



KREAN S.COOP.



# 6

## Programa de control de calidad

06\_PCC\_rev05

Proyecto • Proiektua

**Proyecto de obras de urbanización de la U.E. 2 del A-44 en Osintxu, Bergara (Gipuzkoa) • Osintxun A-44ko 2. EUa urbanizatzeko obren proiektua, Bergara(Gipuzkoa)**

Promotor • Sustatzailea  
**Soraluce S.Coop.**

Fecha • Data  
**Mayo 2023ko Maiatza**

Autor • Egilea  
**Enrique Elkoroberezibar Markiegi**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos • Bide, Ubide eta Portuetako Ingeniaria



# Índice

<b>1. MEMORIA.....</b>	<b>4</b>
1.1. Objeto del programa de control de calidad .....	4
1.2. Descripción de la obra .....	4
1.3. Especificaciones del proyecto.....	5
1.4. Mediciones del proyecto.....	6
1.5. Plazo de ejecución de las obras .....	7
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>8</b>
2.1. Técnicas de carácter general.....	8
2.1.1. Realización de ensayos .....	8
2.1.2. Contraensayos .....	8
2.1.3. Decisiones derivadas del proceso de control .....	8
2.2. Económicas .....	8
2.3. Facultativas y legales.....	9
<b>3. PRESCRIPCIONES TECNICAS.....</b>	<b>10</b>
3.1. CIMENTOS SEGÚN DB SE C SEGURIDAD ESTRUCTURAL CIMENTOS .....	10
3.1.1. Cimentaciones directas.....	10
3.1.2. Cimentaciones profundas .....	13
3.1.3. Elementos de contención.....	20
3.1.4. Acondicionamiento del terreno.....	26
3.1.5. Mejora o refuerzo del terreno.....	30
3.1.6. Anclajes al terreno .....	31
3.1.7. Gestión del agua .....	31
3.1.8. Anejo G. Normas de referencia.....	34
3.2. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y ACERO ESTRUCTURAL SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL (CodE) 36	
3.2.1. Capítulo 4. Bases generales para la ejecución de las estructuras.....	36
3.2.2. Capítulo 5. Bases generales para la calidad de las estructuras .....	37
3.2.3. Capítulo 13. Gestión de calidad de los productos en estructuras de hormigón.....	43
3.2.4. Capítulo 14. Gestión de la calidad de la ejecución de estructuras de hormigón .....	74
3.2.5. Anejo 4. Documentación de suministro y control de los productos recibidos directamente en obra .....	82
3.2.6. Anejo 15. Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección en la ejecución de estructuras de hormigón .....	90
3.3. ESTRUCTURAS DE ACERO SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL (CodE) .....	95
3.3.1. Capítulo 23 Gestión de la calidad de los productos en estructuras de acero.....	95
3.3.2. Capítulo 24. Gestión de la calidad de la fabricación y ejecución de estructuras de acero .....	110
3.3.3. Capítulo 33. Gestión de la calidad de los productos en estructuras mixtas hormigón-acero.....	120
3.3.4. Capítulo 34. Gestión de la calidad de la ejecución de estructuras mixtas hormigón-acero .....	120
3.3.5. Anejo 16. Tolerancias en elementos de acero .....	120
3.3.6. Anejo 17. Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección en la ejecución de estructuras de acero.....	130
3.4. ANCLAJES AL TERRENO .....	133
3.4.1. Anclajes.....	134
3.4.1.1. Materiales y productos .....	134
3.4.1.2. Ejecución de las obras .....	138
3.4.1.3. Equipo y tesado de los anclajes .....	140
3.4.1.4. Ensayos, vigilancia y control .....	140
3.4.1.5. Control de calidad .....	142
3.4.1.6. Normas de referencia.....	143
3.4.2. Cabezas de anclaje activo .....	144
3.4.2.1. Materiales .....	144
3.4.2.2. Ejecución de las obras .....	144

3.4.2.3.	Control de calidad .....	144
3.4.3.	Inyecciones .....	145
3.4.3.1.	Materiales y productos .....	145
3.4.3.2.	Ejecución .....	147
3.4.3.3.	Supervisión y control .....	148
3.4.3.4.	Normas de referencia .....	148
<b>3.5.</b>	<b>MICROPILOTES .....</b>	<b>149</b>
3.5.1.	Materiales .....	149
3.5.2.	Control de ejecución .....	149
<b>3.6.</b>	<b>ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....</b>	<b>152</b>
3.6.1.	Terraplenes .....	152
3.6.2.	Subbase granular .....	153
3.6.3.	Rellenos con zahorra .....	154
<b>3.7.</b>	<b>SERVICIOS .....</b>	<b>156</b>
3.7.1.	Abastecimiento de agua .....	156
3.7.2.	Saneamiento .....	157
3.7.3.	Juntas de caucho para tubos de saneamiento .....	157
3.7.4.	Instalación eléctrica y alumbrado .....	158
3.7.5.	Baldosas hidráulicas .....	160
3.7.6.	Bordillo prefabricado de hormigón .....	161
3.7.7.	Otros materiales o unidades de control .....	162
<b>3.8.</b>	<b>MEZCLAS BITUMNOSAS EN CALIENTE .....</b>	<b>163</b>
<b>4.</b>	<b>CONTROL DOCUMENTAL DE MATERIALES .....</b>	<b>165</b>
<b>5.</b>	<b>RELACIÓN DE ENSAYOS DE CONTROL .....</b>	<b>167</b>
<b>6.</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>168</b>

## 1. MEMORIA

### 1.1. Objeto del programa de control de calidad

Es objeto del presente Programa de Control de Calidad la determinación del procedimiento de control de calidad [(según decreto 209/2014 de 28 de octubre del Gobierno Vasco que regula el control de calidad en la construcción) en la ejecución de las obras reseñadas], especificando los materiales y unidades objeto de control; la normativa de obligado cumplimiento de aplicación a cada uno de los materiales controlados; los criterios para la recepción y control en obra de los materiales, según estén éstos avalados o no por sellos, o marcas de calidad; los ensayos, análisis y pruebas a realizar; la determinación de los lotes; la fijación de los criterios de aceptación o rechazo de cada material basados en las inspecciones o pruebas realizadas y la valoración económica del conjunto del Programa especificando el coste de cada uno de los ensayos previstos.

Así mismo, se acompaña al Programa un Anexo para el seguimiento de las determinaciones de control establecidos en el Programa, como de guía de registro de resultados de los ensayos efectuados para la elaboración del Libro de Control.

El presente PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD se desarrolla en base al Proyecto de obras de urbanización de la U.E. 2 del A-44 en Osintxu, Bergara (Gipuzkoa) • Osintxun A-44ko 2. EUa urbanizatzeako obren proiektua, Bergara(Gipuzkoa) redactado por Enrique Elkoroberezibar Markiegi por encargo de Soraluze S.Coop.

El presupuesto de Ejecución Material del proyecto de ejecución asciende a la cantidad de 309506,08 €.

Las características de los materiales definidas en el proyecto así como las mediciones correspondientes a los mismos y la composición y número de lotes a ensayar de cada uno de ellos, se especifican en las diferentes fichas que componen el presente Programa de Control de Calidad.

El Programa de Control una vez terminado se visará por el Colegio Oficial correspondiente y formará parte del Proyecto.

Para la realización de los ensayos, análisis y pruebas se contratará, con el conocimiento de la Dirección Facultativa, los servicios de un Laboratorio de Ensayos debidamente acreditado y antes del comienzo de la obra se dará traslado del "Programa de Control de Calidad" a dicho Laboratorio con el fin de coordinar de manera eficaz el control de calidad.

Una vez comenzada la obra la Dirección Facultativa anotará en el "Libro de Control de Calidad" los resultados de cada ensayo y la identificación del laboratorio que los ha realizado, así como los certificados de origen, marcas o sellos de calidad de aquellos materiales que los tuvieran.

Para darse por enterada de los resultados de los ensayos la Dirección Facultativa y el Constructor firmará en el "Libro de Control de Calidad" y reflejará en este y en el correspondiente "Libro de Ordenes" los criterios a seguir en cuanto a la aceptación o no de materiales o unidades de obra, en el caso de resultados discordes con la calidad definida en el Proyecto, y en su caso cualquier cambio con respecto a lo recogido en el Programa de Control.

Finalmente para la expedición del "Certificado Final de Obra" se presentará en el Colegio Aparejadores y Arquitectos Técnicos el "Certificado de Control de Calidad" siendo preceptivo para su visado la aportación del "Libro de Control de Calidad". Este Certificado de Control será el documento oficial que garantice el control realizado.

### 1.2. Descripción de la obra

A fin de no repetir las mismas aclaraciones realizadas en la memoria general del Proyecto, se hace referencia a la misma para cualquier aclaración al respecto.

### 1.3. Especificaciones del proyecto

Atendiendo a las unidades de obra que integran este Proyecto, los materiales a controlar, de acuerdo con los pliegos, instrucciones o condiciones técnicas cuyo cumplimiento es obligado, serán los siguientes:

- Cumplimiento del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos (RC-16).
- Cumplimiento de la Instrucción para el empleo de los materiales constituyentes del hormigón en masa o armado según REAL DECRETO 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Cumplimiento de la Instrucción para el empleo de aceros en obras de hormigón en masa o armado según REAL DECRETO 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Cumplimiento de la Instrucción para el empleo de mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en obras de hormigón en masa o armado según REAL DECRETO 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Cumplimiento de la Instrucción para el empleo de hormigón en masa o armado según REAL DECRETO 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 163/2019 por la que se establecen criterios para la realización del control de la producción de los hormigones fabricados en central.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75).
- Norma 6.1 IC Secciones de firme de la instrucción de Carreteras.
- Orden Circular 20/2006 sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.
- Guía de la madera en la construcción (AITIM).
- Normas UNE-EN para el cumplimiento de la metodología de los ensayos a realizar sobre los diversos materiales.
- Pliego de Prescripciones Técnicas particulares del Proyecto de Ejecución.
- UNE-EN 206:2013+A1:2018. Hormigón Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad
- Cumplimiento del C.T.E. según lo establecido en sus documentos básicos.

Pilotes:	DB-SE-C
Lodos tixotrópicos:	DB-SE-C
Pantallas, Muros y Anclajes:	DB-SE-C
Madera estructural:	DB-SE-M
Acero estructural:	DB-SE-A
Ladrillo cerámico y silico-calcareo:	DB-SE-F
Bloque de Hormigon:	DB-HS-1
	DB-SE-F
Bloque de piedra:	DB-SE-F
Morteros:	DB-SE-F
Tejas:	DB-HS1
Láminas Impermeabilizantes:	DB-HS-1
Suministro Agua:	DB-HS-4
Red de Saneamiento:	DB-HS-5
Instalación Iluminación:	DB-SU-4
	DB-SI-3.7
Baldosas materiales cerámicos:	DB-SU-1
Baldosas piedra:	DB-SU-1
Pavimento madera:	DB-SU-1
Pinturas y Barnices:	DB-SU-1



Para la realización de los ensayos, análisis y pruebas referidas en el Programa de Control de Calidad, se contratarán los servicios de un Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad que disponga de acreditación concedida por la Administración Pública, siempre que se ajusten a las Disposiciones reguladoras generales para acreditación de Laboratorios, que en cada caso les sean de aplicación.

#### **1.4. Mediciones del proyecto**

Del Proyecto de Ejecución se obtiene la relación de mediciones referida en el apartado 5. RELACIÓN DE ENSAYOS DE CONTROL que servirá para determinar el número de lotes y frecuencia de ensayos

### 1.5. Plazo de jecución de las obras

Basados en el programa de trabajos establecido para la ejecución del conjunto de la obra se estima una duración global de 3 meses.

Derio, Mayo 2023ko Maiatza



Por KREAN S. Coop.:  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos • Bide, Ubide eta Portuetako Ingeniaria  
Enrique Elkoroberezibar Markiegi

Colegiado nº 9.971

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES

### 2.1. Técnicas de carácter general

El suministro, la identificación, el control de recepción de los materiales, los ensayos, y, en su caso, las pruebas de servicio, se realizarán de acuerdo con la normativa explicitada en las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en el apartado 1.3. Especificaciones de Proyecto:

Cuando un material no disponga de normativa obligatoria, dichos aspectos se realizarán preferentemente de acuerdo con las normas UNE, o según las instrucciones que, en su momento, indique la dirección facultativa.

#### 2.1.1. Realización de ensayos

Todos los ensayos necesarios para enjuiciar la calidad de los materiales, así como las pruebas de servicio, se deberán realizar por un laboratorio acreditado.

No obstante ciertos ensayos o pruebas de servicio, y a criterio de la dirección facultativa, podrán ser realizados por ella misma.

#### 2.1.2. Contraensayos

Cuando durante el proceso de control se obtengan resultados anómalos que impliquen rechazo de la partida o lote correspondiente, el constructor tendrá derecho a realizar contraensayos a su costa, por medio de las muestras conservadas en obra.

Para ello, se procederá como sigue: Se enviarán las dos muestras a dos laboratorios distintos del contratado por el promotor, previamente aceptados por la dirección facultativa.

Si uno de los dos resultados fuera insatisfactorio, el material se rechazará.

Si los dos resultados fueran satisfactorios se aceptará la partida.

#### 2.1.3. Decisiones derivadas del proceso de control

En caso de control no estadístico o no al cien por cien, cuyos resultados sean no conformes, y antes del rechazo del material, la dirección facultativa podrá pasar a realizar un control estadístico o al cien por cien, con las muestras conservadas en obra.

La aceptación de un material o su rechazo por parte de la dirección facultativa así como las decisiones adoptadas como demolición, refuerzo o reparación, deberán ser acatadas por el promotor o constructor.

Ante los resultados de control no satisfactorios, y antes de tomar la decisión de aceptación o rechazo, la dirección facultativa podrá realizar los ensayos de información o pruebas de servicio que considere oportunos.

### 2.2. Económicas

El coste de la programación del control de la calidad será a cargo del Constructor, quien contratará con un laboratorio acreditado y oficialmente reconocido, previamente aceptado por la dirección facultativa, en las áreas correspondientes. El laboratorio deberá remitir copias de las actas de ensayos al Promotor y la dirección de obra.

Cuando por resultados que impliquen rechazo se tengan que realizar contraensayos y resultaran negativos, el coste de estos ensayos y las posibles consecuencias económicas que de aquí se deriven se repercutirá al constructor. Igualmente cuando sean necesarios ensayos de información o pruebas de servicios complementarios.

Serán a cargo del constructor los medios materiales, humanos y medios auxiliares necesarios para la conservación de muestras o la realización de ensayos "in situ", como pruebas de servicio complementarias.

Si durante el proceso de control algún material resultase rechazado, y parte o todo de este material estuviera colocado en obra, el coste de las demoliciones, refuerzos, reparaciones o de las medidas adoptadas, en su caso, por la dirección facultativa correrán a cargo del constructor sin perjuicio de que éste derive responsabilidades al fabricante del producto en cuestión.

### **2.3. Facultativas y legales**

Es obligación y responsabilidad del promotor-propietario la realización por su cuenta de los ensayos y pruebas relativos a materiales y unidades de obra ejecutadas que resulten previstos en el Proyecto de Ejecución de las obras, el Estudio de Control de Calidad y Libro de control, o que se determinan en el transcurso de la construcción por parte de los técnicos integrantes de la Dirección Facultativa.

Es obligación del constructor prever –en conjunción con la propiedad de las obras y en los tiempos establecidos para ejecución de las mismas- los plazos y medios para el muestreo y recepción de materiales, y en su caso, de los ensayos y pruebas preceptivos según las direcciones del Proyecto de Ejecución, Estudio de Control, Libro de Control o que se establezcan por órdenes de la Dirección Facultativa, facilitando la labor a desarrollar con los medios existentes en la obra.

El rechazo de materiales o unidades de obra sometidos a control de calidad, no podrá ser causa justificativa de retraso o incumplimiento de plazos convenidos para la ejecución de los distintos capítulos de obra, ni de incremento en los costos que sobrevengan por nuevos materiales o partidas de obra que hayan de rehacerse.

### 3. PRESCRIPCIONES TECNICAS

#### 3.1. CIMIENTOS SEGÚN DB SE C SEGURIDAD ESTRUCTURAL CIMIENTOS

##### 3.1.1. Cimentaciones directas

#### 4.6 Control

##### 4.6.1 Generalidades

1. Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de las cimentaciones.
2. En el caso de presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial se tomarán las oportunas medidas. No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones, si no se han tenido en cuenta en el proyecto. En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua, por el posible descarnamiento que puedan dar lugar bajo las cimentaciones. En el caso en que se construyan edificaciones próximas, deben tomarse las oportunas medidas que permitan garantizar el mantenimiento intacto del terreno y de sus propiedades tenso-deformationales.
3. La observación de asientos excesivos puede ser una advertencia del mal estado de las zapatas (ataques de aguas selenitosas, desmoronamiento por socavación, etc.); de la parte enterrada de pilares y muros o de las redes de agua potable y de saneamiento. En tales casos debe procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno.
4. En edificación cimentada de forma directa no se harán obras nuevas sobre la cimentación que pueda poner en peligro su seguridad, tales como:
  - a) perforaciones que reduzcan su capacidad resistente;
  - b) pilares u otro tipo de cargaderos que transmitan cargas importantes;
  - c) excavaciones importantes en sus proximidades u otras obras que pongan en peligro su estabilidad.
5. Las cargas a las que se sometan las cimentaciones, en especial las dispuestas sobre los sótanos, no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Para ello los sótanos no deben dedicarse a otro uso que para el que fueran proyectados. No se almacenarán materiales que puedan ser dañinos para los hormigones.
6. Cualquier modificación de las prescripciones descritas de los dos párrafos anteriores debe ser autorizada por el Director de Obra e incluida en el proyecto.

**4.6.2 Comprobaciones a realizar sobre el terreno de cimentación**

1. Antes de proceder a la ejecución de la cimentación se realizará la confirmación del estudio geotécnico según el apartado 3.4. Se comprobará visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Estos planos quedarán incorporados a la documentación de la obra acabada.

En particular se debe comprobar que:

- a) el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y apreciablemente la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico;
- b) el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas;
- c) el terreno presenta apreciablemente una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico;
- d) no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc;
- e) no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

**4.6.3 Comprobaciones a realizar sobre los materiales de construcción**

1. Se comprobará que:
  - a) los materiales disponibles se ajustan a lo establecido en el proyecto de edificación y son idóneos para la construcción;
  - b) las resistencias son las indicadas en el proyecto.

**4.6.4 Comprobaciones durante la ejecución**

1. Se dedicará especial atención a comprobar que:
  - a) el replanteo es correcto;
  - b) se han observado las dimensiones y orientaciones proyectadas;
  - c) se están empleando los materiales objeto de los controles ya mencionados;
  - d) la compactación o colocación de los materiales asegura las resistencias del proyecto;
  - e) los encofrados están correctamente colocados, y son de los materiales previstos en el proyecto;
  - f) las armaduras son del tipo, número y longitud fijados en el proyecto;
  - g) las armaduras de espera de pilares u otros elementos se encuentran correctamente situadas y tienen la longitud prevista en el proyecto;
  - h) los recubrimientos son los exigidos en proyecto;
  - i) los dispositivos de anclaje de las armaduras son los previstos en el proyecto;
  - j) el espesor del hormigón de limpieza es adecuado;
  - k) la colocación y vibración del hormigón son las correctas;
  - l) se está cuidando que la ejecución de nuevas zapatas no altere el estado de las contiguas, ya sean también nuevas o existentes;
  - m) las vigas de atado y centradoras así como sus armaduras están correctamente situadas;
  - n) los agotamientos entran dentro de lo previsto y se ajustan a las especificaciones del estudio geotécnico para evitar sifonamientos o daños a estructuras vecinas;
  - o) las juntas corresponden con las previstas en el proyecto;
  - p) las impermeabilizaciones previstas en el proyecto se están ejecutando correctamente.

**4.6.5 Comprobaciones finales**

1. Antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:
  - a) las zapatas se comportan en la forma prevista en el proyecto;
  - b) no se aprecia que se estén superando las cargas admisibles;
  - c) los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra;
  - d) no se han plantado árboles, cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

	<ol style="list-style-type: none"><li>2. Si bien es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 y C-4 será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:<ol style="list-style-type: none"><li>a) el punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil, durante todo el periodo de observación;</li><li>b) el número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm;</li><li>c) la cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas de la edificación;</li><li>d) el resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.</li></ol></li></ol>
--	---

### 3.1.2. Cimentaciones profundas

#### 5.4 Condiciones constructivas y de control

#### 5.4.1 Condiciones constructivas

<b>5.4.1.1 Pilotes hormigonados "in situ"</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Los pilotes hormigonados al amparo de entubaciones metálicas (camisas) recuperables deben avanzar la entubación hasta la zona donde el terreno presente paredes estables, debiéndose limpiar el fondo. La entubación se retirará al mismo tiempo que se hormigone el pilote, debiéndose mantener durante todo este proceso un resguardo de al menos 3 m de hormigón fresco por encima del extremo inferior de la tubería recuperable.</li><li>2. En los casos en los que existan corrientes subterráneas capaces de producir el lavado del hormigón y el corte del pilote o en terrenos susceptibles de sufrir deformaciones debidas a la presión lateral ejercida por el hormigón se debe considerar la posibilidad de dejar una camisa perdida.</li><li>3. Cuando las paredes del terreno resulten estables, los pilotes podrán excavar sin ningún tipo de entibación (excavación en seco), siempre y cuando no exista riesgo de alteración de las paredes ni del fondo de la excavación.</li><li>4. En el caso de paredes en terrenos susceptibles de alteración, la ejecución de pilotes excavados, con o sin entibación, debe contemplar la necesidad o no de usar lodos tixotrópicos para su estabilización.</li><li>5. El uso de lodos tixotrópicos podrá también plantearse como método alternativo o complementario a la ejecución con entubación recuperable siempre que se justifique adecuadamente.</li><li>6. En el proceso de hormigonado se debe asegurar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación.</li><li>7. El cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la instrucción vigente para la Recepción de Cemento.</li></ol>
---	--



8. En los pilotes barrenados la entibación del terreno la produce el propio elemento de excavación (barrena o hélice continua). Una vez alcanzado el fondo, el hormigón se coloca sin invertir el sentido de la barrena y en un movimiento de extracción del útil de giro perforación. La armadura del pilotaje se introduce a posteriori, hincándola en el hormigón aún fresco hasta alcanzar la profundidad de proyecto, que será como mínimo de 6 m o 9D.
9. A efectos de este DB no se deben realizar pilotes de barrena continua cuando:
  - a) se consideren pilotes aislados, salvo que se efectúen con registro continuo de parámetros de perforación y hormigonado, que aseguren la continuidad estructural del pilote;
  - b) la inclinación del pilote sea mayor de 6°, salvo que se tomen medidas para controlar el direccionado de la perforación y la colocación de la armadura;
  - c) existan capas de terreno inestable con un espesor mayor que 3 veces el diámetro del pilote, salvo que pueda demostrarse mediante pilotes de prueba que la ejecución es satisfactoria o se ejecuten pilotes con registro continuo de parámetros y tubo telescópico de hormigonado, que asegure la continuidad estructural del pilote.
10. En relación con el apartado anterior, se considerarán terrenos inestables los siguientes:
  - a) terrenos uniformes no cohesivos con coeficiente de uniformidad (relación de diámetros correspondientes al 60 y al 10% en peso) inferior a 2 ( $D_{60}/D_{10} < 2$ ) por debajo del nivel freático;
  - b) terrenos flojos no cohesivos con  $N < 7$ ;
  - c) terrenos muy blandos cohesivos con resistencia al corte no drenada,  $c_u$ , inferior a 15 kPa.
11. No se considera recomendable ejecutar pilotes con barrena continua en zonas de riesgo sísmico o que trabajen a tracción salvo que se pueda garantizar el armado en toda su longitud y el recubrimiento de la armadura.
12. Para la ejecución de pilotes hormigonados "in situ" se consideran adecuadas las especificaciones constructivas con relación a este tipo de pilotes, recogidas en la norma UNE-EN 1536:2011 +A1:2016.

#### 5.4.1.1.1 Materias primas

Tanto las materias primas como la dosificación de los hormigones, se ajustarán a lo indicado en el código estructural.

- a) Agua: el agua para la mezcla debe cumplir lo expuesto en el código estructural, de forma que no pueda afectar a los materiales constituyentes del elemento a construir.
- b) Cemento: el cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la vigente instrucción para la recepción de cemento. Pueden emplearse otros cementos cuando se especifiquen y tengan una eficacia probada en condiciones determinadas.
- c) No se recomienda la utilización de cementos de gran finura de molido y el alto calor de hidratación, debido a altas dosificaciones a emplear. No será recomendable el empleo de cementos de aluminato de calcio, siendo preferible el uso de cementos con adiciones (tipo II), porque se ha manifestado que éstas mejoran la trabajabilidad y la durabilidad, reduciendo la generación de calor durante el curado.
- d) En el caso de que el nivel de agresividad sea muy elevado, se emplearán cementos con la característica especial de resistencia a sulfatos o agua de mar (SR/MR)
- e) Áridos: los áridos cumplirán las especificaciones contenidas en el código estructural
- f) A fin de evitar la segregación, la granulometría de los áridos será continua. Es preferible el empleo de áridos redondeados cuando la colocación del hormigón se realice mediante tubo Tremie.
- g) El tamaño máximo del árido se limitará según el artículo 30.3.1 del Código estructural.
- h) En condiciones normales se utilizarán preferiblemente tamaños máximos de árido de veinticinco milímetros (25 mm), si es rodado, y de veinte milímetros (20 mm), si procede de machaqueo.
- i) Aditivos: para conseguir las propiedades necesarias para la puesta en obra del hormigón, se podrán utilizar con gran cuidado reductores de agua y plastificantes, incluidos los superplastificantes, con el fin de evitar el rezume o segregación que podría resultar por una elevada proporción de agua.
- j) Se limitará, en general, la utilización de aditivos de tipo superplastificante ante de duración limitada al tiempo de vertido, que afecten a una prematura rigidez de la masa, al tiempo de fraguado y a la segregación. En el caso de utilización se asegurará que su dosificación no provoque estos efectos secundarios y mantenga unas condiciones adecuadas en la fluidez del hormigón durante el periodo completo del hormigonado de cada pilote.

#### 5.4.1.1.2 Dosificación y propiedades del hormigón

1. El hormigón de los pilotes deberá poseer:
  - a) alta capacidad de resistencia contra la segregación;
  - b) alta plasticidad y buena cohesión;
  - c) buena fluidez;
  - d) capacidad de autocompactación;
  - e) suficiente trabajabilidad durante el proceso de vertido, incluida la retirada, en su caso, de entubados provisionales.

2. En la tabla 5.2 se recogen los criterios de contenido mínimo de cemento, relación agua/cemento y contenido mínimo de finos.

**Tabla 5.2. Dosificaciones de amasado**

Contenido de cemento	
- vertido en seco	≥ 325 Kg/m <sup>3</sup>
- hormigonado sumergido	≥ 375 Kg/m <sup>3</sup>
Relación agua-cemento (A/C)	< 0,6
Contenido de finos d < 0,125 mm (cemento incluido)	
- árido grueso d > 8 mm	≥ 400 kg/m <sup>3</sup>
- árido grueso d ≤ 8 mm	≥ 450 kg/m <sup>3</sup>

3. En la tabla 5.3 se recogen los valores de consistencia del hormigón, según diferentes condiciones de colocación.

**Tabla 5.3. Consistencia del hormigón**

Asientos de cono de Abrams mm	Condiciones típicas de uso (ejemplos)
130 ≤ H ≤ 180	Hormigón vertido en seco
H ≥ 160	Hormigón bombeado o bien hormigón sumergido, vertido bajo agua con tubo tremie
H ≥ 180	Hormigón sumergido, vertido bajo fluido estabilizador con tubo tremie
Nota.- Los valores medidos del asiento (H) deben redondearse a los 10 mm	

4. En el caso de que las dosificaciones de amasado y los valores de consistencia establecidos en las tablas 5.2 y 5.3 no den una mezcla de alta densidad, se puede ajustar el contenido de cemento y la consistencia.

5. Se ha de asegurar que la docilidad y fluidez se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, discontinuidades en el hormigón o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. Durante 4 horas y, al menos durante todo el periodo de hormigonado de cada pilote, la consistencia del hormigón dispuesto deberá mantenerse en un cono de Abrams no inferior a 100mm.

6. Se debe proporcionar una adecuada protección a través del diseño de la mezcla o de camisas perdidas, contra la agresividad del suelo o de los acuíferos.

**5.4.1.2 Pilotes prefabricados hincados**

1. Para la ejecución de los pilotes prefabricados se consideran adecuadas las especificaciones constructivas recogidas con relación a este tipo de pilotes en la norma UNE-EN 12699:2016.

**5.4.2 CONTROL**

**5.4.2.1 Control de ejecución de pilotes hormigonados in situ**

1. La correcta ejecución del pilote, incluyendo la limpieza y en su caso el tratamiento de la punta son factores fundamentales que afectan a su comportamiento, y que deben tomarse en consideración para asegurar la validez de los métodos de cálculo contemplados en este DB.
2. Los pilotes ejecutados "in situ" se controlarán durante la ejecución, confeccionando un parte que contenga, al menos, los siguientes datos:
  - a) datos del pilote (Identificación, tipo, diámetro, punto de replanteo, profundidad, etc.);
  - b) longitud de entubación (caso de ser entubado);
  - c) valores de las cotas: del terreno, de la cabeza del pilote, de la armadura, de la entubación, de los tubos sónicos, etc;
  - d) tipos de terreno atravesados (comprobación con el terreno considerado originalmente);
  - e) niveles de agua;
  - f) armaduras (tipos, longitudes, dimensiones, etc.);
  - g) hormigones (tipo, características, etc.);
  - h) tiempos (de perforación, de colocación de armaduras, de hormigonado);
  - i) observaciones (cualquier incidencia durante las operaciones de perforación y hormigonado).
3. Durante la ejecución se consideran adecuados los controles siguientes, según la norma UNE-EN 1536:2011+A1:2016
  - a) control del replanteo;
  - b) control de la excavación;
  - c) control del lodo;
  - d) control de las armaduras;
  - e) control del hormigón.
4. En el control de vertido de hormigón, al comienzo del hormigonado, el tubo Tremie no podrá descansar sobre el fondo, sino que se debe elevar unos 20 cm para permitir la salida del hormigón.
5. En los pilotes de barrena continua se consideran adecuados los controles indicados en la tabla 12 de la norma UNE-EN 1536:2011+A1:2016. Cuando estos pilotes se ejecuten con instrumentación, se controlarán en tiempo real los parámetros de perforación y de hormigonado, permitiendo conocer y corregir instantáneamente las posibles anomalías detectadas.
6. Se pueden diferenciar dos tipos de ensayos de control:
  - a) ensayos de integridad a lo largo del pilote;
  - b) ensayos de carga (estáticos o dinámicos).
7. Los ensayos de integridad tienen por objeto verificar la continuidad del fuste del pilote y la resistencia mecánica del hormigón.

--

8.	Pueden ser, según los casos, de los siguientes tres tipos:  a) transparencia sónica;  b) impedancia mecánica;  c) sondeos mecánicos a lo largo del pilote.  Además, se podrá realizar un registro continuo de parámetros en pilotes de barrena continua.
9.	El número y la naturaleza de los ensayos se fijarán en el Pliego de condiciones del proyecto y se establecerán antes del comienzo de los trabajos. El número de ensayos no debe ser inferior a 1 por cada 20 pilotes, salvo en el caso de pilotes aislados con diámetros entre 45 y 100 cm que no debe ser inferior a 2 por cada 20 pilotes. En pilotes aislados de diámetro superior a 100 cm no debe ser inferior a 5 por cada 20 pilotes.

<b>5.4.2.2 Control de ejecución de pilotes prefabricados hincados</b>
---

1.	Los controles de todos los trabajos de realización de las diferentes etapas de ejecución de un pilote se deben ajustar al método de trabajo y al plan de ejecución establecidos en el proyecto.
2.	Se deben controlar los efectos de la hinca de pilotes en la proximidad de obras sensibles o de pendientes potencialmente inestables. Los métodos pueden incluir la medición de vibraciones, de presiones intersticiales, deformaciones y medición de la inclinación. Estas medidas se deben comparar con los criterios de prestaciones aceptables.
3.	La frecuencia de los controles debe estar especificada y aceptada antes de comenzar los trabajos de hincado de los pilotes.
4.	Los informes de los controles se deben facilitar en plazo convenido y conservarlos en obra hasta la terminación de los trabajos de hincado de los pilotes.
5.	Todos los instrumentos utilizados para el control de la instalación de los pilotes o de los efectos derivados de esta instalación deben ser adecuados al objetivo previsto y deben estar calibrados.
6.	Debe reseñarse cualquier no conformidad.
7.	Se debe registrar la curva completa de la hinca de un cierto número de pilotes. Dicho número debe fijarse en el Pliego de condiciones del proyecto.
8.	De forma general se debe reseñar:  a) sobre las mazas: la altura de caída del pistón y su peso o la energía de golpeo, así como el número de golpes de la maza por unidad de penetración;  b) sobre los pilotes hincados por vibración: la potencia nominal, la amplitud, la frecuencia y la velocidad de penetración;  c) sobre los pilotes hincados por presión: la fuerza aplicada al pilote.
9.	Cuando los pilotes se hinquen hasta rechazo, se debe medir la energía y avance.
10.	Si los levantamientos o los desplazamientos laterales son perjudiciales para la integridad o la capacidad del pilote, se debe medir, respecto a una referencia estable, el nivel de la parte superior del pilote y su implantación, antes y después de la hinca de los pilotes próximos o después de excavaciones ocasionales.

	11. Los pilotes prefabricados que se levanten por encima de los límites aceptables, se deben volver a hincar hasta que se alcancen los criterios previstos en el proyecto en un principio (cuando no sea posible rehincar el pilote, se debe realizar un ensayo de carga para determinar sus características carga-penetración, que permitan establecer las prestaciones globales del grupo de pilotes).
	12. No se debe interrumpir el proceso de hincado de un pilote hasta alcanzar el rechazo previsto que asegure la resistencia señalada en el proyecto. En suelos arcillosos, y para edificios de categoría C-3 y C-4, debe comprobarse el rechazo alcanzado, transcurrido un periodo mínimo de 24 horas, en una muestra representativa de pilotes.

<b>5.4.3 Tolerancias de ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Para pilotes hormigonados in situ se deben cumplir, salvo especificación en contra del Pliego de condiciones del proyecto, las siguientes tolerancias:<ol style="list-style-type: none"><li>a) Posición de los pilotes a nivel de la plataforma de trabajo <math>e &lt; e_{max} = 0,1 \cdot Deq</math>; para pilotes con <math>Deq \leq 1,5</math> m. <math>e &lt; e_{max} = 0,15</math> m, para pilotes con <math>Deq &gt; 1,5</math> m. siendo <math>Deq</math> el diámetro equivalente del pilote.</li><li>b) Inclinación <math>i &lt; i_{max} = 0,02</math> m/m. para <math>\theta \leq 4^\circ</math> <math>i &lt; i_{max} = 0,04</math> m/m. para <math>\theta &gt; 4^\circ</math> siendo <math>\theta</math> el ángulo que forma el eje del pilote con la vertical.</li></ol></li><li>2. Para pilotes prefabricados hincados se deben cumplir los siguientes requisitos:<ol style="list-style-type: none"><li>a) Posición de los pilotes a nivel de la plataforma de trabajo en tierra: <math>e &lt; e_{max} =</math> valor mayor entre el 15% del diámetro equivalente ó 5 cm en agua: de acuerdo con las especificaciones definidas en el proyecto.</li><li>b) Inclinación <math>i &lt; i_{max} = 0,02</math> m/m. para <math>\theta \leq 4^\circ</math> <math>i &lt; i_{max} = 0,04</math> m/m. para <math>\theta &gt; 4^\circ</math> siendo <math>\theta</math> el ángulo que forma el eje del pilote con la vertical</li></ol></li><li>3. Cuando se requieran tolerancias más estrictas que las anteriores, se deben establecer en el Pliego de condiciones del proyecto, y, en cualquier caso, antes del comienzo de los trabajos.</li><li>4. Para la medida de las desviaciones de ejecución se considerará que el centro del pilote es el centro de gravedad de las armaduras longitudinales, o el centro del mayor círculo inscrito en la sección de la cabeza del pilote para los no armados.</li></ol>
---------------------------------------	---

<b>5.4.4 Ensayos de pilotes</b>	1. Los ensayos de pilotes se pueden realizar para: a) estimar los parámetros de cálculo; b) estimar la capacidad portante; c) probar las características resistente-deformacionales en el rango de las acciones especificadas; d) comprobar el cumplimiento de las especificaciones; e) probar la integridad del pilote.
	2. Los ensayos de pilotes pueden consistir en: a) ensayos de carga estática; b) ensayos de carga dinámica, o de alta deformación; c) ensayos de integridad; d) ensayos de control.
	3. Los ensayos de carga estática podrán ser: a) por escalones de carga; b) a velocidad de penetración constante.
	4. Los ensayos de integridad podrán ser: a) ensayos de eco o sónicos por reflexión y por impedancia, o de baja deformación; b) ensayos sónicos por transparencia, o cross-hole sónicos.
	5. Los ensayos de control podrán ser: a) con perforación del hormigón para obtención de testigos; b) con inclinómetros para verificar la verticalidad del pilote.
	6. Conviene que los ensayos de carga estática y dinámica no se efectúen hasta después de un tiempo suficiente, que tenga en cuenta los aumentos de resistencia del material del pilote, así como la evolución de la resistencia de los suelos debida a las presiones intersticiales.
	7. Para edificios de categoría C-3 y C-4, en pilotes prefabricados, se considera necesaria la realización de pruebas dinámicas de hincas contrastadas con pruebas de carga.

### 3.1.3. Elementos de contención

#### 6.4 Condiciones constructivas y de control

##### 6.4.1 Condiciones constructivas

###### 6.4.1.1 Generalidades

1. Los elementos de contención se calcularán en la hipótesis de que el suelo afectado por éstos se halla aproximadamente en el mismo estado en que fue encontrado durante los trabajos de reconocimiento geotécnico. Si el suelo presenta irregularidades no detectadas por dichos reconocimientos o si se altera su estado durante las obras, su comportamiento geotécnico podrá verse alterado. Si en la zona de afección de la estructura de contención aparecen puntos especialmente discordantes con la información utilizada en el proyecto, debe comprobarse y en su caso calcular de nuevo la estructura de contención.

###### 6.4.1.2 Pantallas

###### 6.4.1.2.1 Características generales

1. Para la ejecución de pantallas continuas se consideran aceptables las especificaciones constructivas recogidas en la norma UNE-EN 1538:2011 +A1:2016

	<p>2. Cuando se disponga una pantalla en el perímetro de una excavación, se analizarán con detalle los siguientes aspectos de la obra:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) ejecución de la pantalla;</li><li>b) fases de la excavación;</li><li>c) introducción de los elementos de sujeción o de los anclajes, si los hubiera;</li><li>d) disposición de los elementos de agotamiento, si la excavación se realizase en parte bajo el nivel freático;</li><li>e) sujeción de la pantalla mediante los forjados del edificio;</li><li>f) eliminación de los elementos provisionales de sujeción o de los anclajes, si los hubiera.</li></ul>
	<p>3. Debe atenderse especialmente a evitar que, en alguna fase de la ejecución, puede encontrarse la pantalla en alguna situación no contemplada en el cálculo y que entrañe un mayor riesgo de inestabilidad de la propia pantalla, de edificios u otras estructuras próximas o del fondo de la excavación o esfuerzos en la pantalla o en los elementos de sujeción superiores a aquellos para los que han sido dimensionados.</p>
	<p>4. El diseño de la pantalla debe garantizar que no se producen pérdidas de agua no admisibles a través o por debajo de la estructura de contención así como que no se producen afecciones no admisibles a la situación del agua freática en el entorno.</p>
	<p>5. Los muretes guía tienen por finalidad garantizar el alineamiento de la pantalla hormigonada, guiar los útiles de excavación, evitar cualquier desprendimiento del terreno de la zanja en la zona de fluctuación del fluido de excavación, así como servir de soporte para las jaulas de armadura, elementos prefabricados u otros a introducir en la excavación hasta que endurezca el hormigón. Deben resistir los esfuerzos producidos por la extracción de los encofrados de juntas.</p>
	<p>6. Habitualmente son de hormigón armado y contruidos "in situ". Su profundidad, normalmente comprendida entre medio metro y metro y medio (0,5 y 1,5 m), dependiendo de las condiciones del terreno.</p>
	<p>7. Los muretes guía deben permitir que se respeten las tolerancias especificadas para los paneles de pantalla.</p>
	<p>8. Será recomendable apuntalar los muretes guía hasta la excavación del panel correspondiente.</p>
	<p>9. La distancia entre muretes guía debe ser entre veinte y cincuenta milímetros (20 y 50 mm) superior al espesor de la pantalla proyectada.</p>
	<p>10. En caso de pantallas poligonales o de forma irregular, podrá ser necesario aumentar la distancia entre muretes guía.</p>
	<p>11. Salvo indicación en contrario del Director de Obra, la parte superior de los muretes guía será horizontal, y estará a la misma cota a cada lado de la zanja.</p> <p>Es conveniente que la cara superior del murete guía se encuentre, al menos, 1,5 m sobre la máxima cota prevista del nivel freático.</p>
	<p>12. Las condiciones especiales de puesta en obra del hormigón en cimentaciones especiales, generalmente en perforaciones profundas, bajo agua o fluido estabilizador, y con cuantías de armadura importantes, hacen necesario exigir al material una serie de características específicas que permitan garantizar la calidad del proceso y del producto terminado.</p>
	<p>13. El hormigón a utilizar cumplirá lo establecido en la vigente Instrucción del código estructural</p>



14. El hormigón utilizado debe poseer las siguientes cualidades:
- a) alta capacidad de resistencia a la segregación;
  - b) alta plasticidad y buena compactación;
  - c) buena fluidez;
  - d) capacidad de autocompactación;
  - e) suficiente trabajabilidad durante todo el proceso de puesta en obra.

**6.4.1.2.2 Materias primas**

1. Se consideran válidas las indicaciones dadas para pilotes en el apartado 5.4.1.1.1 de este DB.

**6.4.1.2.3 Dosificación y propiedades del hormigón**

**6.4.1.2.3.1 Dosificación del hormigón**

1. Los hormigones para pantallas deben ajustar su dosificación a lo que se indica a continuación, salvo indicación en contra en el proyecto.
2. El contenido mínimo de cemento, así como la relación agua/cemento respetarán las prescripciones sobre durabilidad indicadas en el capítulo correspondiente del código estructural.
3. En pantallas continuas de hormigón armado, se recomienda que el contenido de cemento sea mayor o igual de trescientos veinticinco kilogramos por metro cúbico (325 kg/m<sup>3</sup>) para hormigón vertido en seco en terrenos sin influencia del nivel freático, o mayor o igual de trescientos setenta y cinco kilogramos por metro cúbico (375 kg/m<sup>3</sup>) para hormigón sumergido.
4. En la tabla 2 se recoge el contenido mínimo de cemento recomendado en función de la dimensión máxima de los áridos (UNE-EN 1538:2011 +A1:2016):
- Tabla 2. Contenido mínimo de cemento
- | Dimensión máxima de los áridos (mm) | Contenido mínimo de cemento (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------------|--|
| 32                                  | 350  |
| 25                                  | 370  |
| 20                                  | 385  |
| 16                                  | 400  |
5. El contenido de partículas de tamaño inferior a ciento veinticinco micras (0,125 mm), incluido el cemento, debe ser igual o inferior a cuatrocientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (450 kg/m<sup>3</sup>) para tamaños máximos de árido inferiores o iguales a 16 milímetros, y cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>) para el resto de los casos.
6. La relación agua/cemento será la adecuada para las condiciones de puesta en obra, y debe ser aprobada explícitamente por el Director de Obra. El valor de la relación agua cemento debe estar comprendido entre cero con cuarenta y cinco (0,45) y cero con seis (0,6).

**6.4.1.2.3.2 Propiedades del hormigón**

1. La resistencia característica mínima del hormigón será la indicada en el proyecto o, en su defecto, por el Director de Obra, y nunca inferior a lo especificado en el código estructural.
2. El hormigón no será atacable por el terreno circundante, o por las aguas que a través de él circulen, debiéndose cumplir la relación agua/cemento y contenido mínimo de cemento especificados en el código estructural para cada tipo de ambiente.
3. La consistencia del hormigón fresco justo antes del hormigonado debe corresponder a un asiento del cono de Abrams entre ciento sesenta milímetros (160 mm) y doscientos veinte milímetros (220 mm). Se recomienda un valor no inferior a ciento ochenta milímetros (180 mm).
4. La docilidad será suficiente para garantizar una continuidad en el hormigonado, y para lograr una adecuada compactación por gravedad.
5. Se ha de asegurar que la docilidad y fluidez se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, discontinuidades en el hormigón o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. Durante 4 horas y, al menos, durante todo el periodo de hormigonado de cada panel, la consistencia del hormigón dispuesto debe mantenerse en un cono de Abrams no inferior a 100 mm.

**6.4.1.2.3.3 Fabricación y transporte**

1. El hormigón debe ser fabricado en central, con un sistema implantado de control de producción, con almacenamiento de materias primas, sistema de dosificación, equipos de amasado, y en su caso, equipos de transporte.
2. Dicha central podrá estar en obra, o ser una central de hormigón preparado. En cualquier caso, la dosificación a utilizar debe contar con los ensayos previos pertinentes, así como con ensayos característicos que hayan puesto de manifiesto que, con los equipos y materiales empleados, se alcanzan las características previstas del hormigón.

**6.4.1.2.4 Puesta en obra**

1. Se procederá al hormigonado cuando la perforación esté limpia y las armaduras se encuentren en la posición prevista en los planos de proyecto.
2. En la tabla 6.6 se recogen las características recomendadas para el lodo tixotrópico.

Parámetro	Caso de uso		
	Lodo fresco	Lodo listo para reemplazo	Lodo antes de hormigonar
Densidad (g/ml)	< 1,10	< 1,20	< 1,15
Viscosidad Marsh (s)	32 a 50	32 a 60	32 a 50
Filtrado (ml)	< 30	< 50	No ha lugar
PH	7 a 11	7 a 12	No ha lugar
Contenido en arena %	No ha lugar	No ha lugar	< 3
Cake (mm)	< 3	< 6	No ha lugar

	<p>3. Durante el hormigonado se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el hormigón rellene la sección completa en toda su longitud, sin vacíos, bolsas de aire o agua, coqueas, etc. Se debe evitar también el lavado y la segregación del hormigón fresco.</p>
	<p>4. Para una correcta colocación del hormigón y para una perfecta adherencia del mismo a las armaduras es conveniente tener una separación mínima entre barras no inferior a cinco veces el diámetro del árido.</p>
	<p>5. El tubo Tremie es el elemento indispensable para el hormigonado de pantallas con procedimiento de hormigón vertido, especialmente en presencia de aguas o lodos de perforación. Dicho tubo es colocado por tramos de varias longitudes para su mejor acoplamiento a la profundidad del elemento a hormigonar, y está provisto de un embudo en su parte superior, y de elementos de sujeción y suspensión.</p>
	<p>6. El tubo Tremie será estanco, de diámetro constante, y cumplirá las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) el diámetro interior será mayor de seis veces (6) el tamaño máximo del árido y en cualquier caso, mayor de ciento cincuenta milímetros (150 mm);</li><li>b) el diámetro exterior no podrá exceder del mínimo de 0,50 veces la anchura de la pantalla y 0,80 veces la anchura interior de la jaula de armaduras de pantallas;</li><li>c) se mantendrá en la parte interior liso y libre de incrustaciones de mortero, hormigón o lechada.</li></ul>
	<p>7. El número de tubos Tremie a utilizar a lo largo de un panel de pantalla debe ser determinado de tal manera que se limite el recorrido horizontal a dos metros y cincuenta centímetros (2,50 m).</p>
	<p>8. Cuando se utilicen varios tubos de hormigonado, será preciso alimentarlos de forma que el hormigón se distribuya de manera uniforme.</p>
	<p>9. Para empezar el hormigonado, el tubo Tremie debe colocarse sobre el fondo de la perforación, y después se levantará de diez a veinte centímetros (10 a 20 cm). Siempre se colocará al inicio del hormigonado un tapón o "pelota" en el tubo Tremie, que evite el lavado del hormigón en la primera colocación.</p>
	<p>10. Durante el hormigonado, el tubo Tremie debe estar siempre inmerso en el hormigón por lo menos tres metros (3 m). En caso de conocerse con precisión el nivel de hormigón, la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m). En caso necesario, y sólo cuando el hormigón llegue cerca de la superficie del suelo, se podrá reducir la profundidad mencionada para facilitar el vertido.</p>
	<p>11. Es conveniente que el hormigonado se lleve a cabo a un ritmo superior a veinticinco metros cúbicos por hora (25 m<sup>3</sup>/h).</p>
	<p>12. El hormigonado debe realizarse sin interrupción, debiendo el hormigón que circula hacerlo dentro de un período de tiempo equivalente al setenta y cinco por ciento (75%) del comienzo de fraguado.</p> <p>Cuando se prevea un período mayor, se utilizarán retardadores de fraguado.</p>
	<p>13. El hormigonado se prolongará hasta que supere la cota superior prevista en proyecto en una magnitud suficiente para que al demolerse el exceso, constituido por un hormigón de mala calidad, el hormigón al nivel de la viga de coronación o de la cara inferior del encepado sea de la calidad adecuada.</p>
	<p>14. Después del hormigonado se rellenarán de hormigón pobre, u otro material adecuado, las excavaciones que hubieran quedado en vacío por encima de la cota superior de hormigonado y hasta el murete guía.</p>

#### 6.4.1.3 Muros

1. La cimentación de los muros se efectuará tomando en consideración las recomendaciones constructivas definidas en los capítulos 4 y 5.

	2. La excavación debe efectuarse con sumo cuidado para que la alteración de las características geotécnicas del suelo sea la mínima posible.
	3. Las excavaciones provisionales o definitivas deben hacerse de modo que se evite todo deslizamiento de las tierras. Esto es especialmente importante en el caso de muros ejecutados por bataches.
	4. En el caso de suelos permeables que requieran agotamiento del agua para realizar las excavaciones, el agotamiento se mantendrá durante toda la duración de los trabajos.
	5. El agotamiento debe realizarse de tal forma que no comprometa la estabilidad de los taludes o de las obras vecinas.
	6. Las juntas de hormigonado y los procesos de hormigonado, vibrado y curado se efectuarán con los criterios definidos en el código estructural.

#### 6.4.2 Control de calidad

<b>6.4.2.1 Generalidades</b>	1. Los elementos de contención de hormigón cumplirán los condicionantes definidos en este DB y en el código estructural.
	2. Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar el buen estado de los elementos de contención.
	3. En el caso de presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial se tomarán las oportunas medidas. No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones si no se han tenido en cuenta en el proyecto. En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua.
	4. En caso de observarse movimientos excesivos, debe procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno.
	5. Las cargas a las que se sometan las estructuras de contención, no serán superiores a las especificadas en el proyecto.
	6. Son de aplicación las comprobaciones a realizar sobre el terreno, sobre los materiales de construcción, durante la ejecución y las comprobaciones finales indicadas en los apartados 4.6.2 al 4.6.5.

<b>6.4.2.2 Pantallas</b>	1. Se debe controlar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantienen durante todo el proceso de hormigonado efectuando ensayos de consistencia sobre muestras de hormigón fresco para definir su evolución en función del tiempo. Este control tiene especial importancia en caso de emplear aditivos superplastificantes.
--------------------------	---

<b>6.4.2.3 Muros</b>	1. Es especialmente importante controlar las características de los elementos de impermeabilización y del material de relleno del trasdós.
----------------------	--

### 3.1.4. Acondicionamiento del terreno

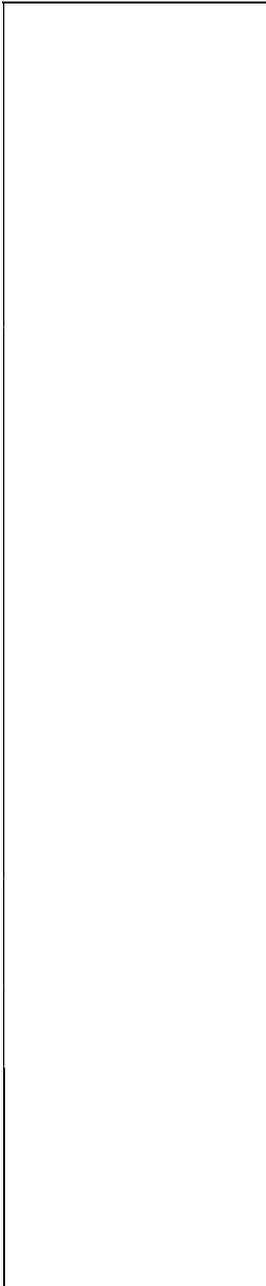
7.2 Excavaciones	
<b>7.2.4 Control de movimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Será preceptivo el seguimiento de movimientos en fondo y entorno de la excavación, utilizando una adecuada instrumentación si:<ol style="list-style-type: none"><li>a. no es posible descartar la presencia de estados límite de servicio en base al cálculo o a medidas prescriptivas;</li><li>b. las hipótesis de cálculo no se basan en datos fiables.</li></ol></li></ol>
	<ol style="list-style-type: none"><li>2. Este seguimiento debe planificarse de modo que permita establecer:<ol style="list-style-type: none"><li>c. la evolución de presiones intersticiales en el terreno con objeto de poder deducir las presiones efectivas que se van desarrollando en el mismo;</li><li>d. movimientos verticales y horizontales en el terreno para poder definir el desarrollo de deformaciones;</li><li>e. en el caso de producirse deslizamiento, la localización de la superficie límite para su análisis retrospectivo, del que resulten los parámetros de resistencia utilizables para el proyecto de las medidas necesarias de estabilización;</li><li>f. el desarrollo de movimientos en el tiempo, para alertar de la necesidad de adoptar medidas urgentes de estabilización.</li></ol></li></ol>

7.3 Rellenos	
<b>7.3.3 Procedimientos de colocación y compactación del relleno</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se establecerán los procedimientos de colocación y compactación del relleno para cada zona o tongada de relleno en función de su objeto y comportamiento previstos.</li><li>2. Los procedimientos de colocación y compactación del relleno deben asegurar su estabilidad en todo momento evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.</li><li>3. El proceso de compactación se definirá en función de la compacidad a conseguir y de los siguientes factores:<ol style="list-style-type: none"><li>i) naturaleza del material;</li><li>ii) método de colocación;</li><li>iii) contenido de humedad natural y sus posibles variaciones;</li><li>iv) espesores inicial y final de tongada;</li><li>v) temperatura ambiente y posibles precipitaciones;</li><li>vi) uniformidad de compactación;</li><li>vii) naturaleza del subsuelo;</li><li>viii) existencia de construcciones adyacentes al relleno.</li></ol></li><li>4. El relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones.</li></ol>

	<p>5. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.</p>
<b>7.3.4 Control del relleno</b>	<p>1. El control de un relleno debe asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compacidad obedece a lo especificado en el Pliego de Condiciones de proyecto.</p>
	<p>2. Habitualmente, el grado de compacidad se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor.</p>
	<p>3. En escolleras o en rellenos que contengan una proporción alta de tamaños gruesos no son aplicables los ensayos Proctor. En este caso se comprobará la compacidad por métodos de campo, tales como definir el proceso de compactación a seguir en un relleno de prueba, comprobar el asentamiento de una pasada adicional del equipo de compactación, realización de ensayos de carga con placa o el empleo de métodos sísmicos o dinámicos.</p>
	<p>4. La sobre-compactación puede producir efectos no deseables tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i) altas presiones de contacto sobre estructuras enterradas o de contención;</li><li>ii) modificación significativa de la granulometría en materiales blandos o quebradizos.</li></ul>

<b>7.4 Gestión del agua</b>	
<b>7.4.2 Generalidades</b>	<p>1. A efectos de este DB se entenderá por gestión del agua el control del agua freática (agotamientos o rebajamientos) y el análisis de las posibles inestabilidades de las estructuras enterradas en el terreno por roturas hidráulicas (subpresión, sifonamiento, erosión interna o tubificación).</p>
<b>7.4.2 Agotamientos y rebajamientos del agua freática</b>	<p>1. Cualquier esquema de agotamiento del agua del terreno o de reducción de sus presiones debe necesariamente basarse en los resultados de un estudio previo geotécnico e hidrogeológico.</p>
	<p>2. Para permeabilidad decreciente del terreno la remoción del agua se hará:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i) por gravedad;</li><li>ii) por aplicación de vacío;</li><li>iii) por electroósmosis.</li></ul>
	<p>3. En condiciones en que la remoción del agua en el solar genere una subsidencia inaceptable en el entorno, el esquema de agotamiento podrá ir acompañado de un sistema de recarga de agua a cierta distancia de la excavación.</p>

	<p>4. El esquema de achique debe satisfacer, según proceda, las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i) en excavaciones, el efecto del rebajamiento debe evitar inestabilidades, tanto en taludes como en el fondo de la excavación, como por ejemplo las debidas a presiones intersticiales excesivas en un estrato confinado por otro de inferior permeabilidad;</li><li>ii) el esquema de achique no debe promover asientos inaceptables en obras o servicios vecinos, ni interferir indebidamente con esquemas vecinos de explotación del agua freática;</li><li>iii) el esquema de achique debe impedir las pérdidas de suelo en el trasdós o en la base de la excavación. Deben emplearse al efecto filtros o geocompuestos adecuados que aseguren que el agua achicada no transporta un volumen significativo de finos;</li><li>iv) el agua achicada debe eliminarse sin que afecte negativamente al entorno;</li><li>v) la explotación del esquema de achique debe asegurar los niveles freáticos y presiones intersticiales previstos en el proyecto, sin fluctuaciones significativas;</li><li>vi) deben existir suficientes equipos de repuesto para garantizar la continuidad del achique;</li><li>vii) el impacto ambiental en el entorno debe ser permisible;</li><li>viii) en el proyecto se debe prever un seguimiento para controlar el desarrollo de niveles freáticos, presiones intersticiales y movimientos del terreno y comprobar que no son lesivos al entorno;</li><li>ix) en caso de achiques de larga duración además debe comprobarse el correcto funcionamiento de los elementos de aspiración y los filtros para evitar perturbaciones por corrosión o depósitos indeseables.</li></ul>
<p><b>7.4.3 Roturas hidráulicas</b></p>	<p>1. Se considerarán, según proceda, los siguientes tipos posibles de roturas hidráulicas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o roturas por subpresión de una estructura enterrada o un estrato del subsuelo cuando la presión intersticial supera la sobrecarga media total;</li><li>o rotura por levantamiento del fondo de una excavación del terreno del borde de apoyo de una estructura, por excesivo desarrollo de fuerzas de filtración que pueden llegar a anular la presión efectiva pudiendo iniciarse el sifonamiento;</li><li>o rotura por erosión interna que representa el mecanismo de arrastre de partículas del suelo en el seno de un estrato, o en el contacto de dos estratos de diferente granulometría, o de un contacto terreno-estructura;</li><li>o rotura por tubificación, en la que se termina constituyendo, por erosión remontante a partir de una superficie libre, una tubería o túnel en el terreno, con remoción de apreciables volúmenes de suelo y a través de cuyo conducto se producen flujos importantes de agua.</li></ul> <p>2. Para evitar estos fenómenos se deben adoptar las medidas necesarias encaminadas a reducir los gradientes de filtración del agua.</p>



<p>3. Las medidas de reducción de gradientes de filtración del agua consistirán, según proceda en:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ incrementar, por medio de tapices impermeables, la longitud del camino de filtración del agua;</li><li>○ filtros de protección que impidan la pérdida al exterior de los finos del terreno;</li><li>○ pozos de alivio para reducir sub-presiones en el seno del terreno.</li></ul>
<p>4. Para verificar la resistencia a la subpresión se aplicará la expresión (2.1) siendo:</p> $E_{d,dst} = G_{d,dst} + Q_{d,dst} \quad (7.1)$ $E_{d,stab} = G_{d,stab} \quad (7.2)$ <p>Donde:</p> <p><math>E_{d,dst}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras</p> <p><math>E_{d,stab}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras</p> <p><math>G_{d,dst}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones permanentes desestabilizadoras</p> <p><math>Q_{d,dst}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones variables desestabilizadoras</p> <p><math>G_{d,stab}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones permanentes estabilizadoras</p>
<p>5. Los valores de cálculo <math>G_{d,dst}</math> y <math>Q_{d,dst}</math> se obtendrán aplicando unos coeficientes de mayoración de 1 y 1,5 a los valores característicos de las acciones permanentes y variables desestabilizadoras, respectivamente.</p>
<p>6. El valor <math>G_{d,stab}</math> se obtendrá aplicando un coeficiente de minoración de 0,9 al valor característico de las acciones permanentes estabilizadoras.</p>
<p>7. En el caso de intervenir en la estabilidad a la subpresión, la resistencia al esfuerzo cortante del terreno se aplicarán los siguientes coeficientes de seguridad parciales <math>\gamma_M</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- para la resistencia drenada al esfuerzo cortante, <math>\gamma_M = \gamma_c = \gamma_\phi = 1,25</math></li><li>- para la resistencia sin drenaje al esfuerzo cortante, <math>\gamma_M = \gamma_{cu} = 1,40</math></li></ul>

### 3.1.5. Mejora o refuerzo del terreno

<b>8.1 Generalidades</b>	<p>➤ A efectos de este DB se entenderá por mejora o refuerzo del terreno el incremento de sus propiedades resistentes o de rigidez para poder apoyar sobre él adecuadamente cimentaciones, viales o servicios.</p>
<b>8.2 Condiciones iniciales del terreno</b>	<p>➤ Antes de decidir o implementar cualquier tipo de mejora o refuerzo del terreno deben establecerse, adecuadamente, las condiciones iniciales del terreno mediante el oportuno estudio geotécnico.</p>
<b>8.3 Elección del procedimiento de mejora o refuerzo del terreno</b>	<p>➤ La mejora o refuerzo del terreno podrá hacerse mediante su mezcla con aglomerantes hidráulicos, sustitución, precarga, compactación dinámica, vibro-flotación, inyección, inyección de alta presión (jet grouting), u otros procedimientos que garanticen un incremento adecuado de sus propiedades.</p>
	<p>➤ Para elegir el proceso más adecuado de mejora o refuerzo del terreno deben tomarse en consideración, según proceda, los siguientes factores:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. espesor y propiedades del suelo o relleno a mejorar;</li><li>2. presiones intersticiales en los diferentes estratos;</li><li>3. naturaleza, tamaño y posición de la estructura a apoyar en el terreno;</li><li>4. prevención de daños a las obras o servicios adyacentes;</li><li>5. mejora provisional o permanente del terreno;</li><li>6. en términos de las deformaciones previsibles, la relación entre el método de mejora del terreno y la secuencia constructiva;</li><li>7. los efectos en el entorno, incluso la posible contaminación por sustancias tóxicas (en el caso en que éstas se introdujeran en el terreno en el proceso de mejora) o las modificaciones en el nivel freático;</li><li>8. la degradación de los materiales a largo plazo (por ejemplo en el caso de inyecciones de materiales inestables).</li></ol>
<b>8.4 Condiciones constructivas y de control</b>	<p>➤ En el proyecto se establecerán las especificaciones de los materiales a emplear, las propiedades del terreno tras su mejora y las condiciones constructivas y de control.</p> <p>➤ Los criterios de aceptación, fijados en el proyecto para el método que pueda adoptarse de mejora del terreno, consistirán en unos valores mínimos de determinadas propiedades del terreno tras su mejora.</p> <p>➤ La consecución de estos valores o de valores superiores a los mínimos, tras el proceso de mejora, debe ser adecuadamente contrastada.</p>

### 3.1.6. Anclajes al terreno

#### 9.4 Condiciones constructivas y de control

- Para la ejecución de los anclajes así como para la realización de ensayos de control mencionados en 9.1.5 y su supervisión, se consideran válidas las especificaciones contenidas en la norma UNE EN 1537:2015.

