

LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

Manuel Jesús Carretero Ayuso
Arquitecto Técnico e Ingeniero de Edificación

**EJECUCIÓN DE OBRAS E INSTALACIONES:
ENSAYOS, CONTROLES Y PRUEBAS FINALES**

2

LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

Manuel Jesús Carretero Ayuso
Arquitecto Técnico e Ingeniero de Edificación

RESUMEN

El control de obra es una tarea específica y propia que tienen que acometer los directores de ejecución y que deben de efectuarla con el mayor respaldo normativo, no solo para verificar que se cumplen los requisitos mínimos establecidos en la legislación vigente y en las prescripciones recogidas en el proyecto de ejecución, sino para asegurar que se dan los necesarios parámetros de calidad que requerirán los futuros usuarios, así como para respaldar la propia actuación profesional.

El control de las estructuras de hormigón debe de tener en cuenta lo indicado de manera general en el Código Técnico, y en particular, lo expresado en la Instrucción de Hormigón Estructural.

En este capítulo trataremos de aspectos relativos al control de calidad, el control de ejecución propiamente dicho y también con todo lo relacionado a la aceptación de ensayos como parte de la tarea de supervisión y control que debemos realizar en esta fase de obra.



Curso de perfeccionamiento

**ENSAYOS, CONTROLES Y PRUEBAS
FINALES EN LA EJECUCIÓN DE
OBRAS E INSTALACIONES**



LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

Manuel Jesús Carretero Ayuso

Arquitecto Técnico e Ingeniero de Edificación

Máster de Investigación en Ingeniería y Arquitectura

Profesor de la UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Presidente de la Comisión de Formación y Cultura del COATBA



- 0. Introducción*
- 1. Aspectos Generales*
- 2. Durabilidad*
- 3. Materiales*
- 4. Forjados*
- 5. Ejecución*
- 6. Control*
- 7. Mantenimiento*

Índice



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

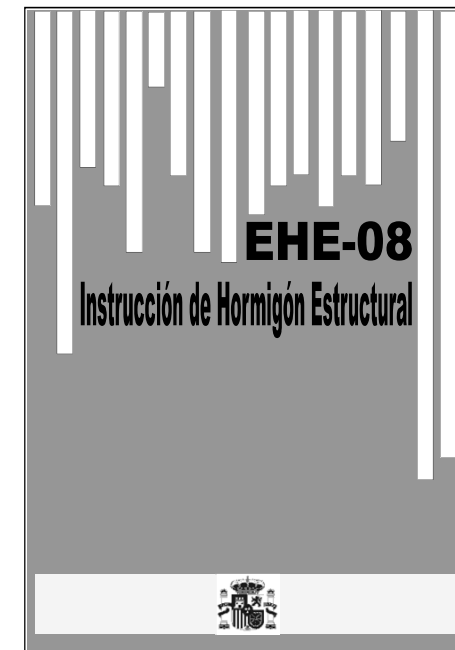
LA INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN

0

INTRODUCCIÓN

La INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (**EHE'98**) nació como la fusión de otras dos: La EH'91 (Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado) y la EP'93 (Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado).

La **EHE'08**, nace fusionando la EHE-98 y la Instrucción de forjados unidireccionales EFHE-02.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

¿PORQUÉ UNA ACTUALIZACIÓN?

0

INTRODUCCIÓN

- *Desarrollo del programa de **eurocódigos estructurales** (especialmente el 2) a nivel comunitario.*
- *Avances en la implantación **mercado CE** en productos de la construcción (áridos, aditivos...).*
- *Aparición de la Norma de Construcción Sismorresistente (parte general y edificación): **NCSE-02**.*
- *Aparición de la Norma de Construcción Sismorresistente (puentes): **NCSP-07**.*
- *Actualización del Pliego de Recepción de Cementos: **RC-08**.*
- *Nacimiento del **Código Técnico de la Edificación** por el Real Decreto 314/2006.*
- *Aparición de la **LOE**, en el año 1999 (Ley 38/1999).*



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ALGUNAS NOVEDADES DE LA EHE-08 (1)

General

- Se incorpora por primera vez un apartado para incluir un Plan de Mantenimiento
- Adopción de criterios de contribución a la sostenibilidad
- Se consideran ya la figura de las Entidades de Control, en base a lo previsto en la LOE

Proyecto

- Aparece un nuevo estado límite, al que se denomina Estado Límite de Durabilidad
- Aumento del ámbito de las resistencias de los hormigones (hasta 100 N/mm²)
- Cuantificación-establecimiento en proyecto del tiempo de “vida útil” de los edificios
- Los coeficientes de mayoración de acciones se equiparan a los del Código Técnico
- Se introducen aspectos medioambientales para el reciclado y reutilización de residuos (*adiciones minerales procedentes de subproductos industriales, áridos reciclados, etc.*).



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ALGUNAS NOVEDADES DE LA EHE-08 (2)

- Se hacen retoques en la formulación de distintas expresiones matemáticas
- Se complican los recubrimientos, al incorporar aspectos hasta ahora no previstos

Materiales

- Aparece una nueva consistencia: la líquida
- Se permite ya la utilización de áridos ligeros, áridos reciclados y áridos de alto horno
- Se permite la utilización de agua reciclada procedente del lavado de cubas
- Se aumenta a 500kg/m^3 la cantidad de cemento a utilizar en la fabricación de hormigón
- Se incluye ahora una nueva tabla de tipos de aditivos preautorizados
- Se profundiza en la distinción entre “productos de acero” y “armaduras elaboradas”
- Nuevos hormigones: reciclado, ligero, autocompactante, con fibras y no estructural
- Si incluyen expresamente los B-500-SD y se permite el suministro en rollos del acero



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ALGUNAS NOVEDADES DE LA EHE-08 (3)

Ejecución

- Adopción de criterios de sostenibilidad en la fase de ejecución
- Se incluye la posible utilización de agentes filmógenos en el proceso de curado
- Consideración de distintivos de calidad asociados a los procesos de ejecución
- Se permitirá el control de resistencia del hormigón con probetas cúbicas
- Se diferencian 2 tipos de armaduras pasivas: las “normalizadas” y las “según proyecto”

Control

- El “Control Reducido” pasa a denominarse “Control Indirecto” del hormigón
- La profundización en los productos y sistemas con distintivos permitirá menos ensayos
- Con la nueva instrucción, los procesos de control se hacen exhaustivos
- Se incluyen varios anejos específicos (24) para documentar y concretar distintos requisitos



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

1

A S P E C T O S G E N E R A L E S



CONDICIONES GENERALES DE PARTIDA

■ La Instrucción presupone que el proyecto, construcción y control de las estructuras son llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente.

■ Todos los agentes que participan en el proyecto, construcción y control están obligados a conocerla.

■ Durante la construcción de la obra, la D.F. elaborará un dossier, que como mínimo contendrá:

- Memoria que recoja las incidencias principales de la ejecución
- Colección de planos con el estado final de la obra tal y como ha sido construida
- Documentación del control de calidad realizado en la obra
 - ➔ *Certificados de garantía*
 - ➔ *Resultados de ensayos y pruebas (materiales y sistemas)*
 - ➔ *Documentos de autocontrol y verificación de fabricantes y suministradores.*





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

1

ASPECTOS GENERALES

- En proyecto se considerará al menos este tiempo:

| VIDA ÚTIL NOMINAL DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURA | |
|---|-------------------|
| Tipo de estructura | Vida útil nominal |
| Estructuras de carácter temporal | de 3 a 10 años |
| Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías) | de 10 a 25 años |
| Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas | de 15 a 50 años |
| Edificios de viviendas u oficinas, puentes u obras de paso de longitud total inferior a 10 metros y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media | 50 años |
| Edificios de carácter monumental o de importancia especial | 100 años |
| Puentes de longitud total igual o superior a 10 metros y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta | 100 años |



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

2

DURABILIDAD



ATAQUES AL HORMIGÓN. AMBIENTES

2

DURABILIDAD

■ DEFINICIÓN DE TIPO DE AMBIENTE:

Está definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesta una estructura, y que puede llegar a provocar su degradación debido a diferentes efectos.

■ El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- *Una de las clases generales de exposición.*

4 clases y 5 subclases

*Frente a la
corrosión
de las armaduras*

- *Una o varias clases específicas de exposición*

3 clases y 5 subclases

*Frente a los
procesos de
degradación
del hormigón*

➔ *Dentro de las subclases específicas, sólo se puede estar en una a la vez.*



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

TIPIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES (1)

2

DURABILIDAD

Clases Generales de Exposición

I.- No agresiva

II.- Normal

IIa Humedad ambiente alta

IIb Humedad ambiente media

III.- Marina. Corrosión por cloruros

IIIa Estr. encima nivel pleamar y/o cerca de costa.

IIIb Estr. sumergidas permanentemente.

IIIc Estr. afectadas por la pleamar, en zonas de mareas o construidas en el mar.

IV.- Cloruros origen diferente al medio marino



TIPIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES (2)

2

DURABILIDAD

Clases Específicas de Exposición

-Con ataques Químicos

Qa Ataque químico débil

Qb Ataque químico medio

Qc Ataque químico fuerte



-Con ataques Físicos

H Ataque por hielo-deshielo

F Ataque por sales fundentes

-Debidos a la erosión

E Ataque por abrasión/erosión



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

TIPIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES (3)

2

DURABILIDAD

| CLASE | SUBCLASE | DESIGNACIÓN | PROCESO | DESCRIPCIÓN | |
|------------------------------------|---|--------------------------|-------------|---|---|
| CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN | NO AGRESIVA | I | NINGUNO | -Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. -Elementos de hormigón en masa. | |
| | NORMAL | HUMEDAD ALTA | IIa | CORROSIÓN DE ORIGEN DIFERENTE DE LOS CLORUROS | -Interiores con Hr>65% o condensaciones. -Exteriores con ausencia de cloruros expuestos a lluvia con precipitación media anual superior a 600mm. -Elementos enterrados o sumergidos |
| | | HUMEDAD MEDIA | IIb | | -Exteriores con ausencia de cloruros sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600mm. |
| | MARINA | AÉREA | IIIa | CORROSIÓN POR CLORUROS | -Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. -Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5km). |
| | | SUMERGIDA | IIIb | | -Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar. |
| | | EN ZONA DE MAREAS | IIIc | | -Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas. |
| | CON CLORUROS DE ORIGEN DIFERENTE AL MEDIO MARINO | | IV | | -Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino. -Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas. |

PROCESOS DE CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS
Cada elemento estructural estará sometido a una única clase o subclase general de exposición





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

TIPIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES (4)

2

DURABILIDAD

| CLASE | SUBCLASE | DESIGNACIÓN | PROCESO | DESCRIPCIÓN | |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|---|---|
| CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN | QUÍMICA AGRESIVA | Q_a | ATAQUE QUÍMICO | -Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta. | |
| | | Q_b | | -Elementos en contacto con agua de mar. -Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media. | |
| | | Q_c | | -Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida. | |
| | CON HELADAS | SIN SALES FUNDENTES | H | ATAQUE HIELO-DESHIELO | -Elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C. |
| | | CON SALES FUNDENTES | F | ATAQUE POR SALES FUNDENTES | -Elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C. |
| | EROSIÓN | | E | ABRASIÓN CAVITACIÓN | -Elementos sometidos a desgaste superficial. -Elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua. |

PROCESOS DE DEGRADACIÓN DEL HORMIGÓN.
Un elemento puede tener ninguna, una o varias clases específicas de exposición.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

LIMITACIONES CONTENIDO DE AGUA

| MÁXIMA RELACIÓN AGUA/CEMENTO SEGÚN LOS AMBIENTES | | | | | | | | | | | | | | | C A R Á C T E R |
|--|------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Parámetro de dosificación | Tipo de hormigón | Clases de Exposición | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | IIa | IIb | IIIa | IIIb | IIIc | IV | Qa | Qb | Qc | H | F | E | |
| Máxima relación agua/cemento | masa | 0,65 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | O B L I G A T O R I O |
| | armado | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | |
| | pretensado | 0,60 | 0,60 | 0,55 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,50 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | |

Por ejemplo: Cimentaciones



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

LIMITACIONES CONTENIDO CEMENTO

| MÍNIMO CONTENIDO DE CEMENTO SEGÚN LOS AMBIENTES | | | | | | | | | | | | | | | C A R A C T E R |
|--|-------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| Parámetro de dosificación | Tipo de hormigón | Clases de Exposición | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | IIa | IIb | IIIa | IIIb | IIIc | IV | Qa | Qb | Qc | H | F | E | |
| Mínimo contenido de cemento (kg/m³) | masa | 200 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 275 | 300 | 325 | 275 | 300 | 275 | O B L I G A T O R I O |
| | armado | <u>250</u> | <u>275</u> | <u>300</u> | 300 | 325 | 350 | 325 | 325 | 350 | 350 | 300 | 325 | 300 | |
| | pretensado | 275 | 300 | 300 | 300 | 325 | 350 | 325 | 325 | 350 | 350 | 300 | 325 | 300 | |



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

3

M A T E R I A L E S



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

3

MATERIALES

3.1.

