

CI 62 C

PROYECTO DE  
CONSTRUCCION DE  
EDIFICIOS

CAPITULO 3

Hormigón Orientado Hacia la  
Faena

ESTRUCTURA

Sistema → Conjunto de partes para cumplir una función dada.

- En edificios la obra gruesa es parte importante dentro del proyecto

ITEM	Edificios altos U.S.A %	Edificios medianos México %	Edificios medianos Chile %
Obra Gruesa (excavación, fundaciones, estructura)	35	25	36
Instalaciones (eléctricas, sanitarias, calefacción, aire acondicionado, etc.)	30	25	16
Elevadores	10	3	4
Terminaciones	25	47	44

3.1. FABRICACION:

HORMIGÓN:



- Aditivos: Sustancias que mejoran o modifican algunas propiedades de del concreto (5% del peso).
- Propiedades:
  - Hormigón fresco: Consistencia, Docilidad, Homogeneidad, masa específica
  - Hormigón endurecido: Densidad, Compacidad, Permeabilidad

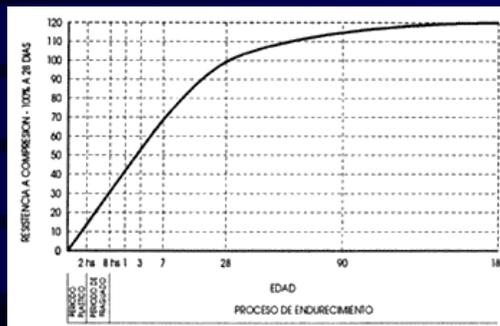
## Capítulo 3

- Ventajas del Hormigón:
  - Es maleable, toma la forma según encofrado
  - Adquiere resistencia
  - No se corroe
  - Resistente al fuego (300 °C - 500 °C, pérdida 20% Rc)
  - Fácil acceso a materiales primas
- Resistencias

EDAD	Resistencia (%)
28 días	100
90 días	110–120
1 año	120–135

## Capítulo 3

### Curva de resistencia del hormigón



Resistencia a la tracción:  $R_t \approx 0,1 R_c$

### Clasificación de hormigón

Resistencia (Nch 170)

Densidad

Grado del Hormigón	Resistencia Especificada MPa	Resistencia Especificada Kg/cm <sup>2</sup>
H5	5	50
H10	10	100
H15	15	150
H20	20	200
H25	25	250
H30	30	300
H35	35	350
H40	40	400

Tipo de Hormigón	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Utilización	Otros
Liviano	800 a 1.600	Sobrelosas	Perlas de aislapol
Normal	2.400	Todo tipo obras	Aridos normales
Denso	3.000 a 4.000	Salas especiales hospitales Centros Nucleares	Pirita, borita, aceros despuntados, viruta acero Temp coloc máxima 22°C

Rc: Resistencia a la compresión a los 28 días, probeta cúbica de 20x20

### 3.2 DOSIFICACION EN OBRA

- Tiene como objetivo determinar las proporciones en que hay que mezclar los distintos componentes (kg/m<sup>3</sup>) para obtener las características y propiedades según el proyecto



a) Propiedades del hormigón:

- Resistencia: Factor mas influyente A/C.

$A/C \downarrow \Rightarrow \uparrow R$ , debe permitir adecuada trabajabilidad

Trabajabilidad: Se mide con el ensayo del asentamiento de cono

Consistencia de los Hormigones		
Consistencia	Asiento cono de Abrams cm	Estructuras
Seca (S)	0 a 2	
Plástica (P)	3 a 5	Pavimentos, Prefabricados
Blanda (B)	6 a 9	Estructuras en general
Fluida (F)	10 a 15	Hormigón Bombeado
Líquida (L)	> 15	

- Durabilidad: Factor mas influyente compacidad.

Compacidad  $\uparrow \Leftrightarrow \uparrow$  Impermeabilidad

b) Características de los materiales:

- Tamaño máximo del árido
- Composición granulométrica de áridos
- Tipo de cemento

c) Medios fabricación, transporte y colocación:

- Betonera (volumen), planta (peso)
- Evitar: segregación, disminuya trabajabilidad
- Vertido del hormigón, carretilla, cintas, tuberías, canaletas.