### 3.1.7. Gestión del agua

#### 7.4.2 Generalidades

1. A efectos de este DB se entenderá por gestión del agua el control del agua freática (agotamientos o rebajamientos) y el análisis de las posibles inestabilidades de las estructuras enterradas en el terreno por roturas hidráulicas (subpresión, sifonamiento, erosión interna o tubificación).

#### 7.4.2 Agotamientos y rebajamientos del agua freática

1. Cualquier esquema de agotamiento del agua del terreno o de reducción de sus presiones debe necesariamente basarse en los resultados de un estudio previo geotécnico e hidrogeológico.

2. Para permeabilidad decreciente del terreno la remoción del agua se hará:

- a) por gravedad;
- b) por aplicación de vacío;
- c) por electroósmosis.

3. En condiciones en que la remoción del agua en el solar genere una subsidencia inaceptable en el entorno, el esquema de agotamiento podrá ir acompañado de un sistema de recarga de agua a cierta distancia de la excavación.

	<p>4. El esquema de achique debe satisfacer, según proceda, las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) en excavaciones, el efecto del rebajamiento debe evitar inestabilidades, tanto en taludes como en el fondo de la excavación, como por ejemplo las debidas a presiones intersticiales excesivas en un estrato confinado por otro de inferior permeabilidad;</li><li>b) el esquema de achique no debe promover asentamientos inaceptables en obras o servicios vecinos, ni interferir indebidamente con esquemas vecinos de explotación del agua freática;</li><li>c) el esquema de achique debe impedir las pérdidas de suelo en el trasdós o en la base de la excavación. Deben emplearse al efecto filtros o geocompuestos adecuados que aseguren que el agua achicada no transporta un volumen significativo de finos;</li><li>d) el agua achicada debe eliminarse sin que afecte negativamente al entorno;</li><li>e) la explotación del esquema de achique debe asegurar los niveles freáticos y presiones intersticiales previstos en el proyecto, sin fluctuaciones significativas;</li><li>f) deben existir suficientes equipos de repuesto para garantizar la continuidad del achique;</li><li>g) el impacto ambiental en el entorno debe ser permisible;</li><li>h) en el proyecto se debe prever un seguimiento para controlar el desarrollo de niveles freáticos, presiones intersticiales y movimientos del terreno y comprobar que no son lesivos al entorno;</li><li>i) en caso de achiques de larga duración además debe comprobarse el correcto funcionamiento de los elementos de aspiración y los filtros para evitar perturbaciones por corrosión o depósitos indeseables.</li></ul>
--	--

<p><b>7.4.3 Roturas hidráulicas</b></p>	<p>1. Se considerarán, según proceda, los siguientes tipos posibles de roturas hidráulicas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) roturas por subpresión de una estructura enterrada o un estrato del subsuelo cuando la presión intersticial supera la sobrecarga media total;</li><li>b) rotura por levantamiento del fondo de una excavación del terreno del borde de apoyo de una estructura, por excesivo desarrollo de fuerzas de filtración que pueden llegar a anular la presión efectiva pudiendo iniciarse el sifonamiento;</li><li>c) rotura por erosión interna que representa el mecanismo de arrastre de partículas del suelo en el seno de un estrato, o en el contacto de dos estratos de diferente granulometría, o de un contacto terreno-estructura;</li><li>d) rotura por tubificación, en la que se termina constituyendo, por erosión remontante a partir de una superficie libre, una tubería o túnel en el terreno, con remoción de apreciables volúmenes de suelo y a través de cuyo conducto se producen flujos importantes de agua.</li></ul>
	<p>2. Para evitar estos fenómenos se deben adoptar las medidas necesarias encaminadas a reducir los gradientes de filtración del agua.</p> <p>3. Las medidas de reducción de gradientes de filtración del agua consistirán, según proceda en:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>e) incrementar, por medio de tapices impermeables, la longitud del camino de filtración del agua;</li><li>f) filtros de protección que impidan la pérdida al exterior de los finos del terreno;</li><li>g) pozos de alivio para reducir sub-presiones en el seno del terreno.</li></ul>

4. Para verificar la resistencia a la subpresión se aplicará la expresión (2.1) siendo:

$$E_{d,dst} = G_{d,dst} + Q_{d,dst} \quad (7.1)$$

$$E_{d,stab} = G_{d,stab} \quad (7.2)$$

Donde:  $E_{d,dst}$  es el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

$E_{d,stab}$  es el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

$G_{d,dst}$  es el valor de cálculo del efecto de las acciones permanentes desestabilizadoras

$Q_{d,dst}$  es el valor de cálculo del efecto de las acciones variables desestabilizadoras

$G_{d,stab}$  es el valor de cálculo del efecto de las acciones permanentes estabilizadoras

5. Los valores de cálculo  $G_{d,dst}$  y  $Q_{d,dst}$  se obtendrán aplicando unos coeficientes de mayoración de 1 y 1,5 a los valores característicos de las acciones permanentes y variables desestabilizadoras, respectivamente.

6. El valor  $G_{d,stab}$  se obtendrá aplicando un coeficiente de minoración de 0,9 al valor característico de las acciones permanentes estabilizadoras.

7. En el caso de intervenir en la estabilidad a la subpresión, la resistencia al esfuerzo cortante del terreno se aplicarán los siguientes coeficientes de seguridad parciales  $\gamma_M$ :

a) para la resistencia drenada al esfuerzo cortante,  $\gamma_M = \gamma_c = \gamma_\phi = 1,25$

b) para la resistencia sin drenaje al esfuerzo cortante,  $\gamma_M = \gamma_{cu} = 1,40$

### 3.1.8. Anejo G. Normas de referencia

#### Normativa UNE

UNE 22 381:1993 Control de vibraciones producidas por voladuras.
UNE 22 950-1:1990 Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 1: Resistencia a la compresión uniaxial.
UNE 22 950-2:1990 Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 2: Resistencia a tracción. Determinación indirecta (ensayo brasileño).
UNE 80 303-1:2017 Cementos con características adicionales. Parte 1: Cementos resistentes a los sulfatos.
UNE 80 303-2:2017 Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.
UNE-EN 197-1:2000/A1:2005 80 303-3:2001 Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
UNE-EN ISO 17892-4:2019 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica. (ISO 17892-4:2016).
UNE-EN ISO 17892-12:2019 Determinación del límite líquido y del límite plástico
UNE 103 108:1996 Determinación de las características de retracción de un suelo.
UNE 103 200:2021 Determinación del contenido de carbonatos en los suelos.
UNE 103 202:2019 Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
UNE 103 204: 2019 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
UNE-EN ISO 17892-1:2015 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
UNE 103 301:1994 Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática.
UNE-EN ISO 17892-3:2018 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
UNE-EN ISO 17892-7:2019 Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo.
UNE-EN ISO 17892-10:2019 Determinación de los parámetros de resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo.
UNE-EN ISO 17892-8:2019 Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo triaxial.
UNE-EN ISO 17892-2:2019 Geotecnia. Ensayo de consolidación unidimensional de un suelo en edómetro.
UNE 103 500:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor normal.
UNE 103 501:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
UNE 103 600:1996 Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe.
UNE 103 601:1996 Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
UNE 103 602:1996 Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro.

	UNE-EN ISO 22476-3:2006 Geotecnia. Ensayos in situ. Ensayo de penetración estándar (SPT).
	UNE-EN ISO 22476-2:2008 Prueba de penetración dinámica .
	UNE-EN ISO 22476-12:2010 Geotecnia. Procedimiento internacional de referencia para el ensayo de penetración con el cono (CPT).
	UNE EN 1536:2011+A1:2016 Ejecución de trabajos especiales de geotecnia. Pilotes perforados.
	UNE EN 1 537:2015 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Anclajes.
	UNE EN 1 538:2011+A1:2016 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla.

#### Normativa ASTM

ASTM : G57-78 (G57-95a) Standard Test Method for field measurement of soil resistivity using the Wenner Four-Electrode Method.

ASTM : D 4428/D4428M-00 Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.

#### Normativa NLT

NLT 225:1999 Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua.

NLT 254:1999 Ensayo de colapso en suelos.

NLT 251:1996 Determinación de la durabilidad al desmoronamiento de rocas blandas.

### 3.2. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y ACERO ESTRUCTURAL SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL (CodE)

#### 3.2.1. Capítulo 4. Bases generales para la ejecución de las estructuras

<b>Artículo 14.3</b> <b>Nivel de control y clases de ejecución</b>	<p>El pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto incluirá la identificación del nivel de control de ejecución en el caso de estructuras de hormigón, y de las clases de ejecución que serán aplicables a cada elemento en el caso de estructuras de acero necesarias para garantizar el nivel adecuado de seguridad.</p> <p>Una estructura de acero puede incluir elementos de distinta clase. En dicho caso, debe procederse a agrupar los elementos por clases al objeto de simplificar la especificación de los criterios requeridos, la gestión de su comprobación y la valoración de su ejecución y control.</p> <p>De acuerdo con los índices de fiabilidad adoptados en el apartado 5.2.1 del Código, debe cumplirse una clase de fiabilidad RC2. Por ello, el nivel de inspección durante la ejecución según el apartado B5 del Anejo 18 debe ser, al menos, el IL2, lo que conlleva a que:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-En los elementos de hormigón, un control de ejecución intenso o normal (según el apartado 22.4.1), y</li><li>- En los elementos de acero, un control de ejecución intenso o normal, en función de la clase de ejecución, que deberá ser 2, 3 o 4 (según el apartado 91.2) (tabla 14.3.1).</li></ul> <p>Tabla 14.3.1 Relación entre niveles de control y clases de ejecución</p> <table border="1" data-bbox="542 846 1021 981"><thead><tr><th>Nivel de control de ejecución, según este Código</th><th>Clase de ejecución para los elementos de acero (conforme al apartado 91.2)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Intenso.</td><td>Clase 3 o 4.</td></tr><tr><td>Normal.</td><td>Clase 2.</td></tr></tbody></table> <p>Salvo indicación en contra de la reglamentación específica que le sea aplicable, en el caso de puentes, la clase de ejecución será:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Para los elementos de hormigón, control de ejecución intenso, y</li><li>-Para los elementos de acero estructural, clase 3 o 4</li></ul>	Nivel de control de ejecución, según este Código	Clase de ejecución para los elementos de acero (conforme al apartado 91.2)	Intenso.	Clase 3 o 4.	Normal.	Clase 2.
Nivel de control de ejecución, según este Código	Clase de ejecución para los elementos de acero (conforme al apartado 91.2)						
Intenso.	Clase 3 o 4.						
Normal.	Clase 2.						

### 3.2.2. Capítulo 5. Bases generales para la calidad de las estructuras

**Artículo 17. Criterios generales para la gestión de la calidad de las estructuras**

Las estructuras deberán presentar para su recepción una calidad conforme con los criterios y especificaciones definidos en su proyecto, de forma que pueda asumirse el cumplimiento, con una garantía suficiente, de los requisitos exigibles a la estructura en su proyecto.

La dirección facultativa en representación de la propiedad, deberá asumir desde su ámbito competencial dicho cumplimiento para la aceptación de la estructura, cuando así se derive de la aplicación de un sistema de gestión de la calidad de acuerdo con los criterios establecidos en este Código.

La garantía de la calidad de dicha estructura será responsabilidad del constructor. Para ello, el constructor de una estructura dispondrá de un sistema de aseguramiento de la calidad propio que incluya las evidencias necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos del control e inspección establecidos en el correspondiente proyecto de ejecución y en este Código Estructural. Este sistema de aseguramiento de la calidad aplicado al proyecto en sí, se describirá en el denominado procedimiento de autocontrol del constructor.

La dirección facultativa, en representación de la propiedad, deberá velar porque se efectúen las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura en relación con los requisitos básicos para los que ha sido concebida y proyectada.

Cuando la propiedad decida la realización de un control del proyecto de la estructura, podrá comprobar su conformidad de acuerdo con lo indicado en la tabla 17.1.

La conformidad de la estructura precisará también de la realización de los controles efectuados durante su ejecución que se señalan en la tabla 17.1.

Tabla 17.1 Definición de tipos de conformidad

Tipo de conformidad	Artículos y capítulos del Código Estructural de aplicación a:		
	Estructuras de hormigón	Estructuras de acero	Estructuras mixtas hormigón-acero
Control del proyecto.	Artículo 20 + capítulo 12.	Artículo 20 + capítulo 22.	Artículo 20 + capítulo 32.
Control de la conformidad de los productos.	Artículo 21 + capítulo 13.	Artículo 21 + capítulo 23.	Artículo 21 + capítulo 33.
Control de la ejecución de la estructura.	Artículo 22 + capítulo 14.	Artículo 22 + capítulo 24.	Artículo 22 + capítulo 34.
Control de la estructura terminada.	Artículo 23.	Artículo 23.	Artículo 23.

La propiedad, en función de las características de la estructura, establecerá la sistemática general para conseguir la garantía suficiente en la comprobación de la conformidad de los productos y procesos incluidos en este Código, para lo que podrá optar por una de las siguientes alternativas:

- a) un control basado en una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo por un laboratorio o entidad de control independiente que desarrolle su actividad para la dirección facultativa, o
- b) un control basado en una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo directamente por el constructor, combinado con un control externo del anterior llevado a cabo por la dirección facultativa, asistida o no por laboratorios o entidades de control independientes.

No obstante, la dirección facultativa podrá también optar, por otras alternativas de control siempre que demuestre, bajo su supervisión y responsabilidad, que son equivalentes a las establecidas en este código.

Las decisiones que se deriven del control se orientaran a garantizar el buen funcionamiento y seguridad de la estructura durante el periodo de vida útil definido en el proyecto.

Siempre que la legislación aplicable lo permita, el coste del control de calidad efectuado por la dirección facultativa y estimado en el plan de control deberá considerarse de forma independiente en el presupuesto de cualquiera de las actuaciones referentes a la obra y será retribuido directamente por la propiedad y no por la empresa constructora.

En cualquier caso, los agentes responsables del control deberán estar en disposición de demostrar su capacidad para realizar las labores de control establecidas, de acuerdo con lo contemplado al efecto en la normativa vigente que sea aplicable.

<p><b>Artículo 17.2</b></p> <p><b>Agentes control calidad</b></p> <p><b>del de</b></p>	<p>17.2.1 Dirección facultativa.</p> <p>La dirección facultativa, en uso de sus atribuciones y actuando en nombre de la propiedad, tendrá las siguientes obligaciones y responsabilidades respecto al control:</p> <p>Aprobar un programa de control de calidad para la obra, que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto y velar por el desarrollo y validar las actividades de control en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-control de recepción de los productos que se coloquen en la obra conforme al programa de control,</li><li>-control de los productos una vez recepcionados hasta su colocación,</li><li>-control de la ejecución, y en su caso, control de recepción de otros productos que lleguen a la obra para ser transformados en las instalaciones propias de la misma.</li></ul> <p>Recopilar y archivar la documentación del control realizado.</p> <p>La dirección facultativa podrá requerir también cualquier justificación adicional de la conformidad de los productos empleados en cualquier instalación industrial que suministre productos a la obra. Asimismo, podrá decidir la realización de comprobaciones, tomas de muestras, ensayos o inspecciones sobre dichos productos antes de ser transformados o durante su transformación.</p> <p>En el ámbito de la edificación, de acuerdo con el Artículo 13 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, estas serán obligaciones del director de la ejecución.</p> <p>17.2.2 Laboratorios y entidades de control de calidad.</p> <p>La propiedad encomendará la realización de los ensayos de control a un laboratorio que sea conforme a lo establecido en el apartado 17.2.2.1. Asimismo, podrá encomendar a entidades de control de calidad otras actividades de asistencia técnica relativas al control de proyecto, de los productos o de los procesos de ejecución empleados en la obra, de conformidad con lo indicado en 17.2.2.2. En su caso, la toma de muestras podrá ser encomendada a cualquiera de los agentes a los que se refiere este apartado siempre que disponga de la correspondiente acreditación, salvo que esta no sea exigible de acuerdo con la reglamentación específica aplicable.</p> <p>Los laboratorios y entidades de control de calidad deberán poder demostrar su independencia respecto al resto de los agentes involucrados en la obra. Previamente al inicio de la misma, entregarán a la propiedad una declaración, firmada por persona física, que avale la referida independencia y que deberá ser incorporada por la dirección facultativa a la documentación final de la obra.</p>
--	--

**Artículo 18**  
**Conformidad de los productos**

La ejecución de la estructura se llevará a cabo según el proyecto y las modificaciones autorizadas y documentadas por la dirección facultativa. Durante la ejecución se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras reglamentaciones, la documentación a la que hace referencia el Anejo 4 del Código.

En todas las actividades ligadas al control de recepción, podrá estar presente un representante del agente responsable de la actividad o producto controlado (autor del proyecto, suministrador de hormigón, suministrador de las armaduras elaboradas, suministrador de los elementos prefabricados, constructor, etc.). En el caso de la toma de muestras, cada representante se quedará con copia del acta correspondiente. Cuando se produzca cualquier incidencia en la recepción derivada de resultados de ensayo no conformes, el suministrador y en su caso, el constructor, tendrá derecho a recibir una copia del correspondiente informe del laboratorio y que deberá ser facilitada por la dirección facultativa.

La conformidad de los productos y de los procesos de ejecución respecto a las exigencias básicas definidas por el Código Estructural, requiere que satisfagan con un nivel de garantía suficiente un conjunto de especificaciones.

De forma voluntaria, los productos y los procesos pueden disponer de las garantías necesarias para que se cumplan los requisitos mínimos contemplados en este Código, mediante la incorporación de sistemas (como por ejemplo, los distintivos de calidad) que avalen, a través de las correspondientes auditorías, inspecciones y ensayos, que sus sistemas de calidad y sus controles de producción, cumplen las exigencias requeridas para la concesión de tales sistemas. Dichos sistemas deberán ser coherentes con las consideraciones especiales contempladas en este Código, con el fin de que el índice de fiabilidad de la estructura sea al menos el mismo, independientemente de los materiales que utilice.

A los efectos del Código Estructural, dichas garantías pueden demostrarse por cualquiera de los siguientes procedimientos:

- a) mediante la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) concedido a un organismo de certificación acreditado conforme al Reglamento (CE) N.º 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio,
- b) en el caso de productos fabricados en la propia obra o de procesos ejecutados en la misma, mediante un sistema equivalente validado y supervisado bajo la responsabilidad de la dirección facultativa, que asegure que el índice de fiabilidad de la estructura es al menos el mismo.

Este Código contempla la aplicación de ciertas consideraciones especiales en la recepción para aquellos productos y procesos que presenten las garantías necesarias para su cumplimiento mediante cualquiera de los dos procedimientos mencionados en el párrafo anterior.

El control de recepción tendrá en cuenta las garantías asociadas a la posesión de un distintivo, siempre que este cumpla unas determinadas condiciones. Así, tanto en el caso de los procesos de ejecución, como en el de los productos que no requieran el marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, este Código permite aplicar unas consideraciones especiales en su recepción, cuando ostenten un distintivo de calidad de carácter voluntario que esté oficialmente reconocido por la Subdirección General de Normativa y Estudios Técnicos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana u otro órgano directivo con competencias en el ámbito de la edificación o de la obra pública y perteneciente a la Administración Pública de cualquier Estado miembro de la Unión Europea, de Turquía o de cualquiera de los Estados firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo.

**Artículo 19. Plan y programa de control**

En el plan de control de calidad del proyecto de ejecución de una obra se incluirá el plan de control de la estructura, indicando las comprobaciones y ensayos que se consideren oportunos. Así mismo se deberá valorar el coste total del control de calidad de la estructura.

Antes de iniciar las actividades de control en la obra, la dirección facultativa aprobará un programa de control, preparado por el constructor de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, y que tenga en cuenta el cronograma o plan de obra del constructor y su procedimiento de autocontrol. El programa de control contemplará, al menos, los siguientes aspectos:

- a) la identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad;
- b) la previsión de medios materiales y humanos destinados al control con identificación, en su caso, de las actividades a subcontratar;
- c) la programación del control, en función del procedimiento de autocontrol del constructor y del cronograma de obra previsto para la ejecución por el mismo;
- d) la designación del responsable encargado de la toma de muestras, así como el procedimiento para la toma de estas muestras: lotificación según plan de ensayos, realización de probetas según normativa contemplada en este Código, conservación de las muestras (en obra hasta su traslado a laboratorio); y
- e) el sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.

Dicho programa de control podrá constituir un documento independiente o estar incluido en otro documento (por ejemplo, en el esquema director de la calidad, en el caso de obras de puentes de carretera).

**Artículo 21,  
Control de  
conformidad de  
los productos**

El control de recepción de los productos tiene por objeto comprobar que sus características técnicas y prestaciones cumplen con lo exigido en el proyecto y, en su defecto, con el Código.

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán evaluarse de conformidad con la norma armonizada que le sea de aplicación, de las recogidas en las Resoluciones que periódicamente emite el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el período de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de construcción. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto según lo especificado en la norma armonizada y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda transmitir estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías.

El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto que está recepcionando es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 del Código Estructural, teniendo en cuenta que el marcado CE no garantiza su idoneidad para un uso concreto, y una vez validado el control de recepción, será la responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. Se verificará que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones indicadas en el proyecto y, en su defecto, en este Código.

Tanto el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su caso, el plan de control del proyecto como el programa de control de la obra podrán disponer la realización de comprobaciones o ensayos sobre las partidas o remesas de los productos suministrados a la obra o sobre los que se utilicen para la fabricación de los mismos. Dichos ensayos y comprobaciones se podrán realizar igualmente cuando así lo estime, en el uso de sus atribuciones, la dirección facultativa.

En otros casos, el control de recepción de los productos comprenderá:

- a) el control de la documentación de los suministros que llegan a la obra, de acuerdo con lo indicado en este Código, y
- b) en su caso, el control mediante ensayos, conforme con los Capítulos 13, 23 y 33 del Código Estructural.

La dirección facultativa podrá considerar las garantías adicionales aportadas, en su caso, por distintivos de calidad oficialmente reconocidos, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural.

**21.1 Control documental de los suministros.**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los trasladará a la dirección facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Sin perjuicio de lo establecido adicionalmente para cada producto en otros artículos del Código Estructural, se facilitarán, al menos, los siguientes documentos que se detallan en el Anejo 4:

a) antes del suministro:

– los documentos de conformidad, declaración responsable del fabricante o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida cuando proceda la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, de acuerdo al Reglamento (UE) N.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, según el artículo 21.1.1 del código.

– en su caso, certificado de inspección de la central suministradora del hormigón preparado, según proceda, en función de lo establecido en la reglamentación industrial vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

– en su caso, declaración del suministrador firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que conste que, en la fecha de la misma, el producto está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, y fotocopia del mismo,

b) durante el suministro:

– las hojas de suministro de cada partida o remesa,

c) después del suministro:

– el certificado final de suministro del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

	<p><b>21.2 Control de recepción mediante ensayos.</b></p> <p>Para verificar el cumplimiento de las exigencias del Código Estructural puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos sobre algunos productos, según lo establecido en este Código o bien, según lo especificado en el proyecto u ordenado por la dirección facultativa.</p> <p>En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como la de realización de los ensayos.</p> <p>Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la dirección facultativa.</p>
--	---

<p><b>Artículo 22. Control de conformidad del proceso de ejecución</b></p>	<p>El control de la ejecución, establecido como preceptivo por el Código Estructural, tiene por objeto comprobar que los procesos realizados durante la construcción de la estructura, se organizan y desarrollan de forma que la dirección facultativa pueda asumir su conformidad respecto al proyecto, de acuerdo con lo indicado en este Código.</p> <p>Durante la construcción de la estructura, la dirección facultativa controlará la ejecución de cada parte de la misma, bien directamente o a través de una entidad de control, verificando su replanteo, los productos que se utilicen y la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos. Efectuará cualquier comprobación adicional que estime necesaria para comprobar la conformidad con lo indicado en el proyecto, la reglamentación aplicable y las órdenes de la propia dirección facultativa. Comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.</p> <p>El control de la ejecución comprenderá:</p> <p>a) la comprobación del <b>control de producción del constructor</b></p> <p>El constructor tiene la obligación de definir y desarrollar un sistema de seguimiento que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará el plan de obra y el programa de autocontrol de la ejecución de la estructura, desarrollando el plan de control definido en el proyecto.</p> <p>El programa de autocontrol contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades y se desarrollará el seguimiento de la ejecución de manera que permita a la dirección facultativa comprobar la conformidad con las especificaciones del proyecto y lo establecido en el Código. Para ello, los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados por el constructor, en los registros de autocontrol.</p> <p>El programa de autocontrol deberá ser aprobado por la dirección facultativa antes del inicio de los trabajos.</p> <p>Los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol deberán registrarse en un soporte, físico o electrónico, que deberá estar a disposición de la dirección facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el constructor para el autocontrol de cada actividad.</p> <p>Durante la obra, el constructor deberá mantener a disposición de la dirección facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la obra, dicho registro se incorporará a la documentación final de la misma.</p> <p>b) la realización de <b>inspecciones de los procesos durante la ejecución</b></p> <p>La dirección facultativa, en representación de la propiedad, tiene la obligación de efectuar el control de la ejecución, comprobando los registros del autocontrol del constructor y efectuando las inspecciones puntuales de los procesos de ejecución que sean necesarios, según lo especificado en proyecto, lo establecido por el Código Estructural o lo ordenado por la propia dirección facultativa. Para ello, la dirección facultativa podrá contar con la asistencia técnica de una entidad de control de calidad, de acuerdo con el apartado 17.2.2 del código.</p> <p>En su caso, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de las inspecciones externas para aquellos procesos de la ejecución de la estructura que se encuentren en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.</p> <p>A los efectos del Código Estructural, se contemplan dos niveles de control:</p> <p>a) Control de ejecución a nivel normal (conforme al Artículo 14)</p> <p>b) Control de ejecución a nivel intenso (conforme al Artículo 14)</p>
--	---



**Artículo 23.**  
**Conformidad de la estructura terminada**

Una vez finalizada la estructura, en su conjunto o alguna de sus fases, la dirección facultativa velará para que se realicen las comprobaciones y pruebas de carga exigidas en su caso por la reglamentación vigente que le fuera aplicable, además de las que pueda establecer voluntariamente el proyecto o decidir la propia dirección facultativa; determinando la validez, en su caso, de los resultados obtenidos.

La conformidad de la estructura requiere de la consecución de una trazabilidad adecuada entre los productos que se colocan en la obra con carácter permanente citados en este Código, y cualquier otro producto que se haya empleado para su elaboración, de acuerdo con los niveles establecidos en el Artículo 14.

Todas las actividades relacionadas con el control establecido por el Código Estructural deberán quedar documentadas en los correspondientes registros, físicos o electrónicos, que permitan disponer de las evidencias documentales de todas las comprobaciones, actas de ensayo y partes de inspección que se hayan llevado a cabo, han de ser incluidas, una vez finalizada la obra, en la documentación final de la misma.

Los registros estarán firmados por la persona física responsable de llevar a cabo la actividad de control y, en el caso de estar presente, por la persona representante del suministrador del producto o de la actividad controlada.

Las hojas de suministro estarán firmadas, en representación del suministrador, por persona física con capacidad suficiente.

En el caso de procedimientos electrónicos, la firma deberá ajustarse a lo establecido en la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

### 3.2.3. Capítulo 13. Gestión de calidad de los productos en estructuras de hormigón

#### Artículo 56. Criterios específicos para el control de los productos

A continuación, se describen los criterios y consideraciones específicas a tener en cuenta, para el control de los productos componentes de las estructuras de hormigón.

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán evaluarse de conformidad con la norma armonizada que le sea aplicable. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto según lo especificado en la norma armonizada y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías.

El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 del Código Estructural y una vez validado el control de recepción, será la responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra o, en su caso, el plan de control.

En el caso de productos que no deban disponer de marcado CE la comprobación de su conformidad comprenderá:

- a) un control documental,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en este Código, el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su caso, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

#### 56.1 Control documental.

Con carácter general, el suministro de los materiales recogidos en este artículo deberá cumplir las exigencias documentales recogidas en el apartado 21.1.

Siempre que se produzca un cambio en el suministrador de los materiales recogidos en este artículo, será preceptivo presentar la documentación correspondiente al nuevo producto.

#### 56.2 Inspección de las instalaciones.

En el caso de instalaciones propias de la obra, la dirección facultativa las inspeccionará antes del inicio del suministro para comprobar la idoneidad para la fabricación y la implantación de un control de producción conforme con la legislación vigente y con el Código. En caso de que el constructor haya optado por suministrarse de instalaciones externas de tercero, la dirección facultativa podrá efectuar visita a las mismas.

De igual modo, podrá ordenar la realización de ensayos de recepción a los productos o a los materiales componentes suministrados, a fin de garantizar la conformidad con las especificaciones requeridas.

En el caso de que fuera necesaria la realización de ensayos para la recepción, éstos deberán efectuarse por un laboratorio de control conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.1.

Cuando la toma de muestras no se efectúe directamente en la obra o en la instalación donde se recibe el material, deberá hacerse a través de una entidad de control de calidad conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.2, o, en su caso, mediante un laboratorio de ensayo conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.1.

Tanto la toma de muestra como los ensayos de recepción se realizarán mediante personal competente.

#### 56.4 Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los productos.

A los efectos de este artículo, se entiende por componentes del hormigón todos aquellos materiales para los que este Código contempla su utilización como materia prima en la fabricación del hormigón. Se entiende por materiales para protección, reparación y refuerzo, aquellos descritos en los Artículos 39, 40 y 41

El control será efectuado por el responsable de la recepción en la instalación industrial de prefabricación y en la central de hormigón, ya sea de hormigón preparado o de obra, salvo en el caso de centrales de obra, que se llevará a cabo por la dirección facultativa.

#### 56.4.1 Cementos.

La comprobación de la conformidad del cemento se efectuará de acuerdo con la Instrucción para la recepción de cementos vigente.

#### 56.4.2 Áridos.

Los áridos deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de áridos de autoconsumo, el constructor o, en su caso, el suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 17.2.2.1 que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 30 del Código.

Las frecuencias de los ensayos serán equivalentes a las exigidas para los áridos con marcado CE. Para aquellos áridos que no cumplan el huso granulométrico definido en el artículo 30 del Código, deberán presentar un estudio de finos que justifique experimentalmente su uso.

#### 56.4.3 Aditivos.

Los aditivos deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

#### 56.4.4 Adiciones.

Aquellas adiciones contempladas en las correspondientes normas armonizadas deberán disponer del marcado CE.

El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

#### 56.4.5 Agua.

Se podrá eximir de la realización de los ensayos cuando se utilice agua potable de red de suministro.

En otros casos, salvo aquellos sancionados por la práctica, la dirección facultativa, o el responsable de la recepción en el caso de centrales de hormigón preparado o de la instalación de prefabricación, dispondrá la realización de los correspondientes ensayos en un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1, que permitan comprobar el cumplimiento de las especificaciones del artículo 29 con una periodicidad semestral.

#### 56.4.6 Productos para la protección, reparación y refuerzo.

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los materiales para protección, reparación y refuerzo deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y que se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que se considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de materiales para protección, reparación y refuerzo que, por no estar incluidos en las normas armonizadas, no dispongan de marcado CE, el suministrador deberá demostrar su conformidad con las especificaciones contempladas en el proyecto y en los Artículos 39, 40 y 41 del Código Estructural

**Artículo 57.  
Control del  
hormigón.**

**57.1 Criterios generales para el control de la conformidad de un hormigón.**

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, e incluirá su comportamiento en relación con la docilidad, la resistencia y la durabilidad, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

El control de recepción se aplicará tanto al hormigón preparado, como al fabricado en central de obra e incluirá una serie de comprobaciones de carácter documental y experimental, según lo indicado en este artículo.

Con objeto de garantizar la durabilidad, conforme se recoge en el apartado 43.2.1 del Código, el hormigón se fabricará en plantas automatizadas de tal manera que se asegure que la dosificación (contenido mínimo de cemento y relación a/c) cumple con los requisitos de durabilidad del Código Estructural. Con este fin el fabricante deberá disponer de un dispositivo asociado a la báscula que registre la pesada o estará en posesión de un Certificado del Fabricante de Software de dosificación y carga, así como un Certificado del Fabricante de Hormigón en el que se garantice la trazabilidad de los datos aportados.

**57.2 Toma de muestras.**

La toma de muestras se realizará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12350-1, pudiendo estar presentes en la misma los representantes de la dirección facultativa, del constructor y del suministrador del hormigón.

Cada determinación constará del número mínimo suficiente de probetas, de las cuales se ensayarán a 28 días como mínimo dos de ellas y cuya media será la base para la comprobación de resistencia. También se reservarán al menos dos probetas para ensayar si fuera necesario a edades superiores a 28 días. Transcurridos 60 días sin que nadie autorizado haya dispuesto de las probetas, se desecharán definitivamente.

Salvo en los ensayos previos, la toma de muestras se realizará en el punto de vertido del hormigón (obra o instalación de prefabricación), a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta de toma de muestras, que deberá estar suscrita como mínimo por un representante del constructor y por él. Su contenido obedecerá a un modelo de acta conforme lo establecido en la norma UNE-EN 12350-1 y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

El constructor o el suministrador de hormigón podrán requerir la realización, a su costa, de una toma de contraste.

**57.3 Realización de los ensayos.**

En general, la comprobación de las especificaciones del Código Estructural para el hormigón endurecido, se llevará a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

Cualquier ensayo del hormigón diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas o, en su caso, el plan de control, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa y pactadas y conocidas por el suministrador.

**57.3.1 Ensayos de docilidad del hormigón.**

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE-EN 12350-2. En el caso de hormigones autocompactantes, se llevará a cabo lo indicado para los mismos en el artículo 33 del Código Estructural.

El resultado del ensayo de asentamiento del hormigón se obtiene como la media de dos determinaciones conformes a la norma UNE-EN 12350-2, sobre la misma muestra de hormigón.

El resultado de los ensayos de autocompactabilidad se obtiene como el valor de una única determinación conforme a las normas UNE-EN 12350-8, UNE-EN 12350-9, UNE-EN 12350-10, UNE-EN 12350-11 o UNE-EN 12350-12, sobre la misma muestra de hormigón.

**57.3.2 Ensayos de resistencia del hormigón.**

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión realizados conforme a la norma UNE-EN 12390-3 efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2.

Todos los métodos de cálculo y las especificaciones del Código Estructural se refieren a características del hormigón endurecido obtenidas mediante ensayos sobre probetas cilíndricas de 150x300 mm de diámetro y altura nominales, con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1. No obstante, para la determinación de la resistencia a compresión, podrán emplearse también:

– probetas cúbicas de 100 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1, en el caso de hormigones con  $f_{ck} \geq 50$  N/mm<sup>2</sup> y siempre que el tamaño máximo del árido sea inferior a 12 mm. Podrán utilizarse estas probetas, siempre que el laboratorio tenga la aceptación de la dirección facultativa y disponga de coeficientes de conversión obtenidos a partir de correlaciones fiables con probetas cilíndricas de 150x300 mm. Las correlaciones se referirán a la misma tipificación de hormigón, con un número mínimo de parejas de resultados correlacionados recomendado superior a 18 y un coeficiente de correlación R2 recomendado superior a 0,9.

– probetas cúbicas de 150 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1, en cuyo caso los resultados, a efectos de control de calidad, deberán transformarse según la siguiente expresión:

$$f_c = \lambda_{cil,cub15} f_{c,cúbica}$$

$f_c$  Resistencia a compresión, en N/mm<sup>2</sup>, referida a probeta cilíndrica de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura nominales.

$f_{c,cúbica}$  Resistencia a compresión, en N/mm<sup>2</sup>, obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 150 mm.

$\lambda_{cil,cub15}$  Coeficiente de conversión.

Tabla 57.3.2 Coeficientes de conversión

Resistencia en probeta cúbica, $f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda_{cil,cub15}$
$f_c < 60$	0,90
$60 \leq f_c < 80$	0,95
$f_c \geq 80$	1,00

Durante el periodo de permanencia en obra o en instalaciones de prefabricados las probetas deberán estar protegidas de impactos, vibraciones, soleamiento directo, deshidratación o exposición al viento. Con objeto de evitar la desecación, tras la fabricación de las probetas la superficie expuesta debe cubrirse con una arpillera húmeda o similar, y los moldes deben permanecer en una bolsa sellada.

La temperatura exterior alrededor de las probetas deberá permanecer en el intervalo de 20°C ± 5°C (25°C ± 5°C en tiempo caluroso). En caso de no poder cumplir las condiciones de temperatura durante un periodo superior a 2 horas mientras las probetas se encuentran en la obra, el constructor deberá disponer una habitación o recinto donde depositar las probetas y que sea capaz de mantener las temperaturas de conservación establecidas. La existencia de dicho recinto deberá quedar debidamente documentada en los correspondientes partes de fabricación de probetas.

El periodo de permanencia de las probetas en la obra será de al menos 16 horas, sin superar las 72 horas hasta la entrada en la cámara de curado. Es recomendable que el periodo máximo de permanencia hasta la entrada en la cámara de curado no supere las 48 horas, especialmente en los meses de verano. En los meses de invierno, el periodo mínimo de permanencia de las probetas en la obra será de 24 horas.

Para su consideración al aplicar los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón, del apartado 57.5.3, el recorrido relativo de un grupo de tres probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20 %. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13 %.

#### 57.3.3 Ensayos de durabilidad.

La comprobación, en los casos indicados en el apartado 57.5.7, de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8.

El curado de las probetas se realizará en cámara a 20 ± 2 °C y humedad relativa ≥ 95 %.

Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un periodo de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de 50 ± 5 °C.

Se procederá a la fabricación de tres probetas de la misma muestra para su ensayo.

Los ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 57.3 del Código Estructural.

Se elaborará un informe con los resultados obtenidos. Se indicará también la dosificación real empleada en el hormigón ensayado, así como la identificación de sus materias primas.

Los resultados de los ensayos de profundidad de penetración de agua se ordenarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Las profundidades máximas de penetración:  $Z1 \leq Z2 \leq Z3$ .
- Las profundidades medias de penetración:  $T1 \leq T2 \leq T3$ .

La comprobación, en los casos indicados en el apartado 57.5.7, del contenido de aire ocluido, se ensayará según UNE-EN 12350-7.

#### 57.4 Control previo al suministro.

Las comprobaciones previas al suministro del hormigón tienen por objeto verificar la conformidad de la dosificación e instalaciones que se pretenden emplear para su fabricación.

En el caso de cambio de suministrador de hormigón durante la obra, será preceptivo volver a realizar las comprobaciones recogidas en este artículo.

##### 57.4.1 Comprobación documental previa al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 57.5.1, que sea aplicable al hormigón, en el caso de hormigones que no estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, según el Anejo 4 el suministrador, o en su caso el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física con representación suficiente, de la declaración responsable cuyo modelo se adjunta en el citado anejo, y en su caso el resto de los ensayos previos y característicos, con una antigüedad máxima de seis meses.

En su caso, certificado de inspección de la central suministradora del hormigón preparado, según proceda, en función de lo establecido en la reglamentación industrial vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

##### 57.4.2 Comprobación de las instalaciones.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección a la central de hormigón al objeto de comprobar su idoneidad para fabricar el hormigón que se requiere para la obra. En particular, se atenderá al cumplimiento de las exigencias establecidas en el artículo 51.

En su caso, se comprobará que se ha implantado un control de producción conforme con la reglamentación vigente que sea de aplicación y que está correctamente documentado, mediante el registro de sus comprobaciones y resultados de ensayo en los correspondientes documentos de autocontrol.

La dirección facultativa podrá comprobar que la central de hormigón garantiza la durabilidad conforme a lo indicado al apartado 57.1 del Código Estructural.

Además, se comprobará que la central de hormigón dispone de un sistema de gestión de los acopios de materiales componentes, según lo establecido en el apartado 51.2.2, que permita establecer la trazabilidad entre los suministros de hormigón y los materiales empleados para su fabricación.

##### 57.4.3 Comprobaciones experimentales previas al suministro.

Las comprobaciones experimentales previas al suministro consistirán, en su caso, en la realización de ensayos previos y de ensayos característicos, de conformidad con lo indicado en el Anejo 13.

Los ensayos previos tienen como objeto comprobar la idoneidad de los materiales componentes y las dosificaciones a emplear mediante la determinación de la resistencia a compresión de hormigones fabricados en laboratorio.

Los ensayos característicos tienen la finalidad de comprobar la idoneidad de los materiales componentes, las dosificaciones y las instalaciones a emplear en la fabricación del hormigón, en relación con su capacidad mecánica y su durabilidad. Para ello, se efectuarán ensayos de resistencia a compresión y, en su caso, de profundidad de penetración de agua bajo presión de hormigones fabricados en las mismas condiciones de la central y con los mismos medios de transporte con los que se hará el suministro a la obra.

En el caso que el hormigón se fabrique en obra o no se puedan aplicar las exenciones previstas en el apartado 57.4.3.1, la dirección facultativa podrá exigir la documentación acreditativa de los ensayos previos y característicos, con antigüedad máxima de 6 meses.

##### 57.4.3.1 Posible exención de ensayos.

No serán necesarios los ensayos previos, ni los característicos en el caso de que un hormigón esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Cuando el hormigón proceda de una misma central que tenga documentada su experiencia de uso anterior en otras obras con la misma dosificación, con las mismas materias primas de igual naturaleza y origen, y se utilicen las mismas instalaciones no serán necesarios los ensayos previos, ni los característicos tanto los de resistencia como los de durabilidad.

#### 57.5 Control durante el suministro.

##### 57.5.1 Control documental durante el suministro.

Cada partida de hormigón empleada en la obra deberá ir acompañada de una hoja de suministro, cuyo contenido mínimo se establece en el Anejo 4.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, comprobará, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que los valores reflejados en la hoja de suministro son conformes con las especificaciones del Código Estructural, y se corresponden con las de la dosificación declarada por el suministrador.

##### 57.5.2 Comprobación de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro.

###### 57.5.2.1 Realización de los ensayos

Los ensayos de consistencia del hormigón fresco se realizarán, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.1, cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia,
- en todas las amasadas que se coloquen en obra con un control indirecto de la resistencia, según lo establecido en el apartado 57.5.6, y
- siempre que lo indique la dirección facultativa o lo establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

En el caso de hormigones auto-compactantes, la dirección facultativa, en función de la aplicación a la que esté destinado el hormigón, decidirá las características de auto-compactabilidad a controlar de las definidas en el apartado 33.5 y la frecuencia de control de las mismas. Como mínimo, deberían controlarse:

- la fluidez, mediante la determinación del escurrimiento conforme a la norma UNE-EN 12350-8, con las mismas frecuencias establecidas anteriormente para la consistencia de los hormigones convencionales;
- la capacidad de paso, mediante el ensayo del anillo japonés conforme a la norma UNE-EN 12350-12, realizando una determinación cada cuatro ensayos de escurrimiento.

###### 57.5.2.2 Criterios de aceptación o rechazo.

La especificación para la consistencia será la recogida en el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su caso, la indicada por la dirección de obra. Se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentre dentro de los límites definidos en la tabla 57.5.2.2.

Tabla 57.5.2.2 Tolerancias para la consistencia del hormigón

Consistencia definida por su clase conforme a la tabla 33.5.a		
Tipo de consistencia	Tolerancia en mm	Intervalo resultante en mm
Seca (S)	±10	0 - 30
Plástica (P)		20 - 50
Blanda (B)		40 - 100
Fluida (F)		90 - 160
Líquida (L)		150 - 220

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.1, esté comprendido en el intervalo correspondiente a la clase especificada definido en la tabla 57.5.2.2.

En el caso del hormigón auto-compactante, los ensayos serán satisfactorios cuando los resultados, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.1, estén comprendidos en los intervalos de la tabla 33.5b.

En el caso de que se tipifique una clase concreta de autocompactabilidad conforme al apartado 33.6 del Código Estructural, los ensayos serán satisfactorios cuando los resultados estén comprendidos en los intervalos correspondientes de las tablas 33.6a, 33.6b, 33.6c o 33.6d.

Para hormigones auto-compactantes no se permitirá ninguna tolerancia respecto a los valores especificados en la tabla 33.5b y las tablas del apartado 33.6 del Código Estructural.

Ante el incumplimiento de los criterios de aceptación podrán adoptarse medidas tendentes a garantizar la aptitud de la amasada, valorando la verdadera causa de la consistencia no conforme, considerando como punto de partida el diseño de la mezcla y las circunstancias de fabricación y transporte que hayan podido concurrir. Si tras la valoración, la amasada se considera irrecuperable, se procederá a su rechazo.

##### 57.5.3 Modalidades de control de la conformidad de la resistencia del hormigón durante el suministro.

El control de la resistencia del hormigón tiene la finalidad de comprobar que la resistencia del hormigón realmente suministrado a la obra es conforme a la resistencia característica especificada en el proyecto, de acuerdo con los criterios de seguridad y garantía para el usuario definidos por el Código. La modalidad de control que se adopte en el proyecto podrá ser:

- modalidad 1. Control estadístico, según 57.5.4;
- modalidad 2. Control al 100 por 100, según 57.5.5; y
- modalidad 3. Control indirecto, según 57.5.6.

Los ensayos de resistencia a compresión se realizarán de acuerdo con el apartado 57.3.2. Su frecuencia y los criterios de aceptación aplicables serán función de:

- la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- que el hormigón tenga certificada la dispersión dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- la modalidad de control que se adopte.

En caso de centrales de hormigón en las que sus productos posean distintivos de calidad oficialmente reconocidos, aquellos hormigones de condiciones de fabricación especial (principalmente aquellos de muy baja producción o producidos esporádicamente) podrán tener certificada la dispersión. Será imprescindible, entre otros requisitos, que la certificación de la dispersión se incluya en el alcance de la certificación del distintivo de calidad.

#### 57.5.4 Control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro.

Esta modalidad de control es la de aplicación general a todas las obras de hormigón estructural.

##### 57.5.4.1 Lotes y ensayos de control de la resistencia.

Antes de iniciar el suministro del hormigón, la dirección facultativa comunicará al constructor, y éste al suministrador, el criterio de aceptación aplicable.

Para el control de su resistencia, el hormigón de la obra se dividirá en lotes, previamente al inicio de su suministro, de acuerdo con lo indicado en la tabla 57.5.4.1, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la dirección facultativa.

Todas las amasadas de un lote procederán del mismo suministrador, estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal. Además, no se mezclarán en un lote hormigones que pertenezcan a filas distintas de la tabla 57.5.4.1.

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las N amasadas controladas, de acuerdo con la tabla 57.5.4.1.

Tabla 57.5.4.1 Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia y número de amasadas a ensayar por lote (N)

Tipo de elemento	Volumen de hormigón	Tiempo de hormigonado	N.º de elementos o dimensión	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente reconocido	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón con distintivo oficialmente reconocido
Cimentaciones con elementos de volumen superior a 200 m <sup>3</sup>	V. vertido de forma continua	1 semana	1 elemento	N ≥ V/35 N ≥ 3	N ≥ V/105 N ≥ 1
Cimentaciones superficiales con elementos de volumen inferior a 200 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	1 semana		N ≥ 3	N=1
Vigas, forjados, losas para pavimentos y otros elementos trabajando a flexión	100 m <sup>3</sup>	2 semanas	1000 m <sup>2</sup> de superficie construida 2 plantas (**)	N ≥ 3	N=1
Losa superior o inferior en marcos	200 m <sup>3</sup> V. vertido de forma continua	2 días	totalidad del elemento (losa superior o losa inferior)	N ≥ V/30 N ≥ 3	N=1
Pilares y muros portantes de edificación	100 m <sup>3</sup>	2 semanas	500 m <sup>2</sup> de superficie construida (*) 2 plantas (**)	N ≥ 3	N=1
Pilas y estribos de puente (con encofrado convencional)	50 m <sup>3</sup>	1 día	1 pila / 1 estribo	N ≥ 3	N=1
Pilas de puente construidas por trepado y deslizado	100 m <sup>3</sup>	2 días	1 pila	N ≥ V/20 N ≥ 4	N=1
Tableros de puente en general y losas in situ de tableros con elementos prefabricados y mixtos	300 m <sup>3</sup>	1 día	1 vano 50 m de longitud	N ≥ V/20 N ≥ 4	N ≥ V/80 N ≥ 1

Tipo de elemento	Volumen de hormigón	Tiempo de hormigonado	N.º de elementos o dimensión	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente reconocido	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón con distintivo oficialmente reconocido
Tableros contruados por fases(**)	600 m <sup>3</sup>		1 fase	$N \geq V/30$ $N \geq 4$	$N \geq V/90$ $N \geq 1$
Otros elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión	100 m <sup>3</sup>	2 semanas	500 m <sup>2</sup> de superficie construida 2 plantas	$N \geq 3$	$N=1$
Soleras de túneles	100 m <sup>3</sup>	1 día	1 fase	$N \geq 3$	$N=1$
Contrabóvedas de túneles	100 m <sup>3</sup>	1 día	1 fase	$N \geq 3$	$N=1$

(\*) En el caso de que el número de amasadas necesarias para ejecutar los pilares de un lote sea igual o inferior a tres, el límite de 500 m<sup>2</sup> se podrá elevar a 1000 m<sup>2</sup>.

(\*\*) En el caso de que un lote esté constituido por elementos de dos plantas, se deberán tener resultados de ambas plantas.

(\*\*\*) A los efectos de la definición de lotes, se entiende por fase aquella parte de la estructura que se hormigona de una sola vez, de acuerdo con lo previsto en el proyecto y de manera que transcurra el tiempo suficiente para que desarrolle la resistencia requerida antes de que se ejecute la siguiente fase.

Cuando un lote esté constituido por amasadas de hormigones en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se aumentará su tamaño multiplicando los valores de la tabla 57.5.4.1 por cinco.

En el caso de que un lote esté constituido por amasadas de hormigones pertenecientes a centrales cuya dispersión esté certificada, se aumentará su tamaño multiplicando por dos los valores de la tabla 57.5.4.1.

En estos casos de tamaño ampliado del lote, el número mínimo de lotes será de tres, correspondiendo, si es posible, cada lote a elementos incluidos en filas distintas de la tabla 57.5.4.1 y en caso de obras de edificación los tres lotes mínimos corresponderían a cimentación, elementos sometidos a compresión y elementos sometidos a flexión.

En el caso de que se produjera un incumplimiento al aplicar el criterio de aceptación correspondiente, la dirección facultativa no aplicará la consideración especial de ampliación del tamaño del lote y reducción del número de amasadas de ensayo por lote, definida para hormigón con distintivo de calidad oficialmente reconocido, para los seis lotes siguientes a partir de la detección del incumplimiento. Si en dichos lotes se cumplen las exigencias del distintivo, la dirección facultativa, en el séptimo lote volverá a aplicar las consideraciones para tamaño de lote y número de amasadas de ensayo, definido para hormigones con distintivo de calidad oficialmente reconocido. Si por el contrario, se produjera algún nuevo incumplimiento en los seis lotes mencionados, la comprobación de la conformidad, (tamaño del lote, número de amasadas por lote y criterio de aceptación) durante el resto del suministro se efectuará como si el hormigón no estuviera en posesión del distintivo de calidad o no tuviera la dispersión certificada en la central.

En ningún caso, un lote podrá estar formado por amasadas suministradas a la obra durante un período de tiempo superior a seis semanas.

En el caso de que un lote esté ejecutado con hormigón de resistencia  $\geq f_{ck} 50 \text{ N/mm}^2$ , deberá cumplir, además, que:  
 $N \geq 6$

**57.5.4.2 Criterios de identificación de la resistencia del hormigón.**  
 Esta modalidad se aplica únicamente a hormigones en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, ya que su objeto es detectar si un determinado volumen de hormigón pertenece a la misma población ya verificada como conforme con la resistencia característica mediante la evaluación de la conformidad realizada por la entidad que otorga el distintivo.

Se procederá a la aceptación del lote cuando se cumpla el siguiente criterio:  $x_i \geq f_{ck}$ , donde:  $x_i$  Resistencia a la compresión obtenida en las determinaciones de resistencia para cada una de las amasadas.

57.5.4.3 Criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón.

Los criterios de aceptación de la resistencia del hormigón para esta modalidad de control, se definen a partir de la siguiente casuística:

- Caso 1: hormigones con la dispersión certificada dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Caso 2: hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido suministrados de forma continua por la misma central de hormigón preparado en los que se controlan en la obra más de treinta y seis amasadas del mismo tipo de hormigón.
- Caso 3: hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido, fabricados de forma continua en central de obra o suministrados de forma continua por la misma central de hormigón preparado.

Para cada caso, se procederá a la aceptación del lote cuando se cumplan los criterios establecidos en la tabla 57.5.4.3.a

Tabla 57.5.4.3.a Criterios de aceptación de los lotes de hormigón

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
1	$f(\bar{x}) = \bar{x}(1 - 1,66\delta^*) \geq f_{ck}$	Hormigones con la dispersión certificada dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,66s_{35}^* \geq f_{ck}$	Se han controlado más de 36 amasadas.
3	$f(x_i) = x_i K_n \geq f_{ck}$	Hasta la 36.ª amasada.

donde:

$f(\bar{x})$ ;  $f(x_i)$  Funciones de aceptación.

$\bar{x}$  Valor medio de los resultados obtenidos en las N amasadas ensayadas por lote de obra.

$x_i$  Valor mínimo de los resultados obtenidos en las últimas N amasadas controladas del lote de obra.

$f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada en el proyecto.

$K_n$  Coeficiente que toma los valores reflejados en la tabla 57.5.4.3.b.

$s_{35}^*$  Valor de la desviación típica muestral, correspondiente a las últimas 35 amasadas.

$$s_{35}^* = \sqrt{\frac{1}{34} \sum_{i=1}^{35} (x_i - \bar{x}_{35})^2}$$

$\delta^*$  Coeficiente de variación certificado.

Tabla 57.5.4.3.b Número de amasadas controladas

Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
$K_n$	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	1

57.5.5 Control de la resistencia del hormigón al 100 por 100.

57.5.5.1 Realización de los ensayos.

Esta modalidad de control es de aplicación a cualquier estructura, siempre que se adopte antes del inicio del suministro del hormigón.

La conformidad de la resistencia del hormigón se comprueba determinando la misma en todas las amasadas sometidas a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real,  $f_{c,real}$ .

57.5.5.2 Criterios de aceptación o rechazo.

Cuando el número N de amasadas que se vayan a controlar sea igual o menor que 20,  $f_{c,real}$  será el valor de la resistencia de la amasada más baja encontrada en la serie.

Cuando el número N de amasadas que se vayan a controlar sea mayor que 20, el valor de  $f_{c,real}$  corresponde a la resistencia de la amasada que, una vez ordenadas las N determinaciones de menor a mayor, ocupa el lugar  $n = 0,05 N$ , redondeándose n por exceso.

El criterio de aceptación se define por las siguientes expresiones:

$$f_{c,real} \geq f_{ck}$$

$$f_i \geq 0,9 \cdot f_{ck}$$

donde  $f_1$  es el valor mínimo de los resultados obtenidos en las N amasadas controladas.

