

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE LA AMPLIACION PARA TERMINACION  
(LINEA 5) DEL “I.E.S. FRANCISCA DE PEDRAZA” FASE 2**

# **II PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

---

## **TOMO 4**

Promotor: DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS DE VICEPRESIDENCIA,  
CONSEJERIA DE EDUCACION Y UNIVERSIDADES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Arquitecto: FRANCISCO FELIPE MUÑOZ CARABIAS

OCTUBRE 2022





## 1. Pliego de prescripciones técnicas particulares

### CAPÍTULO I

#### Objeto de este documento

**1.1.-** El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares reúne todas las normas a seguir para la realización de las obras de que es objeto el presente Proyecto.

**1.2.-** El presente Pliego, conjuntamente con los otros documentos requeridos el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, forma el Proyecto que servirá de base para la contratación de la obra de: PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN PARA LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA AMPLIACIÓN PARA TERMINACIÓN (LÍNEA 5) DEL I.E.S. "FRANCISCA DE PEDRAZA" (FASE 2) SITUADO EN LA AVENIDA DE EUROPA C/V PLAZA JESÚS GURIDI. LA GARENA. ALCALÁ DE HENARES (MADRID), consistentes en la construcción de: 8 aulas de ESO, 8 de Bachillerato, 2 aulas de desdoble, 4 aulas de apoyo, 10 seminarios, aulas específicas, biblioteca, cafetería, administración y pista deportiva, la cual es susceptible de ser entregada al uso a que se destina una vez finalizada la misma. Las presentes prescripciones técnicas serán de obligada observación por el Contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base para la adjudicación.

**1.4.-** El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de la calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden a la Administración y a sus Técnicos Facultativos, al Contratista o constructor de la misma, sus Técnicos y encargados, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra, con arreglo a la legislación de contratación administrativa aplicable (Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014) y en lo no previsto por la misma, a lo indicado en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación, a excepción de lo dispuesto sobre garantías de suscripción obligatoria.

**1.5.-** En cuanto no se contemple en este pliego será de aplicación los pliegos de Prescripciones oficiales vigentes en el momento de ejecución de las obras y que se refieran a las correspondientes unidades de obra.

En el caso de discrepancia entre los distintos documentos de proyecto se establece la siguiente prelación:

- Mediciones y presupuesto.
- Planos
- Pliego de prescripciones
- Memoria

### CAPÍTULO II

#### Descripción de las obras

**2.1.-** Las obras del contrato son las que quedan especificadas en los restantes documentos del Proyecto, tales como la memoria descriptiva, el estado de mediciones y el presupuesto general y los distintos planos que lo componen básicamente y que, en resumen, consisten en todas aquellas precisas para ejecutar el proyecto antes mencionado, desde los trabajos previos de demoliciones ó acondicionamiento del terreno hasta los acabados, incluyendo cimentaciones, estructura, cerramiento, cubrición, distribución, instalaciones, obras de exteriores, etc. a que hubiera lugar.



## CAPÍTULO III

### Características que deben tener los materiales a emplear

**3.1.** Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica prevista en el Pliego de Condiciones de la Edificación-1.973 y demás disposiciones vigentes referentes a materiales, normas de obligado cumplimiento y prototipos de construcción.

**3.2.** Todos los materiales a emplear en la presente obra, así como su transformación o conversión en obra, se someterán a los controles, previo ensayo, experimentación, sello de calidad, prescripciones técnicas..., conforme a las disposiciones vigentes, referentes a materiales o prototipos de construcción que les sean de aplicación, así como todos aquéllos que se crean necesarios para acreditar su calidad y funcionamiento, por cuenta de la Contrata. Cualquier otro que no haya sido especificado y que sea necesario realizar deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

**3.3.** Los materiales no consignados en Proyecto que dieran lugar a precios contradictorios, reunirán las condiciones de bondad necesarias a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### 3.4. Pruebas para la recepción.

1.- Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por el Director de Ejecución de la obra. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad, deberán ser retirados todos aquéllos que la citada Dirección de Ejecución rechazara dentro de un plazo de treinta días.

2.- El Contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación del Director de Ejecución de la obra, las cuales se conservarán para efectuar en su día la comprobación o cotejo con los que se empleen en obra.

3.- Siempre que el Director de Ejecución de la obra lo estime necesario, serán efectuados por cuenta de la Contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

Equipo y maquinaria. - El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sea preciso para la buena ejecución de aquéllas en los plazos parciales y total convenidos en el contrato.

## CAPÍTULO IV

### Normas para la elaboración de las distintas unidades de obra

**4.1.-** El proyecto es el conjunto de documentos, mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras, contemplados en el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014. El proyecto justifica técnicamente las soluciones propuestas en cada unidad de obra de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

**4.2.-** Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación sin que se produzca una duplicidad en su documentación, al objeto de la mejor determinación de las características y descripción de las unidades de obra.

### 4.3. Replanteo.-

1.- Como actividad previa a cualquiera otra de la obra, por el Servicio de la Administración encargada de la misma, se procederá, en presencia del Contratista, a efectuar la comprobación del replanteo hecho previamente a la licitación, extendiéndose acta del resultado, que será firmada por ambas partes interesadas, remitiéndose un ejemplar completo al Servicio correspondiente, según lo dispuesto en el artículo 237 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen



al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

2.- Cuando de dicha comprobación se desprenda la viabilidad del Proyecto, a juicio del facultativo Director de las obras y sin reserva por el Contratista, se darán comienzo a las mismas.

3.- En el caso contrario, se hará constar en el acta que queda suspendida la iniciación de las obras hasta que por la Autoridad u órgano que celebró el contrato se dicte la resolución que estime oportuna dentro de las facultades que le estén conferidas por la legislación de contratos.

**4.4.** La ejecución del contrato de obras se realizará a riesgo y ventura del Contratista, sin perjuicio de los casos de fuerza mayor previstos en el artículo 239 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

**4.5.** Todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura - 1.973, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y al Proyecto que sirve de base al contrato, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja de subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales. Cuando dichas instrucciones sean de carácter verbal deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.

**4.6. Cumplimiento y observación de la normativa vigente. -**

1.- Se tendrán presentes las disposiciones e instrucciones de tipo particular referentes a determinadas actividades, que serán de obligado cumplimiento, tales como el ya citado Pliego de Condiciones de la Edificación, aprobado por Orden ministerial de 4-6-76; así como la Normativa derivada de la aplicación del CTE, o las instrucciones del Código Estructural para las obras de hormigón y acero estructural.

2.- En cualquier caso, se tendrán en cuenta todas las normas vigentes de obligado cumplimiento que sean aplicables desarrolladas en el apartado 10.7 de este pliego, y según el siguiente índice:

**0) Normas de carácter general**

0.1 Normas de carácter general

**1) Estructuras**

1.1 Acciones en la edificación

1.2 Acero

1.3 Fabrica de Ladrillo

1.4 Hormigón

1.5 Madera

1.6 Forjados

**2) Instalaciones**

2.1 Agua

2.2 Ascensores

2.3 Audiovisuales y Antenas

2.4 Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria

2.5 Electricidad

2.6 Instalaciones de Protección contra Incendios

**3) Cubiertas**

3.1 Cubiertas

**4) Protección**

4.1 Aislamiento Acústico

4.2 Aislamiento Térmico

4.3 Protección Contra Incendios

4.4 Seguridad y Salud en las obras de Construcción

4.5 Seguridad de Utilización

**5) Barreras arquitectónicas**

5.1 Barreras Arquitectónicas





## 6) Varios

- 6.1 Instrucciones y Pliegos de Recepción
- 6.2 Medio Ambiente
- 6.3 Otros

## ANEXO 1: COMUNIDAD DE MADRID

**4.7.** Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiese alguna parte de obra mal ejecutada, el Contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces fuera necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción, hasta que se cumpla el plazo de garantía, sin que ello pueda influir en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

### **4.8. Obligaciones exigibles al Contratista durante la ejecución de la obra.**

1.- El Contratista está obligado a cumplir el contrato dentro del plazo total fijado para la realización del mismo, así como de los plazos parciales señalados para su ejecución sucesiva, en su caso. La demora en su ejecución será sancionada conforme determina el artículo 193 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

2.- Marcha de los trabajos.- Para la ejecución del programa de trabajo, previsto en el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014. y en el art. 144 del R.G.C.A.P., el Contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de éstos que estén ejecutándose.

3.- Personal.- Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás, procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose en la medida de lo posible a la planificación económica de la obra prevista en el Proyecto.

4.- El Contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos, planos y comunicaciones que se le dirijan.

5.- En todas las obras con presupuesto superior a cincuenta mil euros, y también en las que el respectivo Pliego de Cláusulas Particulares así lo determine, el Contratista vendrá obligado a tener al frente de la obra y por su cuenta a un constructor con la titulación profesional, que pueda intervenir en todas las cuestiones de carácter técnico relacionadas con la Contrata.

6.- El Contratista deberá colocar un cartel de obra de dimensiones y características definidas por la Consejería de Educación.

7.- El contratista está obligado al conocimiento y cumplimiento de todas las disposiciones vigentes sobre señalización de las obras e instalaciones y, en particular, de lo dispuesto en el artículo 41 del Código de la Circulación, en la O.M. de 14 de marzo de 1960 y la O.C. nº 67 de 1/1960, en la comunicación nº 32-62 C.V. de 9 de agosto de 1962 y O.C. 8.1.I.C., de 16 de julio de 1961, O.C. 8.2.I.C., de 223 de abril de 1962, etc., referente a la señalización de obras en carretera.

8.- El contratista señalizará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas de la obra, las rellenará a la mayor brevedad posible, vallará toda zona peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente, en especial, de noche. Fijará suficientemente las señales en su posición apropiada para que no puedan ser sustraídas o cambiadas y mantendrá un servicio continuo de vigilancia que se ocupe de su reposición inmediata, en su caso. Asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras.

### **4.9. Libro Oficial de Órdenes y Asistencias y Libro de Incidencias.**



Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará mientras dure la misma, el Libro de Órdenes y Asistencias, en el que quedarán reflejadas las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, las incidencias surgidas y, con carácter general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la Contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización de las obras proyectadas.

1.- A tal efecto, a la formalización del contrato, se diligenciará dicho Libro en el Organismo que corresponda, el cual se entregará a la Contrata en la fecha del comienzo de las obras para su conservación en la oficina de la obra, en donde estará a disposición de la Dirección Facultativa y excepcionalmente de las autoridades que debidamente lo requieran.

2.- El Arquitecto Director de la obra, el Arquitecto Técnico Director de Ejecución de la obra, integrantes de la Dirección Facultativa, y los facultativos colaboradores en la Dirección de las obras, irán dejando constancia mediante las oportunas referencias, de sus visitas, inspecciones y, asimismo, de las incidencias que surjan en el transcurso de los trabajos, especialmente de las que obliguen a cualquier modificación del Proyecto, así como de las órdenes que se necesite dar al Contratista respecto a la ejecución de las obras, que serán de obligado cumplimiento por parte de éste.

3.- Este Libro de Órdenes y Asistencias, con carácter extraordinario, estará a disposición de cualquier autoridad debidamente designada para ello, que tuviera que realizar algún trámite o inspección relacionados con el desarrollo de la obra.

4.- Las anotaciones en el Libro de Órdenes y Asistencias darán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el Contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura aportando las pruebas que estimara pertinentes. Consignar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no constituirá obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa así lo estime conveniente, se efectúe la misma también por oficio.

5.- Cualquier modificación en la ejecución de las unidades de obra que presuponga la realización de distinto número de aquéllas en más o en menos, de las que figuren en el estado de Mediciones del Presupuesto del Proyecto, deberá de ser conocida y autorizada con carácter previo a su ejecución por el Arquitecto Director de las obras, haciéndose constar en el Libro de Órdenes y Asistencias, tanto la autorización como la comprobación formal posterior de su ejecución.

6.- En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto, que deberá mantenerse siempre en la obra y que estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación del mismo, en poder de la Dirección Facultativa. El régimen de acceso y registro de anotaciones en este Libro está regulado en el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Asimismo, en cada centro se custodiará la correspondiente documentación acreditativa del cumplimiento del Plan de Gestión de Residuos.

#### **4.10. Planos de obra y documentación complementaria.**

1.- La Dirección Facultativa deberá recopilar en el curso de la obra toda la documentación que se haya elaborado para reflejar la realmente ejecutada, de modo que se pueda conocer, tras su conclusión y con el debido detalle, cuantos datos sean precisos para poder llevar a cabo posteriormente los trabajos de mantenimiento, conservación y, en su caso, de reparación o rehabilitación. Toda esta documentación será depositada en el lugar que ordene dicha Dirección y será responsable de su custodia.

2.- La documentación indicada en la prescripción anterior irá acompañada de una relación de todas las empresas y profesionales que hubieran intervenido en la construcción y de los documentos legalmente exigibles o que hubiere requerido la Dirección Facultativa, con los que se acredite la calidad de los procesos constructivos, materiales, instalaciones o cualquier otro elemento o parte de la obra.

3.- Para el cumplimiento de lo establecido en las dos prescripciones anteriores, la Dirección Facultativa tendrá derecho a exigir la cooperación de los empresarios y profesionales que hubieran participado directa o indirectamente en la ejecución de la obra y éstos deberán prestársela.

#### **4.11 Libro del Edificio.**



Una vez se compruebe el replanteo, conforme a lo establecido en la prescripción 4.1., y se autorice el comienzo de la obra, la Dirección Facultativa irá formando el Libro del Edificio, con los siguientes documentos:

- 1.- Traslado de las anotaciones que se hagan en el Libro de Órdenes, Asistencias e incidencias, que sean significativas para el conocimiento, descripción, conservación así como mantenimiento de lo realmente ejecutado.
- 2.- Los planos y documentos indicados en la prescripción 4.10.
- 3.- Las normas e instrucciones sobre uso, conservación y mantenimiento que contenga el proyecto, completadas, en su caso, con las que la Dirección Facultativa considere necesarias, y con las que hubieren establecido los proveedores o suministradores de materiales o instalaciones específicas.
- 4.- Las calidades de los materiales utilizados, así como las garantías que emitan los constructores y sus proveedores o suministradores sobre la calidad de sus actividades y materiales.
- 5.- Las normas de actuación en caso de siniestro o en situaciones de emergencia que puedan producirse durante la vida del edificio.

Los aspectos básicos de la ordenación y composición del contenido del Libro del Edificio se regularán de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 349/1999, de 30 de diciembre, de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid, por la que se aprueba el modelo del "Libro del Edificio".

#### **4.12. Conservación, depósito y actualización del Libro del Edificio:**

- 1.- Cuando el edificio esté en condiciones de inmediato y definitivo uso por contar con los servicios exigidos en el proyecto con arreglo al cual fue construido, un ejemplar del Libro del Edificio se depositará, en todo caso, en el Ayuntamiento del término municipal donde estuviera ubicado el edificio.
- 2.- Sin perjuicio de lo dispuesto en la prescripción anterior, al término de la obra, la Dirección Facultativa entregará a la Administración un ejemplar del Libro del Edificio y ésta lo tendrá siempre a disposición de los usuarios que tengan interés en consultarlo.
- 3.- El ejemplar del Libro del Edificio se irá completando o actualizando con la documentación técnica que posteriormente se redacte para llevar a cabo obras de ampliación, reforma o rehabilitación de todo el edificio o de algunas de sus plantas.

Las dudas que pudieran ocurrir respecto de los documentos del Proyecto, o si se hubiera omitido alguna circunstancia en ellos, se resolverán por la Dirección Facultativa de la obra en cuanto se relacione con la inteligencia de los planos, descripciones y detalles técnicos, debiendo someterse dicho Contratista a lo que la misma decida, comprometiéndose a seguir en todas sus instrucciones para que la obra se haga con arreglo a la práctica de la buena construcción, siempre que lo dispuesto no se oponga a las condiciones facultativas y económicas de este Pliego ni a las generales de la Comunidad de Madrid o del Estado.

Las aclaraciones e interpretaciones de los documentos del Proyecto, mediante órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán precisamente por escrito al Contratista, a través del Libro de Órdenes de la obra. Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, crea oportuno hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor, el correspondiente recibo, si este lo solicitase. Asimismo, el Contratista podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

- 4.13.- Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.



## CAPÍTULO V

### Instalaciones auxiliares y precauciones a adoptar durante la construcción

**5.1.** Las precauciones a adoptar durante la construcción serán las establecidas en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en los Reglamentos a los que se hace referencia en su artículo 6, siendo de aplicación la regulación de las materias comprendidas en dicho artículo que se contienen en los capítulos vigentes del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden Ministerial de 9 de Marzo de 1.971, o en otras normas que contengan previsiones específicas sobre tales materias, así como las del estudio de seguridad y salud en obras de presupuesto de ejecución por contrata, incluido en el proyecto, igual o superior a 450.759,08€ y demás supuestos o, en su defecto, las del estudio básico de seguridad y salud, conforme al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

La ejecución de las obras que figuran en el presente Proyecto requerirá las instalaciones auxiliares, que, a juicio de la Dirección Facultativa, sean necesarias para la buena marcha de dichas obras y el cumplimiento de los plazos establecidos.

## CAPÍTULO VI

### Forma de medición y valoración de las distintas unidades de obra y abono de las partidas alzadas

#### 6.1. Mediciones.

1.- La Dirección Facultativa de la obra realizará mensualmente y en la forma y condiciones que establece este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior.

2.- La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen la obra a realizar se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea más apropiada y siempre con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, partida alzada, metros lineales, metros cuadrados, cúbicos, kilogramos, etc.

3.- Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra se realizarán conjuntamente con el Contratista, levantándose las correspondientes actas, que serán firmadas por ambas partes.

4.- Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el estado de mediciones del Proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

5.- Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista. A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones de la Administración sobre el particular.

#### 6.2. Valoraciones.

1.- Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente Proyecto, se efectuarán multiplicando el número de estas resultantes de las mediciones por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.



2.- En el precio unitario aludido en el párrafo anterior se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven los materiales por el Estado, Comunidad Autónoma, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras, así como toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del Contratista los honorarios, tasas y demás impuestos o gravámenes que se originen con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones del edificio y/o de la obra.

3.- El Contratista no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos todos los materiales accesorios, medios auxiliares y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibirse, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción del precio.

4.- Todos los gastos que por su concepto sean asimilables a los que corresponden, según normativa, como costes indirectos, se considerarán siempre incluidos en los precios de las unidades de obra del proyecto cuando no figuren en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

5.- Las obras concluidas se abonarán con arreglo a los precios consignados en el presupuesto. Cuando por consecuencia de rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse cada valoración de la obra fraccionada en otra forma que la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

6.- Si ocurriese algún caso excepcional o imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la Administración y el Contratista, estos precios deberán fijarse de acuerdo con lo establecido en el artículo 242 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

### **6.3. Relaciones valoradas.**

1.- El Director de la obra, junto con el Director de ejecución de la obra, tomando como base las mediciones de las unidades de obra y los precios contratados que figuren en el cuadro de precios unitarios del presupuesto del proyecto, redactará mensualmente una relación valorada de los trabajos ejecutados a origen, desde el comienzo de la obra.

2.- No podrá omitirse la redacción de dicha relación valorada mensual por el hecho de que, en algún mes, la obra realizada haya sido de pequeño volumen o incluso nula, a menos que la Administración hubiese acordado la suspensión de la obra.

3.- El Contratista, que presenciará las operaciones de valoración y medición para extender esta relación, tendrá un plazo de diez días hábiles para examinarlas. Deberá en dicho plazo dar su conformidad o hacer, en su caso contrario, las reclamaciones que considere convenientes. Transcurrido este plazo sin formular alegaciones se considerará otorgada la conformidad del Contratista a la relación valorada. En caso contrario, y de aceptarse en todo o parte las alegaciones del contratista, éstas se tendrán en cuenta a la hora de redactar la próxima relación valorada o, en su caso, en la certificación final o en la liquidación del contrato.

4.- Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta y no suponen la aprobación de las obras que en ellas se comprenden. Se formarán multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes y por los porcentajes adoptados para formar el presupuesto base de licitación y descontando, si hubiere lugar a ello, la cantidad correspondiente al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.

### **6.4. Obras que se abonarán al Contratista y precios de las mismas.**

1.- Se abonará al Contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al Proyecto que sirve de base al contrato o las modificaciones del mismo autorizadas por la superioridad, o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le haya comunicado por escrito, el Director de la obra, siempre que dicha obra se encuentre ajustada a los preceptos del contrato y sin que su importe pueda exceder de la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que figuran en el Proyecto o en el presupuesto no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna especie, salvo en los casos de rescisión.

2.- Tanto en las certificaciones de obra como en la liquidación, se abonarán las hechas por el Contratista a los precios de ejecución material que figuran en el cuadro de precios unitarios del presupuesto del proyecto para cada unidad de obra y a los



precios de las nuevas unidades de obra no previstas en el contrato, que hayan sido debidamente autorizados y, teniendo en cuenta, lo prevenido en los correspondientes pliegos para abonos de obras defectuosas, materiales acopiados, partidas alzadas y abonos a cuenta del equipo puesto en obra.

3.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados,

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas e impuestos de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de ejecución material:

Se denominará precio de ejecución material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial y los gastos generales.

Precio de contrata:

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

4.- Al resultado de la valoración efectuada de este modo se le aumentará el tanto por ciento adoptado para formar el presupuesto base de licitación, y la cifra que se obtenga se multiplicará por el coeficiente de adjudicación, obteniendo así la relación valorada que se aplicará a la certificación de obra correspondiente al período de pago, de acuerdo con el contenido del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato.

5. Serán obligatorias para el Contratista las modificaciones en el contrato de obras que procedan, con arreglo a lo establecido en el artículo 242 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al



ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

6. Cuando se juzgue necesario emplear materiales para ejecutar obras que no figuren en el Proyecto, se valorará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiera, y en caso contrario, se discutirá entre el Director de la obra y el Contratista, sometiéndolos a la superior aprobación por parte del Órgano contratante. Los nuevos precios, convenidos por uno u otro procedimiento, se sujetarán en cualquier caso a lo establecido en el párrafo 6.4.2. del presente capítulo.

7. Cuando el Contratista, con autorización del Director de la obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que lo estipulado en el Proyecto, sustituyéndose una clase de fábrica por otra que tenga asignado un mayor precio, ejecutándose con mayores dimensiones o cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Administración contratante, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado o contratado.

8. Variaciones sobre las unidades de obra ejecutadas.

8.1.- Sólo podrán introducirse variaciones, sin previa aprobación de la Administración, cuando consistan en la alteración en el número de unidades realmente ejecutadas sobre las previstas en las mediciones del proyecto, siempre que no representen un incremento del gasto superior al 10 % del precio primitivo del contrato, I.V.A., excluido.

8.2.- Las variaciones mencionadas en el apartado anterior, respetando en todo caso, el límite indicado, se irán incorporando a las relaciones valoradas mensuales y deberán ser recogidas y abonadas en las certificaciones mensuales, conforme a lo prescrito en el artículo 240 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, en la certificación final de obra.

8.3.- No obstante, cuando con posterioridad a las mismas hubiere necesidad de introducir en el proyecto modificaciones de las previstas en el artículo 242 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, habrán de ser recogidas tales variaciones en la propuesta a elaborar, sin necesidad de esperar para hacerlo a la certificación final citada.

9. Abono de las partidas alzadas.

9.1.- Para la ejecución material de las partidas alzadas figuradas en el Proyecto de obra a las que afecta la baja de adjudicación, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización se someterá a su consideración el detalle desglosado del importe de la misma, el cual, si es de conformidad, podrá ejecutarse.

9.2.- De las partidas unitarias o alzadas que en el estado de mediciones o presupuesto figuran, serán a justificar las susceptibles de ser medidas en todas sus partes en unidades de obra, con precios unitarios, siendo las restantes de abono íntegro.





## CAPITULO VII

### Condiciones facultativas. Delimitación general de los agentes de la edificación.

**7.1.-** Son agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vendrán determinadas por lo dispuesto en la legislación de contratos de las Administraciones Públicas, por el contrato que origina su intervención, y en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la Ley de Ordenación de la Edificación y demás disposiciones que sean de aplicación.

#### **7.2.- La Administración.**

1.- Es el Organismo público que decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación.

2. Son obligaciones de la Administración:

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de la obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra, a través del funcionario facultativo que designe al efecto.

#### **7.3.- El Projectista:**

1.- El projectista es el agente que, por encargo de la Administración y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

2.- Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos, cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto, si bien el autor del proyecto deberá suscribir y conformar la totalidad de los documentos que lo integren, que deberán haber sido redactados bajo su coordinación y dirección.

3.- Son obligaciones del projectista:

Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de Arquitecto, Arquitecto Técnico, Ingeniero o Ingeniero Técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión, de acuerdo con lo indicado en el artículo 10 de la Ley de Ordenación de la Edificación.

Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a la que se haya establecido en el contrato.

#### **7.4.- El Contratista:**

1.- El contratista es el agente que asume, contractualmente ante la Administración, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.

2.- Son obligaciones del contratista:

Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del Director de la obra y del Director de Ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como contratista.





Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.

Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera y organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

Firmar el acta de comprobación del replanteo o de comienzo de la obra y el acta de recepción de la misma.

Facilitar al Director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo, en concordancia con lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Elaborar el Plan de Gestión de Residuos conforme a Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Director de Ejecución de la obra, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo, así como el Libro de Incidencias.

Facilitar a la Dirección Facultativa, con la antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

Suscribir las certificaciones parciales de obra, la certificación final y la liquidación de la obra. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra. Deberá tener siempre a mano un número proporcionado de obreros a la extensión de los trabajos que se estén ejecutando en la obra.

El Contratista deberá colocar un cartel de obra de dimensiones y características definidas por la Consejería de Educación.

El contratista está obligado al conocimiento y cumplimiento de todas las disposiciones vigentes sobre señalización de las obras e instalaciones y, en particular, de lo dispuesto en el artículo 41 del Código de la Circulación, en la O.M. de 14 de marzo de 1960 y la O.C. nº 67 de 1/1960, en la comunicación nº 32-62 C.V. de 9 de agosto de 1962 y O.C. 8.1.I.C., de 16 de julio de 1961, O.C. 8.2.I.C., de 23 de abril de 1962, etc., referente a la señalización de obras en carretera.

El contratista señalizará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas de la obra, las rellenará a la mayor brevedad posible, vallará toda zona peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente, en especial, de noche. Fijará suficientemente las señales en su posición apropiada para que no puedan ser sustraídas o cambiadas y mantendrá un servicio continuo de vigilancia que se ocupe de su reposición inmediata, en su caso. Asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras.

3.- El Contratista deberá habilitar en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- a) El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.
- b) La Licencia de Obras
- c) El Libro de Órdenes y Asistencias
- d) El Plan de Seguridad e Higiene
- e) El Plan de Gestión de Residuos
- f) El Libro de Incidencias
- g) La normativa vigente de seguridad y salud en el trabajo.



4.- El Contratista viene obligado a comunicar a la Administración la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el "Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares" el delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

5.- El Jefe de la obra estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de las mediciones y liquidaciones.

6.- El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado, junto con el resto de la documentación requerida para la formalización del Libro del Edificio. (Tiene que definir un programa de autocontrol que contemple la particularidad de la obra, con un seguimiento de ejecución que permita comprobar la conformidad con el proyecto. Esto tiene que estar respaldado y aprobado por la Dirección Facultativa.

También está en la obligación de registrar todas las verificaciones, que deben estar disponibles en un soporte físico y electrónico permanentemente actualizado. Este registro debe incorporarse a la documentación de final de obra. Además, el documento debe dejar constancia de la inspección de la estructura realizada en cada una de las fases.)

7.- El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

8.- Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, tasas, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc. Que ocasionen las obras hasta su total terminación.

9.- Es obligación del contratista el depósito de la fianza u otra garantía financiera equivalente que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se producirán en la obra de acuerdo a la ORDEN 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid

#### **7.5.- El Director de la obra:**

1. El Director de la obra es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos., estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

2. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de la obra.
3. Son obligaciones del director de obra:

Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de Arquitecto, Arquitecto Técnico, Ingeniero o Ingeniero Técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión, según lo establecido el artículo 12 de la Ley de Ordenación de la Edificación.

Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

Elaborar, a requerimiento de la Administración o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

Suscribir, el acta de comprobación del replanteo o de comienzo de obra y el acta de recepción de la obra, así como expedir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla a la Administración.

Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.



Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.

Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

Las restantes establecidas en la legislación de contratos.

#### **7.6.- El Director de Ejecución de la obra:**

1.- El Director de Ejecución de la obra es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

2.- Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) del apartado 1 del artículo 2, de la Ley de Ordenación de la Edificación, la titulación académica y profesional habilitante será la de Arquitecto Técnico. Será esta, asimismo, la titulación habilitante para las obras del grupo b) que fueran dirigidas por arquitectos. En los demás casos la dirección de la ejecución de la obra puede ser desempeñada, indistintamente, por profesionales con la titulación de Arquitecto, Arquitecto Técnico, Ingeniero o Ingeniero Técnico.

Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas y el plan de control de calidad de la obra. (Debe constatar, antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, que existe un programa de control para los productos y para la ejecución. Tienen que validar que los productos de obra sean adecuados a uso y cumplen las especificaciones requeridas. Ha de verificar 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 la normativa de obligado cumplimiento.)

Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto, con la normativa técnica aplicable y con las reglas de la buena construcción y con las instrucciones que en interpretación técnica de éste dicte, en su caso, el Director de la obra.

Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

Suscribir el acta de comprobación del replanteo o de comienzo de obra y el acta de recepción de la obra, así como elaborar y suscribir las mediciones de obra ejecutada, las certificaciones parciales, la certificación final y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, conjuntamente con el Director de la obra.

Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

Las restantes que se establecen en la legislación de contratos.

#### **7.7.- El coordinador en materia de seguridad y salud:**

El coordinador en materia de seguridad y salud será nombrado por la Administración contratante y deberá estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante.

Son obligaciones del coordinador de seguridad y salud:

- 1.- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- 2.- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- 3.- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- 4.- Todas aquellas otras funciones que le asigna la normativa vigente en la materia.



## 7.8.- Entidades y laboratorios de control de la calidad de la edificación:

1. Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

2. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

3. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:  
Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad a la Administración autora del encargo y, en todo caso, al Director de la Ejecución de las obras. (Deben entregar una declaración firmada que demuestra su independencia con respecto al resto de agentes involucrados en la obra. Así, la Dirección facultativa la podrá incorporar en la documentación final de obra.)

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

## CAPITULO VIII

### Cláusulas finales

8.1. El Contratista de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que han quedado.

8.2. El Contratista se compromete a entregar en el acto de la recepción en el Servicio correspondiente del Organismo Contratante, las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc. y autoridades locales para la puesta en servicio de las referidas instalaciones, salvo excepción debidamente justificada por causas no imputables al Contratista.

8.3. Son también de cuenta del Contratista el impuesto del valor añadido y todos los arbitrios, tasas, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras hasta su total terminación, así como la documentación necesaria para la formalización del Libro del Edificio, según establece el Decreto 349/1999, de 30 de diciembre.

8.4. Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en la obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de la Vivienda de 1973.

8.5. Se tendrán presentes las disposiciones e instrucciones de tipo particular referentes a determinadas actividades, que serán de obligado cumplimiento, tales como el ya citado Pliego de Condiciones de la Edificación, aprobado por Orden ministerial de 4-6-76; así como la Normativa derivada de la aplicación del CTE, o las instrucciones i del Código Estructural para las obras de hormigón y acero estructural aprobadas en el RD 470/2021.

8.6. De acuerdo con el artículo 1º A) .1., del Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en la ejecución de las obras se cumplirán todas las normas de la Presidencia del Gobierno, Ministerio de Fomento y demás Ministerios, así como Organismos de la Comunidad de Madrid y Entidades Locales, vigentes en materia de edificación, obras públicas o instalaciones, así como la Normativa vigente sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, de cuyo conocimiento y estricto cumplimiento está obligado el contratista ejecutor de las obras y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras. A tal fin se incluye como apéndice inseparable de este Pliego la relación de la normativa técnica vigente aplicable sobre construcción.

El Organismo Contratante

Madrid, en septiembre de 2022

Vicepresidencia, Consejería de Educación y universidades



El Arquitecto  
FRANCISCO FELIPE MUÑOZ CARABIAS



## PL

## 2. Prescripciones generales de recepción de productos y ejecución de obra.

CIMENTOS-Según DB SE C Seguridad  
estructural cimientos

## 4 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-deformacionales.
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.
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:
  - 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;
  - 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;
  - 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;
  - d) el resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.





## 6 ELEMENTOS DE CONTENCIÓN

### 6.4 Condiciones constructivas y de control

#### 6.4.1 Condiciones constructivas

##### 6.4.1.1 Generalidades

- 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

- Para la ejecución de pantallas continuas se consideran aceptables las especificaciones constructivas recogidas en la norma UNE-EN 1538:2011+A1:2016..
- Cuando se disponga una pantalla en el perímetro de una excavación, se analizarán con detalle los siguientes aspectos de la obra:
  - ejecución de la pantalla;
  - fases de la excavación;
  - introducción de los elementos de sujeción o de los anclajes, si los hubiera;
  - disposición de los elementos de agotamiento, si la excavación se realizase en parte bajo el nivel freático;
  - sujeción de la pantalla mediante los forjados del edificio;
  - eliminación de los elementos provisionales de sujeción o de los anclajes, si los hubiera.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Los muretes guía deben permitir que se respeten las tolerancias especificadas para los paneles de pantalla.
- Será recomendable apuntalar los muretes guía hasta la excavación del panel correspondiente.
- La distancia entre muretes guía debe ser entre veinte y cincuenta milímetros (20 y 50 mm) superior al espesor de la pantalla proyectada.
- En caso de pantallas poligonales o de forma irregular, podrá ser necesario aumentar la distancia entre muretes guía.
- 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.  
Es conveniente que la cara superior del murete guía se encuentre, al menos, 1,5 m sobre la máxima cota prevista del nivel freático.
- 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.
- El hormigón a utilizar cumplirá lo establecido en el Código Estructural-2021
- El hormigón utilizado debe poseer las siguientes cualidades:
  - alta capacidad de resistencia a la segregación;
  - alta plasticidad y buena compactación;
  - buen fluidez;
  - capacidad de autocompactación;
  - 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 cemento será del tipo especificado en la documentación técnica de la obra, cumpliendo cuanto establece la Instrucción para la Recepción de Cementos "RC-16" y el artículo 28 del Código Estructural-2021, o aquellas normas que legalmente los sustituyan.
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 6.5 se recoge el contenido mínimo de cemento recomendado en función de la dimensión máxima de los áridos (UNE EN 1538:2011+A1:2016):

**1.1.1.1.1 Tabla 6.5. 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 (0,65).

**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 se estará a lo dispuesto en el Título 2 del Código Estructural-2021, o aquella norma que legalmente lo sustituya.
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 -2021 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

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, coque, etc. Se debe evitar también el lavado y la segregación del hormigón fresco.

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.

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.

6. El tubo Tremie será estanco, de diámetro constante, y cumplirá las siguientes condiciones:

- 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);
- 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;
- se mantendrá en la parte interior lisa y libre de incrustaciones de mortero, hormigón o lechada.

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).

8. Cuando se utilicen varios tubos de hormigonado, será preciso alimentarlos de forma que el hormigón se distribuya de manera uniforme.

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.

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.

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).

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. Cuando se prevea un período mayor, deben utilizarse retardadores de fraguado.

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.

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.

#### 6.4.1.3 Muros

- La cimentación de los muros se efectuará tomando en consideración las recomendaciones constructivas definidas en los capítulos 4 y 5.
- 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-2021.

#### 6.4.2 Control de calidad

<b>6.4.2.1 Generalidades</b>	<p>1. Los elementos de contención de hormigón cumplirán los condicionantes definidos en este DB y en el Código Estructural-2021.</p> <p>2. Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar el buen estado de los elementos de contención.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>5. Las cargas a las que se sometan las estructuras de contención, no serán superiores a las especificadas en el proyecto.</p> <p>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.</p>
<b>6.4.2.2 Pantallas</b>	<p>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.</p>
<b>6.4.2.3 Muros</b>	<p>1. Es especialmente importante controlar las características de los elementos de impermeabilización y del material de relleno del trasdós.</p>



## 7 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

### 7.2 EXCAVACIONES

#### 7.2.4 Control de movimientos

1. Será preceptivo el seguimiento de movimientos en fondo y entorno de la excavación, utilizando una adecuada instrumentación si:
  - a) no es posible descartar la presencia de estados límite de servicio en base al cálculo o a medidas prescriptivas;
  - b) las hipótesis de cálculo no se basan en datos fiables.
2. Este seguimiento debe planificarse de modo que permita establecer:
  - c) la evolución de presiones intersticiales en el terreno con objeto de poder deducir las presiones efectivas que se van desarrollando en el mismo;
  - d) movimientos verticales y horizontales en el terreno para poder definir el desarrollo de deformaciones;
  - 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;
  - f) el desarrollo de movimientos en el tiempo, para alertar de la necesidad de adoptar medidas urgentes de estabilización.

### 7.3 RELLENOS

#### 7.3.3 Procedimientos de colocación y compactación del relleno

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.
2. Los procedimientos de colocación y compactación del relleno deben asegurar su estabilidad en todo momento evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.
3. El proceso de compactación se definirá en función de la compacidad a conseguir y de los siguientes factores:
  - a) naturaleza del material;
  - b) método de colocación;
  - c) contenido de humedad natural y sus posibles variaciones;
  - d) espesores inicial y final de tongada;
  - e) temperatura ambiente y posibles precipitaciones;
  - f) uniformidad de compactación;
  - g) naturaleza del subsuelo;
  - h) existencia de construcciones adyacentes al relleno.
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.
5. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.

#### 7.3.4 Control del relleno

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.
2. Habitualmente, el grado de compacidad se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor.
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.
4. La sobrecompactación puede producir efectos no deseables tales como:
  - a) altas presiones de contacto sobre estructuras enterradas o de contención;
  - b) modificación significativa de la granulometría en materiales blandos o quebradizos.

### 7.4 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.



	<p>2. Para permeabilidad decreciente del terreno la remoción del agua se hará:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) por gravedad;</li> <li>b) por aplicación de vacío;</li> <li>c) 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>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 subpresiones 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> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E_{d,dst}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras</li> <li><math>E_{d,stab}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras</li> <li><math>G_{d,dst}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones permanentes desestabilizadoras</li> <li><math>Q_{d,dst}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones variables desestabilizadoras</li> <li><math>G_{d,stab}</math> es el valor de cálculo del efecto de las acciones permanentes estabilizadoras</li> </ul> <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>



	6. El valor $G_{d,sub}$ 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, $\gamma_M = \gamma_{cu} = 1,40$

## 8 MEJORA O REFUERZO DEL TERRENO

<b>8.1 Generalidades</b>	1. 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.
<b>8.2 Condiciones iniciales del terreno</b>	1. 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.
<b>8.3 Elección del procedimiento de mejora o refuerzo del terreno</b>	<p>1. 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>2. Para elegir el proceso más adecuado de mejora o refuerzo del terreno deben tomarse en consideración, según proceda, los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) espesor y propiedades del suelo o relleno a mejorar;</li> <li>b) presiones intersticiales en los diferentes estratos;</li> <li>c) naturaleza, tamaño y posición de la estructura a apoyar en el terreno;</li> <li>d) prevención de daños a las obras o servicios adyacentes;</li> <li>e) mejora provisional o permanente del terreno;</li> <li>f) en términos de las deformaciones previsibles, la relación entre el método de mejora del terreno y la secuencia constructiva;</li> <li>g) 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>h) la degradación de los materiales a largo plazo (por ejemplo en el caso de inyecciones de materiales inestables).</li> </ul>
<b>8.4 Condiciones constructivas y de control</b>	<p>1. 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>2. 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>3. La consecución de estos valores o de valores superiores a los mínimos, tras el proceso de mejora, debe ser adecuadamente contrastada.</p>

## 9 ANCLAJES AL TERRENO

<b>9.4 Condiciones constructivas y de control</b>	1. 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.
---	--

## ANEJO G. NORMAS DE REFERENCIA

<b>Normativa UNE</b>	<p>UNE 22 381:1993 Control de vibraciones producidas por voladuras.</p> <p>UNE 22 950-1:1990 Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 1: Resistencia a la compresión uniaxial.</p> <p>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).</p> <p>UNE 80303-1:2017 Cementos con características adicionales. Parte 1: Cementos resistentes a los sulfatos.</p> <p>UNE 80303-2:2017 Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.</p> <p>UNE-EN 197-1:2011 Cementos con características adicionales. Parte 3: Cementos de Bajo calor de hidratación.</p> <p>UNE-EN ISO 17892-4:2019 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.</p>
----------------------	---



	UNE-EN ISO 17892-4:2019 Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación. Método del densímetro.
	UNE-EN ISO 17892-12:2019 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
	UNE-EN ISO 17892-12:2019 Determinación del límite plástico de un suelo.
	UNE 103 108:1996 Determinación de las características de retracción de un suelo.
	UNE 103200:2021 Determinación del contenido de carbonatos en los suelos.
	UNE 103202:2019 Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
	UNE 103204:2009 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 17892-5:2019 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 superpesada.
	UNE-EN ISO 22476-2:2008 Geotecnia. Prueba de penetración dinámica pesada.
	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 1537:2015 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Anclajes.
	UNE-EN 1538:2011+A1:2016 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla.
	UNE-EN 12699:2016 Realización de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes de desplazamiento.
	UNE 83988-2:2014 Durabilidad del hormigón. Métodos de ensayo. Determinación de la resistividad eléctrica. Parte 2: Método de las cuatro puntas o de Wenner.
	UNE 103406:2006 Ensayo de colapso de suelos
	UNE 146510:2018 Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de la inmersión en agua y de los ciclos de humedad -sequedad.
	UNE-EN 197-1:2011 Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes
	UNE-EN ISO 17892-1:2015 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 1



	<p>Determinación de la humedad</p> <p>UNE-EN ISO 17892-3:2018 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 3: Determinación de la densidad de las partículas.</p> <p>UNE-EN ISO 17892-9:2019 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 9: Ensayos de compresión triaxial consolidados en suelos saturados de agua.</p> <p>UNE-EN ISO 22476-2:2008 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica (+UNE-EN ISO 22476- 2:2008/A1:2014)</p> <p>UNE-EN ISO 22476-3:2006 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 3: Ensayo de penetración estándar (+UNE-EN ISO 22476- 3:2008/A1:2014)</p> <p>UNE-EN ISO 22476-12:2010 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 12: Ensayo de penetración con el cono mecánico (CPTM).</p> <p>UNE-ENV 1997-3:2002 Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Parte 3: Proyecto asistido por ensayos de campo</p>
<b>Normativa ASTM</b>	<p>ASTM : G57-78 (G57-95a) Standard Test Method for field measurement of soil resistivity using the Wenner Four-Electrode Method.</p> <p>ASTM : D 4428/D4428M-00 Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.</p>
<b>Normativa NLT</b>	<p>NLT 225:1999 Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua.</p> <p>NLT 254:1999 Ensayo de colapso en suelos.</p> <p>NLT 251:1996 Determinación de la durabilidad al desmoronamiento de rocas blandas.</p>

**TÍTULO 6. CONTROL****Capítulo XIV. Bases generales del Control de Calidad**

Artículo 80°. Control  
de calidad

**Capítulo 5****Bases generales para la gestión de 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

Este Código contempla una serie de comprobaciones que permiten desarrollar los controles anteriores.

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:

- 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 orientarán 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.

#### 17.1 Definiciones

A los efectos de las actividades de control contempladas por este Código, se definen como:

- Partida: cantidad de producto de la misma designación y procedencia contenido en una misma unidad de transporte (contenedor, cuba, camión, etc.) y que se recibe en la obra o en el lugar destinado para su recepción. En el caso del hormigón, las partidas suelen identificarse con las unidades de producto o amasadas.
- Remesa: conjunto de productos de la misma procedencia, identificados individualmente, contenidos en una misma unidad de transporte (contenedor, camión, etc.) y que se reciben en el lugar donde se efectúa la recepción.
- Acopio: cantidad de material o producto, procedente de una o varias partidas o remesas, que se almacena conjuntamente tras su entrada en la obra, hasta su utilización definitiva.
- Lote de material o producto: cantidad de material o producto que se somete a recepción en su conjunto.
- Lote de ejecución: parte de la obra, cuya ejecución se somete a aceptación en su conjunto.
- Unidad de inspección: conjunto de las actividades, correspondientes a un mismo proceso de ejecución, que es sometido a control para la recepción de un lote de ejecución.

#### 17.2 Agentes del control de la calidad

##### 17.2.1 Dirección facultativa

La dirección facultativa, en uso de sus atribuciones y actuando en nombre de la propiedad, tendrá las siguientes obligaciones y responsabilidades respecto al control:

- a) aprobar un programa de control de calidad para la obra, que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto,
- b) velar por el desarrollo y validar las actividades de control en los siguientes casos:
  - control de recepción de los productos que se coloquen en la obra conforme al programa de control,
  - control de los productos una vez recepcionados hasta su colocación,
  - 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.
- c) recopilar y archivar la documentación del control realizado.



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.

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.

#### **17.2.2 Laboratorios y entidades de control de calidad**

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 ésta no sea exigible de acuerdo con la reglamentación específica aplicable.

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.

##### **17.2.2.1 Laboratorios de control**

Los ensayos que se efectúen para comprobar la conformidad de los productos a su recepción en la obra en cumplimiento de este Código, serán encomendados a laboratorios privados o públicos con capacidad suficiente e independientes del resto de los agentes que intervienen en la obra. Esta independencia se extiende a la propiedad de la obra, salvo en el caso que se trate de obras promovidas por una Administración.

La propiedad o la persona en quien delegue podrá visitar a los laboratorios con objeto de verificar su idoneidad para desarrollar los trabajos encomendados. El alcance de la visita recogerá la adecuación de los equipos e instalaciones, capacitación de los trabajadores y procedimientos de trabajo.

En el caso de que el constructor realice ensayos para contrastar los resultados del control externo, como medida adicional para asegurar la calidad de la obra, el laboratorio implicado deberá cumplir los requisitos de capacidad e independencia reflejados en el primer párrafo de este apartado.

Los laboratorios privados deberán justificar su capacidad mediante su acreditación obtenida conforme al Reglamento (CE) N° 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio para los ensayos correspondientes; o, bien, mediante el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, que tengan declarados los ensayos correspondientes. Se considerará su inscripción en el Registro General del CTE en la Sección correspondiente a Laboratorios de Ensayo para el Control de Calidad de la Edificación.

Podrán emplearse también laboratorios de control con capacidad suficiente y perteneciente a cualquier centro directivo de las Administraciones Públicas con competencias en el ámbito de la edificación o de la obra pública.

En el caso de que un laboratorio no pudiese realizar con sus medios alguno de los ensayos establecidos para el control, podrá subcontratarlo a un segundo laboratorio, previa aprobación de la dirección facultativa, siempre que éste último pueda demostrar una independencia y una capacidad suficiente de acuerdo con lo indicado en este artículo. En el caso de laboratorios situados en obra, deberán estar ligados a laboratorios que puedan demostrar su capacidad e independencia conforme a lo indicado en los párrafos anteriores de este apartado, que los deberán integrar en sus correspondientes sistemas de calidad.



#### 17.2.2.2 Entidades de control de calidad

El control de recepción de los productos, el control de ejecución y, en su caso, el control de proyecto, podrán ser realizados con la asistencia técnica de entidades de control de calidad con capacidad suficiente e independientes del resto de los agentes que intervienen en la obra. Esta independencia no será condición necesaria en el caso de entidades de control de calidad pertenecientes a la propiedad.

En el caso de obras de edificación, las entidades de control de calidad serán aquellas a las que hace referencia el Artículo 14 de la Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación. Estas entidades deberán justificar su capacidad mediante el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo.

Podrá emplearse también una entidad pública de control de calidad, con capacidad suficiente y perteneciente a cualquier centro directivo de las Administraciones Públicas con competencias en el ámbito de la edificación o de la obra pública.

### Artículo 18 Garantía de la conformidad de productos y procesos de ejecución, distintivos de calidad

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 de la estructura se elaborará la documentación que reglamentariamente sea exigible y en ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras reglamentaciones, la documentación a la que hace referencia el Anejo 4 de este 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 este Código, 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 de este Código, 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° 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 éste 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° 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.

Lo dispuesto en el párrafo anterior será también de aplicación a los productos de construcción fabricados o comercializados legalmente en un Estado que tenga un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, cuando ese acuerdo reconozca a esos productos el mismo tratamiento que a los fabricados o comercializados en un Estado miembro de la Unión Europea.

De acuerdo al apartado 4.1, en el caso de los productos con marcado CE, los distintivos de calidad oficialmente reconocidos no podrán certificar la conformidad con las prestaciones declaradas en lo que respecta a las características esenciales cubiertas por la norma armonizada, ni tampoco con las prestaciones de ninguna característica esencial relacionada con los requisitos básicos incluidos en el anexo I del Reglamento (EU) 305/2011, de 9 de marzo de 2011.

#### **18.1 Procedimiento de reconocimiento oficial de distintivos de calidad**

El reconocimiento oficial del distintivo se desarrollará conforme al procedimiento que establezca la Administración reconocedora de cualquier Estado miembro de la Unión Europea, de Turquía o de cualquier Estado de la Asociación Europea de Libre Comercio signatario del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo.

En el caso de los reconocimientos de distintivos por parte del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, se aplicará el siguiente procedimiento.

Estarán legitimados para presentar las solicitudes de reconocimiento oficial de un distintivo de calidad, los organismos de certificación acreditados conforme a los apartados de este Código que le sean de aplicación y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) N° 765/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio, por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de productos.

Las solicitudes deberán acompañarse de al menos la siguiente documentación:

- a) Memoria explicativa y justificativa de la solicitud.
- b) Reglamento regulador del distintivo en donde se definan las garantías particulares, procedimiento de concesión, régimen de funcionamiento, requisitos técnicos y reglas para la toma de decisiones. En cualquier caso, dicho reglamento incluirá la declaración explícita del cumplimiento del contenido de este Código.
- c) Cualquier otra documentación que la Administración reconocedora establezca o considere necesaria en relación al ámbito de certificación en el que se desarrolle el distintivo.

La Administración reconocedora podrá recabar los informes o dictámenes de los expertos por ella designados, en función de las características de la certificación cuyo reconocimiento se solicita.

Para mayor difusión y comodidad en el acceso de la información por parte de los usuarios, cualquier Administración reconocedora de las contempladas en los párrafos anteriores para el reconocimiento



oficial de un distintivo de calidad, podrá solicitar la publicación de los distintivos por ellas reconocidas en las páginas web de las Comisiones Permanentes que proponen este Código, creadas a tal efecto.

Si la resolución de la Administración reconocedora fuese desfavorable al reconocimiento, la finalización del procedimiento se producirá con la comunicación al solicitante.

La enmienda o retirada del reconocimiento oficial del distintivo podrá ser realizada a instancia o de parte, para lo cual se iniciará el procedimiento mediante la oportuna solicitud y se regirá conforme a los mismos trámites que para su reconocimiento.

La Administración reconocedora vigilará la correcta aplicación de los distintivos, por lo que podrá participar en todas aquellas actividades que se consideren relevantes para el correcto funcionamiento del distintivo así como asistir a las inspecciones que realicen los servicios de inspección correspondientes a las instalaciones que ostenten el distintivo de calidad, para verificar la correcta actuación de éstos en la supervisión de las características técnicas de los productos y la adecuación del control interno sobre su producción.

Si se detectase alguna anomalía en estos procedimientos, la Autoridad reconocedora podrá incoar un expediente y podrá suspender el reconocimiento, comunicando previamente la propuesta de retirada al solicitante con el objeto de que pueda formular alegaciones. La validez del reconocimiento quedará condicionada durante el período de validez, al mantenimiento de las condiciones que los motivan.

#### **18.2 Distintivos de calidad concedidos por entidades de certificación en otros Estados**

No será necesaria la declaración explícita requerida en el punto b) del apartado 18.1, si una entidad de certificación de otro Estado miembro de la Unión Europea, de Turquía o de cualquiera de los Estados firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, evalúa la conformidad respecto a cualquier norma o reglamento que, manteniendo al menos las garantías necesarias para verificar un nivel similar de calidad del producto o proceso y de sus características técnicas, demuestre que se cumplen los requisitos de seguridad estructural contemplados en este Código.

### **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 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 20 Control de la conformidad del proyecto**

El control del proyecto tiene por objeto comprobar su conformidad con este Código y con el resto de la reglamentación que le fuera aplicable, así como comprobar su grado de definición, la calidad del mismo y todos los aspectos que puedan incidir en la calidad final de la estructura proyectada.

La propiedad podrá decidir la realización del control de proyecto, que como mínimo deberá realizarse por una persona distinta a aquellos inicialmente responsables y de conformidad con el procedimiento de la organización. Para ello, podrá contar con la asistencia técnica de una entidad de control de calidad, de acuerdo con lo indicado en el apartado 17.2.2.2.

## **Artículo 21 Control de la 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, en este Código.

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N° 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 de este Código, 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 el caso de que se detecte la no conformidad de las prestaciones de un producto que ostente el marcado CE, a raíz de los ensayos de recepción, con la declaración de prestaciones de dicho producto, o incumplimientos por ausencia de marcado CE obligatorio o defectos documentales, el responsable de la recepción o, en su caso, la dirección facultativa, podrá trasladar la información disponible a las autoridades de vigilancia del mercado, al objeto de que inicien, en su caso, los procedimientos previstos



en el capítulo VIII del Reglamento (UE) N° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.

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 de este Código.

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 de este Código.

Este Código recoge unos criterios para comprobar la conformidad con el mismo de los productos que se reciben en la obra. Análogamente, también recoge los criterios para la comprobación, en su caso, de la conformidad antes de su transformación, de los productos que pueden ser empleados para la elaboración de aquéllos.

La dirección facultativa, en uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre las remesas o las partidas de productos suministrados a la obra o sobre los empleados para la elaboración de los mismos.

#### **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 de este Código, 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° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.
  - 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.

En el caso de que los productos suministrados dispongan de distintivos de calidad oficialmente reconocidos que supongan una garantía superior y que vienen contemplados en el Artículo 18 de este Código, deberá efectuarse un control documental específico. Para ello los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido vigente. La





documentación ha de ir acompañada de una declaración del suministrador firmada por persona física en la que conste la fecha de vigencia del distintivo, acompañado de copia del certificado.

Antes del suministro, la dirección facultativa comprobará que el material certificado se adapta al especificado en el proyecto y fijará la realización de las comprobaciones previstas en el Capítulo 13, 23 y 33 de este Código para este tipo de distintivos.

#### 21.1.1 Documentación del marcado CE

Para aquellos productos que estén sujetos al marcado CE en aplicación del Reglamento (UE) N° 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, la documentación que el fabricante o suministrador (distribuidor o importador) del producto debe entregar como justificación del correcto marcado CE es:

- a) Copia de la declaración de prestaciones, según lo establecido en el artículo 6 del Reglamento (UE) N° 305/2011, de 9 de marzo de 2011. La declaración de prestaciones se puede aportar: por vía electrónica (e-mail o fax); a través de la página web del suministrador, siguiendo los criterios del Reglamento Delegado (UE) N° 157/2014 de la Comisión Europea; y siempre en formato papel si así lo requiere el receptor del producto.
- b) El marcado o etiquetado CE del producto, que podrá entregarse: sobre el producto o embalaje; en una etiqueta adherida al producto o embalaje; o en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán).
- c) En el caso de que se considere necesario para garantizar la correcta instalación del producto se acompañará al mismo sus instrucciones e información de seguridad, como se indica en el artículo 11, punto 6, del Reglamento (UE) N° 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.

Estos documentos deberán facilitarse en idioma español.

#### 21.2 Control de recepción mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias de este Código 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.

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.

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.

### Artículo 22 Control de la conformidad de los procesos de ejecución

El control de la ejecución, establecido como preceptivo por este Código, 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.

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.

El control de la ejecución comprenderá:

- a) la comprobación del control de producción del constructor, y
- b) la realización de inspecciones de los procesos durante la ejecución.

#### **22.1 Control de la ejecución mediante comprobación del control de producción del constructor**

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.

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.

El programa de autocontrol deberá ser aprobado por la dirección facultativa antes del inicio de los trabajos.

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.

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.

Además, en función del nivel de control de la ejecución, el constructor definirá un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

#### **22.2 Control de la ejecución mediante inspección de los procesos**

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 este Código 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.

En su caso, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de las inspecciones externas para aquéllos procesos de la ejecución de la estructura que se encuentren en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

#### **22.3 Programación del control de ejecución**

La programación del autocontrol de la ejecución identificará, entre otros aspectos, los siguientes:

- niveles de control y clases de ejecución
- lotes de ejecución,
- unidades de inspección,



- frecuencias de comprobación.

#### **22.4 Niveles de control de la ejecución**

A los efectos de este Código, se contemplan dos niveles de control:

- a) Control de ejecución a nivel normal (conforme al Artículo 14)
- b) Control de ejecución a nivel intenso (conforme al Artículo 14)

Cuando se realice un control de ejecución a nivel intenso el constructor deberá estar en posesión de un sistema de la calidad certificado conforme a la UNE-EN ISO 9001, obtenido de una entidad certificada conforme a la UNE-EN ISO/IEC 17021 para el alcance de las actividades de ejecución requeridas.

### **Artículo 23 Control de la comprobación de la 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.

#### **23.1 Documentación generada para la comprobación de la conformidad**

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 este Código 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.

#### **23.2 Pruebas de carga**

En general, las pruebas de carga pueden agruparse de acuerdo con su finalidad en:

- a) Pruebas de carga reglamentarias.

