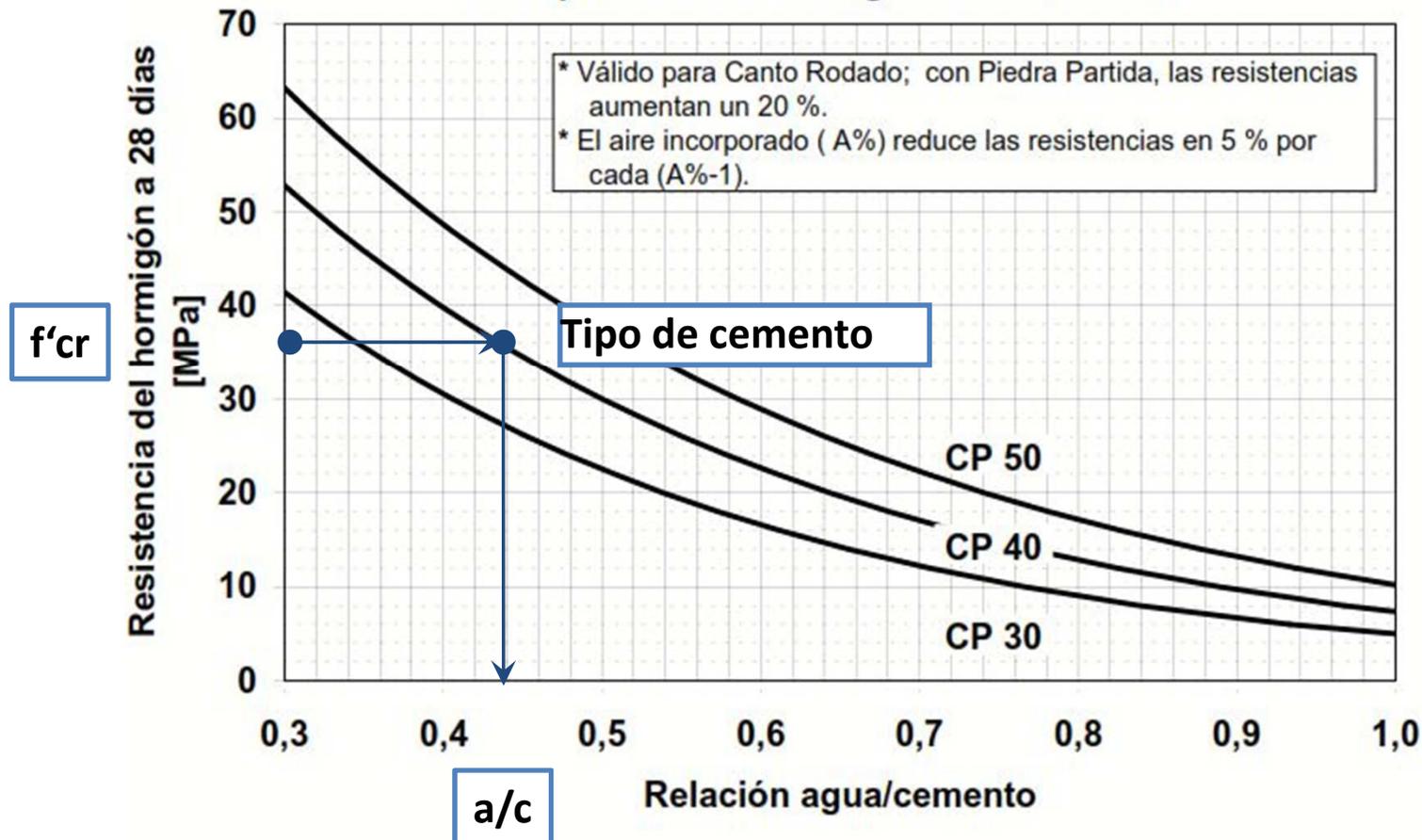
$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 s$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 s - 3,5 \text{ Mpa}$$

Modo de control 2

$$f'_{cr} = (f'_c + 5 \text{ Mpa}) + 1,34 s$$

Abaco 2: Relación a/c vs Resistencia del hormigón a la edad de 28 días para distintas categorías de cemento