**57.5.6 Control indirecto de la resistencia del hormigón.**

En el caso de elementos de hormigón estructural, esta modalidad de control solo podrá aplicarse para hormigones en masa o armados en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, que se empleen en uno de los siguientes casos:

- elementos de edificios de viviendas de una o dos plantas, con luces inferiores a 6,00 metros,
- elementos de edificios de viviendas de hasta cuatro plantas, que trabajen a flexión, con luces inferiores a 6,00 metros,
- obras de ingeniería de pequeña importancia.

Además, será necesario que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- a) que el ambiente en el que está ubicado el elemento sea X0 o XC según lo indicado en el artículo 27,
- b) que en el proyecto se haya adoptado una resistencia de cálculo a compresión  $f_{cd}$  no superior a 15 N/mm<sup>2</sup>.

**57.5.6.1 Realización de los ensayos.**

Se realizarán, al menos, cuatro determinaciones de la consistencia espaciadas a lo largo de cada jornada de suministro, además de cuando así lo indique la dirección facultativa o lo exija el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Para la realización de estos ensayos será suficiente que se efectúen bajo la supervisión de la dirección facultativa, archivándose en obra los correspondientes registros, que incluirán tanto los valores obtenidos como las decisiones adoptadas en cada caso.

**57.5.6.2 Criterios de aceptación o rechazo.**

Se aceptará el hormigón suministrado si se cumplen simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- a) los resultados de los ensayos de consistencia cumplen lo indicado en el apartado 57.5.2;
- b) se mantiene, en su caso, la vigencia del distintivo de calidad para el hormigón empleado durante la totalidad del período de suministro a la obra;
- c) se mantiene, en su caso, la vigencia del reconocimiento oficial del distintivo de calidad.

**57.5.7 Comprobación de la conformidad de la durabilidad del hormigón durante el suministro.**

En los hormigones que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, se realizará el ensayo de penetración de agua en el hormigón, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.3, al inicio y posteriormente una vez cada seis meses a lo largo del suministro para cada tipo de dosificación, para los hormigones de ambientes XA, XS, XD, XF o XM.

La dirección facultativa o el plan de control, pueden extender este ensayo a hormigones de otros ambientes. En este caso se considerará como «característica adicional» en la designación del hormigón, siendo de aplicación lo previsto en este caso en el apartado 51.3.4 del Código Estructural.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.3 cumpla simultáneamente las siguientes condiciones.

Tabla 57.5.7 Especificaciones para las profundidades máxima y media en el ensayo de penetración de agua

Clase de exposición ambiental	Especificaciones para las profundidades máxima	Especificaciones para las profundidades medias
XS3, XA3 XA2 (solo en el caso de elementos pretensados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 30 \text{ mm}$ $Z_3 \leq 40 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 20 \text{ mm}$ $T_3 \leq 27 \text{ mm}$
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XA1, XM1, XM2, XM3, XF3, XF1, XF2, XF4, XA2 (en el caso de elementos en masa o armados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 50 \text{ mm}$ $Z_3 \leq 65 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 30 \text{ mm}$ $T_3 \leq 40 \text{ mm}$
X0, XC1, XC2, XC3, XC4	No requiere esta comprobación	No requiere esta comprobación

En los hormigones que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, se realizará el ensayo de contenido de aire en el hormigón, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.3, al inicio y posteriormente una vez cada seis meses a lo largo del suministro para cada tipo de dosificación, cuando un hormigón esté sometido a una clase de exposición XF2 y XF4.

La dirección facultativa o el pliego de prescripciones técnicas de la obra pueden extender este ensayo a otros ambientes. En este caso se considerará «característica adicional» en la designación del hormigón, siendo de aplicación lo previsto para este caso en el apartado 51.3.4 del Código Estructural.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.3 cumpla con la limitación indicada en el apartado 43.3.2 del Código.

#### 57.6 Certificado del hormigón suministrado.

Al finalizar el suministro de un hormigón a la obra, el constructor facilitará a la dirección facultativa un certificado de los hormigones suministrados, con indicación de los tipos y cantidades de los mismos, elaborado por el fabricante y firmado por persona física con representación suficiente, cuyo contenido será conforme a lo establecido en el Anejo 4 de este Código. También se podrán elaborar certificados parciales mensuales en el caso de suministros prolongados en el tiempo.

#### 57.7 Decisiones derivadas del control.

La decisión de aceptación de un hormigón estará condicionada a la comprobación de su conformidad, aplicando los criterios establecidos para ello en este Código o, en su caso, mediante las conclusiones extraídas de los estudios especiales que proceda efectuar, de conformidad con lo indicado en este apartado en el caso de incumplimiento en los referidos criterios.

##### 57.7.1 Decisiones derivadas del control previo al suministro.

Para aceptar que se inicie el suministro de un hormigón a la obra, se comprobará previamente que se han subsanado los incumplimientos referentes al apartado 57.4. En caso contrario, no podrá comenzarse el suministro del hormigón a la obra.

##### 57.7.2 Decisiones derivadas del control previas a su puesta en obra.

La dirección facultativa, o en quién ésta delegue, no aceptará la puesta en obra de una amasada de hormigón en la que se detectan incumplimientos referentes a los apartados 57.5.1 y 57.5.2 del Código Estructural.

##### 57.7.3 Decisiones derivadas del control experimental tras su puesta en obra.

###### 57.7.3.1 Decisiones derivadas del control de la resistencia.

En el caso de un hormigón en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, que no cumpla el criterio de aceptación definido en la tabla 57.5.4.3.a para el control de identificación, la dirección facultativa aceptará el lote cuando los valores individuales obtenidos en dichos ensayos sean superiores a  $0,90.fck$  y siempre que, además, tras revisar los resultados de control de producción correspondientes al período más próximo a la fecha de suministro del mismo, se cumpla:

$$x - 1,645.\sigma \geq 0,90.fck, \text{ donde:}$$

x Valor medio del conjunto de valores que resulta al incorporar el resultado no conforme a los catorce resultados del control de producción que sean temporalmente más próximos al mismo, y

$\sigma$  Valor de la desviación típica correspondiente a la producción del tipo de hormigón suministrado, en  $N/mm^2$ , y certificado en su caso por el distintivo de calidad.

En otros casos, la dirección facultativa, sin perjuicio de las sanciones que fueran contractualmente aplicables y conforme a lo previsto en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares, valorará la aceptación, refuerzo o demolición de los elementos construidos con el hormigón del lote a partir de la información obtenida mediante la aplicación gradual de los procedimientos que se detallan en los apartados siguientes.

###### 57.7.3.2 Actuaciones consecuentes a las decisiones derivadas del control de la resistencia.

De forma general, la dirección facultativa dispondrá de los siguientes instrumentos de actuación que se exponen en este apartado, una vez que el lote ha resultado no conforme.

Estos criterios son válidos tanto para edificación u obra civil, aunque en el primer caso, en el que los proyectos tienen una misma tipología estructural (cimentación, pilares y elementos horizontales) se puede precisar un criterio específico de actuación posterior. Los criterios en cuestión son:

- Para hormigones que no dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se podrá disponer de las dos probetas no ensayadas de las amasadas del lote no conforme y hacer una nueva estimación de la resistencia. La dirección facultativa en el caso de ensayar probetas con más de 28 días, valorará el incremento de la resistencia con la edad de la probeta.
- Además la dirección facultativa podrá disponer la realización de ensayos de información complementaria, conforme a lo dispuesto en el apartado 57.8, al objeto de comprobar si la resistencia característica del hormigón real de la estructura, se corresponde con la especificada en el proyecto. Dichos ensayos serán realizados por un laboratorio acordado por las partes y conforme con el apartado 17.2.2.
- En el caso de que a partir de los ensayos de información se deduzca que la resistencia característica estimada del hormigón de la estructura es inferior a la especificada en el proyecto, por iniciativa propia o a petición de cualquiera de las partes, la dirección facultativa podrá encargar la realización de un estudio específico de seguridad de los elementos afectados por el hormigón del lote sometido a aceptación, en el que se compruebe que es admisible el nivel de seguridad que se obtiene con el valor de resistencia del hormigón realmente colocado en la obra estimado a partir de los ensayos de información. El estudio de seguridad lo realizará la propia dirección facultativa u otro técnico habilitado en quien delegue.
- En casos muy específicos y una vez realizado el estudio de seguridad, la dirección facultativa podrá ordenar el ensayo del comportamiento estructural del elemento realmente construido, mediante la realización de pruebas de carga, de acuerdo con el apartado 23.2 del Código Estructural.

### 57.7.3.3 Decisiones derivadas del control de la durabilidad.

En el caso de que se detectase que un hormigón colocado en la obra presenta cualquier incumplimiento de las exigencias de durabilidad que contempla este Código, la dirección facultativa valorará la realización de comprobaciones experimentales específicas y, en su caso, la adopción de medidas de protección superficial para compensar los posibles efectos potencialmente desfavorables del incumplimiento. En particular, la dirección facultativa valorará cuidadosamente el control establecido en el apartado 57.5.7.

### 57.8 Ensayos de información complementaria del hormigón.

Estos ensayos solo son preceptivos en los casos previstos por el Código Estructural en el apartado 57.7, cuando lo contemple el pliego de prescripciones técnicas particulares o cuando así lo exija la dirección facultativa. Su objeto es estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad o tras un curado en condiciones análogas a las de la obra.

La dirección facultativa podrá decidir su empleo por solicitud de cualquiera de las partes, cuando existan dudas justificadas sobre la representatividad de los resultados obtenidos en el control experimental a partir de probetas de hormigón fresco.

Los ensayos de información del hormigón pueden consistir en:

- a) la rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido, conforme a la norma UNE-EN 12504-1. Este ensayo no deberá realizarse cuando la extracción pueda afectar de un modo sensible a la capacidad resistente del elemento en estudio, hasta el punto de resultar un riesgo inaceptable. En estos casos puede estudiarse la posibilidad de realizar el apeo del elemento, previamente a la extracción;
- b) el empleo de métodos no destructivos fiables, como complemento de los anteriormente descritos y debidamente correlacionados con los mismos. La dirección facultativa juzgará en cada caso los resultados, teniendo en cuenta que para la obtención de resultados fiables la realización, siempre delicada de estos ensayos, deberá estar a cargo de personal especializado.

### 57.9 Control del hormigón para la fabricación de elementos prefabricados.

En el caso de elementos prefabricados que tengan marcado CE, su control del hormigón deberá realizarse conforme a los correspondientes criterios establecidos en la correspondiente norma europea armonizada.

En el caso de productos para los que no sea de aplicación el marcado CE o para aquéllos en los que el prefabricador desee voluntariamente que, de acuerdo con el apartado 62.1, le sea aplicado un coeficiente parcial de seguridad de 1,50 para el hormigón, deberá seguirse lo indicado en este apartado.

Esta modalidad de control es de aplicación general a los hormigones de autoconsumo fabricados en centrales fijas ubicadas en instalaciones destinadas a la fabricación industrial de elementos prefabricados estructurales. Son de aplicación los criterios específicos establecidos para los materiales en el artículo 56 y los ensayos indicados en el apartado 57.3.

El control descrito en los apartados siguientes deberá ser realizado por el fabricante de los elementos en su propia planta, pudiendo la dirección facultativa disponer la comprobación de la conformidad de dicho control, de acuerdo con lo indicado en el artículo 62.

#### 57.9.1 Control de la conformidad en la docilidad del hormigón.

##### 57.9.1.1 Realización de los ensayos.

Los ensayos de consistencia del hormigón fresco se realizarán, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.1, cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia.

##### 57.9.1.2 Criterio de aceptación.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado esté dentro de las tolerancias marcadas en el proyecto, o en su defecto, en el Código Estructural.

#### 57.9.2 Control estadístico de la resistencia.

Para el control de la resistencia, de acuerdo al apartado 62.5.3 se considera como lote el conjunto del mismo tipo de hormigón con el que se ha fabricado la totalidad de elementos prefabricados de una misma tipología en un período de tiempo. El período máximo de tiempo será de un mes natural para fabricaciones continuas de un tipo de hormigón, o de una semana, en el caso de hormigones con bajas producciones. Se entenderá como baja producción aquella que no alcance las 16 tomas mensuales exigidas para la producción continua.

Todas las amasadas del mismo lote estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal.

El control estadístico de la resistencia deberá obtenerse a partir de los resultados de los ensayos acumulados del mismo tipo de hormigón en la misma planta, con independencia de que los elementos prefabricados con las amasadas de ese lote pertenezcan a más de una obra.

Tabla 57.9.2 Lote de control de la resistencia para hormigones empleados en la fabricación de elementos prefabricados

	Producción continua	Baja producción
Frecuencia de ensayo (hasta 300 m <sup>3</sup> por tipo) <sup>1)</sup>	diaria	diaria
N.º de ensayos mínimos	16/mes	2/semana

(\*) En producciones superiores a 300 m3 por tipo y día, se incrementará en una toma diaria más.

57.9.2.1 Realización de los ensayos.

El proyecto o, en su caso, el prefabricador identificará la resistencia característica que debe cumplir cada tipo de hormigón que se utilice en la realización de los elementos prefabricados estructurales.

La conformidad de la resistencia del hormigón de cada lote se comprobará determinando la misma en todas las amasadas sometidas a control, mediante la aplicación de los criterios de conformidad establecidos en el apartado 57.9.2.

Las tomas de muestras se realizarán aleatoriamente entre las amasadas del mismo tipo de hormigón dentro del período considerado.

Se realizará un control de contraste externo de la resistencia del hormigón con una frecuencia nunca inferior a 2 determinaciones al mes para el total de la producción, cuando existan varios tipos de hormigón fabricados en el mes, procurando un muestreo equitativo de los hormigones a lo largo de los meses. En caso de darse la circunstancia de producir un solo tipo de hormigón durante el mes se efectuará un control mensual de dicho tipo de hormigón.

57.9.2.2 Criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón.

El criterio de aceptación de la resistencia del hormigón fabricado en central y destinado a elementos prefabricados estructurales con producción continua de un tipo de hormigón se define según la expresión siguiente:

$$f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,66 s_{35}^* \geq f_{ck}$$

donde:

$\bar{x}$  Valor medio de los resultados obtenidos en las  $N$  amasadas ensayadas por lote.

$s_{35}^*$  Valor de la desviación típica correspondiente a la producción del tipo de hormigón suministrado en  $N/mm^2$ , obtenida a partir de los 35 últimos resultados.

$$s_{35}^* = \sqrt{\frac{1}{34} \sum_{i=1}^{35} (x_i - \bar{x}_{35})^2}$$

$f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada para el tipo de hormigón utilizado.

Cuando no exista producción continua de un tipo de hormigón, dando lugar a baja producción de un tipo de hormigón, se comprobarán los lotes establecidos en la tabla 57.9.2 con periodicidad semanal mediante el criterio siguiente:

$$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 r_n \geq f_{ck}$$

donde:

$\bar{x}$  Valor medio de los resultados obtenidos en la  $N$  amasadas ensayadas por lote.

$K_2$  Valor del coeficiente reflejado en la tabla 57.9.2.2 según el número de amasadas  $N$ .

$r_n$  Valor del recorrido muestral definido como  $r_n = x_{(N)} - x_{(1)}$ .

$x_{(1)}$  Valor mínimo de los resultados obtenidos en las últimas  $N$  amasadas ensayadas por lote.

$x_{(N)}$  Valor máximo de los resultados obtenidos en las últimas  $N$  amasadas ensayadas por lote.

$f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada para el tipo de hormigón utilizado.

Tabla 57.9.2.2 Coeficiente  $K_2$

Coeficiente	Número de amasadas ensayadas/lote				
	2	3	4	5	6
$K_2$	1,66	1,02	0,82	0,72	0,66

El criterio de aceptación del control de contraste externo de la resistencia del hormigón se define según la expresión:

$$x_i \geq f_{ck}$$

donde:  $x_i$  Valor de cada uno de los resultados obtenidos en los ensayos de contraste externo y  $f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada para el tipo de hormigón utilizado.

57.9.2.3 Decisiones derivadas del control de la resistencia del hormigón.

En el caso de producirse alguna no conformidad del hormigón tanto en los ensayos de autocontrol como de contraste externo, el prefabricador deberá comunicarlo a las correspondientes direcciones facultativas, que valorarán la oportunidad de aplicar los criterios establecidos para el hormigón fabricado en central, de acuerdo con el apartado 57.7.3.

**Artículo 58.  
Control del acero  
para armaduras  
pasivas.**

En el caso de que el acero deba de disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros soldables destinados a la elaboración de armaduras pasivas, deberán ser conformes con el artículo 34 del Código Estructural. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el acero presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18)

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control del acero para armaduras pasivas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial (armadura normalizada o ferralla), de prefabricación o en la obra para el caso de que las armaduras se elaboren en la propia obra.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, forma de suministro y serie de diámetros. Las series de diámetros se clasifican como sigue a continuación:

- Serie fina: diámetros hasta 10 mm.
- Serie media: diámetros desde 12 mm hasta 20 mm.
- Serie gruesa: diámetros 25 mm y 32 mm.
- Serie muy gruesa: diámetros desde 40 mm.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-1:

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas, para la

determinación  $R_m, R_{p0.2}, R_m/R_{p0.2}, R_{p0.2real}/R_{p0.2nominal}, A_g, A_g'$ . El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.

- Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple, con los mandriles especificados en el artículo 34 del Código Estructural. El resultado se considerará satisfactorio si tras el ensayo no se detectan fisuras o grietas en el acero a simple vista.

- Determinación de la masa por metro (m/m). El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 del Código Estructural.

- Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas (profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación.

El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 del Código Estructural o del certificado específico de homologación de adherencia, en función de las longitudes de anclaje y solape empleadas en el proyecto.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

Adicionalmente, en el caso de suministros de acero superiores a 300 toneladas, se deberá determinar la composición química sobre uno de cada cuatro lotes, dejando constancia escrita de la agrupación de los lotes de cuatro en cuatro. Se llevarán a cabo un mínimo de cinco ensayos sobre el lote seleccionado, en coladas de acero diferentes. El resultado será conforme, para la agrupación de cuatro lotes, cuando se cumplan las especificaciones del artículo 34 de este Código y presente una variación respecto a los valores del certificado de inspección del fabricante del acero «tipo 3.1» según UNE-EN 10204 que sea conforme con los siguientes criterios:

– Para productos de acero conforme a la norma UNE-EN 10080:

$$\begin{aligned} \%C_{\text{ensayo}} &= \% C_{\text{certificado}} \pm 0,03 \\ \%C_{\text{eq ensayo}} &= \% C_{\text{eq certificado}} \pm 0,03 \\ \%P_{\text{ensayo}} &= \% P_{\text{certificado}} \pm 0,008 \\ \%S_{\text{ensayo}} &= \% S_{\text{certificado}} \pm 0,008 \\ \%N_{\text{ensayo}} &= \% N_{\text{certificado}} \pm 0,002 \\ \%Cu_{\text{ensayo}} &= \% Cu_{\text{certificado}} \pm 0,07 \end{aligned}$$

– Para productos de acero soldable inoxidable conforme al apartado 34.4 del Código Estructural:

Desviación máxima establecida en la norma UNE-EN 10088. En caso de detectarse un incumplimiento, se procederá a ensayar tres coladas diferentes de los restantes lotes que forman la agrupación (en total, 9 ensayos más). En caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar los cuatro lotes agrupados. En el caso de aceros de característica SD, se verificará además el comportamiento frente a fatiga y cargas cíclicas como se indica a continuación:

– en el caso de estructuras sometidas a fatiga, el comportamiento de los productos de acero para hormigón armado frente a la fatiga podrá demostrarse mediante la presentación de un informe de ensayos, realizados conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1, que garantice el cumplimiento de las exigencias definidas en el artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 del Código.

– en el caso de estructuras situadas en zona sísmica, el comportamiento frente a cargas cíclicas con deformaciones alternativas podrá demostrarse, salvo indicación contraria de la dirección facultativa, mediante la presentación de un informe de ensayos, que garantice las exigencias al respecto del artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 del Código

**Artículo 59.  
Control de las  
armaduras  
pasivas.**

Este artículo tiene por objeto definir los procedimientos para comprobar la conformidad, antes de su montaje en la obra, de las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía) y de la ferralla (elaborada y armada).

La conformidad de las armaduras con lo establecido en el proyecto incluirá su comportamiento en relación con las características mecánicas, las de adherencia, las relativas a su forma y dimensiones y cualquier otra característica que establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares o decida la dirección facultativa. Las consideraciones de este artículo son de aplicación tanto en el caso en el que se hayan suministrado desde una instalación industrial ajena a la obra, como en el caso de que se hayan preparado en las propias instalaciones de la misma.

59.1 Control de las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía).

En el caso de que la armadura deba disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para las armaduras normalizadas, deberán ser conformes con este Código (entre otros, las comprobaciones experimentales indicadas en este artículo), así como con la norma UNE-EN 10080. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 comprenderá :

- a) un control documental conforme al apartado 21.1,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que la armadura normalizada presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18)

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en este Código, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control de las armaduras normalizadas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial, de prefabricación, o en la propia obra.

59.1.1 Toma de muestras.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre las armaduras normalizadas.

Podrán estar presentes durante la misma, representantes del constructor y del suministrador de las armaduras.

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra. Una vez extraídas las muestras, el constructor procederá, en su caso, al reemplazamiento de las armaduras que hubieran sido alteradas durante la toma.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador de las armaduras o del constructor, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en este Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

59.1.2 Realización de ensayos.

Cualquier ensayo sobre las armaduras, diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente plan de control, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

Para mallas electrosoldadas, los ensayos se realizarán conforme a la norma de ensayo UNE-EN ISO 15630-2 y conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1 cuando se ensayen sus elementos constituyentes.

Para armaduras básicas electrosoldadas en celosía, los ensayos se realizarán conforme al Anexo B de la norma UNE-EN 10080 y conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1 cuando se ensayen sus elementos constituyentes.

Para ambas armaduras normalizadas, los ensayos de las propiedades mecánicas se realizarán con envejecimiento artificial de las probetas, según se indica en la norma UNE-EN 10080.

### 59.1.3 Control previo al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 21.1 que sea aplicable a las armaduras normalizadas que se pretenda suministrar a la obra, el suministrador deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física de la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que acredite que la armadura se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, documentos que acrediten que la armadura dispone del marcado CE,
- c) en el caso de que el proyecto haya dispuesto unas longitudes de anclaje y solape que exijan el empleo de acero con un certificado de adherencia, éste deberá incorporarse a la correspondiente documentación previa al suministro, dicho certificado deberá presentar una antigüedad inferior a 36 meses, desde la fecha de fabricación del acero.

Para la renovación trienal del certificado de adherencia, el laboratorio oficial o acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de estos ensayos debe realizar una comprobación de las características de adherencia mediante la realización del ensayo de la viga sobre 5 barras de un diámetro de entre los incluidos en el certificado de adherencia. La renovación trienal del certificado de adherencia se realizará por un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural, o bien perteneciente a un centro directivo de las Administraciones Públicas o bien acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de estos ensayos. El laboratorio efectuará una comprobación de las características de adherencia mediante la realización del ensayo de la viga sobre 5 barras de un diámetro de entre los incluidos en el certificado de adherencia,

- d) en el caso de estructuras sometidas a fatiga, el comportamiento frente a la fatiga de las mallas electrosoldadas con característica SD, podrá demostrarse mediante la presentación de un informe de ensayos que garantice el cumplimiento de las exigencias definidas en el artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los referidos en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural.

### 59.1.4 Control durante el suministro.

#### 59.1.4.1 Control documental durante el suministro.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, deberá comprobar, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que cada suministro de armadura normalizada que se recibe en la obra va acompañado de la correspondiente hoja de suministro, de acuerdo con lo indicado en el apartado 21.1.

De acuerdo con lo indicado en el artículo 21, en el caso de armaduras que se encuentren en posesión del marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto que está sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Asimismo, deberá comprobar que el suministro de las armaduras se corresponde con la identificación del acero declarada por el fabricante y facilitada por el suministrador, de acuerdo con lo indicado en el apartado 49.1.1. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de las armaduras afectadas.

La dirección facultativa aceptará la documentación del suministro de las armaduras, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

#### 59.1.4.2 Control experimental durante el suministro.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, se procederá a la división en lotes de la cantidad de armaduras normalizadas suministradas. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de armaduras, marca comercial, tipo de acero y serie de diámetros.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos mallas o paneles y sobre cada uno de ellos se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas, para la

determinación de  $R_{m1}$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $R_{m2}$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $R_{p0.2reg}$ ,  $R_{p0.2nominal}$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ . El ensayo será satisfactorio cuando cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 de este Código.

- Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple, con los mandriles especificados en la norma UNE 10080. El resultado se considerará satisfactorio si tras el ensayo no se detectan fisuras o grietas en el acero a simple vista.

- Determinación de la masa por metro (m/m). El ensayo será satisfactorio cuando se cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 del Código Estructural.

- Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas (profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación.

El ensayo será satisfactorio cuando se cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 del Código Estructural o del certificado específico de homologación de adherencia, en función de las longitudes de anclaje y solape empleadas en el proyecto.

- Determinación del cortante en cizalladura o despegue de nudo. El ensayo se considerará satisfactorio. cumplan las especificaciones que le sean de aplicación en el artículo 35 del Código Estructural.
- Determinación de las dimensiones de la mallas electrosoldadas (longitud, anchura y separación entre elementos) y de la armadura básica electrosoldada en celosía (longitud, altura, anchura y paso de celosía). El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que le sean de aplicación en el artículo 35 del Código Estructural.
- Para mallas electrosoldadas, determinación del número de elementos: se comprobará que el número de elementos longitudinales y transversales de cada panel o malla es el indicado en la documentación de suministro y aceptado por el cliente.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre las que se hayan detectado las no conformidades. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

#### 59.1.5 Certificado de suministro.

El constructor archivará un certificado firmado por persona física y preparado por el suministrador de las armaduras normalizadas, que trasladará a la dirección facultativa al final de la obra, en el que se exprese la conformidad con este Código de la totalidad de las armaduras suministradas, con expresión de las cantidades reales correspondientes a cada tipo, así como su trazabilidad hasta los fabricantes, de acuerdo con la información disponible en la documentación que establece la norma UNE-EN 10080.

En el caso de que un mismo suministrador efectuara varias remesas durante varios meses, se podrán presentar certificados mensuales con las cantidades realmente suministradas cada mes.

Cuando entre en vigor el marcado CE para los productos de acero, el suministrador de las mismas facilitará al constructor copia de la declaración de prestaciones y el marcado CE.

#### 59.2 Control de la ferralla (elaborada y armada).

En el caso de ferralla según lo indicado en el apartado 35.3, la dirección facultativa o, en su caso, el constructor, deberá comunicar por escrito al elaborador de la ferralla el cronograma de obra, marcando pedidos de las armaduras y fechas límite para su recepción en obra, tras lo que el elaborador de las mismas deberá comunicar por escrito a la dirección facultativa su programa de fabricación, con identificación de los procesos que va a utilizar (enderezado y/o soldadura) y si el acero que va a utilizar o alguno de los procesos para la elaboración de la ferralla disponen de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, ello al objeto de posibilitar la elaboración del Programa de control, la realización de toma de muestras y las actividades de comprobación que, preferiblemente, deben efectuarse en la instalación de ferralla.

El control de recepción se aplicará también tanto a las armaduras que se reciban en la obra procedente de una instalación industrial ajena a la misma, así como a cualquier armadura elaborada directamente por el constructor en la propia obra.

Las comprobaciones y ensayos establecidos en este apartado no serán preceptivos en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

#### 59.2.1 Toma de muestras.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre los acopios destinados a la obra. Podrán estar presentes durante la misma, representantes del constructor y del elaborador de la armadura. En el caso de ferralla armada, la toma de muestras se efectuará preferiblemente en la propia instalación donde se estén fabricando y solo, si la dirección facultativa lo autoriza se podrá efectuar la toma de muestras en la propia obra.

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra no aceptando en ningún caso, que se tome sobre armaduras que no se correspondan al despiece del proyecto, ni sobre armaduras específicamente destinadas a la realización de ensayos salvo que sean fabricadas en su presencia y bajo su directo control. Una vez extraídas las muestras, se procederá, en su caso, al reemplazamiento de las armaduras que hubieran sido alteradas durante la toma.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador de la armadura o del constructor, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en este Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

#### 59.2.2 Realización de los ensayos.

Cualquier ensayo sobre la ferralla, diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

##### 59.2.2.1 Ensayos para la comprobación de la conformidad de las características mecánicas.

Las características mecánicas de la ferralla se determinarán de acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN ISO 15630-1. En el caso de que fuera necesario la determinación de las características mecánicas sobre ferralla fabricada con mallas electrosoldadas, se efectuará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-2.

El ensayo de tracción se realizará sobre probetas envejecidas artificialmente, según se indica en la norma UNE-EN 10080. Además, se tendrá en cuenta en el caso de la ferralla armada mediante soldadura no resistente, que el ensayo de tracción se realizará sobre probetas que contengan, al menos, una unión soldada, llevándose a cabo la tracción sobre el diámetro más fino de la probeta.

Los ensayos de doblado-desdoblado y de doblado simple se efectuarán según la norma UNE-EN ISO 15630 correspondiente, sobre los mandriles indicados en la norma UNE-EN 10080.

##### 59.2.2.2 Ensayos para la comprobación de la conformidad de las características de adherencia.

Las características de geometría superficial de las armaduras relacionadas con su adherencia se comprobarán mediante la aplicación de los métodos contemplados al efecto en la norma UNE-EN ISO 15630-1.

##### 59.2.2.3 Ensayos para la comprobación de la conformidad de las dimensiones.

La conformidad de las dimensiones de la ferralla se comprobará mediante el correspondiente equipo de medida, que deberá cumplir los siguientes requisitos:

- la determinación de sus dimensiones longitudinales, con una resolución de medida no inferior a 1 mm.
- la determinación de sus diámetros reales de doblado mediante la aplicación de las correspondientes plantillas de doblado.
- la determinación de sus alineaciones geométricas, con una resolución de las mismas no inferior a 1.º.

#### 59.2.3 Control previo al suministro.

Las comprobaciones previas al suministro de la ferralla tienen por objeto verificar la conformidad de los procesos y de las instalaciones que se pretenden emplear.

##### 59.2.3.1 Comprobación documental previa al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 21.1 que sea aplicable a la ferralla que se pretende suministrar a la obra, el suministrador o, en su caso, el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física designada por el suministrador de la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que acredite que la ferralla que se suministrará se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido;
- b) en su caso, documento que acredite que el acero que se utilizará para la fabricación de la armadura se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido;
- c) en el caso de que se trate de ferralla armada mediante soldadura no resistente, certificados de cualificación del personal que realizará dicha soldadura, que avale su formación específica para dicho procedimiento;
- d) en el caso de que se pretenda emplear procesos de soldadura resistente, certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN ISO 9606-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1;
- e) en el caso de que el proyecto haya dispuesto unas longitudes de anclaje y solape que exijan el empleo de acero con un certificado de adherencia, éste deberá incorporarse a la correspondiente documentación previa al suministro. Dicho certificado deberá presentar una antigüedad inferior a 36 meses, desde la fecha de fabricación del acero. La renovación trienal del certificado de adherencia se realizará por un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural, o bien perteneciente a un centro directivo de las Administraciones Públicas o bien acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de estos ensayos. El laboratorio efectuará una comprobación de las características de adherencia mediante la realización del ensayo de la viga sobre 5 barras de un diámetro de entre los incluidos en el certificado de adherencia;
- f) en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, en función de su alcance, la comprobación documental comprenderá:

- Ferralla elaborada en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido: no será preceptiva la documentación a la que se refiere el apartado b).
- Ferralla armada mediante soldadura no resistente en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocida: no será preceptiva la documentación a la que se refieren los apartados b) y c).
- Ferralla armada mediante soldadura resistente en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocida: no será preceptiva la documentación referida en los apartados b) y d).

Además, previamente al inicio del suministro de la ferralla según proyecto, la dirección facultativa podrá revisar las planillas de despiece que se hayan preparado específicamente para la obra. Esta revisión será obligatoria en los casos indicados en el apartado 49.3.1.

Cuando se produzca un cambio de suministrador de la ferralla, será preceptivo presentar nuevamente la documentación correspondiente.

59.2.3.2 Comprobación de las instalaciones de ferralla.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección a la instalación de ferralla donde se elabora la ferralla, al objeto de comprobar su idoneidad para fabricar las armaduras que se requieren para la obra. En particular, se atenderá al cumplimiento de las exigencias establecidas en el apartado 49.2.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones que pertenezcan a la obra, en las que se comprobará que se ha delimitado un espacio mínimo para las labores del proceso de ferralla con espacio predeterminado para el acopio de materia prima, espacio fijo para la maquinaria y procesos de elaboración y armado, así como recintos específicos para acopiar la ferralla elaborada y, en su caso, la ferralla armada.

La dirección facultativa podrá recabar del suministrador de la ferralla o del constructor, la información que demuestre la existencia de un control de producción, conforme con lo indicado en el apartado 49.2.4 y correctamente documentado, mediante el registro de sus comprobaciones y resultados de ensayo en los correspondientes documentos de autocontrol, que incluirán al menos todas las características especificadas por el Código Estructural.

59.2.4 Control durante el suministro.

59.2.4.1 Control documental durante el suministro o su fabricación en obra.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, deberá comprobar, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que cada remesa de ferralla que se suministre a la obra va acompañada de la correspondiente hoja de suministro, de acuerdo con lo indicado en el apartado 21.1.

Asimismo, deberá comprobar que el suministro de la ferralla se corresponde con la identificación del acero declarada por el fabricante y facilitada por el suministrador de la ferralla, de acuerdo con lo indicado en el artículo 58. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de la ferralla afectada.

Para ferralla elaborada en las instalaciones de la obra, se comprobará que el constructor mantiene un registro de fabricación en el que se recoge, para cada partida de elementos fabricados, la misma información que en las hojas de suministro a las que hace referencia este apartado.

La dirección facultativa aceptará la documentación de la remesa de ferralla, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

59.2.4.2 Comprobaciones experimentales: criterios generales.

El control experimental de la ferralla comprenderá la comprobación de sus características mecánicas, la de sus características de adherencia y la de sus dimensiones, así como la de otras características adicionales cuando se utilicen procesos de soldadura resistente.

Las comprobaciones experimentales a las que hace referencia este apartado no serán preceptivas en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

En la ferralla que no posea un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, para la realización de los ensayos, control experimental, se define como lote aquel que cumple las siguientes condiciones:

- el tamaño del lote no será superior a 25 toneladas,
- en el caso de ferralla fabricada en una instalación industrial fija ajena a la obra, deberá haber sido suministrada en remesas consecutivas desde la misma instalación,
- en el caso de ferralla fabricada en instalaciones de la obra, la producida en períodos de un mes,
- corresponder a la misma designación de armadura pasiva, según artículo 35 de este Código.

59.2.4.3 Comprobaciones experimentales: características mecánicas y de adherencia.

Las características mecánicas y de adherencia de la ferralla elaborada y armada serán objeto de comprobación de su conformidad por parte de la dirección facultativa.

En el caso de que los productos a suministrar estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocida, la dirección facultativa podrá eximir las comprobaciones experimentales que se indican en este apartado.

Los tipos de ensayos a realizar en función de los procesos utilizados para la fabricación de la ferralla se indican en la tabla 59.2.4.3.

Tabla 59.2.4.3 Comprobación de las características mecánicas y de adherencia mediante ensayos

Comprobación de las características mecánicas y de adherencia mediante ensayos		
Procesos	Sin enderezado	Con enderezado
Sin soldadura (ferralla elaborada y ferralla armada mediante atado con alambre).	La dirección facultativa podrá eximir los ensayos.	Traacción Geometría superficial.
Con soldadura (ferralla armada mediante soldadura no resistente).	Traacción Doblado simple o doblado-desdoblado.	Traacción Doblado simple o doblado-desdoblado Geometría superficial.

En cada lote se tomará una muestra representativa formada por un número de probetas suficientes para la realización de los ensayos que correspondan de acuerdo con la tabla 59.2.4.3. Se recomienda obtener un número de probetas de reserva suficiente para posibles contraensayos.

En el caso de que en un mismo lote existan armaduras fabricadas con barras de acero corrugado con y sin procesos de enderezado, las probetas para la realización de los ensayos de tracción y geometría superficial procederán de las barras enderezadas. Si además, se han utilizado procesos de soldadura, las probetas contendrán un punto de soldadura.

De acuerdo con los procesos utilizados en la elaboración de la ferralla indicados en la tabla 59.2.4.3, en cada lote se realizarán los siguientes ensayos según corresponda:

– Cuatro ensayos de tracción sobre probetas preferentemente de diámetros de las series fina y media, para la determinación de  $R_{m1}$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $R_m/R_{p0.2}$ ,  $R_{p0.2real}/R_{p0.2nominal}$  (solo en el caso de armaduras pasivas SD), A, Ag. En el caso de que el acero corrugado con el que se han elaborado las armaduras esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá reducir el número de ensayos a la mitad. El ensayo se considerará conforme si se cumplen las especificaciones establecidas para el acero en el artículo 35 del Código Estructural.

– Cuatro ensayos de doblado simple o doblado-desdoblado sobre probetas de los diámetros mayores utilizados en la ferralla armada con soldadura no resistente. En el caso de que el acero corrugado con el que se han elaborado las armaduras esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá reducir el número de ensayos a la mitad. El resultado se considerará conforme si tras el ensayo no se aprecian fisuras o grietas a simple vista.

– Dos ensayos de geometría superficial por diámetro de las series fina y media determinando altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal. En el caso de que se trate de un acero con certificado de las características de adherencia según el Anejo C de la norma UNE-EN 10080, será suficiente determinar su altura de corruga. El ensayo se considerará conforme si se cumplen las especificaciones definidas en el artículo 35 del Código Estructural para el caso de acero suministrado en barra o en el certificado de las características de adherencia, en su caso.

En el caso de no cumplirse alguna especificación sobre las probetas de reserva para contraensayos, si se dispone de ellas o, en caso contrario y si es posible, sobre probetas extraídas del mismo lote afectado, se realizarán el doble de ensayos en relación con la propiedad sobre la que se haya detectado la no conformidad. Si volviera a producirse algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

Además, la dirección facultativa rechazará el empleo de armaduras que presenten un grado de oxidación que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se entenderá como excesivo el grado de oxidación cuando, una vez procedido al cepillado mediante cepillo de púas de alambre, se compruebe que la pérdida de peso de la probeta de barra es superior al uno por ciento. Asimismo, se deberá comprobar también que, una vez eliminado el óxido, la altura de corruga cumple los límites establecidos para la adherencia con el hormigón, según el artículo 35 del Código Estructural o el certificado de las características de adherencia, en su caso.

#### 59.2.4.4 Comprobaciones experimentales: dimensiones.

De cada lote se verificarán como mínimo quince unidades de ferralla, preferiblemente pertenecientes a diferentes formas y tipologías, a criterio de la dirección facultativa.

Las comprobaciones a realizar en cada unidad serán, como mínimo, las siguientes:

- la correspondencia de los diámetros de las armaduras y del tipo de acero con lo indicado en el proyecto y en las hojas de suministro,
- la alineación de sus elementos rectos, sus dimensiones y, en su caso, sus diámetros de doblado, comprobándose que no se aprecian desviaciones observables a simple vista en sus tramos rectos y que los diámetros de doblado y las desviaciones geométricas respecto a las formas del despiece del proyecto son conformes con las tolerancias establecidas en el mismo o, en su caso, en el Anejo 14 del Código Estructural.

Además, en el caso de ferralla armada, se deberá comprobar:

- la correspondencia del número de elementos de armadura (barras, estribos, etc.) indicado en el proyecto, las planillas y las hojas de suministro, y
- la conformidad de las distancias entre barras según artículo 35 del Código Estructural.

En el caso de que se produjera un incumplimiento, se desechará la ferralla sobre la que se ha obtenido el mismo y se procederá a una revisión de todo el lote. De resultar satisfactorias las comprobaciones, se aceptará el lote, previa sustitución de la armadura defectuosa. En caso contrario, se rechazará todo el lote.

#### 59.2.4.5 Comprobaciones experimentales: procesos de elaboración con soldadura resistente.

En el caso de que se emplee soldadura resistente para la elaboración de una armadura en una instalación industrial ajena a la obra, la dirección facultativa deberá recabar las evidencias documentales de que el proceso de soldadura se realiza en una instalación de ferralla que está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido. En el caso de armaduras elaboradas directamente en la obra, la dirección facultativa permitirá la realización de soldadura resistente solo en el caso de control de ejecución intenso.

Además, la dirección facultativa deberá disponer la realización de una serie de comprobaciones experimentales de la conformidad del proceso, en función del tipo de soldadura, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 17660-1.

**59.2.5 Certificado del suministro.**

El constructor archivará un certificado firmado por persona física y preparado por el suministrador de la ferralla, que trasladará a la dirección facultativa al final de la obra, en el que se exprese la conformidad con este Código de la totalidad de la ferralla suministrada, con expresión de las cantidades reales correspondientes a cada tipo, así como su trazabilidad hasta los fabricantes, de acuerdo con la información disponible en la documentación que establece la norma UNE-EN 10080.

En el caso de que un mismo suministrador efectuara varias remesas durante varios meses, se deberá presentar certificados mensuales el mismo mes, se podrá aceptar un único certificado que incluya la totalidad de las partidas suministradas durante el mes de referencia.

En el caso de instalaciones en obra, el constructor elaborará y entregará a la dirección facultativa un certificado equivalente al indicado para las instalaciones ajenas a la obra.

**Artículo 60.  
Control del acero  
para armaduras  
activas.**

En el caso de que el acero deba de disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros para armaduras activas, deberán ser conformes con este Código. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el acero presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido, conforme a lo indicado en el artículo 18).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en este Código, el pliego de prescripciones técnicas particulares podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control del acero para armaduras activas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial, de prefabricación o en la propia obra.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, y producto (alambre, cordón y barra), diámetro y colada.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos alambres, cordones o barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-3:

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas. Se determinará las siguientes características: Módulo elástico, Carga al límite elástico convencional al 0,1%,  $R_{p0.1}$ , Carga al límite elástico convencional al 0,2%,  $R_{p0.2}$ , Carga de rotura,  $R_m$ , Relación  $R_{p0.2}/R_m$ , Alargamiento total bajo carga máxima,  $A_{gt}$ , Estricción,  $Z$ .
- Ensayo de doblado alternativo, solo para alambres de diámetro igual o superior a 5 mm
- Determinación de características geométricas: sección transversal recta o masa metro y profundidad, longitud y separación de grafías, si procede.

Los ensayos serán satisfactorios cuando cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 36 del Código Estructural.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las que se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

El comportamiento frente a relajación al 80 % a 1000 horas, fatiga, corrosión bajo tensión o tensión residual, pérdida de resistencia a la tracción después de un doblado y tracción desviada (solo para cordones de 7 alambres de diámetro  $\geq 13$ mm), según UNE-EN ISO 15630-3, podrá demostrarse, salvo indicación contraria de la dirección facultativa, mediante la presentación de un informe de ensayos que garanticen las exigencias al respecto del artículo 36, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural.

Adicionalmente, en suministros de más de 100 toneladas, se efectuarán ensayos de contraste de la trazabilidad de la colada, mediante la determinación de las características químicas sobre uno de cada cuatro lotes, con un mínimo de cinco ensayos.

**Artículo 61.  
Control de los  
elementos y  
sistemas de  
aplicación del  
pretensado**

61.1 Criterios generales para el control.

La conformidad de los elementos de pretensado con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, e incluirá todos aquellos componentes que fueran necesarios para materializar la fuerza de pretensado sobre la estructura. Por lo tanto, el control de recepción en relación con los elementos de pretensado podrá incluir, según el caso:

- el acero de pretensar,
- las unidades de pretensado, cualquiera que sea su tipología (alambres, cordones, barras, etc.),
- los dispositivos de anclaje, en su caso,
- los dispositivos de empalme, en su caso,
- las vainas, en su caso,
- los productos de inyección, en su caso, y
- los sistemas para aplicar la fuerza de pretensado.

En el caso de elementos o sistemas de aplicación del pretensado que dispongan de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Para los elementos o sistemas de aplicación del pretensado que no dispongan de marcado CE, deberán ser conformes con este Código (entre otros, comprobaciones experimentales indicadas en este artículo). La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el sistema de aplicación del pretensado presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en este Código, el pliego de prescripciones técnicas particulares podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación de prefabricación, o en la propia obra.

#### 61.2 Toma de muestras.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre los elementos de pretensado, en la propia obra. Podrán estar presentes durante la misma, representantes del constructor, del aplicador del pretensado y del fabricante de acero de pretensado.

La entidad o laboratorio de control de calidad velará por la representatividad de la muestra no aceptando en ningún caso, que se tomen muestras sobre elementos que hubieran sido suministradas específicamente para la realización de ensayos.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador, aplicador o del constructor, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en este Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

#### 61.3 Realización de ensayos.

Cualquier ensayo sobre los elementos o sistemas de aplicación del pretensado, diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

En el caso que la dirección facultativa decida la realización de ensayos para la caracterización mecánica de cualquier unidad de pretensado (alambre, barra o cordón), se efectuarán conforme a lo indicado en la norma UNE-EN ISO 15630-3.

#### 61.4 Control previo a la aplicación del pretensado.

Las comprobaciones previas a la aplicación del pretensado tienen por objeto verificar la conformidad documental de los materiales, sistemas y procesos empleados para la aplicación de la fuerza de pretensado.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 21.1, que sea aplicable a los elementos o sistemas de aplicación del pretensado que se pretenden suministrar a la obra, el suministrador o el aplicador deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física de la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que acredite de que el sistema de aplicación del pretensado está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) aquélla que avale que los elementos de pretensado que se van a suministrar están legalmente comercializados y, en su caso, la declaración de prestaciones y el marcado CE,

Cuando se produzca un cambio de suministrador o aplicador durante la obra, será preceptivo presentar nuevamente la documentación correspondiente.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, antes del inicio del suministro, una inspección del sistema de aplicación del pretensado, al objeto de comprobar que mantiene las condiciones de idoneidad para aplicarse en la obra. En particular, se atenderá al cumplimiento de las exigencias establecidas en el artículo 50.

#### 61.5 Control durante la aplicación del pretensado.

##### 61.5.1 Comprobación documental durante el suministro y aplicación del pretensado.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, deberá comprobar, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que cada suministro de elementos de pretensado (alambres, barras, cordones, dispositivos de anclaje o empalme, vainas, productos de inyección o cualquier otro accesorio de pretensado) que se recibe en la obra va acompañado de la correspondiente hoja de suministro, de acuerdo con lo indicado en el apartado 21.1.

De acuerdo con lo indicado en el artículo 21, en el caso de que el sistema de aplicación del pretensado esté en posesión del marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto que está sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. Además, deberá suministrarse a la dirección facultativa el procedimiento de aplicación amparado por el mismo.

La dirección facultativa comprobará que la documentación del suministro de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado, es conforme con lo especificado en el proyecto.

##### 61.5.2 Control experimental durante el suministro y aplicación del pretensado.

En los sistemas de aplicación del pretensado que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18 se procederá a realizar las comprobaciones que contempla este Código para la recepción de los diferentes elementos de pretensado.

##### 61.5.2.1 Control experimental de la conformidad de las unidades de pretensado.

La dirección facultativa comprobará, en su caso, la conformidad de las unidades de pretensado suministradas a la obra, según lo indicado en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

##### 61.5.2.2 Control experimental de la conformidad de los dispositivos de anclaje y empalme.

El control experimental se limitará a la comprobación de las características apreciables a simple vista, tales como dimensiones e intercambiabilidad de las piezas, ausencia de fisuras o rebabas que pudieran suponer defectos en el proceso de fabricación, etc. De forma especial debe observarse el estado de las superficies que cumplan la función de retención de los tendones (dentado, rosca, etc.), y de las que deben deslizarse entre sí durante el proceso de penetración de la cuña. El número de elementos sometidos a control será, como mínimo:

- a) seis por cada partida recibida en obra,
- b) el 5 % de los que hayan de cumplir una función similar en el pretensado de cada pieza o parte de obra.

Cuando las circunstancias hagan prever que la duración o condiciones de almacenamiento puedan haber afectado al estado de las superficies antes indicadas, deberá comprobarse nuevamente su estado antes de su utilización.

##### 61.5.2.3 Control de las vainas y accesorios de pretensado.

En el caso de las vainas, el control experimental se limitará a la comprobación de sus características aparentes, tales como dimensiones, rigidez al aplastamiento de las vainas, ausencia de abolladuras, ausencia de fisuras o perforaciones que puedan comprometer su estanquidad, etc.

En particular, deberá comprobarse que la curvatura de las vainas, de acuerdo con los radios con que vayan a utilizarse en obra, no produce deformaciones locales apreciables, ni roturas que pudieran afectar a la estanquidad de las vainas.

Se deberá comprobar también la estanquidad y resistencia al aplastamiento y golpes de las piezas de unión, boquillas de inyección, trompetas de empalme, etc., en función de las condiciones en que hayan de ser utilizadas.

Se comprobará asimismo que los separadores, en su caso, no producen acodamientos de las armaduras o dificultad importante al paso de la inyección.

Cuando, por cualquier causa, se haya producido un almacenamiento prolongado o en malas condiciones, deberá evaluarse minuciosamente si la oxidación, en su caso, de los elementos metálicos pudiera producir daños para la estanquidad o de cualquier otro tipo.

#### 61.5.2.4 Control de los productos de inyección.

Cuando los materiales empleados para la preparación de la lechada de inyección (cemento, agua y, en su caso, aditivos), sean de distinto tipo o categoría que los empleados en la fabricación del hormigón de la obra, se aplicarán para su recepción los criterios establecidos para los mismos en este Código.

La dirección facultativa podrá solicitar los resultados de control de producción de los aditivos empleados, en su caso, que avalen mediante los oportunos ensayos de laboratorio, el efecto que los mismos pueden producir en las características de la lechada o mortero.

Además, deberán tenerse en cuenta, en su caso, las condiciones particulares de temperatura de la obra para prevenir, si fuese necesario, la necesidad de que el aditivo tenga propiedades aireantes.

#### 61.6 Certificado del suministro.

El constructor archivará un certificado firmado por persona física y preparado por el suministrador de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado, que trasladará a la dirección facultativa al final de la obra, en el que se exprese la conformidad con este Código.

En el caso de que un mismo suministrador efectuara varias remesas durante varios meses, se podrán presentar certificados mensuales con las cantidades realmente suministradas cada mes.

En el caso de sistemas de aplicación del pretensado con marcado CE, el suministrador de las mismas facilitará al constructor copia del certificado de conformidad incluida en la documentación que acompaña al citado marcado CE, relativo a los elementos de pretensado suministrados a la obra.

**Artículo 62.  
Control de los  
elementos  
prefabricados**

62.1 Criterios generales para el control de la conformidad de los elementos prefabricados.  
La conformidad de los elementos prefabricados con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de la conformidad de su comportamiento tanto en lo relativo al hormigón, como a las armaduras, así como al comportamiento del propio elemento prefabricado.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

La dirección facultativa velará especialmente porque se mantengan los criterios suficientes para garantizar la trazabilidad entre los elementos colocados con carácter permanente en la obra y los materiales y productos empleados.

A los efectos de su control, la prefabricación de elementos estructurales de hormigón incluye, al menos, los siguientes procesos:

- elaboración de las armaduras,
- armado de la ferralla,
- montaje de la armadura pasiva,
- operaciones de pretensado, en su caso,
- fabricación del hormigón, y
- vertido, compactación y curado del hormigón.

Para los productos que no dispongan de marcado CE, el control de recepción de los elementos prefabricados podrá incluir comprobaciones tanto sobre los procesos de prefabricación, como sobre los productos empleados (hormigón, armaduras y acero de pretensado), así como sobre la geometría final del elemento.

El control de recepción debe efectuarse tanto sobre los elementos prefabricados en una instalación industrial ajena a la obra como sobre aquéllos prefabricados directamente por el constructor en la propia obra. Además, los criterios del Código Estructural deberán aplicarse tanto a los elementos normalizados, como aquéllos que sean prefabricados específicamente para una obra, de acuerdo con un proyecto concreto.

El suministrador o, en su caso, el constructor, deberá incluir en su sistema de control de producción un sistema para el seguimiento de cada uno de los procesos aplicados durante su actividad, y definirá unos criterios de comprobación que permitan verificar a la dirección facultativa que los citados procesos se desarrollan según lo establecido en este Código. Para ello, reflejará en los correspondientes registros de autocontrol los resultados de todas las comprobaciones realizadas para cada una de las actividades que le sean de aplicación, de entre las contempladas por el Código Estructural.

La dirección facultativa podrá requerir del suministrador o, en su caso, del constructor, las evidencias documentales sobre cualquiera de los procesos relacionados con la prefabricación que se contemplan en este Código y, en particular, la información que demuestre la existencia de un control de producción, que incluya todas las características especificadas por el Código Estructural y cuyos resultados deberán estar registrados en documentos de autocontrol. Además, podrá efectuar, cuando proceda, las oportunas inspecciones en las propias instalaciones de prefabricación y, en su caso, la toma de muestras para su posterior ensayo.

En el caso general de elementos prefabricados elaborados con hormigón conforme a la norma EN 206, norma de referencia para los productos con marcado CE obligatorio (de acuerdo a la versión establecida en la norma de producto correspondiente), se empleará en el proyecto del elemento prefabricado unos coeficientes de ponderación, en situación persistente o transitoria, de 1,70 para el hormigón y de 1,15 para el acero. No obstante, el fabricante podrá aplicar un coeficiente parcial de seguridad de 1,50 para el hormigón, si dispone de un certificado del control de producción en fábrica, concedido por una entidad de certificación según el apartado 17.2.2.2 del Código Estructural, en cualquier caso, acreditados conforme a los apartados del Código Estructural que le sean de aplicación y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) N.º 765/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en este Código. Dichos coeficientes podrán disminuirse hasta 1,35 en el caso del hormigón y 1,10 en el caso del acero, si el elemento prefabricado está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido y se cumplen el resto de condiciones indicadas en el Anejo 19 del Código.

#### 62.2 Toma de muestras.

En el caso de que así lo decidiera la dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre los acopios destinados a la obra. Podrán estar presentes durante la toma los representantes de la dirección facultativa, del constructor y del suministrador de los elementos prefabricados.

En el caso de elementos normalizados y, la toma de muestras se efectuará sobre materiales, productos y elementos como los de las partidas suministradas a la obra. Solo si la dirección facultativa lo autoriza se podrá efectuar la toma de muestras en la propia obra.

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra, no aceptando en ningún caso, que se tome sobre materiales o armaduras que no se correspondan a lo indicado en el proyecto, ni sobre elementos específicamente destinados a la realización de ensayos salvo que sean fabricados en su presencia y bajo su directo control. Una vez extraídas las muestras, se actuará de la misma forma que se indica al efecto en los Artículos 57, 59 y 61 para el hormigón y las armaduras.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador del elemento prefabricado o del constructor, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en este Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

#### 62.3 Realización de los ensayos.

Cualquier ensayo sobre los elementos prefabricados o sus componentes, diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

##### 62.3.1 Comprobación de la conformidad de los procesos de prefabricación.

La comprobación de la conformidad, por parte de la dirección facultativa o el agente en el que delegue, de los procesos de prefabricación incluirá, al menos, la elaboración de la armadura pasiva, su montaje en los moldes, la fabricación del hormigón, así como su vertido, compactación y curado y, en su caso, las operaciones de aplicación del pretensado.

La comprobación de la conformidad de cada proceso se efectuará mediante la aplicación de los mismos procedimientos que se establecen en el articulado de este Código para el caso general de ejecución de la estructura en la propia obra.

##### 62.3.2 Ensayos para la comprobación de la conformidad de los productos empleados para la prefabricación de los elementos estructurales.

Los ensayos para la comprobación de las características exigibles, de acuerdo con este Código, para el hormigón, las armaduras elaboradas y los elementos de pretensado empleados en la prefabricación de elementos estructurales serán los mismos que los definidos, con carácter general, en los Artículos 57, 59 y 61.

##### 62.3.3 Ensayos para la comprobación de la conformidad de la geometría de los elementos prefabricados.

La geometría de los elementos prefabricados se comprobará mediante la determinación de sus características dimensionales, mediante cinta métrica con una apreciación no superior a 1,0 mm.

##### 62.3.4 Comprobación de la conformidad del recubrimiento de la armadura.

La conformidad de los recubrimientos respecto a lo indicado en el proyecto, se comprobará en la propia instalación, revisando la disposición adecuada de los separadores.

#### 62.3.5 Otros ensayos.

Cualquier ensayo o comprobación, diferente de los contemplados en este Código, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

#### 62.4 Control previo al suministro.

El control previo al suministro tiene por objeto verificar la conformidad de las condiciones administrativas, así como de las instalaciones de prefabricación, mediante las correspondientes inspecciones y comprobaciones de carácter documental.

##### 62.4.1 Comprobación documental.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 21.1, que sea aplicable a los elementos prefabricados, el suministrador de los elementos prefabricados o el constructor deberán presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física con representación suficiente, de la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que acredite que los elementos prefabricados que serán objeto de suministro a la obra están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, certificados de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente de las armaduras pasivas, que avale su formación específica para dicho procedimiento,
- c) en su caso, certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN ISO 9606-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1, en caso de realizarse soldadura resistente de armaduras pasivas,
- d) en su caso, certificados de que el acero para armaduras pasivas, el acero para armaduras activas o la ferralla armada están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

En el caso de elementos prefabricados según proyecto en los que se prevea la modificación del despiece original incluido en el proyecto, el suministrador, o en su caso, el constructor remitirá el nuevo despiece para su aceptación por escrito por parte de la dirección facultativa. En cualquier caso, previamente al inicio del suministro de elementos prefabricados según proyecto, la dirección facultativa directamente, o mediante la entidad de control de calidad, podrá revisar las plantillas de despiece que se hayan preparado específicamente para los elementos de la obra.

En el caso de que se produjera un cambio del suministrador, será preceptivo presentar nuevamente la documentación correspondiente.

##### 62.4.2 Comprobación de las instalaciones.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, una visita de inspección a la instalación donde se elaboran los elementos prefabricados al objeto de comprobar:

- que las instalaciones cumplen todos los requisitos exigidos por el Código Estructural, y en particular lo establecido en el artículo 54,
- que los procesos de prefabricación se desarrollan correctamente, y
- que existe un sistema de gestión de acopios de materiales que permiten conseguir la necesaria trazabilidad.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones de prefabricación que pertenezca a la obra. El prefabricador deberá poder demostrar que su gestión de acopios y el control de sus procesos garantizan la trazabilidad hasta su entrega a la obra incluyendo, en su caso, el transporte.

El prefabricador o, en su caso, el constructor deberá demostrar que su central de hormigón y sus instalaciones y equipos para la elaboración de la armadura y aplicación del pretensado cumplen todas las exigencias técnicas establecidas para las mismas, con carácter general, por el Código.

##### 62.4.3 Posible exención de comprobaciones previas.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan de marcado CE, el responsable de la recepción deberá decidir aquellas comprobaciones que considere necesarias.

En el caso de que los elementos prefabricados estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá eximir de las comprobaciones documentales a las que se refieren los puntos b) y c) del apartado 62.4.1.

#### 62.5 Control durante el suministro.

##### 62.5.1 Control documental durante el suministro.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, deberá comprobar, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que cada remesa de elementos prefabricados que se suministre a la obra va acompañada de la correspondiente hoja de suministro a la que hace referencia el apartado 21.1.