Son todas aquellas fijadas por el pliego de prescripciones técnicas particulares o instrucciones o reglamentos, y que tratan de realizar un ensayo que constate el comportamiento de la estructura ante situaciones representativas de sus acciones de servicio. Las reglamentaciones de puentes de carretera y puentes de ferrocarril fijan, en todos los casos, la necesidad de realizar ensayos de puesta en carga previamente a la recepción de la obra. Estas pruebas tienen por objeto comprobar la adecuada concepción y la buena ejecución de las obras frente a las cargas



normales de explotación, comprobando si la obra se comporta según los supuestos de proyecto, garantizando con ello su funcionalidad.

Hay que añadir, además, que en las pruebas de carga se pueden obtener valiosos datos de investigación que deben confirmar las teorías de proyecto (reparto de cargas, giros de apoyos, flechas máximas) y utilizarse en futuros proyectos.

Estas pruebas no deben realizarse antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia de proyecto. Pueden contemplar diversos sistemas de carga, tanto estáticos como dinámicos.

Las pruebas dinámicas son preceptivas en puentes de ferrocarril y en puentes de carretera y estructuras en las que se prevea un considerable efecto de vibración, de acuerdo con las Instrucciones de acciones correspondientes. En particular, este último punto afecta a los puentes con luces superiores a los 60 m o diseño inusual, utilización de nuevos materiales y pasarelas y zonas de tránsito en las que, por su esbeltez, se prevé la aparición de vibraciones que puedan llegar a ocasionar molestias a los usuarios. El proyecto y realización de este tipo de ensayos deberá estar encomendado a equipos técnicos con experiencia en este tipo de pruebas.

La evaluación de las pruebas de carga reglamentarias requiere la previa preparación de un proyecto de prueba de carga, que debe contemplar la diferencia de actuación de acciones (dinámica o estática) en cada caso. De forma general, y salvo justificación especial, se considerará el resultado satisfactorio cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- En el transcurso del ensayo no se producen fisuras que no se correspondan con lo previsto en el proyecto y que puedan comprometer la durabilidad y seguridad de la estructura.
- Las flechas medidas no exceden los valores establecidos en proyecto como máximos compatibles con la correcta utilización de la estructura.
- Las medidas experimentales determinadas en las pruebas (giros, flechas, frecuencias de vibración) no superan las máximas calculadas en el proyecto de prueba de carga en más de un 15% en caso de hormigón armado y en 10% en caso de hormigón pretensado.
- La flecha residual después de retirada la carga, habida cuenta del tiempo en que esta última se ha mantenido, es lo suficientemente pequeña como para estimar que la estructura presenta un comportamiento esencialmente elástico. Esta condición deberá satisfacerse tras un primer ciclo carga-descarga, y en caso de no cumplirse, se admite que se cumplan los criterios tras un segundo ciclo.

b) Pruebas de carga como información complementaria.

En ocasiones es conveniente realizar pruebas de carga como ensayos para obtener información complementaria, en el caso de haberse producido cambios o problemas durante la construcción. Salvo que lo que se cuestione sea la seguridad de la estructura, en este tipo de ensayos no deben sobrepasarse las acciones de servicio, siguiendo unos criterios en cuanto a la realización, análisis e interpretación semejantes a los descritos en el caso anterior.

c) Pruebas de carga para evaluar la capacidad resistente.

En algunos casos las pruebas de carga pueden utilizarse como medio para evaluar la seguridad de estructuras. En estos casos la carga a materializar deberá ser una fracción de la carga de cálculo superior a la carga de servicio. Estas pruebas requieren siempre la redacción de un plan de ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, la realización de la misma por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, y ser dirigida por un técnico competente.

El plan de prueba recogerá, entre otros, los siguientes aspectos:

- Viabilidad y finalidad de la prueba.
- Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.
- Procedimientos de medida.



- Escalones de carga y descarga.
- Medidas de seguridad.

Este último punto es muy importante, dado que por su propia naturaleza en este tipo de pruebas se puede producir algún fallo o rotura parcial o total del elemento ensayado.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión. Para su realización deberán seguirse los siguientes criterios:

- Los elementos estructurales que sean objeto de ensayo deberán tener al menos 56 días de edad, o haberse comprobado que la resistencia real del hormigón de la estructura ha alcanzado los valores nominales previstos en proyecto.
- Siempre que sea posible, y si el elemento a probar va a estar sometido a cargas permanentes aún no materializadas, 48 horas antes del ensayo deberían disponerse las correspondientes cargas sustitutorias que gravitarán durante toda la prueba sobre el elemento ensayado.
- Las lecturas iniciales deberán efectuarse inmediatamente antes de disponer la carga de ensayo.
- La zona de estructura objeto de ensayo deberá someterse a una carga total, incluyendo las cargas permanentes que ya actúen, equivalente a  $0,85 \cdot (1,35 \cdot G + 1,5 \cdot \gamma_{sc})$ , siendo G la carga permanente que se ha determinado actúa sobre la estructura, Q las sobrecargas previstas y  $\gamma_{sc} = 1,35$ , salvo que la reglamentación específica vigente indique otro valor.

Las cargas de ensayo se dispondrán en al menos cuatro etapas aproximadamente iguales, evitando impactos sobre la estructura y la formación de arcos de descarga en los materiales empleados para materializar la carga.

- 24 horas después de que se haya colocado la carga total de ensayo, se realizarán las lecturas en los puntos de medida previstos. Inmediatamente después de registrar dichas lecturas se iniciará la descarga, registrándose las lecturas existentes hasta 24 horas después de haber retirado la totalidad de las cargas.
- Se realizará un registro continuo de las condiciones de temperatura y humedad existentes durante el ensayo con objeto de realizar las oportunas correcciones si fuera pertinente.
- Durante las pruebas de carga deberán adoptarse las medidas de seguridad adecuadas para evitar un posible accidente en el transcurso de la prueba. Las medidas de seguridad no interferirán la prueba de carga ni afectarán a los resultados.

El resultado del ensayo podrá considerarse satisfactorio cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Ninguno de los elementos de la zona de estructura ensayada presenta fisuras no previstas y que comprometan la durabilidad o seguridad de la estructura.
- La flecha máxima obtenida es inferior de  $l^2/20.000 \cdot h$ , siendo l la luz de cálculo y h el canto del elemento. En el caso de que el elemento ensayado sea un voladizo, l será dos veces la distancia entre el apoyo y el extremo.
  - Si la flecha máxima supera  $l^2/20.000 \cdot h$ , la flecha residual una vez retirada la carga, y transcurridas 24 horas, deberá ser inferior al 25 % de la máxima en elementos de hormigón armado e inferior al 20 % de la máxima en elementos de hormigón pretensado. Esta condición deberá satisfacerse tras el primer ciclo de carga-descarga. Si esto no se cumple, se permite realizar un segundo ciclo de carga-descarga después de transcurridas 72 horas de la finalización del primer ciclo. En tal caso, el resultado se considerará satisfactorio si la flecha residual obtenida es inferior al 20 % de la flecha máxima registrada en ese ciclo de carga, para todo tipo de estructuras.



## Capítulo 12

### Gestión de la calidad del proyecto de estructuras de hormigón



## Artículo 55 Criterios específicos para el desarrollo del control de proyecto en las estructuras de hormigón

### 55.1 Niveles del control de proyecto

Cuando la propiedad decida la realización del control de proyecto, independientemente del nivel de supervisión adoptado (supervisión normal o supervisión ampliada), acorde el apartado B.4 del Apéndice B del Anejo 18, elegirá uno de los siguientes niveles de control:

- control a nivel normal;
- control a nivel intenso.

La entidad de control identificará los aspectos que deben comprobarse y desarrollará, según el tipo de obra, una pauta de control como la que, a título orientativo, se recoge en el Anejo 3.

La frecuencia de comprobación, según el nivel de control adoptado, no debe ser menor que el indicado en la tabla 55.1.

Tabla 55.1 Frecuencia de comprobación

Tipo de elemento	Nivel de control		Observaciones
	normal	intenso	
Zapatas	10%	20%	Al menos 3 zapatas
Losas de cimentación	10%	20%	Al menos 3 recuadros
Encepados	10%	20%	Al menos 3 encepados
Muros de contención	10%	20%	Al menos 3 secciones diferentes
Muros de sótano	10%	20%	Al menos 3 secciones diferentes
Estribos	10%	20%	Al menos 1 de cada tipo
Pilares y pilas de puente	15%	30%	Mínimo 3 tramos
Muros portantes	10%	20%	Mínimo 3 tramos
Jácnas	10%	20%	Mínimo 3 jácnas de al menos dos vanos
Zunchos	10%	20%	Mínimo dos zunchos
Tableros de vigas y losa superior	10%	20%	Mínimo dos vanos En cada vano mínimo una viga interior y una viga de borde
Tableros con losa maciza o aligerada	10%	20%	Mínimo dos vanos. En losas continuas, mínimo un vano extremo y otro interior.
Tableros con sección cajón	10%	20%	Mínimo dos vanos. Uno extremo y otro interior.
Puentes pórtico	15%	30%	Mínimo un tramo
Arcos y bóvedas	15%	30%	Mínimo un tramo
Mamparos, diafragmas o riostras sobre pilas y estribos	15%	30%	Al menos 1 por tipo





Tabla 55.1 Frecuencia de comprobación (continuación)

Tipo de elemento	Nivel de control		Observaciones
	normal	intenso	
Costillas de voladizos	15%	30%	Al menos 1 de borde y una intermedia.
Brochales	10%	20%	Mínimo 3 brochales
Escaleras	10%	20%	Al menos dos tramos
Losas y forjados bidireccionales	15%	30%	Al menos 3 recuadros Mínimo uno de borde y uno en voladizo
Forjados unidireccionales	15%	30%	Al menos 3 paños
Elementos singulares: anclajes de pretensado, anclajes de tirantes o péndolas, nudos de empalme de elementos prefabricados, etc...	15%	30%	Al menos 1 por tipo
Elementos auxiliares provisionales necesarios durante la ejecución: apeos, pilonos de atirantamiento, etc...	15%	30%	Al menos 1 por tipo y supervisión de afección a la estructura definitiva

Nota: No obstante lo anterior, se comprobará el 100% de los elementos sometidos a torsión principal y, en general, los elementos que sean susceptibles de roturas frágiles o que contengan detalles con posibles empujes al vacío, nudos complejos, transiciones complicadas en geometría o armaduras, cabezas de anclaje, riostras, regiones de discontinuidad, etc.

#### 55.2. Documentación del control de proyecto

Cualquiera que sea el nivel de control aplicado, la entidad de control entregará a la propiedad un informe escrito y firmado por persona física, con indicación de su cualificación y cargo dentro de la entidad, en el que, congruentemente con la pauta de control adoptada, se reflejarán, al menos, los siguientes aspectos:

- propiedad peticionaria,
- identificación de la entidad de control de calidad u organismo que lo suscribe,
- identificación precisa del proyecto objeto de control,
- identificación del nivel de control adoptado,
- plan de control de acuerdo con las pautas adoptadas,
- comprobaciones realizadas,
- resultados obtenidos,
- relación de no conformidades detectadas, indicando si estas se refieren a la adecuada definición del proyecto para la ejecución, o si afectasen a la seguridad, funcionalidad o durabilidad,
- valoración de las no conformidades,
- conclusiones, y en particular conclusión explícita sobre la existencia de reservas que pudieran provocar incidencias indeseables si se procediese a licitar las obras o a ejecutar las mismas.

La propiedad, a la vista del informe anterior, tomará las decisiones oportunas y previas a la licitación o, en su caso, a la ejecución de las obras. En el caso de la existencia de no conformidades, antes de la



toma de decisiones, la propiedad comunicará el contenido del informe de control al autor del proyecto, quien procederá a:

- a) subsanar, en su caso, las no conformidades detectadas en el control de proyecto; o
- b) presentar un informe escrito, en el que se ratifiquen y justifiquen las soluciones y definiciones adoptadas en el mismo, acompañando cualquier documentación complementaria que se estime necesaria.



## **Capítulo 13**

### **Gestión de la calidad de los productos en estructuras de hormigón**



**Artículo 81º. Control  
de los componentes  
del hormigón**

**Artículo 56 Criterios específicos para el control de los productos**

Siguiendo las bases generales para la gestión de la calidad, definidas en el Capítulo 5, 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° 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 de este Código 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 este Código. En caso de que el constructor haya



<p>81.1. Cemento</p> <p>81.1.1. Especificaciones</p> <p>81.1.2. Ensayos</p> <p>81.1.3. Criterios de aceptación o rechazo</p> <p>81.3. Áridos</p> <p>81.3.1. Especificaciones</p> <p>81.3.2. Ensayos</p> <p>81.3.3. Criterios de aceptación o rechazo</p>	<p>optado por suministrarse de instalaciones externas de tercero, la dirección facultativa podrá efectuar visita a las mismas.</p> <p>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.</p> <p><b>56.3 Toma de muestras y realización de los ensayos</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Tanto la toma de muestra como los ensayos de recepción se realizarán mediante personal competente.</p> <p><b>56.4 Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los productos</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p><b>56.4.1 Cementos</b></p> <p>La comprobación de la conformidad del cemento se efectuará de acuerdo con la Instrucción para la recepción de cementos vigente.</p> <p><b>56.4.2 Áridos</b></p> <p>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.</p> <p>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 de este 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 de este Código, deberán presentar un estudio de finos que justifique experimentalmente su uso.</p>
--	---



<p><b>81.4. Otros componentes del hormigón</b></p> <p><b>81.4.1. Especificaciones</b></p> <p><b>81.4.2. Ensayos</b></p> <p><b>81.4.3. Criterios de aceptación o rechazo</b></p>     <p><b>81.2. Agua de amasado</b></p> <p><b>81.2.1. Especificaciones</b></p> <p><b>81.2.2. Ensayos</b></p> <p><b>81.2.3. Criterios de aceptación o rechazo</b></p>	<p><b>56.4.3 Aditivos</b></p> <p>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.</p> <p><b>56.4.4 Adiciones</b></p> <p>Aquellas adiciones contempladas en las correspondientes normas armonizadas deberán disponer del marcado CE.</p> <p>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.</p> <p><b>56.4.5 Agua</b></p> <p>Se podrá eximir de la realización de los ensayos cuando se utilice agua potable de red de suministro.</p> <p>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.</p> <p><b>56.4.6 Productos para la protección, reparación y refuerzo</b></p> <p>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.</p> <p>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 de este Código.</p>
---	--



## Capítulo XV. Control de materiales

### Artículo 82º. Control de la calidad del hormigón

#### 83.1. Especificaciones

### 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 de este 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 de este Código. 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 de este Código 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.

#### 83.2. Ensayos

#### 83.3. Criterios de aceptación o rechazo





**Artículo 83º. Control  
de la consistencia  
del hormigón**

**Artículo 84º. Control  
de la resistencia del  
hormigón**

**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 de este Código.

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 de este Código 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  $f_{ck} \geq 50 \text{ N/mm}^2$  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  $R^2$  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:

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

donde:

$f_c$  Resistencia a compresión, en  $\text{N/mm}^2$ , referida a probeta cilíndrica de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura nominales.

$f_{c,cubica}$  Resistencia a compresión, en  $\text{N/mm}^2$ , obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 150 mm.

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



**Artículo 85°. Control  
de las  
especificaciones  
relativas a la  
durabilidad del  
hormigón**

**85.1.  
Especificaciones**

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  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  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  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa  $\geq 95\%$ .

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  $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

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 de este Código. 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:  $Z_1 \leq Z_2 \leq Z_3$ .
- Las profundidades medias de penetración:  $T_1 \leq T_2 \leq T_3$ .



## 85.2. Controles y ensayos

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 de este Código.

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.



**Artículo 86°.**  
**Ensayos previos del hormigón**

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 de este Código, 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:

- a) cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia,
- b) 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
- c) siempre que lo indique la dirección facultativa o lo establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

En el caso de hormigones autocompactantes, la dirección facultativa, en función de la aplicación a la que esté destinado el hormigón, decidirá las características de autocompactabilidad a controlar de las



### 85.3. Criterios de valoración

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 autocompactante, 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 de este Código, 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 autocompactantes no se permitirá ninguna tolerancia respecto a los valores especificados en la tabla 33.5b y las tablas del apartado 33.6 de este Código.

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.



<p><b>Artículo 87º. Ensayos característicos del hormigón</b></p> <p><b>Artículo 88º. Ensayos de control del hormigón</b></p> <p><b>88.1. Generalidades</b></p> <p><b>88.4. Control estadístico del hormigón (modalidad 1. Control estadístico del CE-2021)</b></p>	<p><b>57.5.3 Modalidades de control de la conformidad de la resistencia del hormigón durante el suministro</b></p> <p>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 este Código. La modalidad de control que se adopte en el proyecto podrá ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modalidad 1. Control estadístico, según 57.5.4;</li> <li>- modalidad 2. Control al 100 por 100, según 57.5.5; y</li> <li>- modalidad 3. Control indirecto, según 57.5.6.</li> </ul> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,</li> <li>- que el hormigón tenga certificada la dispersión dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,</li> <li>- la modalidad de control que se adopte.</li> </ul> <p>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.</p> <p><b>57.5.4 Control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro</b></p> <p>Esta modalidad de control es la de aplicación general a todas las obras de hormigón estructural.</p> <p><b>57.5.4.1 Lotes y ensayos de control de la resistencia</b></p> <p>Antes de iniciar el suministro del hormigón, la dirección facultativa comunicará al constructor, y éste al suministrador, el criterio de aceptación aplicable.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
--	--



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	Nº de elementos o dimensión	Nº de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente reconocido	Nº 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	$N \geq V/35$ $N \geq 3$	$N \geq V/105$ $N \geq 1$
Cimentaciones superficiales con elementos de volumen inferior a 200 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	1 semana		$N \geq 3$	$N=1$
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 <sup>(**)</sup>	$N \geq 3$	$N=1$
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)	$N \geq V/30$ $N \geq 3$	$N=1$
Pilares y muros portantes de edificación	100 m <sup>3</sup>	2 semanas	500 m <sup>2</sup> de superficie construida <sup>(*)</sup> 2 plantas <sup>(**)</sup>	$N \geq 3$	$N=1$
Pilas y estribos de puente (con encofrado convencional)	50 m <sup>3</sup>	1 día	1 pila / 1 estribo	$N \geq 3$	$N=1$
Pilas de puente construidas por trepado y deslizado	100 m <sup>3</sup>	2 días	1 pila	$N \geq V/20$ $N \geq 4$	$N=1$
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	$N \geq V/20$ $N \geq 4$	$N \geq V/60$ $N \geq 1$
Tableros contruidos por fases <sup>(***)</sup>	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.





**88.5. Decisiones  
derivadas del  
control de  
resistencia**

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 N/mm<sup>2</sup>, 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	$f(x_1) = x_1 K_n \geq f_{ck}$	Hasta la 36ª amasada

donde:

$f(\bar{x})$ ;  $f(x_1)$  Funciones de aceptación.

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

$x_1$  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



<p><b>88.3. Control al 100 por 100 (modalidad 2 del CE-2021)</b></p>	<p><b>57.5.5 Control de la resistencia del hormigón al 100 por 100</b></p> <p><b>57.5.5.1 Realización de los ensayos</b></p> <p>Esta modalidad de control es de aplicación a cualquier estructura, siempre que se adopte antes del inicio del suministro del hormigón.</p> <p>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, <math>f_{c,real}</math>.</p> <p><b>57.5.5.2 Criterios de aceptación o rechazo</b></p> <p>Cuando el número N de amasadas que se vayan a controlar sea igual o menor que 20, <math>f_{c,real}</math> será el valor de la resistencia de la amasada más baja encontrada en la serie.</p> <p>Cuando el número N de amasadas que se vayan a controlar sea mayor que 20, el valor de <math>f_{c,real}</math> corresponde a la resistencia de la amasada que, una vez ordenadas las N determinaciones de menor a mayor, ocupa el lugar <math>n = 0,05 N</math>, redondeándose n por exceso.</p> <p>El criterio de aceptación se define por las siguientes expresiones:</p> $\begin{aligned} f_{c,real} &\geq f_{ck} \\ f_i &\geq 0,9 \cdot f_{ck} \end{aligned}$ <p>donde <math>f_i</math> es el valor mínimo de los resultados obtenidos en las N amasadas controladas.</p>
<p><b>88.2. Control reducido (modalidad 3 del CE-2021)</b></p> <p><b>Control indirecto de la resistencia del hormigón.</b></p> <p><b>Artículo 89º. Ensayos de información complementaria del</b></p>	<p><b>57.5.6 Control indirecto de la resistencia del hormigón</b></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– elementos de edificios de viviendas de una o dos plantas, con luces inferiores a 6,00 metros,</li> <li>– elementos de edificios de viviendas de hasta cuatro plantas, que trabajen a flexión, con luces inferiores a 6,00 metros,</li> <li>– obras de ingeniería de pequeña importancia.</li> </ul> <p>Además, será necesario que se cumplan las dos condiciones siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) que el ambiente en el que está ubicado el elemento sea X0 o XC según lo indicado en el Artículo 27,</li> <li>b) que en el proyecto se haya adoptado una resistencia de cálculo a compresión <math>f_{cd}</math> no superior a 15 N/mm².</li> </ol> <p><b>57.5.6.1 Realización de los ensayos</b></p> <p>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.</p>

**hormigón**

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:

- los resultados de los ensayos de consistencia cumplen lo indicado en el apartado 57.5.2;
- 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;
- 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 de este Código.

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 de este Código.

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 de este 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 de este Código.

##### **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  $0,90.f_{ck}$  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:

$$\bar{x} - 1,645 \cdot \sigma \geq 0,90 \cdot f_{ck}$$

donde:

- $\bar{x}$  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<sup>2</sup>, 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:

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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 de este Código.

#### **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 este Código 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)(*)	diaria	diaria
Nº de ensayos mínimos	16/mes	2/semana

(\*) En producciones superiores a 300 m<sup>3</sup> 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<sup>2</sup>, 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.
- $f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada para el tipo de hormigón utilizado.



**Artículo 90º Control  
de la calidad del  
acero**

**90.1. Generalidades**

**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 de 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 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 de  $R_m$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $R_m/R_{p0.2}$ ,  $R_{p0.2real}/R_{p0.2nominal}$ ,  $A$ ,  $A_{gt}$ . 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 de este Código. 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 de este Código.
- 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 de este Código 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 un 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:

$$\%C_{\text{ensayo}} = \% C_{\text{certificado}} \pm 0,03$$

$$\%C_{\text{eq ensayo}} = \% C_{\text{eq certificado}} \pm 0,03$$

$$\%P_{\text{ensayo}} = \% P_{\text{certificado}} \pm 0,008$$

$$\%S_{\text{ensayo}} = \% S_{\text{certificado}} \pm 0,008$$

$$\%N_{\text{ensayo}} = \% N_{\text{certificado}} \pm 0,002$$

$$\%Cu_{\text{ensayo}} = \% Cu_{\text{certificado}} \pm 0,07$$

- Para productos de acero soldable inoxidable conforme al apartado 34.4 de este Código:

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 de este 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 de este 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 pretende suministrar a la obra, el suministrador deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física de la siguiente documentación:



**90.2. Control documental durante el suministro**

**90.3. Control experimental durante el suministro**

- 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 de este Código, 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 de este Código.

**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





### 90.3.1. Productos certificados

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  $R_m$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $R_m/R_{p0.2}$ ,  $R_{p0.2real}/R_{p0.2nominal}$ ,  $A$ ,  $A_{gt}$ . 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 de este Código.
- 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 de este Código 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 de este Código.
- 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 les sean de aplicación en el Artículo 35 de este Código.
- 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 un 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 la 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°.

#### 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 de este Código, 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 reconocido: 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 reconocido: 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 este Código.

#### **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 reconocido, 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	Tracción Geometría superficial
Con soldadura (ferralla armada mediante soldadura no resistente)	Tracción Doblado simple o doblado-desdoblado	Tracción Doblado simple o doblado-desdoblado Geometría superficial

En cada lote se tomará una muestra representativa formada por un número de probetas suficiente 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  $R_m$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $R_m/R_{p0.2}$ ,  $R_{p0.2real}/R_{p0.2nominal}$  (solo en el caso de armaduras pasivas SD),  $A$ ,  $A_g$ . 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 de este Código.
- 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 de este Código 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 de este Código 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:

- a) 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,
- b) 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 de este Código.

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

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

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.





Artículo 91º. Control  
de dispositivos de  
anclaje y empalme  
de las armaduras  
postesas

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 determinarán 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 grafilas, si procede.

Los ensayos serán satisfactorios cuando cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el Artículo 36 de este Código.

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-desdoblado y tracción desviada (solo para cordones de 7 alambres de diámetro  $\geq 13\text{mm}$ ), 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 de este Código.

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 si 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.



<p><b>Artículo 92°. Control de las vainas y accesorios para armaduras de pretensado</b></p>	<p><b>61.5.2.3 Control de las vainas y accesorios de pretensado</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Se comprobará asimismo que los separadores, en su caso, no producen acodamientos de las armaduras o dificultad importante al paso de la inyección.</p> <p>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.</p>
<p><b>Artículo 93°. Control de los equipos de tesado</b></p>	
<p><b>Artículo 94°. Control de los productos de inyección</b></p>	<p><b>61.5.2.4 Control de los productos de inyección</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p>
	<p><b>61.6 Certificado del suministro</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>



## **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 de este Código 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 este Código.

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 este Código 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 de este Código, en cualquier caso acreditados conforme a los apartados de este Código que le sean de aplicación y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) N° 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 esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido y se cumplen el resto de condiciones indicadas en el Anejo 19 de este Código.

#### **62.2 Toma de muestras**

En el caso de que así lo decidiera la dirección facultativa, por si 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 este Código, 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 este 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 este Código salvo en los requisitos referentes al transporte. Además, su vertido, compactación y curado deberán ser conformes con los criterios establecidos, con carácter general, por este Código.

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 66.5.3.4 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, jáchenas...	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.



## Capítulo XVI. Control de la ejecución

### Artículo 95º. Control de la ejecución

#### 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:

- se corresponderán con partes sucesivas en el proceso de ejecución de la obra,
- no se mezclarán elementos de tipología estructural distinta, que pertenezcan a filas diferentes en la tabla 63.1,
- 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	Nº 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



Tipo de elemento	Nº de elementos o dimensión
Alzados de pilas, estribos en puentes o muros en obras de ingeniería civil, contruidos 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, contruidas por trepado	1 trepa
Pilas u otros elementos contruidas 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 contruidos 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

<sup>(\*)</sup> 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.

<sup>(\*\*)</sup> 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	Armadura de cada pilar	Montaje, tesado e inyección (en su caso) de cada una de las unidades de pretensado	Hormigón correspondiente a cada pilar	Desencofrado de cada pilar	Curado de la superficie de cada pilar	Superficie de cada pilar
	Encofrado de 5 m de muro, en su caso	Armadura correspondiente a 5 m de muro, en su caso		Hormigón correspondiente a 5 m de muro, en su caso	Desencofrado de 5 m de muro, en su caso	Curado correspondiente a 5 m de muro, en su caso	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	Armadura de cada pila o estribo	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	Desencofrado de cada alzado de pilas o estribos	Curado de la superficie de cada pila o estribo	Superficie de cada pila o estribo
	Encofrado de 5 m de muro, en su caso	Armadura correspondiente a 5 m de muro		Hormigón correspondiente a 5 m de muro, en su caso	Desencofrado de 5 m de muro, en su caso	Curado correspondiente a 5 m de muro, en su caso	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, no superior a 100 m2	Superficie de hormigón, correspondiente a cada vano



Artículo 96º.  
Tolerancias de  
ejecución

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

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, no 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.

#### Artículo 64 Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución

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 este Código.

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.

#### Artículo 65 Control de los procesos de ejecución previos a la colocación de la armadura

##### 65.1 Control del replanteo de la estructura

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.

##### 65.2 Control de las cimentaciones

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.

### 65.3 Control de las cimbras y apuntalamientos

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.

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.

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.

### 65.4 Control de los encofrados y moldes

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.

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.

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.

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.

**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.



**Artículo 97º. Control  
del tesado de las  
armaduras activas**

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 UNE-EN 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 de 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.





**Artículo 98º. Control de ejecución de la inyección**

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.

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:

- del tiempo de amasado,
- de la relación agua/cemento,
- de la cantidad de aditivo utilizada,
- de la viscosidad, con el cono, en el momento de iniciar la inyección,
- de la viscosidad a la salida de la lechada por el último tubo de purga,
- de que ha salido todo el aire del interior de la vaina antes de cerrar sucesivamente los distintos tubos de purga,
- de la presión de inyección,
- de fugas,
- del registro de temperatura ambiente máxima y mínima las jornadas que se realicen inyecciones y en las dos jornadas sucesivas, especialmente en tiempo frío.

Cada diez jornadas en que se efectúen operaciones de inyección y no menos de una vez, el constructor realizarán los siguientes ensayos:

- de la resistencia de la lechada o mortero mediante la toma de 3 probetas para romper a 28 días,
- de la exudación y reducción de volumen, de acuerdo con el apartado 37.4.2.2.

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.

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.