EL HORMIGÓN y SUS COMPONENTES



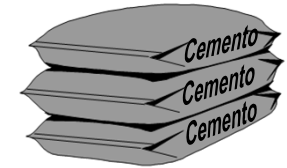
Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

COMPONENTES DEL HORMIGÓN (1)

3

MATERIALES

Cemento



Los cementos utilizables corresponderán a estos:

| TIPOS DE CEMENTOS UTILIZABLES | |
|-------------------------------|--|
| Tipo de hormigón | Tipo de cemento |
| Hormigón en masa | <p>*Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C</p> <p>*Cementos para usos especiales ESP VI-1</p> |
| Hormigón armado | <p>*Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B</p> |
| Hormigón pretensado | <p>*Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M(V,P)</p> |

■ Para cementos blancos y de características especiales (*resistentes a sulfatos, de resistentes al agua de mar y de bajo calor de hidratación*) serán del mismo tipo y clase resistente.



COMPONENTES DEL HORMIGÓN (2)

3

Agua

MATERIALES

- Podrán emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armaduras.
- Se permite el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de cubas, *en la propia central de hormigonado*, siempre que el valor de densidad del agua reciclada no supere el valor $1,3 \text{ g/cm}^3$.

CONDICIONES QUÍMICAS DEL AGUA

| Elemento o sustancia | Valor de referencia |
|---|---|
| Exponente de hidrógeno pH (UNE 83952) | ≥ 5 |
| Sustancias disueltas (UNE 83957) | ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m) |
| Sulfatos , expresados en $\text{SO}_4=$ (UNE 83956), excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m) | ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m) |
| Ión cloruro , Cl^- (UNE 7178): a) para hormigón pretensado b) para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración | ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m) ≤ 3 gramos por litro (3.000 p.p.m) |
| Hidratos de carbono (UNE 7132) | 0 |
| Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235) | ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m) |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

COMPONENTES DEL HORMIGÓN (3)



3

MATERIALES

Aditivos (1)

- Son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes o durante el amasado (*en una proporción no superior al 5% del peso del cemento*) producen la modificación deseada en alguna de sus características o propiedades.
- En los hormigones armados no podrán utilizarse como aditivos, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.
- La utilización de aditivos veridos en la propia obra requiere de la autorización previa de la Dirección Facultativa.
- La utilización de otros aditivos diferentes a los indicados en la norma (*tabla siguiente*), requiere el consentimiento previo de la D.F.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA COMPONENTES DEL HORMIGÓN (4)



3

MATERIALES

Aditivos (2)

TIPOLOGÍAS Y FUNCIONES DE LOS ADITIVOS

| Tipo de aditivo | Función principal |
|--|--|
| Reductores de agua / Plastificantes | Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua. |
| Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes | Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua. |
| Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores | Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón. |
| Inclusores de aire | Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas. |
| Multifuncionales | Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad. |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

COMPONENTES DEL HORMIGÓN (5)

3

MATERIALES

Adiciones



- Son aquellos materiales inorgánicos, *con hidraulicidad latente* que pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.
- Para utilizarlas, deberá emplearse cemento tipo **CEM I**.
- Sólo hay dos tipos: Cenizas volantes y humo de sílice.
- La cantidad máxima utilizada, no será mayor a :
 - En cenizas volantes: 35% del peso de cemento.
 - En humo de sílice: 10% del peso de cemento.



COMPONENTES DEL HORMIGÓN (6)

3

MATERIALES

Tipos de áridos admitidos (1)

ARENAS Y GRAVAS procedentes de.....

- ✓ Cantos rodados
- ✓ Yacimientos naturales
- ✓ Rocas machacadas
- ✓ Áridos reciclados

| | | |
|--|-----------------|--|
| | Anejo 15 | |
|--|-----------------|--|
- ✓ Áridos ligeros

| | | |
|--|-----------------|--|
| | Anejo 16 | |
|--|-----------------|--|
- ✓ Escorias siderúrgicas estables

(sin silicatos inestables o compuestos ferrosos)

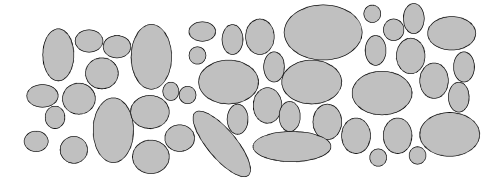


COMPONENTES DEL HORMIGÓN (7)

3

MATERIALES

Tipos de áridos admitidos (2)



LIMITACIONES.....

- X** No contendrán sulfuros oxidables
- X** No deben ser reactivos con el cemento, descomponerse por los agentes exteriores, procedentes de rocas blandas, porosas, con nódulos de yeso, etc...
- X** En su transporte y acopio no se segregarán ni contaminarán.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

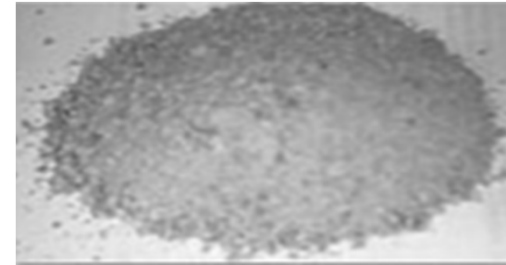
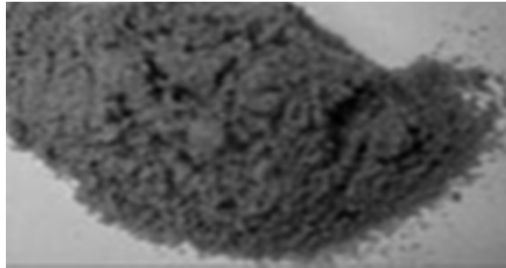
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

COMPONENTES DEL HORMIGÓN (8)

3

MATERIALES

Tipos de áridos (definiciones)



ARENA ó ÁRIDO FINO: Árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4mm de luz de malla (tamiz 4 UNE-EN 933.2:96).

GRAVA ó ÁRIDO GRUESO: El que resulta retenido por el tamiz de luz de malla mm.

ÁRIDO TOTAL: Aquel que por sí o por mezcla posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón deseado.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN (I)

3

MATERIALES

“Matricula” del Hormigón

La forma de denominación del hormigón cambió radicalmente en 1.998, apareciendo una serie de parámetros que configuran los que comúnmente se denomina la “matrícula” del hormigón.

T - R / C / TM / A

Denominaciones

HM : Hormigón en masa

HA : Hormigón armado

HP : Hormigón pretensado



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN (II)

3

MATERIALES

Resistencias Características

Con EHE-98

20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 45 – 50

Con EHE-08

20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 45 – 50

H.A.R. : 55 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100

El valor inferior (20N/mm²) está reservado sólo para hormigones en masa.



TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN (III)

3

Consistencia

MATERIALES

| TIPO | ASIENTO | TOLER. | INTERV. | |
|----------|----------|--------|---------|-----------------|
| SECA | S | 0-2 | 0 | 0-2 |
| PLÁSTICA | P | 3-5 | ± 1 | 2-6 |
| BLANDA | B | 6-9 | ± 1 | 5-10 |
| FLUÍDA | F | 10-15 | ± 2 | 8-17 |
| LÍQUIDA | L | 16-20 | ± 2 | 14-22 |
| | | | | NUEVA en EHE-08 |



- *Se evitará el empleo de las consistencias seca y plástica salvo en aplicaciones específicas.*
- *Se recomienda valores de asiento superiores a los 6 cm.*
- *Es aconsejable la utilización de fluidificantes para reducir a/c*
- *Sólo se podrá conseguir la LÍQUIDA con superfluidicantes.*



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

3

MATERIALES

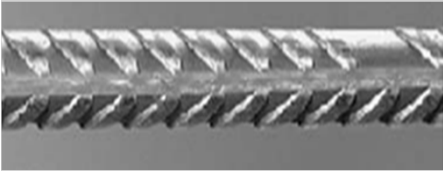
3.2.

EL ACERO CORRUGADO



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ARMADURAS PASIVAS: DEFINICIÓN



- **ALAMBRE:** Producto de sección maciza, procedente de un estirado en frío o trefilado de alambrón que normalmente se suministra en rollos.



- **BARRA CORRUGADA:** Producto de sección maciza fabricado por laminación en caliente.



- **MALLA ELECTROSOLDADA:** Producto formado por la adición ortogonal de barras o alambres formando un conjunto superficial en cuadrícula de distintos tamaños de abertura.



- **ARMADURA BÁSICA ELECTROSOLDADA EN CELOSÍA:** Producto lineal constituido por unos diámetros longitudinales a los que se les acopla unos elementos transversales de conexión (*con igual paso*).



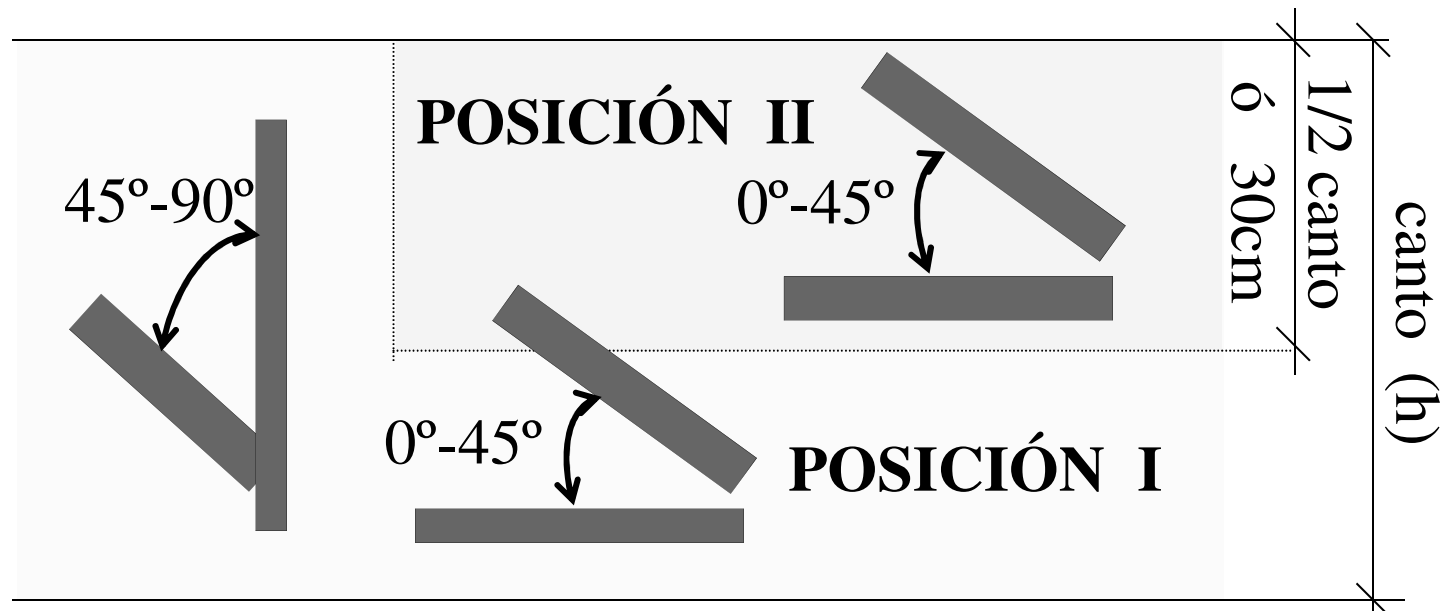
Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ANCLAJES Y SOLAPES (1)

3

MATERIALES

| POSICIONES DE ANCLAJE DE LAS ARMADURAS PASIVAS | |
|---|---|
| POSICIÓN I | Armaduras que durante el hormigonado formen con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45° , están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30cm de la cara superior de una capa de hormigonado. |
| POSICIÓN II | Aquellas armaduras que durante el hormigonado no se encuentran en ninguno de los casos anteriores. Esta posición es de adherencia deficiente. |





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ANCLAJES Y SOLAPES (2)

3

MATERIALES

COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE LOS ANCLAJES Y SOLAPES DE BARRAS CORRUGADAS

Coeficiente 1: ρ

Coeficiente por tipo de posición

| Posición | Valor | Tipo de adherencia |
|----------|-------|--------------------|
| I | 1,0 | Buena adherencia |
| II | 1,4 | Mala adherencia |

Coeficiente 2 : m

Coeficiente por tipo de acero y hormigón

| f_{ck} | B-400-S B-400-SD | B-500-S B-500-SD |
|----------|---------------------|---------------------|
| 25 | 12 | 15 |
| 30 | 10 | 13 |
| 35 | 9 | 12 |
| 40 | 8 | 11 |
| 45 | 7 | 10 |
| 50 | 7 | 10 |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ANCLAJES Y SOLAPES (3)