La dirección facultativa comprobará que la documentación aportada por el suministrador de los elementos prefabricados o, en su caso, por el constructor, es conforme con los coeficientes parciales de seguridad de los productos que hayan sido adoptados en el proyecto.

La dirección facultativa comprobará que la documentación de la partida de elementos prefabricados es conforme con este Código, así como con lo especificado en el proyecto.

62.5.2 Comprobación de la conformidad de los productos empleados.  
La dirección facultativa comprobará que el prefabricador o, en su caso, el constructor ha controlado la conformidad de los productos directamente empleados para la prefabricación del elemento estructural y, en particular, la del hormigón, la de las armaduras elaboradas y la de los elementos de pretensado.

El control del hormigón se efectuará aplicando los criterios del artículo 57.

El control de las armaduras elaboradas se efectuará aplicando los criterios del artículo 59.

Para realizar las citadas comprobaciones, la dirección facultativa, podrá emplear cualquiera de los siguientes procedimientos:

- la revisión de los registros documentales en los que la persona responsable en la instalación de prefabricación debe reflejar los controles efectuados para la recepción, así como sus resultados,
- la comprobación de los procedimientos de recepción, mediante su inspección en la propia instalación industrial,
- en el caso de elementos prefabricados que no estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, mediante la realización de ensayos sobre muestras tomadas en la propia instalación de prefabricación, todo ello sin perjuicio de los ensayos cuya realización disponga la dirección facultativa.

62.5.3 Comprobaciones experimentales durante el suministro.

El control experimental de los elementos prefabricados incluirá la comprobación de la conformidad de los productos empleados, la de los propios procesos de prefabricación y la de sus dimensiones geométricas.

Además, se comprobará que los elementos llevan un código o marca de identificación que, junto con la documentación de suministro, permite conocer el fabricante, el lote y la fecha de fabricación de forma que se pueda, en su caso, comprobar la trazabilidad de los productos empleados para la prefabricación de cada elemento.

62.5.3.1 Posible exención de las comprobaciones experimentales.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan de marcado CE, el responsable de la recepción deberá realizar las comprobaciones que considere necesarias en base al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones indicadas por la dirección facultativa.

Cuando aplique la comprobación experimental, en el caso de elementos prefabricados que estuvieran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de cualquier comprobación experimental de las referidas en los apartados 62.5.3.3 y 62.5.3.4.

62.5.3.2 Lotes para la comprobación de la conformidad de los elementos prefabricados.

En el caso de elementos normalizados, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

En el caso de elementos prefabricados específicamente para la obra según un proyecto concreto, se define como lote la totalidad de los elementos de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

62.5.3.3 Comprobación experimental de los procesos de prefabricación.

Esta comprobación se efectuará, al menos, una vez durante la obra y comprenderá tanto la revisión del control de producción del prefabricador como la realización de comprobaciones específicas sobre cada proceso, llevadas a cabo por una entidad de control de calidad.

En el caso de elementos normalizados, la dirección facultativa podrá limitar esta comprobación a la revisión del control de producción, que deberá efectuarse sobre los registros de autocontrol correspondientes al período de tiempo durante el que se hayan fabricado los elementos suministrados a la obra.

Para los productos que no dispongan de marcado CE, ni distintivo de calidad oficialmente reconocido, la comprobación experimental de los procesos se efectuará de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Proceso de elaboración de las armaduras pasivas:

Se efectuarán comprobaciones de la conformidad de las armaduras con el proyecto, de acuerdo con los criterios establecidos en el artículo 59.

b) Proceso de montaje de las armaduras pasivas:

Antes de su colocación en el molde, se comprobará que la ferralla elaborada, una vez armada, se corresponde con lo indicado en el proyecto, tanto en lo relativo a sus dimensiones geométricas, secciones de acero y longitudes de solape.

Una vez colocadas sobre el molde, se comprobará que han dispuesto separadores de acuerdo con lo indicado en el apartado 49.8.2 que sus dimensiones permiten garantizar los correspondientes recubrimientos mínimos establecidos en el apartado 43.4.1.

Se efectuarán comprobaciones sobre una muestra de, al menos, cinco unidades de armadura y se aceptará la conformidad del proceso cuando en la totalidad de las muestras se obtengan diámetros de acero que se correspondan con lo establecido en el proyecto y, además, del resto de las comprobaciones se obtengan desviaciones respecto de los valores nominales menores que las tolerancias establecidas en el Anejo 14 para la clase correspondiente al coeficiente parcial de seguridad empleado en el proyecto.

c) Proceso de aplicación del pretensado:

El proceso de aplicación del pretensado se comprobará, al menos una vez, aplicando los criterios establecidos en el artículo 61. Se efectuarán las correspondientes comprobaciones antes del tesado, antes del hormigonado y, en caso, antes de la inyección.

Se aceptará la conformidad del proceso cuando no se advierta ninguna desviación respecto a los criterios establecidos en el artículo 61.

d) Procesos de fabricación del hormigón, vertido, compactación y curado:

En el caso de que el hormigón sea fabricado por el prefabricador, sus procesos de fabricación deberán cumplir los mismos criterios técnicos que los exigidos para las centrales de hormigón por el Código Estructural salvo en los requisitos referentes al transporte.

Además, su vertido, compactación y curado deberán ser conformes con los criterios establecidos, con carácter general, por el Código Estructural.

Para ello, se efectuará, al menos una vez durante la obra, una inspección para comprobar la conformidad con la que se desarrollan dichos procesos.

62.5.3.4 Comprobación experimental de la geometría de los elementos prefabricados.

En el caso de elementos prefabricados sin marcado CE ni distintivo de calidad oficialmente reconocido, para cada lote definido en el apartado 62.5.3.2, se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, de acuerdo con la tabla 62.5.3.4, que preferiblemente sean pertenecientes a diferentes formas y tipologías. Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en el Anejo 14 para la clase correspondiente al coeficiente parcial de seguridad empleado en el proyecto.

Tabla 62.5.3.4 Número mínimo de elementos prefabricados controlados por lote

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo elementos controlados en cada partida
Elementos tipo pilotes, viguetas, bloques...	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares, jácenas...	3
Elementos de grandes dimensiones tipo artesas, cajones...	1

En el caso de que se produjera un incumplimiento se desechará el elemento sobre el que se ha obtenido el mismo y se procederá a una nueva toma de muestras que, si resultara positiva, permitirá la aceptación del lote. En caso contrario, la dirección facultativa requerirá del suministrador una justificación técnica de que la pieza cumple los requisitos exigibles, conforme a este Código de acuerdo con lo expuesto en el punto 4.h) del Anejo 14.

62.5.3.5 Certificado del suministro.

Al finalizar el suministro de los elementos prefabricados, el constructor facilitará a la dirección facultativa un certificado de los mismos, elaborado por el suministrador de los elementos prefabricados y firmado por persona física, cuyo contenido será conforme a lo establecido en el Anejo 4.

En el caso de que un mismo suministrador de elementos prefabricados efectuara varios suministros durante el mismo mes, se podrá aceptar un único certificado que incluya la totalidad de los elementos suministrados durante el mes de referencia.

### 3.2.4. Capítulo 14. Gestión de la calidad de la ejecución de estructuras de hormigón

**Artículo 63.  
 Programación del control de ejecución en las estructuras de hormigón.**

La organización del control de la ejecución de las estructuras de hormigón deberá seguir los criterios establecidos en el capítulo 5 y, en particular, la programación del control de la ejecución deberá respetar los criterios establecidos en el artículo 22.

El control de la ejecución estará ligado al nivel de control de la ejecución (acorde con lo definido en el apartado 22.4.1 y a la clase de ejecución (acorde con lo definido en el apartado 22.4.2)

El control de ejecución deberá adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en este artículo.

**63.1 Lotes de ejecución.**

El Programa de control aprobado por la dirección facultativa contemplará una división de la obra en lotes de ejecución, coherentes con el desarrollo previsto en el plan de obra para la ejecución de la misma y conformes con los siguientes criterios:

- a) se corresponderán con partes sucesivas en el proceso de ejecución de la obra,
- b) no se mezclarán elementos de tipología estructural distinta, que pertenezcan a filas diferentes en la tabla 63.1,
- c) el tamaño del lote no será superior al indicado, en función del tipo de elementos, en la tabla 63.1.

Tabla 63.1 Tamaño máximo de los lotes de ejecución

Tipo de elemento	N.º de elementos o dimensión
Cimentaciones en edificación, depósitos, chimeneas o torres	Elementos de cimentación correspondientes a 250 m <sup>2</sup> de superficie, sin rebasar 10 elementos
Cimentaciones de puentes	1 elemento de cimentación (zapata)
Vigas, forjados y otros elementos trabajando a flexión en edificación, depósitos, chimeneas o torres	250 m <sup>2</sup> de superficie construida 2 plantas 50 m de muro de contención
Alzados de depósitos, chimeneas o torres	500 m <sup>2</sup> de superficie de depósito 10 m de altura
Losa superior o inferior en marcos	totalidad del elemento (losa superior o losa inferior) 250 m <sup>2</sup>
Pilares y muros portantes de edificación	250 m <sup>2</sup> de superficie construida 2 plantas 50 m de muro
Alzados de pilas, estribos en puentes o muros en obras de ingeniería civil, construidos con encofrado convencional	1 pila / 1 estribo 1 hastial, en el caso de marcos 50 m de muro 10 m de altura 250 m <sup>2</sup>
Pilas u otros elementos, construidas por trepado	1 trepa
Pilas u otros elementos construidas por deslizado	1 jornada
Tableros en general ejecutados in situ	1 vano 1 jornada de hormigonado 500 m <sup>2</sup>
Losas in situ de tableros con elementos prefabricados y mixtos	1 vano 1 jornada de hormigonado 500 m <sup>2</sup>
Tableros construidos por fases (o dovelas)	1 fase (o dovela)

En el caso de otros elementos diferentes de los indicados en la tabla 63.1, el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto establecerá los criterios necesarios para definir el tamaño máximo del lote de ejecución.

**63.2 Unidades de inspección.**

A los efectos de este Código, se entiende por unidad de inspección el conjunto de actividades asociadas a un determinado proceso de ejecución, cuyo tamaño máximo viene definido por lo indicado en la tabla 63.2 y que puede implicar a diferentes lotes de ejecución.

Para cada lote de ejecución, el programa de control identificará cada uno de los procesos de ejecución que deben llevarse a cabo en función del tipo de elemento y sus características.

Para cada lote de ejecución y para cada uno de los procesos, el programa de control definirá las unidades de inspección sobre las que se desarrollará el control de la conformidad de la ejecución.

En función de los desarrollos de procesos y actividades previstos en el plan de obra, en cada inspección a la obra desarrollada por el constructor, por la dirección facultativa o, en su caso, por la entidad de control, podrá comprobarse un determinado número de unidades de inspección, las cuales, pueden corresponder a uno o más lotes de ejecución.

Para la definición de las posibles unidades de inspección en cada lote de ejecución, el programa de control identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en este Código.

Las unidades de inspección se definirán en función del proceso de ejecución o actividad, o del tipo de elemento al que corresponden, según se indica en las tablas 63.2.a y 63.2.b.

Tabla 63.2.a Unidades de inspección en función del proceso de ejecución o actividad

Proceso de ejecución	Tamaño máximo de la unidad de inspección
Control de la gestión de acopios	Acopio correspondiente a cada material, forma de suministro, fabricante y partida que se emplean en cada lote de ejecución <sup>(*)</sup>
Replanteos	Replanteos correspondientes a un 20% de cada planta o nivel a ejecutar en el caso de edificación Replanteos de cada uno de los elementos (cimentaciones, alzados de pilas, alzados de estribos, tableros, etc.), en el caso de puentes
Cimbrado	3000 m <sup>3</sup> de cimbra

Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	Planillas correspondientes a una remesa de armaduras
Elaboración de las armaduras, mediante atado o soldadura no resistente (incluyendo procesos de enderezado, corte, doblado y armado, en su caso)	Conjunto de armaduras elaboradas en 1/4 de jornada <sup>(**)</sup>
Descimbrado	3.000 m <sup>3</sup> de cimbra
Uniones de los prefabricados	Uniones ejecutadas para cada elemento prefabricado

(\*) Un mismo acopio de material, procedente del mismo suministro, fabricante y partida o remesa, puede ser destinado a diferentes elementos estructurales o a diferentes lotes de ejecución, en función de su tamaño y de acuerdo con el plan de obra. Por lo tanto, la gestión de un acopio concreto puede formar parte de diferentes lotes de ejecución y, consecuentemente, de diferentes unidades de inspección. Al programarse el control de ejecución, se evitará considerar la inspección repetida del mismo acopio para la aceptación de distintos lotes de ejecución, procurando en la medida de lo posible que el conjunto de las inspecciones tenga la mayor representatividad posible de la obra.

(\*\*) Se deben inspeccionar 4 unidades de elaboración de armadura en una jornada laboral.

Tabla 63.2.b Unidades de inspección en función del tipo de elemento

Tipo de elemento	Procesos de ejecución						
	Encofrado	Montaje de armaduras pasivas	Operaciones de pretensado	Vertido y compactación	Desencofrado	Curado	Acabado
Elementos de cimentación con volúmenes inferiores a los 350 m³.	Encofrado de cada elemento de cimentación.	Armadura de cada elemento de cimentación.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón de cada elemento de cimentación.	Desencofrado de cada elemento de cimentación.	Curado del hormigón de cada elemento de cimentación.	Acabado de la superficie vista del hormigón de cada elemento de cimentación.
Elementos de cimentación con volúmenes superiores a los 350 m³.	Encofrado de cada elemento de cimentación.	Armadura montada en media jornada.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón procedente de cinco amasadas.	Desencofrado de cada elemento de cimentación.	Curado correspondiente a cada una de las juntas de hormigonado o a la superficie final del elemento.	Acabado de la superficie vista del hormigón de cada elemento de cimentación.
Alzados de pilares, y muros en edificación.	Encofrado de cada pilar. Encofrado de 5 m de muro, en su caso.	Armadura de cada pilar. Armadura correspondiente a 5 m de muro, en su caso.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón correspondiente a cada pilar. Hormigón correspondiente a 5 m de muro, en su caso.	Desencofrado de cada pilar. Desencofrado de 5 m de muro, en su caso.	Curado de la superficie de cada pilar. Curado correspondiente a 5 m de muro, en su caso.	Superficie de cada pilar. Superficie de cada 5 m de muro, en su caso.
Alzados de pilas, estribos y muros en el caso de puentes.	Encofrado de cada alzado de pilas o estribos. Encofrado de 5 m de muro, en su caso.	Armadura de cada pila o estribo. Armadura correspondiente a 5 m de muro.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón de cada pila o estribo, con un máximo de cinco amasadas. Hormigón correspondiente a 5 m de muro, en su caso.	Desencofrado de cada alzado de pilas o estribos. Desencofrado de 5 m de muro, en su caso.	Curado de la superficie de cada pila o estribo. Curado correspondiente a 5 m de muro, en su caso.	Superficie de cada pila o estribo. Superficie de cada 5 m de muro, en su caso.
Pila hormigonada con encofrados trepantes.	Unidad de encofrado colocado en cada trepa.	Armadura correspondiente a cada trepa.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón destinado a cada trepa.	Desencofrado de cada trepa.	Superficie de cada trepa.	Superficie de cada trepa.
Pila hormigonada con encofrados deslizantes.	Unidad de encofrado deslizante, operando durante el tiempo necesario para tres ciclos de hormigonado, con una duración mínima de 2 horas.	Armadura montada durante media jornada.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón destinado a ser colocado cada dos horas.	No aplica.	Superficie que aparece al deslizar cada dos horas.	Superficie que aparece al deslizar cada jornada.
Vigas, forjados y otros elementos trabajando a flexión en edificación. Losa superior e inferior de marcos.	Encofrado de cada elemento.	Armadura de cada elemento.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón de cada elemento.	Desencofrado de cada elemento.	Curado de cada superficie.	Superficie de cada elemento.
Tableros en general.	Superficie de hormigón, correspondiente a cada vano.	Armadura montada durante media jornada.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón procedente de cinco amasadas.	Superficie de hormigón, correspondiente a cada vano.	Superficie de hormigón, superior a 100 m².	Superficie de hormigón, correspondiente a cada vano.
Tableros ejecutados por fases.	Superficie de hormigón, correspondiente a la fase (unidad de inspección única).	Armadura correspondiente a cada una de las fases.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón procedente de cinco amasadas.	Superficie de hormigón, correspondiente a la fase (unidad de inspección única).	Superficie de hormigón, superior a 100 m².	Superficie de hormigón, correspondiente a la fase (unidad de inspección única).
Tableros ejecutados por dovelas.	Superficie de hormigón, correspondiente a la dovela (unidad de inspección única).	Armadura correspondiente a cada una de las dovelas.	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado.	Hormigón procedente de tres amasadas.	Superficie de hormigón, correspondiente a la dovela (unidad de inspección única).	Superficie de hormigón, correspondiente a la dovela (unidad de inspección única).	Superficie de hormigón, correspondiente a la dovela (unidad de inspección única).

Una vez definidos los lotes de ejecución y las unidades de inspección, se debe definir para cada unidad de inspección las frecuencias de comprobación. De forma orientativa, el Anejo 15 define las frecuencias de comprobación para las unidades de inspección de la ejecución de estructuras de hormigón.

<b>Artículo 64. Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución</b>	<p>Antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, la dirección facultativa deberá constatar que existe un programa de control para los productos y para la ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado en el proyecto y en el Código.</p> <p>Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constate documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.</p>
<b>Artículo 65. Control de los procesos de ejecución previos a la colocación de la armadura</b>	<p><b>65.1 Control del replanteo de la estructura.</b> Se comprobará que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones presentan unas posiciones y magnitudes dimensionales cuyas desviaciones respecto al proyecto son conformes con las tolerancias indicadas en el Anejo 14, para los coeficientes parciales de los materiales adoptados en el cálculo de la estructura.</p> <p><b>65.2 Control de las cimentaciones.</b> En el caso de cimentaciones superficiales, deberán efectuarse al menos las siguientes comprobaciones: – comprobar que, en el caso de zapatas colindantes a medianerías, se han adoptado las precauciones adecuadas para evitar daños a las estructuras existentes, – comprobar que la compactación del terreno sobre el que apoyará la zapata, es conforme con lo establecido en el proyecto, – comprobar, en su caso, que se han adoptado las medidas oportunas para la eliminación del agua, y – comprobar, en su caso, que se ha vertido el hormigón de limpieza para que su espesor sea el definido en el proyecto.</p> <p><b>65.3 Control de las cimbras y apuntalamientos.</b> Durante la ejecución de la cimbra, deberá comprobarse la correspondencia de la misma con los planos de su proyecto, con especial atención a los elementos de arriostramiento y a los sistemas de apoyo. Se efectuará también sendas revisiones del montaje y desmontaje, comprobando que se cumple lo establecido en el correspondiente procedimiento escrito.</p> <p>En general, se comprobará que la totalidad de los procesos de montaje y desmontaje, y en su caso el de recimbrado o reapuntalamiento, se efectúan conforme a lo establecido en el correspondiente proyecto. La dirección facultativa solicitará, comprobará y adjuntará a la documentación de la obra el certificado indicado en el apartado 48.2, que debe facilitarle el constructor.</p> <p>En el caso de que se utilice, en conformidad con el apartado 48.2, un sistema de elementos sustentantes que esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, conforme al artículo 18, se seguirán las indicaciones contenidas en el expediente técnico de aplicación, en lo referente a instrucciones para el montaje y, en su caso, de manipulación o manejo en la obra de los elementos sustentantes correspondientes, así como de los planos de montaje de los mismos. En este caso la dirección facultativa podrá eximir al constructor de las comprobaciones y revisiones anteriormente indicadas, siempre que éste presente la documentación del distintivo oficialmente reconocido que posee el sistema de elementos sustentantes empleado y acredite que el mismo está vigente durante todo el periodo de su utilización en la obra.</p> <p><b>65.4 Control de los encofrados y moldes.</b> Previamente al vertido del hormigón, se comprobará que la geometría de las secciones es conforme con lo establecido en el proyecto, aceptando la misma siempre que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas en el proyecto o, en su defecto, por el Anejo 14. Además, se comprobarán los aspectos indicados en el apartado 48.3.</p> <p>En el caso de encofrados o moldes en los que se dispongan elementos de vibración exterior, se comprobará previamente su ubicación y funcionamiento, aceptándose cuando no sea previsible la aparición de problemas una vez vertido el hormigón.</p> <p>Previamente al hormigonado, deberá comprobarse que las superficies interiores de los moldes y encofrados están limpias y que se ha aplicado, en su caso, el correspondiente producto desencofrante.</p> <p>En el caso de que se utilice, en conformidad con el artículo 48.3, un sistema de encofrados (superficie encofrante y estructura resistente de la misma) que esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, conforme al artículo 18, se seguirán las indicaciones contenidas en el expediente técnico de aplicación, en lo referente a instrucciones para el montaje y, en su caso, de manipulación o manejo en la obra de los encofrados correspondiente, así como de los planos de montaje de los mismos. En este caso la dirección facultativa podrá eximir al constructor de las comprobaciones y revisiones anteriormente indicadas, siempre que éste presente la documentación del distintivo oficialmente reconocido que posee el sistema de encofrados empleado y acredite que el mismo está vigente durante todo el periodo de su utilización en la obra.</p>

**Artículo 66.  
Control del  
proceso de  
montaje de las  
armaduras  
pasivas.**

El proceso de ferralla no comenzará hasta que la dirección facultativa haya aceptado:

- los planos de despiece previamente aprobados por el constructor,
- la totalidad de la documentación aprobada por el constructor en relación con los procesos de fabricación de las armaduras, los productos empleados para su fabricación y el suministrador.

En el caso de que se vayan a emplear procesos de soldadura, tanto en instalaciones como en obra, el control del constructor deberá comprobar:

- la cualificación del coordinador de soldeo, según la norma UNE-EN ISO 14731, tanto para soldadura no resistente como resistente,
- la cualificación de los soldadores, según se indica en las normas UNE-EN ISO 17660-1, para soldaduras resistentes y UNE 17660-2 para soldadura no resistente,
- la cualificación del procedimiento de soldeo, tanto para soldadura no resistente como resistente, de acuerdo con los apartados 49.4.3.2 y 49.5.2.5, respectivamente.

En el caso de empleo de dispositivos para el empalme mecánico, se recabará del constructor el correspondiente certificado, firmado por persona física, en el que se garantice su comportamiento mecánico.

Sobre el proceso de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas el control del constructor efectuará, al menos, las verificaciones siguientes acordes con el artículo 49:

- inexistencia de defectos superficiales o grietas,
- diámetros de armaduras,
- despieces,
- atado y posicionamiento,
- longitudes de anclaje y de empalme (solapo, soldadura resistente, empalmes mecánicos ...),
- distancias libres entre barras.

Antes del inicio del suministro a la obra de las armaduras desde la instalación de ferralla, se establecerá un punto de parada hasta que, una vez efectuado el control de contraste bajo la supervisión de la dirección facultativa, se haya aceptado la conformidad de:

- la armadura elaborada y la ferralla armada,
- la cimbra, en su caso, a partir de la documentación aportada por el constructor de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 65.3.

Para verificar la conformidad del montaje, el control del constructor efectuará al menos las comprobaciones siguientes, de las cuales dejará constancia documental:

- separadores (material, tamaño, cantidad y distribución),
- recubrimientos (mínimos y máximos),
- tolerancias de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto o el Anejo 14,
- estado de oxidación de la armadura pasiva, con el límite establecido en el apartado 49.8.1,
- estado de limpieza y eliminación de suciedades.

En el caso de que para el facilitar el armado de la ferralla, por ejemplo, para garantizar la separación entre estribos (pre-armado), se hubieran empleado cualquier tipo de elemento auxiliar de acero, se comprobará que éstos presentan también un recubrimiento no inferior al mínimo.

En ningún caso se aceptará la colocación de armaduras que presenten menos sección de acero que las previstas en el proyecto, ni aun cuando ello sea como consecuencia de la acumulación de tolerancias con el mismo signo.

Antes de proceder al hormigonado, se establecerá un punto de parada hasta que la dirección facultativa haya aceptado el montaje de las armaduras pasivas.

En caso de emplearse soldaduras en la elaboración de armaduras pasivas, los criterios aplicables para su control, tanto en lo relativo a ensayos de producción como a las tareas de inspección, serán los recogidos en los capítulos 12 y 13 de la norma UNE-EN ISO 17660, partes 1 y 2, para soldaduras resistentes y no resistentes respectivamente. También será de aplicación el artículo 59 de este Código.

El control del constructor inspeccionará el 100 % de las soldaduras resistentes realizadas, comprobando las longitudes y gargantas de los cordones, así como la distancia longitudinal entre cordones y la distancia a los codos, y el 50 % de las soldaduras no resistentes. Deberán cumplirse las distancias definidas para cada soldadura en función de cada diámetro. El criterio de aceptación será el establecido por la norma UNEEN ISO 17660, en la parte que corresponda según se trate de soldadura resistente o no resistente.

Como criterio general, puede establecerse como valor indicativo que el control de contraste de la dirección facultativa comprobará un 20 % de las soldaduras resistentes y un 10 % de las no resistentes, de forma aleatoria y representativa.

**Artículo 67.  
Control de las  
operaciones de  
pretensado**

**67.1 Control del tesado de las armaduras activas.**

El control de contraste de la dirección facultativa comprobará que los equipos y sistemas para la aplicación del pretensado cumplen los requisitos establecidos en el apartado 50.1.2 de este Código.

Todas las comprobaciones realizadas tanto por el control del constructor como por control de contraste de la dirección facultativa deberán quedar documentadas mediante impresos firmados por persona física.

A continuación, se describen los criterios de control y frecuencias de comprobación aplicables a cada uno de los procesos siguientes:

**a) Replanteo de anclajes, trompetas y vainas.**

El constructor llevará a cabo un control del 100 % de los puntos de replanteo de vainas y elementos de anclaje. En particular, se comprobará que no existen puntos angulosos, especialmente en la unión entre trompeta y vaina, y que se respetan los parámetros especificados en relación con:

- longitudes mínimas de tramos rectos detrás de los anclajes,
- radios de curvatura en función del tipo de vaina,
- distancias entre puntos de fijación de las vainas,
- tolerancias del trazado,
- recubrimientos y separación entre vainas.

El control de contraste de la dirección facultativa comprobará, al menos, los siguientes puntos:

- situación del 100 % de las trompetas y verificación de la alineación entre estas y las vainas,
- 100 % de los puntos altos y puntos bajos del trazado,
- un punto intermedio entre cada punto alto y cada punto bajo en el 50 % de las vainas.

El constructor verificará que la armadura y posición de las barras correspondientes a los refuerzos en anclajes y otros puntos singulares del trazado son acordes con la definición de los planos de proyecto en el 100 % de estas zonas.

El control de contraste de la dirección facultativa verificará que la cuantía y posición de las armaduras de refuerzo es acorde a la definición de los planos en el 50 % de dichas zonas.

**b) Sellado de juntas y verificación del estado de las vainas.**

Antes del hormigonado, tanto el control del constructor como el control de contraste, llevarán a cabo inspecciones visuales independientes, a lo largo de toda la longitud de las vainas para comprobar que los posibles deterioros de estas (aplastamientos o perforaciones) se sitúan dentro de las tolerancias establecidas, y que todos los puntos de empalme de vainas y uniones entre trompetas y vainas se encuentran debidamente sellados.

**c) Enfilado y corte de cordones.**

Se verificará que, siempre que sea posible, se hayan enfilado los cordones antes del hormigonado. Así mismo deberán respetarse las sobrelongitudes mínimas de los tendones establecidas en la Evaluación Técnica Europea (ETE), para cada tipo de anclaje, al objeto de permitir su agarre en el arrastre del cilindro de tesado.

Estas verificaciones se realizarán en el 100 % de los tendones, tanto por el control del constructor como por el control de contraste.

**d) Tesado.**

Se controlará que los procesos de tesado se lleven a cabo de acuerdo con lo especificado en el apartado 50.3. Antes del inicio del tesado se verificará que:

- todos los elementos que forman las unidades de pretensado cumplen lo indicado en el proyecto;
- los tendones deslizan libremente en sus conductos o vainas, en el caso de armaduras postesas;
- la resistencia del hormigón ha alcanzado, como mínimo, el valor indicado en el proyecto para la transferencia de la fuerza de pretensado al hormigón. Para ello se efectuarán los ensayos de control de la resistencia a compresión del hormigón establecida en el programa de tesado, siguiendo los procedimientos del artículo 57.

El control de la magnitud de la fuerza de pretensado introducida se realizará, de acuerdo con lo prescrito en el apartado 50.3, midiendo simultáneamente el esfuerzo ejercido por el gato y el correspondiente alargamiento experimentado por la armadura.

Para dejar constancia de este control, los valores de las lecturas registradas con los oportunos aparatos de medida utilizados se anotarán en la correspondiente tabla de tesado.

En las primeras diez operaciones de tesado que se realicen en cada obra y con cada equipo o sistema de pretensado, se harán las mediciones precisas para conocer, cuando corresponda, la magnitud de los movimientos originados por la penetración de cuñas u otros fenómenos, con el objeto de poder efectuar las adecuadas correcciones en los valores de los esfuerzos o alargamientos que deben anotarse.

El control del tesado de las armaduras activas será efectuado por el constructor y por el control de contraste en el 100 % de las unidades de pretensado.

**67.2 Control de la ejecución de la inyección.**

Las condiciones que habrá de cumplir la ejecución de la operación de inyección serán las indicadas en el apartado 50.4.

	<p>Se controlará el plazo de tiempo transcurrido entre la terminación de la primera etapa de tesado y la realización de la inyección. El constructor hará, cada jornada, los siguientes controles:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– del tiempo de amasado,</li><li>– de la relación agua/cemento,</li><li>– de la cantidad de aditivo utilizada,</li><li>– de la viscosidad, con el cono, en el momento de iniciar la inyección,</li><li>– de la viscosidad a la salida de la lechada por el último tubo de purga,</li><li>– de que ha salido todo el aire del interior de la vaina antes de cerrar sucesivamente los distintos tubos de purga,</li><li>– de la presión de inyección,</li><li>– de fugas,</li><li>– del registro de temperatura ambiente máxima y mínima las jornadas que se realicen inyecciones y en las dos jornadas sucesivas, especialmente en tiempo frío.</li></ul> <p>Cada diez jornadas en que se efectúen operaciones de inyección y no menos de una vez, el constructor realizará los siguientes ensayos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– de la resistencia de la lechada o mortero mediante la toma de 3 probetas para romper a 28 días,</li><li>– de la exudación y reducción de volumen, de acuerdo con el apartado 37.4.2.2.</li></ul> <p>El control de contraste verificará que el constructor realiza estos controles. En el caso de sistemas de pretensado en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá eximir de cualquier comprobación experimental del control de la inyección.</p> <p>Una vez inyectadas las vainas, tanto el constructor como la dirección facultativa llevarán a cabo sendas inspecciones visuales, que deben ser independientes, de las protecciones ejecutadas en los anclajes del pretensado. Se efectuarán transcurridos 7 días desde el final del curado para comprobar que todos los anclajes se encuentran adecuadamente protegidos y que no existe fisuración no controlada en el mortero empleado.</p>
<b>Artículo 68. Control de los procesos de hormigonado</b>	<p>El constructor comprobará, antes del inicio del suministro del hormigón, dejando constancia documental de ello, que:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– se dan las circunstancias para efectuar correctamente su vertido de acuerdo con lo indicado por el Código Estructural. Asimismo, comprobará que se dispone de los medios adecuados para la puesta en obra, compactación y curado del hormigón,</li><li>– en el caso de temperaturas extremas, según el apartado 52.3, comprobará que se han tomado las precauciones allí recogidas.</li></ul> <p>La dirección facultativa verificará que el constructor realiza dichas comprobaciones.</p> <p>Durante el hormigonado, el constructor bajo la supervisión de la dirección facultativa comprobará que no se forman juntas frías entre diferentes tongadas y que se evita la segregación durante la colocación del hormigón.</p> <p>El constructor y la dirección facultativa comprobarán que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado por el Código Estructural.</p>
<b>Artículo 69. Control de procesos posteriores al hormigonado</b>	<p>Una vez desencofrado el hormigón, se comprobará la ausencia de defectos significativos en la superficie del hormigón. Si se detectaran coqueas, nidos de grava u otros defectos que, por sus características pudieran considerarse inadmisibles en relación con lo exigido, en su caso, por el proyecto, la dirección facultativa valorará la conveniencia de proceder a la reparación de los defectos y, en su caso, el revestimiento de las superficies.</p> <p>En el caso de que el proyecto hubiera establecido alguna prescripción específica sobre el aspecto del hormigón y sus acabados (color, textura, etc.), estas características deberán ser sometidas al control, una vez desencofrado o desmoldado el elemento y en las condiciones que establezca el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.</p> <p>Además, el constructor bajo la supervisión de la dirección facultativa comprobará que el descimbrado se efectúa de acuerdo con el plan previsto en el proyecto y verificando que se han alcanzado, en su caso, las condiciones mecánicas que pudieran haberse establecido para el hormigón.</p> <p>69.1 Control de los trabajos de protección, reparación y refuerzo. En los trabajos de protección, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón se deberá controlar que estas tareas se realicen conforme a las especificaciones del plan de control del proyecto. Para ello, el programa de control de la ejecución definirá los parámetros a controlar, los ensayos pertinentes, la frecuencia de realización y los criterios de aceptación.</p>

<b>Artículo 70. Control del montaje y uniones de elementos prefabricados.</b>	<p>Antes del inicio del montaje de los elementos prefabricados, el constructor efectuará las siguientes comprobaciones, dejando constancia documental de ello:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) los elementos prefabricados son conformes con las especificaciones del proyecto y se encuentran, en su caso, adecuadamente acopiados, sin presentar daños aparentes,</li><li>b) se dispone de unos planos que definen suficientemente el proceso de montaje de los elementos prefabricados, así como las posibles medidas adicionales (arriostramientos provisionales, etc.),</li><li>c) se dispone de un programa de ejecución que define con claridad la secuencia de montaje de los elementos prefabricados, y</li><li>d) se dispone, en su caso, de los medios humanos y materiales requeridos para el montaje.</li></ul> <p>La dirección facultativa verificará que el constructor realice dichas verificaciones y revisará la documentación aportada.</p> <p>Durante el montaje, el constructor y la dirección facultativa comprobarán que se cumple la totalidad de las indicaciones del proyecto. Se prestará especial atención al mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de los apoyos, enlaces y uniones.</p>
<b>Artículo 71. Control del elemento construido.</b>	<p>Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, el constructor efectuará una inspección del mismo, dejando constancia documental, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales del proyecto.</p> <p>La dirección facultativa verificará la documentación aportada por el constructor. conformidad de las adiciones que dispongan de marcado CE, se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 30º de esta Instrucción.</p>
<b>Artículo 72. Controles de la estructura mediante ensayos de información complementaria.</b>	<p>72.1 Generalidades. De las estructuras proyectadas y construidas con arreglo al presente Código, en las que los materiales y la ejecución hayan alcanzado la calidad prevista, comprobada mediante los controles preceptivos, solo necesitan someterse a ensayos de información y en particular a pruebas de carga, las incluidas en los supuestos que se relacionan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) cuando así lo dispongan las instrucciones, reglamentos específicos de un tipo de estructura o el pliego de prescripciones técnicas particulares;</li><li>b) cuando debido al carácter particular de la estructura convenga comprobar que la misma reúne ciertas condiciones específicas. En este caso el pliego de prescripciones técnicas particulares establecerá los ensayos oportunos que deben realizar, indicando con toda precisión la forma de realizarlos y el modo de interpretar los resultados;</li><li>c) cuando a juicio de la dirección facultativa existan dudas razonables sobre la seguridad, funcionalidad o durabilidad de la estructura.</li></ul> <p>72.2 Pruebas de carga. Además de las pruebas de carga que puedan ser preceptivas en aplicación de la reglamentación vigente que sea de aplicación, la dirección facultativa podrá disponer la realización de pruebas de carga adicionales, según lo indicado en el apartado 23.2, siempre que se hayan presentado no conformidades en las operaciones normales de control de la conformidad de la estructura y, en particular, cuando se hayan presentado no conformidades relativas a los productos o a los procesos de ejecución en obra que puedan ser relevantes para la seguridad de la estructura durante su vida de servicio.</p> <p>72.3 Otros ensayos no destructivos. Este tipo de ensayos se empleará para estimar en la estructura otras características del hormigón diferentes de su resistencia, o de las armaduras que pueden afectar a su seguridad o durabilidad.</p>
<b>Artículo 73. Control de aspectos medioambientales</b>	<p>La dirección facultativa velará para que se observen las condiciones específicas de carácter medioambiental que, en su caso, haya definido el proyecto para la ejecución de la estructura.</p> <p>En el caso de que la propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el capítulo 2, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisfacen las condiciones indicadas en el proyecto.</p>

### 3.2.5. Anejo 4. Documentación de suministro y control de los productos recibidos directamente en obra

<b>Contenidos del anejo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>1 DOCUMENTACIÓN PREVIA AL SUMINISTRO.</li><li>1.1 DOCUMENTACIÓN GENERAL.<ul style="list-style-type: none"><li>1.1.1 Cementos.</li><li>1.1.2 Agua.</li><li>1.1.3 Áridos.</li><li>1.1.4 Aditivos.</li><li>1.1.5 Adiciones.</li><li>1.1.6 Hormigón.</li><li>1.1.7 Acero para armaduras pasivas.</li><li>1.1.8 Acero para armaduras activas.</li><li>1.1.9 Armaduras pasivas.</li><li>1.1.10 Elementos y sistemas de aplicación de pretensado.</li><li>1.1.11 Elementos prefabricados.</li><li>1.1.12 Productos de acero para estructuras de acero.</li></ul></li><li>1.2 DOCUMENTACIÓN DEL DISTINTIVO DE CALIDAD OFICIALMENTE RECONOCIDO.</li><li>2 DOCUMENTACIÓN DURANTE EL SUMINISTRO.<ul style="list-style-type: none"><li>2.1 CEMENTOS.</li><li>2.2 ÁRIDOS.</li><li>2.3 ADITIVOS.</li><li>2.4 ADICIONES.</li><li>2.5 HORMIGÓN.</li><li>2.6 ACERO PARA ARMADURAS PASIVAS.</li><li>2.7 ACERO PARA ARMADURAS ACTIVAS.</li><li>2.8 ARMADURAS PASIVAS.</li><li>2.9 ELEMENTOS Y SISTEMAS DE APLICACIÓN DE PRETENSADO.</li><li>2.10 ELEMENTOS PREFABRICADOS.</li><li>2.11 PRODUCTOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS DE ACERO.</li></ul></li><li>3 DOCUMENTACIÓN TRAS EL SUMINISTRO. CERTIFICADO FINAL DEL SUMINISTRO.</li><li>4 ACTA DE TOMA DE MUESTRAS.</li></ul>
-----------------------------	---

#### 1. Documentación previa al suministro

El suministrador deberá entregar la documentación relevante contemplada en los Capítulos 13 y 23 del Código Estructural y que se detalla a continuación.

##### 1.1 Documentación general

###### 1.1.1 Cementos

La documentación a aportar será la relativa al marcado CE (declaración de prestaciones y marcado CE) o el certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios.

###### 1.1.2 Agua

En el caso de aguas sin antecedentes en su utilización o procedentes del lavado de las cubas en las centrales de hormigonado, el suministrador del hormigón o productos prefabricados, aportará la siguiente documentación:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el Artículo 29 de este Código, en la que constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones y la fecha de emisión del informe o acta de ensayo.
- Informe o acta de ensayo, con una antigüedad inferior a 6 meses, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de todas las características referidas en el Artículo 29 del Código.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código.

###### 1.1.3 Áridos

Se entregará, en su caso, la declaración de prestaciones y el marcado CE.

En el caso de que los áridos estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se entregará la documentación a que hace referencia el apartado 1.2 de este anejo.

En el caso de áridos de autoconsumo, se entregará la siguiente documentación:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el Artículo 30 de este Código, en la que constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones, las fechas de emisión de los informes o actas de ensayo y garantía de que el tratamiento estadístico es equivalente al exigido en el Mercado CE.
- Informes o actas de ensayo, emitidos por un laboratorio que incluya los resultados de todas las características referidas en el Artículo 30 de este Código.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código.

#### 1.1.4 Aditivos

Se entregará en su caso, la declaración de prestaciones y el marcado CE.

Para los aditivos que no dispongan de marcado CE, el suministrador aportará la siguiente documentación:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el Artículo 31 de este Código, en la que constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones, las fechas de emisión de los informes o actas de ensayo, y garantía de que el tratamiento estadístico es equivalente al exigido en el Mercado CE.
- Informe o acta de ensayo, con una antigüedad inferior a 6 meses, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de todas las características referidas en el Artículo 31 del Código.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código.

#### 1.1.5 Adiciones

Se entregará en su caso, la declaración de prestaciones y el marcado CE.

#### 1.1.6 Hormigón

En el caso de que el hormigón disponga de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, será suficiente con la presentación de la documentación establecida en el apartado 1.2, de este anejo.

Si el hormigón no dispone un distintivo oficialmente reconocido el suministrador del hormigón aportará la siguiente documentación:

- Declaración responsable, cuyo modelo se incluye en este apartado.
- En su caso, informe o acta de ensayo, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de los ensayos a los que se hacen referencia en la declaración.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 de este Código, en el caso de que se adjunten informes o actas de ensayos.

### DECLARACION RESPONSABLE DEL FABRICANTE DE HORMIGÓN PREVIA AL SUMINISTRO A UNA OBRA

Datos de la persona declarante:

Nombre.....Apellidos .....NIF/CIF/NIE.....,

Hace esta declaración responsable en calidad de .....

Datos del fabricante de hormigón:

Central:

Ubicación:

Municipio: Código Postal:

Tipo de Vía: Nombre de la vía: Número:

Polígono: Km: Isla: Sector: Parcela:

Declaro:

1. Que como fabricante suministraré a la obra ..... situada en ..... los hormigones tipificados siguientes: T-R/C/TM/A.....

2. Que dispongo de las instalaciones conforme a las especificaciones indicadas en el Código Estructural y conforme a la reglamentación industrial vigente, relativa al control de producción de hormigones fabricados en central, pudiendo exhibir, si es preciso, la documentación exigible que en ésta última se pueda contemplar.

3. Que los materiales que utilizaré serán conformes a las especificaciones indicadas en el Código Estructural y que está a disposición de la dirección facultativa, si se solicita, la documentación de identificación de los materiales componentes (procedencia, suministrador, certificaciones, etc).

4. Que la dosificación nominal del hormigón que suministraré cumplirá lo siguiente:

- Contenido mínimo de cemento (Kg/m<sup>3</sup>): + valor de la tolerancia
- Relación máxima agua/cemento: - valor de la tolerancia
- Contenido de adiciones, en su caso (Kg/m<sup>3</sup>):
- Cantidad de aditivo (% respecto de peso del cemento):

5. Que en todos los casos se cumplen las dosificaciones de la tabla 43.2.1.

6. Que el hormigón que suministraré cumplirá con las condiciones técnicas establecidas en el Código estructural vigente, y en el contrato o pedido de suministro.

7. Que dispongo de un sistema de aseguramiento de la calidad documentado.

8. Que cada suministro irá acompañado del correspondiente albarán u hoja de suministro, conforme a las condiciones técnicas establecidas en el Código estructural, en el proyecto de ejecución y en el pedido.

9. Que para los hormigones de ambientes XA, XS, XD, XF y XM; se ha comprobado la impermeabilidad al agua del hormigón, conforme a lo indicado en este Código Estructural. Al efecto se adjunta informe o acta de ensayo, con antigüedad inferior a seis meses.

10. Que para los hormigones sometidos a una clase de exposición XF2 y XF4, se ha comprobado el contenido de aire ocluido acorde a lo indicado en este Código Estructural. Al efecto se adjunta informe o acta de ensayo, con antigüedad inferior a seis meses.

11. Que en caso de haberse solicitado en el pedido alguna característica adicional para el hormigón o para alguno de sus materiales componentes, se aportará la documentación justificativa necesaria para acreditar su cumplimiento.

12. Que entregará a la dirección facultativa la documentación técnica que se me solicite para justificar cualquier especificación técnica incluida en la declaración responsable.

13. En el caso de los ambientes XC3, XC4, XD, XS, XF, XA y XM, estará a disposición del usuario, para cada fórmula de trabajo, una 'Ficha Técnica' del hormigón a suministrar donde se incluirá información adicional sobre los materiales componentes y la dosificación nominal, tal y como se indica en el Código Estructural. Esta ficha técnica estará actualizada en todo momento y dispondrá de una referencia única que permita identificarla en los albaranes de suministro o distinguirla de otras, en el caso de que existan varias fichas para una misma tipificación del hormigón.

14. Que siempre que se produzca un cambio en el suministrador de los materiales componentes, se comunicará previamente.

Localidad y fecha: .....

Firmado:

#### **CONTENIDO DE LA FICHA TÉCNICA DEL HORMIGÓN** (Necesaria para ambientes XC3, XC4, XD, XS, XF, XA y XM)

Datos del fabricante de hormigón:

Central :

Ubicación:

Producto : T-R/C/TM/A.....

Referencia unica de producto:..... (Cuando una ficha contenga diferentes variantes de un mismo producto, cada una de ellas deberá tener una denominación claramente diferenciada.)

Datos de Identificación de los materiales:

- Cemento: (Designación completa, suministrador y procedencia. )
- ÁRIDOS
- Árido fino: (Designación completa, suministrador y procedencia.)
- Árido grueso: (Designación completa, suministrador y procedencia.)
- Aditivos: (Designación completa, tipo y fabricante.)
- Agua: Procedencia (Red pública, pozo, reciclada...).

(En el caso de que el agua no proceda de la red de suministro de agua potable los resultados de los ensayos deberán estar a disposición del usuario.)

- Adiciones:(Designación completa, tipo, procedencia y suministrador.)

La declaración de prestaciones de los materiales que lo requieran deberá estar a disposición del usuario.

En el caso de prestaciones especiales contempladas en este Código, los ensayos que verifiquen su cumplimiento, deberán estar a disposición del usuario. Por ejemplo, los requerimientos del árido en la exposición XM o del cemento en el caso de áridos potencialmente reactivos.

Datos de la dosificación nominal (\*) del producto:

- Contenido nominal de cemento (Kg/m3):  $\pm$  valor de la tolerancia
- Relación agua/cemento nominal:  $\pm$  valor de la tolerancia
- Contenido nominal de adiciones, en su caso (Kg/m3):  $\pm$  valor de la tolerancia
- Cantidad de aditivo (% respecto de peso del cemento (\*\*)):  $\pm$  valor de la tolerancia
- Otros datos opcionales, en su caso.

(\*) Los valores "nominales" se refieren a los valores reflejados en la dosificación teórica empleada en la planta.

(\*\*) Se podrá reflejar un rango de dosificaciones de aditivos que comprenda las posibles variaciones en su dosificación en función de las condiciones ambientales.

Fecha y Firma de la persona responsable en planta de la dosificación nominal:

#### 1.1.7 Acero para armaduras pasivas

Cuando los productos de acero para armaduras pasivas deban disponer de marcado CE, se entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

En caso de que los productos de acero para hormigón dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación del distintivo de calidad establecida en el apartado 1.2 de este anejo.

Mientras no esté vigente el marcado CE y si no dispusiera de distintivo de calidad oficialmente reconocido, se entregará la siguiente documentación:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el Artículo 34 de este Código, en la que constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones y las fechas de emisión de los informes o actas de ensayo.
- Informe o acta de ensayo, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de todas las características referidas en el Artículo 34 de este Código.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 de este Código. Para los aceros soldables de especial ductilidad, además se entregarán los informes o actas de los ensayos de fatiga y de carga cíclica.

Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga contemplado en el apartado 34.2 de este Código, presentará un certificado de homologación de adherencia, con una antigüedad inferior a 36 meses desde la fecha de fabricación del acero en el que constará, al menos:

- Identificación del laboratorio que ha realizado los ensayos de la viga.
- Identificación del fabricante.
- Dirección de la fábrica.
- Marca comercial.
- Tipo de acero.
- Croquis con la identificación del fabricante en las barras.
- Diámetros de las barras.
- Geometría superficial de las barras, incluyendo diámetro, altura mínima de corruga/grafila, separación de corrugas/grafilas y su tolerancia, perímetro sin corrugas/grafilas y su tolerancia, intervalo de inclinación de corrugas/grafilas, para las que se certifica el cumplimiento de las tensiones de adherencia.
- Los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos para el caso de suministro en forma de barra recta, con indicación expresa de que en el caso de suministros en rollo la altura de corruga deberá ser superior a la indicada en el certificado más 0,1 mm en el caso de diámetros superiores a 20 mm o más 0,05 mm en el resto de los casos.
- Número del informe de ensayo de la viga.
- Diámetros nominales ensayados y serie a la que representan.
- Croquis con la geometría superficial de las barras.
- Fecha de firma del certificado y número de referencia del mismo.

#### 1.1.8 Acero para armaduras activas

Cuando los productos de acero para armaduras activas deban disponer de marcado CE, se entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

En caso de que los productos de acero para hormigón dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación del distintivo de calidad establecida en el apartado 1.2 de este anejo.

Mientras no esté vigente el marcado CE, y si no dispusiera de distintivo de calidad oficialmente reconocido, se entregará la siguiente documentación:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el Artículo 36 de este Código, en la que constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones y las fechas de emisión de los informes o actas de ensayo.
- Informe o acta de ensayo, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de todas las características referidas en el apartado 36 del Código.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código.

#### 1.1.9 Armaduras pasivas

##### 1.1.9.1 Armadura pasiva normalizada

Cuando la armadura pasiva normalizada deba disponer de marcado CE, se entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

En caso de que las mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación establecida en el apartado 1.2. de este anejo.

Mientras no esté vigente el marcado CE, y si no dispusiera de distintivo de calidad oficialmente reconocido, se entregará la siguiente documentación:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el Artículo 35 de este Código, en la que constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones y las fechas de emisión de los informes o actas de ensayo.
- Informe o acta de ensayo, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de todas las características referidas en el Artículo 35 de este Código.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 de este Código.

#### 1.1.9.2 Ferralla

En el caso de que la ferralla disponga de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación establecida en el apartado 1.2.

Si la ferralla no dispone un distintivo oficialmente reconocido el elaborador de ferralla aportará la siguiente documentación:

- Declaración responsable, cuyo modelo se incluye en este apartado.
- En su caso, informe o acta de ensayo, emitido por un laboratorio que incluya los resultados de los ensayos a los que se hacen referencia en la declaración.
- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 de este Código, en el caso de que se adjunten informes o actas de ensayos.
- En su caso, certificado de homologación de soldadores y del proceso de soldadura.
- En su caso, certificado de adherencia con una antigüedad inferior a 36 meses, desde la fecha de fabricación del acero.
- Asimismo, se entregará copia de la documentación relativa al acero para armaduras pasivas de acuerdo con el apartado 1.1.7 de este anejo.

#### DECLARACION RESPONSABLE DEL FERRALLA PREVIA AL SUMINISTRO A UNA OBRA

Datos de la persona declarante:

Nombre.....Apellidos .....NIF/CIF/NIE.....

Hace esta declaración responsable en calidad de .....

Datos del ferralla:

Taller:

Ubicación:

Municipio: Código Postal:

Tipo de Vía: Nombre de la vía: Número:

Polígono: Km: Isla: Sector: Parcela:

Declaro:

1. Que como ferralla suministraré a la obra ..... situada en ..... las armaduras pasivas elaboradas y armadas siguientes:.....

2. Que dispongo de las instalaciones conforme a las especificaciones establecidas en el Código Estructural.

3. Que realizo el control de producción conforme a las especificaciones establecidas en el Código Estructural.

4. Que los productos de acero que utilizaré serán conformes a las especificaciones establecidas en el Código Estructural.

5. Que las armaduras que suministraré cumplirán con las condiciones técnicas establecidas en el Código Estructural vigente y en el pedido.

6. Que para el armado de la ferralla elaborada se utilizarán procesos de: .....

7. Que se utilizarán procesos de enderezado en los siguientes diámetros: .....

8. Que dispongo de un sistema de aseguramiento de la calidad documentado.

9. Que cada suministro irá acompañado del correspondiente albarán u hoja de suministro conforme a las condiciones técnicas establecidas en el Código estructural y en el pedido.

10. Que los productos de acero utilizados para la elaboración de las armaduras (sí/no) disponen de distintivo de calidad oficialmente reconocido.

11. Que entregaré a la dirección facultativa la documentación técnica que se me solicite para justificar cualquier especificación técnica incluida en la declaración responsable.

Localidad y fecha: .....

Firmado:

#### 1.1.10 Elementos y sistemas de aplicación de pretensado

Cuando los elementos y sistemas de aplicación de pretensado dispongan de marcado CE, se entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

En el caso de que los elementos y sistemas de pretensado dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación establecida en el apartado 1.2 de este anejo.

Siempre que no disponga de marcado CE y si no dispusiera de distintivo de calidad oficialmente reconocido, el suministrador deberá aportar la siguiente información:

- Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que se garantice el cumplimiento las especificaciones que se indican a continuación, además constará la identificación del laboratorio que ha efectuado los ensayos que justifican el cumplimiento de las especificaciones y las fechas de emisión de los informes o actas de ensayo.

Especificaciones del acero:

Tipo: barra, alambre o cordón.

Carga unitaria máxima.

Sección transversal nominal.

Relajación a las 1.000 horas para una tensión inicial igual al 70% de la carga máxima unitaria garantizada.

Módulo de elasticidad.

Especificaciones de los tendones:

Tipo.

Protección para la corrosión.

Especificaciones para los anclajes.

Peso del tendón.

- Carga máxima unitaria.
- Coeficiente de rozamiento en curva ( $\mu$ ).
- Coeficiente de rozamiento parásito ( $k$ ).
- Radio mínimo de curvatura.
- Diámetro interior y exterior de la vaina y espesor.
- Separación máxima entre apoyos de la vaina.

Especificaciones de los anclajes:

- Tipo de anclaje.
- Mínima separación entre centros de gravedad, con indicación de la resistencia media del hormigón.
- Mínima separación entre placas, con indicación de la resistencia media del hormigón.
- Penetración de cuña.

#### 1.1.11 Elementos prefabricados

En su caso, se entregará documentación obligatoria relativa al marcado CE (declaración de prestaciones, etiqueta de marcado CE e instrucciones de uso y seguridad). En el caso de aquellos elementos prefabricados que declaren que han empleado los materiales especificados en el plano de la fabricación de acuerdo con el proyecto, así como que han sido elaborados conforme a un procedimiento según el cual el proceso de fabricación cumple con las especificaciones del plano de fabricación de acuerdo con el proyecto (método 3 de los contemplados en la correspondiente norma armonizada, el marcado CE) incluirá la siguiente información:

- Propiedades de los materiales empleados.
- Datos geométricos del elemento: dimensiones, secciones y tolerancias.
- Manual de calidad del control de producción en fábrica.
- En su caso, certificado de control de producción en fábrica conforme al apartado 62.1 de este Código expedido por una entidad de certificación.

Para aquellos elementos prefabricados que declaren el cumplimiento de los requisitos esenciales mediante la indicación de los datos geométricos del componente y de las propiedades de los materiales y productos constituyentes utilizados (método 1 de la correspondiente norma armonizada, el marcado CE) deberán incluir la siguiente información:

- Datos geométricos del elemento: dimensiones, secciones y tolerancias.
- Propiedades de los materiales y productos utilizados que sean necesarias tanto para el cálculo de la capacidad portante como para el resto de propiedades relevantes del elemento: durabilidad, funcionalidad, etc.

Para aquellos elementos cuyas propiedades se determinen por medio de los Eurocódigos (método 2 de la correspondiente norma armonizada), el marcado CE incluirá la siguiente información:

- Valores característicos de la resistencia y otras propiedades de la sección transversal que permitan calcular la capacidad portante y el resto de propiedades relevantes del elemento.
- Valores de cálculo de las propiedades del elemento establecidas en los Eurocódigos.

En el caso de que los elementos prefabricados dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación establecida en el apartado 1.2 de este anejo.

Para el resto de los productos para los que no esté en vigor el marcado CE y si no dispusieran de distintivo de calidad oficialmente reconocido, se entregará la siguiente documentación:

- Declaración del laboratorio de cumplir los requisitos contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código.
- En su caso, certificado de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente.
- En su caso, certificado de homologación de soldadores y del proceso de soldadura.

Asimismo, se entregará la siguiente documentación relativa a los suministradores de los materiales empleados en la elaboración de las armaduras pasivas:

- Documentación correspondiente al marcado CE o, en su caso, certificados de los ensayos que garanticen el cumplimiento de las especificaciones referidas en el Código.
- En su caso, declaraciones de estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- En su caso, certificado del ensayo de adherencia.

#### 1.1.12 Productos de acero para estructuras de acero

Cuando los productos de acero para estructuras de acero deban disponer de marcado CE, se entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

En caso de que los productos de acero para estructuras de acero dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido será suficiente con la presentación de la documentación establecida en el apartado 1.2 de este anejo.

#### 1.2 Documentación del distintivo de calidad oficialmente reconocido

En el caso de que un producto o proceso de los contemplados en este código disponga de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se entregará copia del certificado vigente del distintivo, firmado por persona física con capacidad suficiente del documento que lo acredite, donde al menos constará la siguiente información:

- Identificación de la entidad certificadora.
- Logotipo del distintivo de calidad.
- Identificación del fabricante.
- Alcance del certificado.

- Número de certificado.
- Fecha de expedición del certificado.
- Periodo de vigencia del certificado.

La posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, conforme a lo establecido en el Artículo 18 de este Código, permite reducir la documentación exigida en este anejo.

## 2 Documentación durante el suministro

Con la entrega de cualquier material o producto, el suministrador proporcionará una hoja de suministro en la que se recogerá, como mínimo, la información que a continuación se detalla de forma específica para cada uno de ellos.

### 2.1 Cementos

La información a incluir será la exigida en la reglamentación específica vigente, en particular lo indicado en la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos.

En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

### 2.2 Áridos

- Identificación del suministrador.
- Número de la declaración de prestaciones, o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la cantera.
- Identificación del peticionario.
- Fecha de entrega.
- Cantidad de árido suministrado.
- Designación del árido según se especifica en el Artículo 30 de este Código.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

### 2.3 Aditivos

- Identificación del suministrador.
- Número la declaración de prestaciones.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Identificación del peticionario.
- Fecha de entrega.
- Cantidad suministrada.
- Designación del aditivo según se especifica en el Artículo 31 de este Código.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

### 2.4 Adiciones

- Identificación del suministrador.
- Número de la declaración de prestaciones.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Identificación del peticionario.
- Fecha de entrega.
- Designación de la adición según se especifica en el Artículo 32 de este Código.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Cantidad suministrada.
- Identificación del lugar de suministro.

### 2.5 Hormigón

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la central de hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.
- Designación del hormigón según se especifica en el Código Estructural. En el caso de designación por propiedades, deberá contener siempre la resistencia a compresión, la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto. En el caso de designación por dosificación, deberá contener siempre la dosificación de cemento (en kg/m<sup>3</sup>), la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto. En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

- Dosificación real del hormigón que incluirá, al menos:

- en los ambientes XC3, XC4, XD, XS, XF, XA y XM se incluirá la referencia recogida en el apartado 13 de la declaración responsable contenida en el apartado 1.1.6 de este anejo,
- tipo y contenido de cemento,
- relación agua/cemento,
- contenido en adiciones, en su caso,
- tipo y cantidad de aditivos,
- identificación completa del cemento, aditivos y adiciones empleados,
- identificación del lugar de suministro,
- identificación del camión que transporta el hormigón.

hora límite de uso del hormigón.