**Artículo 68 Control de los procesos de hormigonado**

El constructor comprobará, antes del inicio del suministro del hormigón, dejando constancia documental de ello, que:



**Artículo 99º. Ensayos  
de información  
complementaria de la  
estructura**

- se dan las circunstancias para efectuar correctamente su vertido de acuerdo con lo indicado en este Código. Asimismo, comprobará que se dispone de los medios adecuados para la puesta en obra, compactación y curado del hormigón,
- en el caso de temperaturas extremas, según el apartado 52.3, comprobará que se han tomado las precauciones allí recogidas.

La dirección facultativa verificará que el constructor realiza dichas comprobaciones.

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.

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 en este Código.

### **Artículo 69 Control de procesos posteriores al hormigonado**

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.

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.

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.

#### **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.

### **Artículo 70 Control del montaje y uniones de elementos prefabricados**

Antes del inicio del montaje de los elementos prefabricados, el constructor efectuará las siguientes comprobaciones, dejando constancia documental de ello:

- a) los elementos prefabricados son conformes con las especificaciones del proyecto y se encuentran, en su caso, adecuadamente acopiados, sin presentar daños aparentes,





- 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.),
- c) se dispone de un programa de ejecución que define con claridad la secuencia de montaje de los elementos prefabricados, y
- d) se dispone, en su caso, de los medios humanos y materiales requeridos para el montaje.

La dirección facultativa verificará que el constructor realice dichas verificaciones y revisará la documentación aportada.

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.

### Artículo 71 Control del elemento construido

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.

La dirección facultativa verificará la documentación aportada por el constructor.

### Artículo 72 Controles de la estructura mediante ensayos de información complementaria

#### 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:

- a) cuando así lo dispongan las instrucciones, reglamentos específicos de un tipo de estructura o el pliego de prescripciones técnicas particulares;
- 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;
- c) cuando a juicio de la dirección facultativa existan dudas razonables sobre la seguridad, funcionalidad o durabilidad de la estructura.

#### 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.



### 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.

### Artículo 73 Control de aspectos medioambientales

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.

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.





## ESTRUCTURAS DE ACERO

Según CODIGO ESTRUCTURAL-2021 y el DB SE-A.

## 2 CONTROL DE CALIDAD

DB SE-A

## 12.1 Generalidades

1. El contenido de este apartado se refiere al control y ejecución de obra para su aceptación, con independencia del realizado por el constructor.
2. Cada una de las actividades de control de calidad que, con carácter de mínimos se especifican en este DB, así como los resultados que de ella se deriven, han de quedar registradas documentalmente en la documentación final de obra.

## 12.2 Control de calidad de la documentación del proyecto

1. Tiene por objeto comprobar que la documentación incluida en el proyecto define en forma precisa tanto la solución estructural adoptada como su justificación y los requisitos necesarios para la construcción.

## 12.3 Control de calidad de los materiales

1. En el caso de materiales cubiertos por un certificado expedido por el fabricante el control podrá limitarse al establecimiento de la traza que permita relacionar de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.
2. Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos realizados por un laboratorio independiente.
3. Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una normativa nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normativas o recomendaciones de prestigio reconocido.

## 12.4 Control de calidad de la fabricación

1. La calidad de cada proceso de fabricación se define en la documentación de taller y su control tiene por objetivo comprobar su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto (por ejemplo, que las tolerancias geométricas de cada dimensión respetan las generales, que la preparación de cada superficie será adecuada al posterior tratamiento o al rozamiento supuesto, etc.).
2. El control de calidad de la fabricación tiene por objetivo asegurar que ésta se ajusta a la especificada en la documentación de taller.

## 12.4.1 Control de calidad de la documentación de taller

1. La documentación de fabricación, elaborada por el taller, deberá ser revisada y aprobada por la dirección facultativa de la obra. Se comprobará que la documentación consta, al menos, los siguientes documentos:
  - a) Una memoria de fabricación que incluya:
    - i. el cálculo de las tolerancias de fabricación de cada componente, así como su coherencia con el sistema general de tolerancias, los procedimientos de corte, de doblado, el movimiento de las piezas, etc.
    - ii. los procedimientos de soldadura que deban emplearse, preparación de bordes, precalentamientos requeridos etc.
    - iii. el tratamiento de las superficies, distinguiendo entre aquellas que formarán parte de las uniones soldadas, las que constituirán las superficies de contacto en uniones atornilladas por rozamiento o las destinadas a recibir algún tratamiento de protección.
  - b) Los planos de taller para cada elemento de la estructura (viga, tramo de pilar, tramo de cordón de celosía, elemento de triangulación, placa de anclaje, etc.) o para cada componente simple si el elemento requiriese varios componentes simples, con toda la información precisa para su fabricación y, en particular:
    - i. El material de cada componente.
    - ii. La identificación de perfiles y otros productos.
    - iii. Las dimensiones y sus tolerancias.
    - iv. Los procedimientos de fabricación (tratamientos térmicos, mecanizados, forma de ejecución de los agujeros y de los acuerdos, etc.) y las herramientas a emplear.
    - v. Las contraflechas.
    - vi. En el caso de uniones atornilladas, los tipos, dimensiones forma de apriete de los tornillos (especificando los parámetros correspondientes).
    - vii. En el caso de uniones soldadas, las dimensiones de los cordones, el tipo de preparación, el orden de ejecución, etc.
  - c) Un plan de puntos de inspección donde se indiquen los procedimientos de control interno de producción desarrollados por el fabricante, especificando los elementos a los que se aplica cada inspección, el tipo (visual, mediante ensayos no destructivos, etc.) y nivel, los medios de inspección, las decisiones derivadas de cada uno de los resultados posibles, etc.
2. Asimismo, se comprobará, con especial atención, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación y entre éstos y los materiales empleados.



12.4.2 Control de calidad de la fabricación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecerá los mecanismos necesarios para comprobar que los medios empleados en cada proceso son los adecuados a la calidad prescrita.</li> <li>2. En concreto, se comprobará que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas (especialmente en el caso de las labores de corte de chapas y perfiles), que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada (especialmente en el caso de los soldadores), que se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.</li> </ol>
12.5 Control de calidad del montaje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La calidad de cada proceso de montaje se define en la documentación de montaje y su control tiene por objetivo comprobar su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto.</li> <li>2. El control de calidad del montaje tiene por objetivo asegurar que ésta se ajusta a la especificada en la documentación de taller.</li> </ol>
12.5.1 Control de calidad de la documentación de montaje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La documentación de montaje, elaborada por el montador, deberá ser revisada y aprobada por la dirección facultativa. Se comprobará que la documentación consta, al menos, de los siguientes documentos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Una memoria de montaje que incluya: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. el cálculo de las tolerancias de posición de cada componente la descripción de las ayudas al montaje (casquillos provisionales de apoyo, orejetas de izado, elementos de guiado, etc.), la definición de las uniones en obra, los medios de protección de soldaduras, los procedimientos de apriete de tornillos, etc.</li> <li>ii. las comprobaciones de seguridad durante el montaje.</li> </ol> </li> <li>b) Unos planos de montaje que indiquen de forma esquemática la posición y movimientos de las piezas durante el montaje, los medios de izado, los apuntalados provisionales y en, general, toda la información necesaria para el correcto manejo de las piezas.</li> <li>c) Un plan de puntos de inspección que indique los procedimientos de control interno de producción desarrollados por el montador, especificando los elementos a los que se aplica cada inspección, el tipo (visual, mediante ensayos no destructivos, etc.) y nivel, los medios de inspección, las decisiones derivadas de cada uno de los resultados posibles, etc.</li> </ol> </li> <li>2. Asimismo, se comprobará que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias (en especial en lo que al replanteo de placas base se refiere).</li> </ol>
12.5.2 Control de calidad del montaje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecerá los mecanismos necesarios para comprobar que los medios empleados en cada proceso son los adecuados a la calidad prescrita.</li> <li>2. En concreto, 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 trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.</li> </ol>

PROYECTO

DIRECCIÓN

DOCUMENTO

FECHA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN "AMPLIACION PARA TERMINACION (LINEA 5) DEL  
I.E.S. "FRANCISCA DE PEDRAZA" DE ALCALA DE HENARES" FASE 2  
Avenida de Europa c/v plaza Jesús Guridi. La Garena. Alcalá de Henares (Madrid)  
**TOMO 4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**  
OCTUBRE 2022



## 12 CONTROL DE CALIDAD

CODIGO ESTRUCTURAL-2021

12.1

Generalidades

### Capítulo 19

#### Durabilidad de las estructuras de acero



## Artículo 87 Estrategia de durabilidad en los elementos de acero

De acuerdo con lo indicado en el apartado 11.3, el proyecto de la estructura debe incluir una estrategia de durabilidad para los elementos de acero que defina las medidas necesarias para que se pueda alcanzar la vida útil establecida por la propiedad, en función de las condiciones de agresividad ambiental a la que van a estar sometidos.

La agresividad a la que está sometido cada elemento de acero se identificará por el tipo de ambiente, definido en el apartado 80.1.

En el caso de los elementos de acero, las uniones pueden suponer un punto de debilidad frente a la agresividad del ambiente, si no están correctamente ejecutadas de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 21 de este Código.

En este artículo se recogen los criterios para el desarrollo en el proyecto de la estrategia de durabilidad que incluirá, al menos, las siguientes fases:

- Selección de formas estructurales adecuadas, de acuerdo con lo indicado en el apartado 87.1.
- Selección de materiales, según el apartado 87.2.
- Medidas específicas frente a la corrosión, según el apartado 87.3.
- Detalles constructivos, según el apartado 87.4.
- Medidas de mantenimiento durante la fase de uso, según el apartado 87.5.

Además de la corrosión, puede haber otros mecanismos de daño en función de las condiciones de exposición específicas de cada elemento estructural (por ejemplo, ataque por erosión, etc.). En este caso, el autor del proyecto deberá valorar si concurren tales circunstancias e incluir las medidas específicas adicionales que sean necesarias dentro de la estrategia de durabilidad. Asimismo, debe valorar la posibilidad de ataques localizados en alguna zona del elemento. Se pondrá especial cuidado en el análisis de zonas que no serán accesibles durante la vida de servicio.

### 87.1 Selección de la forma estructural

En el proyecto se definirán los esquemas estructurales, las formas geométricas y los detalles que sean compatibles con la consecución de una adecuada durabilidad de la estructura. El proyecto debe facilitar la preparación de las superficies, el pintado, las inspecciones y el mantenimiento.

Se procurará evitar el empleo de diseños estructurales que conduzcan a una susceptibilidad elevada a la corrosión. Para ello, se recomienda que las formas de los elementos estructurales sean sencillas, evitando una complejidad excesiva, y que los métodos de ejecución de la estructura sean tales que no se reduzca la eficacia de los sistemas de protección empleados (por daños en el transporte y manipulación de los elementos).

Se tenderá a reducir al mínimo el contacto directo entre las superficies de acero y el agua, evitando la formación de depósitos de agua, facilitando la rápida evacuación de esta e impidiendo el paso de agua sobre las zonas de juntas. Para ello, deben adoptarse precauciones, tales como:

- evitar la disposición de superficies horizontales que promuevan la acumulación de agua, o suciedad,
- la eliminación de secciones abiertas en la parte superior que faciliten dicha acumulación,
- la supresión de cavidades y huecos en los que puede quedar retenida el agua, o
- la disposición de sistemas adecuados y de sección generosa para conducción y drenaje de agua.

Cuando la estructura presente áreas cerradas (interior accesible) o elementos huecos (interior inaccesible), debe cuidarse que estén protegidos de manera efectiva contra la corrosión. Para ello, debe



evitarse que quede agua atrapada en su interior durante el montaje de la estructura, deben disponerse las medidas necesarias para la ventilación y drenaje (interiores accesibles), y deben sellarse de manera efectiva frente a la entrada de aire y humedad, mediante soldaduras continuas, los interiores inaccesibles.

Debe evitarse la corrosión potencial en orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas, mediante un sellado eficaz, que en general estará constituido por soldaduras continuas.

Debe prestarse una atención especial a la protección contra la corrosión de las uniones, tanto atornilladas (de manera que los tornillos, tuercas y arandelas tengan la misma durabilidad que el resto de la estructura) como soldadas (cuidando que la superficie de la soldadura esté libre de imperfecciones, como fisuras, cráteres y proyecciones, que son difíciles de cubrir eficazmente por la pintura posterior), así como tener en cuenta, en el caso de disposición de refuerzos o de ejecución de entallas (en almas, refuerzos, etc.), la necesidad de permitir una adecuada preparación de la superficie y aplicación de la pintura (soldando de manera continua la intersección entre el refuerzo y el elemento reforzado, disponiendo un radio mínimo de 50 mm en las entallas y evitando cualquier retención de agua).

Debe evitarse la aparición de pares galvánicos, que se producen cuando existe continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico (tales como acero inoxidable y acero al carbono), aislando eléctricamente mediante pintado u otros procedimientos, las superficies de ambos metales.

#### **87.2. Selección de materiales**

En el caso de ambientes especialmente agresivos, el proyecto podrá considerar el uso de acero con comportamiento mejorado frente a la corrosión como, por ejemplo:

- aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, según el apartado 83.2.3,
- aceros inoxidables, según el apartado 83.2.6, o
- aceros con tratamiento de galvanizado en caliente, según el apartado 86.4.

Los aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica de acuerdo con lo indicado en el apartado 83.2.3, podrán utilizarse sin pintura de protección en las superficies exteriores en ambientes no expuestos a iones cloruro, incrementando el espesor nominal, obtenido en el cálculo, en 1 mm para la superficie expuesta al ambiente exterior. En la superficie interior de secciones cerradas inaccesibles se aplicarán las disposiciones establecidas en el apartado 87.3 (sistema de protección adecuado a la vida útil prevista y sobreespesor de acero). El empleo de estos aceros en los casos en que se prevé que su superficie va a estar en contacto con el terreno o el agua durante largos períodos, permanentemente húmeda, o sometida a ambiente marino con salinidad moderada o elevada, ambiente industrial con alto contenido en SO<sub>3</sub>, o presencia de sales de deshielo, precisa un estudio detallado de su conveniencia, debiendo en tales casos protegerse superficialmente el acero.

El proyecto considerará, en su caso, el uso de sistemas de protección, como por ejemplo, los indicados en el apartado 87.3.1.

#### **87.3. Medidas específicas frente a la corrosión**

Como criterio general, el autor del proyecto adoptará uno de los siguientes procedimientos:

- sistemas de protección superficial, conformes con el apartado 87.3.1, o
- disposición de sobreespesores, conforme con el apartado 87.3.2.

En cualquier caso, se deberá cumplir también el resto de las consideraciones derivadas de la estrategia de durabilidad adoptada y, en particular, las relativas a detalles constructivos indicados en el apartado 87.4.



**87.3.1. Sistemas de protección superficial**

Como criterio general de protección de la estructura de acero frente a la corrosión, se utilizarán sistemas de protección superficial, conformes con lo indicado en los apartados 86.2 y 86.3 de este Código.

En función de la agresividad a la que está sometida el elemento, el autor del proyecto seleccionará un sistema de protección que considere adecuado, definiéndolo por:

- grado de preparación de la superficie,
- tipo, ligante, espesor total y número de capas de la imprimación,
- ligante, espesor total y número de capas de acabado,
- durabilidad del sistema de protección y frecuencia de reposición durante la vida de servicio.

**87.3.2. Sobreespesores de la sección de acero**

En ausencia de estudios más detallados, el sobreespesor (incremento del espesor nominal) tendrá el siguiente valor mínimo, expresado en mm por cara inaccesible y por cada 30 años de vida útil prevista de la estructura:

- Clases de exposición C4 (corrosividad alta), C5 (corrosividad muy alta): 1,5 mm.
- Clase de exposición C3 (corrosividad media): 1 mm.
- Clase de exposición C2 (corrosividad baja): 0,5 mm.

No se precisa sobreespesor en el caso de la clase de exposición C1 (corrosividad muy baja).

El espesor resultante (espesor nominal más sobreespesor) en los cajones inaccesibles de puentes no podrá ser inferior a 8 mm.

En el caso de aceros patinables con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica de acuerdo con lo indicado en el apartado 83.2.3, podrán utilizarse sin pintura de protección en las superficies exteriores, incrementando el espesor nominal, obtenido en el cálculo, en 1 mm para la superficie expuesta al ambiente exterior. En el caso de superficies interiores de secciones cerradas inaccesibles, se adoptará un sistema de protección superficial o un sobreespesor con los mismos criterios que se aplicarían en el caso de un acero convencional. Además, se requerirá de un estudio específico que analice su conveniencia y, en su caso, la necesidad de sistemas de protección adicionales, cuando se prevea que la superficie del elemento va a estar en alguna de las siguientes circunstancias:

- en contacto con el terreno,
- en contacto con agua durante largos períodos,
- permanentemente húmeda,
- sometida a ambiente marino con salinidad moderada o elevada,
- sometida a un ambiente industrial con alto contenido en SO<sub>2</sub>,
- en presencia de sales de deshielo.

**87.3.3. Sistemas de protección catódica**

El autor del proyecto podrá incluir en la estrategia de durabilidad un sistema de protección catódica. El proyecto deberá incluir una memoria específica en la que se justifique técnicamente las características del sistema a disponer.

En cualquiera de los casos, todas las características del sistema, incluido el procedimiento para su instalación y el sistema de seguimiento y registro, deberán ser conformes con la norma UNE-EN ISO 12499.



Estos sistemas requieren de un mantenimiento específico que deberá estar incluido en el plan de mantenimiento desarrollado durante el proyecto.

#### 87.4. Detalles constructivos

Se recomienda evitar los detalles constructivos indicados como inadecuados en las figuras 87.4a a 87.4.f, empleando los considerados adecuados en las mismas.

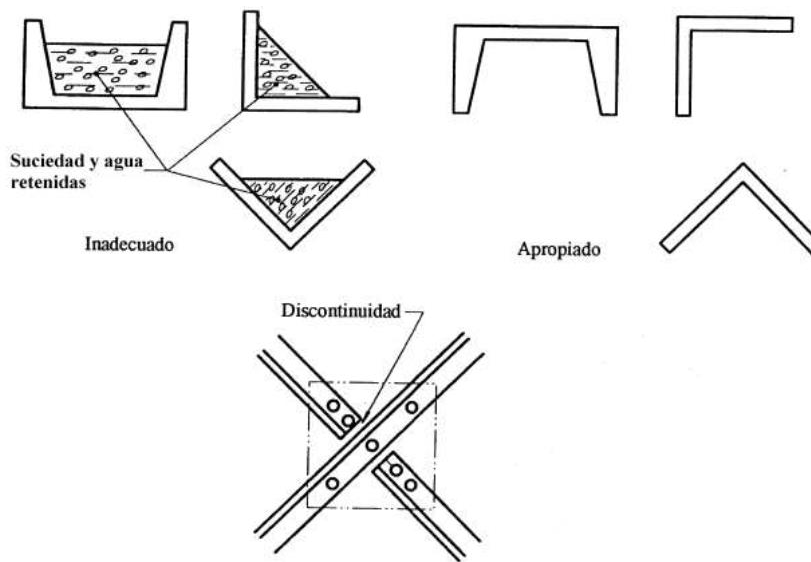


Figura 87.4.a Prevención de la acumulación de agua y suciedad

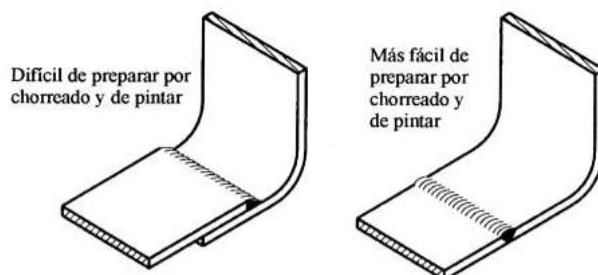


Figura 87.4.b Realización de soldaduras

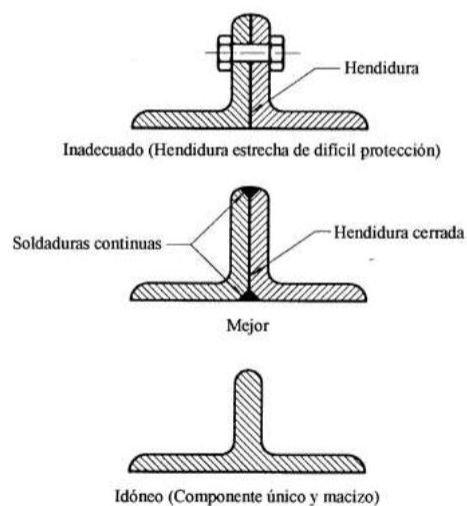


Figura 87.4.c Tratamiento de huecos

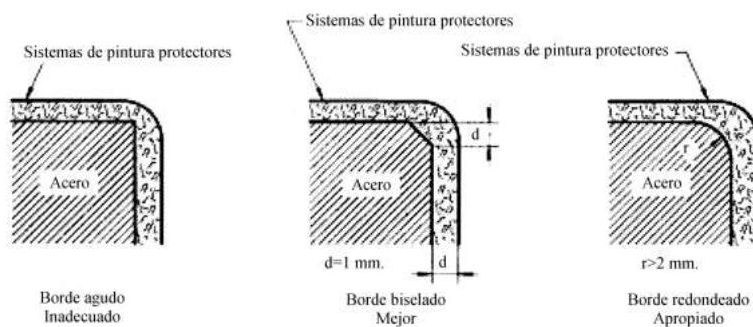


Figura 87.4.d Eliminación de bordes agudos

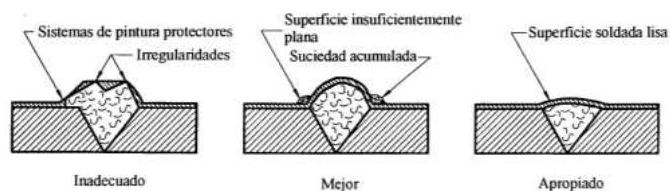


Figura 87.4.e Eliminación de imperfecciones en la superficie de las soldaduras

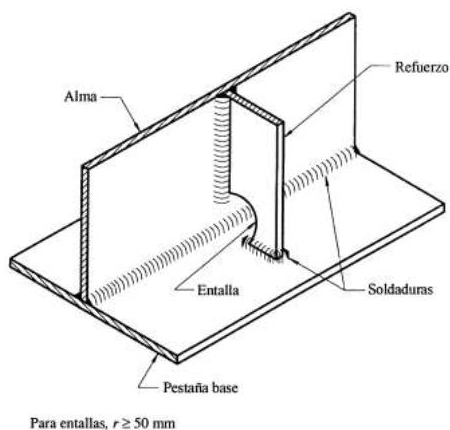


Figura 87.4.f Diseño recomendado de refuerzos para la protección frente a la corrosión



#### **87.5. Medidas de mantenimiento durante la fase de uso**

En el caso de que la estrategia de durabilidad para garantizar la vida útil se base en sistemas de protección superficial, hay que tener en cuenta que dichos sistemas tienen vidas útiles inferiores a las de la estructura, por lo que requieren ser repuestas sistemáticamente, como parte del plan de mantenimiento.

Debe prestarse una atención especial a la accesibilidad a áreas cerradas de la estructura como, por ejemplo, en el caso de cajones metálicos. Las aberturas de acceso deben tener un tamaño suficiente para permitir un acceso seguro, tanto para los operarios como para los equipos de mantenimiento. Salvo justificación en sentido contrario, sus dimensiones no deben ser inferiores a 500 x 700 mm (ancho x alto) en los accesos rectangulares u ovals, y ni a 600 mm de diámetro mínimo en el caso de los accesos de forma circular. Además, deben existir orificios de ventilación adecuados al sistema de protección empleado en el mantenimiento.



12.2 Control de  
calidad de la  
documentación  
del proyecto

## Capítulo 22

### Gestión de la calidad del proyecto de estructuras de acero



## Artículo 96 Criterios específicos para el desarrollo del control de proyecto en las estructuras de acero

### 96.1 Niveles del control de proyecto

Cuando la propiedad decida la realización del control de proyecto, independientemente del nivel de supervisión adoptado (supervisión normal o supervisión ampliada, acorde el apartado B.4 del apéndice B del Anexo 18), elegirá uno de los siguientes niveles de control:

- Control a nivel normal.
- Control a nivel intenso.

La entidad de control identificará los aspectos que deben comprobarse y desarrollará, según el tipo de obra, una pauta de control como la que, a título orientativo, se recoge en el Anejo 3.

La frecuencia de comprobación, según el nivel de control adoptado, no debe ser menor que el indicado en la tabla 96.1.

Tabla 96.1 Frecuencia de comprobación de los elementos según el nivel de control adoptado

Tipo de elemento	Nivel de control		Observaciones
	normal	intenso	
Elementos de contención y tablestacas	10%	20%	Al menos 3 secciones diferentes
Anclajes al terreno	15%	30%	Al menos 3 anclajes
Pilares y pilas de puente	15%	30%	Mínimo 3 tramos
Jácenas	10%	20%	Mínimo 3 jácenas de al menos dos vanos
Vigas	10%	20%	Mínimo dos vanos En cada vano mínimo una viga interior y una viga de borde
Cajones	10%	20%	Mínimo dos vanos, uno extremo y otro interior
Losas ortótropas	10%	20%	Al menos 4 rigidizadores de la chapa del tablero, uno de borde y otro interior, ambos en un vano local extremo y en un vano local tipo Verificación de la chapa rigidizada, mínimo 3 módulos y al menos uno por vano de flexión local tipo





Tabla 96.1 Frecuencia de comprobación de los elementos según el nivel de control adoptado

Tipo de elemento	Nivel de control		Observaciones
	normal	intenso	
Celosías	10%	20%	Mínimo dos elementos tipo por vano: cordón superior, cordón inferior, diagonales, nudos, arriostramientos, etc.
Arcos, pórticos y bóvedas	15%	30%	Mínimo un tramo
Mamparos o riostras de zonas de apoyo	15%	30%	Al menos 1 por tipo
Celosías o diafragmas intermedios de rigidización	10%	20%	Al menos 1 por tipo
Rigidizadores longitudinales y transversales (vigas o cajones)	10%	20%	Al menos 1 por tipo, y todos los de cambio de canto o puntos con quiebros
Paneles rigidizados. Control de abolladura	15%	30%	Al menos 3 recuadros por tipo
Detalles de soldaduras en ángulo, a penetración parcial o total	10%	20%	Al menos 1 por tipo
Costillas de voladizos	15%	30%	Al menos 1 de borde y una intermedia.
Brochales o puntales	10%	20%	Mínimo 3 brochales o puntales
Escaleras	10%	20%	Al menos dos tramos
Conectores de elementos metálicos con hormigón	10%	20%	Analizar al menos tres tramos de cada tipo de conexión (con losa superior e inferior)
Elementos singulares: anclajes de tendones de pretensado exterior, anclajes de tirantes o péndolas, nudos de empalme con elementos de hormigón, etc.	15%	30%	Al menos 1 por tipo
Cuñas, basas o rigidización local de apoyos y zonas de sustitución de apoyos	15%	30%	Al menos 1 por tipo



Tabla 96.1 Frecuencia de comprobación de los elementos según el nivel de control adoptado

Tipo de elemento	Nivel de control		Observaciones
	normal	intenso	
Elementos auxiliares provisionales necesarios durante la ejecución: apeos, pilonos de atirantamiento, etc.	15%	30%	Al menos 1 por tipo y supervisión de afección a la estructura definitiva

No obstante lo anterior, se comprobará el 100% de los elementos sometidos a fatiga y a torsión principal y, en general, los elementos que sean susceptibles de roturas frágiles, que sean susceptibles de fenómenos de fatiga o que contengan nudos complejos, transiciones complicadas en geometría, etc.

#### 96.2 Documentación del control de proyecto

Cualquiera que sea el nivel de control aplicado, la entidad de control entregará a la propiedad un informe escrito y firmado por persona física, con indicación de su cualificación y cargo dentro de la entidad, cuyo contenido será equivalente al definido para las estructuras de hormigón en el apartado 55.2.



12.3 Control de  
calidad de los  
materiales

## Capítulo 23

### Gestión de la calidad de los productos en estructuras de acero



## **Artículo 97 Control de los productos de acero**

### **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.

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N° 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.

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.

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 de este Código.

### **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.

Podrán estar presentes durante la toma los representantes del constructor y del suministrador de los elementos.

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.



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.

### **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.

## **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° 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° 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 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.





12.4 Control de  
calidad de la  
fabricación

## 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	Nº 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 este 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 previstos 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

<sup>(1)</sup> 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.

## **Artículo 102 Comprobaciones previas al comienzo de la fabricación y ejecución**

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 este Código.

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.

### **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:

- las unidades de inspección, tanto en taller como en obra,
- el tipo de inspección y comprobaciones a realizar,
- los procedimientos o normas que regularán la verificación de la conformidad de cada inspección, así como las especificaciones de aceptación,
- la ubicación y frecuencia o intensidad de las inspecciones,
- la forma de documentación de los resultados,
- la designación de la persona responsable de la realización y firma de los diferentes controles o inspecciones,
- los puntos de espera o parada a respetar durante el proceso de control, y
- cualquier comentario u observación aclaratoria.