## Capítulo 3

- Dosificaciones en volumen:

- Amasado manual: Corresponde a la mezcla en terreno, no es utilizado para hormigones estructurales. Si la cantidad a consumir de hormigón es mayor a 10 m<sup>3</sup>/día entonces la mezcla debe ser mecánica (Nch 172).
- Amasado mecánico: Este método es mucho mas eficiente y permite una mejor productividad. Se usa la betonera.

Ej dosificación por m<sup>3</sup>:

R28 especificada Mpa	Cemento (Kg)	Grava (Kg)	Arena (Kg)	Agua (lt)
H10	200	1200	815	165
H15	240	1225	750	165
H20	290	1250	680	170
H25	330	1265	645	170

Cantidades/m<sup>3</sup>, Tmax 3/4"

## Capítulo 3

- Consideraciones a tener presente a la hora de determinar las cantidades es la contracción que presenta el hormigón fresco, se evalúa en un 2,5%.

### Influencia de algunos factores en la trabajabilidad y resistencia del hormigón

<i>Quando aumenta..</i>	<i>La trabajabilidad</i>	<i>La resistencia</i>
La finura de la arena	Aumenta	Disminuye
La relación grava/arena	Disminuye	Aumenta
La cantidad de agua	Aumenta	Disminuye
El tamaño máximo del árido	Disminuye	Aumenta
El contenido de aire ocluido	Aumenta	Disminuye

## Capítulo 3

- **Dosificaciones en Peso:**

Sistema mas usado en la edificación hoy en día, representa el 35% del consumo de cemento en Chile.

Se compra el hormigón premezclado y se transporta a la obra en camiones Mixer.

Ventajas:

- Se garantiza la calidad, y las exigencias solicitadas como resistencia, trabajabilidad, homogeneidad.
- Eficiencia en uso de recursos, reducción espacio de acopio
- Competitividad en precio

Características de Camion Mixer:

- Peso: 35 a 40 Ton
- Dimensiones: 2,5 x 4,0 x 8,0

## Capítulo 3

- Empresas que prestan el servicio: Petreos, Ready Mix, Premix, Transex.
- Se debe programar los pedidos semanalmente, indicando características del hormigón, volumen, fecha, hora y frecuencia.
- La cancha de hormigonado debe estar en condiciones para evitar tiempos de espera del hormigón, que pueden perjudicar la calidad de este.
- La empresa realiza chequeos propios de calidad mediante muestras in situ.

### 3.3 COLOCACION

- El vertido y colocación del hormigón deben efectuarse de manera que no se produzca la disgregación de la mezcla.

**Disgregación** ⇒ Aumenta cuanto mas grueso el árido, y mas discontinua es la granulometría. Mientras menor sea el elemento a hormigonar, mayor probabilidad de generar nidos.

#### Consideraciones generales:

- El vertido no debe efectuarse desde gran altura (2 mts máximo)
- Debe ser colocados por capas horizontales no superando los 50 cm
- Evitar que el hormigón choque en forma directa contra el encofrado.
- Evitar distribuir con rastrillo, ni arrojar el hormigón con palas

### Preparación de superficies

- Hormigón sobre terreno: Se refiere al hormigonado de fundaciones o bien terreno de sustentación:
  - Se debe evitar la contaminación del hormigón, esto es, con el terreno natural ya sea por derrumbes o desprendimiento de éste. Para proteger se puede ocupar polietileno o placas de madera.
  - Al hormigonar contra terreno es necesario eliminar suelos vegetales, de origen arcilloso u orgánico.
  - Para suelos secos o poco cohesivos deben humedecerse.
  - Para fundaciones siempre es preferible hacer emplantillado de 5 cm aprox. de espesor

## Capítulo 3

- Juntas de hormigonado:

Se refiere al hormigonado contra un hormigón endurecido. También se le llama Junta de construcción. Resulta fundamental darle la importancia que se merece, debido a que estas áreas son proclives a ser zonas débiles ya que rompen la homogeneidad de la estructura. Estas pueden dar origen a filtraciones y grietas en casos de sismo.