#### 2.6 Acero para armaduras pasivas

- Identificación del suministrador.
- Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones (a partir de la fecha de entrada en vigor), o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de identificación de la certificación de homologación de adherencia, en su caso, contemplado en el apartado 34.2 de este Código.
- 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 (barra o rollo).
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

#### 2.7 Acero para armaduras activas

- Identificación del suministrador.
- Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones (a partir de la fecha de entrada en vigor).
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la fábrica.
- Identificación del peticionario.
- Fecha de entrega.
- Cantidad de acero suministrado clasificado por tipos.
- Diámetros suministrados.
- Designación del alambre, barra o cordón.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

#### 2.8 Armaduras pasivas

- Identificación del suministrador.
- Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones (a partir de la fecha de entrada en vigor), o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la instalación de ferralla.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Identificación del acero utilizado.
- Identificación de la armadura.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

#### 2.9 Elementos y sistemas de aplicación de pretensado

- Identificación del suministrador.
- Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones (a partir de la fecha de entrada en vigor) o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre del aplicador.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Identificación de los materiales empleados.
- Designación de los elementos suministrados.
- Cantidad de elementos suministrados clasificados por elementos.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

#### 2.10 Elementos prefabricados

- Identificación del suministrador.
- Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones (a partir de la fecha de entrada en vigor) o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la instalación de prefabricación.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Designación de los elementos suministrados.
- Cantidad de elementos suministrados.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

#### 2.11 Productos de acero para estructuras de acero

- Identificación del suministrador.



- Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la fábrica.
- Identificación del peticionario.
- Fecha de entrega.
- Cantidad de acero suministrado clasificado por geometría y tipos de acero.
- Dimensiones de los perfiles o chapas suministrados.
- Designación de los tipos de aceros suministrados.
- En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Identificación del lugar de suministro.

### 3 Documentación tras el suministro. Certificado final del suministro

Los suministradores de materiales o productos incluidos en el ámbito del Código proporcionarán un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales o productos suministrados.

El certificado de suministro deberá mantener la necesaria trazabilidad de los materiales o productos certificados. En el recuadro se adjunta un modelo con la información mínima que deberá contener el certificado de suministro.

### CERTIFICADO DE SUMINISTRO

Nombre de la empresa suministradora: \_\_\_\_\_  
Nombre y cargo del responsable del suministro: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_

#### Identificación del declarante

Nombre, domicilio, teléfono/fax, documento de identificación (CIF/NIF/Pasaporte)

#### Certifico

Que la empresa \_\_\_\_\_

#### Identificación del declarante

Nombre, domicilio, teléfono/fax, documento de identificación (CIF/NIF/Pasaporte)

ha entregado en \_\_\_\_\_

Lugar de recepción del material o producto

los suministros que a continuación se detallan:

\_\_\_\_\_

Fecha Nº Albarán Identificación del producto o material Cantidad Tiene DCOR

Durante el periodo transcurrido entre la declaración de estar en posesión de un distintivo de calidad reconocido oficialmente y el último suministro, no se ha producido ni suspensión, ni retirada del citado distintivo. (En el caso de que fuese aplicable).

Declaro bajo mi responsabilidad la conformidad del suministro arriba detallado con las disposiciones establecidas en el Código Estructural, aprobado mediante Real Decreto de \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Lugar, fecha y firma.

### 4 Acta de toma de muestras

El acta de toma de muestras que se realice a los materiales o productos amparados por el Código tendrá como mínimo la siguiente información:

- Identificación del producto.
- Fecha, hora y lugar de la toma de muestras.
- Identificación y firma de los responsables presentes en la toma.
- Identificación del material o producto del que se extraigan las muestras o probetas, según lo establecido en el Código.
- Número de muestras obtenidas.
- Tamaño de las muestras.
- Código de las muestras.
- Informar si existe el recinto de conservación de probetas previsto en el apartado 57.3.2.

### 3.2.6. Anejo 15. Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección en la ejecución de estructuras de hormigón

#### Contenidos del anejo

- 1 INTRODUCCIÓN.
- 2 FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN DE LAS UNIDADES DE INSPECCIÓN.
  - 2.1 FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN EN FUNCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN.
  - 2.2 FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ELEMENTO.

#### Programa de control de calidad. Memoria

Proyecto de obras de urbanización de la U.E. 2 del A-44 en Osintxu, Bergara (Gipuzkoa) • Osintxun A-44ko 2. EUa urbanizatzeko obren proiektua, Bergara(Gipuzkoa)

Mayo/2023/Maiatza

90/168

## 1 Introducción

La dirección facultativa llevará a cabo el control de la ejecución de las estructuras de hormigón, mediante una de las dos opciones admitidas en el Artículo 17 de este Código.

En la opción A, el control de la ejecución lo realizará la propia dirección facultativa, asistida en su caso por un agente de control independiente que desarrolle su actividad para la dirección facultativa.

En la opción B, el control de la ejecución de cada lote y unidad de inspección lo realizará el constructor, y la dirección facultativa, asistida o no por un agente de control independiente, realizará un control de contraste del control del constructor.

En este anejo se incluye, de forma orientativa, las frecuencias de comprobación para las diferentes unidades de inspección definidas en el apartado 63.2 de este Código. Estas frecuencias deberán adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en este anejo.

## 2 Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección

En el caso que el control de la ejecución se organice según la opción B definida en el Artículo 17 de este Código, para cada proceso o actividad de ejecución incluido en un lote, el control del constructor (definido en las tablas siguientes simplemente como control) desarrollará el control de la ejecución con unas frecuencias mínimas de comprobación obtenidas en función del número de unidades de inspección, del nivel control de la ejecución (normal o intenso) y la clase de ejecución, de acuerdo con lo indicado en las tablas A15.2.1, A15.2.2.a y A15.2.2.b Por su parte, la dirección facultativa podrá desarrollar adicionalmente un control de contraste, mediante la realización de comprobaciones cuyo número será también función del número de unidades de inspección, del nivel de control y la clase de ejecución, de acuerdo con los criterios de las citadas tablas.

En el caso que el control de la ejecución se organice mediante la opción A definida en el Artículo 17 de este Código, el control lo realizará la dirección facultativa en los términos descritos en dicho artículo, y por lo tanto no será necesario que la propia dirección facultativa realice controles de contraste adicionales.

### 2.1 Frecuencias de comprobación en función del proceso de ejecución

Tabla A15.2.1 Frecuencias de comprobación para los procesos de ejecución incluidos en la tabla 63.2.a de este Código.

Proceso de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección a controlar para la aceptación de cada lote de ejecución			
	Nivel de control normal (acorde con el apartado 22.4)		Nivel de control intenso (acorde con el apartado 22.4)	
	Control <sup>(1)</sup>	Control de contraste <sup>(2)</sup>	Control <sup>(1)</sup>	Control de contraste <sup>(2)</sup>
Control de la gestión de acopios	100%	3	100%	20%, con un mínimo de 3
Replanteos	2	1	100%	20%
Cimbras	1	1	100%	50%

Proceso de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección a controlar para la aceptación de cada lote de ejecución			
	Nivel de control normal (acorde con el apartado 22.4)		Nivel de control intenso (acorde con el apartado 22.4)	
	Control <sup>(1)</sup>	Control de contraste <sup>(2)</sup>	Control <sup>(1)</sup>	Control de contraste <sup>(2)</sup>
Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	1	1	1	1
Elaboración de las armaduras, mediante atado o soldadura no resistente (incluyendo procesos de enderezado, corte, doblado y armado, en su caso)	2	1	5	1
Descimbrado	1	1	3	2
Uniones de los prefabricados	3	1	5	1

- 1) Control = Control del constructor en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código ó Control de la dirección facultativa en la opción A de control definida en el Artículo 17 de este Código.  
 (2) Control de contraste de la dirección facultativa, solo en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código.

2.2 Frecuencias de comprobación en función del tipo de elemento

Tabla A15.2.2.a Frecuencias de comprobación para un nivel de control intenso de las unidades de inspección en función del tipo de elemento definidas en la tabla 63.2.b de este Código.

Nivel de control intenso													
Tipo de elemento	Procesos de ejecución												
	Montaje de armaduras pasivas		Operaciones de pretensado		Vertido y compactación		Encofrado y desencofrado		Curado		Acabado		
	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	
Elementos de cimentación con volúmenes inferiores a los 350 m <sup>3</sup>	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	
Elementos de cimentación con volúmenes superiores a los 350 m <sup>3</sup>	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	
Alzados de pilares y muros en edificación	25	5	100%	100%	5	2	3	1	5	2	5	2	
Alzados de pilas, estibos y muros en el caso de puentes	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	
Pila hormigonada con encofrados trepantes	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	

Nivel de control intenso													
Tipo de elemento	Procesos de ejecución												
	Montaje de armaduras pasivas		Operaciones de pretensado		Vertido y compactación		Encofrado y desencofrado		Curado		Acabado		
	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C. <sup>(2)</sup>	
Pila hormigonada con encofrados deslizantes	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	
Vigas, fojados y otros elementos trepando a flexión en edificación Losa superior e inferior de marcos	100%	20%	100%	100%	10%	100%	50%	10%	20%	50%	100%	20%	
Tableros en general	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	
Tableros ejecutados por feses	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	
Tableros ejecutados por doveles	100%	20%	100%	100%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	

- (1) C.: Control= Control del constructor en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código ó Control de la dirección facultativa en la opción A de control definida en el artículo 17 de este Código.  
 (2) C.C.: Control de contraste de la dirección facultativa, solo en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código.

Tabla A15.2.2.b Frecuencias de comprobación para un nivel de control normal de las unidades de

inspección en función del tipo de elemento definidas en la tabla 63.2.b de este Código

Nivel de control normal										
Tipo de elemento	Procesos de ejecución									
	Montaje de armaduras pasivas		Vertido y compactación		Encofrado y desencofrado		Curado		Acabado	
	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>
Elementos de cimentación con volúmenes inferiores a los 350 m <sup>3</sup>	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%
Nivel de control normal										
Tipo de elemento	Procesos de ejecución									
	Montaje de armaduras pasivas		Vertido y compactación		Encofrado y desencofrado		Curado		Acabado	
	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>	C <sup>(1)</sup>	C.C <sup>(2)</sup>
Elementos de cimentación con volúmenes superiores a los 350 m <sup>3</sup>	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%
Alzados de pilares y muros en edificación	15	3	3	1	1	1	3	1	3	1
Vigas, forjados y otros elementos trabajando a flexión en edificación	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%
Losas superior e inferior de marcos	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%

(1) C.: Control= Control del constructor en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código ó Control de la dirección facultativa en la opción A de control definida en el Artículo 17 de este Código.

(2) C.C: Control de contraste de la dirección facultativa, solo en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código.

En cualquier caso, en función de las características de la obra, la dirección facultativa podrá adaptar las frecuencias de comprobación que se indican en este apartado. Así, por ejemplo, en el caso de obras de ingeniería de pequeña envergadura, así como en obras de edificación sin especial complejidad estructural (formadas por vigas, pilares y forjados convencionales no pretensados, con luces de hasta 6,00 metros y un número de niveles de forjado no superior a diez), en las que se realice un nivel de control normal, la dirección facultativa podrá optar por modificar las frecuencias de comprobación aplicando la tabla A15.2.2.c en el que se indican las verificaciones mínimas a realizar en cada proceso de ejecución para la aceptación de cada lote.

Tabla A15.2.2.c Frecuencias de comprobación para un nivel de control normal: Opción simplificada.

Nivel de control normal		
Proceso de ejecución	Control <sup>(1)</sup>	Control de Contraste <sup>(2)</sup>
Control de la gestión de acopios	50 % del acopio correspondiente a cada material, forma de suministro, fabricante y partida	Acopio correspondiente a 2 materiales, forma de suministro, fabricante y partida
Replanteos	replanteos correspondientes a un 20% de cada planta o nivel a ejecutar	replanteos correspondientes a un 10% de cada planta o nivel a ejecutar
Cimbras	3000 m <sup>3</sup> de cimbra	3000 m <sup>3</sup> de cimbra
Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	Planillas correspondientes a una remesa de armaduras	Planillas correspondientes a una remesa de armaduras

Nivel de control normal		
Proceso de ejecución	Control <sup>(1)</sup>	Control de Contraste <sup>(2)</sup>
Elaboración de las armaduras, mediante atado o soldadura no resistente (incluyendo procesos de enderezado, corte, doblado y armado, en su caso)	2	1
Descimbrado	3000 m <sup>2</sup> de cimbre	3000 m <sup>2</sup> de cimbre
Uniones de los prefabricados	3	1
Encofrado y desencofrado	50% de los elementos (en muro se considerará un elemento cada 5 m de muro; en forjados 50 m <sup>2</sup> )	10% de los elementos (en muro se considerará un elemento cada 5 m de muro; en forjados 50 m <sup>2</sup> )
Montaje de armaduras pasivas	Montaje de las armaduras del 50% de los elementos. En el caso de pilares y muros, mínimo 15 elementos (en muro armadura correspondiente a 5 m de muro)	Montaje de las armaduras del 10% de los elementos. En el caso de pilares y muros, mínimo 3 elementos (en muro armadura correspondiente a 5 m de muro)
Vertido y compactación del hormigón	Hormigón correspondiente al 50% de los elementos (en muro vertido correspondiente a 5 m; en forjados, 50 m <sup>2</sup> )	Hormigón correspondiente al 10% de los elementos (en muro vertido correspondiente a 5 m; en forjados, 50 m <sup>2</sup> )
Curado	Superficie del 50% de los elementos (en muro se considerará un elemento cada 5 m de muro; en forjados, 50 m <sup>2</sup> )	Superficie del 10% de los elementos (en muro se considerará un elemento cada 5 m de muro; en forjados, 50 m <sup>2</sup> ).
Acabado	Superficie del 50% de los elementos (en muro se considerará un elemento cada 5 m; en forjados, 50 m <sup>2</sup> )	Superficie del 10% de los elementos (en muro se considerará un elemento cada 5 m; en forjados, 50 m <sup>2</sup> )

1) Control= Control del constructor en la opción B de control definida en el Artículo 17 de este Código ó Control de la dirección facultativa en la opción A de control definida en el Artículo 17 de este Código.

(2) Control de contraste de la dirección facultativa, solo en la opción B de control definida en el Artículo 17 dl Código.

### 3.3. ESTRUCTURAS DE ACERO SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL (CodE)

#### 3.3.1. Capítulo 23 Gestión de la calidad de los productos en estructuras de acero

<p><b>Artículo 97. Control de los productos de acero</b></p>	<p>97.1 Comprobación de la conformidad. La conformidad de los productos de acero con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de sus características mecánicas y geométricas, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.</p> <p>En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán evaluarse de conformidad con la norma armonizada que le sea aplicable. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE y será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto según lo especificado en la norma armonizada y de ponerla a disposición de quien la solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar esta garantía al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dicha garantía.</p> <p>El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 de este Código y una vez validado el control de recepción, será el responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.</p> <p>En el caso de que el proyecto establezca que los productos de acero dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se comprobará que los productos los poseen y que son de conformidad con el artículo 18 del Código Estructural.</p> <p>97.2 Toma de muestras. La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, podrán efectuar la toma de muestras en la instalación en donde se encuentren los productos de acero. Salvo circunstancias excepcionales, la toma de muestras se efectuará preferiblemente en el taller antes del montaje de los elementos.</p> <p>Podrán estar presentes durante la toma los representantes del constructor y del suministrador de los elementos.</p> <p>La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra, no aceptando, en ningún caso, que se tomen muestras sobre productos que no se correspondan a los planos del proyecto, ni sobre productos específicamente destinados a la realización de ensayos. Una vez extraídas las muestras, se procederá, en su caso, al reemplazamiento de las partes de los elementos que hubieran sido alteradas durante la toma.</p> <p>La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que suscribirán todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos que se pretendan realizar. Todas las muestras se trasladarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.</p> <p>97.3 Realización de los ensayos. Cualquier ensayo sobre los productos de acero que decida el autor del proyecto o la dirección facultativa, se deberá efectuar de acuerdo con las indicaciones de éstos. En el caso del autor del proyecto, reflejará dichas indicaciones en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares.</p>
--	---

**Artículo 98.  
Control de los  
medios de  
unión.**

98.1 Control de la conformidad los tornillos, tuercas, arandelas y bulones.  
Los tornillos, tuercas y arandelas y bulones incluidos en los apartados 85.2, 85.3 y 85.4, deberán cumplir los requisitos establecidos al efecto en los respectivos apartados. En otros casos, deberán cumplir las especificaciones que se establezcan al efecto en el respectivo pliego de prescripciones técnicas particulares.

Para aquellos tornillos que estén afectados por el marcado CE en base al Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, el fabricante presentará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

Para aquellos productos que no tengan marcado CE, la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo establecido en el artículo 18 de este Código, se entiende como suficiente para avalar la conformidad del medio de unión suministrado sin efectuar ensayos específicos.

Cuando un producto no tenga marcado CE o no disponga de distintivo de calidad oficialmente reconocido, se considerará un lote de tornillos, tuercas, arandelas, por cada uno de los grados y clases de tornillo que se empleen en la obra.

El control de las características de los tornillos, tuercas y arandelas se efectuará por atributos (dimensiones y características mecánicas, además de las características funcionales del conjunto) sobre al menos diez muestras, mediante los ensayos establecidos en este Código o, en su caso, por el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Los ensayos de los tornillos se deberán realizar según la norma UNE-EN ISO 898-1, las tuercas según UNE-EN ISO 898-2, y para las arandelas la norma de producto aplicable.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, se procederá a rechazar el lote.

98.2 Control del material de aportación para las soldaduras.

El material de aportación utilizado para la realización de las soldaduras deberá cumplir las exigencias de aptitud al procedimiento de soldeo y de compatibilidad con el acero del producto de base que define el apartado 85.5 de este Código, así como presentar la declaración de prestaciones y ostentar el marcado CE de conformidad con la parte armonizada de la norma UNE-EN 13479.

La dirección facultativa deberá comprobar que la declaración de prestaciones del material de aportación para las soldaduras sea conforme con las especificaciones del proyecto.

El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.

**Artículo 99.  
Control de los  
sistemas de  
protección.**

99.1 Especificaciones.

Los sistemas de protección deberán cumplir las prescripciones establecidas en los apartados 86.3 y 86.4 en función de la clase de exposición a la que vaya a estar sometido el elemento estructural.

Todo suministro de material, deberá acompañarse de un certificado de garantía del fabricante, específico para la obra y firmado por persona física.

99.2 Realización de ensayos.

Los ensayos se efectuarán sobre probetas que cumplan las siguientes condiciones:

- que sean del mismo tipo de acero que el que se vaya a emplear en la obra,
- en su caso, que tenga el mismo recubrimiento de cinc que se vaya a utilizar,
- que presente un tamaño mínimo de 150x70 mm<sup>2</sup>,
- que presente un espesor no inferior a 2 mm y compatible con el ensayo que se pretenda efectuar,
- que cumplan las condiciones de preparación y estado superficial prescritas en la norma UNE-EN ISO 12944-6,
- para superficies galvanizadas en caliente aplica la norma UNE-EN ISO 1461,
- para superficies sometidas a metalización con cinc, la norma UNE-EN ISO 2063.

En los sistemas de protección que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, para la realización de los ensayos, se procederá a la división en lotes de los sistemas de protección. Se considerará un lote para cada conjunto de sistemas de protección y tipo de acero empleado en la obra. El número de probetas a ensayar será al menos de tres por cada lote.

Los ensayos sobre los sistemas de pintura se efectuarán de acuerdo con los métodos definidos en el apartado 86.3.

En cuanto a la galvanización en caliente, en el caso de que el suministro del material se acompañe de un certificado de garantía del galvanizador, específico para la obra y firmado por persona física, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de los correspondientes ensayos. La realización de ensayos, en su caso, se efectuará mediante los procedimientos establecidos en la norma UNE-EN ISO 1461, así como los que se recojan específicamente en el programa de control o el pliego de prescripciones técnicas particulares. Para las superficies sometidas a metalización con cinc, los ensayos se realizarán conforme a lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2063.

99.3 Criterios de aceptación o rechazo.

La posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo establecido en el artículo 18, se entiende como suficiente para avalar la conformidad del sistema de protección suministrado sin efectuar ensayos específicos.

Los ensayos sobre los sistemas de pintura, se considerarán conformes con las especificaciones cuando:

- Antes del ensayo, la clasificación obtenida por la probeta de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 2409 es 0 o 1. Cuando el espesor de la película seca del sistema de protección es mayor que 250 µm, este requisito debe sustituirse por la inexistencia de desprendimiento de la pintura del sustrato en el ensayo de adherencia según UNE-EN ISO 4624, a menos que los valores de la tracción sean mayores o iguales a 5 MPa.
- Después del ensayo, con la duración en horas indicadas en el apartado 86.3, según el caso, para la clase de exposición y grado de durabilidad exigidos, la probeta no presenta defectos según los métodos de evaluación establecidos en las partes 2 a 5 de la norma UNE-EN ISO 4628, y la clasificación obtenida de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 2409 sea 0 o 1. Cuando el espesor de la película seca del sistema de pintura es mayor que 250 µm, se empleará la misma sustitución de este último requisito que la indicada en el apartado anterior. La evaluación de la condición tras el ensayo según UNE-EN ISO 2409 o según el ensayo sustitutivo se efectuará tras 24 horas de reacondicionamiento de la probeta.

Se considera que la probeta no presenta defectos, según el caso, cuando cumple los siguientes requisitos:

- Aplicando UNE-EN ISO 4628-2, cuando se presente ampollamiento 0 (S0).
- Aplicando UNE-EN ISO 4628-3, cuando se presente óxido Ri 0.
- Aplicando UNE-EN ISO 4628-4, cuando se presente agrietamiento 0 (S0).
- Aplicando UNE-EN ISO 4628-5, cuando se presente descamación 0 (S0).

Además, deberá comprobarse que, una vez efectuado un envejecimiento artificial, conforme a la norma UNE-EN ISO 9227, no existe ningún avance de corrosión del sustrato, a partir de la incisión, que sea superior a 1 mm, determinado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 12944.

En la evaluación de defectos anteriormente citada, no se tendrán en cuenta aquéllos que se produzcan a menos de 10 mm de los bordes de la probeta.

En cuanto a la galvanización en caliente y a la metalización con cinc, la presentación a la dirección facultativa del certificado de garantía al que hace referencia el apartado 99.1 permitirá la aceptación del correspondiente lote. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del lote, se seguirán los criterios establecidos al efecto en el programa de control o el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra

**Artículo 100.  
Control de  
estructuras  
componentes.**

La conformidad de las estructuras componentes con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de sus características mecánicas y geométricas, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Al disponer estos productos del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán comprobarse de conformidad con la norma armonizada UNE-EN 1090-1. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE y será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto y de ponerla a disposición de quien la solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar esta garantía al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dicha garantía. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 del Código y una vez validado el control de recepción, será el responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas.

En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.

**Artículo 101.  
Programación  
del control de  
las  
estructuras  
de acero.**

La organización del control de la fabricación y ejecución de las estructuras de acero deberá seguir los criterios establecidos en el capítulo 5 y, en particular, la programación del control de la fabricación y ejecución deberá respetar los criterios establecidos en el artículo 22.

El control de la fabricación y ejecución estará ligado al nivel de control de la ejecución (acorde con lo definido en el apartado 22.4) y a la clase de ejecución (acorde con lo definido en el apartado 14.3)

El control de la fabricación y ejecución deberá adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en este artículo.

**101.1 Lotes de ejecución.**

El programa de control aprobado por la dirección facultativa contemplará una división de la obra en lotes de ejecución, coherentes con el desarrollo previsto en el plan de obra para la ejecución de la misma.

Para cada lote de ejecución se identificarán la totalidad de actividades o procesos susceptibles de ser inspeccionados, así como las frecuencias de las comprobaciones a realizar, tanto por el control del constructor como por el control de contraste de la dirección facultativa, en su caso.

En general, y salvo que el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto defina una división de la estructura o de sus elementos en lotes más adaptada a sus características específicas, o de sus elementos, los lotes de ejecución se definirán siguiendo los siguientes criterios generales:

- a) se corresponderán con partes sucesivas en el proceso de fabricación y montaje en taller y de ejecución de la obra,
- b) no se mezclarán elementos de tipología estructural distinta, que pertenezcan a filas diferentes en la tabla 101.1,
- c) el tamaño del lote no será superior al indicado, en función del tipo de elementos, en la tabla 101.1.

Tabla 101.1 Tamaño máximo de los lotes de ejecución

Tipo de obra	Tipo de elemento	N.º de elementos o dimensión
Edificación, chimeneas torres y depósitos	Pilares y elementos verticales.	500 m <sup>2</sup> de superficie, sin rebasar las dos plantas.
	Vigas, arriostramientos, elementos superficiales y forjados.	250 m <sup>2</sup> de superficie construida sin rebasar una planta.
Puentes	Alzados de pilas.	1 pila. 10 m de altura de pila.
	Alzados de estribos.	1 estribo.
	Tableros de puentes.	1 tramo o dovela sin rebasar el menor de 30 m o un vano completo.

En el caso de otros elementos diferentes de los indicados en la tabla 101.1, el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto establecerá los criterios necesarios para definir el tamaño máximo del lote de ejecución. Se podrá optar por utilizar otra metodología para definir el tamaño máximo de los lotes de ejecución previa aprobación por parte de la dirección facultativa y siempre que el tamaño de los lotes resultantes no exceda lo indicado en la tabla 101.1.

**101.2 Unidades de inspección.**

Para cada lote de ejecución, se identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en el Código. Se contemplarán, como mínimo, los siguientes procesos:

- elaboración de planos de taller,
- definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje,
- gestión de acopios de materiales y productos,
- mecanización y manipulación de productos de acero en taller,
- cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo,
- cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos,
- ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional,
- ejecución de uniones soldadas,
- ejecución de uniones con elementos mecánicos,
- colocación de conectadores en estructuras mixtas,
- ajustes, correcciones y acabados finales en taller,
- montaje en blanco,
- recepción de elementos a su llegada a obra,
- ensamblado de elementos en obra,
- replanteo y montaje de elementos en obra,

- ajustes, correcciones y acabados finales, y
- aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva.

La dimensión o tamaño máximo de un proceso o actividad comprobable, en general, en una visita de inspección al taller o a la obra. En función de los desarrollos de procesos y actividades previstas en el plan de obra, en cada inspección al taller o a la obra, podrá comprobarse un determinado número de unidades de inspección, las cuales, pueden corresponder a uno o más lotes de ejecución.

Para cada proceso o actividad, se definirán las unidades de inspección correspondientes cuya dimensión o tamaño será conforme al indicado en la tabla 101.2.

Tabla 101.2 Unidades de inspección

Procesos de ejecución	Tamaño máximo de la unidad de inspección
Elaboración de planos de taller.	Planos correspondientes a cada elemento estructural.
Definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje.	Procedimientos de fabricación y programa y planos de montaje correspondientes a cada elemento estructural.
Gestión de acopios.	Acopio correspondiente a cada material, forma de suministro, fabricante y partida suministrada, que se empleen en cada lote de ejecución <sup>(1)</sup>
Mecanización y manipulación de los productos de acero en taller.	Conjunto de productos destinados a cada elemento estructural.
Cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo.	Cada uno de los soldadores, tanto en taller como en obra Cada uno de los procedimientos de soldeo <sup>(2)</sup>
Cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos.	Cada uno de los tipos de fijaciones con elementos mecánicos.
Ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional.	Cada uno de los elementos, principales o secundarios.
Ejecución de uniones soldadas.	Cada una de las soldaduras, en taller o en obra, acorde con el procedimiento de control y el porcentaje de control especificado en el PPI.
Ejecución de uniones con elementos mecánicos.	Cada una de las uniones ejecutadas mediante elementos mecánicos.
Colocación de conectores en estructuras mixtas.	Los conectores a colocar en una jornada de trabajo.
Ajustes, correcciones y acabados finales en taller.	Cada uno de los elementos.
Montaje en blanco.	Cada dovela, tramo o vano a montar en blanco.
Recepción de elementos a su llegada a la obra.	Cada elemento que llega a la obra.
Ensamblado de elementos en obra.	Cada unión a ejecutar en obra.
Replanteo y montaje de elementos en obra.	Cada elemento montado en obra.
Ajustes, correcciones y acabados finales.	Cada elemento montado en obra.
Aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva.	Cada uno de los elementos fabricados en taller, para los tratamientos aplicados en taller Cada uno de los elementos montados en la obra, para los tratamientos aplicados en obra, en su caso.

(1) Un mismo acopio de material, procedente del mismo suministro, fabricante y partida, puede ser destinado a diferentes elementos estructurales o a diferentes lotes de ejecución, en función de su tamaño y de acuerdo con el plan de obra. Por lo tanto, la gestión de un acopio concreto puede formar parte de diferentes lotes de ejecución y, consecuentemente, de diferentes unidades de inspección. Al programarse el control de ejecución, se evitará considerar la inspección repetida del mismo acopio para la aceptación de distintos lotes de ejecución, procurando en la medida de lo posible que el conjunto de las inspecciones tenga la mayor representatividad posible de la obra.

(2) Una cualificación del procedimiento de soldeo puede cubrir varios tipos de soldaduras, de acuerdo con los rangos de cualificación de la norma de aplicación correspondiente.

Una vez definidos los lotes de ejecución y las unidades de inspección, se debe definir para cada unidad de inspección las frecuencias de comprobación. De forma orientativa, el Anejo 17 define las frecuencias de comprobación para las unidades de inspección de la fabricación y ejecución de estructuras de acero.

<b>Artículo 102. Comprobaciones previas al comienzo de la fabricación y ejecución</b>	<p>Antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, la dirección facultativa deberá constatar que existe un programa de control, desarrollando el plan de control definido en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, tanto para los productos como para la fabricación y ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado por el proyecto y lo establecido en el Código.</p> <p>Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constatare documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.</p> <p>102.1 Programa de puntos de inspección. El programa de puntos de inspección (PPI) reflejará el conjunto de controles, inspecciones y ensayos a realizar en la fabricación y ejecución de la estructura de acero por los diferentes agentes de control implicados. El PPI formará parte del programa de control y en él se detallará al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- las unidades de inspección, tanto en taller como en obra,</li><li>- el tipo de inspección y comprobaciones a realizar,</li><li>- los procedimientos o normas que regularán la verificación de la conformidad de cada inspección, así como las especificaciones de aceptación,</li><li>- la ubicación y frecuencia o intensidad de las inspecciones,</li><li>- la forma de documentación de los resultados,</li><li>- la designación de la persona responsable de la realización y firma de los diferentes controles o inspecciones,</li><li>- los puntos de espera o parada a respetar durante el proceso de control, y - cualquier comentario u observación aclaratoria.</li></ul>
<b>Artículo 103. Control de la fabricación en taller y del montaje en obra.</b>	<p>En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán realizarse de conformidad con la norma armonizada UNE-EN 1090-1. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda transmitir estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 de este Código y una vez validado el control de recepción, será el responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra o, en su caso, el plan de control.</p> <p>En el caso de productos que no deban disponer de marcado CE, la conformidad de los procesos de fabricación en taller y de la ejecución y el montaje en obra incluirá las características mecánicas de los productos empleados, las características geométricas de los elementos, así como cualquier otra característica incluida en el proyecto o decidida por la dirección facultativa. Las consideraciones de este artículo son de aplicación independientemente de que el taller pertenezca o no a las instalaciones propias de la obra.</p>

### 103.1 Comprobaciones previas al inicio del suministro.

La dirección facultativa comprobará, antes del inicio del suministro, que el constructor ha comunicado el programa de obra, estableciendo las fechas límites para la recepción, en su caso, de los elementos elaborados en talleres ubicados fuera de las instalaciones de la obra.

Las comprobaciones previas al suministro de los elementos fabricados en taller ajeno a la obra tienen por objeto verificar la conformidad de los procesos y de las instalaciones que se pretenden emplear.

#### 103.1.1 Comprobación documental previa al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el capítulo 5, que sea aplicable a los elementos que se pretende suministrar a la obra, el suministrador, o en su caso el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa la siguiente documentación:

- a) En su caso, documento que demuestre que el proceso de montaje en taller del elemento se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, documento que demuestre que los productos de acero empleados en la elaboración de los elementos se encuentran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- c) en el caso de que se pretenda emplear procesos de soldadura:

- a. Certificados de cualificación de los soldadores asociados a los tipos de soldadura que vayan a realizar, en taller u obra, según UNE-EN ISO 9606-1;
- b. certificados de cualificación de los operadores de soldeo, según UNE-EN ISO 14732;
- c. especificaciones de los procedimientos de soldeo, WPS, para cada tipo de unión especificada; y
- d. certificados de cualificación de los procedimientos de soldadura:
  - Para una clase de ejecución 3 o 4 la cualificación se hará acorde con las normas UNE-EN ISO 15613 y UNE-EN ISO 15614-1.
  - Adicionalmente, para la clase de ejecución 2, la cualificación podrá hacerse también acorde con las normas UNE-EN ISO 15610, UNE-EN ISO 15611 y UNE-EN ISO 15612.

En el caso de que la estructura de acero deba ostentar el marcado CE de conformidad con el Reglamento (UE) N.º 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, acorde a la norma armonizada UNE-EN 1090-1, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa la documentación relativa a dicho

marcado CE, entre otros:

- a) Documentación relativa al plan de control de producción en fábrica acorde con la norma UNE-EN 1090 (manual del plan de control, procedimientos de trabajo y/o fabricación, etc.).
- b) Documentación relativa al plan de control de calidad de las soldaduras.
- c) Declaración de prestaciones de la estructura.

La dirección facultativa deberá verificar que los procedimientos de fabricación, incluyendo los procedimientos cualificados de soldadura, previstos para la fabricación y montaje de la estructura son suficientes para cumplir tanto con todos los requisitos establecidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto como con lo indicado en el capítulo 21 del Código Estructural.

Antes del inicio del proceso de fabricación en taller, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa, para su aceptación, los planos de taller para la fabricación de la estructura metálica, que deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto y con lo definido en el apartado 91.2.

Los planos de taller irán aprobados y firmados por un técnico del taller metálico responsable de su elaboración, así como por un representante del constructor, que se responsabilizará por parte de éste del cumplimiento de todas las exigencias requeridas, de conformidad con el proyecto y con el Código.

La dirección facultativa deberá dar su aceptación a los planos de taller previamente al inicio de la fabricación, tras verificar, por parte de la entidad de control de calidad, en su caso, que cualquier modificación respecto a lo previsto en proyecto se haya justificado técnicamente, de manera que se demuestre que no supone ninguna merma apreciable en las garantías de seguridad, resistencia a fatiga, durabilidad o estética de la estructura.

Las posteriores tareas de control de la ejecución de la estructura metálica serán realizadas a partir de la definición de la estructura metálica en los planos de taller.

### 103.1.2 Comprobación de las instalaciones.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección al taller de fabricación, al objeto de comprobar su idoneidad para elaborar los elementos que se requieren para la obra.

La inspección del taller de montaje incluirá la evaluación de los siguientes aspectos:

- a) Idoneidad de las instalaciones en función de los materiales base empleados y de los procedimientos de soldadura. Esta verificación incluirá tanto las instalaciones, como utillajes y herramientas que se prevé emplear en la fabricación.
- b) Verificación de los equipos, incluyendo los certificados de calibración de los instrumentos de control, por ejemplo, termómetros, pinzas amperimétricas, etc.
- c) Valorar la capacidad del taller para cumplir con las tolerancias establecidas en el Anejo 16 que sean de aplicación en la fabricación y montaje de la estructura metálica.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones que pertenezcan a la obra, en las que se comprobará que se ha delimitado un espacio suficiente para las labores de montaje, espacios predeterminados para el acopio de los productos de acero y espacio fijo para la maquinaria, así como recintos específicos para acopiar los elementos antes de su entrega a la obra.

### 103.2 Control de la fabricación en taller.

#### 103.2.1 Control documental durante el suministro.

La dirección facultativa deberá comprobar que cada remesa de elementos que se suministre a la obra desde un taller va acompañada de la correspondiente hoja de suministro.

Asimismo, deberá comprobar la coherencia entre las características de los elementos suministrados y los de la documentación de los productos de acero, declarada por el fabricante y facilitada por el constructor, verificando la adecuada trazabilidad de los mismos. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de los elementos afectados por el mismo.

Para elementos elaborados en talleres propios de la obra, se comprobará que el constructor mantiene un registro de fabricación en el que se recoge, para cada partida de elementos fabricados, la misma información que en las hojas de suministro a las que hace referencia este apartado.

La dirección facultativa aceptará la documentación de la remesa de elementos, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

#### 103.2.2 Comprobaciones experimentales durante el suministro.

##### 103.2.2.1 Control de los procedimientos de corte térmico y perforación.

En el caso de empleo de procedimientos de corte térmico, previamente al inicio de la actividad, para cada tipo de elemento a cortar y para cada material se fabricarán, al menos, cuatro probetas, que deberán ser evaluadas por el control del constructor y por el control de contraste de la dirección facultativa, para evaluar la aptitud del procedimiento:

- Probeta 1: corte recto del elemento de mayor espesor.
- Probeta 2: corte recto del elemento de menor espesor.
- Probeta 3: corte en ángulo entrante con radio mínimo de acuerdo y sobre un elemento de espesor representativo.
- Probeta 4: corte en curva sobre un elemento de espesor representativo.

Las probetas tendrán una dimensión tal que permitan cortes de, al menos, 200 mm de longitud.

La calidad de las superficies de cada corte será acorde a lo establecido en la norma UNE-EN 1090-2 correspondiente a la clase de ejecución de la estructura y la de los cortes curvados será similar a la de los rectos.

Si los resultados de la inspección de los bordes cortados fuesen no conformes, la dirección facultativa rechazará el proceso, debiendo el constructor modificar el mismo definiendo un nuevo procedimiento, debiendo procederse a iniciar un nuevo proceso de comprobación.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la validación de su procedimiento de corte térmico, como parte de su plan de control de la producción y cuente con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales y espesores que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que el procedimiento de corte no ha variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte.

En el caso de procedimientos de corte o perforación que puedan producir incrementos locales de la dureza del material (corte térmico, cizallado, punzonado, etc.), deberá controlarse ésta en los bordes, si así se especifica, para lo que la entidad de control actuará según se indica:

- Se fabricarán cuatro probetas del material más susceptible al endurecimiento de entre todos los que vayan a ser utilizados en la fabricación de la estructura.
- En cada una de las cuatro probetas se medirán las durezas en cuatro puntos elegidos de entre aquéllos en los que se suponga mayor incremento. La medida se realizará conforme a norma UNE-EN ISO 6507-1.
- El mayor de los valores medidos no excederá los valores máximos indicados en la tabla 103.1, en función del tipo de acero.

Tabla 103.1 Valores de dureza máximos permitidos

Norma de producto	Tipo de acero	Valor de dureza máxima
UNE-EN 10025-2 a UNE-EN 10025-5	S235 a S460	380 HV10
UNE-EN10210-1, UNE-EN 10219-1		
UNE-EN 10149-2, UNE-EN 10149-3	S260 a S700	450 HV10
UNE-EN 10025-6	S460 a S690	

Si los resultados de las medidas son no conformes, se modificará el proceso de corte y se repetirá el ensayo solo para aquellos casos en los que no ha habido conformidad.

Este apartado no cubre la comprobación de durezas en los cortes que vayan a ser soldados, los cuales serán ensayados conforme al procedimiento específico de soldadura.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la evaluación de las durezas máximas en bordes cortados y/o perforados, como parte de su Plan de control de la producción y cuente con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que los procedimientos de fabricación no han variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte y/o perforación.

Además, deberán comprobarse periódicamente los medios y procedimientos de perforación, para lo que la entidad de control deberá:

- Fabricar ocho probetas para cada procedimiento a ensayar, cubriendo el rango de calidades de los materiales, diámetros de agujeros y espesores del material.
  - Medir el diámetro de los agujeros en cada extremo del espesor taladrado utilizando patrones (pasa/no pasa). El valor medido cumplirá las tolerancias correspondientes a la clase de ejecución de la estructura.
- Si los resultados de las medidas son no conformes, se modificará el proceso de perforación y se repetirá el ensayo solo para aquellos casos en los que no ha habido conformidad.

103.2.2.2 Control de las operaciones de conformado.

Las operaciones de conformado en frío o en caliente, así como las operaciones de enderezado por llama aplicando calor, se controlarán acorde con lo establecido en la norma UNE-EN 1090-2.

#### 103.2.2.3 Control dimensional de los elementos.

Se deberá comprobar que los elementos elaborados en el taller presentan las dimensiones reflejadas en los planos de taller, considerando las tolerancias indicadas en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Los medios de medida deberán estar incluidos en partes 1 y 2 de la norma ISO 7976. Por su parte, la precisión de la medida se ajustará a lo indicado en la norma ISO 17123. Las medidas se referirán con respecto a las contraflechas especificadas en proyecto, y se corregirán para tener en cuenta las posibles deformaciones por temperatura o peso propio.

El taller dispondrá de los elementos necesarios (mesas de medida, bastidores, etc.) para la correcta ejecución de las medidas.

En el caso de aparición de no conformidades, se corregirán mediante alguno de los medios especificados en este Código, si ello fuera posible. En otro caso, se estudiará la posibilidad de modificar la geometría del resto de la estructura de forma que se compense la no conformidad, en cuyo caso dicho procedimiento deberá ser aprobado previamente por la dirección facultativa.

#### 103.2.2.4 Comprobación de la cualificación del personal para la soldadura.

La dirección facultativa deberá comprobar que los soldadores están en posesión de la cualificación adecuada, conforme a lo establecido en el apartado 94.4.2, y que dicha cualificación es vigente.

La dirección facultativa podrá establecer cualquier comprobación adicional sobre la cualificación de los soldadores, independientemente del lugar donde desarrollen su actividad (en taller u obra).

El taller mantendrá al día los correspondientes registros de identificación de sus soldadores de forma satisfactoria, en los que debe figurar:

- N.º de ficha,
- copia de homologación, y
- marca personal.

Esta documentación estará en todo momento a disposición de la dirección facultativa y de la entidad de control de calidad.

Cada soldador identificará su propio trabajo con marcas personales que no serán transferibles.

Toda soldadura ejecutada por un soldador no cualificado, será rechazada, procediéndose a su levantamiento. En caso de que esto pudiese producir efectos perniciosos, a juicio de la dirección facultativa, el conjunto soldado será rechazado y repuesto por el constructor de la estructura de acero.

#### 103.2.2.5 Control de los procedimientos de soldeo.

Antes de iniciarse la fabricación, el control del constructor desarrollará cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para la comprobación de los distintos métodos de soldeo a tope y en ángulo, para determinar cuáles son los más indicados y se obtengan los parámetros de soldeo más adecuados.

Se comprobará además que todos los procedimientos de soldadura, levantamiento de la misma y reparación de zonas por soldadura, son objeto de un procedimiento por escrito, con indicación, entre otros, de las características de materiales de aportación, las preparaciones de borde, incluyendo las temperaturas de precalentamiento, las temperaturas mínimas entre pasadas y el calor de aportación.

El soldeo deberá realizarse mediante procedimientos cualificados, conforme a lo indicado en el apartado 94.4.1. La entidad de control de la dirección facultativa deberá certificar documentalmente que, con los procedimientos cualificados de soldeo aportados por el constructor, quedan cubiertas todas las uniones soldadas a efectuar tanto en taller como en obra y deberá verificar que los soldadores sueldan aplicando dichos procedimientos.

#### 103.2.2.6 Comprobación de la ejecución de las soldaduras.

Con anterioridad a la realización de la soldadura, se procederá a realizar una inspección visual de las piezas a unir, verificando su correcto ajuste y las soldaduras punteo conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En el caso de secciones huecas, la inspección se centrará en:

- las partes centrales del talón y de los flancos, si se trata de secciones circulares, y
- las cuatro esquinas, en el caso de secciones cuadradas o rectangulares.

Después del soldeo, se debe verificar también todas las soldaduras mediante inspección visual conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En general, las inspecciones visuales serán realizadas por un Inspector de soldadura de nivel 2, conforme a la norma UNE 14618, o por otra persona certificada como nivel 2 para inspección visual acorde con la norma UNE-EN ISO 9712 y que sea autorizada previamente por la dirección facultativa. En el caso de soldaduras en obras en las que sea de aplicación la clase de ejecución 2, la inspección visual la podría realizar el propio soldador cualificado bajo la supervisión de un inspector de soldadura de nivel 2, previa aprobación de la dirección facultativa.

En todo caso, la dirección facultativa podrá exigir la certificación del inspector de soldadura.

De todos los controles que se efectúen, se registrará su correspondiente protocolo de inspección, donde además de la descripción, se adjuntarán fichas de control de soldadura que incluirán los resultados del ensayo y la posición exacta de dicho control.

Se realizarán los siguientes ensayos no destructivos según los principios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO 17635 y conforme a las especificaciones particulares de cada método de ensayo:

- Líquidos penetrantes (LP), realizados según UNE-EN ISO 3452-1 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23277.
- Partículas magnéticas (PM), realizadas según UNE-EN ISO 17638 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23278.
- Ultrasonidos (UT), realizados según UNE-EN ISO 17640 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 11666.
- Radiografías (RX), según UNE-EN ISO 17636-1 y UNE-EN ISO 17636-2 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 10675-1.

Cuando se localice alguna imperfección «admisibles», acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, no será precisa su reparación, pero se inspeccionará un tramo adicional del mismo cordón. Si en esta nueva inspección se encuentra una imperfección no admisible se repararán todos los defectos.

Si la imperfección es «no admisible», acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, será necesaria su reparación, según un procedimiento establecido.

Dicha reparación no afectará únicamente a la imperfección no admisible, sino también a todas aquellas imperfecciones calificadas como «admisibles» que se hayan detectado con anterioridad en la misma soldadura. Adicionalmente, se incrementará el nivel de control para las soldaduras realizadas por ese soldador en el porcentaje adicional indicado en el plan de control o según lo que establezca la dirección facultativa.

En todos los puntos donde existan cruces de cordones de soldadura se realizará una radiografía o ensayo por ultrasonidos adicional.

Esta inspección será posterior a la visual y realizada por el mismo inspector, que seleccionará estas soldaduras, y siempre comprenderá los extremos (inicios y finales) de cordones.

Cuando la porosidad superficial sea excesiva a juicio de la dirección facultativa, será obligatorio realizar una inspección del interior del cordón.

Asimismo, en general, se realizará una inspección radiográfica o ultrasónica de las soldaduras a tope, tanto de chapas en continuación como de uniones en T, cuando estas sean a tope. Cuando coexistan la inspección visual y la realización de ensayos no destructivos en una misma costura, se simultanearán ambos cuando esto sea posible.

Las deformaciones provocadas por las soldaduras podrán ser corregidas por enderezado mediante la aplicación controlada de calor, siempre que se haga acorde con lo establecido en el apartado 91.3.2.

No se empleará agua o cualquier otro proceso para enfriar bruscamente.

Si durante la inspección visual de las soldaduras se detectase algún defecto, éste será corregido conforme al criterio que figura en la tabla 103.2:

Tabla 103.2 Defectos en soldaduras y criterio de corrección

Descripción del defecto	Corrección
Fisuras.	Saneado de las fisuras y nuevo cordón.
Poros y desbordamientos.	Soldar de nuevo después de sanear con arco-aire. Longitud mínima de saneado 40 mm.
Mordeduras.	Saneado y posterior depósito de material de aportación, longitud mínima de saneado 40 mm.
Concavidades y convexidades no previstas.	Amolado.
Otros defectos: entallas y estrias superficiales con posterior depósito de material; hendiduras de límite de aportación, etc.	Amolado o saneado por arco-aire.

#### 103.2.2.7 Control de soldaduras reparadas.

Las reparaciones de soldaduras deben realizarse conforme a procedimientos cualificados. Los cordones reparados se inspeccionarán y ensayarán de nuevo como si fueran nuevos.

#### 103.2.2.8 Control de uniones atornilladas.

El programa de control del constructor deberá considerar, en su caso, la comprobación de las uniones mediante fijación con elementos mecánicos, a las que se refiere el artículo 93.

Dichas comprobaciones deberán incluir las correspondientes a la aplicación de los pares de apriete adecuados, de acuerdo con lo especificado en el proyecto y en este Código. En el caso de tornillos pretensados se comprobará que el esfuerzo aplicado es superior al mínimo establecido en el proyecto.

Previamente a la ejecución de las uniones atornilladas, la dirección facultativa deberá aceptar, en su caso, el procedimiento de fijación con elementos mecánicos del constructor, que deberá incluir, entre otros, la secuencia de apriete, el método de apriete, los valores de referencia, la calibración periódica de las herramientas, etc.

Todas las uniones atornilladas se comprobarán visualmente después de que estén ajustadas con todos los tornillos colocados y antes de empezar el pretensado, si es el caso.

En el caso de uniones con tornillos pretensados que trabajen por rozamiento, se deberá verificar visualmente el estado de las superficies a unir antes de su montaje.

En el caso de uniones con tornillos pretensados, la inspección de uniones ya ejecutadas se realizará en función del método de apriete utilizado. En general, dichas inspecciones tendrán por objetivo verificar que el esfuerzo de pretensado aplicado al tornillo es el adecuado:

- En el caso del método del par torsor (o de la llave dinamométrica), la inspección sobre un conjunto de fijación se realizará acorde con lo establecido en el punto 12.5.2.5 de la norma UNE-EN 1090-2.
- En el caso del método combinado, la inspección sobre un conjunto de fijación se realizará acorde con lo establecido en el punto 12.5.2.6 de la norma UNE-EN 1090-2.
- En el caso del método de la arandela con indicación directa de tensión, se seguirá la metodología de control indicada en el punto 12.5.2.8 de la norma UNE EN 1090-2 y en el apartado 5 de la norma UNE-EN 14399-9.

Los criterios de aceptación o rechazo serán los definidos al efecto en la norma UNE-EN 1090-2.

#### 103.2.2.9 Control del armado en taller.

Antes de iniciarse la fabricación, el constructor propondrá, por escrito y con los planos necesarios, la secuencia de armado y soldeo, que a juicio de sus conocimientos y experiencia considere óptimas, en función de la máxima reducción de tensiones residuales y deformaciones previsibles. Estas secuencias se someterán a la dirección facultativa para su aprobación.

En el armado previo de taller se comprobará que la disposición y dimensiones de cada elemento se ajustan a las indicadas en los planos de taller. Se rectificarán o rechazarán todas las piezas que no permitan el acoplamiento mutuo, sin forzarlas, en la posición que hayan de tener, una vez efectuadas las uniones definitivas.

Para cada una de las piezas preparadas en taller se debe garantizar la trazabilidad, mediante algún procedimiento de marcado adecuado acorde con lo establecido en el apartado 91.3.1, identificando cada pieza con la marca que ha sido designada en los planos de taller.

Asimismo, y de forma análoga, se debe garantizar la trazabilidad de cada uno de los elementos terminados en taller, identificando además su posición relativa en el conjunto de la obra.

La dirección facultativa efectuará las visitas e inspecciones que considere oportunas para comprobar el proceso de montaje.

El constructor realizará el control del armado en taller realizando las inspecciones que establezca el programa de control y el programa de puntos de inspección (PPI), que al menos serán las siguientes:

- Identificación de los elementos.
- Situación de los ejes de simetría.
- Situación de las zonas de sujeción a los elementos contiguos.
- Paralelismo de alas y platabandas.
- Perpendicularidad de alas y almas.
- Abollamiento, rectitud y planeidad de alas y almas.
- Contraflechas.

#### 103.2.2.10 Control del montaje en blanco.

El correcto ajuste entre los diferentes tramos ejecutados en taller, antes de su envío a obra, debe ser verificado a través de un montaje en blanco en el propio taller, acorde con lo establecido en el apartado 91.5.

#### 103.3 Control del montaje en obra.

##### 103.3.1 Comprobaciones previas al montaje.

Previamente al inicio del montaje en obra, la dirección facultativa comprobará la correspondencia con el proyecto de los elementos elaborados en taller, así como la conformidad de la documentación suministrada con los mismos.

Asimismo, el constructor deberá preparar un procedimiento de montaje que deberá ser aprobado por la dirección facultativa, previamente al inicio de las operaciones de obra. El procedimiento de montaje constará, como mínimo, de los documentos, recogidos en los apartados siguientes.

##### 103.3.1.1 Memoria de montaje.

La memoria de montaje deberá incluir los procedimientos a emplear para el montaje de la estructura, considerando los requisitos técnicos relativos a la seguridad de los trabajos. Incluirá el cálculo de las tolerancias de posicionamiento de cada componente de forma coherente con el sistema general de tolerancias (en especial en lo que al replanteo de placas base se refiere), la descripción y definición de los elementos auxiliares necesarios para el montaje (casquillos provisionales de apoyo, orejetas de izado, elementos de guiado, etc.), los dispositivos de elevación necesarios, la secuencia de montaje, los arriostramientos provisionales y las condiciones para su retirada y la retirada de elementos auxiliares, la definición de las uniones en obra, los medios de protección de soldaduras, los procedimientos de apriete de tornillos, etc.

Asimismo, incluirá un apartado específico relativo a las comprobaciones de seguridad durante el montaje, comprobando además que, como consecuencia del proceso de montaje, no se generan solicitudes sobre la estructura que sean diferentes a las consideradas en el proyecto.

103.3.1.2 Planos de montaje.

Se comprobará que recogen la posición y movimientos de las piezas durante el montaje, los medios de izado, elementos auxiliares necesarios soldados o fijados por medios mecánicos a la estructura, los sistemas de apuntalamiento o arriostamiento provisionales y, en general, toda la información necesaria para el correcto manejo, colocación y fijación de las piezas en su posición definitiva.

103.3.1.3 Programa de inspección.

El programa de puntos de inspección (PPI) del montaje en obra reflejará el conjunto de controles, inspecciones y ensayos a realizar en la ejecución de la estructura de acero en obra por los diferentes agentes de control implicados, acorde con lo descrito en el apartado 102.1.

103.3.2 Comprobaciones durante el montaje.

Durante las operaciones de montaje se comprobará la conformidad de todas aquellas operaciones que se lleven a cabo, mediante la aplicación de criterios análogos a los establecidos por este Código para el montaje en taller.

En particular, se comprobará que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, que se mantiene el adecuado sistema de trazabilidad que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.

Una vez que se haya montado en obra un tramo, dovela o elemento, se deberá inspeccionar para descartar cualquier indicio de que sus componentes hayan sido deformados o sobrecargados, y para garantizar que todas las fijaciones y arriostamientos provisionales se hayan retirado, una vez que estos no sean necesarios. Asimismo, se realizará un examen de la posición geométrica de los puntos de unión con otros tramos con el objetivo de detectar cualquier desalineación o desplome de la estructura o de alguno de sus componentes por encima de las tolerancias máximas permitidas.

### 3.3.2. Capítulo 24. Gestión de la calidad de la fabricación y ejecución de estructuras de acero

#### Artículo 101. Programación del control de las estructuras de acero.

La organización del control de la fabricación y ejecución de las estructuras de acero deberá seguir los criterios establecidos en el capítulo 5 y, en particular, la programación del control de la fabricación y ejecución deberá respetar los criterios establecidos en el artículo 22.

El control de la fabricación y ejecución estará ligado al nivel de control de la ejecución (acorde con lo definido en el apartado 22.4) y a la clase de ejecución (acorde con lo definido en el apartado 14.3)

El control de la fabricación y ejecución deberá adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en este artículo.

#### 101.1 Lotes de ejecución.

El programa de control aprobado por la dirección facultativa contemplará una división de la obra en lotes de ejecución, coherentes con el desarrollo previsto en el plan de obra para la ejecución de la misma.

Para cada lote de ejecución se identificarán la totalidad de actividades o procesos susceptibles de ser inspeccionados, así como las frecuencias de las comprobaciones a realizar, tanto por el control del constructor como por el control de contraste de la dirección facultativa, en su caso.

En general, y salvo que el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto defina una división de la estructura o de sus elementos en lotes más adaptada a sus características específicas, o de sus elementos, los lotes de ejecución se definirán siguiendo los siguientes criterios generales:

- a) se corresponderán con partes sucesivas en el proceso de fabricación y montaje en taller y de ejecución de la obra,
- b) no se mezclarán elementos de tipología estructural distinta, que pertenezcan a filas diferentes en la tabla 101.1,
- c) el tamaño del lote no será superior al indicado, en función del tipo de elementos, en la tabla 101.1.

Tabla 101.1 Tamaño máximo de los lotes de ejecución

Tipo de obra	Tipo de elemento	N.º de elementos o dimensión
Edificación, chimeneas torres y depósitos	Pilares y elementos verticales.	500 m <sup>2</sup> de superficie, sin rebasar las dos plantas.
	Vigas, arriostramientos, elementos superficiales y forjados.	250 m <sup>2</sup> de superficie construida sin rebasar una planta.
Puentes	Alzados de pilas.	1 pila. 10 m de altura de pila.
	Alzados de estribos.	1 estribo.
	Tableros de puentes.	1 tramo o dovela sin rebasar el menor de 30 m o un vano completo.

En el caso de otros elementos diferentes de los indicados en la tabla 101.1, el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto establecerá los criterios necesarios para definir el tamaño máximo del lote de ejecución. Se podrá optar por utilizar otra metodología para definir el tamaño máximo de los lotes de ejecución previa aprobación por parte de la dirección facultativa y siempre que el tamaño de los lotes resultantes no exceda lo indicado en la tabla 101.1.

#### 101.2 Unidades de inspección.

Para cada lote de ejecución, se identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en el Código. Se contemplarán, como mínimo, los siguientes procesos:

- elaboración de planos de taller,
- definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje,
- gestión de acopios de materiales y productos,
- mecanización y manipulación de productos de acero en taller,
- cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo,
- cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos,
- ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional,
- ejecución de uniones soldadas,
- ejecución de uniones con elementos mecánicos,
- colocación de conectores en estructuras mixtas,
- ajustes, correcciones y acabados finales en taller,
- montaje en blanco,
- recepción de elementos a su llegada a obra,
- ensamblado de elementos en obra,
- replanteo y montaje de elementos en obra,

- ajustes, correcciones y acabados finales, y
- aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva.

La dimensión o tamaño máximo de un proceso o actividad comprobable, en general, en una visita de inspección al taller o a la obra. En función de los desarrollos de procesos y actividades previstas en el plan de obra, en cada inspección al taller o a la obra, podrá comprobarse un determinado número de unidades de inspección, las cuales, pueden corresponder a uno o más lotes de ejecución.

Para cada proceso o actividad, se definirán las unidades de inspección correspondientes cuya dimensión o tamaño será conforme al indicado en la tabla 101.2.