## **Artículo 103 Control de la fabricación en taller y del montaje en obra**

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N° 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.

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.

#### 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° 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.

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 este 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 la 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 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° 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 controlarán todos los cordones. Cualquier ensayo se realizará una vez transcurrido el tiempo de retención o cadencia establecido en la norma UNE-EN 1090-2, en función del tipo de acero, el espesor de las chapas a unir, el tamaño de la soldadura, la aportación de calor del procedimiento, y de posibles riesgos de embriamiento que puedan producir la fisuración en frío de la soldadura.

Las soldaduras que a lo largo del proceso de fabricación resulten inaccesibles deberán inspeccionarse antes de que ello ocurra.

Cuando un elemento o una zona del mismo haya sido deformado para corregir desviaciones geométricas resultantes de la fabricación, todas las soldaduras situadas en las zonas afectadas serán inspeccionadas y, si procediera, ensayadas, como si no lo hubieran sido con anterioridad.

El control de las soldaduras incluirá una serie de comprobaciones que serán, como mínimo:

- Una inspección visual conforme a la norma UNE-EN ISO 17637, preceptiva para toda la longitud del 100% de los cordones,
- unas comprobaciones adicionales mediante la realización de ensayos no destructivos, cuya frecuencia en función de la clase de ejecución, será la definida en el plan de control incluido en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto. El Anejo 17 incluye, de forma orientativa, las frecuencias de ensayos no destructivos para los diferentes tipos de soldaduras más habituales, y
- se realizarán ensayos adicionales en los puntos donde se sospeche que puedan existir defectos.

Si del control se derivase alguna no conformidad, se rechazará el lote y se incrementará la frecuencia de ensayos.

Para las cinco primeras soldaduras realizadas con un nuevo procedimiento de soldeo cualificado, se realizarán los correspondientes ensayos de producción, que deberán cumplir los requisitos siguientes:

- a) Las soldaduras cumplirán con el nivel de calidad B acorde con la norma UNE-EN ISO 5817,
- b) el % de cordones a ensayar será el doble de los valores propuestos en el Anejo 17, con un máximo del 100%, y
- c) la longitud mínima a inspeccionar será de 900 mm.

En el caso de pernos conectadores soldados solicitados a esfuerzo cortante para estructuras mixtas de acero y hormigón, la inspección y ensayos se realizarán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14555. Además de la inspección visual para las soldaduras de unión del 100 % de los pernos, se realizarán ensayos de doblado de cómo mínimo el 3% del total de pernos para estructuras de clase de ejecución 2 y del 5% del total de pernos para estructuras de clase de ejecución 3 y 4.

La inspección visual de los cordones se desarrollará una vez completadas todas las soldaduras de un área de inspección y previamente a la realización de cualquier ensayo.

La inspección visual incluirá:

- La existencia y situación de todos los cordones.
- La inspección de los cordones conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.
- Zonas de cebado y cierre.



La inspección de la forma y superficie de los cordones de los nudos entre secciones huecas prestará atención especial a los siguientes aspectos:

- En el caso de secciones circulares, a las partes centrales del talón y de los flancos.
- En el caso de secciones cuadradas o rectangulares: a las cuatro esquinas.
- La aceptación de los cordones en la inspección visual se efectuará según lo que establece el apartado 94.6.

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 "admisible", 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 estrías 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:



**12.4.1 Control de  
calidad de la  
documentación  
de taller**  
**12.4.2 Control de  
calidad de la  
fabricación**

- 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.



<p><b>12.5 Control de calidad del montaje</b></p> <p><b>12.5.1 Control de calidad de la documentación de montaje</b></p> <p><b>12.5.2 Control de calidad del montaje</b></p>	<p><b>103.3 Control del montaje en obra</b></p> <p><b>103.3.1 Comprobaciones previas al montaje</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p><b>103.3.1.1 Memoria de montaje</b></p> <p>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.</p> <p>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 solicitaciones sobre la estructura que sean diferentes a las consideradas en el proyecto.</p> <p><b>103.3.1.2 Planos de montaje</b></p> <p>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><b>103.3.1.3 Programa de inspección</b></p> <p>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><b>103.3.2 Comprobaciones durante el montaje</b></p> <p>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</p>
	<p>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, 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 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> <div data-bbox="826 1787 1244 2011"> <p><b>SUPERVISADO</b></p> </div>





#### ANEJO D. NORMAS DE REFERENCIA

Normas UNE	
	UNE-EN 1090-2:2019 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas Generales. Reglas generales y reglas para edificación.
	UNE-EN 1090-2:2019+A1:2011 Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.
	UNE-EN 1090-2:2019+A1:2011 Ejecución de estructuras de acero. Parte 2: Reglas suplementarias para chapas y piezas delgadas conformadas en frío.
	UNE-EN 1090-2:2019+A1:2011 Ejecución de estructuras de acero. Parte 3: Reglas suplementarias para aceros de alto límite elástico.
	UNE-EN 1090-2:2019+A1:2011 Ejecución de estructuras de acero. Parte 4: Reglas suplementarias para estructuras con celosía de sección hueca.
	UNE-EN 10025-2 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de productos planos.
	UNE-EN 10210-1:2007 Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino. Parte 1: condiciones técnicas de suministro.
	UNE-EN 10219-1:2007 Perfiles huecos para construcción conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.
	UNE-EN 1993-1-10 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-10: Selección de materiales con resistencia a fractura.
	UNE-EN ISO 9606-1:2017 Soldeo. Soldeo por arco de espárragos de materiales metálicos.
	UNE-EN ISO 8504-1:2020 Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: aceros.
	UNE-EN ISO 8504-1:2020 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 1: Principios generales.
	UNE-EN ISO 8504-2:2020 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 2: Limpieza por chorreado abrasivo.
	UNE-EN ISO 8504-3:2020 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 3: Limpieza manual y con herramientas motorizadas.
	UNE-EN ISO 1460:2021 Recubrimientos metálicos. Recubrimientos de galvanización en caliente sobre materiales férricos. Determinación gravimétrica de la masa por unidad de área.
	UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
	UNE-EN ISO 7976-1:1989 Tolerancias para el edificio -- métodos de medida de edificios y de productos del edificio -- parte 1: Métodos e instrumentos.
	UNE-EN ISO 7976-2:1989 Tolerancias para el edificio -- métodos de medida de edificios y de productos del edificio -- parte 2: Posición de puntos que miden.
	UNE-EN ISO 2808:2020 Materiales metálicos. Ensayo de dureza Vickers. Parte 1: Métodos de ensayo.
	UNE-EN ISO 4016:2011 Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.
	UNE-EN ISO 4016:2011 Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4014:1990).
	UNE-EN ISO 4017:2015 Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4016:1999).
	UNE-EN ISO 4018:2011 Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4017:1999).
	UNE-EN ISO 4018:2011 Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4018:1999).
	UNE-EN ISO 4032:2013 Tuercas hexagonales, tipo 1. Producto de clases A y B. (ISO 4032:1986)
	UNE-EN ISO 4034:2013. Tuercas hexagonales. Producto de clase C. (ISO 4034:1999).
	UNE-EN ISO 7089:2000 Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase A. (ISO 7089:2000).
	UNE-EN ISO 7090:2000 Arandelas planas achaflanadas. Serie normal. Producto de clase A. (ISO 7090:2000).
	UNE-EN ISO 7091:2000. Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase C. (ISO 7091:2000).



## ESTRUCTURA DE FÁBRICA

Según DB SE F Seguridad Estructural-Fábrica

## 8 CONTROL DE LA EJECUCIÓN

## 8.1 Recepción de materiales

1. La recepción de cementos, de hormigones, y de la ejecución y control de éstos, se encuentra regulado en documentos específicos.

## 8.1.1 Piezas

1. Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.
2. Para bloques de piedra natural se confirmará la procedencia y las características especificadas en el proyecto, constatando que la piedra esta sana y no presenta fracturas.
3. Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. El fabricante aportará la documentación que acredita que el valor declarado de la resistencia a compresión se ha obtenido a partir de piezas muestreadas según UNE EN 771 y ensayadas según UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, y la existencia de un plan de control de producción en fábrica que garantiza el nivel de confianza citado.
4. Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor medio obtenido en ensayos con la norma antedicha, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.
5. El valor medio de la compresión declarada por el suministrador, multiplicado por el factor  $\delta$  de la tabla 8.1 debe ser no inferior al valor usado en los cálculos como resistencia normalizada. Si se trata de piezas de categoría I, en las cuales el valor declarado es el característico, se convertirá en el medio, utilizando el coeficiente de variación y se procederá análogamente.

Tabla 8.1 Valores del factor  $\delta$ 

Altura de pieza (mm)	Menor dimensión horizontal de la pieza (mm)				
	50	100	150	200	250
50	0,85	0,75	0,70	—	—
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

6. Cuando en proyecto se haya especificado directamente el valor de la resistencia normalizada con esfuerzo paralelo a la tabla, en el sentido longitudinal o en el transversal, se exigirá al fabricante, a través en su caso, del suministrador, el valor declarado obtenido mediante ensayos, procediéndose según los puntos anteriores.
7. Si no existe valor declarado por el fabricante para el valor de resistencia a compresión en la dirección de esfuerzo aplicado, se tomarán muestras en obra según UNE EN771 y se ensayarán según EN 772-1:2002, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. El valor medio obtenido se multiplicará por el valor  $\delta$  de la tabla 8.1, no superior a 1,00 y se comprobará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.
8. Si la resistencia a compresión de un tipo de piezas con forma especial tiene influencia predominante en la resistencia de la fábrica, su resistencia se podrá determinar con la última norma citada.
9. El acopio en obra se efectuará evitando el contacto con sustancias o ambientes que perjudiquen física o químicamente a la materia de las piezas.

## 8.1.2 Arenas

1. Cada remesa de arena que llegue a obra se descargará en una zona de suelo seco, convenientemente preparada para este fin, en la que pueda conservarse limpia.
2. Las arenas de distinto tipo se almacenarán por separado.
3. Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará una toma de muestras para la comprobación de características en laboratorio.
4. Se puede aceptar arena que no cumpla alguna condición, si se procede a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, y después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

## 8.1.3 Cementos y cales

1. Durante el transporte y almacenaje se protegerán los aglomerantes frente al agua, la humedad y el aire.
2. Los distintos tipos de aglomerantes se almacenarán por separado.

## 8.1.4 Morteros secos preparados y hormigones preparados

1. En la recepción de las mezclas preparadas se comprobará que la dosificación y resistencia que figuran en el envase corresponden a las solicitadas.
2. La recepción y el almacenaje se ajustará a lo señalado para el tipo de material.



	<p>3. Los morteros preparados y los secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante, que incluirán el tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua.</p> <p>4. El mortero preparado, se empleará antes de que transcurra el plazo de uso definido por el fabricante. Si se ha evaporado agua, podrá añadirse ésta sólo durante el plazo de uso definido por el fabricante.</p>
<b>8.2 Control de la fábrica</b>	<p>1. En cualquier caso, o cuando se haya especificado directamente la resistencia de la fábrica, podrá acudirse a determinar directamente esa variable a través de la UNE EN 1052-1:1999.</p> <p>2. Si alguna de las pruebas de recepción de piezas falla, o no se dan las condiciones de categoría de fabricación supuestas, o no se alcanza el tipo de control de ejecución previsto en el proyecto, debe procederse a un recálculo de la estructura a partir de los parámetros constatados, y en su caso del coeficiente de seguridad apropiado al caso.</p> <p>3. Cuando en el proyecto no defina tolerancias de ejecución de muros verticales, se emplearán los valores de la tabla 8.2, que se han tenido en cuenta en las fórmulas de cálculo.</p>



## 8.2.1 Categorías de ejecución

1. Se establecen tres categorías de ejecución: A, B y C, según las reglas siguientes.

## Categoría A:

- Se usan piezas que dispongan certificación de sus especificaciones sobre tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.
- El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.
- La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001.
- Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

## Categoría B:

- Las piezas están dotadas de las especificación correspondientes a la categoría A, excepto en lo que atañe a las propiedades de succión, de retracción y expansión por humedad.
- Se dispone de especificaciones del mortero sobre sus resistencias a compresión y a flexotracción, a 28 días.
- Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

## Categoría C:

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos establecidos para la categoría B.

Figura 8.1. Tolerancias de muros verticales

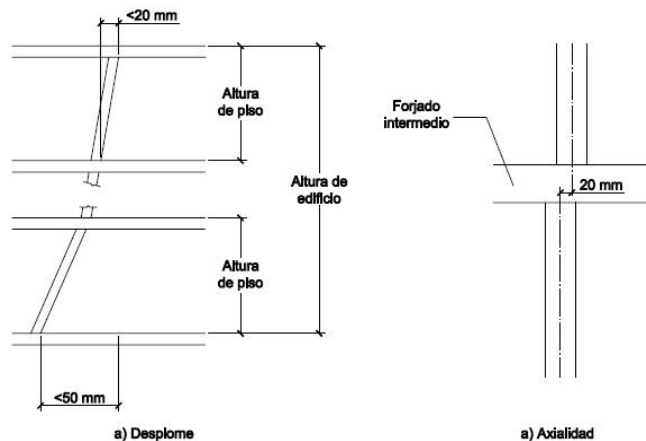


Tabla 8.2 Tolerancias para elementos de fábrica

	Posición	Tolerancia, en mm
Desplome	En la altura del piso	20
	En la altura total del edificio	50
Axialidad		20
Planeidad <sup>(1)</sup>	En 1 metro	5
	En 10 metros	20
Espesor	De la hoja del muro <sup>(2)</sup>	±25 mm
	Del muro capuchino completo	+10

(1) La planeidad se mide a partir de una línea recta que une dos puntos cualesquiera del elemento de fábrica.

(2) Excluyendo el caso en que el espesor de la hoja está directamente vinculada a las tolerancias de fabricación de las piezas (en fábricas a soga o a tizón). Puede llegar al +5% del espesor de la hoja.

**8.3 Morteros y hormigones de relleno**

1. Se admite la mezcla manual únicamente en proyectos con categoría de ejecución C. El mortero no se ensuciará durante su manipulación posterior.
2. El mortero y el hormigón de relleno se emplearán antes de iniciarse el fraguado. El mortero u hormigón que haya iniciado el fraguado se desechará y no se reutilizará.
3. Al dosificar los componentes del hormigón de relleno se considerará la absorción de las piezas de la fábrica y de las juntas de mortero, que pueden reducir su contenido de agua.
4. El hormigón tendrá docilidad suficiente para rellenar completamente los huecos en que se vierta y sin segregación.
5. Al mortero no se le añadirán aglomerantes, áridos, aditivos ni agua después de su amasado.
6. Cuando se establezca la determinación mediante ensayos de la resistencia del mortero, se usará la UNE EN 1015-11:2020.
7. Antes de rellenar de hormigón la cámara de un muro armado, se limpiará de restos de mortero y escombros. El relleno se realizará por tongadas, asegurando que se macizan todos los huecos y no se segrega el hormigón. La secuencia de las operaciones conseguirá que la fábrica tenga la resistencia precisa para soportar la presión del hormigón fresco.

**8.4 Armaduras**

1. Las barras y las armaduras de tendel se almacenarán, se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños que las inutilicen para su función (posibles erosiones que causen discontinuidades en la película autoprotectora, ya sea en el revestimiento de resina epoxídica o en el galvanizado).
2. Toda armadura se examinará superficialmente antes de colocarla, y se comprobará que esté libre de sustancias perjudiciales que puedan afectar al acero, al hormigón, al mortero o a la adherencia entre ellos.
3. Se evitarán los daños mecánicos, rotura en las soldaduras de las armaduras de tendel, y depósitos superficiales que afecten a la adherencia.
4. Se emplearán separadores y estribos cuando se precisen para mantener las armaduras en su posición con el recubrimiento especificado.
5. Cuando sea necesario, se atará la armadura con alambre para asegurar que no se mueva mientras se vierte el mortero u el hormigón de relleno.
6. Las armaduras se solaparán sólo donde lo permita la dirección facultativa, bien de manera expresa o por referencia a indicaciones reflejadas en planos.
7. En muros con pilastras armadas, la armadura principal se fijará con antelación suficiente para ejecutar la fábrica sin entorpecimiento. Los huecos de fábrica en que se incluye la armadura se irán rellenando con mortero u hormigón al levantarse la fábrica.

**8.5 Protección de fábricas en ejecución**

1. Las fábricas recién construidas se protegerán contra daños físicos, (por ejemplo, colisiones), y contra acciones climáticas.
2. La coronación de los muros se cubrirá para impedir el lavado del mortero de las juntas por efecto de la lluvia y evitar eflorescencias, desconchados por caliches y daños en los materiales higroscópicos.
3. Se tomarán precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta el final del fraguado, especialmente en condiciones desfavorables, tales como baja humedad relativa, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.
4. Se tomarán precauciones para evitar daños a la fábrica recién construida por efecto de las heladas.
5. Si fuese necesario, aquellos muros que queden temporalmente sin arriostrar y sin carga estabilizante pero que puedan estar sometidos a cargas de viento o de ejecución, se acodalarán provisionalmente, para mantener su estabilidad.
6. Se limitará la altura de la fábrica que se ejecute en un día para evitar inestabilidades e incidentes mientras el mortero está fresco. Para determinar el límite adecuado se tendrán en el espesor del muro, el tipo de mortero, la forma y densidad de las piezas y el grado de exposición al viento.

**ANEJO H. NORMAS DE REFERENCIA****Normas UNE**

- UNE-EN 771-2:2011+A1:2016 Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.
- UNE-EN 771-2:2011+A1:2016 Especificación de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas.
- UNE-EN 771-3:2011+A1:2016 Specification for masonry units - Part 3: Aggregate concrete masonry units (Dense and light-weight aggregates)
- UNE-EN 771-4:2011+A1:2016 Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 4: Bloques de hormigón celular curado en autoclave.
- UNE-EN 772-1:2011+A1:2016 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.
- UNE-EN 845-1:2014+A1:2018 Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos.
- UNE-EN 845-3:2014+A1:2018 Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero.



UNE EN 846-2:2001 Métodos de ensayo de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 2: Determinación de la adhesión de las armaduras de tendel prefabricadas en juntas de mortero.
UNE-EN 846-5:2013 Métodos de ensayo de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 5: Determinación de la resistencia a tracción y a compresión y las características de carga-desplazamiento de las llaves (ensayo entre dos elementos).
UNE-EN 846-6:2015 Métodos de ensayo de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 6: Determinación de la resistencia a tracción y a compresión y las características de carga-desplazamiento de las llaves (ensayo sobre un solo extremo).
UNE-EN 1015-11:2020 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería
UNE-EN 1015-11:2020 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
UNE EN 1052-1:1999 Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.
UNE EN 1052-2:2018 Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 2: Determinación de la resistencia a la flexión.
UNE EN 1052-3:2003 Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 3: Determinación de la resistencia inicial a cortante.
UNE EN 1052-4:2001 Métodos de ensayo para fábrica de albañilería. Parte 4: Determinación de la resistencia al cizallamiento incluyendo la barrer al agua por capilaridad.
UNE-EN 10088-2:2015 Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables.
UNE-EN 10088-2:2015 Aceros inoxidables. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de planchas y bandas para uso general.
UNE-EN 10088-3:2015 Aceros inoxidables. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro para semiproductos, barras, alambón y perfiles para aplicaciones en general.
UNE-EN 10080:2006 Acero para armaduras de hormigón armado. Acero corrugado soldable B500. Condiciones técnicas de suministro para barras, rollos y mallas electrosoldadas.
DIN EN 10138-1:2000-10 Aceros para pretensado - Parte 1: Requisitos generales.



## COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

## Según DB SI-Seguridad en caso de Incendio

## INTRODUCCIÓN

## III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. [...]

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento en el que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, salvo en el caso de normas armonizadas UNE-EN que sean transposición de normas EN cuyas referencias hayan sido publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de la aplicación del Reglamento (UE) nº 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, y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia. En el caso de normas de métodos de ensayo referenciadas en las normas armonizadas, debe aplicarse la versión incluida en las normas armonizadas UNE-EN citadas anteriormente.

Las normas recogidas en este DB podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas equivalentes.

[...]

## IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB SI

1. La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

## V Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos.

1. Este DB establece las condiciones de *reacción al fuego* y de *resistencia al fuego* de los elementos constructivos conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el Real Decreto 842/2013 de 31 de octubre y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican.  
No obstante, cuando las normas de ensayo y clasificación del elemento constructivo considerado según su *resistencia al fuego* no estén aún disponibles en el momento de realizar el ensayo, dicha clasificación se podrá seguir determinando y acreditando conforme a las anteriores normas UNE, hasta que tenga lugar dicha disponibilidad.
2. El Anejo G refleja, con carácter informativo, el conjunto de normas de clasificación, de ensayo y de producto más directamente relacionadas con la aplicación de este DB.
3. Los sistemas de cierre automático de las puertas resistentes al fuego deben consistir en un dispositivo conforme a la norma UNE-EN 1154:2003 "Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo". Las puertas de dos hojas deben estar además equipadas con un dispositivo de coordinación de dichas hojas conforme a la norma UNEEN 1158:2003 "Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo".
4. Las puertas previstas para permanecer habitualmente en posición abierta deben disponer de un dispositivo conforme con la norma UNE-EN 1155:2003 "Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo".
5. La utilización en las obras de sistemas complejos y no convencionales (por ejemplo, los sistemas de compartimentación de incendios que integran un elemento separador, una motorización, elementos guía, un sistema de detección, un suministro eléctrico, un sistema automático de enfriamiento mediante agua, etc.) debe ampararse, de acuerdo con el artículo 5.2 del CTE, en una certificación de la idoneidad técnica que verifique todas aquellos componentes y características del sistema que sean críticos para que este cumpla la función que le sea exigible. Dichas certificaciones podrán inscribirse en el Registro General del CTE para su general conocimiento, conforme a lo establecido en su artículo 4, punto 4.



**VI Laboratorios de ensayo**

La clasificación, según las características de *reacción al fuego* o de *resistencia al fuego*, de los productos de construcción que aún no ostenten el *marcado CE* o los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello deben realizarse por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme al Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997 de 21 de marzo, Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, Real Decreto 1715/2010, de 17 de diciembre, Real Decreto 239/2013, de 5 de abril y Real Decreto 1072/2015, de 27 de noviembre.

En la fecha en la que los productos sin marcado CE se suministren a las obras, los certificados de los ensayos y clasificación antes citados deberán tener una antigüedad menor que 5 años cuando se refieran a *reacción al fuego* y menor que 10 años cuando se refieran a *resistencia al fuego*.

**ANEJO SI G. NORMAS RELACIONADAS CON LA APLICACIÓN DEL DB SI**

Este anejo recoge la referencia completa de las normas citadas en el articulado del DBSI, dichas normas están señaladas en este anejo con un asterisco. Además, a título informativo, se recogen otras normas relacionadas con la aplicación del DBSI

**1 Reacción al fuego****UNE-EN 1021 Mobiliario. Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado**

\*UNE-EN 1021-1:2015 Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión.

\*UNE-EN 1021-2:2015 Parte 2: Fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla

UNE-EN 1101:1996 Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y Cortinajes. Procedimiento detallado para determinar la inflamabilidad de probetas orientadas verticalmente (llama pequeña). (+UNE-EN 1101:1996/A1: 2005)

**UNE-EN 13501 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación**

UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010 Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego

UNE-EN 13501-5:2019 Parte 5: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de cubiertas ante la acción de un fuego exterior.

\*UNE-EN 14115:2002 Textiles. Comportamiento al fuego de materiales para carpas, tiendas de campaña de grandes dimensiones y productos relacionados. Facilidad de ignición.

UNE-EN 13772:2011 Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y Cortinajes. Medición de la propagación de la llama de probetas orientadas verticalmente frente a una fuente de ignición de llama grande.

\*UNE-EN 13773:2003 Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación.

UNE-EN 13823:2012+A1:2016 Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción - Productos de construcción, excluyendo revestimientos de suelos, expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.

\*UNE-EN 15619:2014 Tejidos recubiertos de caucho o plástico. Seguridad de las estructuras temporales (tiendas). Especificaciones de los tejidos recubiertos destinados a tiendas y estructuras similares.

UNE-EN ISO 1182:2011 Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción - Ensayo de no combustibilidad. (ISO 1182:2010)

UNE-EN ISO 1716:2011 Ensayos de reacción al fuego de productos - Determinación del calor bruto de combustión (valor calorífico). (ISO 1716:2010)

UNE-EN ISO 9239-1:2011 Ensayos de reacción al fuego de los revestimientos de suelos Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante. (ISO 9239-1:2010)

UNE-EN ISO 11925-2:2011 Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción - Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama.

Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única. (ISO 11925- 2:2010)

UNE-CEN/TS 1187:2013 Métodos de ensayo para cubiertas expuestas a fuego exterior.

**2 Resistencia al fuego**

\*UNE-EN 81-58:2018 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores – Exámenes y ensayos.

Parte 58: Ensayo de resistencia al fuego de las puertas de piso.

**UNE-EN 1363 Ensayos de resistencia al fuego**

UNE-EN 1363-1:2015 Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 1363-2:2000 Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales

UNE-EN 1363-3:2000 Parte 3: Verificación del comportamiento del horno.