3

MATERIALES

COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE LOS ANCLAJES Y SOLAPES DE BARRAS CORRUGADAS

Coeficiente 3 : β

Coeficiente por tipo de trabajo y anclaje

| Tipo de anclaje | | Tracción | Compresión |
|-------------------------------|---------------------------|----------|------------|
| Prolongación recta | | 1 | 1 |
| Patilla, gancho y gancho en U | $r_{nom} > 3\emptyset$ | 0,7 | |
| | $r_{nom} \leq 3\emptyset$ | 1 | |
| Barra transversal soldada | | 0,7 | 0,7 |

Coeficiente 4 : α

Coeficiente por porcentaje de barras solapadas

| Porcentaje de barras solapadas | Tracción | | Compresión |
|--------------------------------|----------------------|-------------------|------------|
| | $a \leq 10\emptyset$ | $a > 10\emptyset$ | |
| 20 | 1,2 | 1,0 | 1 |
| 25 | 1,4 | 1,1 | |
| 33 | 1,6 | 1,1 | |
| 50 | 1,8 | 1,3 | |
| >50 | 2,0 | 1,4 | |

Coeficiente 5 : Δ

Coeficiente por cuantía de acero existente

Coeficiente igual al cociente entre A_s y $A_{s,real}$

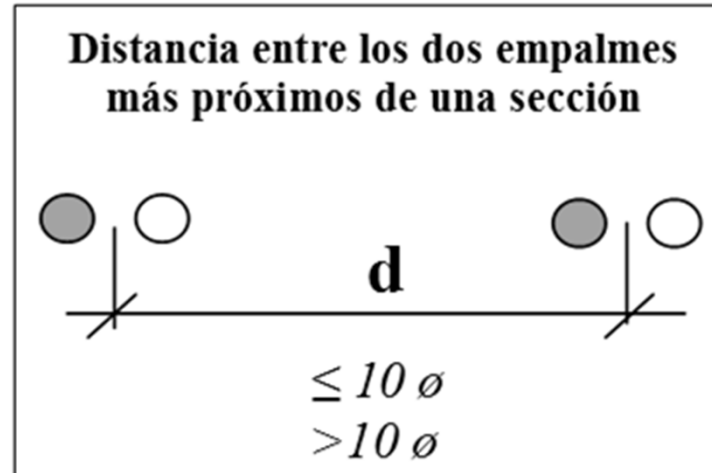


Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ANCLAJES Y SOLAPES (4)

3

MATERIALES



Fórmulas :

| | |
|-----------------------|--|
| Barras en Posición I | $l_{bI} = m \varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} \varnothing$ |
| Barras en Posición II | $l_{bII} = 1,4 m \varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} \varnothing$ |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

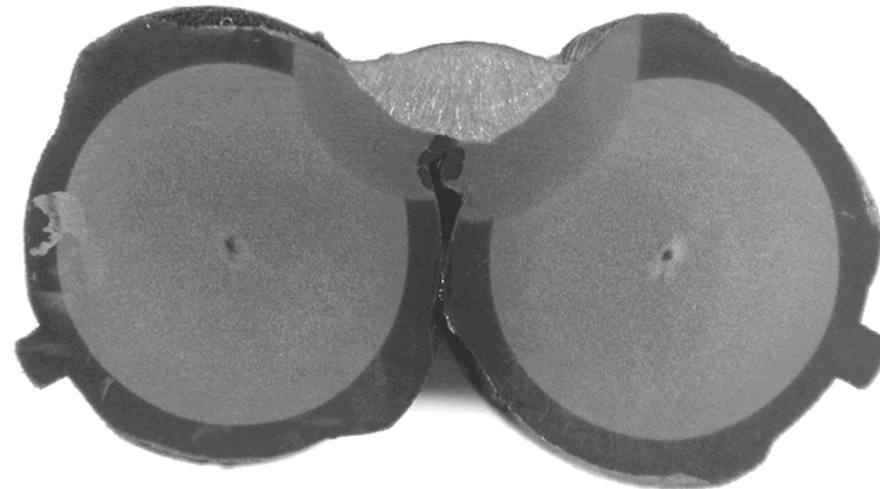
ANCLAJES Y SOLAPES (5)

3

MATERIALES

| | | |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| TIPOS NORMALIZADOS DE ANCLAJES EXTREMOS | | |
| | PROLONGACIÓN RECTA | BARRA TRANSVERSAL SOLDADA |
| | | |
| PATILLA | GANCHO | GANCHO EN U |

**SOLAPE POR
SOLDADURA
RESISTENTE**





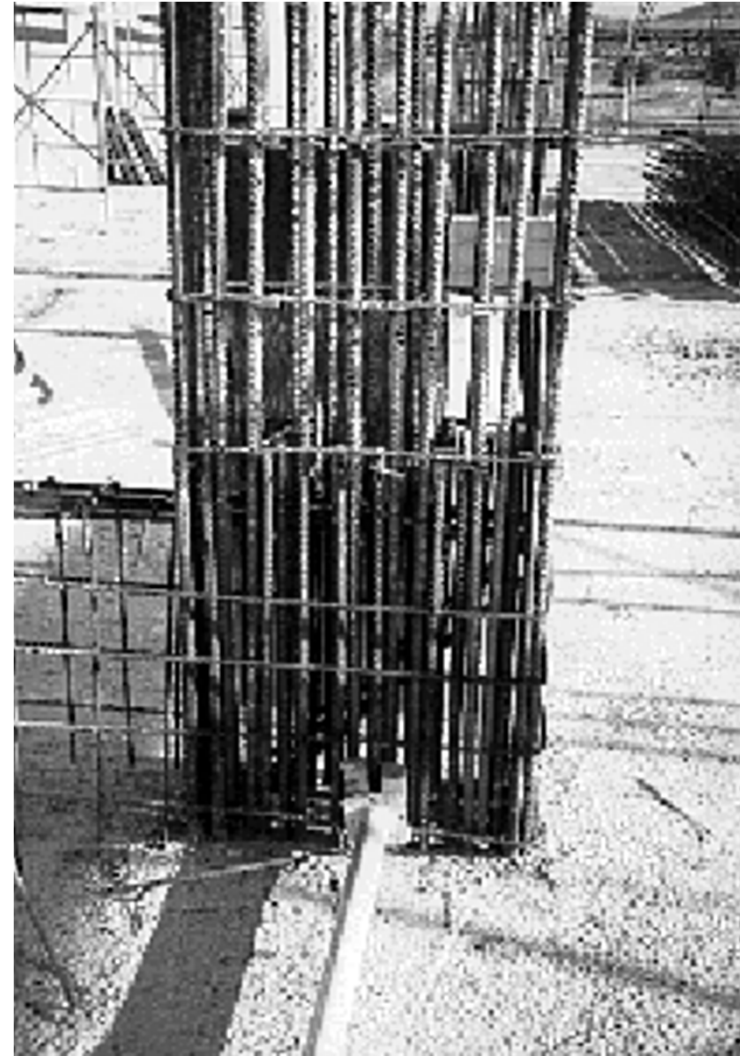
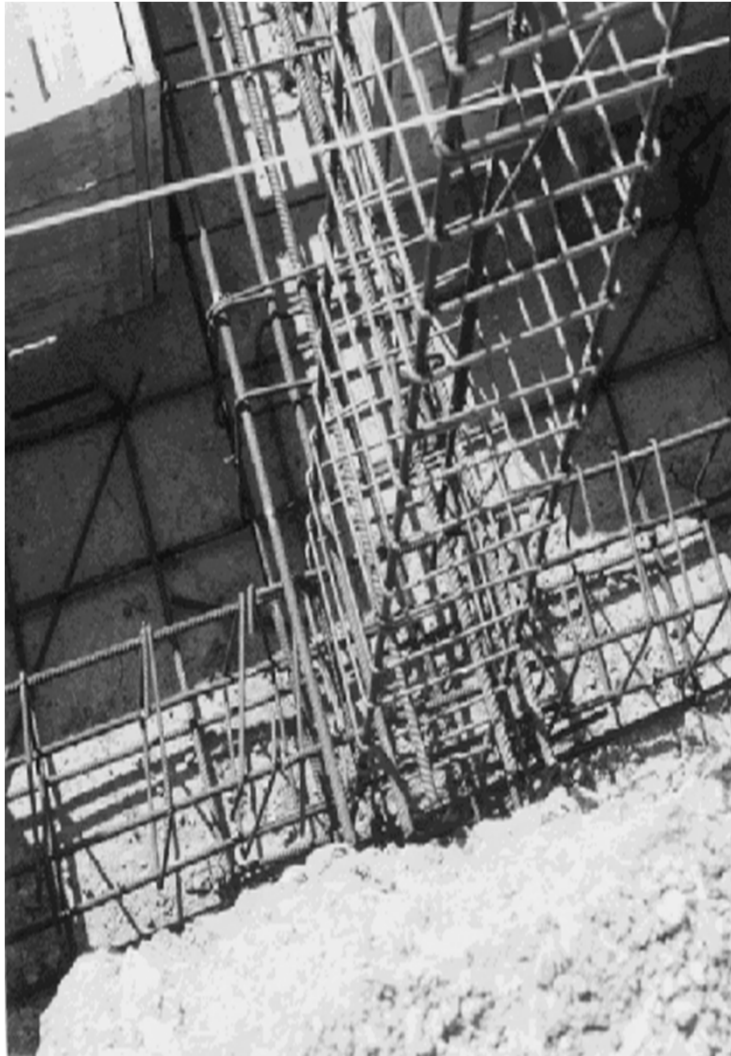
***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

ANCLAJES Y SOLAPES (6)

3

MATERIALES

Ejemplos





***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

4

FORJADOS **UNIDIRECCIONALES**



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

4.1.

EL FORJADO. DISEÑO GEOMÉTRICO



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS (1)

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Condiciones Geométricas (1)

*El espesor mínimo de la losa superior del forjado (capa de compresión) será:

- **40mm** sobre viguetas



- **40mm** sobre bovedillas (de hormigón o cerámicas)

y losas alveolares pretensadas.

- **50mm** sobre otras bovedillas (poliestireno expandido) recuperables o de otro tipo.

- **50mm** sobre bovedillas cuando la estructura está situada en zona sísmica.



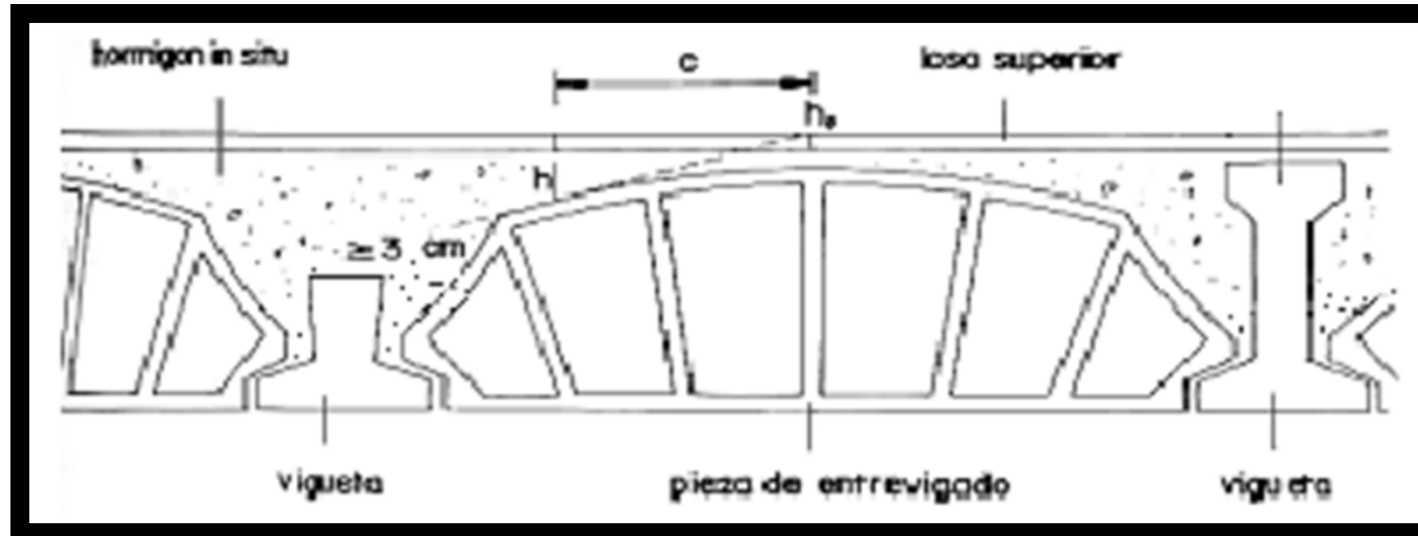


Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA
DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS (2)

4

Condiciones Geométricas (2)

FORJADOS UNIDIRECCIONALES



*La geometría de la bovedilla debe cumplir que a una distancia cualquiera c del eje vertical de simetría el espesor de la capa de compresión será :

