

# CONSTRUCCIÓN I

## Plan de Estudios 2002

### hormigones y morteros

---

---

---

---

---

---

---

---

## hormigones y morteros

- 4.1. Características generales.  
Los componentes: aglomerantes, áridos, agua, aditivos.
- 4.2. El hormigón.  
Relación agua/cemento. Consistencia y trabajabilidad.  
Propiedades: retracción, dilatación, resistencia.  
Reología y durabilidad. Hormigones especiales.
- 4.3. Diseño de hormigones. Dosificación.
- 4.4. Morteros.  
Tipos, nivel exigencial y dosificación. Propiedades.  
Utilizaciones constructivas: mampostería y terminaciones.
- 4.5. Componentes y elementos simples aglomerados.  
Con aglomerantes de cemento portland.  
Componentes con otros aglomerantes.

---

---

---

---

---

---

---

---

## hormigones y morteros

### bibliografía:

Jiménez Montoya, García Messeguer, Morán - "Hormigón Armado"  
 L'Hermite, Robert - "A pié de obra"  
 Bolis, Bruno - "El hormigón"  
 Helene, P. Terzian, P. - "Manual do dosagen e controle do concreto"  
 Dreux, J. - "Guia práctica del hormigón"  
 Hummel - "Prontuario del hormigón"  
 Giammusso, Salvador - "Manual do concreto"  
 Neville, Adam M. - "Propiedades do concreto"  
 Mangel, S. Seeling, R. - "Preparación y empleo de hormigón"  
 Portland Cement Association - "Proyecto y control de mezclas de concreto"  
 Instituto Mexicano del Cemento - "Práctica para dosificar concreto normal, concreto pesado y masivo"  
 Instituto Uruguayo de Normas Técnicas - Normas UNIT

---

---

---

---

---

---

---

---

morteros y hormigones

# el hormigón

---

---

---

---

---

---

---

---

## el hormigón

- a. introducción: el diseño de arquitectura con hormigón
- b. el hormigón en estado endurecido
- c. el hormigón: material formáceo
- d. el hormigón en estado fresco
- e. componentes del hormigón
- f. diseño del hormigón

---

---

---

---

---

---

---

---

## el hormigón

- a. **introducción: el diseño de arquitectura con hormigón**
- b. el hormigón en estado endurecido
- c. el hormigón: material formáceo
- d. el hormigón en estado fresco
- e. componentes del hormigón
- f. diseño del hormigón

---

---

---

---

---

---

---

---

## el hormigón

**a.**

**introducción: el diseño de arquitectura con hormigón**

---

---

---

---

---

---

---

---

## a. el hormigón: introducción

**características generales del hormigón como material en la materialización de la arquitectura**

---

---

---

---

---

---

---

---

## a. el hormigón: introducción

**características generales del hormigón:**

- ✓ **moldeado en sitio**
- ✓ **premoldeado**

---

---

---

---

---

---

---

---

## a. el hormigón: introducción

### usos del hormigón:

- estructuras
- pavimentos
- elementos simples
- silos, tanques, piscinas
- conductos, redes, etc.

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hernigien / introduccion

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hernigien / introduccion

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hernigien / introduccion

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hormigon / introduccion

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hormigon / introduccion

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hormigon / introduccion

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**presentación del  
hormigón como *material  
aglomerado***

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

***material aglomerado:***  
**pétreo artificial o  
pétreo reconstituido  
("símil piedra")**

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**material aglomerado:**  
**aglomerante**  
**áridos**  
**a veces agua y/o**  
**diluyentes, aditivos**

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**aglomerantes:**

- cementos
- cales
- yeso
- asfaltos
- arcilla

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**hidraulicidad**  
**del aglomerante:**

**propiedad del aglomerante**  
**de posibilitar el fraguado (y**  
**endurecimiento) aún bajo el**  
**agua, sin presencia de aire**

---

---

---

---

---

---

---

---

### a. el hormigón: introducción

#### áridos:

- gruesos  
(gravas)
- finos  
(arenas)

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### a. el hormigón: introducción