<b>UNE-EN 1364 Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes</b>
UNE-EN 1364-1:2000 Parte 1: Paredes
UNE-EN 1364-2:2000 Parte 2: Falsos techos.
UNE-EN 1364-3:2015 Parte 3: Fachadas ligeras. Configuración completa (conjunto completo)
UNE-EN 1364-4:2015 Parte 4: Fachadas ligeras. Configuración parcial.
<b>UNE-EN 1365 Ensayos de resistencia al fuego de elementos portantes</b>
UNE-EN 1365-1:2016 Parte 1: Paredes.
UNE-EN 1365-2:2016 Parte 2: Suelos y cubiertas.
UNE-EN 1365-3:2000 Parte 3: Vigas.
UNE-EN 1365-4:2000 Parte 4: Pilares.
UNE-EN 1365-5:2005 Parte 5: Balconadas y pasarelas.
UNE-EN 1365-6:2005 Parte 6: Escaleras.
<b>UNE-EN 1366 Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio</b>
UNE-EN 1366-5:2022 Parte 1: Conductos de ventilación.
UNE-EN 1366-2:2015 Parte 2: Compuertas cortafuegos.
UNE-EN 1366-3:2011 Parte 3: Sellantes de penetración.
UNE-EN 1366-4:2022: Sellados de junta lineal.
UNE-EN 1366-5:2011 Parte 5: Conductos horizontales y patinillos para servicios.
UNE-EN 1366-6:2005 Parte 6: Pavimentos elevados registrables y pavimentos huecos.
UNE-EN 1366-7:2006 Parte 7: Cerramientos para sistemas transportadores y de cintas transportadoras.
*UNE-EN 1366-8:2005 Parte 8: Conductos para extracción de humos.
UNE-EN 1366-9:2009 Parte 9: Conductos de extracción de humos de un solo compartimento.
UNE-EN 1366-10:2016+A1:2018 Parte 10: Compuertas de control de humos.
UNE-EN 1366-12:2015 Parte 12: Barrera contra el fuego no mecánica para conductos de ventilación
<b>UNE-EN 1634 Ensayos de resistencia al fuego y de control de humo de puertas y elementos de cerramiento de huecos, ventanas practicables y herrajes para la edificación.</b>
UNE-EN 1634-1:2016+A1:2018 Parte 1: Ensayos de resistencia al fuego de puertas, elementos de cerramiento de huecos y ventanas practicables.
UNE-EN 1634-2:2010 Parte 2: Ensayo de caracterización de resistencia al fuego de herrajes.
UNE-EN 1634-3:2006 Parte 3: Ensayos de control de humo para puertas y elementos de cerramiento.
*UNE-EN 1991-1-2:2019 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-2: Acciones generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
UNE-EN 1992-1-2:2011 Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
UNE-EN 1993-1-2:2016 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
UNE-EN 1994-1-2:2016 Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
UNE-EN 1995-1-2:2016 Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.
UNE-EN 1996-1-2:2011 Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.
UNE-EN 1999-1-2:2007(ratificada) Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de aluminio. Parte 1-2: Cálculo de estructuras expuestas al fuego.
<b>UNE-EN 13381 Métodos de ensayo para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales</b>
UNE-EN 13381-1:2016 Parte 1: Membranas protectoras horizontales.
UNE-EN 13381-2:2016 Parte 2: Membranas protectoras verticales.
*UNE-EN 13381-3:2016 Parte 3: Protección aplicada a elementos de hormigón.
UNE-EN 13381-4:2014 Parte 4: Protección pasiva aplicada a elementos de acero.
UNE-EN 13381-5:2016 Parte 5: Protección aplicada a elementos mixtos de hormigón / chapa de acero perfilada.
UNE-EN 13381-6:2014 Parte 6: Protección aplicada a pilares huecos de acero rellenos de hormigón.
UNE-ENV 13381-7:2020 Parte 7: Protección aplicada a vigas de madera.
UNE-EN 13381-8:2015 Parte 8: Protección reactiva aplicada a los elementos de acero.
UNE-EN 13381-9:2016 Parte 9: Sistemas de protección contra el fuego aplicados a vigas de acero con aberturas en el alma.
<b>UNE-EN 13501 Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego</b>



	<p>UNE-EN 13501-2:2019 Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego, excluidas las instalaciones de ventilación.</p> <p>UNE-EN 13501-3:2007+A1:2010 Parte 3: Clasificación a partir de datos obtenidos en los ensayos de resistencia al fuego de productos y elementos utilizados en las instalaciones de servicio de los edificios: conductos y compuertas resistentes al fuego.</p> <p>*UNE-EN 13501-4:2007+A1:2010 Parte 4: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de resistencia al fuego de componentes de sistemas de control de humo.</p> <p>UNE-EN 14135:2005 Recubrimientos. Determinación de la capacidad de protección contra el fuego.</p> <p><b>UNE-EN 15080 Extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos de resistencia al fuego.</b></p> <p>UNE-EN 15080-8:2011 Parte 8: Vigas.</p> <p>UNE-EN 15080-12:2011 Parte 12: Muros portantes de albañilería</p> <p><b>UNE-EN 15254 Extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos de resistencia al fuego. Paredes no portantes</b></p> <p>UNE-EN 15254-2:2010 Parte 2: Tabiques de fábrica y de paneles de yeso</p> <p>UNE-EN 15254-4:2019 Parte 4: Elementos de construcción vidriados.</p> <p>UNE-EN 15254-5:2010 Parte 5: Construcción con paneles sándwich metálicos.</p> <p>UNE-EN 15254-6:2015 Parte 6: Fachadas ligeras.</p> <p>UNE-EN 15254-7:2013 Parte 7: Paneles sándwich metálicos para construcción.</p> <p><b>UNE-EN 15269 Extensión de la aplicación de los resultados de ensayo de resistencia al fuego y/o control de humos para puertas, persianas y ventanas practicables, incluyendo sus herrajes para la edificación</b></p> <p>UNE-EN 15269-1:2011 Parte 1: Requisitos generales.</p> <p>UNE-EN 15269-2:2016 Parte 2: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas pivotantes y batientes de acero.</p> <p>UNE-EN 15269-3:2016 Parte 3: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas de madera pivotantes y batientes y ventanas practicables con estructura de madera.</p> <p>UNE-EN 15269-5:2016+A1:2017 Parte 5: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas acristaladas pivotantes y batientes con marco metálico y ventanas practicables con marco metálico.</p> <p>UNE-EN 15269-7:2011 Parte 7: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas deslizantes de acero.</p> <p>UNE-EN 15269-10:2015 Parte 10: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas/persianas enrollables de acero.</p> <p>UNE-EN 15269-11:2018+AC:2019 Parte 11: Resistencia al fuego para cortinas de tela operables.</p> <p>UNE-EN 15269-20:2010 Parte 20: Control de humos para conjuntos de puertas pivotantes y batientes de madera, acero y elementos de puertas acristaladas con marco metálico.</p>
<b>3 Instalaciones para control del humo y del calor</b>	<p>*UNE 23584:2008 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos para la instalación en obra, puesta en marcha y mantenimiento periódico de los SCTEH.</p> <p>*UNE 23585:2017 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.</p> <p><b>UNE-EN 12101 Sistemas para el control de humo y de calor</b></p> <p>UNE-EN 12101-1:2007 Parte 1: Especificaciones para barreras para control de humo (+UNE-EN 12101-1:2007/A1:2007)</p> <p>UNE-EN 12101-2:2021 Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de humos y calor.</p> <p>UNE-EN 12101-3:2016 Parte 3: Especificación para aireadores mecánicos de control de humo y calor (Ventiladores).</p> <p>*UNE-EN 12101-6:2006 Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. Equipos.</p> <p>UNE-EN 12101-7:2013 Parte 7: Secciones de conducto de humo.</p> <p>UNE-EN 12101-8:2015 Parte 8: Compuertas para el control del humo.</p> <p>UNE-EN 12101-10:2007 Parte 10: Equipos de alimentación de energía.</p> <p>UNE-EN 15650:2010 Ventilación de edificios. Compuertas cortafuegos</p>
<b>4 Puertas, herrajes y dispositivos de apertura</b>	<p>*UNE 85121:2018 Puertas peatonales automáticas. Instalación, uso y mantenimiento.</p> <p>*UNE-EN 179:2009 Herrajes para la edificación. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para recorridos de evacuación. Requisitos y métodos de ensayo.</p> <p>*UNE-EN 1125:2009 Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia accionadas por una barra horizontal. Requisitos y métodos de ensayo.</p> <p>*UNE-EN 1154:2003 Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo.</p>



	<p>*UNE-EN 1155:2003 Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo.</p> <p>*UNE-EN 1158:2003 Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo.</p> <p>UNE-EN 1191:2013 Ventanas y puertas. Resistencia a aperturas y cierres repetidos. Método de ensayo.</p> <p>UNE-EN 13637:2016 Herrajes para la edificación. Sistemas de salida controlados eléctricamente para su uso en recorridos de evacuación. Requisitos y métodos de ensayo.</p> <p>UNE-EN 16034:2015 Puertas peatonales, industriales, comerciales, de garaje y ventanas practicables. Norma de producto, características de prestación. Características de resistencia al fuego y/o control de humo.</p> <p>UNE-EN 23740-1:2016 Seguridad contra incendios. Elementos de cerramiento de huecos. Requisitos específicos de instalación, uso, mantenimiento. Parte 1: Puertas cortafuego.</p>
<b>5 Señalización</b>	<p>*UNE 23034:1988 Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.</p> <p><b>UNE 23035 Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente</b></p> <p>*UNE 23035-1:2003 Parte 1: Medida y calificación.</p> <p>*UNE 23035-2:2003 Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.</p> <p>*UNE 23035-3:2003 Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes.</p> <p>*UNE 23035-4:2003 Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.</p>
<b>6 Otras materias</b>	<p>UNE-EN ISO 13943:2018 Seguridad contra incendio. Vocabulario.</p> <p>UNE-EN ISO 16730-1:2017 Ingeniería de seguridad contra incendios - Procedimientos y requisitos para la verificación y la validación de métodos de cálculo. Parte 1: Generalidades.</p> <p>UNE-EN ISO 16733-1:2017 Ingeniería de seguridad contra incendios - Selección de escenarios de fuego de diseño y fuegos de diseño. Parte 1: Selección de escenarios de fuego de diseño.</p> <p>UNE-EN ISO 23932:2017 Ingeniería de seguridad contra incendios. Principios generales</p>

PROYECTO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN "AMPLIACION PARA TERMINACION (LINEA 5) DEL  
I.E.S. "FRANCISCA DE PEDRAZA" DE ALCALA DE HENARES" FASE 2  
Avenida de Europa c/v plaza Jesús Guridi. La Garena. Alcalá de Henares (Madrid)

DIRECCIÓN

DOCUMENTO  
FECHA

**TOMO 4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**  
OCTUBRE 2022



## SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

Según DB SUA-Seguridad de Utilización y Accesibilidad

Para cumplir las exigencias establecidas en el Documento Básico SUA-Seguridad de Utilización y Accesibilidad, se debe indicar en el Plan de Control que se habrá de ejecutar la obra según lo indicado en el Proyecto de Ejecución, atendiendo a lo señalado en cada una de las Secciones que componen dicho DB SU.



## SALUBRIDAD-Según el DB HS-

### Salubridad

#### HS 1-PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

<b>4 Productos de construcción</b>	<p>En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.</p>
<b>4.1 Características exigibles a los productos</b>	
<b>4.1.1 Introducción</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.</li> <li>2 Los productos para aislamiento térmico y los que forman la hoja principal de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) la absorción de agua por capilaridad <math>[g/(m^2 \cdot s^{0,5})]</math> ó <math>[g/(m^2 \cdot s)]</math>;</li> <li>b) la succión o tasa de absorción de agua inicial <math>[kg/(m^2 \cdot min)]</math>;</li> <li>c) la absorción al agua a largo plazo por inmersión total <math>(\% \text{ ó } g/cm^3)</math>.</li> </ol> </li> <li>3 Los productos para la barrera contra el vapor se definen mediante la resistencia al paso del vapor de agua <math>(MN \cdot s/g \text{ ó } m^2 \cdot h \cdot Pa/mg)</math>.</li> <li>4 Los productos para la impermeabilización se definen mediante las siguientes propiedades, en función de su uso: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) estanquidad;</li> <li>b) resistencia a la penetración de raíces;</li> <li>c) envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación ultravioleta, elevadas temperaturas y agua;</li> <li>d) resistencia a la fluencia <math>(^{\circ}C)</math>;</li> <li>e) estabilidad dimensional <math>(\%)</math>;</li> <li>f) envejecimiento térmico <math>(^{\circ}C)</math>;</li> <li>g) flexibilidad a bajas temperaturas <math>(^{\circ}C)</math>;</li> <li>h) resistencia a la carga estática <math>(kg)</math>;</li> <li>i) resistencia a la carga dinámica <math>(mm)</math>;</li> <li>j) alargamiento a la rotura <math>(\%)</math>;</li> <li>k) resistencia a la tracción <math>(N/5cm)</math>.</li> </ol> </li> </ol>
<b>4.1.2 Componentes de la hoja principal de fachadas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Cuando la hoja principal sea de bloque de hormigón, salvo de bloque de hormigón curado en autoclave, el valor de absorción de los bloques medido según el ensayo de UNE 41 170:1989 debe ser como máximo <math>0,32 g/cm^3</math>.</li> <li>2 Cuando la hoja principal sea de bloque de hormigón visto, el valor medio del coeficiente de succión de los bloques medido según el ensayo de UNE EN-772 11:2011 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo <math>3 [g/(m^2 \cdot s)]</math> y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo <math>4,2 [g/(m^2 \cdot s)]</math>.</li> <li>3 Cuando la hoja principal sea de ladrillo o de bloque sin revestimiento exterior, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.</li> </ol>
<b>4.1.3 Aislante térmico</b>	<p>Cuando el aislante térmico se disponga por el exterior de la hoja principal, debe ser no hidrófilo.</p>
<b>4.2 Control de recepción en obra de productos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.</li> <li>2 Debe comprobarse que los productos recibidos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;</li> <li>b) disponen de la documentación exigida;</li> <li>c) están caracterizados por las propiedades exigidas;</li> <li>d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.</li> </ol> </li> <li>3 En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE.</li> </ol>



<b>5 Construcción</b>	En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.
<b>5.1 Ejecución</b>	Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.
<b>5.1.1 Muros</b>	
<b>5.1.1.1 Condiciones de los pasatubos</b>	Los pasatubos deben ser estancos y suficientemente flexibles para absorber los movimientos previstos.
<b>5.1.1.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes</b>	<p>Las láminas deben aplicarse en unas condiciones ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>Las láminas deben aplicarse cuando el muro esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.</p> <p>En las uniones de las láminas deben respetarse los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>El paramento donde se va aplicar la lámina no debe tener rebabas de mortero en las fábricas de ladrillo o bloques ni ningún resalto de material que pueda suponer riesgo de punzonamiento.</p> <p>Cuando se utilice una lámina impermeabilizante adherida deben aplicarse imprimaciones previas y cuando se utilice una lámina impermeabilizante no adherida deben sellarse los solapos.</p> <p>Cuando la impermeabilización se haga por el interior, deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.</p>
<b>5.1.1.3 Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero</b>	<p>El paramento donde se va aplicar el revestimiento debe estar limpio.</p> <p>Deben aplicarse al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no debe ser mayor que 2 cm.</p> <p>No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0°C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación.</p> <p>En los encuentros deben solaparse las capas del revestimiento al menos 25 cm.</p>
<b>5.1.1.4 Condiciones de los productos líquidos de impermeabilización</b>	
<b>5.1.1.4.1 Revestimientos sintéticos de resinas</b>	<p>Las fisuras grandes deben cajearse mediante rozas de 2 cm de profundidad y deben rellenarse éstas con mortero pobre.</p> <p>Las coqueras y las grietas deben rellenarse con masillas especiales compatibles con la resina.</p> <p>Antes de la aplicación de la imprimación debe limpiarse el paramento del muro.</p> <p>No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura sea menor que 5°C o mayor que 35°C. Salvo que en las especificaciones de aplicación se fijen otros límites.</p> <p>El espesor de la capa de resina debe estar comprendido entre 300 y 500 de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo µm.</p> <p>Cuando existan fisuras de espesor comprendido entre 100 y 250 µm debe aplicarse una imprimación en torno a la fisura. Luego debe aplicarse una capa de resina a lo largo de toda la fisura, en un ancho mayor que 12 cm y de un espesor que no sea mayor que 50 µm. Finalmente deben aplicarse tres manos consecutivas, en intervalos de seis horas como mínimo, hasta alcanzar un espesor total que no sea mayor que 1 mm.</p> <p>Cuando el revestimiento esté elaborado a partir de poliuretano y esté total o parcialmente expuesto a la intemperie debe cubrirse con una capa adecuada para protegerlo de las radiaciones ultravioleta.</p>
<b>5.1.1.4.2 Polímeros Acrílicos</b>	<p>El soporte debe estar seco, sin restos de grasa y limpio.</p> <p>El revestimiento debe aplicarse en capas sucesivas cada 12 horas aproximadamente. El espesor no debe ser mayor que 100 µm.</p>



<b>5.1.1.4.3 Caucho acrílico y resinas acrílicas</b>	El soporte debe estar seco y exento de polvo, suciedad y lechadas superficiales.
<b>5.1.1.5 Condiciones del sellado de juntas</b>	
<b>5.1.1.5.1 Masillas a base de poliuretano</b>	<p>En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para limitar la profundidad.</p> <p>La junta debe tener como mínimo una profundidad de 8 mm.</p> <p>La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.</p>
<b>5.1.1.5.2 Masillas a base de siliconas</b>	En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.
<b>5.1.1.5.3 Masillas a base de resinas acrílicas</b>	<p>Si el soporte es poroso y está excesivamente seco deben humedecerse ligeramente los bordes de la junta.</p> <p>En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.</p> <p>La junta debe tener como mínimo una profundidad de 10 mm.</p> <p>La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.</p>
<b>5.1.1.5.4 Masillas asfálticas</b>	Deben aplicarse directamente en frío sobre las juntas.
<b>5.1.1.6 Condiciones de los sistemas de drenaje</b>	<p>El tubo drenante debe rodearse de una capa de árido y ésta, a su vez, envolverse totalmente con una lámina filtrante.</p> <p>Si el árido es de aluvión el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 1,5 veces el diámetro del dren.</p> <p>Si el árido es de machaqueo el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 3 veces el diámetro del dren.</p>
<b>5.1.2 Suelos</b>	
<b>5.1.2.1 Condiciones de los pasatubos</b>	Los pasatubos deben ser flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.
<b>5.1.2.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes</b>	<p>Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>Las láminas deben aplicarse cuando el suelo esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.</p> <p>Deben respetarse en las uniones de las láminas los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar algún tipo de resaltos de materiales que puedan suponer un riesgo de punzonamiento.</p> <p>Deben aplicarse imprimaciones sobre los hormigones de regulación o limpieza y las cimentaciones en el caso de aplicar láminas adheridas y en el perímetro de fijación en el caso de aplicar láminas no adheridas.</p> <p>En la aplicación de las láminas impermeabilizantes deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.</p>
<b>5.1.2.3 Condiciones de las arquetas</b>	Deben sellarse todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.
<b>5.1.2.4 Condiciones del hormigón de limpieza</b>	<p>El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1%.</p> <p>Cuando deba colocarse una lámina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón debe allanarse.</p>
<b>5.1.3 Fachadas</b>	
<b>5.1.3.1 Condiciones de la hoja principal</b>	Cuando la <i>hoja principal</i> sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 kg/(m <sup>2</sup> .min) según el ensayo descrito en UNE EN-772 11:2011. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o moderada, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.





	<p>Deben dejarse <i>enjarjes</i> en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.</p> <p>Cuando la <i>hoja principal</i> no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la <i>hoja principal</i> debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.</p> <p>Cuando la <i>hoja principal</i> no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la <i>hoja principal</i> debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.</p>
<b>5.1.3.2 Condiciones del revestimiento intermedio</b>	Debe disponerse adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.
<b>5.1.3.3 Condiciones del aislante térmico</b>	<p>Debe colocarse de forma continua y estable.</p> <p>Cuando el <i>aislante térmico</i> sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el <i>aislante térmico</i> debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.</p>
<b>5.1.3.4 Condiciones de la cámara de aire ventilada</b>	Durante la construcción de la fachada debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire y en las llagas que se utilicen para su ventilación.
<b>5.1.3.5 Condiciones del revestimiento exterior</b>	Debe disponerse adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.
<b>5.1.3.6 Condiciones de los puntos singulares</b>	Las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.
<b>5.1.4 Cubiertas</b>	
<b>5.1.4.1 Condiciones de la formación de pendientes</b>	Cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie debe ser uniforme y limpia.
<b>5.1.4.2 Condiciones de la barrera contra el vapor</b>	<p>La <i>barrera contra el vapor</i> debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de <i>aislante térmico</i>.</p> <p>Debe aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.</p>
<b>5.1.4.3 Condiciones del aislante térmico</b>	Debe colocarse de forma continua y estable.
<b>5.1.4.4 Condiciones de la impermeabilización</b>	<p>Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.</p> <p>Cuando se interrumpen los trabajos deben protegerse adecuadamente los materiales.</p> <p>La impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente.</p> <p>Las distintas capas de la impermeabilización deben colocarse en la misma dirección y a cubrejuntas.</p> <p>Los solapos deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.</p>
<b>5.1.4.5 Condiciones de la cámara de aire ventilada</b>	Durante la construcción de la cubierta debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire.
<b>5.2 Control de la ejecución</b>	<p>El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.</p> <p>Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.</p>





	Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.
<b>5.3 Control de la obra terminada</b>	En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

## HS 2-RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

(No aparece requerimiento de documento de control alguno)

## HS 3-CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

<b>5 Productos de construcción</b>	
<b>5.1 Características exigibles a los productos</b>	<p>De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en los sistemas de ventilación deben cumplir las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) lo especificado en los apartados anteriores;</li> <li>b) lo especificado en la legislación vigente;</li> <li>c) que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.</li> </ul> <p>Se consideran aceptables los conductos de chapa fabricados de acuerdo con las condiciones de la norma UNE 1507:2007</p>
<b>5.2 Control de recepción en obra de productos</b>	<p>En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.</p> <p>Debe comprobarse que los productos recibidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;</li> <li>b) disponen de la documentación exigida;</li> <li>c) están caracterizados por las propiedades exigidas;</li> <li>d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.</li> </ul> <p>En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE.</p>
<b>6 Construcción</b>	En el proyecto deben definirse y justificarse las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.
<b>6.1 Ejecución</b>	Las obras de construcción del edificio, en relación con esta Sección, deben ejecutarse con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones deben indicarse las condiciones particulares de ejecución de los sistemas de ventilación.
<b>6.1.1 Aberturas</b>	<p>Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro debe colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y deben sellarse los extremos en su encuentro con el mismo. Los elementos de protección de las aberturas deben colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.</p> <p>Los elementos de protección de las <i>aberturas de extracción</i> cuando dispongan de lamas, deben colocarse con éstas inclinadas en la dirección de la circulación del aire.</p>
<b>6.1.2 Conductos de extracción</b>	<p>Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de tal forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deben proporcionar una holgura perimétrica de 20 mm y debe rellenarse dicha holgura con aislante térmico.</p> <p>El tramo de conducto correspondiente a cada planta debe apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.</p>



	<p>Para <i>conductos de extracción para ventilación híbrida</i>, las piezas deben colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15º con transiciones suaves.</p> <p>Cuando las piezas sean de hormigón en masa o cerámicas, deben recibirse con mortero de cemento tipo M-5a (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, deben realizarse las uniones previstas en el sistema, cuidándose la estanquidad de sus juntas.</p> <p>Las <i>aberturas de extracción</i> conectadas a <i>conductos de extracción</i> deben taparse adecuadamente para evitar la entrada de escombros u otros objetos en los conductos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.</p> <p>Se consideran satisfactorios los conductos de chapa ejecutados según lo especificado en la norma UNE-EN 1507:2007.</p>
<b>6.1.3 Sistemas de ventilación mecánicos</b>	<p>El <i>aspirador híbrido</i> o el <i>aspirador mecánico</i>, en su caso, debe colocarse aplomado y sujeto al <i>conducto de extracción</i> o a su revestimiento.</p> <p>El sistema de ventilación mecánica debe colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.</p> <p>Los empalmes y conexiones deben ser estancos y estar protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.</p>
<b>6.2 Control de la ejecución</b>	<p>El control de la ejecución de las obras debe realizarse de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.</p> <p>Debe comprobarse que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.</p> <p>Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra debe quedar en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.</p>
<b>6.3 Control de la obra terminada</b>	<p>En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.</p>

## HS 4-SUMINISTRO DE AGUA

### 5 Construcción

<b>5.1 Ejecución</b>	<p>La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.</p> <p>Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003</p>
<b>5.1.1 Ejecución de las redes de tuberías</b>	
<b>5.1.1.1 Condiciones generales</b>	<p>La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.</p> <p>Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.</p> <p>El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.</p> <p>La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.</p>



<p><b>5.1.1.2 Uniones y juntas</b></p>	<p>Las uniones de los tubos serán estancas.</p> <p>Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.</p> <p>En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995 (+UNE-EN 10242/1M:1999, +UNE-EN 10242/A2:2004). Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.</p> <p>Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.</p> <p>Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.</p>
<p><b>5.1.1.3 Protecciones</b></p>	
<p><b>5.1.1.3.1 Protección contra la corrosión</b></p>	<p>Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.</p> <p>Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.</li> <li>b) Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.</li> <li>c) Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura</li> </ul> <p>Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.</p> <p>Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurren por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.</p> <p>Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 6.3.2.</p> <p>Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 6.3.1</p>
<p><b>5.1.1.3.2 Protección contra las condensaciones</b></p>	<p>Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.</p> <p>Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.</p> <p>Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.</p>
<p><b>5.1.1.3.3 Protecciones térmicas</b></p>	<p>Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.</p>



	<p>Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE-EN ISO 12241:2010.</p>
<b>5.1.1.3.4 Protección contra esfuerzos mecánicos</b>	<p>Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.</p> <p>Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.</p> <p>La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.</p>
<b>5.1.1.3.4 Protección contra esfuerzos mecánicos</b>	<p>Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.</p> <p>Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.</p> <p>La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.</p>
<b>5.1.1.3.5 Protección contra ruidos</b>	<p>Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;</li> <li>b) a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación</li> </ul> <p>Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rigidamente unidos a la estructura del edificio.</p>
<b>5.1.1.4 Accesorios</b>	
<b>5.1.1.4.1 Grapas y abrazaderas</b>	<p>La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.</p> <p>El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.</p> <p>Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.</p>
<b>5.1.1.4.2 Soportes</b>	<p>Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.</p>



	<p>No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.</p> <p>De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.</p> <p>La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.</p>
--	--

#### 5.1.2 Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores

<b>5.1.2.1 Alojamiento del contador general</b>	<p>La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida.</p> <p>El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si ésta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.</p> <p>Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.</p> <p>En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.</p> <p>Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.</p>
<b>5.1.2.2 Contadores individuales aislados</b>	<p>Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución.</p> <p>En cualquier caso este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.</p>

#### 5.1.3 Ejecución de los sistemas de control de la presión

##### 5.1.3.1 Montaje del grupo de sobreelevación

<b>5.1.3.1.1 Depósito auxiliar de alimentación</b>	<p>En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación;</li> <li>Habrà que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.</li> </ol> <p>En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.</p> <p>Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3.</p> <p>Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.</p> <p>La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua.</p> <p>Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.</p>
--	---



**5.1.3.1.2 Bombas**

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán, además interpuestos elementos antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada.

A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.

Los sistemas antivibratorios tendrán unos valores de transmisibilidad  $\tau$  inferiores a los establecidos en el apartado correspondiente del DB-HR.

Se considerarán válidos los soportes antivibratorios y los manguitos elásticos que cumplan lo dispuesto en la norma UNE 100153:2004 IN.

Se realizará siempre una adecuada nivelación.

Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

**5.1.3.1.3 Depósito de presión**

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito.

Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito.

En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía.

Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contraseña de certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen.

El timbre de presión máxima de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación.

Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito.

Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.

Si se instalaran varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación.

Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

**5.1.3.2 Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional**

Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación.

Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando ésta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión, de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc.

Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula de tres vías con presiones máxima y/o mínima para cada situación.

Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

**5.1.3.3 Ejecución y montaje del reductor de presión**

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.



	<p>Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.</p> <p>Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión debe disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.</p> <p>Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad.</p> <p>La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.</p> <p>Si por razones de servicio se requiere un by-pass, éste se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.</p>
<b>5.1.4 Montaje de los filtros</b>	<p>El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deben instalarse únicamente filtros adecuados.</p> <p>En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.</p> <p>Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.</p> <p>Hay que conectar una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.</p>
<b>5.1.4.1 Instalación de aparatos dosificadores</b>	<p>Sólo deben instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.</p> <p>Cuando se deba tratar todo el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión.</p> <p>Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS.</p>
<b>5.1.4.2 Montaje de los equipos de descalcificación</b>	<p>La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración debe conectarse con salida libre.</p> <p>Cuando se deba tratar todo el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador, del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente.</p> <p>Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará, delante del grupo de valvulería, en la alimentación de agua fría al generador de ACS.</p> <p>Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para obtener la adecuada dureza de la misma.</p> <p>Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante ánodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de ACS de la serie, como especifica la norma UNE-CEN/TR 12108:2015 IN.</p>
<b>5.2 Puesta en servicio</b>	
<b>5.2.1 Pruebas y ensayos de las instalaciones</b>	
<b>5.2.1.1 Pruebas de las instalaciones interiores</b>	<p>La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.</p>



	<p>Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire.</p> <p>Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación, se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:</p> <p>a) para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE-EN 14336:2005;</p> <p>b) para las tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al procedimiento de ensayo A de la norma UNE-CEN/TR 12108:2015 IN.</p> <p>Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.</p> <p>El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.</p> <p>Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.</p>
--	--

<b>5.2.1.2 Pruebas particulares de las instalaciones de ACS</b>	<p>En las instalaciones de preparación de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:</p> <p>a) medición de caudal y temperatura en los puntos de agua;</p> <p>b) obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad;</p> <p>c) comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas;</p> <p>d) medición de temperaturas de la red;</p> <p>e) con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3 °C a la de salida del acumulador.</p>
---	---

<b>6 Productos de construcción</b>	
<b>6.1 Condiciones generales de los materiales</b>	<p>De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos :</p> <p>a) todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;</p> <p>b) no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;</p> <p>c) serán resistentes a la corrosión interior;</p> <p>d) serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;</p> <p>e) no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;</p> <p>f) deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;</p> <p>g) serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;</p> <p>h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.</p> <p>Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.</p>





<p><b>6.2. Condiciones particulares de las conducciones</b></p>	<p>En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:</p> <p>a) tubos de cobre, según norma UNE-EN 1057:2007+A1:2010;</p> <p>b) tubos de acero inoxidable, según norma UNE 19 049-1:1997;</p> <p>c) tubos de fundición dúctil, según norma UNE-EN 545:2011;</p> <p>d) tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según normas UNE-EN ISO 1452-1:2010, UNE-EN ISO 1452-2:2010 y UNE-EN ISO 1452-3:2011;</p> <p>e) tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según normas UNE-EN ISO 15874-1:2013, UNE-EN ISO 15874-2:2013 y UNE-EN ISO 15874-3:2013;</p> <p>f) tubos de polietileno (PE), según normas UNE-EN 12201-1:2012, UNE-EN 12201-2:2012+A1:2014, UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013 y UNE-EN 12201-4:2012;</p> <p>g) tubos de polietileno reticulado (PE-X), según normas UNE-EN ISO 15875-1:2004 (+UNE-EN ISO 15875-1:2004/A1:2007), UNE EN ISO 15875-2:2004 (+UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007) y UNE EN ISO 15875-3:2004;</p> <p>h) tubos de polibuteno (PB), según normas UNE-EN ISO 15876-1:2017, UNE-EN ISO 15876-2:2017 y UNE-EN ISO 15876-3:2017;</p> <p>i) tubos de polipropileno (PP) según normas UNE-EN ISO 15874-1:2013, UNE-EN ISO 15874-2:2013 y UNE-EN ISO 15874-3:2013;</p> <p>j) tubos multicapa de polímero según normas UNE-EN ISO 21003-1:2009, UNE-EN ISO 21003-2:2009 (+UNE-EN ISO 21003-2:2009/A1:2011) y UNE-EN ISO 21003-3:2009;</p> <p>No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.</p> <p>El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.</p> <p>Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.</p> <p>Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.</p>
<p><b>6.2.2 Aislantes térmicos</b></p>	<p>El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.</p>
<p><b>6.2.3 Válvulas y llaves</b></p>	<p>El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.</p> <p>El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.</p> <p>Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.</p> <p>Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.</p>
<p><b>6.3 Incompatibilidades</b></p>	
<p><b>6.3.1 Incompatibilidad de los materiales y el agua</b></p>	<p>Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se considerarán agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO<sub>2</sub>. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.</p>



Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.1

<b>Tabla 6.1</b>		
<b>Características</b>	<b>Agua fría</b>	<b>Agua caliente</b>
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 – 4.500	2.200 – 4.500
Título alcalimétrico completo (TAC) meq/l	1,6 mínimo	1,6 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4 mínimo	-
CO <sub>2</sub> libre, mg/l	30 máximo	15 máximo
CO <sub>2</sub> agresivo, mg/l	5 máximo	-
Calcio (Ca <sup>2+</sup> ), mg/l	32 mínimo	32 mínimo
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/l	150 máximo	96 máximo
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ), mg/l	100 máximo	71 máximo
Sulfatos + Cloruros, meq/l	-	3 máximo

Para los tubos de cobre las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.2:

<b>Características</b>	<b>Agua fría y agua caliente</b>
pH	7,0 mínimo
CO <sub>2</sub> libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Para las tuberías de acero inoxidable las calidades se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el AISI- 304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el AISI- 316.