Tabla 101.2 Unidades de inspección

Procesos de ejecución	Tamaño máximo de la unidad de inspección
Elaboración de planos de taller.	Planos correspondientes a cada elemento estructural.
Definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje.	Procedimientos de fabricación y programa y planos de montaje correspondientes a cada elemento estructural.
Gestión de acopios.	Acopio correspondiente a cada material, forma de suministro, fabricante y partida suministrada, que se empleen en cada lote de ejecución <sup>(1)</sup>
Mecanización y manipulación de los productos de acero en taller.	Conjunto de productos destinados a cada elemento estructural.
Cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo.	Cada uno de los soldadores, tanto en taller como en obra Cada uno de los procedimientos de soldeo <sup>(2)</sup>
Cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos.	Cada uno de los tipos de fijaciones con elementos mecánicos.
Ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional.	Cada uno de los elementos, principales o secundarios.
Ejecución de uniones soldadas.	Cada una de las soldaduras, en taller o en obra, acorde con el procedimiento de control y el porcentaje de control especificado en el PPI.
Ejecución de uniones con elementos mecánicos.	Cada una de las uniones ejecutadas mediante elementos mecánicos.
Colocación de conectadores en estructuras mixtas.	Los conectadores a colocar en una jornada de trabajo.
Ajustes, correcciones y acabados finales en taller.	Cada uno de los elementos.
Montaje en blanco.	Cada dovela, tramo o vano a montar en blanco.
Recepción de elementos a su llegada a la obra.	Cada elemento que llega a la obra.
Ensamblado de elementos en obra.	Cada unión a ejecutar en obra.
Replanteo y montaje de elementos en obra.	Cada elemento montado en obra.
Ajustes, correcciones y acabados finales.	Cada elemento montado en obra.
Aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva.	Cada uno de los elementos fabricados en taller, para los tratamientos aplicados en taller Cada uno de los elementos montados en la obra, para los tratamientos aplicados en obra, en su caso.

(1) Un mismo acopio de material, procedente del mismo suministro, fabricante y partida, puede ser destinado a diferentes elementos estructurales o a diferentes lotes de ejecución, en función de su tamaño y de acuerdo con el plan de obra. Por lo tanto, la gestión de un acopio concreto puede formar parte de diferentes lotes de ejecución y, consecuentemente, de diferentes unidades de inspección. Al programarse el control de ejecución, se evitará considerar la inspección repetida del mismo acopio para la aceptación de distintos lotes de ejecución, procurando en la medida de lo posible que el conjunto de las inspecciones tenga la mayor representatividad posible de la obra.

(2) Una cualificación del procedimiento de soldeo puede cubrir varios tipos de soldaduras, de acuerdo con los rangos de cualificación de la norma de aplicación correspondiente.

Una vez definidos los lotes de ejecución y las unidades de inspección, se debe definir para cada unidad de inspección las frecuencias de comprobación. De forma orientativa, el Anejo 17 define las frecuencias de comprobación para las unidades de inspección de la fabricación y ejecución de estructuras de acero.

<b>Artículo 102. Comprobaciones previas al comienzo de la fabricación y ejecución</b>	<p>Antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, la dirección facultativa deberá constatar que existe un programa de control, desarrollando el plan de control definido en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, tanto para los productos como para la fabricación y ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado por el proyecto y lo establecido en el Código.</p> <p>Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constatare documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.</p> <p>102.1 Programa de puntos de inspección. El programa de puntos de inspección (PPI) reflejará el conjunto de controles, inspecciones y ensayos a realizar en la fabricación y ejecución de la estructura de acero por los diferentes agentes de control implicados. El PPI formará parte del programa de control y en él se detallará al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- las unidades de inspección, tanto en taller como en obra,</li><li>- el tipo de inspección y comprobaciones a realizar,</li><li>- los procedimientos o normas que regularán la verificación de la conformidad de cada inspección, así como las especificaciones de aceptación,</li><li>- la ubicación y frecuencia o intensidad de las inspecciones,</li><li>- la forma de documentación de los resultados,</li><li>- la designación de la persona responsable de la realización y firma de los diferentes controles o inspecciones,</li><li>- los puntos de espera o parada a respetar durante el proceso de control, y - cualquier comentario u observación aclaratoria.</li></ul>
<b>Artículo 103. Control de la fabricación en taller y del montaje en obra.</b>	<p>En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán realizarse de conformidad con la norma armonizada UNE-EN 1090-1. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda transmitir estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 de este Código y una vez validado el control de recepción, será el responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra o, en su caso, el plan de control.</p> <p>En el caso de productos que no deban disponer de marcado CE, la conformidad de los procesos de fabricación en taller y de la ejecución y el montaje en obra incluirá las características mecánicas de los productos empleados, las características geométricas de los elementos, así como cualquier otra característica incluida en el proyecto o decidida por la dirección facultativa. Las consideraciones de este artículo son de aplicación independientemente de que el taller pertenezca o no a las instalaciones propias de la obra.</p>

### 103.1 Comprobaciones previas al inicio del suministro.

La dirección facultativa comprobará, antes del inicio del suministro, que el constructor ha comunicado el programa de obra, estableciendo las fechas límites para la recepción, en su caso, de los elementos elaborados en talleres ubicados fuera de las instalaciones de la obra.

Las comprobaciones previas al suministro de los elementos fabricados en taller ajeno a la obra tienen por objeto verificar la conformidad de los procesos y de las instalaciones que se pretenden emplear.

#### 103.1.1 Comprobación documental previa al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el capítulo 5, que sea aplicable a los elementos que se pretende suministrar a la obra, el suministrador, o en su caso el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa la siguiente documentación:

- a) En su caso, documento que demuestre que el proceso de montaje en taller del elemento se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, documento que demuestre que los productos de acero empleados en la elaboración de los elementos se encuentran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- c) en el caso de que se pretenda emplear procesos de soldadura:

- a. Certificados de cualificación de los soldadores asociados a los tipos de soldadura que vayan a realizar, en taller u obra, según UNE-EN ISO 9606-1;
- b. certificados de cualificación de los operadores de soldeo, según UNE-EN ISO 14732;
- c. especificaciones de los procedimientos de soldeo, WPS, para cada tipo de unión especificada; y
- d. certificados de cualificación de los procedimientos de soldadura:
  - Para una clase de ejecución 3 o 4 la cualificación se hará acorde con las normas UNE-EN ISO 15613 y UNE-EN ISO 15614-1.
  - Adicionalmente, para la clase de ejecución 2, la cualificación podrá hacerse también acorde con las normas UNE-EN ISO 15610, UNE-EN ISO 15611 y UNE-EN ISO 15612.

En el caso de que la estructura de acero deba ostentar el marcado CE de conformidad con el Reglamento (UE) N.º 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, acorde a la norma armonizada UNE-EN 1090-1, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa la documentación relativa a dicho

marcado CE, entre otros:

- a) Documentación relativa al plan de control de producción en fábrica acorde con la norma UNE-EN 1090 (manual del plan de control, procedimientos de trabajo y/o fabricación, etc.).
- b) Documentación relativa al plan de control de calidad de las soldaduras.
- c) Declaración de prestaciones de la estructura.

La dirección facultativa deberá verificar que los procedimientos de fabricación, incluyendo los procedimientos cualificados de soldadura, previstos para la fabricación y montaje de la estructura son suficientes para cumplir tanto con todos los requisitos establecidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto como con lo indicado en el capítulo 21 del Código Estructural.

Antes del inicio del proceso de fabricación en taller, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa, para su aceptación, los planos de taller para la fabricación de la estructura metálica, que deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto y con lo definido en el apartado 91.2.

Los planos de taller irán aprobados y firmados por un técnico del taller metálico responsable de su elaboración, así como por un representante del constructor, que se responsabilizará por parte de éste del cumplimiento de todas las exigencias requeridas, de conformidad con el proyecto y con el Código.

La dirección facultativa deberá dar su aceptación a los planos de taller previamente al inicio de la fabricación, tras verificar, por parte de la entidad de control de calidad, en su caso, que cualquier modificación respecto a lo previsto en proyecto se haya justificado técnicamente, de manera que se demuestre que no supone ninguna merma apreciable en las garantías de seguridad, resistencia a fatiga, durabilidad o estética de la estructura.

Las posteriores tareas de control de la ejecución de la estructura metálica serán realizadas a partir de la definición de la estructura metálica en los planos de taller.

### 103.1.2 Comprobación de las instalaciones.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección al taller de fabricación, al objeto de comprobar su idoneidad para elaborar los elementos que se requieren para la obra.

La inspección del taller de montaje incluirá la evaluación de los siguientes aspectos:

- a) Idoneidad de las instalaciones en función de los materiales base empleados y de los procedimientos de soldadura. Esta verificación incluirá tanto las instalaciones, como utillajes y herramientas que se prevé emplear en la fabricación.
- b) Verificación de los equipos, incluyendo los certificados de calibración de los instrumentos de control, por ejemplo, termómetros, pinzas amperimétricas, etc.
- c) Valorar la capacidad del taller para cumplir con las tolerancias establecidas en el Anejo 16 que sean de aplicación en la fabricación y montaje de la estructura metálica.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones que pertenezcan a la obra, en las que se comprobará que se ha delimitado un espacio suficiente para las labores de montaje, espacios predeterminados para el acopio de los productos de acero y espacio fijo para la maquinaria, así como recintos específicos para acopiar los elementos antes de su entrega a la obra.

### 103.2 Control de la fabricación en taller.

#### 103.2.1 Control documental durante el suministro.

La dirección facultativa deberá comprobar que cada remesa de elementos que se suministre a la obra desde un taller va acompañada de la correspondiente hoja de suministro.

Asimismo, deberá comprobar la coherencia entre las características de los elementos suministrados y los de la documentación de los productos de acero, declarada por el fabricante y facilitada por el constructor, verificando la adecuada trazabilidad de los mismos. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de los elementos afectados por el mismo.

Para elementos elaborados en talleres propios de la obra, se comprobará que el constructor mantiene un registro de fabricación en el que se recoge, para cada partida de elementos fabricados, la misma información que en las hojas de suministro a las que hace referencia este apartado.

La dirección facultativa aceptará la documentación de la remesa de elementos, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

#### 103.2.2 Comprobaciones experimentales durante el suministro.

##### 103.2.2.1 Control de los procedimientos de corte térmico y perforación.

En el caso de empleo de procedimientos de corte térmico, previamente al inicio de la actividad, para cada tipo de elemento a cortar y para cada material se fabricarán, al menos, cuatro probetas, que deberán ser evaluadas por el control del constructor y por el control de contraste de la dirección facultativa, para evaluar la aptitud del procedimiento:

- Probeta 1: corte recto del elemento de mayor espesor.
- Probeta 2: corte recto del elemento de menor espesor.
- Probeta 3: corte en ángulo entrante con radio mínimo de acuerdo y sobre un elemento de espesor representativo.
- Probeta 4: corte en curva sobre un elemento de espesor representativo.

Las probetas tendrán una dimensión tal que permitan cortes de, al menos, 200 mm de longitud.

La calidad de las superficies de cada corte será acorde a lo establecido en la norma UNE-EN 1090-2 correspondiente a la clase de ejecución de la estructura y la de los cortes curvados será similar a la de los rectos.

Si los resultados de la inspección de los bordes cortados fuesen no conformes, la dirección facultativa rechazará el proceso, debiendo el constructor modificar el mismo definiendo un nuevo procedimiento, debiendo procederse a iniciar un nuevo proceso de comprobación.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la validación de su procedimiento de corte térmico, como parte de su plan de control de la producción y cuenta con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales y espesores que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que el procedimiento de corte no ha variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte.

En el caso de procedimientos de corte o perforación que puedan producir incrementos locales de la dureza del material (corte térmico, cizallado, punzonado, etc.), deberá controlarse ésta en los bordes, si así se especifica, para lo que la entidad de control actuará según se indica:

- Se fabricarán cuatro probetas del material más susceptible al endurecimiento de entre todos los que vayan a ser utilizados en la fabricación de la estructura.
- En cada una de las cuatro probetas se medirán las durezas en cuatro puntos elegidos de entre aquéllos en los que se suponga mayor incremento. La medida se realizará conforme a norma UNE-EN ISO 6507-1.
- El mayor de los valores medidos no excederá los valores máximos indicados en la tabla 103.1, en función del tipo de acero.

Tabla 103.1 Valores de dureza máximos permitidos

Norma de producto	Tipo de acero	Valor de dureza máxima
UNE-EN 10025-2 a UNE-EN 10025-5	S235 a S460	380 HV10
UNE-EN 10210-1, UNE-EN 10219-1		
UNE-EN 10149-2, UNE-EN 10149-3	S260 a S700	450 HV10
UNE-EN 10025-6	S460 a S690	

Si los resultados de las medidas son no conformes, se modificará el proceso de corte y se repetirá el ensayo solo para aquellos casos en los que no ha habido conformidad.

Este apartado no cubre la comprobación de durezas en los cortes que vayan a ser soldados, los cuales serán ensayados conforme al procedimiento específico de soldadura.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la evaluación de las durezas máximas en bordes cortados y/o perforados, como parte de su Plan de control de la producción y cuenta con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que los procedimientos de fabricación no han variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte y/o perforación.

Además, deberán comprobarse periódicamente los medios y procedimientos de perforación, para lo que la entidad de control deberá:

- Fabricar ocho probetas para cada procedimiento a ensayar, cubriendo el rango de calidades de los materiales, diámetros de agujeros y espesores del material.
  - Medir el diámetro de los agujeros en cada extremo del espesor taladrado utilizando patrones (pasa/no pasa). El valor medido cumplirá las tolerancias correspondientes a la clase de ejecución de la estructura.
- Si los resultados de las medidas son no conformes, se modificará el proceso de perforación y se repetirá el ensayo solo para aquellos casos en los que no ha habido conformidad.

#### 103.2.2.2 Control de las operaciones de conformado.

Las operaciones de conformado en frío o en caliente, así como las operaciones de enderezado por llama aplicando calor, se controlarán acorde con lo establecido en la norma UNE-EN 1090-2.

#### 103.2.2.3 Control dimensional de los elementos.

Se deberá comprobar que los elementos elaborados en el taller presentan las dimensiones reflejadas en los planos de taller, considerando las tolerancias indicadas en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Los medios de medida deberán estar incluidos en partes 1 y 2 de la norma ISO 7976. Por su parte, la precisión de la medida se ajustará a lo indicado en la norma ISO 17123. Las medidas se referirán con respecto a las contraflechas especificadas en proyecto, y se corregirán para tener en cuenta las posibles deformaciones por temperatura o peso propio.

El taller dispondrá de los elementos necesarios (mesas de medida, bastidores, etc.) para la correcta ejecución de las medidas.

En el caso de aparición de no conformidades, se corregirán mediante alguno de los medios especificados en este Código, si ello fuera posible. En otro caso, se estudiará la posibilidad de modificar la geometría del resto de la estructura de forma que se compense la no conformidad, en cuyo caso dicho procedimiento deberá ser aprobado previamente por la dirección facultativa.

#### 103.2.2.4 Comprobación de la cualificación del personal para la soldadura.

La dirección facultativa deberá comprobar que los soldadores están en posesión de la cualificación adecuada, conforme a lo establecido en el apartado 94.4.2, y que dicha cualificación es vigente.

La dirección facultativa podrá establecer cualquier comprobación adicional sobre la cualificación de los soldadores, independientemente del lugar donde desarrollen su actividad (en taller u obra).

El taller mantendrá al día los correspondientes registros de identificación de sus soldadores de forma satisfactoria, en los que debe figurar:

- N.º de ficha,
- copia de homologación, y
- marca personal.

Esta documentación estará en todo momento a disposición de la dirección facultativa y de la entidad de control de calidad.

Cada soldador identificará su propio trabajo con marcas personales que no serán transferibles.

Toda soldadura ejecutada por un soldador no cualificado, será rechazada, procediéndose a su levantamiento. En caso de que esto pudiese producir efectos perniciosos, a juicio de la dirección facultativa, el conjunto soldado será rechazado y repuesto por el constructor de la estructura de acero.

#### 103.2.2.5 Control de los procedimientos de soldeo.

Antes de iniciarse la fabricación, el control del constructor desarrollará cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para la comprobación de los distintos métodos de soldeo a tope y en ángulo, para determinar cuáles son los más indicados y se obtengan los parámetros de soldeo más adecuados.

Se comprobará además que todos los procedimientos de soldadura, levantamiento de la misma y reparación de zonas por soldadura, son objeto de un procedimiento por escrito, con indicación, entre otros, de las características de materiales de aportación, las preparaciones de borde, incluyendo las temperaturas de precalentamiento, las temperaturas mínimas entre pasadas y el calor de aportación.

El soldeo deberá realizarse mediante procedimientos cualificados, conforme a lo indicado en el apartado 94.4.1. La entidad de control de la dirección facultativa deberá certificar documentalmente que, con los procedimientos cualificados de soldeo aportados por el constructor, quedan cubiertas todas las uniones soldadas a efectuar tanto en taller como en obra y deberá verificar que los soldadores sueldan aplicando dichos procedimientos.

#### 103.2.2.6 Comprobación de la ejecución de las soldaduras.

Con anterioridad a la realización de la soldadura, se procederá a realizar una inspección visual de las piezas a unir, verificando su correcto ajuste y las soldaduras punteo conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En el caso de secciones huecas, la inspección se centrará en:

- las partes centrales del talón y de los flancos, si se trata de secciones circulares, y
- las cuatro esquinas, en el caso de secciones cuadradas o rectangulares.

Después del soldeo, se debe verificar también todas las soldaduras mediante inspección visual conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En general, las inspecciones visuales serán realizadas por un Inspector de soldadura de nivel 2, conforme a la norma UNE 14618, o por otra persona certificada como nivel 2 para inspección visual acorde con la norma UNE-EN ISO 9712 y que sea autorizada previamente por la dirección facultativa. En el caso de soldaduras en obras en las que sea de aplicación la clase de ejecución 2, la inspección visual la podría realizar el propio soldador cualificado bajo la supervisión de un inspector de soldadura de nivel 2, previa aprobación de la dirección facultativa.

En todo caso, la dirección facultativa podrá exigir la certificación del inspector de soldadura.

De todos los controles que se efectúen, se registrará su correspondiente protocolo de inspección, donde además de la descripción, se adjuntarán fichas de control de soldadura que incluirán los resultados del ensayo y la posición exacta de dicho control.

Se realizarán los siguientes ensayos no destructivos según los principios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO 17635 y conforme a las especificaciones particulares de cada método de ensayo:

- Líquidos penetrantes (LP), realizados según UNE-EN ISO 3452-1 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23277.
- Partículas magnéticas (PM), realizadas según UNE-EN ISO 17638 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23278.
- Ultrasonidos (UT), realizados según UNE-EN ISO 17640 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 11666.
- Radiografías (RX), según UNE-EN ISO 17636-1 y UNE-EN ISO 17636-2 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 10675-1.

Cuando se localice alguna imperfección «admisibles», acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, no será precisa su reparación, pero se inspeccionará un tramo adicional del mismo cordón. Si en esta nueva inspección se encuentra una imperfección no admisible se repararán todos los defectos.

Si la imperfección es «no admisible», acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, será necesaria su reparación, según un procedimiento establecido.

Dicha reparación no afectará únicamente a la imperfección no admisible, sino también a todas aquellas imperfecciones calificadas como «admisibles» que se hayan detectado con anterioridad en la misma soldadura. Adicionalmente, se incrementará el nivel de control para las soldaduras realizadas por ese soldador en el porcentaje adicional indicado en el plan de control o según lo que establezca la dirección facultativa.

En todos los puntos donde existan cruces de cordones de soldadura se realizará una radiografía o ensayo por ultrasonidos adicional.

Esta inspección será posterior a la visual y realizada por el mismo inspector, que seleccionará estas soldaduras, y siempre comprenderá los extremos (inicios y finales) de cordones.

Cuando la porosidad superficial sea excesiva a juicio de la dirección facultativa, será obligatorio realizar una inspección del interior del cordón.

Asimismo, en general, se realizará una inspección radiográfica o ultrasónica de las soldaduras a tope, tanto de chapas en continuación como de uniones en T, cuando estas sean a tope. Cuando coexistan la inspección visual y la realización de ensayos no destructivos en una misma costura, se simultanearán ambos cuando esto sea posible.

Las deformaciones provocadas por las soldaduras podrán ser corregidas por enderezado mediante la aplicación controlada de calor, siempre que se haga acorde con lo establecido en el apartado 91.3.2.

No se empleará agua o cualquier otro proceso para enfriar bruscamente.

Si durante la inspección visual de las soldaduras se detectase algún defecto, éste será corregido conforme al criterio que figura en la tabla 103.2:

Tabla 103.2 Defectos en soldaduras y criterio de corrección

Descripción del defecto	Corrección
Fisuras.	Saneado de las fisuras y nuevo cordón.
Poros y desbordamientos.	Soldar de nuevo después de sanear con arco-aire. Longitud mínima de saneado 40 mm.
Mordeduras.	Saneado y posterior depósito de material de aportación, longitud mínima de saneado 40 mm.
Concavidades y convexidades no previstas.	Amolado.
Otros defectos: entallas y estrias superficiales con posterior depósito de material; hendiduras de límite de aportación, etc.	Amolado o saneado por arco-aire.

#### 103.2.2.7 Control de soldaduras reparadas.

Las reparaciones de soldaduras deben realizarse conforme a procedimientos cualificados. Los cordones reparados se inspeccionarán y ensayarán de nuevo como si fueran nuevos.

#### 103.2.2.8 Control de uniones atornilladas.

El programa de control del constructor deberá considerar, en su caso, la comprobación de las uniones mediante fijación con elementos mecánicos, a las que se refiere el artículo 93.

Dichas comprobaciones deberán incluir las correspondientes a la aplicación de los pares de apriete adecuados, de acuerdo con lo especificado en el proyecto y en este Código. En el caso de tornillos pretensados se comprobará que el esfuerzo aplicado es superior al mínimo establecido en el proyecto.

Previamente a la ejecución de las uniones atornilladas, la dirección facultativa deberá aceptar, en su caso, el procedimiento de fijación con elementos mecánicos del constructor, que deberá incluir, entre otros, la secuencia de apriete, el método de apriete, los valores de referencia, la calibración periódica de las herramientas, etc.

Todas las uniones atornilladas se comprobarán visualmente después de que estén ajustadas con todos los tornillos colocados y antes de empezar el pretensado, si es el caso.

En el caso de uniones con tornillos pretensados que trabajen por rozamiento, se deberá verificar visualmente el estado de las superficies a unir antes de su montaje.

En el caso de uniones con tornillos pretensados, la inspección de uniones ya ejecutadas se realizará en función del método de apriete utilizado. En general, dichas inspecciones tendrán por objetivo verificar que el esfuerzo de pretensado aplicado al tornillo es el adecuado:

- En el caso del método del par torsor (o de la llave dinamométrica), la inspección sobre un conjunto de fijación se realizará acorde con lo establecido en el punto 12.5.2.5 de la norma UNE-EN 1090-2.
- En el caso del método combinado, la inspección sobre un conjunto de fijación se realizará acorde con lo establecido en el punto 12.5.2.6 de la norma UNE-EN 1090-2.
- En el caso del método de la arandela con indicación directa de tensión, se seguirá la metodología de control indicada en el punto 12.5.2.8 de la norma UNE EN 1090-2 y en el apartado 5 de la norma UNE-EN 14399-9.

Los criterios de aceptación o rechazo serán los definidos al efecto en la norma UNE-EN 1090-2.

#### 103.2.2.9 Control del armado en taller.

Antes de iniciarse la fabricación, el constructor propondrá, por escrito y con los planos necesarios, la secuencia de armado y soldeo, que a juicio de sus conocimientos y experiencia considere óptimas, en función de la máxima reducción de tensiones residuales y deformaciones previsibles. Estas secuencias se someterán a la dirección facultativa para su aprobación.

En el armado previo de taller se comprobará que la disposición y dimensiones de cada elemento se ajustan a las indicadas en los planos de taller. Se rectificarán o rechazarán todas las piezas que no permitan el acoplamiento mutuo, sin forzarlas, en la posición que hayan de tener, una vez efectuadas las uniones definitivas.

Para cada una de las piezas preparadas en taller se debe garantizar la trazabilidad, mediante algún procedimiento de marcado adecuado acorde con lo establecido en el apartado 91.3.1, identificando cada pieza con la marca que ha sido designada en los planos de taller.

Asimismo, y de forma análoga, se debe garantizar la trazabilidad de cada uno de los elementos terminados en taller, identificando además su posición relativa en el conjunto de la obra.

La dirección facultativa efectuará las visitas e inspecciones que considere oportunas para comprobar el proceso de montaje.

El constructor realizará el control del armado en taller realizando las inspecciones que establezca el programa de control y el programa de puntos de inspección (PPI), que al menos serán las siguientes:

- Identificación de los elementos.
- Situación de los ejes de simetría.
- Situación de las zonas de sujeción a los elementos contiguos.
- Paralelismo de alas y platabandas.
- Perpendicularidad de alas y almas.
- Abollamiento, rectitud y planeidad de alas y almas.
- Contraflechas.

#### 103.2.2.10 Control del montaje en blanco.

El correcto ajuste entre los diferentes tramos ejecutados en taller, antes de su envío a obra, debe ser verificado a través de un montaje en blanco en el propio taller, acorde con lo establecido en el apartado 91.5.

#### 103.3 Control del montaje en obra.

##### 103.3.1 Comprobaciones previas al montaje.

Previamente al inicio del montaje en obra, la dirección facultativa comprobará la correspondencia con el proyecto de los elementos elaborados en taller, así como la conformidad de la documentación suministrada con los mismos.

Asimismo, el constructor deberá preparar un procedimiento de montaje que deberá ser aprobado por la dirección facultativa, previamente al inicio de las operaciones de obra. El procedimiento de montaje constará, como mínimo, de los documentos, recogidos en los apartados siguientes.

##### 103.3.1.1 Memoria de montaje.

La memoria de montaje deberá incluir los procedimientos a emplear para el montaje de la estructura, considerando los requisitos técnicos relativos a la seguridad de los trabajos. Incluirá el cálculo de las tolerancias de posicionamiento de cada componente de forma coherente con el sistema general de tolerancias (en especial en lo que al replanteo de placas base se refiere), la descripción y definición de los elementos auxiliares necesarios para el montaje (casquillos provisionales de apoyo, orejetas de izado, elementos de guiado, etc.), los dispositivos de elevación necesarios, la secuencia de montaje, los arriostramientos provisionales y las condiciones para su retirada y la retirada de elementos auxiliares, la definición de las uniones en obra, los medios de protección de soldaduras, los procedimientos de apriete de tornillos, etc.

Asimismo, incluirá un apartado específico relativo a las comprobaciones de seguridad durante el montaje, comprobando además que, como consecuencia del proceso de montaje, no se generan solicitudes sobre la estructura que sean diferentes a las consideradas en el proyecto.

	<p>103.3.1.2 Planos de montaje. Se comprobará que recogen la posición y movimientos de las piezas durante el montaje, los medios de izado, elementos auxiliares necesarios soldados o fijados por medios mecánicos a la estructura, los sistemas de apuntalamiento o arriostramiento provisionales y, en general, toda la información necesaria para el correcto manejo, colocación y fijación de las piezas en su posición definitiva.</p> <p>103.3.1.3 Programa de inspección. El programa de puntos de inspección (PPI) del montaje en obra reflejará el conjunto de controles, inspecciones y ensayos a realizar en la ejecución de la estructura de acero en obra por los diferentes agentes de control implicados, acorde con lo descrito en el apartado 102.1.</p> <p>103.3.2 Comprobaciones durante el montaje. Durante las operaciones de montaje se comprobará la conformidad de todas aquellas operaciones que se lleven a cabo, mediante la aplicación de criterios análogos a los establecidos por este Código para el montaje en taller.</p> <p>En particular, se comprobará que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, que se mantiene el adecuado sistema de trazabilidad que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.</p> <p>Una vez que se haya montado en obra un tramo, dodela o elemento, se deberá inspeccionar para descartar cualquier indicio de que sus componentes hayan sido deformados o sobrecargados, y para garantizar que todas las fijaciones y arriostramientos provisionales se hayan retirado, una vez que estos no sean necesarios. Asimismo, se realizará un examen de la posición geométrica de los puntos de unión con otros tramos con el objetivo de detectar cualquier desalineación o desplome de la estructura o de alguno de sus componentes por encima de las tolerancias máximas permitidas.</p>
--	---

### 3.3.3. Capítulo 33. Gestión de la calidad de los productos en estructuras mixtas hormigón-acero

<b>Artículo 121. Control de los productos en estructuras mixtas hormigón-acero.</b>	El control de la conformidad de los elementos de acero que forman parte de estructuras mixtas se realizará de conformidad con lo indicado en el capítulo 23. En el caso de los elementos de hormigón y elementos prefabricados, se estará a lo dispuesto en el capítulo 13. Por su parte, para el control de los elementos conectadores se estará a lo dispuesto en el Anejo 30.
---	---

### 3.3.4. Capítulo 34. Gestión de la calidad de la ejecución de estructuras mixtas hormigón-acero

<b>Artículo 122. Criterios para el control de la conformidad de la ejecución.</b>	El control de la conformidad de la ejecución de elementos de acero que forman parte de estructuras mixtas se realizará de conformidad con lo indicado en el capítulo 24. En el caso de los elementos de hormigón, se estará a lo dispuesto en el capítulo 14.
---	--

### 3.3.5. Anejo 16. Tolerancias en elementos de acero

<b>Contenidos del anejo</b>	1. TOLERANCIAS. 1.1 TOLERANCIAS NORMALES. GENERALIDADES. 1.2 TOLERANCIAS NORMALES. FABRICACIÓN. 1.3 TOLERANCIAS NORMALES. MONTAJE. 1.3.1 Apoyos de contacto total. 1.4 TOLERANCIAS NORMALES PARA PUENTES. 1.5 TOLERANCIAS ESPECIALES.
-----------------------------	---

	<p>1. Tolerancias Los elementos de acero fabricados en taller deberán tener marcado CE, y por lo tanto, sus tolerancias dimensionales deberán cumplir lo establecido en la norma armonizada UNE-EN 1090-1.</p> <p>Para el resto de elementos, se deberá cumplir lo recogido en este anejo.</p> <p>Las tolerancias se clasifican en: - Tolerancias normales. - Tolerancias especiales.</p> <p>Las tolerancias normales son las que se especifican en este Anejo. Las desviaciones admitidas indicadas no deben ser superadas en ningún caso ya que comprometerían la resistencia y estabilidad de la estructura; tienen la consideración de tolerancias esenciales.</p> <p>En las tablas que se incluyen más adelante se detallan, dentro del recuadro de las máximas desviaciones permitidas, otras más estrictas cuya observancia permite pasar de 1,05 a 1,00 los coeficientes parciales de resistencia <math>\gamma_{M0}</math> y <math>\gamma_{M1}</math> en el apartado 6.1(1) del Anejo 22.</p> <p>Las tolerancias especiales son más severas y se aplican a aquellos casos en que hay que cumplir requisitos de ajuste, acabado, aspecto estético o condiciones de operación. En casos especiales de montaje o para aumentar la seguridad o la aptitud al servicio de los componentes estructurales, pueden ser necesarias tolerancias especiales.</p>
	<p>En el pliego de prescripciones técnicas particulares se deberán indicar las tolerancias de proyecto. En el caso de tolerancias especiales es necesario explicitar a qué elementos se aplican.</p> <p>1.1 Tolerancias normales. Generalidades Las tolerancias normales quedan recogidas en las tablas de este anejo. Debe entenderse que se trata de requisitos para la aceptación final de la estructura; por lo tanto, los componentes prefabricados que se montan en obra tienen sus tolerancias de fabricación subordinadas a la comprobación final de la estructura ejecutada. Si se superan los límites de desviación permitida (el valor de la tolerancia), se dará lugar a una no conformidad a tratar según los Capítulos 5, 22, 23 y 24 del Código.</p> <p>Se admite la justificación de una desviación no corregida de tolerancias esenciales mediante recálculo de la estructura incluyendo explícitamente el valor de la desviación.</p> <p>Las tolerancias sobre medidas o dimensiones y sobre la forma de productos planos de acero obtenidos por conformación en frío se indican en la norma UNE-EN 10131.</p> <p>Las desviaciones permitidas para las secciones rectas de los componentes estructurales acabados en caliente serán las que se especifican en las normas siguientes UNE-EN 10024, UNE-EN 10034, UNE-EN 10051, UNE-EN 10056-2, UNE-EN 10079, UNE-EN 10279, UNE-EN 10029, UNE-EN 10210-2.</p> <p>Las desviaciones permitidas para las secciones rectas de los componentes estructurales conformados en frío serán las que se especifican en la norma UNE-EN 10219-2.</p> <p>1.2 Tolerancias normales. Fabricación Cuando se añaden productos estándar a un componente se aplican las tolerancias más estrictas al conjunto. Cada producto individualmente debe cumplir con su propia norma aplicable:</p> <p>a) En el caso de secciones armadas soldando perfiles laminados, las propias del perfil. b) En perfiles conformados en frío es la norma UNE-EN 10162. Para fabricación en prensa aplica lo recogido en la tabla A16.1.2a. c) Componentes fabricados, en las tablas A16.1.2b y A16.1.2c. d) Las láminas de revolución de acuerdo con las clases de ejecución específicas para este tipo de estructuras (no contempladas en el Código), tienen tolerancias que se indican en Anexo B de la norma UNE-EN 1090-2. e) Para la posición de agujeros para tornillos, tanto individualmente como en grupo, la desviación admisible es de 2 mm. f) Para chapas nervadas conformadas en frío, en la tabla A16.1.2d.</p> <p>Tabla A.16.1.2a. Tolerancias de fabricación para perfiles conformados en frío</p>

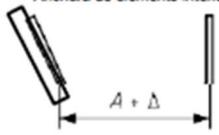
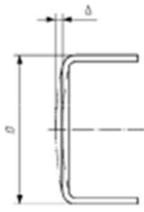
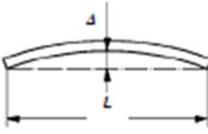
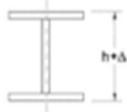
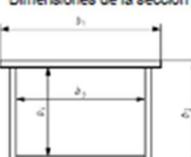
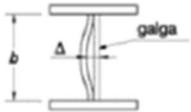
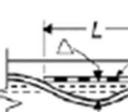
No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Anchura de elemento interior 	Ancho A entre curvas	$-\Delta = A/50$ (obsérvese el signo negativo)  Desviación más estricta: $ \Delta  = A/80$
2	Anchura de elemento exterior 	Ancho B entre curva y un borde libre	$-\Delta = B/80$ (obsérvese el signo negativo)  Desviación más estricta: $ \Delta  = B/100$
3	Planicidad 	Desviación cóncava o convexa	$\Delta = D/50$  Desviación más estricta: $ \Delta  = D/80$
4	Rectitud de componentes que se van a utilizar sin empotrar 	Desviación Δ de la rectitud	$ \Delta  = L/750$  Desviación más estricta: $ \Delta  = L/1000$

Tabla A16.1.2b. Tolerancias de fabricación para perfiles armados

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Canto 	Canto total h:	$\Delta = -h/50$ (obsérvese el signo negativo) Desviación más estricta : $\Delta = -h/100$
2	Anchura del ala 	Anchura $b = b_1$ o $b_2$	$\Delta = -b/100$ (obsérvese el signo negativo) Desviación más estricta : $\Delta = -h/150$
3	Perpendicularidad en apoyos 	Verticalidad del alma en los pilares, para componentes sin rigidizadores de apoyo	$\Delta = \pm h/200$  pero $ \Delta  \geq t_w$ ( $t_w$ = espesor del alma)  Desviación más estricta:  $ \Delta  = h/300$
4	Dimensiones de la sección 	Dimensiones interiores o exteriores  donde $b = b_1, b_2, b_3$ o $b_4$	$-\Delta = b/100$ (obsérvese el signo negativo) Desviación más estricta: $-\Delta = b/150$
5	Curvatura de la chapa 	Desviación $\Delta$ sobre la altura de la chapa b	$\Delta = \pm b/200$ si $b/t \leq 80$ $\Delta = \pm b^2/(1600 t)$ si $80 < b/t \leq 80$ $\Delta = \pm b/80$ si $b/t > 200$ pero $ \Delta  \geq t$  Desviación más estricta : $ \Delta  = b/150$
6	Deformación del alma 	Desviación $\Delta$ sobre la longitud de referencia L Igual a la altura del alma b	$\Delta = \pm b/100$ pero $ \Delta  \geq t$ (t = espesor de la chapa)  Desviación más estricta : $ \Delta  = b/100$
7	Ondulación del alma 	Desviación $\Delta$ sobre la longitud de referencia L Igual a la altura del alma b	$\Delta = \pm b/100$  pero $ \Delta  \geq t$ (t = espesor de la chapa)  Desviación más estricta:  $ \Delta  = b/150$

NOTA: Las notaciones del tipo  $\Delta = \pm b/100$  pero  $|\Delta| \geq t$  significan que debe adoptarse el mayor de los dos valores

Tabla A16.1.2.b (continuación). Tolerancias de fabricación para perfiles armados

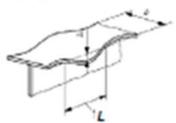
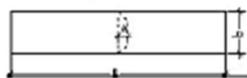
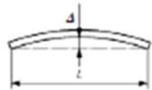
No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
8	Deformación de ala de perfil en I 	Deformación $\Delta$ sobre la longitud de referencia L, donde L= anchura de ala b	$\Delta = \pm b/150$ si $b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2/(3000t)$ si $b/t > 20$ (t = espesor del ala)  No se requiere desviación más estricta
9	Ondulación del ala en perfil en I 	Deformación $\Delta$ sobre la longitud de referencia L, donde L= anchura de ala b	$\Delta = \pm b/150$ si $b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2/(3000t)$ si $b/t > 20$ (t = espesor del ala)  No se requiere desviación más estricta
10	Imperfecciones fuera de plano de paneles de chapa entre almas o rigidizadores, caso general 	Deformación $\Delta$ perpendicular al plano de la chapa si $a \leq 2b$ si $a > 2b$	$\Delta = \pm a/250$ $\Delta = \pm b/125$  No se requiere desviación más estricta
11	Imperfecciones fuera de plano de paneles de chapa entre almas o rigidizadores (caso especial con compresión en la dirección transversal, se aplica el caso general salvo que se especifique este caso especial) 	Deformación $\Delta$ perpendicular al plano de la chapa si $b \leq 2a$ si $b > 2a$	$\Delta = \pm b/250$ $\Delta = \pm a/125$  No se requiere desviación más estricta
12	Rectitud de componentes que se van a usar sin empotrar 	Desviación $\Delta$ de la rectitud	$\Delta = \pm L/750$  Desviación más estricta: $ \Delta  = L/1000$

Tabla A16.1.2.c Tolerancias de fabricación para paneles rigidizados

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
		<p>Rigidizadores longitudinales</p>	
		<p>Rigidizadores transversales</p>	
1	Planicidad de rigidizadores longitudinales	Desviación $\Delta$ perpendicular a la chapa $\Delta$	$ \Delta  = a/400$ Desviación más estricta: $a/500$
2		Desviación $\Delta$ paralela a la chapa $\Delta$	$ \Delta  = a/400$ Desviación más estricta: $a/500$
3	Planicidad de rigidizadores transversales en paneles doblemente rigidizados	Desviación $\Delta$ a la chapa $\Delta$	$ \Delta  = a/400$ $ \Delta  = b/400$ Desviación más estricta: $a/500$
4		Desviación $\Delta$ paralela a la chapa $\Delta$	$ \Delta  = b/400$ Desviación más estricta: $a/500$
5	Alineación de vigas o rigidizadores transversales	Nivel con respecto a pórticos transversales adyacentes $\Delta$	$ \Delta  = a/400$ Desviación más estricta: $a/500$

Tabla A16.1.2.d Tolerancias de fabricación para chapas nervadas conformadas en frío

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Planicidad de ala o alma rigidizada o sin rigidizar	Desviación $\Delta$ de la planicidad de un elemento nominalmente plano	$ \Delta  \leq b/50$ Desviación más estricta: $ \Delta  \leq b/80$
2	Curvatura de alma o ala	Desviación $\Delta$ de la forma prevista de alma o de ala sobre la anchura de la curva $b$	$ \Delta  \leq b/50$ Desviación más estricta: $ \Delta  \leq b/80$

.3 Tolerancias normales. Montaje

Las desviaciones de elementos montados deben medirse con relación a una red de puntos fijos previamente establecidos.

Para el centro de un grupo de pernos de anclaje u otro tipo de base de soporte no se permite una desviación superior a  $\pm 6$  mm.

El centro de un pilar o columna no puede desviarse más de  $\pm 5$  mm de su posición teórica en planta.

Es aconsejable disponer los agujeros para pernos en la placa base con suficiente holgura (rasgados o de mayor diámetro) para facilitar el cumplimiento de ese requisito. En ese caso, se deben usar arandelas mayores.

El nivel de las placas base no puede desviarse más de  $\pm 5$  mm.

Las tolerancias de montaje de pilares se dan en las tablas A16.1.3.a y A16.1.3.b.

La media aritmética de 6 pilares contiguos en un edificio de varias plantas debe cumplir lo recogido en la tabla A16.1.3.b en ambas direcciones (pórticos ortogonales).

En un grupo de 6 pilares que cumplan esa tolerancia se puede admitir una desviación individual de  $h/100$ .

La desviación entre líneas de pilares adyacentes estará dentro de la tolerancia de  $\pm 5$  mm de dimensión teórica.

Ese emparrillado teórico se replanteará antes de que se inicie el montaje.

Cuando esté previsto que los grupos de pernos vayan desplazados o desalineados de las líneas teóricas, la desviación de  $\pm 6$  mm se aplica a los desplazamientos con respecto a la cuadrícula de pilares establecida.

La longitud que sobresale de un perno de anclaje (en su posición de ajuste óptimo si es regulable) estará vertical hasta dentro de 1 mm en 20 mm. Un requisito similar se aplicará a un conjunto de pernos horizontales y a otros ángulos.

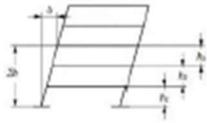
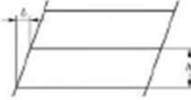
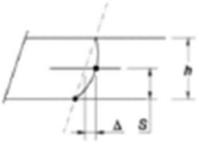
Los agujeros de las placas de asiento y de las placas de fijación se dimensionarán considerando holguras coherentes con las desviaciones admitidas para los pernos.

Los pilares adyacentes a los fosos de ascensores pueden requerir tolerancias especiales.

Tabla A16.1.3a Tolerancias de montaje de pilares en pórticos de una altura

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Inclinación de cualquier pilar que soporte un puente grúa 	Inclinación desde un nivel del suelo hasta el apoyo de la pluma de la grúa	$ \Delta  = h/1000$  No se requiere desviación más estricta
2	Inclinación de pilares de una sola planta en edificios porticados 	Inclinación media de todos los pilares en el mismo pórtico  Para dos pilares: $\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2)/2$	$ \Delta  = h/500$  No se requiere desviación más estricta
3	Inclinación de pilares de edificios de una sola planta 	Inclinación general en la altura de la planta h	$ \Delta  = h/300$  Desviación más estricta: $ \Delta  = h/500$
4	Rectitud de un pilar de una sola planta 	Localización del pilar en planta, con respecto a una línea recta entre puntos de posición en la parte superior y en la parte inferior: - generalmente - secciones huecas estructurales	$ \Delta  = h/750$  Desviación más estricta: $ \Delta  = h/1000$

Tabla A16.1.3b Tolerancias de montaje en pilares de pórticos de varias plantas

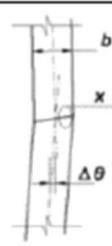
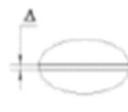
No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Localización en cada nivel de planta, con relación al nivel de base 	Localización del pilar en planta a cualquier nivel de forjado con respecto a una línea vertical a través de su centro a nivel de base	$ \Delta  = \pm h / (300\sqrt{n})$  No se requiere desviación más estricta.
2	Inclinación de un pilar entre niveles de forjados adyacentes 	Localización del pilar en planta, con respecto a una línea vertical a través de su centro al nivel siguiente más bajo	$ \Delta  = h/500$  No se requiere desviación más estricta.
3	Rectitud de un pilar entre niveles de forjados adyacentes 	Localización del pilar en planta, con respecto a una línea recta entre puntos de posición a niveles de forjados adyacentes	$ \Delta  = h/750$  Desviación más estricta: $ \Delta  = h/1000$
4	Rectitud de un pilar empalmado entre niveles de forjados adyacentes 	Localización del pilar en planta en el empalme, con respecto a una línea recta entre puntos de posición a niveles de forjados adyacentes	$ \Delta  = s/750$ con $s \leq h/2$  Desviación más estricta: $ \Delta  = h/1000$

1.3.1 Apoyos de contacto total

Cuando se especifique un apoyo de contacto total, las superficies se dispondrán de tal modo que cuando el apoyo y las barras de contacto estén alineadas localmente dentro de una desviación angular de 1 sobre 1000, la holgura máxima entre las superficies de contacto no excederá de 1 mm localmente y tampoco excederá de 0,5 mm sobre los dos tercios, como mínimo, del área de contacto según se muestra en la tabla A16.1.3c.

Cuando la magnitud de la holgura supere los límites especificados, pero sea menor que 6 mm, podrán utilizarse cuñas o calzos para reducir dicha holgura a los límites de desviación admitida. Las cuñas estarán fabricadas a partir de llantas o pletinas de acero suave (de bajo contenido de carbono).

Tabla A16.1.3c Tolerancias de montaje para apoyos de contacto total

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1		Desalineación angular local $\Delta\theta$ que se produce al mismo tiempo que la distancia de separación $\Delta$ en el punto "X"	$\Delta\theta = \pm 1/500$  No se requiere desviación más estricta
2		Holgura en x	$\Delta = 0,5 \text{ mm}$  sobre los dos tercios del área de contacto con un máximo local de 1 mm  No se requiere desviación más estricta

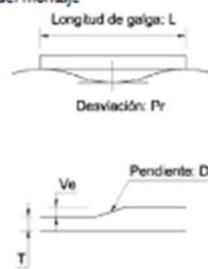
1.4 Tolerancias normales para puentes

Los soportes / pilas de puentes deben cumplir con una tolerancia  $\pm 5 \text{ mm}$  en vertical y en planta.

Las almas de vigas principales deben cumplir una tolerancia en verticalidad de canto/300.

Otras tolerancias específicas de puentes se recogen en la tabla A16.1.4.

Tabla A16.1.4 Tolerancias de montaje para puentes

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Longitud del tramo	Desviación $\Delta$ de la distancia L entre dos soportes consecutivos medida sobre la parte superior del ala de arriba	$\Delta = \pm (30+L/10000)$
2	Elevación del puente o perfil de plano	Desviación $\Delta$ del perfil nominal teniendo en cuenta niveles construidos de los pilares  L $\leq$ 20 m :  L > 20 m :	$\Delta = \pm (L/1000)$  $ \Delta  = \pm (L/2000+10 \text{ mm}) \leq 35 \text{ mm}$
3	Ajuste de tableros ortotropos de espesores de chapa T después del montaje  	Diferencia de nivel en la unión  T $\leq$ 10 mm : 10 mm < T < 70 mm : T > 70 mm :  Pendiente:  T $\leq$ 10 mm : 10 mm < T < 70 mm : T > 70 mm :  Planeidad en cualquier dirección:  T $\leq$ 10 mm :  T > 70 mm :  Caso general:  Longitudinalmente:  NOTA: los valores para Pr pueden ser interpolados entre 10 mm < T $\leq$ 70 mm :	Ve = 2 mm Ve = 5 mm Ve = 8 mm  Dr = 8% Dr = 9% Dr = 10%  Pr = 3 mm en 1 m Pr = 4 mm en 3 m Pr = 5 mm en 5 m  Pr = 5 mm en 3 m Pr = 18 mm en 3 m
4	Soldado de tablero ortotropo  	El saliente $A_r$ de la soldadura por encima de la superficie circundante	$A_r = +1 / -0 \text{ mm}$

#### 1.5 Tolerancias especiales

Para las tolerancias especiales se recomienda seguir las denominadas tolerancias suplementarias del Anexo B de la norma UNE-EN 1090-2, donde se establecen dos niveles o clases para fabricación y montaje.

Debe indicarse a que componentes aplica, ya que se puede utilizar para un elemento único o bien a un conjunto.

En aquellos casos en los que se cita dicho Anexo B sin especificar la clase de tolerancia, se entenderá que es clase de tolerancia 1, menos severa que clase 2.

Un ejemplo de aplicación de clase 2 de tolerancia es el montaje de una fachada acristalada, con objeto de reducir las holguras y mejorar el ajuste.

Hay que tener en cuenta al especificar la clase de tolerancia suplementaria (sobre todo la 2) que las vigas y dinteles de pórticos traslacionales pueden tener flechas y corrimientos relativamente grandes.

Excepto en el caso de barras sometidas a esfuerzos dinámicos una tolerancia aplicable puede ser el quinientosavo de su longitud.

### 3.3.6. Anejo 17. Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección en la ejecución de estructuras de acero

<p><b>Contenidos del anejo</b></p>	<p>1 INTRODUCCIÓN.                  2 FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN DE LAS UNIDADES DE INSPECCIÓN.                  2.1 FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN EN FUNCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN.                  2.2 FRECUENCIAS DE COMPROBACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIPO DE SOLDADURA.</p>																							
<p><b>Anejo 17 del Código estructural</b></p>	<p>1 Introducción                  La dirección facultativa llevará a cabo el control de la ejecución de las estructuras de acero, mediante una de las dos opciones admitidas en el Artículo 17.</p> <p>En la opción A, el control de la ejecución lo realizará la propia dirección facultativa, asistida en su caso por un agente de control independiente que desarrolle su actividad para la dirección facultativa.</p> <p>En la opción B, el control de la ejecución de cada lote y unidad de inspección lo realizará el constructor, y la dirección facultativa, asistida o no por un agente de control independiente, realizará un control de contraste del control del constructor.</p> <p>En este anejo se incluye, de forma orientativa, las frecuencias de comprobación para las diferentes unidades de inspección, definidas en el apartado 101.2. Estas frecuencias deberán adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en este anejo.</p> <p>2 Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección                  En el caso que el control de la ejecución se organice según la opción B definida en el Artículo 17, para cada proceso o actividad de ejecución incluido en un lote, el Control del constructor (definido en las tablas siguientes simplemente como Control) desarrollará el control de la ejecución con unas frecuencias mínimas de comprobación obtenidas en función del número de unidades de inspección, del nivel control de la ejecución (normal o intenso) y la clase de ejecución, de acuerdo con lo indicado en las tablas A17.2.1, A17.2.2.a y A17.2.2.b Por su parte, la dirección facultativa podrá desarrollar adicionalmente un control de contraste, mediante la realización de comprobaciones cuyo número será también función del número de unidades de inspección, del nivel de control y la clase de ejecución, de acuerdo con los criterios de las citadas tablas.</p> <p>En el caso que el control de la ejecución se organice mediante la opción A definida en el Artículo 17 de este Código, el Control lo realizará la dirección facultativa en los términos descritos en dicho artículo, y por lo tanto no será necesario que la propia dirección facultativa realice controles de contraste adicionales.</p> <p>2.1 Frecuencias de comprobación en función del proceso de ejecución</p> <p>Tabla A17.2.1 Frecuencias de comprobación para los procesos de ejecución incluidos en la tabla 101.2</p> <table border="1" data-bbox="427 1285 1294 1626"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Procesos y actividades de ejecución</th> <th colspan="4">Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Control normal</th> <th colspan="2">Control intenso</th> </tr> <tr> <th>Control del constructor</th> <th>Control externo de la dirección facultativa</th> <th>Autocontrol del constructor</th> <th>Control externo de la dirección facultativa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gestión de acopios</td> <td>100%</td> <td>3</td> <td>100%</td> <td>20%, con un mínimo de 3</td> </tr> <tr> <td>Revisión de planos de taller</td> <td>25%</td> <td>3</td> <td>100%</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Procesos y actividades de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución				Control normal		Control intenso		Control del constructor	Control externo de la dirección facultativa	Autocontrol del constructor	Control externo de la dirección facultativa	Gestión de acopios	100%	3	100%	20%, con un mínimo de 3	Revisión de planos de taller	25%	3	100%	20%
Procesos y actividades de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución																							
	Control normal		Control intenso																					
	Control del constructor	Control externo de la dirección facultativa	Autocontrol del constructor	Control externo de la dirección facultativa																				
Gestión de acopios	100%	3	100%	20%, con un mínimo de 3																				
Revisión de planos de taller	25%	3	100%	20%																				

Procesos y actividades de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución			
	Control normal		Control intenso	
	Control del constructor	Control externo de la dirección facultativa	Autocontrol del constructor	Control externo de la dirección facultativa
Manipulación de los productos de acero en taller	50% <sup>(3)</sup>	10%	100% <sup>(3)</sup>	25% <sup>(1)</sup>
Ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional, así como la comprobación de fijaciones mecánicas y soldaduras	50% <sup>(3)</sup>	10%	100% <sup>(3)</sup>	25% <sup>(2)</sup>
Ajustes, correcciones y acabados finales	50%	10%	100% <sup>(3)</sup>	25% <sup>(2)</sup>
Control visual de elementos que llegan a la obra	100%	10%	100%	25% <sup>(2)</sup>
Cualificación de soldadores y procedimientos de soldeo	100%	100%	100%	100%
Ejecución de soldaduras	De acuerdo con tabla A17.2.2.a	De acuerdo con tabla A17.2.2.a	De acuerdo con tabla A17.2.2.a	De acuerdo con tabla A17.2.2.a
Replanteos	5	3	100%	20%
Cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos	100%	100%	100%	100%
Ejecución de fijaciones con elementos mecánicos para montaje	50%	10%	100%	25% <sup>(2)</sup>
Aplicación de tratamientos de protección	25%	10%	100%	25%

- 1) Este control podrá disminuirse progresivamente hasta el 15%, en el caso de que el programa de control se vaya desarrollando correctamente y se vayan obteniendo resultados satisfactorios en las inspecciones realizadas.  
 (2) Este control podrá disminuirse progresivamente hasta el 10%, en el caso de que el programa de control se vaya desarrollando correctamente y se vayan obteniendo resultados satisfactorios en las inspecciones realizadas.  
 (3) En elementos secundarios, de acuerdo con la definición expresada en la tabla 101.2, el número mínimo de unidades de inspección a controlar en cada lote de ejecución podrá disminuirse hasta un 25%. En dichos casos, el control de contraste de la dirección facultativa podrá disminuirse también hasta el 12%

## 2.2 Frecuencias de comprobación en función del tipo de soldadura

Tabla A17.2.2.a Tipo y número de ensayos en el caso de soldaduras

Tipo de soldadura	Tipo de ensayo <sup>(1)</sup> e intensidad de control							
	Soldaduras en taller perteneciente a las instalaciones de obra (sin Marcado CE)				Soldaduras en obra			
	Control normal		Control intenso		Control normal		Control intenso	
	Control constructor	Control externo	Control constructor <sup>(2)</sup>	Control externo	Control constructor	Control externo	Control constructor <sup>(2)</sup>	Control externo
Cordones a tope, en platabandas, almas o elementos de responsabilidad, traccionados o susceptibles de fatiga	RT/UT 100%	RT/UT 10%	RT/UT 100%	RT/UT 20%	RT/UT 100%	RT/UT 10%	RT/UT 100%	RT/UT 20%
Cordones a tope, en platabandas, almas o elementos de responsabilidad, comprimidos y no susceptibles de fatiga	UT 40%	UT 5%	UT 40%	UT 10%	UT 50%	UT 5%	UT 50%	UT 10%
Cordones en ángulo o con penetración parcial, en elementos de responsabilidad (riostros, traviesas, mamparos, costillas, etc.), traccionados o susceptibles de fatiga	PM/LP 100%	PM/LP 10%	PM/LP 100%	PM/LP 20%	PM/LP 100%	PM/LP 10%	PM/LP 100%	PM/LP 20%
Cordones en ángulo o con penetración parcial, en elementos de responsabilidad (riostros, traviesas, mamparos, costillas, etc.), comprimidos y no susceptibles de fatiga	PM/LP 20%	PM/LP 3%	PM/LP 20%	PM/LP 5%	PM/LP 30%	PM/LP 4%	PM/LP 30%	PM/LP 7%
Cordones a tope o en ángulo en elementos de responsabilidad, trabajando fundamentalmente a rasante (unión alas-alma, rigidizadores, mamparos de apoyo, etc.)	UT/PM/LP 20%	UT/PM/LP 3%	UT/PM/LP 20%	UT/PM/LP 5%	UT/PM/LP 30%	UT/PM/LP 4%	UT/PM/LP 30%	UT/PM/LP 7%
Cordones en ángulo o con penetración parcial, en elementos secundarios (cartelas, rigidizadores intermedios, células, arriostramientos, riostros, marcos de rigidez, uniones de atado, etc.)	PM/LP 10%	PM/LP 3%	PM/LP 10%	PM/LP 5%	PM/LP 10%	PM/LP 3%	PM/LP 10%	PM/LP 5%
Cordones en ángulo de pernos conectadores	Ensayos de doblado 3%	Ensayos de doblado 1%	Ensayos de doblado 3%	Ensayos de doblado 1%	Ensayos de doblado 5%	Ensayos de doblado 1%	Ensayos de doblado 5%	Ensayos de doblado 1%

(1) La nomenclatura utilizada en la tabla para los ensayos es conforme con la norma UNE-EN ISO 17635:

- LP: ensayo de líquidos penetrantes, efectuado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3452-1;
- PM, ensayo de partículas magnéticas, efectuado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17638;
- UT: ensayo de ultrasonidos, efectuado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17640;
- RT: ensayo radiográfico, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17636.

(2) Autocontrol del productor conforme al apartado 22.1 del Código Estructural.

Tabla A17.2.2.b Frecuencias de ensayos no destructivos para las comprobaciones adicionales de las soldaduras, conforme se indica en el apartado 103.2.2.6

Tipo de soldadura		Ensayo			
		Soldaduras en Taller perteneciente a las instalaciones de obra (sin Marcado CE)		Soldaduras en obra	
		C.E. 4 y 3	C.E. 2	C.E. 4 y 3	C.E. 2
Cordones de fuerza	Cordones a tope sometidos a tensiones de tracción ( $k \geq 0,8$ )	100 %	50 %	100 %	100 %
	$0,3 < k < 0,8$	50 %	20 %	100 %	50 %
	$k \leq 0,3$	10 %	5 %	20 %	10 %
	Cordones a tope sometidos a tensiones de compresión	10 %	5 %	20 %	10 %
	Cordones de ángulo.	20 %	10 %	20 %	10 %
	Cordones Longitudinales	10 %	5 %	20 %	10 %
Uniones de atado	Rigidizadores, correas, etc.	5 %			

k: Coeficiente de utilización definido en proyecto.

C.E. Clase de ejecución.

### 3.4. ANCLAJES AL TERRENO

### 3.4.1. Anclajes

Anclaje: Dispositivo capaz de transmitir una carga de tracción, aplicable sobre el mismo, a una zona del terreno capaz de soportar dicho esfuerzo. El dispositivo se compone, básicamente, de:

Cabeza: Parte del anclaje que transmite el esfuerzo de tracción de la armadura a la placa de reparto o a la estructura.

Armadura: Parte longitudinal, en general barra o cable, del anclaje que, trabajando a tracción, está destinada a transmitir la carga desde la cabeza hasta el terreno. Se divide a su vez en:

Longitud libre: Longitud de la armadura comprendida entre la cabeza del anclaje y el extremo superior de la longitud fija o bulbo.

Bulbo o longitud fija: zona del anclaje destinada a transmitir la carga del anclaje al terreno, en general mediante una lechada.

Por su forma de trabajar, los anclajes se clasifican en:

Anclaje pasivo: Aquel que entra en tracción por sí solo, al oponerse la cabeza al movimiento del terreno inestable o de la estructura.

Anclaje activo: Aquel cuya armadura, una vez instalado, se pretensa hasta la carga de proyecto que puede coincidir con la carga última de trabajo o ser sólo una fracción de ésta.

En función de la vida útil, los anclajes se clasifican en:

Anclajes temporales: Aquellos cuya vida útil no es superior a dos (2) años.

Anclajes permanentes: Aquellos cuya vida útil se considera superior a dos (2) años.

#### 3.4.1.1. Materiales y productos

La conexión entre el anclaje y la estructura deberá ser capaz de acoplarse a las deformaciones previstas a lo largo de la vida del anclaje.