$c / 8$ para bovedillas colaborantes

$c / 6$ para bovedillas aligerantes

Aquellas que no contribuyen a la resistencia del forjado



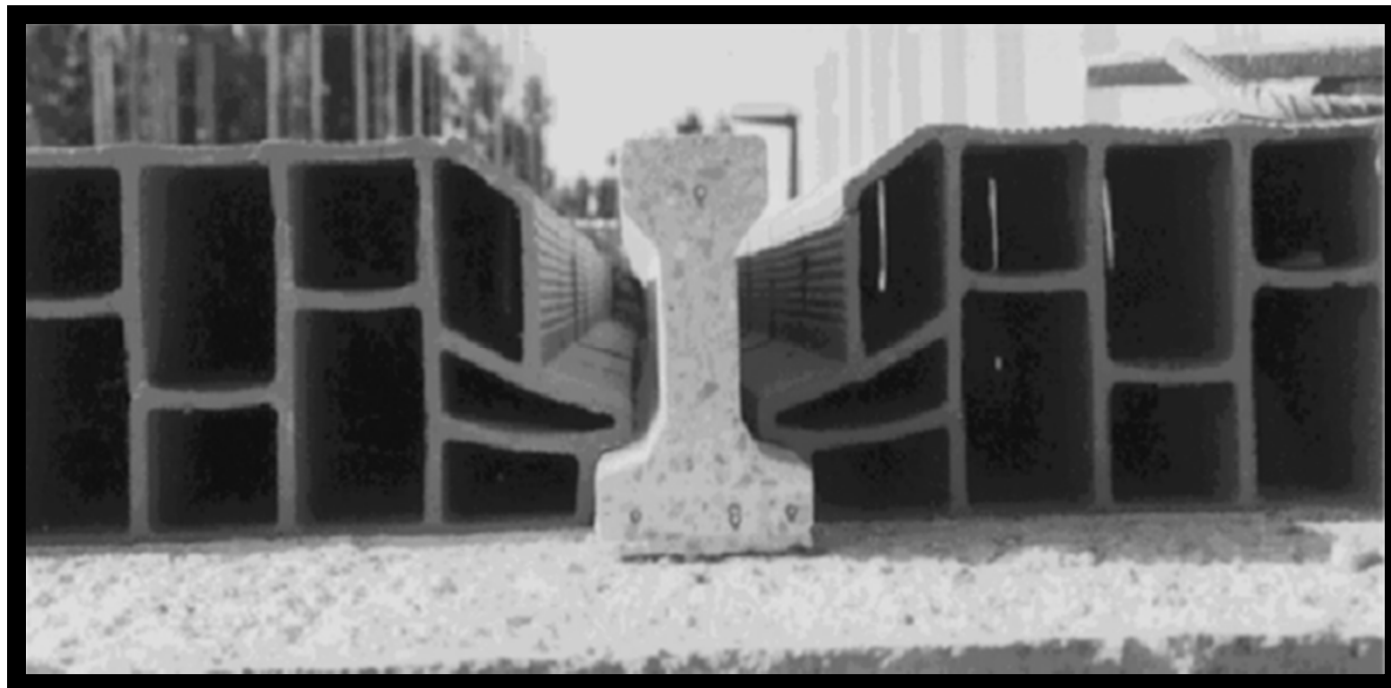
Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA
DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS (3)

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Condiciones Geométricas (3)

- * La geometría de la pieza de entrevigado deberá dejar un paso de 3 cm, como mínimo, entre la cabeza de la vigueta y los hombros de la bovedilla.





***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

4.2.

EL FORJADO. ENLACES y APOYOS



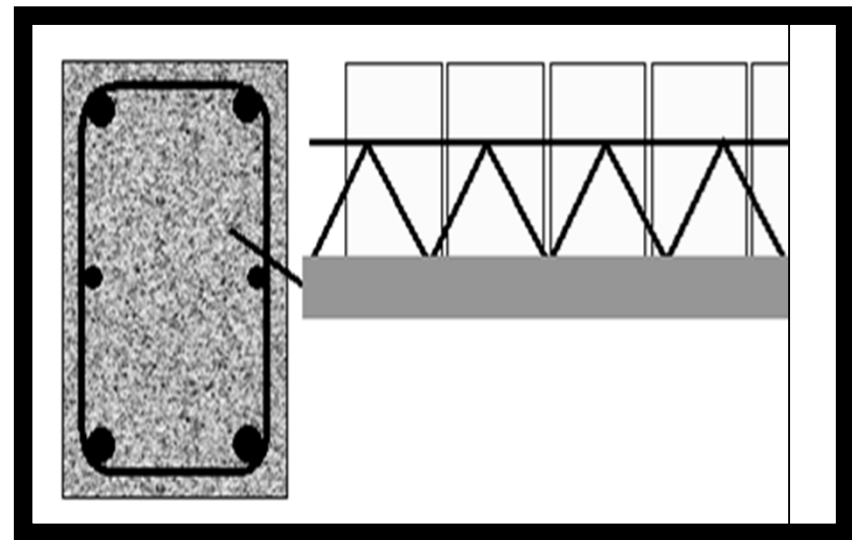
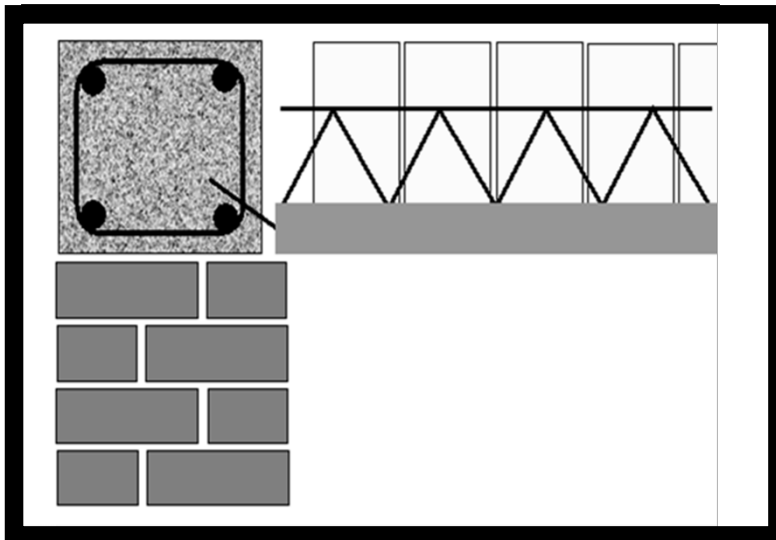
ENLACES Y APOYOS (1)

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Tipos de apoyos (1)

Apoyo directo: Los nervios del forjado se enlazan con la cadena de atado de un muro o en una viga de canto netamente superior al forjado.





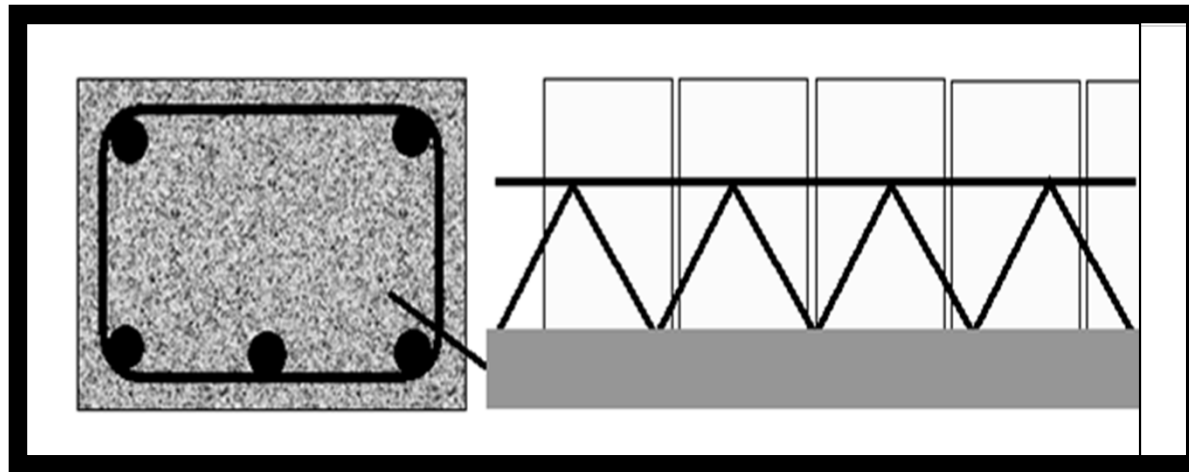
Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA
ENLACES Y APOYOS (2)

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Tipos de apoyos (2)

Apoyo indirecto: Los nervios se enlazan con viga plana (jácena, brochal...), que tiene el mismo canto que el forjado.





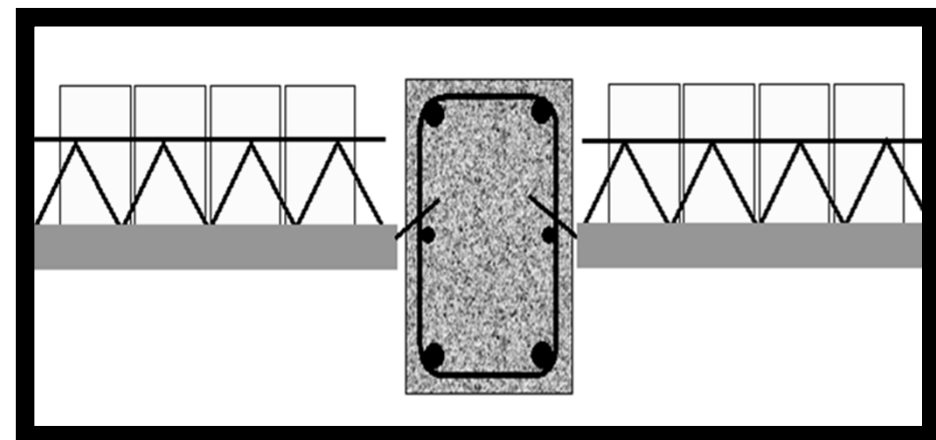
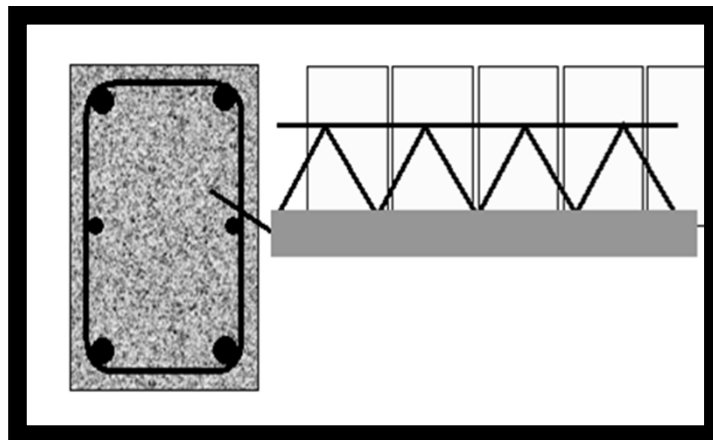
ENLACES Y APOYOS (3)

4

Tipos de conexión

Sencilla: Es aquella que se produce sólo por un lado de la jácena o cadena de atado (*en apoyos sin continuidad del forjado*).

Doble: Es aquella que se produce por los dos lados de la jácena o cadena de atado (*en apoyos con continuidad del forjado*).



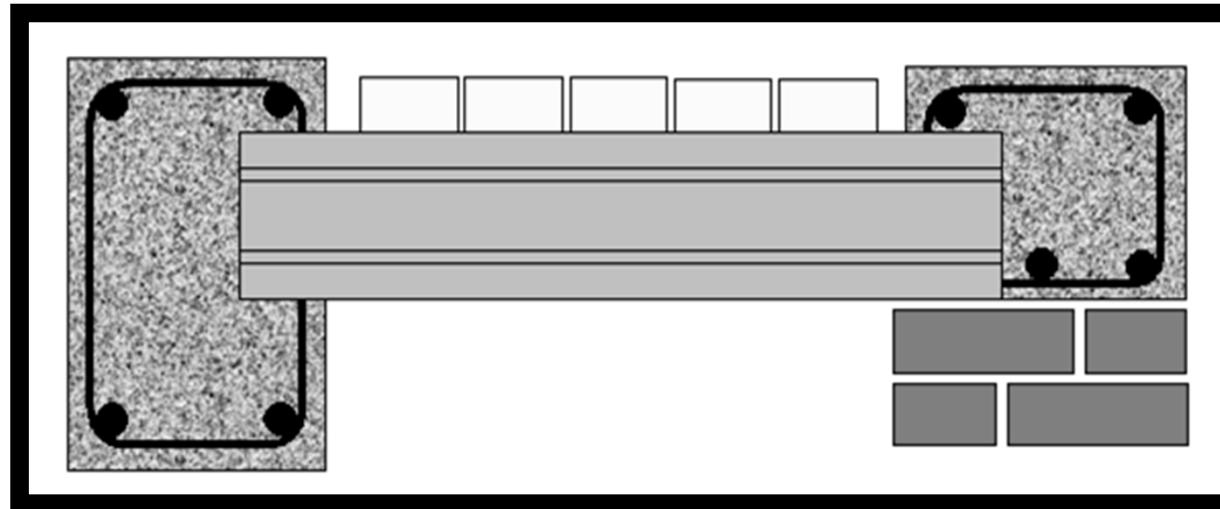


ENLACES Y APOYOS (4)

4

Tipos de enlace (1)

Por entrega: La vigueta se introduce en la cadena atado de coronación del muro o en una viga, una distancia L_1 (apoyos extremos) ó L_2 (apoyos interiores).