Procedimiento de juntas de hormigonado:

- Se debe limpiar con chorro de arena, seguido con lavado de agua a presión.
- En caso de estar endurecido el hormigón, es necesario picar con punto (cango) y luego retirar el excedente.

## Capítulo 3

- Para muros, pilares o elementos verticales la junta debe ser de forma horizontal. Para vigas, losas debe ser vertical.
- En algunos casos, especialmente en reparaciones es conveniente utilizar algún resina epóxica de manera de ayudar a la adherencia entre hormigones.

- Moldajes: Es importante preparar las superficies donde se colocará el hormigón, la superficie debe quedar estanca, al colocar el hormigón no debe sufrir deformaciones o aberturas de placas, se debe retirar todo tipo de material extraño, luego se le aplica el desmoldante.
- Armaduras: Al igual que los moldajes deben estar de acuerdo a planos, revisando diámetro, separación, número de barras, empalmes, etc. Deben estar limpias de material y con el recubrimiento necesario.

## Capítulo 3

En algunas constructoras se rigen por protocolos de calidad, donde se revisan todos los puntos importantes para comenzar la faena.

### Modos de colocación:

- Carretillas
- Canoas
- Mangas
- Torre concretera
- Grúa con capacho
- Bombas

## Capítulo 3

### Procedimientos de colocación del Hormigón

Usualmente se vierte en capas horizontales, de espesor uniforme, avanzando en dirección definida, acomodando cada capa antes de compactar. Los espesores normales son de 30 cm.

- Hormigones en losas.

El espesor corresponde a la estructura a hormigonar, ya sea losa, aceras, calzadas. Para losas armadas se sugiere avanzar en la dirección de la mayor longitud. Para losas no armadas, tales como radieres, se hormigona siguiendo una misma dirección, luego de endurecido es necesario cortar cada 4 m aprox, a una profundidad de 1/3 de la losa.

### Capítulo 3

Para hormigonar losas en pendiente se debe partir desde la cota mas baja, cuidando no arrastrar el hormigón.

- Hormigones en muros

El hormigonado debe realizarse en forma continua, vaciándolo de manera uniforme evitando esparcir después. En general el tramo de muro no debe exceder los 3 metros, de ser así es necesario crear buzones a media altura, el que intenta evitar la colocación a gran altura, lo que podría producir segregación.

Se sugiere que el asentamiento del hormigón colocado en la base de la estructura debe ser mayor que en las capas superiores, para permitir una buena compactación y así evitar los nidos.

### Capítulo 3

- Hormigones en masa

Se recomienda hormigonar por peldaños, avanzando en varias capas simultaneamente.

- Hormigón proyectado

El hormigón es transportado mediante aire comprimido, o bien mediante bombeo. La razón A/C es menor a 0,5, situación que influye en la resistencia de la mezcla, sin embargo, para las exigencia de resistencia a temprana edad se utiliza cemento alta resistencia. El tamaño máximo del árido es del orden de 8 mm, y el asentamiento varía entre los 10 y 18 cm.

### 3.4 COMPACTACION

- Para que el hormigón resulte compacto debe emplearse el método mas adecuado a su consistencia y así lograr eliminar los huecos y obtener un llenado completo del encofrado y recubierto íntegramente las armaduras, dando a éstas buena protección y adherencia, sin llegar a producir segregación. El proceso de compactación debe prolongarse hasta que refluya la pasta hasta la superficie.

#### Medios de compactación:

- Picado con barra: Este método se emplea en hormigones de consistencia blanda y fluida, en general en obras de baja importancia.
- Apisonado: Se efectúa mediante golpeteo repetido con un pisón adecuado. Las capas deben ser de 15 a 20 cm de espesor. Se emplea en elementos de bajo espesor y mucha superficie horizontal, con hormigones de consistencia plástica y blanda.
- Vibrado: Se emplea cuando se quiere conseguir hormigones resistentes, ya que es apropiada para masas de consistencia seca. Es el mejor método para estructuras de hormigón armado.