# CIRSOC 201 – CAP. 5

## 5.2 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

### 5.2.1. Requisitos generales

5.2.1.1. Los materiales componentes y las proporciones del hormigón deben asegurar:

- **La trabajabilidad necesaria para su adecuado escurrimiento entre las armaduras y para el llenado completo de los encofrados, con la terminación requerida y en las condiciones de colocación a ser empleado en obra, sin que se produzca segregación o exudación perjudicial para el hormigón según lo establecido en el artículo 5.1.**
- **La resistencia mecánica y demás características especificadas para el hormigón endurecido, según se establece en el Capítulo 2.**
- **Las condiciones necesarias para la protección de las armaduras contra la corrosión.**
- **La durabilidad requerida para resistir las condiciones de agresividad del medio ambiente en el lugar de emplazamiento de la estructura, según se establece en el Capítulo 2.**

# TRABAJABILIDAD

## 5.1. PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO

### 5.1.1. Consistencia del hormigón

5.1.1.1. El hormigón tendrá una consistencia acorde con las **características de los elementos estructurales** a hormigonar y con los medios disponibles para permitir su **transporte, colocación** y correcta **compactación**, sin que se produzca **segregación ni exudación perjudicial**.

Tabla 5.1. Métodos de ensayo aplicables a cada rango de consistencia del hormigón

Consistencia	Rango			Ensayo de evaluación aplicable
	Remoldeo (V) (seg.)	Asentamiento (A) [cm]	Extendido (E) [cm]	
Muy seca	$5,0 < V \leq 50,0$	—	—	Tiempo de remoldeo en el dispositivo VeBe. Norma IRAM (en preparación).
Seca	—	$2,0 < A \leq 5,0$	—	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1 536-78.
Plástica	—	$5,0 < A \leq 10,0$	—	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1 536-78.
Muy plástica	—	$10,0 < A \leq 15,0$	$50 < E \leq 55$	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1 536-78. Extendido en la Mesa de Graf. Norma IRAM 1 690-86.
Fluida	—	$15,0 < A \leq 18,0$	$55 < E \leq 60$	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1 536-78. Extendido en la Mesa de Graf. Norma IRAM 1 690-86.
Muy fluida	—	—	$60 < E \leq 65$	Extendido en la Mesa de Graf. Norma IRAM 1 690-86.