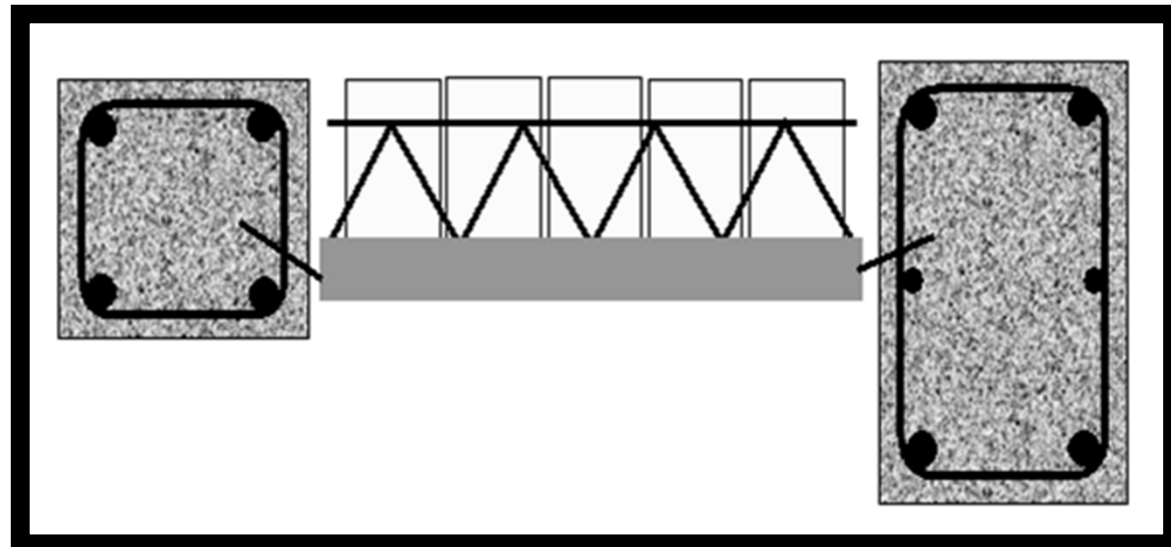
ENLACES Y APOYOS (5)

4

Tipos de enlace (2)

Por introducción de la armadura saliente :

La armadura principal de la vigaeta se introduce en la cadena de atado de coronación del muro o en una viga, una distancia L_1 ó L_2 .



EF-96 :
**Por
prolongación**

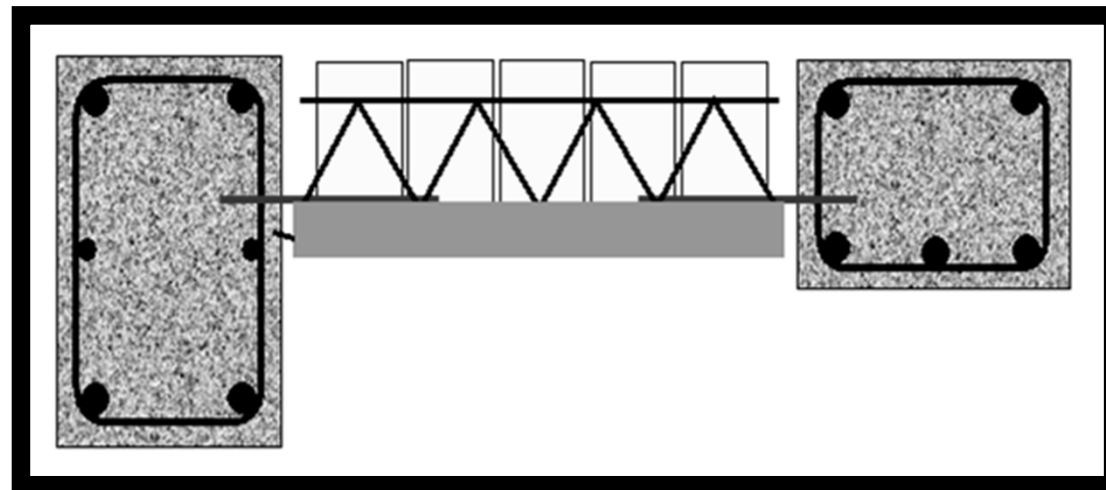


ENLACES Y APOYOS (6)

4

Tipos de enlace (3)

Por solape : Cuando no existe introducción directa de la armadura saliente o de la propia vigueta, se utiliza armadura auxiliar de enlace (conector) que es la que llega hasta el interior de la cadena de atado o jácena.





ENLACES Y APOYOS (7)

4

Longitudes de entrega

Anclajes → L_1 : exterior L_2 : interior

Solapes → L'_1 : exterior L'_2 : interior

Para viguetas armadas :

$$\ell_2 = \frac{V_d - \frac{M_d}{0,9d}}{A_s f_{yd}} \cdot \ell_b \nless 50 \text{ mm}$$

$$\ell_1 = \frac{V_d}{A_s f_{yd}} \cdot \ell_b \nless 100 \text{ mm}$$

Para viguetas pretensadas :

$$\ell'_2 = \frac{V_d - \frac{M_d}{0,9d}}{p T_{rd}} \nless 60 \text{ mm}$$

$$\ell'_1 = \frac{V_d}{p T_{rd}} \nless 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \ell_1 &= 100 \text{ mm} \\ \ell_2 &= 60 \text{ mm} \end{aligned}$$



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

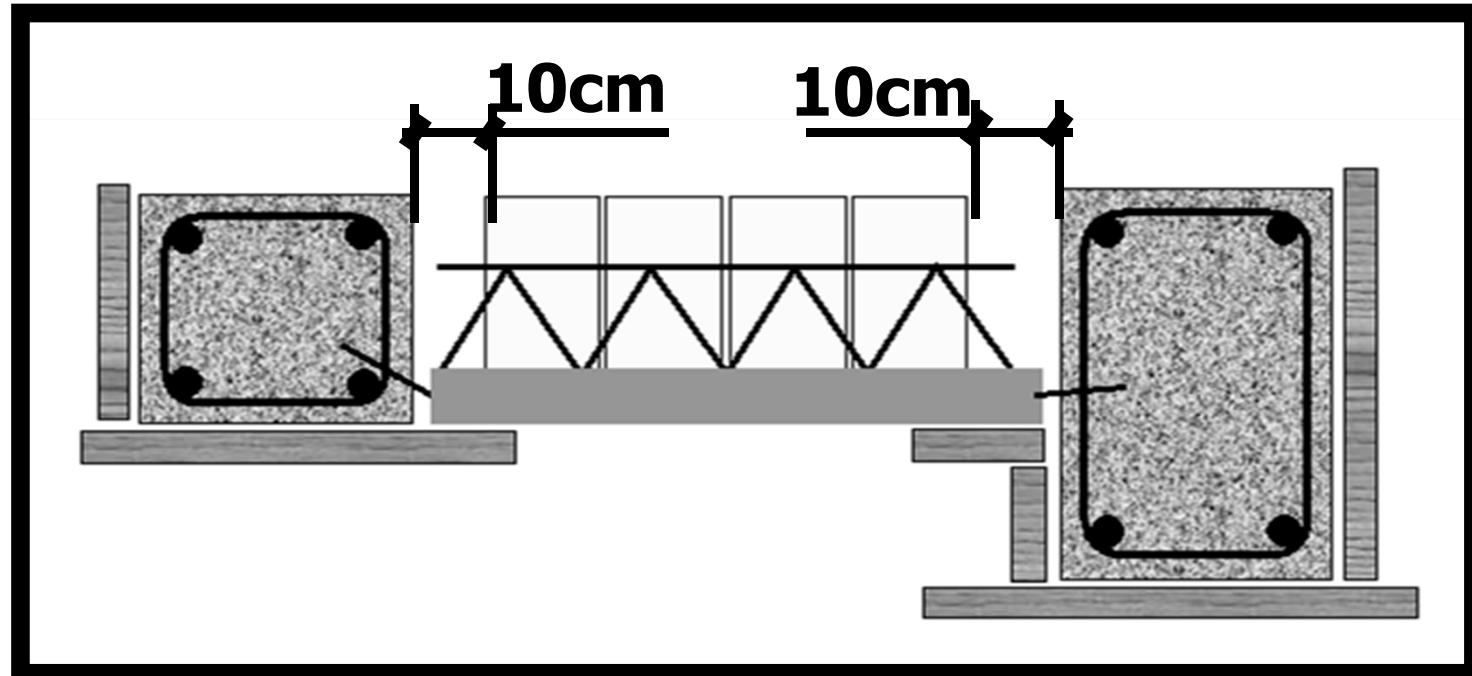
ENLACES Y APOYOS (8)

4

Macizados (1)

En cabezas de paños :

En los forjados de planta basta con retranquear la primera bovedilla para conseguir los 10 cm exigidos.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

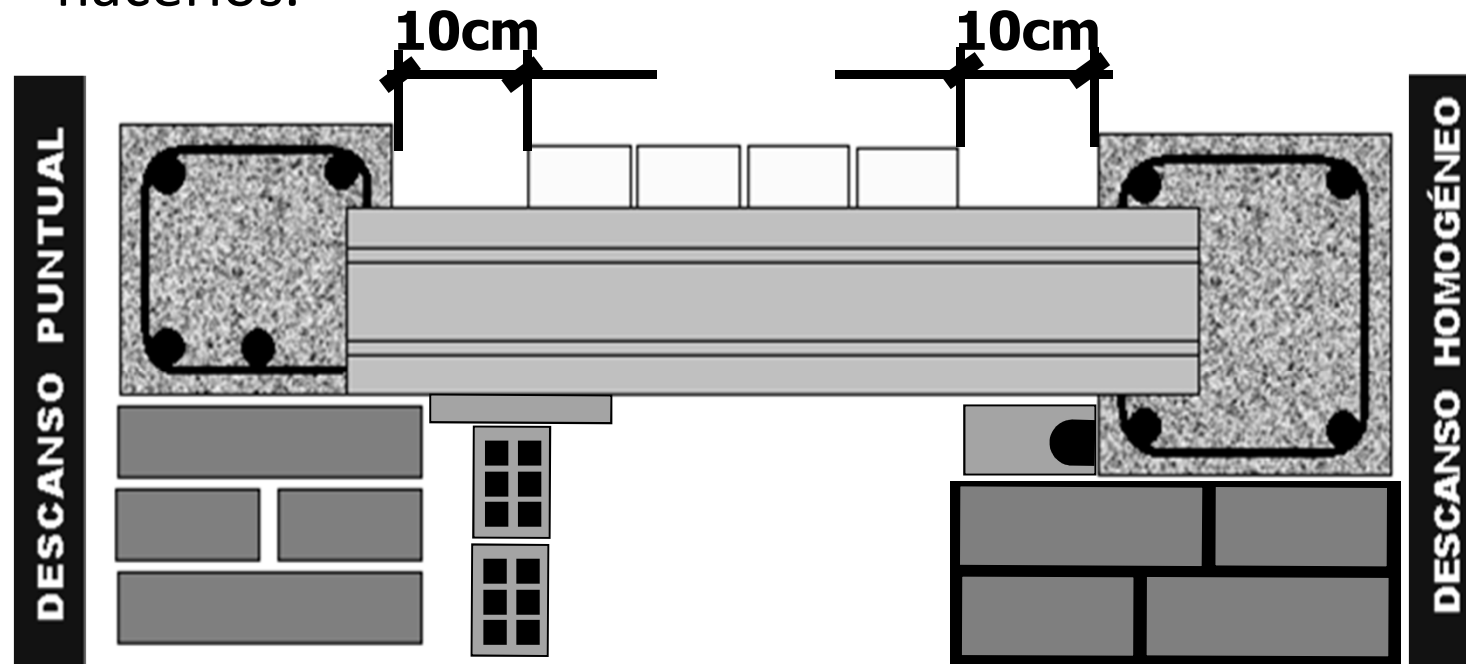
ENLACES Y APOYOS (9)

4

Macizados (2)

En cabezas de paños :

En los forjados de antihumedad la consecución de los 10cm exigidos complica la ejecución, pero la norma no exige de hacerlos.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