El conjunto de materiales utilizados deberá ser compatibles entre sí. Esta condición adquiere particular importancia entre materiales que se encuentren en contacto directo. Las características de los materiales no serán susceptibles de sufrir modificación durante la vida del anclaje.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

#### Acero

La calidad de los aceros será St 1570/1770 para los alambres lisos, que serán estirados en frío y AEH -500 N para las barras roscadas tipo Gewi.

Las características de fabricación, resistencias, características geométricas, tensiones y radios de curvatura permisibles, marcas de fabricante, transporte y almacenaje, así como datos sobre el control de calidad y verificación, vendrán señalados en los correspondientes certificados de homologación de acero de tensado. El fabricante controlará la calidad del acero y las tolerancias de laminación.

Los requisitos fundamentales de estos aceros vienen impuestos por la necesidad de resistir prolongados y grandes esfuerzos de tracción. El límite de elasticidad y la resistencia a la rotura tendrán una correcta relación entre sí, para evitar la influencia plástica bajo carga permanente y alcanzar un comportamiento de relajación idóneo, con el objeto de mantener reducida la pérdida de tensión (relajación) durante la vida útil de la estructura de anclaje. Los aceros de tensar superarán también los ensayos de fatiga, ya que las cargas de servicio pueden dar lugar a sollicitaciones alternadas.

El acero de tensado debe almacenarse protegido contra la intemperie, y debe estar en ambiente ventilado.

Los anclajes permanentes de cables se transportan generalmente en rollos con dos flejes de acero en cada vuelta. Las vainas nervadas deben ser de PE. Los anclajes arrollados sobre las bobinas se pueden abrir en obra mediante desembobinadoras con freno. También se pueden transportar los anclajes en lazos ovalados. La vaina nervada comienza en el tramo recto de óvalo.

#### Composición del material a inyectar

Como aglomerante se utiliza únicamente cemento Portland de resistencia mínima 450 kp/cm<sup>2</sup>.

Para reducir el contenido de agua y mejorar la fluidez, a juicio de la Dirección de Obra se podrán emplear aditivos. La relación agua-cemento para la inyección primaria debe estar comprendida entre 0,36 y 0,44. Para la post-inyección en suelos adhesivos la relación agua-cemento debe ser de 0,5.

### Otros elementos

La placa de reparto será como mínimo de acero de quince centímetros (15 cm) de lado y veinte milímetros (20 mm) de espesor.

Cuando la inclinación del anclaje sea inferior a doce grados (12°), esta placa deberá disponer de dos (2) orificios para los tubos de inyección y desaireación.

El mortero a utilizar en la cabeza del anclaje será M 450, según la dosificación indicada en el artículo 611.3 del PG-3/75, y tendrá la forma indicada en los planos, o en su defecto, forma tronco-piramidal, con la cara de menores dimensiones, de veinticinco por veinticinco centímetros (25 x 25 cm), ortogonal al eje del anclaje y separada de su base mayor una distancia superior a diez centímetros (10 cm) cuando se trate de un talud de roca o a tres centímetros (3 cm) cuando se trate de un paramento de hormigón.

El mortero de protección de la zona libre de anclaje se inyectará en forma de lechada con una relación, en peso, agua/cemento igual a dos (2).

### Armadura

Deberá estarse a lo especificado en los artículos 240 "Barras corrugadas para hormigón estructural", 243 "Alambres para hormigón pretensado", 244 "Cordones de dos (2) o tres (3) alambres para hormigón pretensado" y 245 "Cordones de siete (7) alambres para hormigón pretensado", de este pliego, así como en UNE 36068 o UNE 36094 según el caso.

Otros materiales podrán ser utilizados, únicamente si su adecuación a los anclajes está suficientemente comprobada, además de necesitar el consentimiento explícito del Proyecto o del Director de las Obras.

### Cabeza de anclaje

La cabeza de anclaje deberá permitir la puesta en carga de la armadura, soportar la tensión de prueba, la tensión de bloqueo y, si fuera necesario, un relajamiento y una nueva puesta en carga en tensión. Deberá ser capaz de soportar el cien por cien (100%) de las características de tensión de la armadura.

Deberá estar proyectada para permitir desviaciones angulares de la armadura, con respecto a la dirección normal a la cabeza, de tres grados sexagesimales (3°) al noventa y siete por ciento (97%) de la resistencia característica (f<sub>pk</sub>) de la armadura.

Deberá transmitir la carga de la armadura a la estructura principal o al terreno a través de elementos de acero u hormigón convenientemente proyectados.

### Manguitos para empalme de armaduras

Los manguitos no deberán disminuir la resistencia a tracción de la armadura.

Será necesario que la armadura no lleve manguito alguno en la zona de bulbo.

No deberán modificar la protección contra la corrosión, ni el movimiento libre de la longitud de alargamiento.

### Bulbo de anclaje

Con el fin de anclar con la longitud de bulbo necesaria se deberán utilizar, salvo prescripción en contra del Proyecto o del Director de las Obras, armaduras perfiladas o nervadas.

Los aceros de pretensado, que tengan una superficie lisa, sólo podrán ser utilizados, si se anclan mediante la ayuda de dispositivos de anclaje especiales. Esto deberá venir fijado en Proyecto o ser aceptado por el Director de las Obras, y se deberá comprobar su validez mediante un ensayo previo.

Cuando se utilicen longitudes de bulbo inferiores a tres metros (3 m), para transmitir tensiones de bloqueo superiores a trescientos kilonewton (300 kN), la idoneidad de la lechada de sellado deberá ser confirmada por ensayos previos.

### Separadores y otros elementos colocados en la perforación.

Todas las vainas instaladas deberán disponer de un recubrimiento mínimo de diez milímetros (10 mm) de lechada en la pared del orificio de perforación.

A fin de garantizar, en el orificio de perforación, un posicionamiento correcto de las armaduras, de sus componentes, de los elementos de protección contra la corrosión o de cualquier otro elemento, se deberán colocar separadores o centradores de manera que se respeten las exigencias de recubrimiento mínimo de la lechada. Estos separadores no deberán interferir en la inyección de la lechada.

La concepción de los centradores deberá tener en cuenta la forma de la perforación, posibles acampanamientos en la misma, y la susceptibilidad del terreno a ser dañado durante la inserción de la armadura.

## Lechada de cemento y aditivos

Cuando la lechada de cemento se utilice para sellar la armadura a la vaina, será conveniente que la relación agua/cemento no exceda un valor de cero con cuatro (0,4), para minimizar el agua libre.

Las relaciones agua/cemento, para las lechadas de los bulbos, se deberán elegir en concordancia a las propiedades del terreno, y su rango de variación deberá encontrarse en el intervalo de cero con cuatro a cero con seis (0,4 a 0,6).

Con el acero de pretensado únicamente podrán utilizarse aquéllos cementos y adiciones en su caso, que especifique el vigente Código Estructural.

Los cementos, que no corroan ni dañen a los aceros de pretensado podrán ser utilizados en la inyección de lechada en armaduras pretensadas.

Deberá tenerse en cuenta la agresividad del medio, a la hora de elegir el tipo de cemento para las lechadas en contacto con el terreno circundante.

Podrán utilizarse aditivos para mejorar la manejabilidad, reducir el agua libre o la retracción y para aumentar el desarrollo de las resistencias.

El uso de aditivos con aceros de pretensado deberá realizarse de acuerdo con el vigente Código Estructural y previa aprobación del Director de las Obras. Los aditivos no deberán presentar elementos susceptibles de dañar los aceros de pretensado o la misma lechada.

Será conveniente realizar, ensayos de laboratorio e "in situ", con el fin de verificar el comportamiento de la mezcla.

## Resinas

Las resinas y morteros de resina podrán utilizarse en la ejecución de anclajes, en lugar de las lechadas de cemento.

La resina propuesta para la ejecución de anclajes deberá recibir el visto bueno del Director de las Obras.

Será conveniente realizar, ensayos de laboratorio e "in situ", con el fin de verificar el comportamiento de la mezcla.

## Protección contra la corrosión

Considerando que no existe ningún procedimiento exacto para definir, con una precisión suficiente, los condicionantes de corrosión, para poder predecir la evolución de esta última a lo largo del tiempo, todos los elementos de acero de un anclaje, puestos directa o indirectamente en tensión, deberán protegerse contra la corrosión durante su vida útil. Los elementos de protección deberán ser capaces de transmitir las solicitaciones aplicadas a la armadura del anclaje, cuando sea necesario.

El tipo de protección contra la corrosión vendrá dado por la vida útil prevista para el anclaje.

## Anclajes temporales

Los elementos de acero de un anclaje provisional deberán tener una barrera de protección que impida la corrosión durante una duración mínima de dos (2) años.

En caso de prolongar temporalmente la vida de un anclaje provisional, o bien que el anclaje se coloque en un terreno con agresividad corrosiva, se deberán tomar medidas suplementarias para proteger todos los componentes del anclaje de la corrosión, las cuáles deberán tener el visto bueno del Director de las Obras.

El Proyecto especificará los sistemas concretos de protección temporal a utilizar así como los requisitos a cumplir por los mismos.

## Anclajes permanentes

Todos los elementos de acero de un anclaje permanente que sean inaccesibles deberán cumplir alguno de los siguientes requisitos:

Dos (2) barreras anticorrosión, a fin de que si una de ellas se daña durante la instalación la otra permanezca intacta.

Una (1) sola barrera anticorrosión, cuya integridad deberá ser demostrada bien mediante ensayo del sistema de ejecución del anclaje o bien mediante comprobación de cada anclaje después de su instalación.

Todo sistema de anclaje, cuya experiencia sobre la idoneidad del mismo esté suficientemente documentada, podrá utilizarse bajo la aprobación del Director de las Obras.

El Proyecto especificará los sistemas concretos de protección permanente a utilizar, así como los requisitos a cumplir por los mismos.

## Componentes y materiales utilizados comúnmente como protección contra la corrosión

## Vainas y conductos plásticos

Las vainas y conductos plásticos deberán cumplir las prescripciones de las normas concernientes a estos materiales. En particular deberán ser continuas, estancas a la humedad y resistentes a los rayos ultravioleta durante la duración de su almacenaje. Las juntas de los elementos plásticos deberán estar selladas herméticamente por contacto directo mediante producto de estanqueidad, de tal manera que se impida el paso de la humedad.

El espesor mínimo de pared de una vaina exterior corrugada, común a una o más armaduras deberá ser de:

Un milímetro (1 mm) para un diámetro interno inferior a ochenta milímetros (80 mm).

Un milímetro y medio (1,5 mm) para un diámetro interno comprendido entre ochenta y ciento veinte milímetros (80 y 120 mm), ambos inclusive.

Dos milímetros (2 mm) para un diámetro interno superior a ciento veinte milímetros (120 mm).

El espesor mínimo de pared de una vaina exterior lisa, deberá ser superior en un milímetro (1 mm) a la requerida para los tubos corrugados o bien deberá estar reforzada, en proporción equivalente.

El espesor mínimo de pared para una vaina interior lisa deberá ser de un milímetro (1 mm), y en el caso de vaina de corrugada de cero con ocho milímetros (0,8 mm).

Para transferir las cargas, los conductos de plástico deberán ser nervados o corrugados, salvo indicación justificada en contra del Proyecto o del Director de las Obras. La amplitud y la frecuencia de las corrugas deberá estar relacionada con el espesor de la pared, debiendo ser capaces de transferir las cargas sin presentar deslizamiento.

## Manguitos termorretráctiles

Se podrán utilizar manguitos termorretráctiles para encapsular los componentes de protección contra la corrosión que recubren la superficie de un elemento de acero.

El calentamiento de la vaina termorretráctil deberá realizarse de tal manera que las otras vainas o tubos de plástico no resulten quemadas ni deformadas por reblandecimiento.

El porcentaje de retracción deberá ser suficiente para prevenir cualquier aparición de agujeros a largo plazo.

El espesor de la pared de los manguitos, después de la retracción, no deberá ser inferior a un milímetro (1 mm).

## Dispositivos de estanqueidad

Las juntas mecánicas deberán estar selladas con juntas tóricas, juntas de estanqueidad o manguitos termorretráctiles.

La junta, o cualquier otro dispositivo equivalente deberá prevenir cualquier fuga del relleno o cualquier penetración de agua desde el exterior, sea cual sea el movimiento relativo entre los elementos considerados.

## Lechadas de cemento

Se considerará como protección temporal y/o permanente la inyección de lechada de cemento en los taladros de perforación, con la condición de que el recubrimiento del anclaje no sea inferior a diez milímetros (10 mm) en toda su longitud, debiendo comprobarse que en cualquier condición de carga del anclaje el ancho de las fisuras no excede de cero con un milímetros (0,1 mm).

Se podrá realizar una de las dos barreras de protección por inyección de una lechada de cemento denso, convenientemente controlado, con la condición de que el espesor de recubrimiento entre la armadura y la segunda barrera no sea inferior a cinco milímetros (5 mm) y con la condición de haber comprobado que la anchura de cualquier fisura, producida en condiciones de carga normales, no sea superior a cero con un milímetros (0,1 mm).

El reparto de fisuras y de sus anchuras puede, en ciertas condiciones, depender de la posición de las corrugas del tendón.

## Resina

Las lechadas a base de resina inyectada, o colocadas de manera controlada, se podrán utilizar como barrera de protección permanente siempre que se obtenga un recubrimiento mínimo del tendón de cinco milímetros (5 mm), estén cerradas, no sufran contracciones y no presenten fisuras.

## Productos para la protección contra la corrosión

Podrán ser utilizados, como protección contra la corrosión, productos derivados del petróleo (ceras) y de grasas. El Proyecto incluirá explícitamente las condiciones y criterios de aceptación a exigir a este tipo de productos.

Estos productos no deberán ser oxidables y serán resistentes a los ataques de bacterias y microorganismos.

Los productos de protección contra la corrosión, utilizados como barreras permanentes, deberán estar encerrados en una vaina resistente, estanca a la humedad y cerrada por una caperuza no susceptible a la corrosión. En estas circunstancias, estos productos podrán utilizarse igualmente para rellenar cavidades y para servir como lubricantes e impedir la presencia de gas o agua.

### **Tubos y caperuzas metálicas**

Se podrán utilizar piezas metálicas como barreras permanentes contra la corrosión siempre que éstas estén convenientemente protegidas externamente. Este tipo de protección podrá obtenerse con lechadas de cemento denso, con hormigón, con galvanización en caliente o con la aplicación de varias capas de materiales de revestimiento, siempre que vengan indicadas en Proyecto o el Director de las Obras haya dado explícitamente su visto bueno.

Cuando dichas piezas estén sometidas a tensión durante el proceso de carga, sólo podrán ser consideradas barreras contra la corrosión si se comprueba su validez mediante ensayos.

#### **3.4.1.2. Ejecución de las obras**

Hay que tomar precauciones para que no se estropeen los componentes delicados del anclaje y que son sensibles a la corrosión. A veces es conveniente emplear embudos sin cantos y velar para que los orificios de perforación sean suficientemente grandes como para poder introducir fácilmente los anclajes y separadores.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### **Perforación**

Los taladros para la colocación de los anclajes se perforarán de acuerdo con los diámetros, profundidades y posicionamiento indicados en los planos, salvo especificación en contra del Director de las Obras.

El diámetro de la perforación deberá asegurar el recubrimiento especificado de lechada a lo largo de la longitud del bulbo.

El método de perforación deberá ser seleccionado en función de las propiedades del suelo con el objetivo de evitar alteraciones en el mismo, salvo aquellas que puedan ser consideradas como necesarias para movilizar la resistencia de cálculo del anclaje.

Los fluidos de perforación, y los eventuales aditivos, no deberán presentar efectos adversos sobre la armadura, sobre su protección o sobre la lechada.

Los procedimientos para contrarrestar la presión de agua y de evitar surgencias, derrumbe del taladro o erosión durante las operaciones de perforación, puesta en obra e inyección deben ser determinados con antelación y aplicados cuando sean necesarios.

El proceso de perforación se deberá realizar de tal manera que cualquier variación en las características del terreno que hayan servido de base en el diseño del anclaje pueda ser detectada inmediatamente.

La perforación de cada taladro deberá reflejarse en un parte, en el cual, se recogerán los datos referentes a la clase de terreno, espesor de las capas, etc.; de tal manera que si se producen variaciones con relación a lo previsto se puedan detectar y comunicar al Director de las Obras. En estos partes se incluirán, asimismo, las pérdidas de fluido de perforación y las posibles incidencias durante el avance.

### **Fabricación, transporte, almacenaje y puesta en obra**

#### **Fabricación, transporte y almacenaje**

Durante el proceso de fabricación y almacenaje, los anclajes y sus componentes deberán conservarse en un ambiente seco y limpio de elementos que puedan dañar a las armaduras o las vainas de protección, como agua, aceites, grasas o efectos térmicos. Las armaduras deberán estar perfectamente libres de óxido.

Durante la manipulación del anclaje se prestará especial cuidado en no retorcerlo y en evitar excesivas curvaturas que pudieran dañar o desorganizar su ensamblaje, evitando, asimismo, dañar los centradores-separadores y los medios de protección contra la corrosión.

En el caso de que la armadura tenga cables engrasados se deberá prestar especial atención a la limpieza de los mismos en la zona de adherencia.

La utilización de disolventes se deberá realizar con precaución, comprobando en cada caso que los disolventes no presentan agresividad en contacto directo con los componentes del anclaje.

Los centradores y separadores de la armadura deberán quedar sólidamente sujetos a la misma. El espaciamiento de los centradores dependerá fundamentalmente de la rigidez de la armadura y de su peso por unidad de longitud.

Las armaduras se deberán inspeccionar antes de su introducción en el taladro, con el objetivo de poder reparar, antes de su colocación, cualquier daño que pudieran presentar.

Durante la carga, transporte y puesta en obra de los anclajes se deberán tomar las precauciones necesarias para no deformarlos o dañar sus componentes y elementos de protección contra la corrosión.

Antes de proceder a la puesta en obra se considera conveniente proceder a chequear el estado de la perforación y la ausencia de posibles obstrucciones en la misma.

Los intervalos de tiempo que requieran las diferentes operaciones en la ejecución de un anclaje se deberán determinar en función de las propiedades del terreno, tendiendo, en cualquier caso, a intervalos lo más cortos posibles.

### **Inyección**

Todas las operaciones de inyección, tales como sistema de inyección, volúmenes, presiones, etc., se consignarán en un parte de trabajo.

La composición de las mezclas de inyección dependerá de la naturaleza del suelo.

En presencia de suelos agresivos se deberán utilizar cementos resistentes a los mismos.

La preinyección, en caso de ser necesaria, se realizará, en general, rellenando la perforación mediante lechada de cemento. Las lechadas de arena/cemento se utilizarán generalmente en rocas o en suelos cohesivos fuertemente consolidadas que presenten fisuras parcialmente rellenas o abiertas, y en suelos no cohesivos permeables para reducir la pérdida de lechada.

Las inyecciones químicas, cuyo uso se encuentra fuera de la práctica normal, en caso de utilizarse, deberán verificar que no contienen elementos que puedan dañar al anclaje.

### **Inyección del anclaje**

Se deberá proceder a inyectar lo más pronto posible una vez colocado el anclaje en el taladro.

La boca del conjunto de inyección deberá permanecer siempre sumergida en la lechada durante todo el proceso de inyección, debiendo proseguirse la inyección hasta que la consistencia de la lechada emergente sea similar a la de la lechada inyectada.

El proceso de inyección se deberá realizar siempre desde la zona más baja a inyectar hacia arriba, y no deberá interrumpirse una vez iniciado el proceso. El método empleado deberá asegurar la eliminación del aire y del agua para conseguir rellenar íntegramente el taladro.

Cuando esté prevista una inyección repetitiva o una reinyección se deberá incorporar un sistema de tubos manguito.

Las inyecciones selectivas a alta presión podrán ser utilizadas para aumentar la resistencia del anclaje, por el efecto de mejora que la lechada induce en el terreno. Esta operación podrá realizarse antes o después de la colocación del anclaje.

El proceso de inyección deberá asegurar que no se transmita la fuerza del terreno al anclaje más que en la zona del bulbo.

Después de realizada la inyección no se manipulará el anclaje hasta que se alcance la resistencia característica necesaria estipulada en Proyecto. En general se considerará suficiente, para proceder al tesado del anclaje, un intervalo de tiempo de siete días (7 d) desde la finalización del proceso de inyección del mismo. Este plazo se puede reducir en función del uso de acelerantes de fraguado.

### 3.4.1.3. Equipo y tesado de los anclajes

Los equipos de tesado deberán ser regularmente calibrados.

La operación de tesado de los anclajes se deberá hacer preferentemente en una sola operación. Los equipos que apliquen una sollicitación individual, no simultánea por cada cable deberán equiparse con un dispositivo de medida permanente para poder calcular la tensión total aplicada al anclaje durante el tesado.

La secuencia del proceso de tesado de los anclajes se deberá especificar antes del inicio de los trabajos.

Durante los ensayos y fases de tesado de los anclajes se deberá asegurar que no se produce ningún deterioro en la integridad de los mismos.

#### Operaciones de tensado

##### Tensado

Los anclajes se pretensan para transmitir las cargas al terreno. Con este fin se utilizarán gatos hidráulicos con bombas de accionamiento manual o eléctrico, similares a la que se emplean en hormigón postensado. Antes de su fijación los anclajes serán sometidos a la carga de ensayo especificada en planos. La carga de ensayo se aplica escalonadamente. tras alcanzar la carga de ensayo se destensa de nuevo hasta una cierta carga previa.

Las cuñas de anclaje tienen que desplazarse durante el tensado y proceso de destensado con los alargamientos del tendón, y únicamente tras la conclusión del ensayo será definitivamente fijados a la carga de trabajo (hay varios ciclos de carga en la ejecución de los ensayos). Los gatos de tensar se equiparán con unos soportes, para que haya suficiente espacio donde se puedan mover los elementos de anclaje. Dado que los gatos de tensar no están previstos para desplazamientos de esta magnitud, las piezas de anclaje no se instalarán para el proceso del ensayo. Tras la prueba se desmontará el gato de tensar, se colocarán las piezas de anclaje y entonces se tensarán hasta la carga de servicio.

Durante el desplazamiento se adelantarán las cuñas de anclaje, hasta fijarlas.

##### Retesado

Para poder verificar o regular, en cualquier momento las fuerzas de anclaje, es preciso disponer de las piezas adecuadas.

Para la fijación del anclaje con el gato es preciso que estos sobresalgan, o montar cabezas de anclaje roscadas. Para la fijación de estas cabezas roscadas se utilizan manguitos con husillos. Las cuñas para los anclajes de cables se colocarán por lo menos 15 mm en contra de la dirección de tracción, para conseguir una nueva longitud de agarre suficiente. Por esta razón, en anclajes de cables se sacará la cabeza de anclaje completa y se calzará convenientemente.

### 3.4.1.4. Ensayos, vigilancia y control

Se consideran tres tipos de ensayos:

Ensayos de investigación.

Ensayos de adecuación o idoneidad.

Ensayos de aceptación.

Los métodos de puesta en carga serán los recogidos en NLT 257 y NLT 258.

Durante los períodos de mantenimiento de la tensión, cuando se determine la fluencia, la precisión de las medidas deberá ser de cinco centésimas de milímetro (0,05 mm). Cuando no se mida la fluencia la precisión requerida será de cero con cinco milímetros (0,5 mm).

La sensibilidad de los aparatos de medida de la fluencia será una centésima de milímetro (0,01 mm).

La medida de tracciones en los anclajes se deberá realizar con precisión igual o superior al dos por ciento (2 por 100) de la tensión máxima aplicada durante cada ensayo.

La sensibilidad de los dispositivos utilizados en los ensayos de relajación de tensiones será igual o superior al cero con cinco por ciento (0,5 por 100) de la tensión de prueba.

La tensión de referencia adoptada, con relación a la cual se miden todas las tensiones deberá ser, normalmente, un décimo de la tensión de prueba, Pp (Pa = 0,1 Pp).

Podrá tomarse una tensión de referencia superior cuando después de algunos ciclos de carga aparezcan alargamientos no esperados o excesivos de la armadura.

Si no se sobrepasarán los límites de fluencia o de pérdida de tensión, el valor máximo de la tensión de bloqueo Po, deberá limitarse a cero con seis veces la tensión característica de rotura del acero (Po £ 0,6 Ptk).

En los ensayos de idoneidad, y en los de aceptación, cuando se sobrepase el valor límite de fluencia, o de pérdida de tensión, se deberá disminuir el valor de la tensión de bloqueo hasta alcanzar un valor que permita respetar el criterio de fluencia o de pérdida de tensión.

### Ensayos de investigación

Los ensayos de investigación se realizarán previamente a la ejecución de los anclajes. Será recomendable realizar dichos ensayos cuando los anclajes vayan a ser realizados en terrenos cuyas propiedades no hayan sido verificadas en ensayos anteriores o cuando las tensiones, a las que van a estar sometidos, sean superiores a las adoptadas en condiciones de terreno semejantes ya conocidas.

En estas condiciones se deberá determinar:

La resistencia del bulbo del anclaje Ra, en el contacto terreno-lechada.

La longitud libre aparente de la armadura Lap

La carga crítica de fluencia del anclaje, o las características de fluencia del anclaje a diferentes cargas hasta la rotura según NLT 258.

El procedimiento de aplicación de carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

### Ensayos de adecuación o idoneidad

Antes de la ejecución de estos ensayos se deberá disponer del conjunto de resultados e interpretación de los ensayos de investigación realizados.

Los ensayos de idoneidad deberán confirmar:

La capacidad del anclaje de soportar la tensión de prueba Pp

Las características de fluencia o de la pérdida de tensión del anclaje hasta la tensión de prueba Pp

La longitud libre aparente de la armadura, Lap

Se realizarán al menos tres (3) ensayos de idoneidad, en condiciones idénticas a los anclajes de la obra.

El procedimiento de aplicación de carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

### Ensayos de aceptación

Estos ensayos se deberán realizar sistemáticamente en el tesado de todos los anclajes.

Los objetivos de estos ensayos son:

Comprobar la capacidad del anclaje de soportar la tensión de prueba, Pp

Determinar la longitud libre aparente de la armadura, Lap

Confirmar las características de fluencia o pérdida de tensión en el estado límite de servicio.

El procedimiento de aplicación de la carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

### Defectos a evitar durante la ejecución

#### a) Perforación

Durante la ejecución de las perforaciones los defectos más corrientes se refieren a los aspectos siguientes:

- Perforaciones mal orientadas en dirección.
- Perforaciones con diámetro demasiado grande o demasiado pequeño.
- Ejecución de perforaciones de diámetro irregular (ovalizaciones en el comienzo) demasiado largos (lo que tiene como consecuencia una falta de relleno en la obra) o demasiado cortos (el anclaje sale demasiado).
- Falta de limpieza de la perforación y de los anclajes.

#### b) Anclaje

- Introducción parcial del anclaje.
  - Utilización de un mortero o lechada mezclados con demasiada antelación.
  - Colocación de un volumen insuficiente de lechada.
  - Empleo de productos de baja resistencia mecánica.
- c) Colocación de las placas de apoyo
- Es frecuente en la práctica que las placas de apoyo estén mal colocadas y no apoyen contra la superficie de colocación, lo que disminuye la eficacia del anclaje.

#### **3.4.1.5. Control de calidad**

Los elementos de armado para el suelo tienen todos la característica común de que no son accesibles para un control posterior de sus características o de sus variaciones. La pérdida de calidad solo se reconoce, si acaso, cuando los componentes individuales han perdido su función.

La garantía de estas construcciones se basa por tanto en un esmerado control de las características fijadas antes de la instalación. Principalmente para los anclajes inyectados equipados con aceros de tensado, se seguirá desde el principio un proceso de control, que permita reducir el riesgo a un mínimo estadístico.

El proceso de control comenzará en la fabricación de las piezas. Incluye el montaje en fábrica, el transporte y el almacenamiento, así como la instalación. La adherencia con el suelo se controlará en todos y cada uno de los anclajes mediante ensayos de comprobación. En anclajes permanentes, cada 2 años se realizarán comprobaciones estadísticas para un pequeño porcentaje de aquellos o se preverán sistemas permanentes de medición.

El proceso de control se llevará a cabo a dos niveles, uno durante la producción con mayor intensidad, otro en obra, menos intenso, con el fin de reducir al mínimo los posibles defectos. El control de calidad se efectuará por inspección ocular, con calibres para comprobar las tolerancias y por muestreo para pruebas de rotura. El número de probetas depende de la importancia de las piezas dentro de la estructura y de sus características. Se vigilará el proceso de producción por medio de controladores.

Las homologaciones de los anclajes deberá fijar detalladamente cómo se realizará el control de calidad. Los servicios exteriores de control de calidad únicamente serán encomendados a laboratorios homologados.

Las obras equipadas con anclajes permanentes se registrarán en una central de control, y se guardarán sus datos en archivos durante diez años.

En obra, para asegurarse de la calidad y eficacia de los anclajes, se pueden realizar varios tipos de control:

- Un control de calidad de los componentes (anclajes, lechadas, morteros, etc.).
- Control estadístico de la longitud no sellada de los anclajes. Para ello se quitarán las placas de apoyo midiendo a continuación con una varilla de acero la longitud sin relleno. Posteriormente se volverán a colocar las placas.

Con el certificado de garantía podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que componen el anclaje.

El Director de Obra podrá ordenar la toma de muestras que considere oportunas, tanto del propio acero como de la lechada o de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección del anclaje.

Las piezas o elementos se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

En cuanto al control estadístico de longitudes libres, placas de apoyo-final de bulbo de anclaje se realizará cada cinco (5) anclajes de cada tipo (longitud).

Pero, en todos los anclajes deberá realizarse la prueba de recepción para comprobar su capacidad portante. La forma de realizar dicha prueba es la siguiente: Se parte de una carga inicial del quince por ciento (15%) de la carga de trabajo y se tensa en tres (3) escalones de la misma amplitud. El cuarto escalón es el de la carga de ensayo, que en anclajes temporales es el ciento veinticinco por ciento (125%) y en anclajes permanentes el ciento treinta y cinco por ciento (135%) de la carga de trabajo. Este valor no debe nunca sobrepasar el noventa y cinco por ciento (95%) del límite elástico del acero. En todos los escalones de carga se miden los desplazamientos de la cabeza de anclaje. En los escalones correspondientes a la carga de trabajo y a la carga de ensayo, se miden los desplazamientos durante un período de tiempo hasta su estabilización. Este período es de cinco (5) minutos como mínimo en suelos de roca y suelos no adhesivos, y de quince (15) minutos en suelos adhesivos. Al disminuir la carga hasta la carga previa se registran también, en todos los escalones intermedios, los desplazamientos. Al tensar hasta la carga de fijación, se mide al cincuenta por ciento (50%) y al cien (100%) de la misma. Tras el dibujo del diagrama de fuerza-desplazamiento se registrará la línea de rozamiento cero, en la mediana entre las líneas de descarga y de carga del ciclo. Para cada anclaje es preciso comprobar:

- Si se cumplen los límites permisibles de la longitud libre.
- Si se ha tenido en cuenta el desplazamiento en la carga de fijación para que la carga efectiva alcance la magnitud proyectada.

Asimismo, la prueba de aptitud se llevará a cabo en los tres (3) primeros anclajes, en cada capa de terreno y tiene por objeto comprobar la aptitud del suelo para soportar la carga del anclaje. A diferencia de la prueba de recepción, en este caso se descarga hasta la carga previa cuando alcanza por vez primera cada escalón de carga y registra la deformación remanente. En cada escalón se efectúa una medición en función del tiempo, mientras se mantiene constante la carga.

Se registra un gráfico de cargas-desplazamiento. Las curvas del desplazamiento en función del tiempo se registran en escala semilogarítmica para cada escalón de carga. El coeficiente de deslizamiento  $K_s$  es el desplazamiento situado en la zona casi recta de esta curva. La carga límite del anclaje es la carga interpolada correspondiente a un deslizamiento de 2 mm.

No será objeto de medición y por tanto de abono aquellos anclajes que hayan sido arrancados al realizar la prueba de tesado.

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias establecidas en este artículo podrá ser otorgado por los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre. El alcance de la certificación en este caso, estará limitado a los materiales para los que tales Organismos posean la correspondiente acreditación.

Si los productos, a los que se refiere este artículo, disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas que se exigen en este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté reconocido por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento u organismo equivalente.

#### 3.4.1.6. Normas de referencia

UNE 36068 Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón armado.

UNE 36094 Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.

NLT 257 Ensayo de puesta en carga de un anclaje mediante ciclos incrementales para la determinación del desplazamiento por fluencia de la cabeza del anclaje.

NLT 258 Ensayo de puesta en carga de un anclaje mediante fases incrementales para la determinación del desplazamiento por fluencia de la cabeza del anclaje.

### 3.4.2. Cabezas de anclaje activo

#### 3.4.2.1. Materiales

El sistema de anclaje será capaz de fijar las armaduras, sin deslizamiento, hasta su carga final de rotura. El Director de Obra habrá de aprobar previamente el sistema de pretensado propuesto, cuya utilización deberá encontrarse suficientemente sancionado por la práctica. Los elementos de tesado deberán ir provistos de los dispositivos necesarios para poder controlar tanto la carga aplicada a las armaduras como su alargamiento durante el proceso de tesado.

Estas cabezas de anclaje deben ser capaces de transmitir al hormigón una carga que como mínimo será igual a la máxima que puede proporcionar el tendón bajo cualquier tipo de sollicitación. Para ello deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Su resistencia estática, con el mismo coeficiente de seguridad adoptado para los demás elementos constructivos de la estructura, no debe ser inferior a la suma de las resistencias nominales de rotura de las armaduras aisladas que en ellos vayan a anclarse. Se admite una tolerancia del menos tres por ciento (-3%) como máximo.
- Deben ser capaces de resistir, sin romperse, las tensiones de fatiga originadas por dos millones (2.106) de ciclos de carga, de valor comprendido entre el sesenta y cinco (65) y el setenta por ciento (70%) de la tensión de rotura a tracción del acero de la armadura de pretensado.

El suministro, transporte y almacenamiento de los elementos para anclaje y tesado deberá realizarse adoptando análogas precauciones a las indicadas para los alambres, barras, cables y vainas citadas en el Pliego.

#### 3.4.2.2. Ejecucion de las obras

En el encofrado se deberá prever un cajetín que sirva de apoyo al anclaje y facilite la colocación del material destinado a la protección del dispositivo de anclaje una vez se haya tesado e inyectado.

El montaje de los dispositivos de anclaje se ha de realizar siguiendo estrictamente las especificaciones propias del sistema utilizado, el cual debe ser aprobado por la Dirección de Obra.

Previamente al tesado, y una vez que los anclajes ocupan su posición definitiva, se ha de eliminar cualquier sustancia que pueda suponer un comportamiento inadecuado de estos.

Una vez efectuadas las operaciones de inyección, se sellará el cajetín para protegerlo de las agresiones de los agentes exteriores.

#### 3.4.2.3. Control de calidad

Todos los elementos que constituyen el anclaje deberán ser sometidos a un control riguroso. Deberán fabricarse con unas tolerancias que permitan que todas las piezas de un mismo tipo, sistema y tamaño resulten intercambiables. Además deberán ser capaces de absorber las tolerancias dimensionales establecidas para las secciones de las armaduras sin repercutir ello en una disminución de su efectividad.

El tamaño del cajetín de ubicación del anclaje será lo suficientemente grande como para que quepa el dispositivo de tesado utilizado en obra.

Las placas de reparto tensional de los anclajes se posicionarán perpendicularmente al trazado de la armadura correspondiente con el fin de poder aplicar la fuerza de pretensado correctamente.

La fijación de anclajes en el encofrado garantizará que se mantiene su posición durante el vertido y vibrado del hormigón.

Se comprobará que las uniones entre las vainas y los anclajes son lo suficientemente herméticas para evitar la fuga del producto de inyección por las juntas o la penetración de lechada durante el hormigonado.

### 3.4.3. Inyecciones

La inyección de un terreno implica la introducción en el mismo, para reducir su grado de permeabilidad y/o mejorar sus condiciones mecánicas, de una mezcla fluida que posteriormente fragua y endurece.

En el proceso se controla indirectamente la colocación a distancia de materiales bombeables mediante el ajuste de sus propiedades reológicas y de sus parámetros de colocación (presión, volumen, caudal).

#### En el artículo se contemplan los siguientes tipos de inyección:

**Impregnación:** Sustitución del agua y/o gas intersticial en un medio poroso, por una lechada inyectada a una presión suficientemente baja, que asegure que no se producen desplazamientos significativos de terreno.

**Relleno de fisuras:** Inyección de lechada en las fisuras, diaclasas, fracturas o discontinuidades, en general, en formaciones rocosas.

**Relleno de huecos:** Consiste en la colocación de una lechada, con un alto contenido de partículas, para el relleno de grandes huecos.

**Inyección por compactación:** Consiste en un método de inyección con desplazamiento del terreno, en el cual se introduce un mortero de alta fricción interna en una masa de suelo.

**Fracturación hidráulica:** Consiste en la inyección del terreno mediante su fracturación por lechada, con una presión por encima de su resistencia a tracción y de su presión de confinamiento. También se denomina hidrofracturación, hidrofisuración, "hidrojacking" o "claquage".

#### Como procesos de inyección se contemplan los siguientes:

**Inyección desde la boca de la perforación:** Consiste en introducir la lechada desde la boca del sondeo, obturando en la parte superior.

**Inyecciones por fases descendentes:** Consiste en un proceso en el cual se perfora e inyecta un tramo de terreno, reperforando e inyectando a continuación el tramo inmediato inferior. También se puede aplicar este método con la colocación de obturadores, iniciándose el proceso de inyección progresivamente hacia el fondo del sondeo.

**Inyecciones por fases ascendentes:** Se trata de un proceso de inyección por tramos sucesivos, comenzando desde la parte inferior de la zona a inyectar hasta la zona superior.

**Inyección por fases repetitivas mediante tubos manguito:** Se trata de un procedimiento que permite tratar repetidamente, en distintas fases, un mismo punto, sin reperforación, para lo cual se perfora un taladro colocando en su interior un tubo, denominado "tubo manguito", que tiene una serie de agujeros periféricos, obturados exteriormente por manguitos de goma, que sirven de válvulas antirretorno, por los que sale la lechada. El espacio anular entre el tubo y el terreno se rellena constituyendo lo que se denomina "gaine", con el objetivo de conseguir una obturación longitudinal continua.

#### 3.4.3.1. Materiales y productos

##### Requisitos generales

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Se deberá evaluar la compatibilidad de todos los componentes de la lechada. Asimismo se deberá evaluar la interacción entre la lechada y el terreno a tratar.

Una vez aprobados los materiales a utilizar no deberán modificarse, salvo autorización del Director de las Obras, previa realización de ensayos de conformidad, cuyo abono correrá a costa del Contratista.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el R.D.1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

##### Materiales de inyección

##### Conglomerantes hidráulicos.

Los conglomerantes hidráulicos incluyen los cementos y productos similares que se emplean suspendidos en el agua para la preparación de las lechadas.

En la selección del conglomerante hidráulico para la lechada se deberá considerar su granulometría en relación a las dimensiones de las fisuras o huecos existentes en el terreno a tratar.

Se podrán utilizar todos los tipos de cemento que sean compatibles con la lechada y el terreno a tratar y cumplan con las prescripciones de la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos.

El cemento a utilizar se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

### **Materiales arcillosos.**

Podrán utilizarse materiales arcillosos en las lechadas hechas a base de cemento, con el fin de reducir la sedimentación, y variar la viscosidad y la cohesión de la lechada, consiguiéndose, además, una mejora de la bombeabilidad.

Se podrán utilizar arcillas naturales de carácter eminentemente plástico y estructura laminar, siendo conveniente el empleo de arcillas de tipo bentonítico, activadas o modificadas, por su mejor calidad en cuanto al efecto superficie de sus partículas, así como por la mayor regularidad de sus propiedades.

En todo caso deberá conocerse la mineralogía, granulometría, humedad y límite líquido del material arcilloso que se utilice.

### **Arenas y filleres.**

Las arenas y los filleres podrán emplearse en las lechadas de cemento y en las suspensiones de arcilla como aditivos de masa o bien como productos para variar la consistencia de la lechada, mejorar su comportamiento frente a la acción del agua, su resistencia mecánica y su deformabilidad.

En general podrán utilizarse arenas naturales o gravas, filleres calcáreos o silíceos, puzolanas y cenizas volantes siempre que se asegure que no contienen elementos perjudiciales.

### **Agua.**

El agua deberá ser compatible con el cemento a emplear, debiendo realizarse ensayos del agua obtenida «in situ», para determinar el contenido de cloruros según UNE 7178, sulfatos según UNE 7131 y materia orgánica según UNE 7235 antes de su aprobación.

### **Productos químicos.**

Se podrán utilizar productos químicos tales como los silicatos y sus reactivos, resinas acrílicas y epoxi, materiales hechos a base de lignina y poliuretanos, siempre que cumplan la legislación ambiental vigente.

Se deberá considerar, a la hora de evaluar su utilización, el conjunto de reacciones que puedan producirse tanto entre los productos empleados y sus derivados, como con otros componentes de la lechada y con el suelo existente.

Los aditivos son productos orgánicos e inorgánicos que se añaden, en general en cantidades reducidas, a la lechada con el objetivo de modificar sus propiedades y controlar sus parámetros, tales como viscosidad, tiempo de fraguado y estabilidad, durante el proceso de inyección, además de la resistencia, cohesión y permeabilidad una vez colocada la lechada. Como aditivos se podrán utilizar, entre otros, superplastificantes, productos para retener agua y productos para arrastrar aire.

### **Lechadas.**

Se denomina lechada a un material bombeable que se inyecta en el terreno modificando las características físicas del medio.

A efectos de este artículo las lechadas se clasifican como:

**Suspensiones:** Son las lechadas que contienen agua y productos sólidos no disueltos, pudiendo incluir también aditivos. Durante el flujo presentan el comportamiento de un fluido de Bingham.

En las suspensiones se debe tener en cuenta la tendencia que presentan los sólidos en suspensión a sedimentar (por efecto de la acción de la gravedad), y a perder agua bajo presión, lo que deberá ser considerado con relación a la naturaleza y propiedades de los materiales existentes.

A estos efectos se considerará que una suspensión es estable si cuando se coloca un litro (1 l) en un cilindro graduado, al cabo de cuatro horas (4 h), el volumen superior de agua clara que sobrenada es inferior al cuatro por ciento (4%) del volumen total.

**Disoluciones:** Las disoluciones que se emplean como lechadas se caracterizan por la ausencia de partículas sólidas, al disolverse los componentes químicos en el agua.

Se caracterizan por presentar un comportamiento de fluido newtoniano.

### 3.4.3.2. Ejecución

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### Perforación

El procedimiento de perforación elegido y de limpieza deberán asegurar la viabilidad del proceso de inyección futuro, en especial cuando se pueda incurrir en modificaciones de la permeabilidad de los puntos de inyección. En el caso de inyección de un macizo rocoso se deberá tener en cuenta la disposición de los planos de estratificación, diaclasas y fracturas, debiéndose ajustar las perforaciones a la orientación y espaciamiento de las principales juntas abiertas.

Las perforaciones se realizarán de acuerdo con los ángulos, orientación y espaciamiento incluidos en el Proyecto.

No se permitirán desviaciones, con relación al eje de la perforación prevista, superiores a un tres por ciento (3 por 100) de su longitud para profundidades de hasta veinte metros (20 m). En el caso de perforaciones más profundas la distancia entre perforaciones contiguas se deberá ajustar para tener en cuenta posibles desviaciones.

En el caso de que la inyección no se realice inmediatamente después de la perforación, se deberá proteger ésta para evitar su contaminación.

#### Preparación de la lechada

Los componentes de la lechada deberán almacenarse de tal manera que sus propiedades no se vean alteradas por los efectos de la climatología, en especial de la temperatura y de la humedad.

Se deberá impedir la contaminación de la lechada y de sus componentes durante el almacenaje, manipulación y entrega.

Cuando las lechadas contengan bentonita, ésta deberá hidratarse antes de su empleo en las mezclas.

La dosificación de los componentes de la lechada se deberá efectuar con dispositivos homologados, con tolerancias que no sobrepasen, en ningún caso, el cinco por ciento (5 por 100), debiendo respetarse, para valores inferiores, el nivel de tolerancia estipulado por los fabricantes.

Se deberán utilizar procesos de batido y/o mezclado automáticos.

Los equipos de mezclado deberán seleccionarse para garantizar la homogeneidad de la muestra.

Las bombas y los equipos de inyección se deberán seleccionar de acuerdo con la técnica de inyección elegida.

La presión de inyección se medirá lo más cerca posible del punto de tratamiento.

Los sistemas de inyección deberán eliminar aumentos bruscos de presión con el objetivo de impedir la iniciación no intencionada y no detectada de fracturas hidráulicas.

Las tuberías de suministro de lechada deberán ser capaces de soportar la presión máxima de bombeo con un margen suficiente de seguridad. Su diámetro deberá permitir caudales suficientemente elevados para impedir la separación de los componentes de la lechada mezclada (suspensiones).

Las tuberías de distribución para el suministro de lechadas de resina deberán ser resistentes y se limpiarán inmediatamente después de realizar la inyección.

Las suspensiones deberán agitarse hasta el momento en que se inyecte la lechada, para impedir su sedimentación.

Si se utilizan tubos manguito, el interior del tubo de inyección se deberá lavar al final de cada fase de inyección.

#### Colocación y secuencias de la inyección

El desarrollo de una obra de inyección es un proceso interactivo y continuo, que exige una supervisión "in situ".

El proceso de inyección se rige por:

El volumen de lechada por fase.

El caudal.

La presión de inyección.

La viscosidad de la lechada.

La elección del método de colocación de la lechada dependerá de las características del terreno, de los objetivos a conseguir con el trabajo y del tipo de lechada a emplear.

Los huecos y cavidades grandes suelen rellenarse por gravedad, bien directamente o bien mediante un tubo-tremie que alcance la base del hueco o de la cavidad.

La inyección por fases descendentes es el método clásico de inyección de rocas, en especial si se trata de macizos rocosos inestables.

La inyección por fases ascendentes se aplica en macizos rocosos estables, así como en terrenos inestables si el objetivo es una inyección de compactación.

La inyección por fases repetitivas mediante tubos manguito tiene su campo de aplicación principal en suelos y en terrenos rocosos inestables. Esta técnica permite inyectar, en diferentes fases, sin reperforación, un mismo punto de tratamiento.

Los obturadores podrán ser pasivos, mecánicos o hidráulicos y deberán tener una longitud suficiente para minimizar el riesgo de fuga de lechada de la zona tratada, debiendo garantizar, asimismo, la estanqueidad entre la pared y el tubo de inyección cuando la presión alcance su valor máximo.

La longitud máxima de tramo de tratamiento, en macizos rocosos, no deberá sobrepasar el intervalo comprendido entre cinco y diez metros (5 y 10 m), debiendo, en caso de estar la roca alterada o fisurada, ajustarse dicho intervalo.

En suelos, la longitud máxima de tramo de tratamiento no deberá ser mayor de un metro (1 m) de longitud.

Cuando se sepa o sospeche que la inyección se va a realizar en presencia de aguas subterráneas con circulación, se deberán adoptar medidas que eviten una excesiva dilución o una pérdida total de lechada.

### **3.4.3.3. Supervisión y control**

Siempre que sea posible se deberán utilizar sistemas informatizados para:

El seguimiento de la perforación de los sondeos.

La medición y control de la presión, del caudal y del volumen de las lechadas inyectadas en cada punto.

Las propiedades de la lechada se supervisarán mediante los ensayos de control que indique el Proyecto, o en su defecto mediante los que establezca el Director de las Obras, para asegurar, durante el transcurso de la inyección, el cumplimiento permanente de las características exigidas a la misma.

Las propiedades resistentes de las lechadas se determinarán mediante la realización de ensayos de compresión simple y/o de resistencia al corte.

Se deberá colocar la instrumentación recogida en el Proyecto, o en su defecto la que establezca el Director de las Obras, para efectuar el seguimiento de los movimientos del terreno y/o de las estructuras, con un nivel de precisión suficiente para asegurar que dichos movimientos permanecen dentro de los límites de tolerancia establecidos.

Para evaluar el grado de eficacia de las inyecciones se deberán realizar los ensayos que incluya el Proyecto, o en su defecto los que establezca el Director de las Obras, con el objetivo de poder modificar el tratamiento, conforme a las directrices que adopte el Director de las Obras, frente a cualquier anomalía.

### **3.4.3.4. Normas de referencia**

UNE 83956:2008 Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del contenido en ion sulfato.

UNE 83958:2014 Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del contenido en cloruros.

UNE 83960:2014 Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado. Determinación del contenido de sustancias orgánicas solubles en éter.

### 3.5. MICROPILOTES

#### 3.5.1. Materiales

##### Armadura tubular

Se empleará armadura tubular N-80.

A los efectos del control del suministro de los productos de acero para armadura tubular, se denomina partida al material que cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que corresponda al mismo tipo de perfil hueco.
- Que corresponda al mismo tipo y grado de acero.
- Que proceda de un mismo fabricante.
- Que haya sido suministrado de una vez.

No podrán utilizarse productos de acero como armadura tubular que no adjunten la documentación indicada a continuación:

- A la entrega de cada suministro se aportará un albarán con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Número de partidas que componen el suministro, identificando, para cada partida, al fabricante y su contenido (peso, número de perfiles, tipo y grado de acero del material base de partida).

- Además, cada partida deberá llegar acompañada de la siguiente documentación:

- Certificado del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores de las diferentes características especificadas en la norma UNE EN 10210 ó UNE EN 10219, según corresponda.
- Resultados de los ensayos que justifiquen que los productos de acero cumplen las características anteriormente citadas.

Una vez comprobada la documentación que debe acompañar al suministro, se debe proceder a comprobar el correcto marcado de los perfiles o paquetes de perfiles, que debe incluir la designación abreviada de la norma que corresponda, el tipo y grado de acero y el nombre o las siglas del fabricante.

Ejemplo: EN10210 – S275 JO + Marca del fabricante

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto incluirá los criterios para llevar a cabo el control de los acopios.

##### Barras de acero corrugadas

Para el control de las barras de acero corrugadas se estará a lo especificado en el artículo 240 del PG-3.5.2.3.

##### Cemento

Para la inyección de lechada se empleará cemento tipo CEMI-42,5N

Se estará a lo especificado en el artículo 202 del PG-3.

#### 3.5.2. Control de ejecución

##### Control de la perforación y colocación de la armadura

Durante la ejecución de los micropilotes se comprobará que se cumplen los procedimientos y secuencias constructivas establecidas en el proyecto y en el protocolo de ejecución.

Al realizar la perforación se comprobará que el estado y características del terreno se corresponden con las previstas en el proyecto.

En caso contrario se deberán analizar las potenciales repercusiones de dichas variaciones en la propia concepción del micropilote y en su proceso de ejecución.

En caso de que fuera necesario emplear sistemas de perforación diferentes de los previstos en el proyecto, deberá tenerse en cuenta su repercusión en la determinación del valor de la resistencia estructural, a través del coeficiente de influencia del tipo de ejecución.

Se comprobará el replanteo de cada uno de los micropilotes, ejecutándose posteriormente la perforación con las tolerancias geométricas establecidas.

#### Control de la fabricación de la lechada o mortero del proceso de inyección

Se efectuarán controles para verificar la idoneidad, tanto de la fabricación de la mezcla, como del proceso de inyección.

La relación agua/cemento (a/c) será de 0,50.

En el proyecto o en el protocolo de ejecución, se dividirá la obra en lotes de control y se fijará el número de muestras y ensayos a llevar a cabo por cada lote, atendiendo a las características de la obra, la función de los micropilotes, el carácter temporal o permanente de los mismos, etc., incluyendo como mínimo los siguientes:

Se llevarán cabo con frecuencia diaria, al menos los siguientes controles:

- Tiempo de amasado.
- Relación agua/cemento (a/c).
- Cantidad de aditivo utilizado.
- Viscosidad con el cono Marsh.
- Densidad aparente de la lechada con una balanza de lodos, inmediatamente
- antes de la inyección.

Al menos una vez cada diez (10) días en los que se produzcan operaciones de inyección, se efectuará una toma de muestras para realizar los siguientes ensayos:

- De resistencia a compresión de la lechada o mortero, mediante la rotura de una (1) probetas a veintiocho días (28 d) de edad.
- De exudación y reducción de volumen. Se comprobará que los valores de los parámetros controlados coinciden con los establecidos en el proyecto y en el protocolo de ejecución.

#### Partes de trabajo

Una vez se haya concluido la ejecución de cada micropilote, se completará un parte de trabajo.

- Ubicación y numeración de cada micropilote, referida a planos.
- Comprobación del replanteo de cada taladro.
- Datos de la perforación: fecha y horas de inicio y conclusión, longitud, inclinación, tipo de avance (rotación o rotopercusión), tipo de sostenimiento (entubación perdida o recuperable, empleo de lodos, perforación estable, etc.), diámetros (en el terreno y en el cimienta antiguo en su caso), así como descripción cualitativa del terreno y de su dureza, afluencia de agua y cualquier otro dato que se considere relevante.
- Datos de la armadura (tubular y de acero corrugado en su caso), uniones, manguitos, entradores y otros elementos, conforme a lo especificado en el protocolo de ejecución.
- Datos de la mezcla de inyección: fórmula de trabajo de la lechada o mortero utilizada; fecha y horas de la preparación de la mezcla y de comienzo y final de la inyección y de las reinyecciones en su caso; tiempo transcurrido entre la finalización de la perforación, instalación de la armadura e inyección; volúmenes inyectados, caudales, presiones, dosificación, tiempo de amasado, densidad y viscosidad; identificación de las probetas tomadas para ensayos y resultados de estos.
- Secuencia constructiva realmente seguida, refiriendo fechas y horas de ejecución década uno de los micropilotes.
- Incidencias o imprevistos, de cualquier tipo, acaecidos durante la realización de los trabajos y medidas adoptadas ante los mismos.
- Personas responsables de cada comprobación u operación referida en este parte y equipos de perforación e inyección utilizados.

- Cualquier otro aspecto que, a la luz de lo especificado en el proyecto o en el protocolo de ejecución, se considere relevante.

Se verificará la existencia de un parte de trabajo por cada micropilote, comprobando su contenido, conforme a lo indicado en el párrafo precedente.

Los partes de trabajo de ejecución estarán en todo momento a disposición del Director de las Obras, recomendándose su archivo junto con el resto de documentación técnica de las mismas.

#### Pruebas de trabajo

Los principales tipos de prueba de carga que pueden llevarse a cabo se clasifican en función del esfuerzo aplicado (compresión, tracción, o carga lateral) y del valor de este alcanzado en la prueba con relación a la capacidad última del micropilote, pudiendo llegar hasta su rotura. También pueden clasificarse según se utilicen para investigación de las propiedades resistentes del conjunto micropilote-terreno, o como verificación de la idoneidad de los micropilotes ya construidos.

El número y tipo de pruebas de carga a efectuar se definirá en el proyecto, en su defecto en el protocolo de ejecución, o en cualquier caso a criterio del Director de las Obras, en función de la importancia de los micropilotes, de su número y del nivel de conocimiento, homogeneidad y naturaleza del terreno.

### 3.6. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

#### 3.6.1. Terraplenes

#### PRESCRIPCIONES TECNICAS PARA LOS MATERIALES DE TERRAPLENES

El tipo de relleno indicado para esta obra es un material estéril de cantera, piedra en rama.

NORMATIVA.

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

DEFINICION.

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de las excavaciones realizadas en obra, o de préstamos que se definan en Proyecto, o se autoricen por la Dirección de Obra.

Los materiales objeto de control en esta unidad de obra serán:

- Materiales que la constituyen.
- Extensión.
- Compactación.

ZONAS.

En los terraplenes se distinguirán tres zonas:

- Cimientado: parte del terraplén por debajo de la superficie original del terreno.
- Núcleo: parte del terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.
- Coronación: Formada por la parte superior del terraplén o relleno sobre fondos de desmonte para la formación de la explanada.

COMPACTACION.

La capa de suelo seleccionado se someterá al ensayo de carga con placa según NLT 357 a dos ciclos de carga-descarga por cada uno de los puntos a ensayar en los que los resultados mínimos serán:

- Módulo de elasticidad del segundo ciclo superior a ciento veinte Mega Pascales ( $E_2 > 120$  MPa).

Simultáneamente la relación  $E_2/E_1$  será igual o inferior a dos unidades dos décimas ( $E_2 < 2.2$ )

EJECUCION.

Los Terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a 2°C. Sobre las tongadas en ejecución se prohibirá el tráfico rodado hasta que finalice la compactación. Si no es posible, el tráfico se distribuirá de forma que no se concentren huellas rodadas en la superficie.

CONTROL.

Para el control de los Terraplenes se tendrán en cuenta las "Recomendaciones para el Control de Calidad en Obras de Carreteras" promulgadas por el antiguo MOPT, distinguiéndose dos tipos de Control: Control de los Materiales y Control de la Compactación.

#### Control de Materiales.

Su objeto será comprobar que el material a utilizar cumple lo establecido en el PG-3/75 y los Pliegos de Prescripciones Técnicas y será lo siguiente:

- Por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material: - Próctor Normal s/NLT 107:91
- Por cada 5.000 m<sup>3</sup> de material: - Ensayo granulométrico s/NLT 104:91
  - Determinación de Límites de Atterberg s/NLT 105/106:91
- Por cada 10.000 m<sup>3</sup> de material:- Índice de C.B.R. en Laboratorio s/NLT 111:87
  - Determinación de Materia Orgánica s/NLT 118:91

#### Control de la Compactación.

Su objeto será comprobar que la compactación de cada tongada cumple las condiciones del PG - 3/75 y las establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

- LOTE: Material que entra en 5.000 m<sup>2</sup> de tongada o fracción diaria compactada si esta es menor. Si la fracción diaria es superior a 5.000 m<sup>2</sup> y menor del doble se formarán dos lotes aproximadamente iguales.
- MUESTRA: Conjunta de 5 unidades o puntos de muestreo tomados de forma aleatoria en su superficie definida como lote para realizar el ensayo de placa de carga.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO.

Los resultados de los ensayos de los materiales, serán siempre valores que cumplirán las limitaciones establecidas en el PG-3/75 y en los Pliegos de Prescripciones Técnicas.

Las densidades secas obtenidas en la capa compactada deberán ser iguales o mayores a las especificadas en el PG-3/75 y en los Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto en cada uno de los puntos ensayados. No obstante dentro de una MUESTRA, se admitirán resultados individuales de hasta un 2% menores que los exigidos en Proyecto, siempre que la media aritmética del conjunto de la MUESTRA resulte igual o mayor que el valor fijado en el Pliego.

El contenido de humedad de las capas compactadas no será causa de rechazo salvo cuando, por causa justificada, se utilicen suelos con características expansivas.

#### 3.6.2. Subbase granular

### PRESCRIPCIONES TECNICAS PARA LOS MATERIALES DE SUBBASES

#### NORMATIVA.

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### DEFINICION.

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de Los materiales serían áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, suelos seleccionados o materiales localizados, exentos de arcilla, marga u otros materiales extraños.

Los materiales objeto de control en esta unidad de obra serán:

- Materiales que la constituyen.
- Extensión.
- Compactación.

#### Advertencias de uso y almacenamiento

Se evitarán exposiciones prolongadas del material a la intemperie. Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo por contacto con la superficie de apoyo o por inclusión de materiales extraños.