#### *material aglomerado:*

- ✓ **concretos**  
(hormigones)
- ✓ **morteros**

---

---

---

---

---

---

---

---

## a. el hormigón: introducción

# hormigón

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

## a. el hormigón: introducción

# hormigón

### material versátil:

- diseñable, moldeable
- variedad formal y dimensional
- resistencia mecánica
- densidad
- textura, color

---

---

---

---

---

---

---

---

### a. el hormigón: introducción

## hormigón material versátil:

- posibilidad de combinarlo con aceros

## hormigón armado

---

---

---

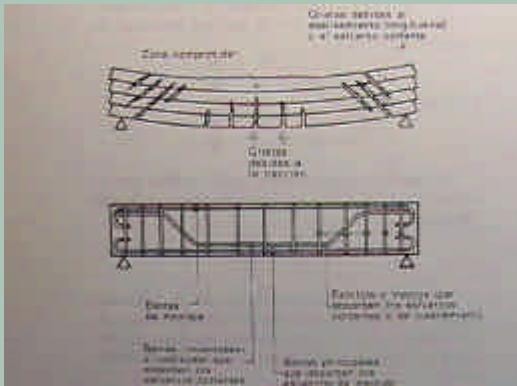
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### a. el hormigón: introducción

## hormigón:

- utiliza insumos nacionales (excepto combustible)
- emplea mano de obra de mediana calificación
- requiere controles en su confección y puesta en obra
- exige diferir puesta en servicio

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**hormigón:**

- aglomerante  
(cemento portland)
- áridos, grueso y fino  
(grava y arena)
- agua
- eventualmente aditivos

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**hormigón:**

el estudio de la dosificación (combinaciones relativas de los materiales componentes) y de las características de los materiales componentes, determinan las propiedades del hormigón, tanto fresco como endurecido

---

---

---

---

---

---

---

---

a. el hormigón: introducción

**hormigón:**

- ✓ **estado endurecido**  
sólido, ha adquirido propiedades resistentes
- ✓ **estado fresco**  
material heterogéneo, pastoso, amorfo, moldeable

---

---

---

---

---

---

---

---

## el hormigón

- a. introducción: el diseño de arquitectura con hormigón
- b. el hormigón en estado endurecido**
- c. el hormigón: material formáceo
- d. el hormigón en estado fresco
- e. componentes del hormigón
- f. diseño del hormigón

---

---

---

---

---

---

---

---

## el hormigón

### **b.** el hormigón en estado endurecido

---

---

---

---

---

---

---

---

### b: el hormigón endurecido

## el endurecimiento

---

---

---

---

---

---

---

---

b: el hormigón endurecido

## endurecimiento:

*proceso diferido en el tiempo en el cual se consolidan los procesos físico químicos y el hormigón adquiere resistencia*

---

---

---

---

---

---

---

---

b: el hormigón endurecido

## propiedades del hormigón en estado endurecido

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

- resistencia, ensayos
- impermeabilidad, densidad
- resistencia al desgaste
- compacidad, porosidad
- retracción, dilatación
- térmicas, acústicas
- reología
- durabilidad

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# resistencia a la compresión

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

**resistencia a la compresión**  
*es la característica mecánica principal de un hormigón y, a menudo, una propiedad índice de su calidad*  
*(resistencia a otras acciones físicas, químicas, durabilidad, etc.)*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# ensayos de resistencia a la compresión

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### resistencia a la compresión para su determinación:

- métodos destructivos  
rotura de probetas normalizadas
- métodos no destructivos  
esclerómetro, ultrasonido, etc.