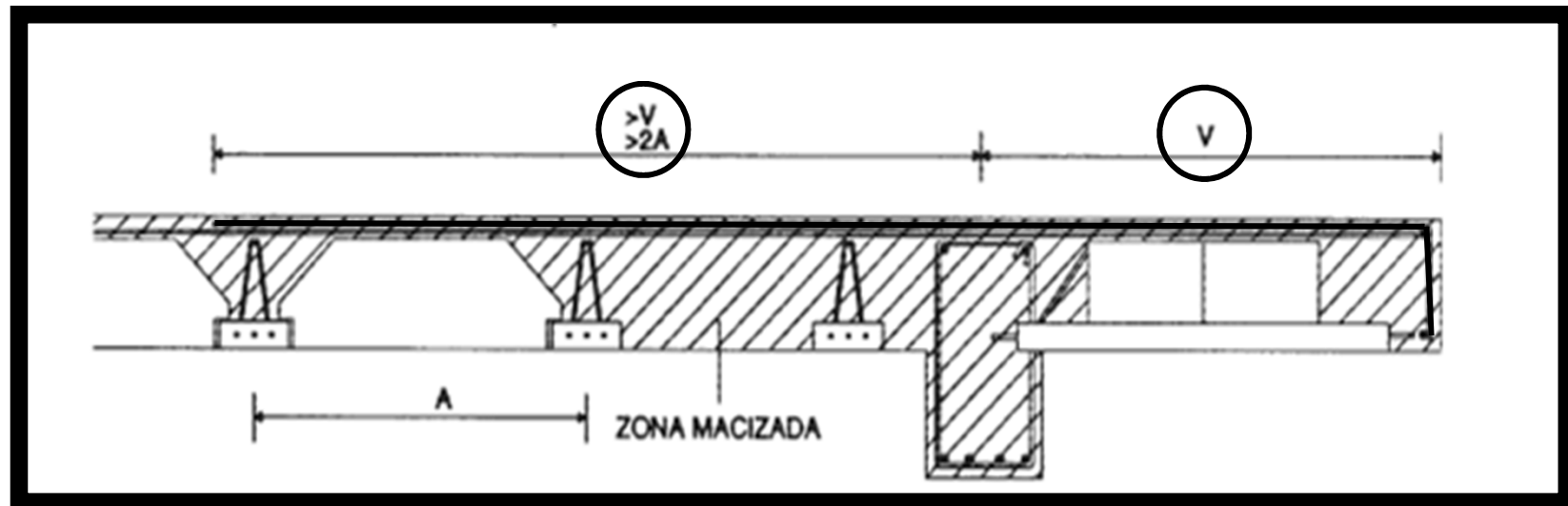
ENLACES Y APOYOS (10)

4

Macizados (3)

En Voladizos transversales :

Los negativos del voladizo se anclarán en prolongación recta una longitud igual o mayor a su luz o a dos veces el intereje.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

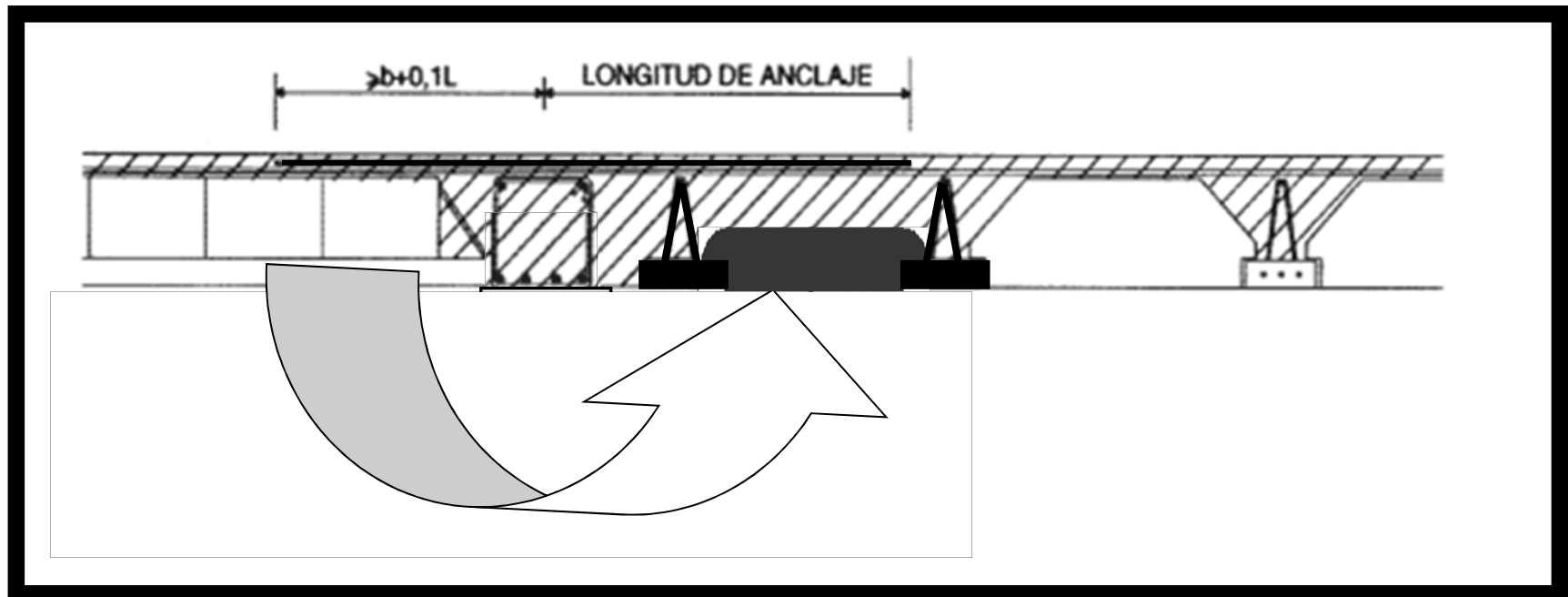
ENLACES Y APOYOS (11)

4

Macizados (4)

En encuentros perpendiculares :

La armadura superior (negativos) del paño que acomete, se anclará por prolongación recta en el paño perpendicular.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA
ENLACES Y APOYOS (12)

4

Macizados (5)

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Ejemplo
de
un
encuentro
en
perpendicular





ENLACES Y APOYOS (13)

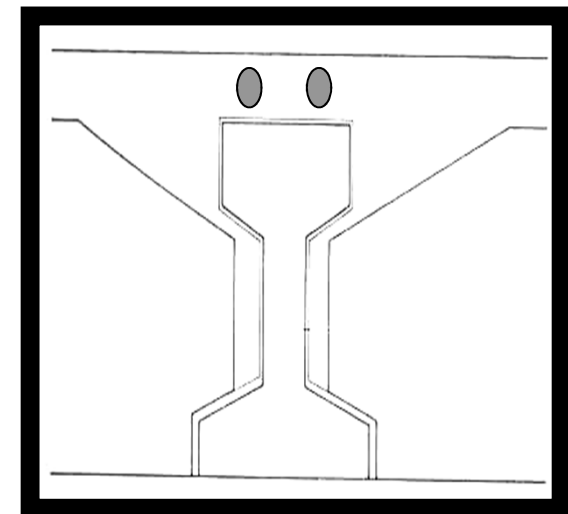
4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Armaduras de negativos

- Se dispondrá, al menos, una barra por nervio.
- Si hubiera más de una, se dispondrán de forma que no dificulten el relleno del nervio.
- Los negativos soportarán $1/4$ del M^o positivo en vano.
- La long. de negativos será $1/10$ luz + ancho del apoyo.
- Se colocarán preferentemente bajo el mallazo (*se pueden colocar por encima si se garantizan los recubrimientos*).

**A
h
o
r
a**





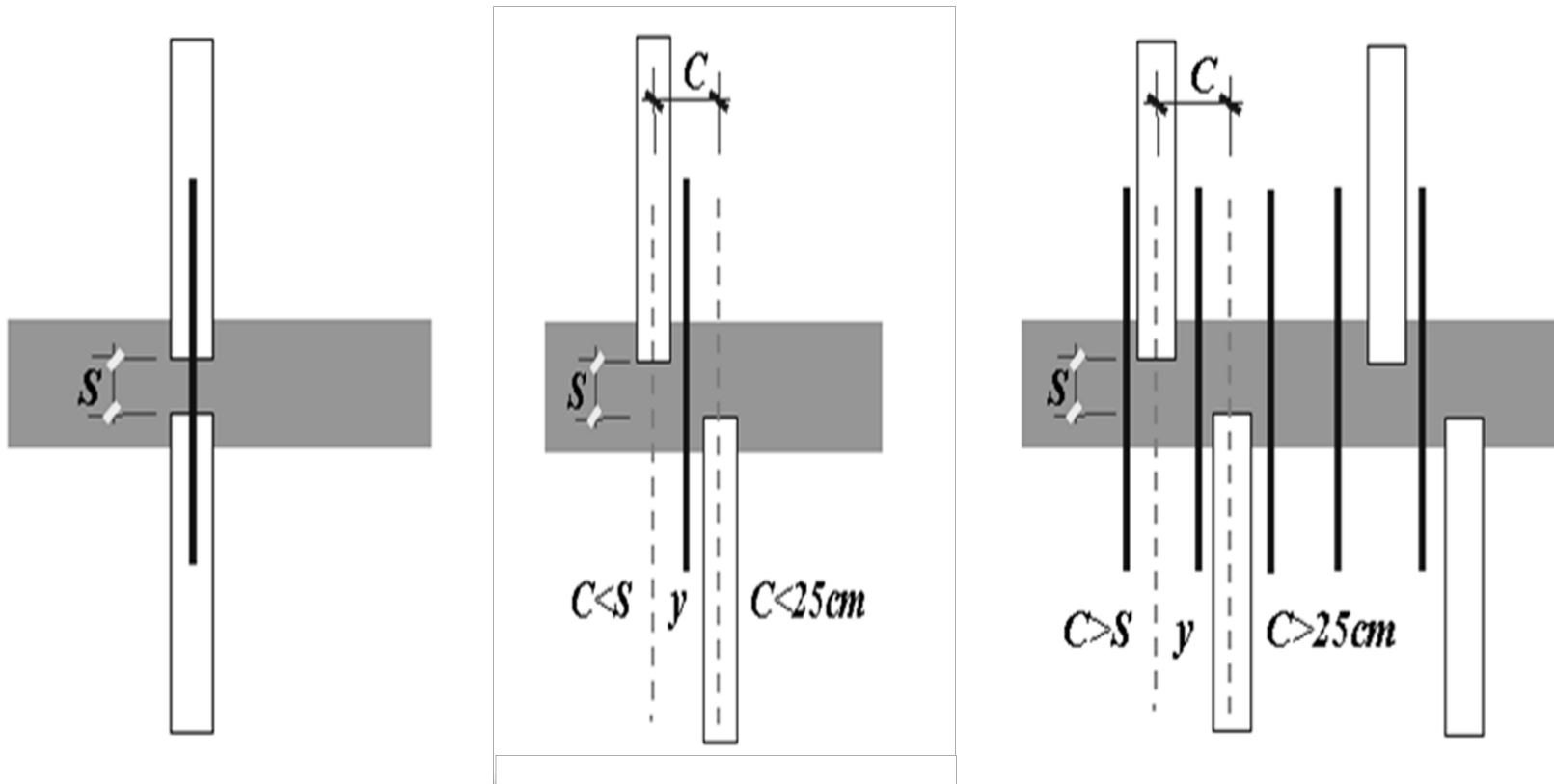
ENLACES Y APOYOS (14)

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Enfrentamiento de nervios

- Puede admitirse una desviación C menor que la distancia recta entre testas S o menor que $25cm$.
- En *voladizos* la distancia no será mayor de $5cm$.