Contenido de aire del hormigón

15% al 20% ⇒ 2% o 3%

**Al Compactar**

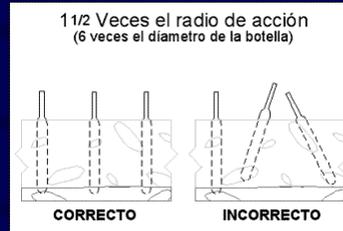
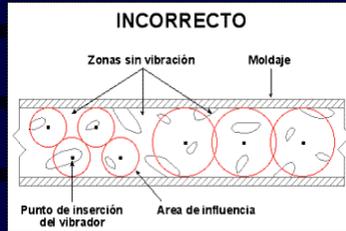
- Tipos de vibradores: Depende de su frecuencia de vibración.
  - Baja frecuencia (1500 a 2000 cpm): ponen en movimiento áridos gruesos, por lo que necesitan mucha energía.
  - Frecuencia media (3000 a 6000 cpm): Ponen en movimiento los áridos finos y requieren menos energía.
  - **Alta frecuencia (12000 a 20000 cpm): afectan al mortero mas fino y requieren poca energía.** El mortero se vuelve líquido y ejerce el papel de lubricante, facilitando la colocación de los áridos en posición de mayor densidad

Vibradores

Inmersión Superficie Externos (mesa o encofrado)

- Inmersión (o vibradores de aguja): Es el mas usado en estructuras. Como recomendaciones se tiene lo siguiente:
  - La sonda debe disponerse verticalmente en la masa de hormigón, evitando contacto con la armadura, pasando la capa subyacente.
  - Separación entre puntos de vibrado oscila entre 40 y 60 cm de radio.
  - Mejor vibrar muchos puntos durante poco tiempo.

Vibrado en muros

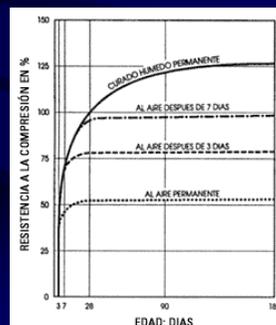


Vibrado en losas



3.5 CURADO DEL HORMIGON

Es el conjunto de medidas que tiene por finalidad proteger al hormigón, dándole la humedad y temperatura suficiente para el desarrollo de aptitudes como la resistencia y durabilidad, haciendo que la estructura tenga una mejor impermeabilización y tendrá un menor riesgo de fisuración



### Tipos de curado

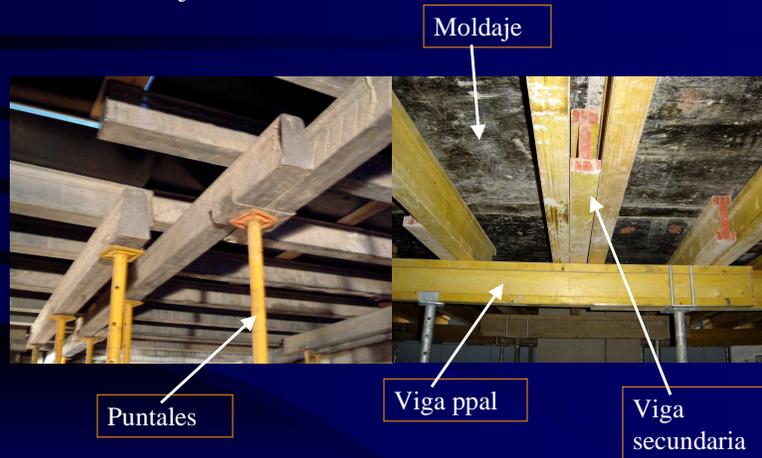
- Con agua: Corresponde a la aplicación continua o frecuente de agua por inundación, nebulización, vapor o materiales saturados (arpillera, arena húmeda, mantas de algodón)
- Materiales sellantes: Evitan la excesiva pérdida de humedad superficial mediante películas protectoras, como polietileno, papel, o compuestos de curado (antisol)

### 3.6 DESCIMBRE

#### Conceptos básicos - Losas:

- Moldajes: superficies horizontales metálicas o de madera sobre el cual se coloca el hormigón
- Puntales: Elementos de apoyo vertical o inclinados, diseñados para soportar el peso de los moldajes, hormigón y cargas de construcción sobre ellos
- Repuntales (retro): Puntales colocados ajustadamente bajo una losa de hormigón u otro elemento estructural, después que los moldajes y puntales han sido retirados en un área extensa (área pequeña)
- Desapuntalamiento: Retiro de los puntales que soportan temporalmente una losa