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### métodos destructivos para la determinación de la resistencia a la compresión

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hormigón / estado endurecido

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



hormigón / estado endurecido

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1



PROBETA  
LUEGO DE  
ROTURA

hormigón / estado endurecido

---

---

---

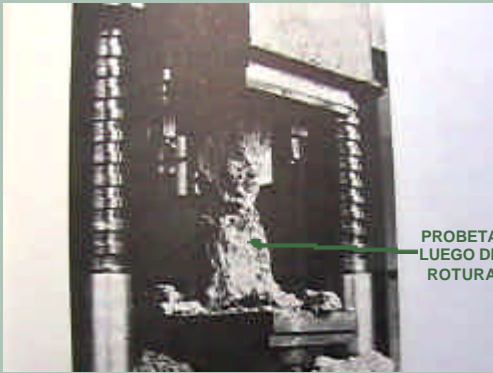
---

---

---

---

---



PROBETA  
LUEGO DE  
ROTURA

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### métodos no destructivos para la determinación de la resistencia a la compresión

---

---

---

---

---

---

---

---

## ESCLERÓMETRO SCHMIDT



---

---

---

---

---

---

---

---

### PERFORADOR PARA TOMA DE PRÓBETAS



---

---

---

---

---

---

---

---

### propiedades del hormigón endurecido

## resistencia a la compresión

---

---

---

---

---

---

---

---

### propiedades del hormigón endurecido

#### **condiciones** para asegurar resistencia a la compresión:

- cantidad y calidad del cemento
- cantidad del agua de amasado
- adecuado curado
- edad del hormigón
- naturaleza de los áridos
- homogeneidad de la mezcla
- compacidad en el llenado

---

---

---

---

---

---

---

---

### propiedades del hormigón endurecido

*condiciones para asegurar  
resistencia a la compresión:*

- cantidad de cemento
- cantidad del agua de amasado

relación agua/cemento:

**a/c**

---

---

---

---

---

---

---

---

### b: el hormigón endurecido

**endurecimiento:  
importancia de  
la relación  
agua/cemento**

---

---

---

---

---

---

---

---

### propiedades del hormigón endurecido

**resistencia media  
por compresión**

**fcm**

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

**resistencia media  
por compresión**

**fc<sub>m</sub>**

es la media aritmética de las resistencias halladas para una edad determinada (en general 28 días) brinda una idea de la resistencia promedio del conjunto

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

**resistencia característica  
por compresión**

**f<sub>ck</sub>**

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

**resistencia característica  
por compresión**

**f<sub>ck</sub>**

es el valor requerido para asegurarse que sólo el 5% de la muestra tendrá valores inferiores al solicitado por el cálculo confiabilidad del 95%

---

---

---

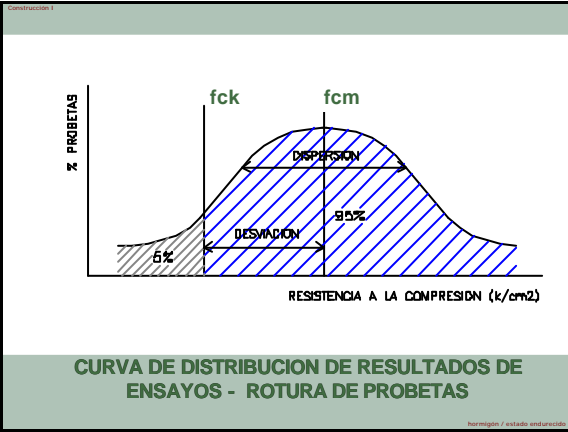
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

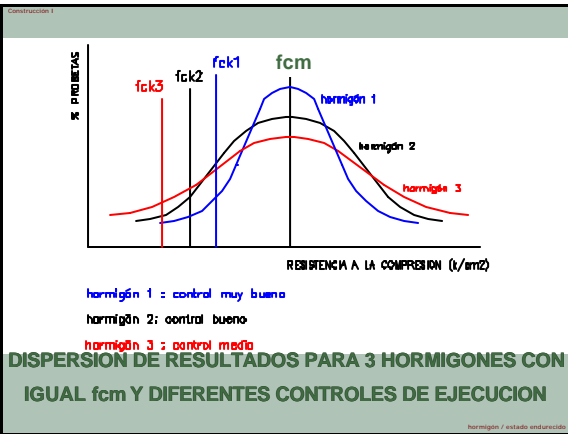
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Construcción 1

propiedades del hormigón endurecido

**resistencia a la tracción**

hormigón / estado endurecido

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# impermeabilidad

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## impermeabilidad

*propiedad del hormigón de impedir el paso de agua a través de su masa*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## impermeabilidad

depende de:

- emplear adecuada relación a/c
- composición granulométrica
- compactación

(el agua necesaria para la hidratación del cemento portland es el 15% en peso aproximadamente)

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# densidad

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# densidad

depende básicamente de la naturaleza de los áridos, de su granulometría y de los métodos de compactación utilizados

hormigón usual:  $MU = 2\ 300\ \text{Kg/m}^3$

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# resistencia al desgaste superficial

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## resistencia al desgaste superficial

*especialmente en pavimentos (vialidad, industrias, etc.)*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## resistencia al desgaste superficial

- utilizar hormigones secos (a/c bajo)
- emplear áridos duros y arenas silíceas
- aplicar revestimientos superficiales (carpetas u otros)
- agregar tratamientos endurecedores superficiales

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## compacidad

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### compacidad

*es la relación por cociente entre volumen absoluto y volumen aparente*

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### compacidad (C)

$$C = \frac{V_{abs}}{V_{ap}}$$

$$V_{abs} = V_{ap} - V_{huecos}$$

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### porosidad

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### porosidad

*es la relación por cociente entre el volumen de huecos y el volumen aparente*

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### porosidad (P)

$$P = \frac{V_{\text{huecos}}}{V_{\text{ap}}}$$

$$P + C = 1$$

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### fenómenos dimensionales:

✓ retracción

✓ dilatación

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# retracción

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# retracción

*es la **contracción de volumen** del hormigón que acompaña el proceso de fraguado y endurecimiento por causa de la evaporación del agua*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# retracción

**el fenómeno de retracción genera esfuerzos de tracción**  
**los esfuerzos de tracción generados en la masa de hormigón provocan **fisuraciones****

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### retracción

el **curado** controla el fenómeno de retracción para evitar la fisuración por los esfuerzos de tracción generados en la masa del hormigón

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### factores que inciden en la retracción

---

---

---

---

---

---

---

---

## propiedades del hormigón endurecido

### factores que inciden en la retracción:

- relación agua/cemento
- humedad relativa ambiente
- forma de la pieza
- cantidad y tipo de cemento
- dureza, dimensión y cantidad de los áridos
- circulación de aire
- cuantía y distribución de armaduras
- proceso químico

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**relación agua/cemento  
a/c**

*el incremento de la cantidad relativa de agua en la dosificación aumenta la retracción de la pieza*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**humedad relativa ambiente**

*en atmósferas saturadas (humedad relativa ambiente  $H = 100\%$ ) existe mayor estabilidad dimensional*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**forma de la pieza**

*la retracción afecta en mayor grado a piezas con grandes superficies expuestas y a las de escaso espesor*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**cantidad y tipo de cemento**

*mezclas ricas en cemento portland o ejecutadas con cementos de granulometrías muy finas ocasionan mayor retracción*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**dureza, dimensión y cantidad de los áridos**

*al aumentar la dureza, la dimensión o la cantidad de áridos existe mayor oposición al acortamiento (menor retracción)*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**circulación de aire**

*la retracción de la pieza aumenta progresivamente con el movimiento del aire*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**cuantía y distribución de las armaduras**

*las barras de acero en el hormigón armado se oponen al acortamiento de la pieza (menor retracción)*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

factores que inciden en la retracción:

**proceso químico**

*durante el proceso de endurecimiento, la retracción disminuye debido a la preexistencia de la red cristalina estructurada en el proceso de fraguado, la cual reduce el acortamiento*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

**dilatación**

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## dilatación térmica

*la radiación solar y la temperatura del aire generan modificaciones dimensionales lineales*

dilataciones y contracciones térmicas

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## dilatación térmica

coeficiente de dilatación térmica

**0,01 mm/m°C**

*similar al del acero*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## dilatación térmica

a mayor compacidad del hormigón, aumenta su conductividad y, por ende, su dilatación de origen térmico

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## dilatación térmica

las formas laminares son más propensas a dilatarse que las formas cúbico-prismáticas

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## control de la dilatación térmica