#### COMPACTACION.

La capa de suelo seleccionado se someterá al ensayo de carga con placa según NLT 357 a dos ciclos de carga-descarga por cada uno de los puntos a ensayar en los que los resultados mínimos serán:

- Módulo de elasticidad del segundo ciclo superior a ciento veinte Mega Pascales (E2 > 120 MPa).

Simultáneamente la relación E2/E1 será igual o inferior a dos unidades dos décimas (E2 < 2.2)

#### EJECUCION.

Los Terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a 2°C. Sobre las tongadas en ejecución se prohibirá el tráfico rodado hasta que finalice la compactación . Si no es posible, el tráfico se distribuirá de forma que no se concentren huellas rodadas en la superficie.

#### CONTROL.

Para el control de los Terraplenes se tendrán en cuenta las "Recomendaciones para el Control de Calidad en Obras de Carreteras" promulgadas por el antiguo MOPT, distinguiéndose dos tipos de Control: Control de los Materiales y Control de la Compactación.

#### Control de recepción inicial

No contengan restos vegetales.  
No estén contaminados.  
Se evitarán mezclas distintas.

#### Control de Materiales.

Su objeto será comprobar que el material a utilizar cumple lo establecido en el PG-3/75 y los Pliegos de Prescripciones Técnicas y será lo siguiente:

- Por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material:
  - Próctor Normal s/NLT 107:91
- Por cada 5.000 m<sup>3</sup> de material:
  - Ensayo granulométrico s/NLT 104:91
  - Determinación de Límites de Atteberg s/NLT 105/106:91
- Por cada 10.000 m<sup>3</sup> de material:
  - Índice de C.B.R. en Laboratorio s/NLT 111:87
  - Determinación de Materia Orgánica s/NLT 118:91

#### Control de la Compactación.

Su objeto será comprobar que la compactación de cada tongada cumple las condiciones del PG - 3/75 y las establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

- LOTE: Material que entra en 5.000 m<sup>2</sup> de tongada o fracción diaria compactada si esta es menor. Si la fracción diaria es superior a 5.000 m<sup>2</sup> y menor del doble se formarán dos lotes aproximadamente iguales.
- MUESTRA: Conjunta de 5 unidades o puntos de muestreo tomados de forma aleatoria en su superficie definida como lote para realizar el ensayo de placa de carga.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO.

Los resultados de los ensayos de los materiales, serán siempre valores que cumplirán las limitaciones establecidas en el PG-3/75 y en los Pliegos de Prescripciones Técnicas.

Las densidades secas obtenidas en la capa compactada deberán ser iguales o mayores a las especificadas en el PG-3/75 y en los Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto en cada uno de los puntos ensayados. No obstante dentro de una MUESTRA, se admitirán resultados individuales de hasta un 2% menores que los exigidos en Proyecto, siempre que la media aritmética del conjunto de la MUESTRA resulte igual o mayor que el valor fijado en el Pliego.

El contenido de humedad de las capas compactadas no será causa de rechazo salvo cuando, por causa justificada, se utilicen suelos con características expansivas.

#### 3.6.3. Rellenos con zahorra

#### PRESCRIPCIONES TECNICAS PARA ZAHORRA ARTIFICIAL.

##### NORMATIVA.

Instrucción sobre secciones de firmes en autovías (anexos) s/Orden ministerial de 31 de julio de 1.986.

##### ESPECIFICACIONES.

##### DEFINICION.

Se define zahorra artificial al material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión, humectación si procede, y compactación de cada tongada.

- Refino de la superficie de la última tongada.

#### MATERIALES.

- El rechazo por el tamiz 5 UNE deberá contener un mínimo del 75% para tráfico T0 y T1, o del 50%, para los demás casos, de elementos triturados que presenten no menos de 2 caras de fractura.
- El cernido por el tamiz 80 µm. UNE será  $< 2/3$  del cernido por el tamiz 400 µm UNE.
- La curva granulométrica estará comprendida dentro de los husos reseñados en la siguiente tabla:

TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	ZA (40)	ZA (25)
40	100	---
25	75-100	100
20	50-90	75-100
10	45-70	50-80
5	30-50	35-60
2	15-32	20-40
400	6-12	8-22
80	0-10	0-10

- El Índice de lajas será  $< 35$
- El coeficiente de desgaste Los Angeles será  $< 30$  para tráfico T0 y T1, y  $< 35$  en los demás casos (el ensayo se realizará con la granulometría del tipo B).
- El coeficiente de limpieza será  $\geq 2$ .
- El equivalente de arena será  $> 35$  para tráfico T0 y T1, y  $> 30$  en los demás casos.
- El material será no plástico.

#### EJECUCION.

La zahorra se preparará en central y no "in situ". Salvo que el P.P.T.P. o la Dirección de obra lo autorice el agua se podrá añadir en obra para tráfico que no sea T0 y T1.

Los materiales se extenderán en tongadas con espesores comprendidos entre 10 y 30 cm.

Antes del empleo de un tipo de material será preceptiva la realización de un tramo de prueba para fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador, además de determinar la humedad.

Las zahorras se podrán emplear siempre que la climatología no haya alterado la humedad en más del 2% la humedad óptima.

Se prohibirá el tráfico sobre las capas recién ejecutadas, mientras no se construya la siguiente (caso de ser necesario se distribuirán las rodadas sin concentrarse en una sola zona).

#### COMPACTACION.

La compactación de una zahorra artificial se comprobará bajo dos aspectos:

- Densidad.

La compactación se continuará hasta alcanzar una densidad  $\geq 100\%$  de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Cuando la zahorra se emplee en calzadas para tráfico T3 ó T4, o en arcenes, se admitirá una densidad  $\geq 97\%$  de la máxima referida.

- Carga con placa.

En las capas de zahorra artificial, los valores del módulo E2 obtenidos en el ensayo de carga con placa serán mayores o iguales a los indicados en la siguiente tabla:

SITUACIÓN	E2 (MPa)		
	T0 - T1	T2 - T3	T4 - arcén
SUB - BASE	100	80	40
BASE	120	100	60

#### CONTROL.

Para el Control de Calidad de las zahorras artificiales se distinguirá entre el control de los materiales y el control de la compactación.

##### Control de Materiales.

Por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material:

##### Programa de control de calidad. Memoria

- Próctor Modificado s/NLT 108:91.
- Equivalente de arena s/NLT 113:87.
- Granulometría por tamizado s/NLT 104:91.
- Por cada 5.000 m<sup>3</sup> de material:
  - Índice de lajas s/NLT 354:91.
  - Límites de Atterberg s/NLT 105/106:91.
  - Coeficiente de Limpieza s/NLT 172:86.
- Por cada 15.000 m<sup>3</sup> de material:
  - Desgaste de los Angeles s/NLT 149:91

### Control de la Compactación.

- LOTE: Se considera a la cantidad de material, que se aceptará o rechazará, que entra en 250m. de calzada o arcén, o alternativamente a 3.000 m<sup>2</sup> de capa.
- MUESTRA: Conjunto de una unidad o unidades tomadas del tamaño del lote para determinar:
  - 6 ensayos de Densidad/Humedad "in situ" mediante isótopos radioactivos por lote.
  - 1 ensayo de carga con placa s/NLT 357:86 por lote.

Sobre cada muestra tomada para el control de compactación se realizarán ensayos de:  
-Granulometría por tamizado, según la norma NLT 104/72  
-Proctor modificado, según la norma NLT 108/72

### CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO.

Antes del uso de una zahorra artificial se verificarán los requisitos establecidos mediante la comprobación de las especificaciones exigibles al material como tal.

Las densidades medias obtenidas en la tongada no serán inferiores a las especificadas; no más de dos valores de la muestra de 6 unidades estará por debajo en un 2% de la densidad exigida.

La humedad tendrá carácter indicativo no constituyendo por sí sola como base de aceptación o rechazo.

Los módulos E2 obtenidos en el ensayo de carga con placa no serán inferiores a los especificados.

## 3.7. SERVICIOS

### 3.7.1. Abastecimiento de agua

#### RECEPCIÓN EN OBRA DE LOS TUBOS Y ELEMENTOS

Se comprobará el marcado de la tubería que como mínimo tendrá:

1. Marca de la fábrica
2. Diámetro nominal
3. Presión normalizada en kg/cm<sup>2</sup>
4. Marca de identificación de orden, edad o serie.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presenten defecto serán rechazadas.

Se exigirá certificado de garantía del cumplimiento de las pruebas en fábrica y control de fabricación. Dicha certificación podrá ser sustituida por sello de calidad o certificado de homologación especialmente en los elementos o piezas especiales.

#### CONTROL DE CARACTERÍSTICAS

Características a comprobar en tubos de fundición dúctil moldeada.

1. Examen visual del aspecto general de los tubos.
2. Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
3. Pruebas de estanquidad.
4. Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.
5. Ensayo de flexión sobre testigos del material.
6. Ensayo de tracción sobre testigos del material.
7. Ensayo de impacto sobre testigos del material.
8. Ensayo de dureza Brinell.
9. Prueba de presión interior en tubería instalada.
10. Prueba de estanquidad en tubería instalada.

## NORMATIVA DE APLICACIÓN

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua.  
Normativa UNE.

## CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los ensayos previstos deberán cumplir la normativa de aplicación. Dichas pruebas, salvo si desde los servicios técnicos municipales se determinan otros datos, se realizará adoptando una presión interior de prueba de 10 kg/cm<sup>2</sup> que supone una presión máxima de trabajo (Pt)=7,14 kg/cm<sup>2</sup>.

La presión de servicio puede ser de alrededor de 5 kg/cm<sup>2</sup> por lo que la sobrepresión interior deberá ser inferior a 1,41 kg/cm<sup>2</sup>.

Una vez cumplido satisfactoriamente la prueba anterior con una presión máxima estática de 7,5 kg/cm<sup>2</sup> y una duración de la prueba de dos horas, la pérdida en la prueba de estanquidad deberá ser inferior a 0,075 x L litros, siendo L la longitud del tramo sometido a prueba.

### 3.7.2. Saneamiento

#### RECEPCIÓN EN OBRA DE LOS TUBOS

Se procederá a las inspecciones visuales y comprobaciones recogidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

El suministrador deberá presentar certificado de garantía de haberse efectuado satisfactoriamente los ensayos y de que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Se procederá al visionado con cámara de televisión no debiéndose observar anomalías que a juicio del Director de Obra puedan ser consideradas como inadmisibles para una correcta funcionalidad de la instalación. Entre ellas cabe citar:

- Tubos rotos
- Ovalaciones
- Giros de tubos
- Juntas fuera de lugar
- Fugas o entradas de agua incontroladas
- Existencia de cuerpos sólidos
- Estancamiento de agua
- Etc.

### 3.7.3. Juntas de caucho para tubos de saneamiento

#### MATERIALES

Perfiles de material elastomérico obtenido con caucho y materiales de adición, vulcanizados, para la formación de juntas.

#### CONTROL DE RECEPCIÓN INICIAL

Lectura y archivo del albarán de entrega.  
Comprobar que el tipo y la cantidad de material suministrado coincide con el solicitado.  
Comprobar que el perfil presenta un aspecto uniforme, sin fisuras, deformaciones, agujeros u otros defectos.

#### Advertencias de uso y almacenamiento

Se conservarán protegidos de temperaturas superiores a 40° C y en lugares cubiertos.

#### CONTROL DE CARACTERÍSTICAS

Características a comprobar.	Norma
<b>Programa de control de calidad. Memoria</b>	
Proyecto de obras de urbanización de la U.E. 2 del A-44 en Osintxu, Bergara (Gipuzkoa) • Osintxun A-44ko 2. EUa urbanizatzeko obrer proiektua, Bergara(Gipuzkoa)	Mayo/2023/Maiatza
	157/168

Ensayo nº		
1.	Absorción de agua	ASTM D-471
2.	Compresión SET	ASTM D-395
3.	Dureza Shore A	ASTM D-2240
4.	Tensión de rotura	ASTM D-412
5.	Envejecimiento acelerado	ASTM D-573
6.	Resistencia a los ácidos	
7.	Resistencia al frío	
8.	Resistencia al ozono	

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Básica: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (PPTGTS/86)

Otras: UNE

Criterios de aceptación o rechazo

Cumplimiento de la normativa de aplicación y en concreto la norma UNE 53590/75.

#### 3.7.4. Instalación eléctrica y alumbrado

Con carácter general:

- Verificación de que el montaje de la instalación eléctrica se ajusta a lo indicado en el Proyecto correspondiente.
- Verificación de que el montaje de la instalación eléctrica cumple con las prescripciones de los Reglamentos de Alta y Baja Tensión y el de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y cualesquiera otras que le fuesen de aplicación.

Con carácter particular:

- Comprobación de que durante el montaje de esta instalación no se producen incompatibilidades con otras instalaciones.
  - a) En instalaciones de A.T.:
    - Verificación de que los equipos son de las características definidas en Proyecto.
    - Verificación de la instalación de apoyos en líneas aéreas y del tendido de los conductores.
    - Verificación del tendido de cables en instalaciones enterradas.
    - Comprobación de las características de los cables de media y alta tensión: material, sección, tensión nominal aislamiento, etc.
    - Verificación de las características del transformador/es.
    - Verificación del montaje del transformador/es, de sus protecciones y conexionado de conductores.
    - Control dimensional del local del centro de Transformación y de las puertas de acceso.
    - Comprobación de ventilaciones, señalización y seguridad del conjunto.
    - Verificación de las puestas a tierra de neutros y herrajes.
    - Comprobación de los sellos o marcas de garantía de calidad de los elementos que forman el centro de transformación.
    - Verificación de los certificados de pruebas y ensayos de los transformadores y cabinas de A.T.

b) En instalaciones en B.T.:

- Verificación del cuadro general, comprobando dimensiones, cableado, aparatos de protección y mando, etc.
  - Verificación de las características de los conductores de líneas generales y circuitos secundarios, comprobando: tipo de conductor y sección, aislamiento, etc.
  - Control del trazado y tendido de los conductores, comprobando el montaje, las posibles interferencias con otras instalaciones, el tipo de tubos protectores y cajas de registro y/o derivación y su montaje, etc.
  - Verificación de los cuadros secundarios de distribución, controlando: dimensiones, cableado interior, aparatos de protección y mando, etc.
  - Verificación de los equipos de alumbrado, sus características y montaje (fijaciones y conexiones).
  - Comprobación de las características de las lámparas y tubos fluorescentes: potencia, flujo luminoso, temperatura de color, etc.
  - Verificación de las puestas a tierra. (conexión con las estructuras, enterramiento del cable, separación entre picas, dimensiones de las arquetas, etc).
  - Verificación de las características, situación y conexionado del grupo electrógeno, batería de condensadores y S.A.I.
  - Comprobación de los sellos o marcas de garantía de calidad de los elementos de B.T. (automáticos, luminarias, tomas de corriente, cuadros eléctricos, conductores, grupo electrógeno, S.A.I., baterías de condensadores, etc).
- c) En instalaciones de alumbrado exterior:
- Verificación del cuadro general.
  - Verificación del montaje y características de los conductores y su embornado a los puntos de alumbrado público y conexionado en cuadro.
  - Comprobación de las características de los aparatos de alumbrado.
  - Verificación de las puestas a tierra.
- Pruebas de servicio:
- a) En Alta Tensión.
- Medida del aislamiento de conductores entre fases y con relación a tierra.
  - Medida de la Rigidez Dieléctrica.
  - Medida de la resistencia de tierra del neutro y herrajes del transformador.
  - Medida de las tensiones de paso y de contacto.
  - Medida de los niveles de ruido inducidos por el transformador.
  - Funcionamiento de enclavamientos y otras medidas de seguridad.
  - Funcionamiento de interruptores, seccionadores, etc.,
  - Medida de los niveles de ventilación e iluminación del C.T.
- b) En Baja Tensión.
- Funcionamiento de los P.I.A.
  - Funcionamiento de interruptores diferenciales, verificando tensión de disparo y sensibilidad.
  - Medida de la resistencia de tierra.

- Medida de aislamiento de los conductores: entre conductores activos y con relación a tierra.
- Medida de la continuidad del conductor de protección.
- Determinación de las corrientes de fuga.
- Comprobación del funcionamiento de voltímetros y amperímetros.
- Medida de la caída de tensión en los circuitos más desfavorables.
- Medida de las potencias activa y aparente y determinación del factor de potencia.
- Medida del equilibrio de fases
- Funcionamiento de puntos de luz, de tomas de corriente y del alumbrado, de señalización y emergencias, de interruptores de encendido y conmutados.
- Determinación de la autonomía de los aparatos de emergencia.
- Medida de los niveles de iluminación.
- Funcionamiento global de la instalación.

c) En alumbrado.

- Medida de las puestas a tierra.
- Medida de aislamiento de los conductores: entre conductores activos y con relación a tierra.
- Medida de la continuidad del conductor de protección.
- Comprobación de los aparatos de protección y mando y su funcionamiento, verificando calibres, sensibilidad, disparo, etc.
- Medida de los niveles de iluminación.
- Medida de las caídas de tensión.
- Medida de las potencias activa y aparente y determinación del factor de potencia.
- Comprobación del alumbrado reducido.

### 3.7.5. Baldosas hidráulicas

#### CONTROL DE RECEPCIÓN INICIAL

Lectura y archivo del albarán de entrega.

Comprobar que el tipo, cantidad y coloración del material suministrado coincide con el solicitado.

Comprobar que llevan inscrita al dorso y con señales indelebles la marca del fabricante.

Comprobar la clase de calidad a la que pertenecen, definida por las condiciones que se fijan en el apartado de control de características.

Comprobar que las piezas sean homogéneas y de grano y color uniforme.

Comprobar que los ángulos de fractura dan aristas vivas.

Comprobar que la cara vista sea plana y sus bordes no estén rotos ni desportillados.

En ningún caso la suma de los porcentajes de defectos excederá de 5 en la clase 1ª y de 12 en la clase 2ª.

En los casos en que se haya contratado con el fabricante la colocación o acabado en obra, podrán superarse los porcentajes anteriores, siempre que, terminado el trabajo, no aparezcan defectos visibles a simple vista desde la altura de una persona en porcentaje superior al 80% del fijado para las baldosas sin colocar.

#### ADVERTENCIAS DE USO Y ALMACENAMIENTO

Se almacenarán de forma que no se produzcan roturas ni desportillamientos.  
Se almacenarán en lugares protegidos y a cubierto.

#### CONTROL DE CARACTERÍSTICAS

A efectos de control las partidas suministradas se clasificarán en lotes de 1.000 piezas.

Se tomarán al azar un número de losetas no inferior a 20 hasta el primer millar y otras 5 por cada millar de más, desechando las que presenten defectos a simple vista, pero teniendo en cuenta que habrá que sustituirlas por otras, también tomadas al azar, y sin que el número total de piezas desechadas exceda el 5%.

Características a comprobar. Ensayo nº	NORMA
1. Características geométricas	UNE 127 001
2. Aspecto y textura	UNE 127 001
Características físicas	
3. Absorción de agua	UNE 127 003
4. Permeabilidad y absorción de agua por la cara vista	UNE 127 003
5. Heladicidad	UNE 127 004
6. Desgaste	UNE 127 005
7. Resistencia a flexión	UNE 127 006
8. Resistencia al choque	UNE 127 007

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

UNE

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Cumplimiento de la normativa de aplicación.

### 3.7.6. Bordillo prefabricado de hormigón

#### CONTROL DE RECEPCIÓN INICIAL

Lectura y archivo del albarán de entrega.

Comprobar que el tipo y cantidad de material suministrado coincide con el solicitado.

Comprobar que la cara superior es plana y que sus bordes no están desportillados.

#### ADVERTENCIAS DE USO Y ALMACENAMIENTO

Evitar, durante el transporte y almacenamiento, los posibles golpes que pueden afectar a su forma externa.

#### CONTROL DE CARACTERÍSTICAS

Se especifican en la Norma UNE 127 025/91.

Se recomienda, si el volumen de obra es importante, realizar ensayos al inicio de la obra y en el período de suministro si se observan cambios apreciables a simple vista.

Característica a comprobar Ensayo nº	Norma
1. Medidas	UNE 127 026/91
2. Peso específico	UNE 7 067
3. Absorción de agua en peso	UNE 127 027/91
4. Resistencia a flexotracción	UNE 127 028/91
5. Resistencia a compresión	NTE-RSR/84 sobre probeta cúbica de 7 cm.de lado o mediante extracción de probetas cilíndricas mediante sonda rotativa.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Básica: UNE 127 025/91



Otras: PG-4

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Cumplimiento de la normativa de aplicación.

#### **3.7.7. Otros materiales o unidades de control**

Este punto se refiere a materiales o unidades de control de menor relevancia que los desarrollados de forma específica. A criterio del que suscribe los Pliegos, Instrucciones o Condiciones Técnicas de obligado cumplimiento recogidos en el Proyecto garantizan una correcta ejecución sin que sean precisos ensayos o pruebas de laboratorio complementarios.

### 3.8. MEZCLAS BITUMNOSAS EN CALIENTE

#### PRESCRIPCIONES TECNICAS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE.

##### NORMATIVA.

Orden circular 299/89T de la Dirección de Carreteras.

##### ESPECIFICACIONES.

##### DEFINICION.

Se define como mezcla bituminosa en caliente, la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluso polvo mineral) y eventualmente aditivos, de manera que todas las partículas de árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante.

##### MATERIALES.

Las prescripciones técnicas de los materiales componentes serán las recogidas en la propia Orden. En cuanto a las prescripciones de la mezcla se cumplirá lo siguiente:

- La temperatura de la mezcla en el momento de descargarla no será inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.
- La curva granulométrica de la mezcla se ajustará a uno de los husos siguientes:

HUSO		TAMIZ									
GRANULOMETRICO		45	32	22	16	8	4	2	0,50	0,25	0,063
RODADURA	AC16 D			100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
	AC22 D			90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
SEMIDENSA	AC16 S		100	100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 S		100	90-100	70-88	50-66		24-38	11-21	7-15	3-7
GRUESA	AC32 S	100	90-100		68-22	48-63		24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 G		100	90-100	65-86	40-60		18-32	7-18	4-12	2-5
	AC32 G	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-18	4-12	2-5

### Mezcla a utilizar en función del tipo y espesor de la capa.

CAPA	ESPESOR (cm)	TIPO DE MEZCLA (Denominación norma UNE-EN 13108-1*)
RODADURA	4 - 5	AC16 surf D
		AC16 surf S
	> 5	AC22 surf D
		AC22 surf S
INTERMEDIA	5-10	AC22 bin D
		AC22 bin S
		AC32 bin S
		AC22 bin S MAM (**)
BASE	7 - 15	AC32 base S
		AC32 base G
		AC32 base G
		AC22 base S MAM (***)
ARCENES (****)	4 - 6	AC26 surf D

(\*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla

(\*\*) Espesor mínimo seis centímetros (6 cm)

(\*\*\*) Espesor máximo trece centímetros (13 cm)

(\*\*\*\*) En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

- En mezclas densas, semidensas y gruesas el análisis de huecos y resistencia a la deformación según ensayo marshall cumplirá lo siguiente:

### Criterios de dosificación empleando el aparato Marshall

CARACTERISTICA	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO				
	T0	T1	T2	T3	T4
Nº de golpes por capa			75		
Estabilidad (kN)		> 10		7,5	12,5
Deformación (mm)		2	3,5		
Huecos en mezcla (%)					
Capa de rodadura		4 - 6		3 - 5	
Capa intermedia		4 - 8		3 - 8	
Capa de base		4 - 9		3 - 9	
Huecos en árido (%)					
Mezclas 8			≥ 16		
Mezclas 12			≥ 15		
Mezclas 20			≥ 14		
Mezclas 25			≥ 13		

- En mezclas abiertas y drenantes los criterios de dosificación serán:

- Los huecos en mezcla no serán inferiores al 20%.
- La pérdida por desgaste a 25° C no deberá rebasar el 25 % de la misma (ensayo cántabro).

### EJECUCION.

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que la Dirección de Obra haya aprobado la fórmula de trabajo estudiada en laboratorio y verificado en la central.

En el momento de la descarga de la mezcla, su temperatura no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla se realizará el preceptivo tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la actuación del equipo y especialmente el plan de compactación.

No se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente cuando:

- La Tª ambiente a la sombra sea < 5°C, salvo para capas de espesor < 5 cm, en cuyo caso el límite será de 8°C.
- Se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

## CONTROL.

El control de las mezclas se refiere a su puesta en obra, y posteriormente a la compactación.

- Control de puesta en obra de mezclas densas, semidensas y gruesas.

- Por cada 500 m. / 3.500 m<sup>2</sup>/día:

- Ensayo marshall (estabilidad, deformación y huecos).
- s/NLT 159:86
- Dosificación de ligante s/NLT 164:90
- Granulometría de los áridos extraídos s/NLT 165:90

- Control de puesta en obra de mezclas abiertas y drenantes.

- Por cada 500 m. / 3.500 m<sup>2</sup>/día:

- Ensayo marshall (huecos) s/NLT 159:86
- Pérdida por desgaste (ensayo cántabro) s/NLT 352:86

- Control de la compactación

- Por cada 500 m. / 3.500 m<sup>2</sup>/día:

- Extracción de 5 testigos para determinar:  
Densidad y espesor s/NLT 168:90 en mezclas densas, semidensas y gruesas.  
Huecos s/NLT 168:90 en mezclas abiertas y drenantes.

Para el caso de los ligantes hidrocarbonados y los áridos se podrá solicitar al fabricante un certificado de garantía y de ensayos para verificar su cumplimiento.

## CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO

Las tolerancias admisibles respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo referidas a la masa total de áridos serán las siguientes:

- |   |      |
|---|------|
| - Tamiz superior al UNE 2,5 mm:                         | ± 4% |
| - Tamices comprendidos entre UNE 2,5 mm y UNE 0,08 mm : | ± 3% |
| - Tamiz UNE 0,08 mm:                                    | ± 1% |

Las tolerancias admisibles respecto a la dosificación de ligante de la fórmula de trabajo serán de ± 0,3 % en masa del total de los áridos.

En mezclas densas, semidensas y gruesas la relación entre la densidad "in situ" sobre testigo y la densidad marshall será ≥ 98 % para capas de espesor > 6 cm, y ≥ 97 % para capas ≤ 6 cm (no más de tres valores con resultados por debajo del 2% de lo prescrito).

En mezclas abiertas y drenantes, los huecos de la mezcla compactada no deberán diferir en más del 2% de la obtenida en el ensayo marshall (no más de tres valores con resultados que difieran de lo prescrito en un ± 3%).

El espesor de una capa será ≥ 80% del previsto para ella, excepto en la capa de rodadura que será ≥ 100%. Si no se llega a cumplir esta tolerancia se podrá aceptarla siempre que la capa superior compense la merma. Si el espesor total es inferior a la sección - tipo se podrá exigir la colocación de una capa adicional. No más de tres valores bajarán de lo especificado en un 10%.

Finalmente en cuanto a la mezcla en sí se cumplirá con lo recogido en las prescripciones del apartado de materiales.

## 4. CONTROL DOCUMENTAL DE MATERIALES

Relación de documentación que serán exigidos al Constructor:

### DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN Y DE SU RECEPCIÓN EN OBRA

#### Programa de control de calidad. Memoria

Proyecto de obras de urbanización de la U.E. 2 del A-44 en Osintxu, Bergara (Gipuzkoa) • Osintxun A-44ko 2. EUa urbanizatzeko obren proiektua, Bergara(Gipuzkoa)

Mayo/2023/Maiatz

165/168

Según lo señalado en la descripción de la partida, según Código estructural

#### DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE TERRAPLENES

- INFORMES DE ENSAYOS DE CONTROL (IDENTIFICACIÓN)
- INFORMES DE ENSAYOS DE CONTROL (COMPACTACIÓN)
- ALBARANES de suministro.

#### DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE ZAHORRAS

- CERTIFICADO DE ENSAYOS DEL SUMINISTRADOR
- INFORMES DE ENSAYOS DE CONTROL (IDENTIFICACIÓN)
- INFORMES DE ENSAYOS DE CONTROL (COMPACTACIÓN)
- ALBARANES de suministro.

#### DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE MEZCLAS BITUMINOSAS

- CERTIFICADOS de fórmula de trabajo del suministrador.
- CERTIFICADO DE GARANTÍA Y ENSAYOS DEL SUMINISTRADOR PARA LOS COMPONENTES.
- INFORMES DE ENSAYOS DE CONTROL (IDENTIFICACIÓN)
- INFORMES DE ENSAYOS DE CONTROL (COMPACTACIÓN)
- ALBARANES de suministro.



## 5. RELACIÓN DE ENSAYOS DE CONTROL

### Seguimiento del Plan de Control de Calidad

Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	-
Firma:	Enrique Elkoroberezibar Markiegi
Fecha	Mayo de 2023

SUBASES GRANULARES	Nº Tongadas	h relleno (m)	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº ENSAYOS PREVISTOS EN PROGRAMA	Nº Ensayos por lote	Nº Ensayos totales
ZONA BEGU, GARAJES, MURO RIO	1	0,35	275,8	788,00	1.- Humedad-densidad	1,00	7,00	7
					2.- Carga con placa	1,00	1,00	1
					3.- Ensayo de huella			
					4.- Proctor modificado	1,00	1,00	1
					5.- Granulometria por tamizado	1,00	1,00	1
					6.- Materia organica	1,00	1,00	1
					7.- Limite liquido	1,00	1,00	1
					8.- Hinchamiento libre	1,00	1,00	1
					9.- Indice CBR	1,00	1,00	1
					10.- Sales solubles	1,00	1,00	1
					11.- Limites de Atterberg	1,00	1,00	1

TOTAL	1	275,8	788,00	1.- Humedad-densidad		7
				2.- Carga con placa		1
				3.- Ensayo de huella		0
				4.- Proctor modificado		1
				5.- Granulometria por tamizado		1
				6.- Materia organica		1
				7.- Limite liquido		1
				8.- Hinchamiento libre		1
				9.- Indice CBR		1
				10.- Sales solubles		1
				11.- Limites de atterberg		1

## Seguimiento del Plan de Control de Calidad

Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	-
Firma:	Enrique Elkorobereibar Markiegi
Fecha	Mayo de 2023

ZAHORRAS	Nº Tongadas	h relleno (m)	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº ENSAYOS PREVISTOS EN PROGRAMA	Nº Ensayos por lote	Nº Ensayos totales
ZONA BEGU, GARAJES, MURO RIO	1	0,25	197	788,00	1.- Humedad-densidad	1,00	7,00	7
					2.- Carga con placa	1,00	1,00	1
					3.- Ensayo de huella			
					4.- Índice CBR	1,00	1,00	1
					5.- Inchamiento libre	1,00	1,00	1
					6.- Sales solubles	1,00	1,00	1
					7.- Materia organica	1,00	1,00	1
					8.- Granulometria por tamizado	1,00	1,00	1
					9.- Proctor modificado	1,00	1,00	1
					10.- Equivalente de arena	1,00	1,00	1
					11.- Limite liquido	1,00	1,00	1
					12.- Calidad de finos de arido grueso	1,00	1,00	1
					13.- Índice de lajas	1,00	1,00	1
					14.- Proporción de caras de fractura	1,00	1,00	1
					15.- Coeficiente de Los Angeles	1,00	1,00	1
					16.- Coeficiente ponderal en azufre	1,00	1,00	1
TOTAL	1		197	788,00	1.- Humedad-densidad			7
					2.- Carga con placa			1
					3.- Ensayo de huella			0
					4.- Índice CBR			1
					5.- Hinchamiento libre			1
					6.- Sales solubles			1
					7.- Materia organica			1
					8.- Granulometria por tamizado			1
					9.- Proctor modificado			1
					10.- Equivalente de arena			1
					11.- Limite liquido			1
					12.- Calidad de finos de arido grueso			1
					13.- Índice de lajas			1
					14.- Proporción de caras de fractura			1
					15.- Coeficiente de Los Angeles			1
					16.- Coeficiente ponderal en azufre			1

Seguimiento del Plan de Control de Calidad	
Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	.
Firma:	Enrique Elkorobereibar Markiegi
Fecha:	Mayo de 2023

MEZCLAS BITUMINOSAS	m <sup>2</sup>	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº ENSAYOS PREVISTOS POR LOTE	Nº TOTAL DE ENSAYOS
RODADURA	2.485,00	1.- Ensayo Marshall completo (estabilidad, deformacion y huecos)	1	1
		2.- Extraccion de testigo (densidad aparente y espesor de la mezcla)	3	3
		3.- Contenido de ligantes	1	1
		4.- Ensayo granulometrico en aglomerados	1	1
		5.- Regularidad superficial (IRI)	3	
		6.- Macrotectura superficial	3	
		7.- Resistencia al deslizamiento	3	
		5.- Ensayo en riego de adherencia	3	3
INTERMEDIA	0,00	1.- Ensayo Marshall completo (estabilidad, deformacion y huecos)	1	0
		2.- Extraccion de testigo (densidad aparente y espesor de la mezcla)	3	0
		3.- Contenido de ligantes	1	0
		4.- Ensayo granulometrico en aglomerados	1	0
		5.- Regularidad superficial (IRI)	3	
		6.- Macrotectura superficial	3	
		7.- Resistencia al deslizamiento	3	
		5.- Ensayo en riego de adherencia	3	0
BASE	417,00	1.- Ensayo Marshall completo (estabilidad, deformacion y huecos)	1	1
		2.- Extraccion de testigo (densidad aparente y espesor de la mezcla)	3	3
		3.- Contenido de ligantes	1	1
		4.- Ensayo granulometrico en aglomerados	1	1
		5.- Regularidad superficial (IRI)	3	
		6.- Macrotectura superficial	3	
		7.- Resistencia al deslizamiento	3	
		5.- Ensayo en riego de adherencia	3	3
TOTAL	2.902,00	1.- Ensayo Marshall completo (estabilidad, deformacion y huecos)		2
		2.- Extraccion de testigo (densidad aparente y espesor de la mezcla)		6
		3.- Contenido de ligantes		2
		4.- Ensayo granulometrico en aglomerados		2
		5.- Regularidad superficial (IRI)		
		6.- Macrotectura superficial		
		7.- Resistencia al deslizamiento		
		5.- Ensayo en riego de adherencia		6

<b>Seguimiento del Plan de Control de Calidad</b>
---

Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	.
Firma:	Enrique Elkoroberezibar Markiegi
Fecha	Mayo de 2023

ABASTECIMIENTO DE AGUAS	Ud. Colectores principales	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº ENSAYOS
<b>NUEVA RED</b>	<b>1</b>	1.- Pruebas de Estanquidad interior sobre un tubo de cada lote	1
		2.- Pruebas de rotura por presión hidráulica	1
		3.- Desinfeccion de la red	1
		4.- Analisis de control de la red	1

<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	1.- Pruebas de Estanquidad interior	1
		2.- Pruebas de rotura por presión	1
		3.- Desinfeccion de la red	1
		4.- Analisis de control de la red	1

Seguimiento del Plan de Control de Calidad	
Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	.
Firma:	Enrique Elkoroberezibar Markiegi
Fecha	Mayo de 2023

BALDOSAS HIDRAULICAS (0,3x 0,3 m <sup>2</sup> )	Diferentes tipologías de embaldosado	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº ENSAYOS TOTALES
ZONA A	1	1.- Ensayo de resistencia a compresion	1
		2.- Ensayo mecanico y geometrico en aceras	1
		3.- Resistencia a flexion de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		4.- Resistencia a la helada de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		5.- Desgaste por rozamiento de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		6.- Resistencia al choque de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		7.- Ensayo de absorcion de agua en piedra natural	1
TOTAL	1	1.- Ensayo de resistencia a compresion	1
		2.- Ensayo mecanico y geometrico en aceras	1
		3.- Resistencia a flexion de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		4.- Resistencia a la helada de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		5.- Desgaste por rozamiento de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		6.- Resistencia al choque de las baldosas hidraulicas o de terrazo	1
		7.- Ensayo de absorcion de agua en piedra natural	1

<b>Seguimiento del Plan de Control de Calidad</b>
---

Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	.
Firma:	Enrique Elkoroberezibar Markiegi
Fecha:	Mayo de 2023

ACERO EN HORMIGONES	Tipos de acero con diferentes características	kg.	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº LOTES	Nº ENSAYOS TOTALES
<b>ZONA A</b>	<b>1,00</b>	<b>347,00</b>	<b>Armaduras:</b>		
			1.- Ensayo de seccion equivalente	1	2
			2.- Características geométricas	1	2
			3.- Ensayo de doblado y desdoblado	1	2
			4.- Ensayo de traccion (carga de rotura, limite elastico, alargamiento, etc.)	1	1
			<b>Uniones soldadas:</b>		
			6.- Ensayo de traccion		
			7.- Ensayo doblado-desdoblado		

<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>	<b>347,00</b>	<b>Armaduras:</b>		
			1.- Ensayo de seccion equivalente		2
			2.- Características geométricas		2
			3.- Ensayo de doblado y desdoblado		2
			4.- Ensayo de traccion (carga de rotura, limite elastico, alargamiento, etc.)		1
			<b>Uniones soldadas:</b>		
			6.- Ensayo de traccion		0
			7.- Ensayo doblado-desdoblado		0

**Seguimiento del Plan de Control de Calidad**

Título Proyecto:	Proyecto de obras de urbanización de la UE 2 del A44 EN Osintxu, Bergara (Gipuzkoa)
Código Proyecto:	2210000105
Cliente:	Soraluce S.Coop.
Director de obra:	.
Firma:	Enrique Elkoroberezibar Markiegi
Fecha	Mayo de 2023

ALUMBRADO	Ud.	REFERENCIA-CARACTERISTICA A COMPROBAR	Nº ENSAYOS TOTALES
Zona A ()	1	1.- Medida de puesta a tierra	1
		2.- Niveles de iluminacion	1
		3.- Caída de tension	1
		4.- Potencia activa y aparente	1
		5.- Comprobacion de alumbrado reducido	1

TOTAL	1	1.- Medida de puesta a tierra	1
		2.- Niveles de iluminacion	1
		3.- Caída de tension	1
		4.- Potencia activa y aparente	1
		5.- Comprobacion de alumbrado reducido	1



## 6. PRESUPUESTO

<b>RESUMEN</b>		
CAP.I	ESTRUCTURAS	- €
CAP.II	BASES Y SUBBASES	2.143,80 €
CAP.III	MEZCLAS BITUMINOSAS	1.188,94 €
CAP.IV	LOSAS, SOLADO Y PIEDRA NATURAL	620,12 €
CAP.V	INSPECCIONES	- €
CAP.VI	REDES DE SERVICIO	360,00 €
CAP.VII	PINTURA	- €
CAP.VIII	CANALIZACIONES DE ENERGIA ELECTRICA Y TELECOMUNICACIONES	- €
CAP.IX	ALUMBRADO	295,00 €
CAP. X	ACERO ESTRUCTURAL	- €
CAP. XI	SEÑALIZACION HORIZONTAL	- €
CAP. XII	ESCOLLERAS	- €

<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL</b>		4.607,86 €
Gastos generales + Beneficio Industrial	19%	875,49 €
Subtotal		5.483,35 €
IVA	21%	1.151,50 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACION</b>		6.634,86 €

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Canti dad	Precio unitario	Importe
----------	------------------------	----------	-----------	-----------------	---------

**CAP. 1.- ESTRUCTURAS**

**Hormigones**

1.1	<b>Permeabilidad y penetracion</b> del hormigon según la Norma UNE EN 12390-8:2009	Ud.	0	45,00 €	- €
1.2	<b>ENSAYO CARACTERISTICO:</b> Toma de muestra de hormigon fresco, fabricacion de hasta cinco probetas cilindricas de 15x30 cm, cono de Abrans, curado, pulido y rotura a compresion a 1, 7 y 28 dias S/UNE EN 12350-1:2009	Ud.	0	91,04 €	- €
1.3	<b>ENSAYO DE CONTROL:</b> Toma de muestra de hormigon fresco, fabricacion de hasta cinco probetas cilindricas de 15x30 cm, cono de Abrans, curado, pulido y rotura a compresion a 1, 7 y 28 dias S/UNE EN 12350-1:2009	Ud.	0	91,04 €	- €
<b>TOTAL HORMIGONES:</b>					- €

**Lechadas**

1.4	Toma de muestra de lechada de cemento en micropilotes o anclajes. <b>Resistencia mecanica</b> de 3 probetas prismaticas de 16x4x4 cms, rotura a 3 edades (3, 7 y 28 dias) S/UNE EN196-1:2018 y UNE EN 445:2009 (1 molde de 3 probetas)	Ud.	0	89,55 €	- €
1.5	Determinacion de la <b>exudacion y variacion de volumen</b> . Se comprobara que los valores de los parametros controlados coinciden con los establecidos en el proyecto y en el protocolo de ejecucion. Según la Norma UNE-EN 445:2009	Ud.	0	72,65 €	- €
<b>TOTAL LECHADAS:</b>					- €

**Anclajes**

1.6	<b>Ensayo de investigacion</b> incluyendo elementos auxiliares e informe. Ensayo a definir por la direccion facultativa. S/ UNE-EN 1537	Ud.	0	225,00 €	- €
1.7	<b>Ensayo de aceptacion</b> incluyendo elementos auxiliares e informe con grafica (9 escalones, 15%, 50%, 90%, 125%, 100%, 50%, 15%, 50% y 110%) con dos lecturas por escalon al minuto y dos minutos de la carga). S/NLT-257/00 y UNE-EN 1537	Ud.	0	289,02 €	- €

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
1.8	<b>Ensayo de idoneidad</b> incluyendo elementos auxiliares e informe con graficas de carga aplicada, alargamiento por fluencia y curva de indice de fluencia parcial (UNE1537:2001 Metodo 3)(7 escalones con descargas intermedias, carga de referencia, 30%, 50%, 70%, 85%, 100%, carga de trabajo con lecturas al minuto: 2min, 3min, 4min, 5min, 10min y 15 min)	Ud.	0	426,15 €	- €
<b>TOTAL ANCLAJES:</b>					- €

<b>Aceros en hormigones</b>					
1.9	<b>Ensayo de seccion equivalente y desviacion</b> masa de barras de acero, según UNE 36068:2011	Ud.	0	7,71 €	- €
1.10	<b>Ensayo de la resistencia a traccion</b> de barras de acero, según UNE-EN ISO 6892-1:2020 (limite elastico, carga de rotura y alargamiento) como minimo en una probeta de cada diametro y tipo de acero utilizado.	Ud.	0	24,96 €	- €
1.11	<b>Ensayo de comportamiento ante doblado-desdoblado</b> a 90º de barras de acero, según UNE 36068:2011	Ud.	0	13,20 €	- €
1.12	<b>Ensayo de características geometricas</b> de los resaltes de barras de acero y alambres corrugados, según UNE 36068:2011	Ud.	0	31,70 €	- €
<b>TOTAL ACEROS:</b>					- €
<b>TOTAL CAP. Nº1 - ESTRUCTURAS</b>					- €

<b>CAP. 2.- BASES Y SUBBASES</b>					
2.1	<b>Ensayo de la compactacion</b> de terraplenes para comprobar in situ de la <b>densidad y humedad</b> mediante isotopos radiactivos (ASTM D6939). Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emision de informe.	Ud.	14	20,70 €	289,80 €
2.2	<b>Ensayo de carga con placa</b> en relleno de material granular, según NLT 357/98. Incluidos los medios auxiliares, camiones, desplazamientos hasta la obra y emision de informe. (Diametro de placa 5 veces $d_{max}$ arido)	Ud.	2	138,21 €	276,42 €

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
2.3	<b>Ensayo de huella</b> según la Norma NLT 256 para controlar la formación de asientos, se efectuara correlacionado con el ensayo de carga con placa y por lo tanto, los valores de huella admisibles serán aquellos que garanticen el resultado de carga con placa, especialmente recomendado para materiales de terraplen. El resultado será válido siempre que el índice de compactación no este cerca de saturación o sequedad total.	Ud.	0	130,00 €	- €
2.4	Ensayo en laboratorio para comprobación del <b>contenido de materia orgánica</b> , según PG-3/75, para su uso en obras de rellenos, según UNE 103204. Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emisión de informe.	Ud.	2	31,61 €	63,22 €
2.5	Ensayo en laboratorio para comprobación del <b>contenido de sales solubles</b> en suelos según UNE 103205, para su uso en obras de rellenos. Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emisión de informe.	Ud.	2	32,75 €	65,50 €
2.6	Ensayo de laboratorio para comprobación del <b>índice de C.B.R.</b> , según PG-3/75, para su uso en obras de rellenos, según UNE 103502. Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emisión de informe.	Ud.	2	119,80 €	239,60 €
2.7	Ensayo de determinación del <b>Proctor Modificado</b> de terraplenes, según UNE 103501. En el precio unitario deberán estar incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emisión de informe.	Ud.	2	98,06 €	196,12 €
2.8	Ensayo en laboratorio para <b>comprobación de la estabilidad de la roca</b> según NLT260 (ensayos de ciclos de humedad sequedad), para su uso en obras de rellenos. Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emisión de informe. Ensayo a realizar a criterio de la D.F.	Ud.		102,25 €	- €
2.9	Ensayo en laboratorio para comprobación de la resistencia a la fragmentación ( <b>Coefficiente de los Angeles</b> ) UNE-EN 1097-2:2021 para su uso en obras de rellenos. Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emisión de informe. Ensayo a realizar a criterio de la D.F.	Ud.	1	112,07 €	112,07 €

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
2.10	Ensayo en laboratorio para <b>comprobacion de la calidad de los finos</b> (UNE-EN 933-8:2012+A1:2015), para su uso en obras de rellenos. Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emision de informe. Ensayo a realizar a criterio de la D.F.	Ud.	1	53,80 €	53,80 €
2.11	<b>Ensayo limite liquido</b> de un suelo para definir sus características plasticas, siguiendo las instrucciones de la Norma NLT-101/58 en su apartado 3.4.2.	Ud.	2	41,90 €	83,80 €
2.12	Ensayo para determinar el <b>hinchamiento libre</b> de un suelo según la Norma UNE 103 601. Se determinara el incremento de altura, expresado como tanto por ciento del valor inicial, que experimenta una probeta de suelo cuando se encuentra confinada lateralmente, sometida a una presion vertical.	Ud.	2	109,77 €	219,54 €
2.13	Ensayo <b>equivalente de arena</b> para demostrar la calidad de los finos siguiendo las especificaciones marcadas en la UNE-EN 933-9 Anexo A. El equivalente de area no debera ser inferior en mas de cinco unidades a los valores indicados en la tabla de la Norma indicada anteriormente.	Ud.	1	23,36 €	23,36 €
2.14	Determinacion del <b>indice de lajas</b> (FI) de las distintas fracciones del arido grueso según la Norma UNE-EN 933-3. Debera ser inferior a treinta y cinco (FI<35)	Ud.	1	53,93 €	53,93 €
2.15	Ensayo de <b>proporcion de caras de fractura</b> (angulosidad), debera cumplir lo fijado en la tabla de la Norma UNE-EN 933-5	Ud.	1	33,09 €	33,09 €
2.16	Ensayo para determinar el <b>contenido ponderal en azufre total</b> expresado en S según la Norma UNE-EN 1744-1, siendo este inferior al cinco por mil (S < 5‰) donde los materiales esten en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (S < 1%) en los demas casos.	Ud.	1	330,55 €	330,55 €
2.17	Ensayo en laboratorio para comprobacion de los <b>limites de Atterberg</b> , según PG-3/75, para su uso en obras de rellenos, según "UNE 103103 Determinacion del limite liquido de un suelo por el metodo del aparato de Casagrande" y "UNE103104 Determinacion del limite plastico de un suelo". Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emision de informe.	Ud.	1	39,96 €	39,96 €

CONTROL DE CALIDAD:PPTO. Control de calidad

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Canti dad	Precio unitario	Importe
2.18	Ensayo en laboratorio para <b>clasificacion de granulometria</b> de una muestra de suelos, para su uso en obras de rellenos, según "UNE 103101 analisis granulometrico de suelos por tamizado". Incluidos los medios auxiliares, desplazamientos hasta la obra y emision de informe.	Ud.	2	31,52 €	63,04 €
<b>TOTAL CAP. Nº2- BASES Y SUBBASES</b>					<b>2.143,80 €</b>

<b>CAP. 3.- MEZCLAS BITUMINOSAS</b>					
3.1	<b>Ensayo Marshall</b> completo de mezclas (3 probetas), según NLT 159. Estabilidad, deformacion e indice de huecos	Ud.	2	245,15 €	490,30 €
3.2	Ensayo de <b>contenido de ligantes</b> de mezclas (3 probetas), según NLT 164.	Ud.	2	58,24 €	116,48 €
3.3	Ensayo de <b>regularidad superficial</b> a partir de las 24 horas de su ejecucion y siempre antes de la extension de la siguiente capa mediante el IRI (Indice de regularidad Internacional)	Ud.	0		- €
3.4	Comprobacion de la <b>macrotextura superficial</b> en capas de rodadura, según la Norma UNE-EN 13036 1 en tres puntos del lote aleatoriamente elegidos.	Ud.	0		- €
3.5	Comprobacion de la <b>resistencia al deslizamiento</b> en capas de rodadura según la Norma UNE 41201 IN antes de lapuesta en servicio.	Ud.	0		- €
3.6	<b>Analisis granulometrico</b> en aglomerados. Según artículo 542 del PG-3.	Ud.	2	31,52 €	63,04 €
3.7	<b>Ensayo para riego de adherencia</b> entre capas de firme, determinando la dotacion medianre el secado en estufa y pesaje, según articulo 531 del PG-3.	Ud.	6	43,26 €	259,56 €
3.8	<b>Extraccion de testigo</b> en capa de aglomerado, <b>densidad aparente y espesor de la mezcla</b> , incluso relleno del hueco con aglomerado. Según artículo 542 del PG-3.	Ud.	6	43,26 €	259,56 €
<b>TOTAL CAP. Nº3 - MEZCLAS BITUMINOSAS</b>					<b>1.188,94 €</b>

<b>CAP. 4.- LOSAS, SOLADOS Y BALDOSAS HIDRAULICAS</b>					
4.1	Ensayo de <b>resistencia a compresion.</b>	Ud.	1	112,06 €	112,06 €
4.2	<b>Ensayo mecanico y geometrico</b> en aceras.	Ud.	1	98,06 €	98,06 €
4.3	<b>Resistencia a la flexion</b> de las baldosas hidraulicas o de terrazo. (UNE-EN 13748-2:2005)	Ud.	1	92,00 €	92,00 €
4.4	<b>Resistencia a la helada</b> de las baldosas hidraulicas o de terrazo. (UNE-EN 13748-2:2005)	Ud.	1	123,00 €	123,00 €

CONTROL DE CALIDAD:PPTO. Control de calidad

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
4.5	<b>Desgaste por rozamiento</b> de las baldosas hidraulicas o de terrazo. (UNE-EN 13748-2:2005)	Ud.	1	154,00 €	154,00 €
4.6	<b>Resistencia al choque</b> de las baldosas hidraulicas o de terrazo. (UNE-EN 13748-2:2005)	Ud.	1	41,00 €	41,00 €
4.7	<b>Ensayo de absorcion de agua</b> en piedra natural. (UNE-EN 12407:2020)	Ud.	0	28,03 €	- €
<b>TOTAL CAP. Nº4 - LOSAS, SOLADOS Y PIEDRA NATURAL</b>					620,12 €

<b>CAP. 5.- INSPECCIONES</b>					
5.1	<b>Inspeccion visual y descripcion de la instalacion</b> , que incluye medicion de la resistencia de puesta de tierra, medicion del factor de potencia, medicion de consumo y equilibrado de fases, medicion corrientes de fuga y caidas de tension. S/UNE 192007-1:2017	Ud.	0	350,20 €	- €
5.2	<b>Inspeccion de viaductos existentes</b> previa ejecucion de las obras siguiendo las premisas de la Inspeccion Principal según la "Guia para la realizacion de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado". Las tareas incluidas dentro del plan de inspeccion incluyen: Elaboracion del inventario de la estructura, inspeccion de los elementos principales del puente segun lo definido en proyecto, ejecucion de las fichas de inspeccion y analisis y valoracion de las patologias detectadas. Se elaborara un informe de estado del puente previamente a la ejecucion de las obras para su valoracion por la D.F.	Ud.	0	6.000,00 €	- €
5.3	<b>Inspeccion de los edificios colindantes</b> a las obras para valoracion de su estado previamente a la ejecucion de las mismas. Las tareas incluidas dentro del plan de inspeccion incluyen: Toma de datos generales del edificio, visita e inspeccion de las zonas comunes y privadas del edificio que sean accesibles, registro de patologias detectadas mediante fotografia, esquemas y cuanto se considere necesario y relleno de las fichas de inspeccion por edificio. (ITE)	Ud.	0	1.500,00 €	- €
5.4	Medicion de los <b>niveles de luminosidad y de su uniformidad</b> . S/UNE-EN 12464-1:2022	Ud.	0	17,58 €	- €
<b>TOTAL CAP. Nº5 - INSPECCIONES</b>					- €

**CAP. 6.- REDES DE SERVICIO**

**Abastecimiento**

CONTROL DE CALIDAD:PPTO. Control de calidad

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
6.1	<b>Prueba de estanqueidad</b> a lo largo de toda la red ejecutada según criterios de la entidad correspondiente (UNE-EN 1508:1999) <b>(es para componentes de almacenamiento de agua)</b> o (UNE-EN 805:2000)	Ud.	1	180,00 €	180,00 €
6.2	<b>Prueba de presión</b> a lo largo de toda la red ejecutada según criterios de la entidad correspondiente (UNE-EN 805:2000)	Ud.	1	180,00 €	180,00 €
6.3	<b>Desinfección de la red</b> según criterios de la entidad correspondiente (UNE-EN 805:2000)	Ud.	0	400,00 €	- €
6.4	<b>Análisis de control de la red</b> según criterios de la entidad correspondiente (UNE-EN 805:2000)	Ud.	0	800,00 €	- €
<b>TOTAL ABASTECIMIENTO:</b>					<b>360,00 €</b>

<b>Saneamiento</b>					
6.5	<b>Prueba de estanqueidad</b> en un tramo de la red ejecutada según criterios de la entidad correspondiente (UNE-EN 1610:2016)	Ud.	0	180,00 €	- €
6.6	<b>Inspección con cámara</b> de televisión por tubos de la red de saneamiento de diferentes materiales y diámetros, incluso traslado y retirada de equipos, informe con peritaje fotográfico y vídeo de la inspección realizada (UNE-EN 1610:2016)	ml	0	3,56 €	- €
<b>TOTAL SANEAMIENTO:</b>					<b>- €</b>

<b>Energía eléctrica</b>					
6.7	<b>Prueba de caída de tensión</b> en LGA, según ITC-BT-14	Ud.	0	50,00 €	- €
6.8	<b>Prueba de caída de tensión</b> en DI, según ITC-BT-15	Ud.	0	50,00 €	- €
6.9	<b>Prueba de protección</b> de acometidas aéreas, según ITC-BT-06	Ud.	0	50,00 €	- €
6.10	<b>Prueba de la envolvente</b> de concentración de contadores. S/UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Ud.	0	50,00 €	- €
6.11	<b>Dimensiones</b> conductores eléctricos, según UNE-EN 60228:2005	Ud.	0	31,00 €	- €
6.12	<b>Resistividad</b> conductores eléctricos. S/UNE-EN 60228:2005	Ud.	0	98,00 €	- €
6.13	<b>Ensayo completo de conductores eléctricos.</b> S/UNE-EN 60228:2005	Ud.	0	144,00 €	- €
6.14	<b>Resistencia al aplastamiento</b> conductores eléctricos. S/UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020	Ud.	0	41,00 €	- €
6.15	<b>Resistencia al choque</b> de conductores eléctricos. S/UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020	Ud.	0	41,00 €	- €
6.16	<b>Aptitud al curvado</b> conductores eléctricos. S/UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020	Ud.	0	31,00 €	- €

CONTROL DE CALIDAD: P.P.T.O.: Control de calidad

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Canti dad	Precio unitario	Importe
	TOTAL ENERGIA ELECTRICA				- €
	<b>TOTAL CAP. Nº6 - REDES DE SERVICIO</b>				<b>360,00 €</b>

**CAP. 7.- PINTURA**

7.1	Densidad y peso especifico de la pintura. S/UNE-EN ISO 2811-1:2016 y S/UNE 48014-2:2016	Ud.	0	31,00 €	- €
7.2	Viscosidad de la pintura. S/UNE 48076:1992	Ud.	0	62,00 €	- €
7.3	Poder cubriente de la pintura. S/UNE-EN ISO 6504-3:2021	Ud.	0	31,00 €	- €
7.4	Determinacion del tiempo de secado de la pintura. S/UNE-EN ISO 9117-1:2009	Ud.	0	31,00 €	- €
7.5	Resistencia la inmersion de la pintura. S/UNE-EN ISO 2812-1:2018 ; UNE-EN ISO 2812-2:2018	Ud.	0	31,00 €	- €
7.6	Determinacion de la adherencia de la pintura por corte de enrejado. S/UNE-EN ISO 2409:2021	Ud.	0	43,00 €	- €
7.7	Plegado de la pintura. S/UNE-EN ISO 1519:2011	Ud.	0	84,00 €	- €
7.8	Espesor de pintura sobre material ferromagnetico. S/UNE-EN ISO 2808:2020	Ud.	0	10,30 €	- €
7.9	Determinacion de la materia fija y volatil de la pintura. S/UNE-EN ISO 22516:2021	Ud.	0	15,40 €	- €
	<b>TOTAL CAP. Nº7 - PINTURA</b>				<b>- €</b>

**CAP. 8.- CANALIZACIONES DE ENERGIA ELECTRICA Y TELECOMUNICACIONES**

8.1	Paso de testigo por interior de conductos según criterios de la compañía receptora de la instalacion, incluido certificado.	ml.	0	0,80 €	- €
	<b>TOTAL CAP. Nº8 - CANALIZACIONES DE ENERGIA ELECTRICA Y TELECOMUNICACIONES</b>				<b>- €</b>

**CAP. 9.- ALUMBRADO**

9.1	Medida de puesta a tierra. S/ITC-BT-09	Ud.	1	15,00 €	15,00 €
9.2	Niveles de iluminacion. S/ITC-EA-02	Ud.	1	150,00 €	150,00 €
9.3	Caidas de tension. S/ITC-BT-09	Ud.	1	25,00 €	25,00 €
9.4	Potencia activa y aparente. S/ITC-BT-09	Ud.	1	55,00 €	55,00 €
9.5	Comprobacion de alumbrado reducido. S/EA-03	Ud.	1	50,00 €	50,00 €
	<b>TOTAL CAP. Nº9 - ALUMBRADO</b>				<b>295,00 €</b>

**CAP. 10.- ACERO ESTRUCTURAL**

10.1	Ensayo y reconocimiento de inspeccion realizado con ensayos visuales , liquidos penetrantes, radiografias y ultrasonidos en soldaduras (UNE-EN ISO 17635:2017); y, par de apriete, calidad y esfuerzo de pretensado en tornillos (UNE-EN ISO 16047:2005). El precio incluye minimo 10 ensayos.	Ud.	0	290,00 €	- €
------	--	-----	---	----------	-----

Nº ORDEN	DESIGNACION DE LA OBRA	Unidades	Canti dad	Precio unitario	Importe
10.2	Ensayo de reconocimiento de <b>espesores en pintura</b> (UNE-EN ISO 2808:2020). El precio incluye 2 ensayos	Ud.	0	84,00 €	- €
<b>TOTAL CAP. Nº10 - ACERO ESTRUCTURAL</b>					- €
<b>CAP. 11.- SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>					
11.1	Ensayo de retroreflexion sobre el 100% de la pintura. S/UNE-EN 1436:2018	Ud.	0	80,00 €	- €
<b>TOTAL CAP. Nº11- SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>					- €