Detalle de moldaje losas



Tablas de descimbre:

**PLAZOS MINIMOS DE DESENCOFRADO**

Temperatura superficial del hormigón (°C)		> 24°	16°	8°	2°
Encofrados verticales		9 hrs	12 hrs	18 hrs	30 hrs
Losas	Fondos de encofrado	2 días	3 días	5 días	8 días
	Puntales	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas	Fondos de encofrado	7 días	9 días	13 días	20 días
	Puntales	10 días	13 días	18 días	28 días

Ref. Jimenez Montoya - CEB

**PLAZOS MINIMOS DE DESMOLDE Y DESCIMBRE**

Moldajes	Cemento grado	
	Corriente	AR
Costados de muros, vigas o elementos no solicitados	2 días	1 día
Costados de pilares o elementos solicitados por peso propio o cargas externas	5 días	3 días
Fondos cimbras, puntales y arriostramientos de vigas y losas	16 días	10 días

Ref. Nch 170

### 3.7 ADITIVOS

↓  
Cuarto componente del hormigón (< 5% peso cemento)

↓  
Corresponde a productos que se incorporan a hormigón fresco con la finalidad de cambiar o mejorar algunas de sus características.

Ejs:

- Facilitar puesta en obra
- Regular proceso de fraguado y endurecimiento
- Aumentar durabilidad

### Principales aditivos

- Incorporador de Aire:  
Busca aumentar la resistencia del hormigón frente a ciclos alternados de frío y calor. Mejora trabajabilidad, homogeneidad, impermeables. Presentan una baja en resistencia
- Plastificantes - Fluidificantes:  
Mejora la docilidad y trabajabilidad del hormigón. Se usa para hormigones bombeables, zonas densamente armados.

Plastificantes → Exige aumentar agua de amasado  
→ Puede disminuir resistencias y aumentar retracciones

Fluidificantes → Reduce la relación A/C (hasta 15%),  
→ Puede retrasar el fraguado y 1° endurecimiento

## Capítulo 3

- Superplastificantes

Permite reducciones de agua de hasta 30%. Aumenta docilidad (sin variar A/C) y aumenta resistencia (sin variar docilidad)

Consigue aumentos de cono desde 5 a 20 cm.

Es excelente para hormigones de alta resistencia, prefabricados.

- Aceleradores de fraguado

Adelantan el fraguado o el endurecimiento del hormigón, o ambos. Así disminuye el tiempo de encofrado. También contrarresta el efecto retardador de tiempo frío. Puede provocar corrosión en el acero.

Usos: Hormigonado en tpo frío, hormigón proyectado, h° prefabricados.

## Capítulo 3

- Retardadores de fraguado

Se utiliza para transportes largos y hormigonado en tiempo caluroso y evitar juntas frías. Puede aumentar retracciones. Se recomienda utilizar fluidificantes, ya que también actúan como retardadores.

- Impermeabilizante

Agua 

Uso en muros subterráneos, estanques.

- Expansores reductores de agua

Para relleno de cavidades o grietas, anclajes de pernos.

### 3.8 COSTOS

- FABRICACION

Existen dos alternativas para la fabricación del hormigón en obra:

	<u>In situ</u>	<u>Premezclado</u>
Calidad	No asegura	Controlado
Espacio	Requiere Area	Sólo ingreso Mixer
Mano de obra	Requiere	No requiere

En general, hoy las obras de edificación contratan los hormigones a una planta especializada.

- Precios de algunos hormigones:

Tipo Hormigón	UF/ m3	
	Petresos	Transex
HN 20 - 90 - 40 - 6	1,68	1,68
HB 20 - 90 - 40 - 8	1,90	1,89
HN 30 - 90 - 40 - 6	1,93	1,90
HB 30 - 90 - 40 - 8	2,03	2,01

Las plantas también ofrecen los siguientes servicios:

- Arriendo de bomba estacionaria y telescópica (mensual o por jornada)
- Muestreo cada 100 (75) m3
- Aumento de cono
- Aditivo hidrófugo