# TRABAJABILIDAD

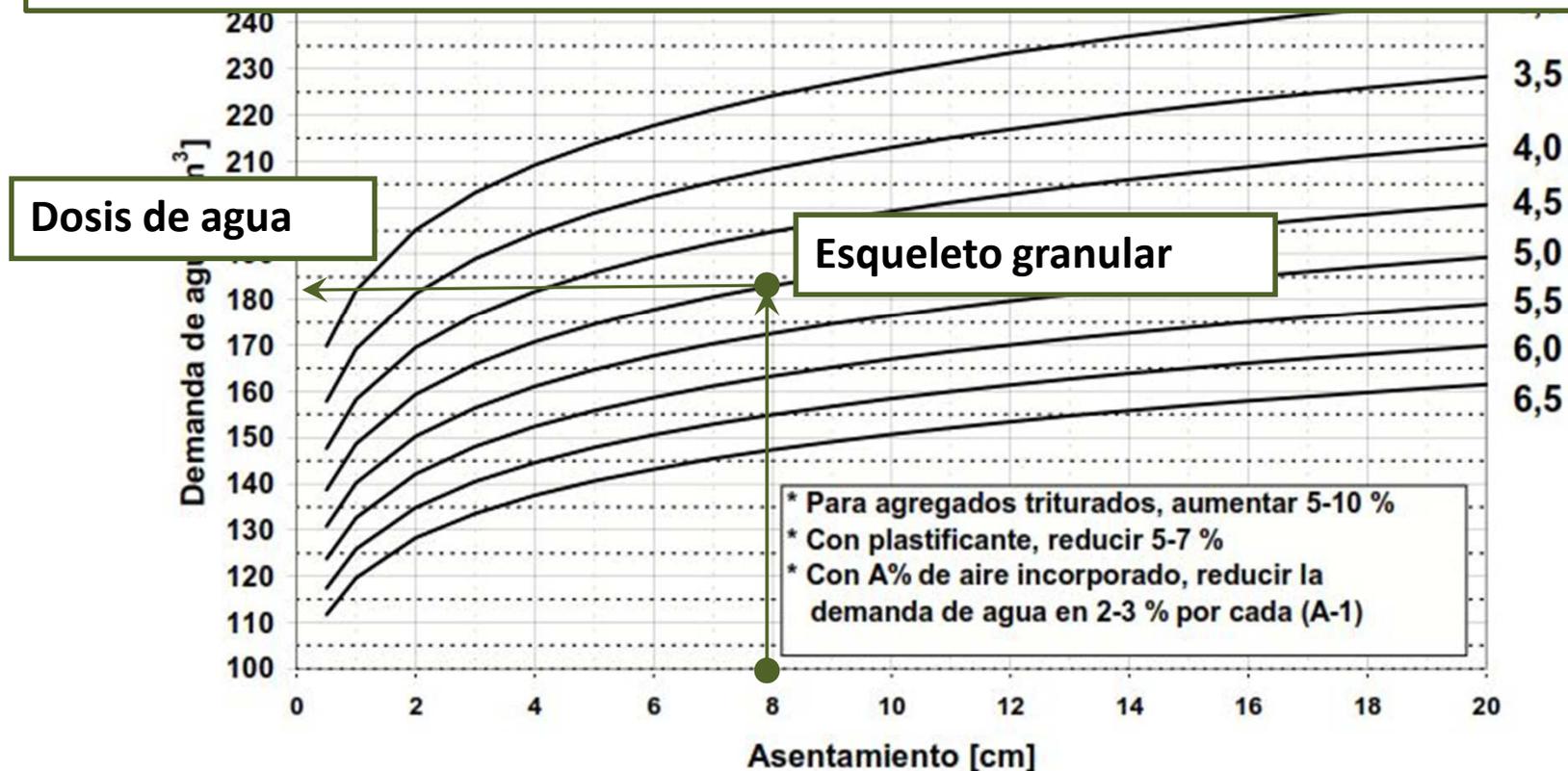
## CRITERIOS DE ELECCIÓN DE TRABAJABILIDAD Y EQUIPOS

Tipo de estructura y técnica de construcción	Asentamiento cm	
	Máximo	Mínimo
Hormigón sin armar, ej. elementos de fundación	2	10
Hormigón armado:	5	15
Muros armados de fundación y zapatas	5	10
Losas, vigas y muros armados	8	15
Columnas	8	15
Pavimentos	2	8
Construcción pesada en masa	2	8
Elementos prefabricados	0	5
Transporte por grúa y capacho	8	15
Hormigón bombeado	12	18
Hormigón bajo agua	15	-

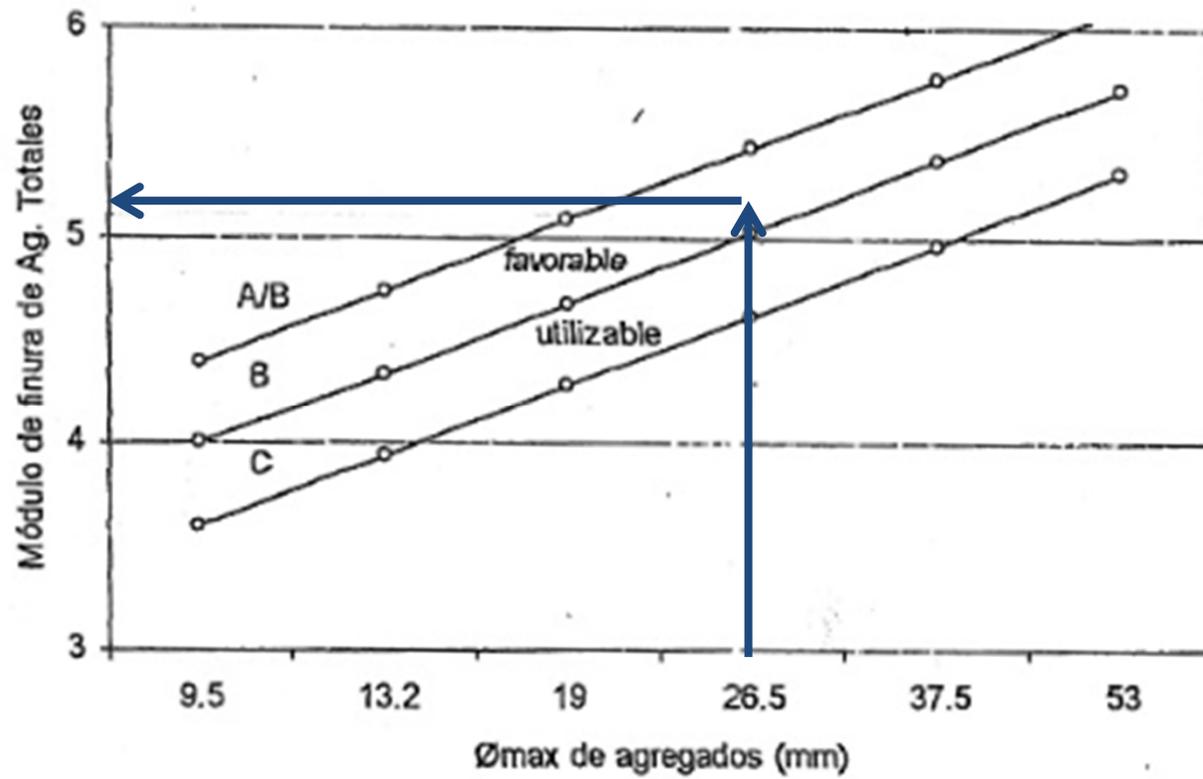
Docilidad	Altura máxima de caída [cm]	Equipos
Seca	30	vibrador externo, pisón mecánico, vibro-compresión, etc.
Plástica	30	vibrador de inmersión, vibrador superficial, etc.
Blanda	50	vibrador de inmersión, vibrador superficial - manuales
Fluida	50	manuales: varillas, martillo goma, paletas, etc.