- generando discontinuidades en la material (juntas de dilatación)
- disponiendo protecciones térmicas y frente a la radiación

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## conductividad térmica

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## conductividad térmica

coeficiente de conductividad térmica

**1,1 Kcal/m<sup>2</sup>h°C**

*espuma de poliestireno: 0,03 Kcal/m<sup>2</sup>h°C*

*ladrillo de campo: 0,4 Kcal/m<sup>2</sup>h°C*

*acero: 45 Kcal/m<sup>2</sup>h°C*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## conductividad térmica

*necesidad de proteger  
térmicamente las estructuras por  
razones de durabilidad de las  
mismas y no sólo por confort en el  
interior de los locales*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## propiedades acústicas

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## propiedades acústicas

los hormigones estructurales usuales son:

- buenos aislantes de ruidos aéreos  
*(elevada masa específica y compacidad)*
- malos aislantes de ruidos de impacto  
*(requieren interrumpir vía sólida)*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## reología

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## reología

*rama de la mecánica que estudia la evolución de las deformaciones de un material en el tiempo, producidas por causas tensionales*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# propiedades reológicas

el hormigón es un pseudo sólido elástico-visco-plástico

se comporta como: elástico  
viscoso  
plástico

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# durabilidad

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

# durabilidad

*capacidad del hormigón de resistir acciones externas (mecánicas, físicas, químicas, biológicas, etc.) conservando sus propiedades resistentes, su integridad y aspecto, a lo largo de su vida útil prevista, siempre que se cumplan las condiciones de la misma*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## agentes que pueden atentar contra la durabilidad

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## agentes que pueden atender contra la durabilidad:

- acciones mecánicas externas
- ataques químicos o físicos
- contacto con aguas agresivas
- temperaturas extremas
- corrosión de armaduras

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## agentes que pueden atender contra la durabilidad:

### acciones mecánicas externas:

- sobrecargas
- impactos
- vibraciones
- rozamientos, otras

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**agentes que pueden atentar  
contra la durabilidad:**

**ataques químicos:**

- CO<sub>2</sub>**
- amoniacales**
- sales (sulfatos, cloruros)**
- ácidos**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**agentes que pueden atentar  
contra la durabilidad:**

**ataques físicos:**

- variaciones de temperatura**
- variaciones de humedad**
- corrientes eléctricas**
- radiaciones**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**agentes que pueden atentar  
contra la durabilidad:**

**contacto con aguas agresivas:**

- de mar**
- industriales**
- cloacales**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**agentes que pueden atentar  
contra la durabilidad:**

**temperaturas extremas:**

- fuego**
- heladas**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**agentes que pueden atentar  
contra la durabilidad:**

**acciones biológicas:**

- vegetación**
- microorganismos**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**agentes que pueden atentar  
contra la durabilidad:**

**corrosión de armaduras**  
*(en hormigones armados)*

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## precauciones para lograr una correcta durabilidad

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

## precauciones para lograr una correcta durabilidad:

- puesta en obra y compactación correctas
- dosificación de cemento y agua adecuados
- materiales adecuados
- control de la fisuración
- recubrimientos acordes
- control en los aditivos

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

precauciones para lograr una correcta durabilidad:

**puesta en obra  
y compactación correctas  
(bien consolidado)**

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

precauciones para lograr una  
correcta durabilidad:

**emplear una dosificación  
de cemento adecuada  
y relación a/c mínima**

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

precauciones para lograr una  
correcta durabilidad:

**utilizar materiales adecuados**

---

---

---

---

---

---

---

---

propiedades del hormigón endurecido

precauciones para lograr una  
correcta durabilidad:

**controlar la fisuración  
por retracción**

**curado  
armado**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**precauciones para lograr una  
correcta durabilidad:**

**adoptar recubrimientos de  
armaduras acordes con la  
exigencia del medio**

---

---

---

---

---

---

---

---

**propiedades del hormigón endurecido**

**precauciones para lograr una  
correcta durabilidad:**

**controlar la administración  
de aditivos**

---

---

---

---

---

---

---

---