## Capítulo 3

- Carga Incompleta ( $\pm 0,45$  uf/m<sup>3</sup> no transportado):  
Corresponde al cobro que se realiza por transportar menos de 6 m<sup>3</sup> de hormigón. Se exceptúa de este cargo ajustes inferiores a 6m<sup>3</sup> de faenas normales de hormigonado superior a los 18m<sup>3</sup>.
- COLOCACION  
El modo de colocación del hormigón influirá directamente en la cantidad de obreros concreteros en la faena. Entre ellos destaca el vibrador y albañil.
  - Bomba estacionaria: Resulta ser el mas eficiente.
  - Grúa (capacho): Existen tiempos muertos entre llenados
  - Carretillas: Aumenta la cantidad de obreros y el tiempo de colocación

## Capítulo 3

### 3.9 CONTROL DE CALIDAD

La resistencia es la característica principal del hormigón, la cual debe ser asegurada para que el elemento hormigonado cumpla su función, soportando las tensiones a la cual estará sometida durante su vida útil, como son: compresión, tracción, flexión y combinaciones de estas.

En general, en jormigón medir la resistencia a la compresión es relativamente sencillo en comparación a la tracción o flexión. Por tanto se utiliza esta resistencia como medida de su calidad general:

↑ Resistencia → ↑ Densidad → ↑ impermeabilidad → ↑ Durabilidad

## Capítulo 3

### Ensayos en obra:

#### – Cono de Abrahams:

Se debe chequear el asentamiento una vez llegado el camión a obra. Esta es una manera preventiva de controlar la calidad del hormigón. El límite de tolerancia para el asentamiento es  $\pm 2$  cm



## Capítulo 3

#### – Ensayos de probetas, según especificaciones técnicas del proyectista en complemento a la norma:

Si el plan de muestreo no está señalado en EETT o planos, la norma NCh 1998 establece lo siguiente:

- Vol obra  $\leq 250$  m<sup>3</sup>  $\Rightarrow$  1 muestra cada 50 m<sup>3</sup> con mínimo de 3
- Vol obra  $> 250$  m<sup>3</sup>  $\Rightarrow$  1 muestra cada 100 m<sup>3</sup> con mínimo de 5

La confección de probetas, su cuidado y ensayos deben ajustarse a lo señalado en la NCh 1037



## Capítulo 3

### Ensayos no destructivos:

Estos ensayos tienen como objetivo conocer la calidad de hormigón en obra sin que la pieza de hormigón se vea afectada. Estos ensayos se encuentran en continuo desarrollo y perfeccionamiento.

#### – Métodos Esclereométricos:

Determinan la dureza superficial del hormigón (no es recomendable en estructuras con mucha edad) mediante la energía residual de un impacto sobre la superficie.

- Martillo de Schmidt
- Martillo de Frank
- Sonda de Windsor



## Capítulo 3

#### – Métodos por Velocidad de propagación

Se basa en la relación entre  $V$  de una onda o impulso a través de un medio homogéneo e isótropo y las constantes elásticas del material.

Velocidad $V_1$ (m/s)	Calidad del Hormigón
> 4.500	Excelente
3.600-4.500	Bueno
3.000-3.600	Aceptable
2.100-3.000	Malo
< 2.100	Muy malo

#### – Métodos por Resonancia

Se basa en la relación entre frecuencia de resonancia de una pieza y las constantes elásticas del material

## Capítulo 3

### – Métodos Mixtos

Combina los índices de rebote esclerométricos, la velocidad de impulso ultrasónico y la resistencia a la compresión (mediante testigos).

Correlaciones	Lineal:	Esclerómetro-Resistencia
	Exponencial:	Ultrasonido- Resistencia

### – Métodos difusión de isótopos radiactivos

Método en vías de experimentación. El control de calidad se puede realizar midiendo su densidad o bien el contenido de agua.

## Capítulo 3

### 3.10 AGREGADOS PETREOS

#### Acopio de Aridos:

- Se debe evitar la segregación
- Mantener la graduación
- Evitar la contaminación (suciedad, arcillas, materia orgánica)

#### Medidas a considerar:

- Acopiar en sectores independientes
- Al trasladar evitar caída de gran altura
- No rodar el material
- El acopio se debe proteger del viento, lluvia (drenaje) y sol