# TRABAJABILIDAD

**OJO!! – DOSIS DE AGUA SIGNIFICA CANTIDAD DE PASTA YA QUE LA RELACIÓN A/C YA FUE FIJADA POR REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA MECÁNICA Y DURABILIDAD**



# TRABAJABILIDAD



# CONSIDERACIONES ADICIONALES

## 5.1.3. Contenido de material pulverulento que pasa el tamiz IRAM 300 $\mu\text{m}$

5.1.3.1. El Reglamento especifica que se debe computar como material pulverulento de un hormigón, a la suma, en masa, de las partículas del cemento, las adiciones minerales pulverulentas, ya sean activas o no, y la fracción de los agregados que pasan el tamiz IRAM 300  $\mu\text{m}$  (N° 50).

5.1.3.2. El contenido de material pulverulento debe ser **el indispensable** para permitir que el hormigón fresco tenga adecuada cohesión que **impida su segregación** y **excesiva exudación**. Los contenidos mínimos se indican en la Tabla 5.4., en función del tamaño máximo del agregado grueso empleado en el hormigón.

Tabla 5.4. Contenido mínimo de material que pasa por el tamiz IRAM 300  $\mu\text{m}$

Tamaño máximo del agregado grueso	Contenido de material que pasa por el tamiz IRAM 300 $\mu\text{m}$ (N° 50)
(mm)	(kg por metro cúbico de hormigón).
13,2	480
19,0	440
26,5	410
37,5	380
53,0	350