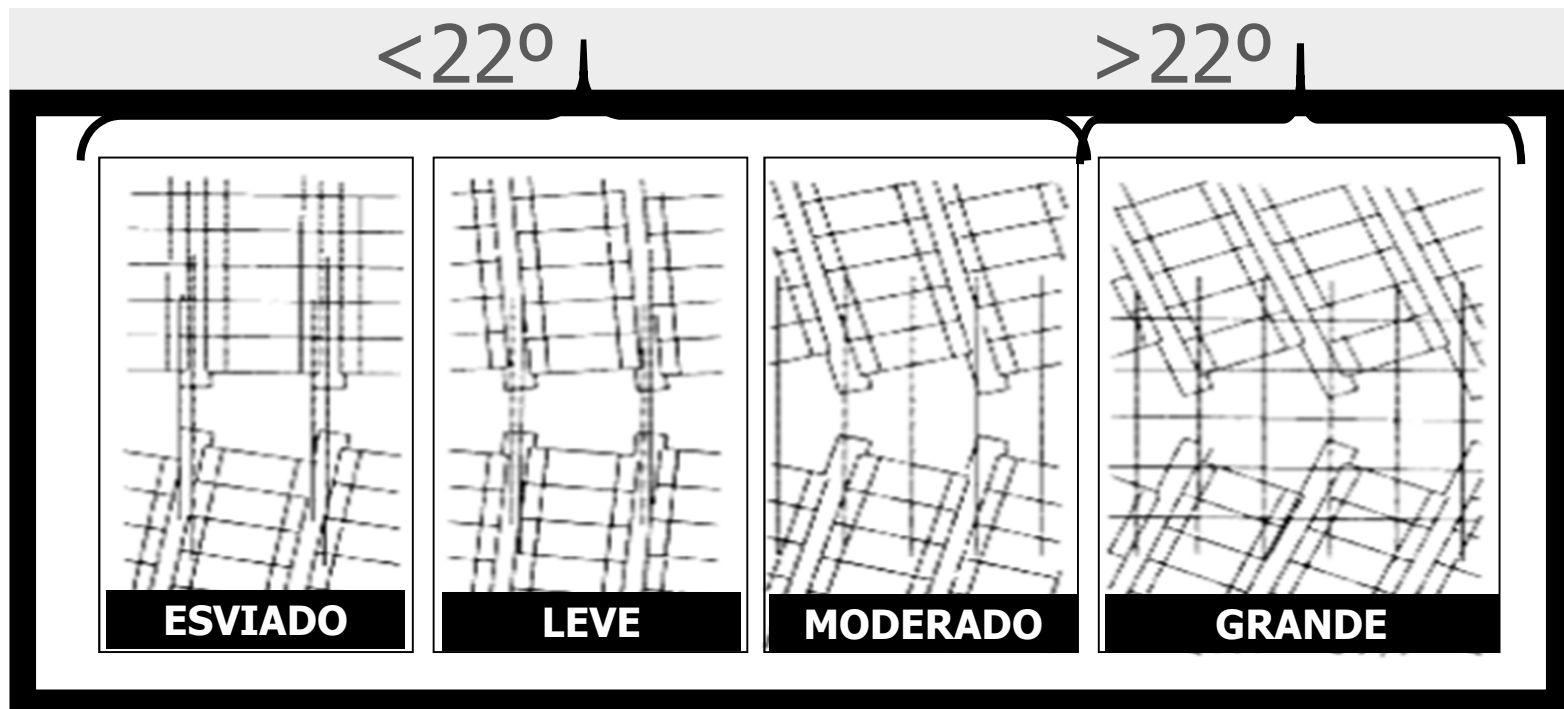
ENLACES Y APOYOS (15)

4

Conexión oblicua al apoyo

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

- Si el carácter oblicuo no estuviera previsto en proyecto, el D.O. deberá establecer el incremento necesario de la capacidad mecánica de la armadura, debido a la pérdida de eficacia con el coseno del ángulo.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

4.3.

EL FORJADO. OTROS ASPECTOS



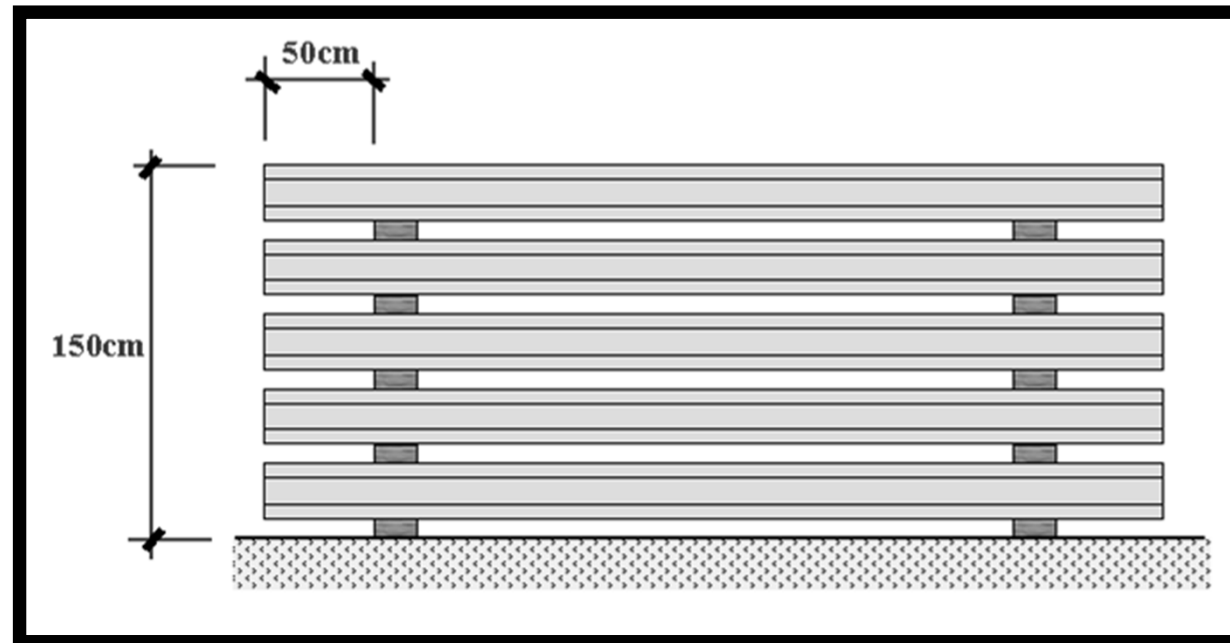
Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

ACOPIO DE PREFABRICADOS

4

Colocación de las viguetas

Las viguetas y losas alveolares se apilarán sobre durmientes que coincidirán en la misma vertical, respetándose unos vuelos laterales no mayores a 50 cm y altura de pila igual o inferior a 1,5m.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

CIMBRAS Y APUNTALAMIENTOS (1)

4

Aspectos generales

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

- Antes de su empleo en la obra, el constructor deberá disponer de un proyecto de la cimbra en el que, al menos, se contemplen los siguientes aspectos:
 - *Justificación de su seguridad y el límite las deformaciones (antes y después del hormigonado).*
 - *Planos que definan completamente la cimbra y sus elementos.*
 - *Un pliego de prescripciones con las características que deben cumplir, y en su caso, los perfiles metálicos, los tubos, etc...*
- El constructor deberá facilitar a la D.F. un certificado en el que ratifique el cumplimiento de las especificaciones y de ese proyecto.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

CIMBRAS Y APUNTALAMIENTOS (2)

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

-Los puntales no podrán disponerse directamente sobre el soporte. Habrá que colocarlos sobre durmientes de reparto (*sobre el terreno o sobre los forjados*).

-Cuando los durmientes descansen sobre el terreno deberá comprobarse que no hay asientos.



-Los puntales se arriostrarán en dos direcciones (*para resistir los esfuerzos horizontales que pueda provocar el proceso de ejecución*).



ENCOFRADOS Y MOLDES

4

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Aspectos funcionales

- Deben ser estancos, para que no se salga la lechada.
- Deben estar limpios y sin restos de alambre u otro material.
- Cuando sean de madera, deben de humedecerse antes.



Desencofrantes

- De naturaleza adecuada y respetuosos con medio ambiente.
- Deben permitir el revestimiento posterior del hormigón.
- Está prohibido la utilización de gasóleo y de la grasa común.
- Antes de su utilización el constructor facilitará su F.C.T.



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

5

E J E C U C I Ó N



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

5

EJECUCIÓN

5.1.

EJECUCIÓN. COLOCACIÓN ARMADOS



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL ACERO

5

EJECUCIÓN

- ✚ Las armaduras deberán suministrarse exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva.
- ✚ Se suministrarán acompañadas de las correspondientes etiquetas que permitan la identificación y la trazabilidad.
- ✚ Se cuidarán que no se doblen o deformen durante el transporte, el tiempo de acopio y la puesta en obra.
- ✚ Vendrán con la identificación del elemento al que están destinadas, de acuerdo con el despiece.
- ✚ Deberán protegerse adecuadamente contra la lluvia y la humedad del suelo.
- ✚ El acero no tendrá oxidación excesiva → cepillo de alambre.



ENTREGA DEL ACERO A OBRA

5

EJECUCIÓN

✚ Cada partida de acero para “armaduras pasivas” se suministrará acompañado de una **hoja de suministro**, que deberán incluir como mínimo:

- *Identificación del suministrador*
- *Número del certificado de marcado CE, en su caso.*
- *Número de identificación de la certificación de homologación de adherencia*
- *Número de serie de la hoja de suministro*
- *Nombre de la fábrica*
- *Identificación del peticionario*
- *Fecha de entrega*
- *Cantidad de acero suministrado, clasificado por diámetros y tipos de acero*
- *Diámetros suministrados*
- *Designación de los tipos de aceros suministrados*
- *Forma de suministro (en barra o en rollo)*
- *Identificación del lugar de suministro*

✚ **Certificado de garantía** que contemple el cumplimiento de las especificaciones de la EHE-08.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

RECUBRIMIENTOS (1)

TABLA 37.2.4

En EHE-98

Recubrimientos mínimos

| Resistencia característica del hormigón [N/mm ²] | Tipo de elemento | RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**) | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|-----|-----|------|------|------|----|----|-----|-----|
| | | I | IIa | IIb | IIIa | IIIb | IIIc | IV | Qa | Qb | Qc |
| $25 \leq f_{ck} < 40$ | general | 20 | 25 | 30 | 35 | 35 | 40 | 35 | 40 | (*) | (*) |
| | elementos prefabricados y láminas | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 30 | 35 | (*) | (*) |
| $f_{ck} \geq 40$ | general | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 30 | 35 | (*) | (*) |
| | elementos prefabricados y láminas | 15 | 20 | 25 | 25 | 25 | 30 | 25 | 30 | (*) | (*) |



RECUBRIMIENTOS (2)

5

EJECUCIÓN

Tipos de recubrimiento

$$r_{\text{nom}} = r_{\text{mín}} + \Delta r$$

El $r_{\text{mín}}$ debe cumplirse en todos los puntos de la estructura.

r_{nom} Recubrimiento nominal. → Define los separadores.

$r_{\text{mín}}$ Recubrimiento mínimo. → Especificado antes en tabla.

Δr Margen de recubrimiento en función del control de ejecución.

Prefabricados (control intenso).....0 mm

Elementos "in situ" (control intenso).....5 mm

En los demás casos.....10mm

Nota:

» El recubrimiento nominal debe proteger tanto a la armadura principal como a los estribos.



SEPARADORES (1)

5

EJECUCIÓN

Disposición longitudinal

ELEMENTOS SUPERFICIALES (*losas, forjados..*)

Emparrillado inferior..... $50\varnothing \leq 100\text{cm}$

Emparrillado superior..... $50\varnothing \leq 100\text{cm}$

MUROS

Cada emparrillado..... $50\varnothing$ ó 50cm

Separación entre emparrillados... 100cm

VIGAS (1)..... 100cm

SOPORTES (2)..... $100\varnothing \leq 200\text{cm}$

(1) *Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano.*

(2) *Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por tramo.*

\varnothing *Es el diámetro de la armadura a la que se acople el separador.*



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

SEPARADORES (2)

5

EJECUCIÓN

Características

- ▶ Serán resistentes a la alcalinidad del hormigón
- ▶ No producirán corrosión
- ▶ Serán tan impermeables como el hormigón
- ▶ Serán resistentes a los ataques químicos
- ▶ Se confeccionarán a base de: plástico rígido, hormigón, mortero, etc..
 - ▶ *Están prohibidos los de madera o cualquier otro material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón.*
 - ▶ *Si son de hormigón serán de una calidad similar al hormigón utilizado en obra.*



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

5

EJECUCIÓN

5.2.

EJECUCIÓN.