### 6.3.2 Incompatibilidad entre materiales

#### 6.3.2.1 Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu<sup>+</sup> hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

### APÉNDICE C. NORMAS DE REFERENCIA

#### Normativa UNE

UNE 10242:1995 Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías. (+UNE-EN 10242/1M:1999, +UNE-EN 10242/A2:2004)
UNE 19049-1:1997 Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Parte 1: Tubos.
UNE 100030:2017 Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.
UNE-EN 14336:2005 Climatización. Pruebas de estanquidad de redes de tuberías.



	UNE 100156:2004 IN Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
	UNE 100171:1989 IN Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación.
	UNE CEN/TR 12108:2015 IN Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
	UNE-EN 1057:2007+A1:2010 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.
	UNE-EN 10240:1998 Recubrimientos de protección internos y/o externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimiento galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.
	UNE-EN 12201-1:2012 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
	UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
	UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.
	UNE-EN 12201-4:2012 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 4: Válvulas.
	UNE-EN ISO 1452-1:2010 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades.
	UNE-EN ISO 1452-2:2010 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos.
	UNE-EN ISO 1452-3:2011 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 3: Accesorios.
	UNE-EN ISO 12241:2010 Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo.
	UNE-EN ISO 15874-1:2013 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 1: Generalidades.
	UNE-EN ISO 15874-2:2013 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tubos.
	UNE-EN ISO 15874-3:2013 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 3: Accesorios
	UNE EN ISO 15875-1:2004 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 1: Generalidades. (+UNE-EN ISO 15875-1:2004/A1:2007)
	UNE EN ISO 15875-2:2004 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 2: Tubos. (+UNEEN ISO 15875-2:2004/A1:2007)
	UNE EN ISO 15875-3:2004 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 3: Accesorios.
	UNE-EN ISO 15876-1:2017 Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB). Parte 1: Generalidades.
	UNE-EN ISO 15876-2:2017 Sistemas de canalización de materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB). Parte 2: Tubos.
	UNE-EN ISO 15876-3:2017 Sistemas de canalización de materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB). Parte 3: Accesorios
	UNE-EN ISO 21003-1:2009 Sistemas de canalización multicapa para instalaciones de agua caliente y fría en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades.
	UNE-EN ISO 21003-2:2009 Sistemas de canalización multicapa para instalaciones de agua caliente y fría en el interior de edificios. Parte 2: Tubos. (+UNE-EN ISO 21003-2:2009/A1:2011)
	UNE-EN ISO 21003-3:2009 Sistemas de canalización multicapa para instalaciones de agua caliente y fría en el interior de edificios. Parte 3: Accesorios.



## HS 5- EVACUACIÓN DE AGUAS

### 5 Construcción

La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

### 5.1 Ejecución de los puntos de captación

#### 5.1.1 Válvulas de desagüe

Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta, salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería, y juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.

Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.

En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

#### 5.1.2 Sifones individuales y botes sifónicos

Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjados sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.

Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.

La distancia máxima, en sentido vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón debe ser igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.

Cuando se instalen sifones individuales, se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, si es el caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el o los lavabos.

No se permitirá la instalación de sifones antisucción, ni cualquier otro que por su diseño pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.

No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.

Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.

La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

El diámetro de los botes sifónicos será como mínimo de 110 mm.

Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones con boya flotador y desmontable para acceder al interior. Así mismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.

No se permitirá la conexión al sifón de otro aparato del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.



#### 5.1.3 Calderetas o cazoletas y sumideros

- 1 La superficie de la boca de la caldereta será como mínimo un 50 % mayor que la sección de bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape también mínimo de 5 cm bajo el solado. Irán provistas de rejillas, planas en el caso de cubiertas transitables y esféricas en las no transitables.
- 4 Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación.
- 5 Los sumideros de recogida de aguas pluviales, tanto en cubiertas, como en terrazas y garajes serán de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 kg/cm<sup>2</sup>. El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo "brida" de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. Así mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico.
- 6 El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo, de hasta 90 mm.
- 7 El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

#### 5.1.4 Canales

- 1 Los canales, en general y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, con una ligera pendiente hacia el exterior.
- 2 Para la construcción de canales de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá rematado al menos 15 mm de la línea de tejas del alero.
- 3 En canales de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canales se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 0,70 m. Todos sus accesorios deben llevar una zona de dilatación de al menos 10 mm.
- 4 La conexión de canales al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

#### 5.2 Ejecución de las redes de pequeña evacuación

- 1 Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.
- 2 Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.
- 3 Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.
- 4 En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.
- 5 En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.
- 6 Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.
- 7 Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

#### 5.3 Ejecución de bajantes y ventilaciones



### 5.3.1 Ejecución de las bajantes

- 1 Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

Tabla 5.1							
Diámetro del tubo en mm	40	50	63	75	110	125	160
Distancia en m	0,4	0,8	1,0	1,1	1,5	1,5	1,5

- 2 Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.
- 3 En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios, se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.
- 4 Para los tubos y piezas de gres se realizarán juntas a enchufe y cordón. Se rodeará el cordón con cuerda embreada u otro tipo de empaquetadura similar. Se incluirá este extremo en la copa o enchufe, fijando la posición debida y apretando dicha empaquetadura de forma que ocupe la cuarta parte de la altura total de la copa. El espacio restante se rellenará con mortero de cemento y arena de río en la proporción 1:1. Se retacará este mortero contra la pieza del cordón, en forma de bisel.
- 5 Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenado el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.
- 6 Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.
- 7 A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.
- 8 En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

### 5.3.2 Ejecución de las redes de ventilación

- 1 Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería.
- 2 En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación.
- 3 Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación debe quedar fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de 2 por tubo y con distancias máximas de 150 cm.
- 4 La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo.
- 5 Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar ventilado y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona.

### 5.4 Ejecución de albañales y colectores





#### 5.4.1 Ejecución de la red horizontal colgada

- 1 El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.
- 2 Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
- 3 En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.
- 4 La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo: a) en tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm; b) en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm.
- 5 Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.
- 6 Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.
- 7 En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.
- 8 La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
- 9 Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

#### 5.4.2 Ejecución de la red horizontal enterrada

- 1 La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.
- 2 Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.
- 3 Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión: a) para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa; b) para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.
- 4 Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como disponer mallas de geotextil.

#### 5.4.3 Ejecución de las zanjas

- 1 Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.
- 2 Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán de forma general, las siguientes medidas.

##### 5.4.3.1 Zanjas para tuberías de materiales plásticos

- 1 Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,60 m.
- 2 Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.
- 3 Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras de un grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.
- 4 La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior



#### 5.4.3.2 Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres

- 1 Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes.
- 2 El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.
- 3 Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, diámetro inferior a 0,1 mm, no supere el 12 %. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

#### 5.4.4 Protección de las tuberías de fundición enterradas

- 1 En general se seguirán las instrucciones dadas para las demás tuberías en cuanto a su enterramiento, con las prescripciones correspondientes a las protecciones a tomar relativas a las características de los terrenos particularmente agresivos.
- 2 Se definirán como terrenos particularmente agresivos los que presenten algunas de las características siguientes:
  - a) baja resistividad: valor inferior a  $1.000 \Omega \times \text{cm}$ ;
  - b) reacción ácida:  $\text{pH} < 6$ ;
  - c) contenido en cloruros superior a 300 mg por kg de tierra;
  - d) contenido en sulfatos superior a 500 mg por kg de tierra;
  - e) indicios de sulfuros;
  - f) débil valor del potencial redox: valor inferior a +100 mV.
- 3 En este caso, se podrá evitar su acción mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno.
- 4 En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificador y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.
- 5 La protección de la tubería se realizará durante su montaje, mediante un primer tubo de PE que servirá de funda al tubo de fundición e irá colocado a lo largo de éste dejando al descubierto sus extremos y un segundo tubo de 70 cm de longitud, aproximadamente, que hará de funda de la unión.

#### 5.4.5 Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas

##### 5.4.5.1 Arquetas

- 1 Si son fabricadas "in situ" podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.
- 2 Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumideros tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.
- 3 En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.
- 4 Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

##### 5.4.5.2 Pozos

Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.





#### 5.4.5.3 Separadores

- 1 Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido, practicable.
- 2 En el caso que el separador se construya en hormigón, el espesor de las paredes será como mínimo de 10 cm y la solera de 15 cm.
- 3 Cuando se exija por las condiciones de evacuación se utilizará un separador con dos etapas de tratamiento: en la primera se realizará un pozo separador de fango, en donde se depositarán las materias gruesas, en la segunda se hará un pozo separador de grasas, cayendo al fondo del mismo las materias ligeras.
- 4 En todo caso, deben estar dotados de una eficaz ventilación, que se realizará con tubo de 100 mm, hasta la cubierta del edificio.
- 5 El material de revestimiento será inatacable pudiendo realizarse mediante materiales cerámicos o vidriados.
- 6 El conducto de alimentación al separador llevará un sifón tal que su generatriz inferior esté a 5 cm sobre el nivel del agua en el separador siendo de 10 cm la distancia del primer tabique interior al conducto de llegada. Estos serán inamovibles sobresaliendo 20 cm del nivel de aceites y teniendo, como mínimo, otros 20 cm de altura mínima sumergida. Su separación entre sí será, como mínimo, la anchura total del separador de grasas. Los conductos de evacuación serán de gres vidriado con una pendiente mínima del 3 % para facilitar una rápida evacuación a la red general.

#### 5.5 Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo

##### 5.5.1 Depósito de recepción

- 1 El depósito acumulador de aguas residuales debe ser de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 80 mm.
- 2 Tendrá, preferiblemente, en planta una superficie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos.
- 3 Debe quedar un mínimo de 10 cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, o de la parte más baja de las generatrices inferiores de las tuberías de acometida, para evitar su inundación y permitir la circulación del aire.
- 4 Se dejarán al menos 20 cm entre el nivel mínimo del agua en el depósito y el fondo para que la boca de aspiración de la bomba esté siempre sumergida, aunque esta cota podrá variar según requisitos específicos del fabricante.
- 5 La altura total será de al menos 1 m, a la que habrá que añadir la diferencia de cota entre el nivel del suelo y la generatriz inferior de la tubería, para obtener la profundidad total del depósito.
- 6 Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración. La misma forma podrá tener el fondo del tanque cuando existan dos cámaras, una para recibir las aguas (fosa húmeda) y otra para alojar las bombas (fosa seca).
- 7 El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima del 25 %.
- 8 El caudal de entrada de aire al tanque debe ser igual al de la bomba.



<b>5.5.2 Dispositivos de elevación y control</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua.</li> <li>2 Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo.</li> <li>3 Si las bombas son dos o más, se multiplicará proporcionalmente el número de interruptores. Se añadirá, además un dispositivo para alternar el funcionamiento de las bombas con el fin de mantenerlas en igual estado de uso, con un funcionamiento de las bombas secuencial.</li> <li>4 Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para evitar dicho riesgo. En caso de existencia de fosa seca, ésta dispondrá de espacio suficiente para que haya, al menos, 600 mm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Igualmente, se le dotará de sumidero de al menos 100 mm de diámetro, ventilación adecuada e iluminación mínima de 200 lux.</li> <li>5 Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos necesarios para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.</li> <li>6 En la entrada del equipo se dispondrá una llave de corte, así como a la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. No se conectará la tubería de descarga a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.</li> </ol>
<b>5.6 Pruebas</b>	
<b>5.6.1 Pruebas de estanqueidad parcial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.</li> <li>2 No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.</li> <li>3 Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.</li> <li>4 En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.</li> <li>5 Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.</li> <li>6 Se controlarán al 100 % las uniones, entronques y/o derivaciones</li> </ol>
<b>5.6.2 Pruebas de estanqueidad total</b>	<p>Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes podrán según las prescripciones siguientes.</p>
<b>5.6.3 Prueba con agua</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.</li> <li>2 La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.</li> <li>3 Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.</li> <li>4 Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.</li> <li>5 Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.</li> <li>6 La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna de las uniones acusen pérdida de agua.</li> </ol>
<b>5.6.4 Prueba con aire</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.</li> <li>2 Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.</li> </ol>



<b>5.6.5 Prueba con humo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación.</li> <li>2 Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que, además, tenga un fuerte olor.</li> <li>3 La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos.</li> <li>4 Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa.</li> <li>5 El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de <math>\pm 250</math> Pa, para las cuales ha sido diseñado, sin pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos.</li> <li>6 La prueba se considerará satisfactoria cuando no se detecte presencia de humo y olores en el interior del edificio</li> </ol>
<b>6 Productos de construcción</b>	
<b>6.1 Características generales de los materiales</b>	<p>De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.</li> <li>b) Impermeabilidad total a líquidos y gases.</li> <li>c) Suficiente resistencia a las cargas externas.</li> <li>d) Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.</li> <li>e) Lisura interior.</li> <li>f) Resistencia a la abrasión.</li> <li>g) Resistencia a la corrosión.</li> <li>h) Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.</li> </ol>
<b>6.2 Materiales de las canalizaciones</b>	<p>Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Tuberías de fundición según normas UNE-EN 598:2008+A1:2009 y UNE EN 877:2022 (+UNE-EN 877:2022).</li> <li>b) Tuberías de PVC según normas UNE-EN 1329-1:2022 + A1:2018, UNE-EN 1401-1:2020, UNE-EN 1453-1:2017, UNE-EN 1566-1:1999, UNE-EN ISO 1452-1:2010, UNE-EN ISO 1452- 2:2010.</li> <li>c) Tuberías de polipropileno (PP) según norma UNE-EN 1852-1:2018.</li> <li>d) Tuberías de gres según norma UNE-EN 295-1:2013.</li> <li>e) Tuberías de hormigón según norma UNE-EN 1916:2008 (complemento nacional: UNE 127916:2020).</li> </ol>
<b>6.3 Materiales de los puntos de captación</b>	
<b>6.3.1 Sifones</b>	<p>Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm.</p>
<b>6.4 Condiciones de los materiales de los accesorios</b>	<p>Cumplirán las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Cualquier elemento metálico o no que sea necesario para la perfecta ejecución de estas instalaciones reunirá en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se inserte.</li> <li>b) Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.</li> <li>c) Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.</li> <li>d) Cuando se trate de bajantes de material plástico se intercalará, entre la abrazadera y la bajante, un manguito de plástico.</li> <li>e) Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y bridas de presión en las tapas de registro, etc.</li> </ol>



## APÉNDICE C. NORMAS DE REFERENCIA

<b>Normativa UNE</b>	UNE 127916:2020 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008.
	UNE-EN 295-1:2013 Sistemas de tuberías de gres para saneamiento. Parte 1: Requisitos para tuberías, accesorios y uniones.
	UNE-EN 598:2008+A1:2009 Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo.
	UNE-EN 877:2022 Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad. (+UNE-EN 877:2022).
	UNE-EN 1329-1:2022 Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
	UNE-EN 1401-1:2020 Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
	UNE-EN 1453-1:2017 Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Requisitos para los tubos y el sistema.
	UNE-EN 1566-1:1999 Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
	UNE-EN 1852-1:2018 Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polipropileno (PP). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema
	UNE-EN 1916:2008 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.
	UNE-EN ISO 1452-1:2010 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades.
	UNE-EN ISO 1452-2:2010 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos.

## HS 6- PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

<b>4 Productos de construcción</b>	
<b>4.1 Características exigibles a los productos</b>	<p>De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en los sistemas de protección frente al radón deben cumplir las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) lo especificado en los apartados anteriores;</li> <li>b) lo especificado en la legislación vigente;</li> <li>c) que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.</li> </ul>
<b>4.2 Control de recepción en obra de productos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.</li> <li>2 Debe comprobarse que los productos recibidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;</li> <li>b) disponen de la documentación exigida;</li> <li>c) están caracterizados por las propiedades exigidas;</li> <li>d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.</li> </ul> </li> <li>3 En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.</li> </ul>



<b>5 Construcción</b>	En el proyecto deben definirse y justificarse las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la Parte I del CTE.
<b>5.1 Ejecución</b>	Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, deben ejecutarse con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE. En el pliego de condiciones deben indicarse las condiciones particulares de ejecución de los sistemas de protección frente al radón.
<b>5.1.1 Barrera tipo lámina</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La barrera se colocará sobre una superficie limpia y uniforme, de tal forma que no se produzcan fisuras que permitan la entrada del gas radón.</li> <li>2 Cuando la lámina se vaya a colocar sobre el terreno o sobre una capa de material granular, será necesario garantizar la uniformidad y limpieza de la superficie de asiento, asegurando la ausencia de elementos que puedan dañar la barrera. Para ello se deberá disponer una capa de hormigón de limpieza o mortero de cal hidráulico.</li> <li>3 Si la barrera no tiene características de antipunzonamiento se colocarán capas de protección antipunzonamiento.</li> <li>4 La barrera se reforzará en las esquinas, los rincones, los puntos en los que atraviesa los muros, en el paso de conducciones y en otros puntos débiles en los que se pueda prever una reducción de sus propiedades, salvo que en las especificaciones de la barrera se establezcan condiciones particulares.</li> <li>5 Los encuentros con otros elementos, los puntos de paso de conducciones, los solapes y las uniones entre distintas partes de la barrera se sellarán convenientemente según las especificaciones de la barrera para evitar las discontinuidades entre los diferentes tramos. El sellado debe realizarse con productos que garanticen la estanquidad al gas radón, como pinturas aislantes, recubrimientos de capas plásticas, masillas flexibles, perfiles de goma u otra solución que produzca el mismo efecto.</li> <li>6 La barrera horizontal deberá prolongarse por los paramentos verticales (muros, fachadas) hasta 20 cm por encima de la cota exterior del terreno.</li> <li>7 Los pozos de registro, arquetas de acometida, huecos o patinillos en contacto con el terreno y todos aquellos elementos que supongan una discontinuidad de la barrera, serán en la medida de lo posible estancos a los gases y se realizarán: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) con hormigón armado impermeable al agua;</li> <li>b) con una capa de material impermeable al agua; o</li> <li>c) disponiendo de una barrera frente al radón</li> </ol> </li> </ol>
<b>5.1.2 Cámara de aire horizontal ventilada</b>	En el caso de cámara de aire horizontal la superficie del terreno bajo la cámara es conveniente que disponga de una capa de hormigón de limpieza.
<b>5.1.3 Cámara de aire vertical ventilada</b>	Como cámara de aire vertical ventilada podría considerarse una cámara bufa exterior o un patio inglés continuos, aunque no estén totalmente abiertos por la parte superior
<b>5.1.4 Sistemas de despresurización</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Los elementos de captación, tanto arquetas como tubos perforados, deben situarse centrados en el espesor de la capa de relleno especificada en el apartado 3.3, para que se utilice toda su superficie en la extracción del aire.</li> <li>2 Cuando se vierta directamente el hormigón de la solera sobre la capa de relleno, ésta se protegerá, por ejemplo, mediante una capa de geotextil, para evitar que sus huecos se saturen, así como que se inutilicen las arquetas o los tubos perforados.</li> </ol>
<b>5.2 Control de la ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El control de la ejecución de las obras debe realizarse de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.</li> <li>2 Debe comprobarse que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.</li> <li>3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra debe quedar en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en esta sección.</li> </ol>
<b>5.3 Control de la obra terminada</b>	En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.



## DB HR-PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

### INTRODUCCIÓN

#### III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. [...]

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento en el que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, salvo en el caso de normas armonizadas UNE-EN que sean transposición de normas EN cuyas referencias hayan sido publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de la aplicación del Reglamento (UE) nº 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, y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia. En el caso de normas de métodos de ensayo referenciadas en las normas armonizadas, debe aplicarse la versión incluida en las normas armonizadas UNE-EN citadas anteriormente.

Las normas recogidas en este DB podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas equivalentes.  
[...]

#### IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HR

- La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

### 4 Productos de construcción

#### 4.1 Características exigibles a los productos

- Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.
- Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .
- Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: a) la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $\text{kPa s/m}^2$ , obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica,  $s'$ , en  $\text{MN/m}^3$ , obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación. b) la rigidez dinámica,  $s'$ , en  $\text{MN/m}^3$ , obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas. c) el coeficiente de absorción acústica,  $\alpha$ , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos. En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$ .
- En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.





<p><b>4.2 Características exigibles a los elementos constructivos</b></p>	<p>1 Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA; Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, <math>\Delta RA</math>, en dBA.</p> <p>2 Los elementos de separación horizontales se caracterizan por: a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA; b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, <math>L_{n,w}</math>, en dB. Los suelos flotantes se caracterizan por:</p> <p>a) la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, <math>\Delta RA</math>, en dBA; b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, <math>\Delta L_w</math>, en dB.</p> <p>Los techos suspendidos se caracterizan por:</p> <p>a) la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, <math>\Delta RA</math>, en dBA; b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, <math>\Delta L_w</math>, en dB. c) el coeficiente de absorción acústica medio, <math>\alpha_m</math>, si su función es el control de la reverberación.</p> <p>3 La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:</p> <p>a) el índice global de reducción acústica, <math>R_w</math>, en dB; b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA; c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, <math>RA_{tr}</math>, en dBA; d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB; e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, Ctr, en dB. El conjunto de elementos que cierra el hueco (ventana, caja de persiana y aireador) de las fachadas y de las cubiertas se caracteriza por:</p> <p>f) el índice global de reducción acústica, <math>R_w</math>, en dB; g) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA; h) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, <math>RA_{tr}</math>, en dBA; i) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB; j) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, Ctr, en dB; k) la clase de ventana, según la norma UNE EN 12207; En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.</p> <p>4 Los aireadores se caracterizan por la diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para ruido de automóviles, <math>D_{n,e,Atr}</math>, en dBA. Si dichos aireadores dispusieran de dispositivos de cierre, este índice caracteriza al aireador con dichos dispositivos cerrados.</p> <p>5 Los sistemas, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para transmisión indirecta, ponderada A, <math>D_{n,s,A}</math>, en dBA.</p> <p>6 Cada mueble fijo, tal como una butaca fija en una sala de conferencias o un aula, se caracteriza por el área de absorción acústica equivalente medio, <math>AO_m</math>, en <math>m^2</math>.</p> <p>7 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.</p> <p>En las expresiones A.15 y A.16 del Anejo A se facilita el procedimiento de cálculo del índice global de reducción acústica mediante la ley de masa para elementos constructivos homogéneos enlucidos por ambos lados.</p> <p>En la expresión A.26 se facilita el procedimiento de cálculo del nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para elementos constructivos homogéneos.</p>
---	---



<b>4.3 Control de recepción en obra de productos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los elementos constructivos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.</li> <li>2 Deberá comprobarse que los productos recibidos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;</li> <li>b) disponen de la documentación exigida;</li> <li>c) están caracterizados por las propiedades exigidas;</li> <li>d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.</li> </ol> </li> <li>3 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.</li> </ol>
<b>5 Construcción</b>	<p>En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.</p>
<b>5.1 Ejecución</b>	<p>Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los elementos constructivos. En especial se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:</p>
<b>5.1.1 Elementos de separación verticales y tabiquería</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado.</li> <li>2 Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de entramado autoportante.</li> </ol>
<b>5.1.1.1 De fábrica o paneles prefabricados pesados y trasdosados de fábrica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.</li> <li>2 Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.</li> <li>3 En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.</li> <li>4 Cuando se empleen bandas elásticas, éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.</li> <li>5 En el caso de elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.</li> <li>6 De la misma manera, deben evitarse: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) los contactos entre el enlucido del tabique o de la hoja interior de fábrica de la fachada que lleven bandas elásticas en su encuentro con un elemento de separación vertical de una hoja de fábrica (Tipo 1) y el enlucido de ésta;</li> <li>b) los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.</li> </ol> </li> </ol>





<b>5.1.1.2 De entramado autoportante y trasdosados de entramado</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Los elementos de separación verticales de entramado autoportante y los trasdosados de entramado autoportante y adheridos deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102043. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.</li> <li>2 Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.</li> <li>3 En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contrapearse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilera autoportante.</li> <li>4 El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara debe rellenarla en toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilera utilizada.</li> <li>5 En el caso de trasdosados autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se cepillará la fábrica para eliminar rebabas y se dejarán al menos 10 mm de separación entre la fábrica y los canales de la perfilera.</li> </ol>
<b>5.1.2 Elementos de separación horizontales</b>	
<b>5.1.2.1 Suelos flotantes</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.</li> <li>2 El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.</li> <li>3 En el caso de que el suelo flotante estuviera formado por una capa de mortero sobre un material aislante a ruido de impactos y este no fuera impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.</li> <li>4 Los encuentros entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el suelo flotante y los elementos constructivos perimétricos.</li> </ol>
<b>5.1.2.2 Techos suspendidos y suelos registrables</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rigidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.</li> <li>2 En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.</li> <li>3 En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante.</li> <li>4 Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.</li> </ol>
<b>5.1.3 Fachadas y cubiertas</b>	<p>La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.</p>
<b>5.1.4 Instalaciones</b>	<p>Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.</p>
<b>5.1.5 Acabados superficiales</b>	<p>Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.</p>



<b>5.2 Control de la ejecución</b>	<p>1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.</p> <p>2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.</p> <p>3 Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.</p>
<b>5.3 Control de la obra terminada</b>	<p>1 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.</p> <p>2 En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 UNE-EN ISO 16283-1 y UNE EN ISO 140-5 UNE-EN ISO 16283-3 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 UNE-EN ISO 16283-2 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H.</p> <p>3 Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.</p> <p>4 En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.</p>



## ANEJO C. NORMAS DE REFERENCIA

Este anejo recoge la referencia completa de las normas citadas en el articulado del DB HR. Dichas normas están señaladas en este anejo con un asterisco. Además, a título informativo, se recogen otras normas relacionadas con la aplicación del DB HR

### 1 Medición de parámetros acústicos in situ

- \*UNE-EN ISO 3382-2:2008 Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios.
- UNE-EN ISO 12999-1:2021 Acústica. Determinación y aplicación de las incertidumbres de medición en la acústica de edificios. Parte 1: Aislamiento acústico.
- \*UNE-EN ISO 16283-1:2015 Acústica. Mediciones in situ del aislamiento acústico en edificios y en elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. (+UNEEN ISO 16283-1:2015/A1:2018)
- \*UNE-EN ISO 16283-2: 2021 Acústica. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos.
- \*UNE-EN ISO 16283-3: 2016 Acústica. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 3: Aislamiento a ruido de fachada.

### 2 Medición de parámetros acústicos en laboratorio

- UNE-EN ISO 10140-1: 2022 Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 1: Reglas de aplicación para productos específicos.
- UNE-EN ISO 10140-2: 2022 Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo.
- UNE-EN ISO 10140-3: 2022 Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 3: Medición del aislamiento acústico al ruido de impactos. (+UNE-EN ISO 10140-3:2022)
- UNE-EN ISO 10140-4: 2022 Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 4: Procedimientos y requisitos de medición.
- UNE-EN ISO 10140-5: 2022 Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 5: Requisitos para instalaciones y equipos de ensayo. (+UNE-EN ISO 10140-5:2022)

### 3 Evaluación de parámetros acústicos

- \*UNE-EN ISO 717-1: 2021 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- \*UNE-EN ISO 717-2: 2021 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos.
- \*UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.

### 4 Medición de características de productos

- \*UNE-EN 29052-1: 1994 Acústica. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: Materiales utilizados en suelos flotantes en viviendas.
- \*UNE-EN 29053-1: 2020 Acústica. Materiales para aplicaciones acústicas. Determinación de la resistencia al flujo de aire.

### 5 Productos

- \*UNE-EN 200:2008 Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores para sistemas de suministro de agua de tipo 1 y tipo 2. Especificaciones técnicas generales.
- \*UNE-EN 12207:2017 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.
- \*UNE 100153: 2004 IN Climatización: Soportes antivibratorios. Criterios de selección.
- \*UNE 102043:2013 Montaje de los sistemas constructivos con placa de yeso laminado (PYL). Tabiques, trasdosados y techos. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.

### 6 Métodos de cálculo de aislamiento acústico y absorción acústica

- \*UNE-EN ISO 12354-1: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos. (ISO 12354-1:2017)
- \*UNE-EN ISO 12354-2: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos. (ISO 12354-2:2017)
- \*UNE-EN ISO 12354-3: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo frente al ruido exterior. (ISO 12354-3:2017)
- UNE-EN ISO 12354-4: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del procedimiento de los elementos. Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior. (ISO 12354-4:2017)
- UNE-EN 12354-5: 2009 Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 5: Niveles sonoros producidos por los equipamientos de las edificaciones. (+UNEEN 12354-5: 2009/AC: 2010)



UNE-EN 12354-6: 2004 Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 6: Absorción sonora en espacios cerrados.