# CONSIDERACIONES ADICIONALES

## 5.1.4. Exudación del hormigón

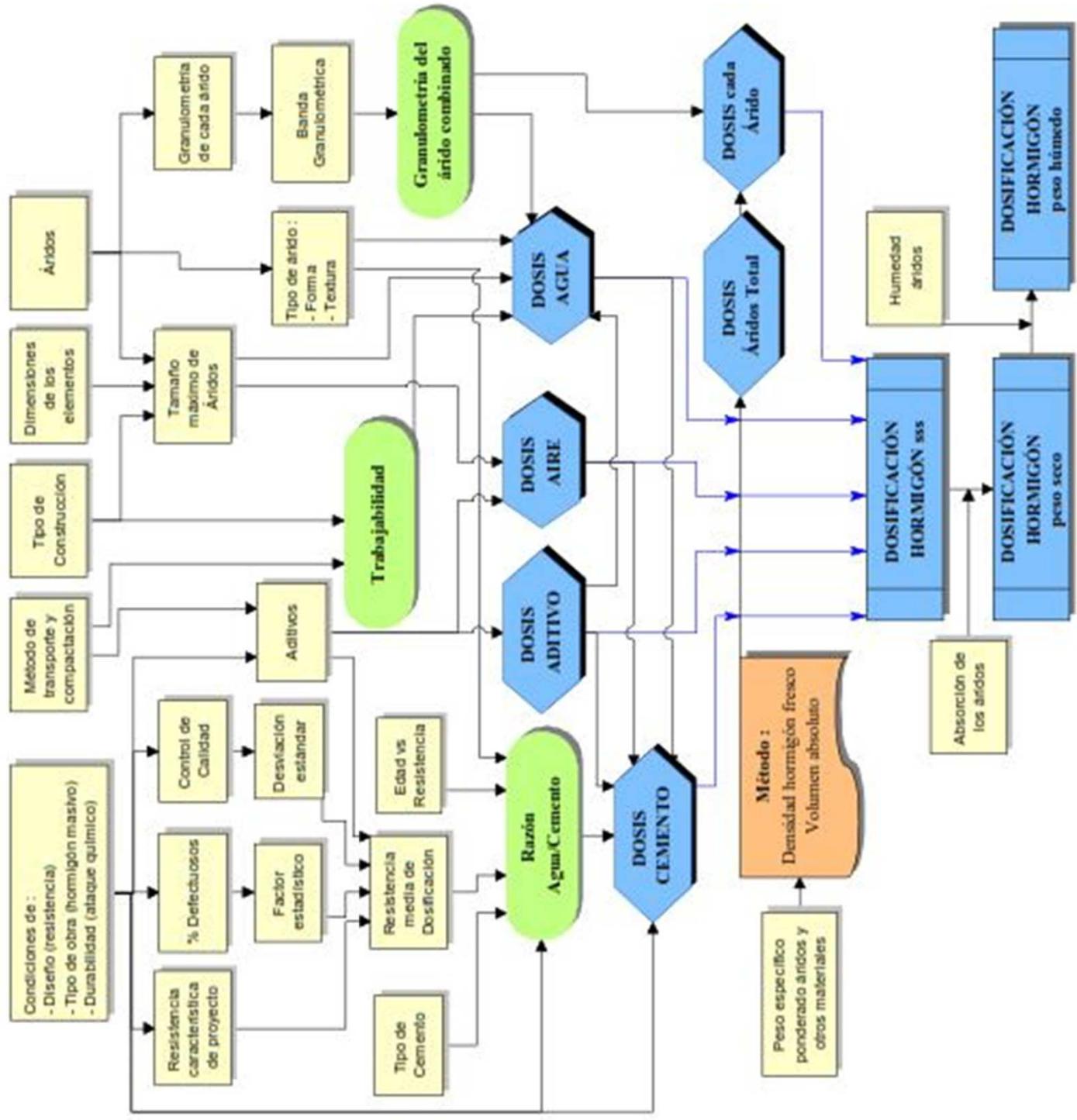
5.1.4.1. Cuando se construyan **elementos estructurales que superen los dos (2) metros de altura o que estén sometidos a abrasión, erosión o cavitación**, la exudación del hormigón, determinada según la norma IRAM 1 604-91, debe cumplir los límites siguientes:

- Capacidad de exudación igual o menor que cinco por ciento (5 %)
- Velocidad de exudación igual o menor que  $100 \times 10^{-6}$  cm/s

## 5.1.5. Contenido unitario de cemento

5.1.5.1. El hormigón debe contener la cantidad de cemento que resulte necesaria para cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos en este Reglamento según el destino para el que se lo utilice.

5.1.5.2. A los **efectos de proteger las armaduras contra la corrosión**, el **contenido mínimo de cemento debe ser igual a 280 kg/m<sup>3</sup>** de hormigón fresco compactado tanto en el hormigón armado como en el pretensado.



# DOSIFICACIÓN

DURABILIDAD

RESISTENCIA MECÁNICA

TRABAJABILIDAD

CLASIFICAR AMBIENTE

$f'_c$  (COMPARAR CON DURABILIDAD)

s

$f'_{cr}$

a/c

DOSIS DE AGUA

ESQUELETO GRANULAR

a/c

$f'_c$

TIPO DE CEMENTO

AIRE INCORPORADO

CANTIDAD DE CEMENTO = DOSIS DE AGUA / (a/c) mínima

Vol agregados = 1000 dm<sup>3</sup> – Vol. cem. – Vol. agua – Vol. aire

Cantidad de cada agregado: Vol. Agregados x porcentaje de cada agregado participante del esqueleto granular