PUESTA DEL HORMIGÓN



FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

- Todos los materiales se dosificarán en peso, excepto el agua que podrá serlo también por volumen.
- Las tolerancias en el peso, podrán ser:
 - ✓ *En el cemento: $\pm 3\%$ del peso*
 - ✓ *En el agua: $\pm 1\%$ de la añadida y $\pm 3\%$ de la total*
 - ✓ *En el árido: $\pm 3\%$ del peso (tanto en fracción como en total)*
 - Se harán correcciones por la humedad, preferentemente por un método automático
- La cantidad máxima de cemento será de 500kg/m^3 .
- Se dosificará –al menos– con dos fracciones granulométricas. Para tamaños máximos de árido $>20\text{mm}$, con tres fracciones.
- Las centrales de hormigón preparado deberán tener implantado un sistema de control de producción.
- Está prohibido fabricar hormigón estructural fuera de Central.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

CONTENIDO DE HOJA LA SUMINISTRO

5

EJECUCIÓN

- Identificación del suministrador
- Nombre de la central de hormigón
- Fecha y hora de entrega
- Nombre del peticionario
- Número de serie de la hoja de suministro
- Cantidad de hormigón suministrado
- Designación de hormigón (según su “matricula”)
- Dosificación real del hormigón:
 - ▶ Contenido de cemento
 - ▶ Relación agua/cemento
 - ▶ Contenido de adiciones
- Especificación del tipo de los materiales constituyentes
- Lugar del suministro
- Identificación del camión hormigonera
- Hora límite de uso del hormigón

| | | | | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------------------|------------------|--------------|----------|---------------------------|
| CLIENTE | | D.N.I./C.I.E. | | | | | |
| DIRECCIÓN | | OBRA | | | | | |
| TIPO DE HORMIGÓN | Cant. m ³ | Relat. Kg/m ³ | Dosificación | Artículo | Aditivos | Contacto | Cemento |
| | 2 | H.A. 25 | | 20 | | | B |
| VEHÍCULO | Matricula | Plom. salida | Hora llegada obra | Hora salida obra | Km recorrido | | |
| | 4378-CL6 | 17'40 | | | | | |
| INCIDENCIAS | Efectos sobre agua/cemento 0,66 | | | | | | Temperatura de colocación |
| | Control de humedad | | | | | | |
| | Máx. 40 kg/m ³ - Min. 100 kg/m ³ | | | | | | |
| FIRMA PLAZA | FIRMA CONDUCTOR | | FIRMA CLIENTE O ENCARGADO | | | | |
| | | | | | | | |
| FECHA a 27 de 11 de 2007 | NOMBRE | | | | | | |

IMPORTANTE: La firma del receptor en el albarán, significa la conformidad del ocupador en cuanto a las características del hormigón, especificadas en el albarán, salvo las posteriores a determinar en el tiempo requerido por los ensayos realizados según las normas vigentes. En caso de modificarse las características de la mezcla a pedido del cliente, no se responsabiliza del hormigón entregado. En caso de litigio, las partes se someterán a los Tribunales de Justicia Jurisdicción, renunciando a su propio fuero.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

TRANSPORTE DEL HORMIGÓN

5

EJECUCIÓN

- Amasado: En central: Volumen transportado < 80% del tambor
En camión: Volumen transportado < 67% del tambor
- Tiempo: Entre el inicio del amasado y la colocación del hormigón no debe pasar más de 1 1/2 h (*si no se utilizan retardadores de fraguado*). En tiempo caluroso este periodo límite deberá ser inferior.
- Se mantendrá siempre la velocidad de agitación (*en amasado en camión*)
- Las paletas no presentarán desgaste para no afectar a la homogeneidad de la masa.
- No se colocarán masas se aprecien que acusan principio de fraguado.
- Está terminantemente prohibido adicionar agua.





Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN (1)

5

EJECUCIÓN

Condiciones del vertido (1)

- Se evitará la segregación del hormigón.
- Se diferenciará, preferentemente la fase de limpieza de la fase del riego previo del forjado.
- Se eliminarán todos los elementos extraños (barro, madera, cascotes, polvo).
- El espesor de las tongadas estará relacionado con los medios de compactación empleados.
- El proceso de vibrado deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN (2)

5

EJECUCIÓN

Condiciones del vertido (2)

- Las juntas de hormigonado se situarán en dirección normal a las tensiones de compresión.
- Las primera cara de hormigonado (después de una 1ª fase ya endurecida) deberá limpiarse y retirar la capa superficial de mortero -quedando el árido grueso al aire-.
- Se suspenderá el hormigonado con temperaturas comprendidas fuera del intervalo entre 0º y 40ºC.



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN (3)

5

EJECUCIÓN

Curado

- ➔ Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse un adecuado curado.
- ➔ Se podrá realizar por riego directo, siempre que éste no produzca deslavado.
- ➔ El agua cumplirá las especificaciones de la EHE-08.
- ➔ Se podrá utilizar como alternativa protecciones del hormigón que garanticen la retención de la humedad inicial y no aporten sustancias nocivas (agentes filmógenos).



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

6

C **ONTROL**



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

6

CONTROL

6.1.

EL CONTROL. BASES GENERALES



PLAN Y PROGRAMA DE CONTROL

6

CONTROL

➔ Todos los proyectos deberán incluir un anejo con un PLAN DE CONTROL que identifique las comprobaciones a realizar y coste del control (en capítulo independiente en el presupuesto).

➔ El constructor preparará un PROGRAMA DE CONTROL específico para la obra, en base a lo indicado en el plan de control.

➔ La D.F. aprobará, en su caso, dicho PROGRAMA, el cual contendrá al menos:

- El sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.
- La previsión de medios materiales y humanos destinados al control, con identificación -en su caso- de la persona encargada y de las actividades a subcontratar.
- La identificación de productos y procesos de control (describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad).
- Cual serán los “lotes de control” y las “unidades de inspección”.



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

6

CONTROL

6.2.

EL CONTROL DE LOS PRODUCTOS



CONTROL CALIDAD DEL HORMIGÓN

6

CONTROL

- La norma establece tres tipos de control, dependiendo de la intensidad y alcance de cada una; son análogos a los existentes hasta ahora.
- En cada uno de los casos se obtiene mediante un procedimiento distinto el valor de resistencia que se adjudica.

➤ EH-91: Reducido Normal Intenso



➤ EHE-98: Reducido Estadístico 100 por 100



➤ EHE-08: Indirecto Estadístico 100 por 100



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

6

CONTROL

6.3.

EL CONTROL DE LA EJECUCIÓN



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

LOTES CONTROL DE EJECUCIÓN

LIMITACIONES DE LOTES DE EJECUCIÓN

| Tipo de obra | Elementos de cimentación | Elementos horizontales | Otros elementos |
|--------------------------------------|---|--|--|
| Edificios | –Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250m ² de superficie. –50m de pantallas | Vigas y Forjados correspondientes a 250m ² de planta | – Vigas y pilares correspondientes a 500m ² de superficie, sin rebasar las dos plantas – Muros de contención correspondientes a 50ml, sin superar las 8 puestas – Pilares “in situ” correspondientes a 250m ² de forjado |
| Puentes | –Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 500 m ² de superficie, sin rebasar 3 cimentaciones –50m de pantallas | 500m ³ de tablero sin rebasar los 30 m lineales, ni un tramo o una dovela | – 200m ³ de pilas, sin rebasar los 10m de longitud de pila – dos estribos |
| Chimeneas, puentes, depósitos | –Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250m ² de superficie. –50 m de pantallas | Elementos horizontales correspondientes a 250m ² | – Alzados correspondientes a 500m ² de superficie o a 10m de altura |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

UNIDADES DE INSPECCIÓN (1)

| DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE INSPECCIÓN | |
|--|--|
| Procesos y actividades de ejecución | Tamaño máximo de la unidad de inspección |
| ■ Control de la gestión de acopios | - Acopio ordenado por material, forma de suministro, fabricante y partida suministrada, en su caso |
| * Operaciones previas a la ejecución. Replanteos. | - Nivel o planta a ejecutar |
| a Cimbras | - 3.000m ³ de cimbra |
| b Encofrados y moldes | - 1 nivel de apuntalamiento, - 1 nivel de encofrado de soportes - 1 nivel de apuntalamiento por planta de edificación - Vano, en el caso de puentes |
| c Despiece de armaduras diseñadas según proyecto | - Planillas correspondientes a una remesa de armaduras. |
| d Montaje de las armaduras, mediante atado | - Conjunto de armaduras elaboradas cada jornada |
| e Montaje de las armaduras, mediante soldadura | - Conjunto de armaduras elaboradas cada jornada |
| f Geometría de las armaduras elaboradas | - Conjunto de armaduras elaboradas cada jornada |
| g Colocación de armaduras en los encofrados | - 1 nivel de soportes (planta) en edificación - 1 nivel de forjados (planta) en edificación - 1 vano, en el caso de puentes |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

UNIDADES DE INSPECCIÓN (2)

| DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE INSPECCIÓN | |
|---|---|
| Procesos y actividades de ejecución | |
| Tamaño máximo de la unidad de inspección | |
| h | Operaciones de aplicación del pretensado |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Pretensado dispuesto en la misma placa de anclaje, en el caso de postesado - Totalidad del pretensado total, en el caso de armaduras pretesas |
| i | Vertido y puesta en obra del hormigón |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Una jornada - 120m³ - 20 amasadas |
| j | Operaciones de acabado del hormigón |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 300m³ de volumen de hormigón - 150m² de superficie de hormigón |
| k | Ejecución de juntas de hormigonado |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Juntas ejecutadas en la misma jornada |
| l | Curado del hormigón |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 300m³ de volumen de hormigón - 150m² de superficie de hormigón |
| m | Desencofrado y desmoldeo |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 1 nivel de apuntalamiento - 1 nivel de encofrado de soportes - 1 nivel de apuntalamiento por planta de edificación - 1 vano, en el caso de puentes |
| n | Descimbrado |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 3.000m³ de cimbra |
| o | Uniones de los prefabricados |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Uniones ejecutadas en la misma jornada, - Planta de forjado |



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

FRECUENCIAS CONTROL EJECUCIÓN

FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN DE LAS UNIDADES DE INSPECCIÓN

| Procesos y actividades de ejecución | | Control Normal | | Control Intenso | |
|--|--|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| | | <i>Autocontrol Constructor</i> | <i>Control externo</i> | <i>Autocontrol Constructor</i> | <i>Control externo</i> |
| a | Cimbras | 1 | 1 | Totalidad | 50% |
| b | Encofrados y moldes | 1 | 1 | 3 | 1 |
| c | Despiece de planos de armaduras diseñadas s/proyecto | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d | Montaje de armaduras, mediante atado | 15 | 3 | 25 | 5 |
| e | Montaje de las armaduras, mediante soldadura | 10 | 2 | 20 | 4 |
| f | Geometría de las armaduras elaboradas | 3 | 1 | 5 | 2 |
| g | Colocación de armaduras en los encofrados | 3 | 1 | 5 | 2 |
| h | Operaciones de aplicación del pretensado | Totalidad | Totalidad | Totalidad | Totalidad |
| i | Vertido y puesta en obra del hormigón | 3 | 1 | 5 | 2 |
| j | Operaciones de acabado del hormigón | 2 | 1 | 3 | 2 |
| k | Ejecución de juntas de hormigonado | 1 | 1 | 3 | 2 |
| l | Curado del hormigón | 3 | 1 | 5 | 2 |
| m | Desencofrado y desmoldeo | 3 | 1 | 5 | 2 |
| n | Descimbrado | 1 | 1 | 3 | 2 |
| o | Uniones de los prefabricados | 3 | 1 | 5 | 2 |



***Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones*
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA**

7

M **ANTENIMIENTO**



Ensayos, controles y pruebas finales en la ejecución de obras e instalaciones

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EL CONTROL DE OBRA

MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA

7

MANTENIMIENTO

Estrategia de mantenimiento

Archivo documental completo de la estructura. La propiedad conservará el proyecto, y los informes que le sucedan en virtud de reparaciones, refuerzos o ampliaciones.

Inspecciones rutinarias. Permitirán asegurar la durabilidad de la estructura; por ejemplo, la limpieza desagües, impermeabilizaciones, juntas, etc.,

Inspecciones principales. Serán realizadas por técnicos con experiencia en este tipo de trabajos. Realizadas de acuerdo con un plan previo y permiten detectar los daños que hubiera en la estructura (durabilidad o seguridad). La periodicidad la fija el proyectista.

Comprobaciones especiales. Son inspecciones específicas y pruebas de carga. Requieren de la auscultación específica de la estructura y su valoración analítica posterior para la formulación de diagnósticos.

Plan de mantenimiento

A incluir en el proyecto

- Descripción de la estructura y de las clases de exposición de sus elementos.
- Vida útil considerada.
- Puntos críticos de la estructura precisados de especial atención.
- Periodicidad de las inspecciones.
- Medios auxiliares para el acceso a las distintas zonas de la estructura.
- Técnicas y criterios de inspección recomendados.
- Descripción detallada de la técnica de mantenimiento recomendada

BIBLIOGRAFÍA

- *INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL. 2008.*
- *UNE ENV 1992-1-1.*
- *REGISTRO DE DOCUMENTOS EN LA INSTRUCCIÓN DE FORJADOS. Manuel Jesús Carretero Ayuso. 2004. ARTE Y CEMENTO.*
- *CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN: SUPUESTO PRÁCTICO. Manuel Jesús Carretero Ayuso. 2008. MUSAAT MÁS CERCA.*
- *DETERMINACIÓN ANALÍTICA DE LAS LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPE SEGÚN LA EHE-08. Manuel Jesús Carretero Ayuso. 2009. ZUNCHO*
- *NOVEDADES SOBRE MATERIALES, EJECUCIÓN Y CONTROL EN LA EHE-08. Manuel Jesús Carretero Ayuso. 2010. MURALLAS.*
- *ACERO Y HORMIGÓN: SU CONTROL EN TABLAS. Manuel Jesús Carretero Ayuso. 2011. PASIÓN POR LOS LIBROS EDITORIAL.*
- *FORJADOS UNIDIRECCIONALES: SU CONTROL EN TABLAS. Manuel Jesús Carretero Ayuso. 2013. PASIÓN POR LOS LIBROS EDITORIAL.*