## AHORRO DE ENERGÍA Según DB HE

### INTRODUCCIÓN

#### III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. [...]

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento en el que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, salvo en el caso de normas armonizadas UNE-EN que sean transposición de normas EN cuyas referencias hayan sido publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de la aplicación del Reglamento (UE) nº 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, y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia. En el caso de normas de métodos de ensayo referenciadas en las normas armonizadas, debe aplicarse la versión incluida en las normas armonizadas UNE-EN citadas anteriormente.

Las normas recogidas en este DB podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas equivalentes.

[...]

#### V Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HE

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

Los fabricantes de productos con norma armonizada deberán presentar copia de la declaración de prestaciones y el marcado CE del producto, incluyendo el primer documento las prestaciones relacionadas con el uso o usos previstos del producto que aparecen en el Anexo o Anexos Z de su norma armonizada, conforme al vigente Reglamento 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.

### HE 0 LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

#### 6 Construcción, mantenimiento y conservación

##### 6.1 Ejecución

1. Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE.

##### 6.2 Control de la ejecución de la obra

1. El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.



	<p>2. Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.</p> <p>3. Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.</p> <p>4. En el Libro del Edificio se incluirá la documentación referente a las características de los productos, equipos y sistemas incorporados a la obra.</p>
<b>6.3 Control de la obra terminada</b>	<p>1. El control de la obra terminada debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.</p> <p>2. En esta Sección del Documento Básico no se prescriben pruebas finales.</p>

## HE 1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

<b>5 Construcción, mantenimiento y conservación</b>	
<b>5.1 Características exigibles a los productos</b>	<p>1 Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.</p> <p>2 Los productos para los cerramientos se definen mediante su conductividad térmica <math>\lambda</math> (W/m·K), su emisividad <math>\varepsilon</math>, si fuese particularmente relevante, y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua <math>\mu</math>. En su caso, además, cuando proceda, se podrá definir la densidad <math>\rho</math> (kg/m<sup>3</sup>) y el calor específico <math>c_p</math> (J/kg·K).</p> <p>3 Los productos para huecos (incluidas las puertas) se caracterizan mediante la transmitancia térmica <math>U</math> (W/m<sup>2</sup>·K) y el factor solar <math>g_L</math> para la parte semitransparente del hueco; por la transmitancia térmica <math>U</math> (W/m<sup>2</sup>·K) y la absorptividad <math>\alpha</math> para los marcos de huecos (incluidas puertas); y por la transmitancia térmica lineal <math>\Psi</math> (W/mK) para los espaciadores.</p> <p>4 Las carpinterías de los huecos se caracterizan, además, por la resistencia a la permeabilidad al aire en m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup> o bien su clase, según lo establecido en la norma UNE-EN 12207:2017.</p> <p>5 Los valores de diseño de las propiedades citadas deben obtenerse de valores declarados por el fabricante para cada producto.</p> <p>6 El pliego de condiciones del proyecto debe incluir las características higrotérmicas de los productos utilizados en la envolvente térmica del edificio. Deben incluirse en la memoria los cálculos justificativos de dichos valores y consignarse éstos en el pliego.</p> <p>7 En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE-EN ISO 10456:2012 y, complementariamente, la norma UNE-EN ISO 13786:2017, en el caso de productos de alta inercia térmica. En general y salvo justificación, los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10°C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23°C y 50 % de humedad relativa.</p>
<b>5.2 Características exigibles a los componentes de la envolvente térmica</b>	<p>1 Las características exigibles a los cerramientos y particiones interiores son las expresadas mediante su transmitancia térmica <math>U</math>, en componentes que no se describen adecuadamente a través de dicho parámetro, su resistencia térmica <math>R</math> (K·m<sup>2</sup>/W).</p> <p>2 El cálculo de estos parámetros debe figurar en la memoria del proyecto. En el pliego de condiciones del proyecto se deben consignar los valores y características exigibles a los cerramientos y particiones interiores, así como sus condiciones particulares de ejecución.</p>
<b>5.3 Ejecución</b>	Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE.
<b>5.4 Control de recepción en obra de productos</b>	<p>1 En el pliego de condiciones del proyecto han de indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.</p> <p>2 Debe comprobarse que los productos recibidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;</li> <li>b) disponen de la documentación exigida;</li> <li>c) están caracterizados por las propiedades exigidas;</li> <li>d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.</li> </ul> <p>3 El control debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.</p>



<b>5.5 Control de la ejecución de la obra</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.</li> <li>2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.</li> <li>3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.</li> <li>4 En el Libro del Edificio se incluirá la documentación referente a las características de los productos, equipos y sistemas incorporados a la obra.</li> </ol>
<b>5.6 Control de la obra terminada</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El control de la obra terminada debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.</li> <li>2 En esta Sección del Documento Básico no se prescriben pruebas finales.</li> </ol>

## HE 2-RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto del edificio*.

## HE 3- CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

## HE 4 – CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

## HE 5 – GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

## 5 Construcción, mantenimiento y conservación

<b>5.1 Ejecución</b>	<p>Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE.</p>
<b>5.2 Control de la ejecución de la obra</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.</li> <li>2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.</li> <li>3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.</li> <li>4 En el Libro del Edificio se incluirá la documentación referente a las características de los productos, equipos y sistemas incorporados a la obra.</li> </ol>
<b>5.3 Control de la obra terminada</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El control de la obra terminada debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.</li> <li>2 En esta Sección del Documento Básico no se prescriben pruebas finales</li> </ol>
<b>5.4 Mantenimiento y conservación del edificio</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El plan de mantenimiento incluido en el Libro del Edificio, contemplará las operaciones y periodicidad necesarias para el mantenimiento, en el transcurso del tiempo, de los parámetros de diseño y prestaciones de las instalaciones de aprovechamiento de energía procedente de fuentes renovables.</li> <li>2 Así mismo, en el Libro del Edificio se documentará todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas a lo largo de la vida útil del edificio.</li> </ol>





## CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

### Artículo 5. Materiales para hormigones y morteros

#### 5.1. Áridos

##### 5.1.1. Generalidades

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones del CODIGO ESTRUCTURAL.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por "arena" o "árido fino" el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por "grava" o "árido grueso" el que resulta detenido por dicho tamiz; y por "árido total" (o simplemente "árido", cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

##### 5.1.2. Limitación de tamaño

Cumplirá las condiciones señaladas en el CODIGO ESTRUCTURAL.

#### 5.2. Agua para amasado

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 83952:2008).
- Sustancias solubles, menos de 15 gr/l, según UNE 83957:2008.
- Sulfatos expresados en SO<sub>4</sub>, menos de 1 gr/l, según ensayo UNE 83956:2008.
- Ion cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr/l, según UNE 83958:2014.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de 15 gr/l, según UNE 83959:2014.
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos, según ensayo UNE 83959:2014.
- Demàs prescripciones del Código Estructural.

#### 5.3. Aditivos

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua, que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón, en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e inclusión de aire.

Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del 2% del peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del 3,5% del peso del cemento.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de la resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al 20%. En ningún caso la proporción de aireante será mayor del 4% del peso del cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al 10% del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.
- Cualquier otro que se derive de la aplicación de CODIGO ESTRUCTURAL.

#### 5.4. Cemento

Se entiende como tal un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuosas serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-16. Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones del CODIGO ESTRUCTURAL.

### Artículo 6. Acero

#### 6.1. Acero de alta adherencia en redondos para armaduras

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al 5%.

El módulo de elasticidad será igual o mayor que 2.100.000 kg/cm<sup>2</sup>.

Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de 0,2%, se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm<sup>2</sup>, cuya carga de rotura no será inferior a 5.250 kg/cm<sup>2</sup>. Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión-deformación.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones del CODIGO ESTRUCTURAL.

#### 6.2. Acero laminado

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025, también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:2007 y UNE-EN 10219-1:2007.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.



Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al 5%.

#### Artículo 7. Materiales auxiliares de hormigones

##### 7.1. Productos para curado de hormigones

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante 7 días al menos después de una aplicación.

##### 7.2. Desencofrantes

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

#### Artículo 8. Encofrados y cimbras

##### 8.1. Encofrados en muros

Podrán ser de madera o metálicos, pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a 1 cm respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

##### 8.2. Encofrado de pilares, vigas y arcos

Podrán ser de madera o metálicos, pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de 1 cm de la longitud teórica. Igualmente deberán tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón, de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de 5 mm.

#### Artículo 9. Aglomerantes, excluido cemento

##### 9.1. Cal hidráulica

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico comprendido entre dos enteros y cinco décimas y dos enteros y ocho décimas.
- Densidad aparente superior a ocho décimas.
- Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco menor del 12%.
- Fraguado entre 9 y 30 h.
- Residuo de tamiz 4900 mallas menor del 6%.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 7 días superior a 8 kg/cm<sup>2</sup>. Curado de la probeta un 1 día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción del mortero normal a los 7 días superior a 4 kg/cm<sup>2</sup>. Curado por la probeta 1 día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 28 días superior a 8 kg/cm<sup>2</sup> y también superior en 2 kg/cm<sup>2</sup> a la alcanzada al 7º día.

##### 9.2. Yeso negro

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico semihidratado (SO<sub>4</sub>Ca/2H<sub>2</sub>O) será como mínimo del 50% en peso.
- El fraguado no comenzará antes de los 2 min y no terminará después de los 30 min.
- En tamiz 0,2 UNE 7050 no será mayor del 20%.
- En tamiz 0,08 UNE 7050 no será mayor del 50%.
- Las probetas prismáticas 4-4-16 cm de pasta normal ensayadas a flexión, con una separación entre apoyos de 10,67 cm, resistirán una carga central de 120 kg como mínimo.
- La resistencia a compresión determinada sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo 75 kg/cm<sup>2</sup>. La toma de muestras se efectuará como mínimo en un 3% de los casos mezclando el yeso procedente hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 kg como mínimo una muestra. Los ensayos se efectuarán según las normas UNE 7064 y UNE 7065.

#### Artículo 10. Materiales de cubierta

##### 10.1. Tejas

Las tejas de cemento se obtendrán a partir de superficies cónicas o cilíndricas que permitan un solape de 70 a 150 mm o bien estarán dotadas de una parte plana con resaltes o dientes de apoyo para facilitar el encaje de las piezas. Deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, la autorización de uso del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, un Documento de Idoneidad Técnica de IETCC o una certificación de conformidad incluida en el Registro General del CTE del Ministerio de la Vivienda, cumpliendo todas sus condiciones.

##### 10.2. Impermeabilizantes

Las láminas impermeabilizantes podrán ser bituminosas, plásticas o de caucho. Las láminas y las imprimaciones deberán llevar una etiqueta identificativa indicando la clase de producto, el fabricante, las dimensiones y el peso por m<sup>2</sup>. Dispondrán de Sello INCE/Marca AENOR y de homologación MICT, o de un sello o certificación de conformidad incluido en el registro del CTE del Ministerio de la Vivienda.

Podrán ser bituminosos, ajustándose a uno de los sistemas aceptados por el DB correspondiente del CTE, cuyas condiciones cumplirá, o, no bituminosos o bituminosos modificados teniendo concedido Documento de Idoneidad Técnica de IETCC, cumpliendo todas sus condiciones.

#### Artículo 11. Plomo y cinc

Salvo indicación de lo contrario, la ley mínima del plomo será de 99%.





Será de la mejor calidad, de primera fusión, dulce, flexible, laminado teniendo las placas espesor uniforme, fractura brillante y cristalina, desechándose las piezas que tengan picaduras o presenten hojas, aberturas o abolladuras.

#### Artículo 12. Materiales para fábrica y forjados

##### 12.1. Fábrica de ladrillo y bloque.

Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SE-F Seguridad Estructural Fábrica del CTE. La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm<sup>2</sup>.

Los ladrillos serán de primera calidad según queda definido en el Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (RL-88). Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la UNE 7267. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

- Ladrillos macizos = 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- Ladrillos perforados = 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- Ladrillos huecos = 50 kg/cm<sup>2</sup>.

##### 12.2. Viguetas prefabricadas

Las viguetas serán armadas o pretensadas, según la memoria de cálculo, y deberán poseer la autorización de uso correspondiente. No obstante el fabricante deberá garantizar su fabricación y resultados por escrito, caso de que se requiera.

El fabricante deberá facilitar instrucciones adicionales para su utilización y montaje en caso de ser éstas necesarias siendo responsable de los daños que pudieran ocurrir por carencia de las instrucciones necesarias.

Tanto el forjado como su ejecución se adaptarán al CODIGO ESTRUCTURAL..

##### 12.3. Bovedillas

Las características se deberán exigir directamente al fabricante a fin de ser aprobadas.

#### Artículo 13. Materiales para solados y alicatados

##### 13.1. Baldosas y losas de terrazo

Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol, y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso.

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la UNE 41060.

Las tolerancias en dimensiones serán:

- Para medidas superiores a 10 cm, cinco décimas de milímetro en más o en menos.
- Para medidas de 10 cm o menos tres décimas de milímetro en más o en menos.
- El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de 1,5 mm y no será inferior a los valores indicados a continuación.
- Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.
- El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de 7 mm, y en las destinadas a soportar tráfico o en las losas no menor de 8 mm.
- La variación máxima admisible en los ángulos, medida sobre un arco de 20 cm de radio, será de  $\pm 0,5$  mm.
- La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el 4‰ de la longitud, en más o en menos.
- El coeficiente de absorción de agua determinado según la UNE 7008 será menor o igual al 15%.
- El ensayo de desgaste se efectuará según la UNE 7015, con un recorrido de 250 m en húmedo y con arena como abrasivo; el desgaste máximo admisible será de 4 mm y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores y de 3 mm en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.
- Las muestras para los ensayos se tomarán por azar, 20 unidades como mínimo del millar y 5 unidades por cada millar más, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas no exceda del 5%.

##### 13.2. Rodapiés de terrazo

Las piezas para rodapié estarán hechas de los mismos materiales que las del solado, tendrán un canto romo y sus dimensiones serán de 40x10 cm. Las exigencias técnicas serán análogas a las del material de solado.

##### 13.3. Azulejos

Se definen como azulejos las piezas poligonales, con base cerámica recubierta de una superficie vidriada de colorido variado, que sirven para revestir paramentos.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de textura compacta y resistentes al desgaste.
- Carecer de grietas, coqueras, planos y exfoliaciones y materias extrañas que pueden disminuir su resistencia y duración.
- Tener color uniforme y carecer de manchas eflorescentes.
- La superficie vitrificada será completamente plana, salvo cantos romos o terminales.
- Los azulejos estarán perfectamente moldeados y su forma y dimensiones serán las señaladas en los planos.
- La superficie de los azulejos será brillante, salvo que, explícitamente, se exija que la tengan mate.
- Los azulejos situados en las esquinas no serán lisos sino que presentarán, según los casos, un canto romo, largo o corto, o un terminal de esquina izquierda o derecha, o un terminal de ángulo entrante con aparejo vertical u horizontal.
- La tolerancia en las dimensiones será de un 1% en menos y un 0% en más, para los de primera clase.
- La determinación de los defectos en las dimensiones se hará aplicando una escuadra perfectamente ortogonal a una vertical cualquiera del azulejo, haciendo coincidir una de las aristas con un lado de la escuadra. La desviación del extremo de la otra arista respecto al lado de la escuadra es el error absoluto, que se traducirá a porcentual.

##### 13.4. Baldosas y losas de mármol

Los mármoles deben de estar exentos de los defectos generales tales como pelos, grietas, coqueras, bien sean estos defectos debidos a trastornos de la formación de la masa o a la mala explotación de las canteras. Deberán estar perfectamente planos y pulimentados.

Las baldosas serán piezas de 50x50 cm como máximo y 3 cm de espesor. Las tolerancias en sus dimensiones se ajustarán a las expresadas en el párrafo 9.1 para las piezas de terrazo.

##### 13.5. Rodapiés de mármol



Las piezas de rodapié estarán hechas del mismo material que las de solado; tendrán un canto romo y serán de 10 cm de alto. Las exigencias técnicas serán análogas a las del solado de mármol.

#### Artículo 14. Carpintería de taller

##### 14.1. Puertas de madera

Las puertas de madera que se emplean en la obra deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, la autorización de uso del MOPU o un documento de idoneidad técnica expedido por el IETCC.

##### 14.2. Cercos

Los cercos de los marcos interiores serán de primera calidad, con una escuadría mínima de 7x5 cm.

#### Artículo 15. Carpintería metálica

##### 15.1. Ventanas y puertas

Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, serán especiales de doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas, rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación.

#### Artículo 16. Pintura

##### 16.1. Pintura al temple

Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso con la adición de un antihermento tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser:

- Blanco de cinc, que cumplirá la UNE 48041.
- Litopón, que cumplirá la UNE 48040.
- Bióxido de titanio, según la UNE 48044.

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos, considerados como cargas, no podrán entrar en una proporción mayor del 25% del peso del pigmento.

##### 16.2. Pintura plástica

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

#### Artículo 17. Colores, aceites, barnices, etc.

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad.

Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta.
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites o de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.

Los aceites y barnices reunirán las siguientes condiciones:

- Ser inalterables por la acción del aire.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y color perfectos.

Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que al usarlos, dejen manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

#### Artículo 18. Fontanería

##### 18.1. Tubería de hierro galvanizado

La designación de pesos, espesores de pared, tolerancias, etc. se ajustarán a las correspondientes normas DIN. Los manguitos de unión serán de hierro maleable galvanizado con junta esmerilada.

##### 18.2. Tubería de cemento centrifugado.

Si se utilizan en el saneamiento horizontal, el diámetro mínimo a utilizar será de 20 cm y los cambios de sección se realizarán mediante las arquetas correspondientes

##### 18.3. Bajantes

Las bajantes tanto de aguas pluviales como fecales serán de fibrocemento o materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 90 mm.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

##### 18.4. Tubería de cobre

Si la red de distribución de agua y gas ciudad se realiza con tubería de cobre, se someterá a la citada tubería de gas a la presión de prueba exigida por la empresa suministradora, operación que se efectuará una vez acabado el montaje.

Las designaciones, pesos, espesores de pared y tolerancias se ajustarán a las normas correspondientes de la citada empresa.

Las válvulas a las que se someterá a una presión de prueba superior en un 50% a la presión de trabajo serán de marca aceptada por la empresa suministradora y con las características que ésta indique.

#### Artículo 19. Instalaciones eléctricas

##### 19.1. Normas



Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

#### 19.2. Conductores de baja tensión

Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm<sup>2</sup>.

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).

La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales. Los cables denominados de "instalación", normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m<sup>2</sup>

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

#### 19.3. Aparatos de alumbrado interior

Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

### PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y MEDICIÓN DE LA OBRA

#### Artículo 20. Movimiento de tierras

##### 20.1. Explanación y préstamos

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

##### 20.1.1. Ejecución de las obras

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes.

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza, acotándose las zonas de vegetación o arbolado destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a 3 m.

La ejecución de estos trabajos se realizará produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

##### 20.1.2. Medición y abono

La excavación de la explanación se abonará por m<sup>3</sup> realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.

#### 20.2. Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

##### 20.2.1. Ejecución de las obras

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación o se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la dirección facultativa podrá modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario, a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.

El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.

La dirección facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la dirección facultativa.



La dirección facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno. Se adoptarán por la contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose las ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios. Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja. El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón. La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto. En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos. Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes. Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección. Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

#### 20.2.2. Preparación de cimentaciones

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes. Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada. El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

#### 20.2.3. Medición y abono

La excavación en zanjas o pozos se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

#### 20.3. Relleno y apisonado de zanjas de pozos

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

##### 20.3.1. Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del 2%. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.).

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición.

Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.

Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si son de hormigón.

Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2° C.

##### 20.3.2. Medición y abono

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por m³ realmente ejecutados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

#### Artículo 21. Hormigones

##### 21.1. Dosificación de hormigones

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en el CODIGO ESTRUCTURAL.

##### 21.2. Fabricación de hormigones

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales del CODIGO ESTRUCTURAL.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado en la normativa vigente.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del 2% para el agua y el cemento, 5% para los distintos tamaños de áridos y 2% para el árido total. En la consistencia del hormigón se admitirá una tolerancia de 20 mm medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.



En la hormigonera deberá colocarse una placa en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a 5 segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se hayan introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

#### 21.3. Mezcla en obra

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

#### 21.4. Transporte de hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

#### 21.5. Puesta en obra del hormigón

Como norma general no deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de 0,5 m de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada oscura a lo largo del encofrado.

#### 21.6. Compactación del hormigón

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/seg, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm de la pared del encofrado.

#### 21.7. Curado de hormigón

Durante el primer periodo de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante 3 días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

#### 21.8. Juntas en el hormigonado

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

#### 21.9. Terminación de los paramentos vistos

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos 2 m de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: 6 mm.
- Superficies ocultas: 25 mm.

#### 21.10. Limitaciones de ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueas y se mantenga el recubrimiento adecuado.



- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0° C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la dirección facultativa.
  - No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h se tratará la junta con resinas epoxi.
  - No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.
- Después del hormigonado:
- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.
  - Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

#### 21.11. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por m<sup>3</sup> realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el cuadro de precios la unidad de hormigón se exprese por m<sup>2</sup>, como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por m<sup>2</sup> realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el cuadro de precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por m<sup>3</sup> o por m<sup>2</sup>. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

#### Artículo 22. Morteros

##### 22.1. Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

##### 22.2. Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

##### 22.3. Medición y abono.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por m<sup>3</sup>, obteniéndose su precio del cuadro de precios, si lo hay, u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

#### Artículo 23. Encofrados

##### 23.1. Construcción y montaje

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que con la marcha prevista de hormigonado, y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm. Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de 6 m de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez encofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Se tendrán en cuenta los planos de la estructura y de despiece de los encofrados.

Confección de las diversas partes del encofrado:

Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y, por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado.

El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tabloncillos/durmientes.

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tabloncillos colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible.

Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesores en m	Tolerancia en mm
Hasta 0,10	2
De 0,11 a 0,20	3
De 0,21 a 0,40	4
De 0,41 a 0,60	6
De 0,61 a 1,00	8
Más de 1,00	10

Dimensiones horizontales o verticales entre ejes:

Parciales	20
Totales	40





Desplomes:	
En una planta	10
En total	30

### 23.2. Apeos y cimbras. Construcción y montaje

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir su peso propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm, ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

### 23.3. Desencofrado y descimbrado del hormigón

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a 1 día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas y otras cosas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los 2 días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente, a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura, en el resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

Condiciones de desencofrado:

- No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos, siempre con la aprobación de la dirección facultativa.
- Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones de la NTE-EH y el CODIGO ESTRUCTURAL, con la previa aprobación de la dirección facultativa. Se procederá al aflojado de las cuñas, dejando el elemento separado unos 3 cm durante 12 h, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible.
- Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.
- Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza.

### 23.4. Medición y abono

Los encofrados se medirán siempre por m<sup>2</sup> de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

## Artículo 24. Armaduras

### 24.1. Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con el CODIGO ESTRUCTURAL.

### 24.2. Medición y abono

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

## Artículo 25 Estructuras de acero

### 25.1 Descripción

Sistema estructural realizado con elementos de acero laminado.

### 25.2 Condiciones previas

- Se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas.
- Las piezas serán de las características descritas en el proyecto de ejecución.
- Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller.
- Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas.

### 25.3 Componentes

- Perfiles de acero laminado.
- Perfiles conformados.
- Chapas y pletinas.
- Tornillos calibrados.
- Tornillos de alta resistencia.
- Tornillos ordinarios.
- Roblones.

### 25.4 Ejecución

- Limpieza de restos de hormigón, etc. de las superficies donde se procede al trazado de replanteos y soldadura de arranques.
- Trazado de ejes de replanteo.
- Se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje.
- Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas.





- Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas.
- No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas.
- Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.
- Todas las piezas tendrán el mismo eje de gravedad.

Uniones mediante tornillos de alta resistencia:

- Se colocará una arandela, con bisel cónico, bajo la cabeza y bajo la tuerca.
- La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca por lo menos un filete.
- Los tornillos se apretarán en un 80% en la primera vuelta, empezando por los del centro.
- Los agujeros tendrán un diámetro 2 mm mayor que el nominal del tornillo.

Uniones mediante soldadura:

Se admiten los siguientes procedimientos:

- Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto con electrodo revestido.
- Soldeo eléctrico automático, por arco en atmósfera gaseosa.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido.
- Soldeo eléctrico por resistencia.
- Se prepararán las superficies a soldar realizando exactamente los espesores de garganta, las longitudes de soldado y la separación entre los ejes de soldadura en uniones discontinuas.
- Los cordones se realizarán uniformemente, sin mordeduras ni interrupciones; después de cada cordón se eliminará la escoria con piqueta y cepillo.
- Se prohíbe todo enfriamiento anormal por excesivamente rápido de las soldaduras.
- Los elementos soldados para la fijación provisional de las piezas se eliminarán cuidadosamente con soplete, nunca a golpes. Los restos de soldaduras se eliminarán con radial o lima.
- Una vez inspeccionada y aceptada la estructura se procederá a su limpieza y protección antioxidante, para realizar por último el pintado.

#### 25.5 Medición

Se medirá por kg de acero elaborado y montado en obra, incluidos despuntes. En cualquier caso se seguirán los criterios establecidos en las mediciones.

#### Artículo 26 Estructuras de madera

##### 26.1 Descripción

Conjunto de elementos de madera que, unidos entre sí, constituyen la estructura de un edificio.

##### 26.2 Condiciones previas

La madera a utilizar deberá reunir las siguientes condiciones:

- Color uniforme, carente de nudos y de medidas regulares, sin fracturas.
- No tendrá defectos ni enfermedades, putrefacción o carcomas.
- Estará tratada contra insectos y hongos.
- Tendrá un grado de humedad adecuado para sus condiciones de uso, si es desecada contendrá entre el 10 y el 15% de su peso en agua; si es madera seca pesará entre un 33 y un 35% menos que la verde.
- No se utilizará madera sin descortezar y estará cortada al hilo.

##### 26.3 Componentes

- Madera.
- Clavos, tornillos, colas.
- Pletinas, bridas, chapas, estribos, abrazaderas.

##### 26.4 Ejecución

Se construirán los entramados con piezas de las dimensiones y forma de colocación y reparto definidas en proyecto.

Los bridas estarán formadas por piezas de acero plano con secciones comprendidas entre 40x7 y 60x9 mm; los tirantes serán de 40 ó 50x9 mm y entre 40 y 70 cm.

Tendrán un talón en su extremo que se introducirá en una pequeña mortaja practicada en la madera. Tendrán por lo menos tres pasadores o tirafondos.

No estarán permitidos los anclajes de madera en los entramados.

Los clavos se colocarán contrapeados, y con una ligera inclinación.

Los tornillos se introducirán por rotación y en orificio previamente practicado de diámetro muy inferior.

Los vástagos se introducirán a golpes en los orificios, y posteriormente clavados.

Toda unión tendrá por lo menos 4 clavos.

No se realizarán uniones de madera sobre perfiles metálicos, salvo que se utilicen sistemas adecuados mediante arpones, estribos, bridas, escuadras, y en general mediante piezas que aseguren un funcionamiento correcto, resistente, estable e indeformable.

##### 26.5 Medición

El criterio de medición varía según la unidad de obra, por lo que se seguirán siempre las indicaciones expresadas en las mediciones.

#### Artículo 27. Cantería

##### 27.1 Descripción

Son elementos de piedra de distinto espesor, forma de colocación, utilidad, etc., utilizados en la construcción de edificios, muros, remates, etc.

Por su uso se pueden dividir en: chapado, mampostería, sillarejo, sillería, piezas especiales.

- Chapado

Revestido de otros elementos ya existentes con piedras de espesor medio, no tiene misión resistente sino solamente decorativa. Se puede utilizar tanto al exterior como al interior, con junta o sin ella. El mortero utilizado puede ser variado.





La piedra puede ir labrada o no, ordinaria, careada, etc.

- Mampostería

Muro realizado con piedras recibidas con morteros, que puede tener misión resistente o decorativa, y que por su colocación se denomina ordinaria, concertada y careada. Las piedras tienen forma más o menos irregular y con espesores desiguales. El peso estará comprendido entre 15 y 25 kg.

Se denomina:

A hueso: cuando las piezas se asientan sin interposición de mortero.

Ordinaria: cuando las piezas se asientan y reciben con mortero.

Tosca: cuando se emplean los mampuestos en bruto, presentando al frente la cara natural de cantera o la que resulta de la simple fractura del mampuesto con almahena.

Rejuntada: aquella cuyas juntas han sido rellenadas expresamente con mortero, bien conservando el plano de los mampuestos, o bien alterándolo. Esta denominación será independiente de que la mampostería sea ordinaria o en seco.

Careada: obtenida corrigiendo los salientes y desigualdades de los mampuestos.

Concertada: se obtiene cuando se labran los lechos de apoyo de los mampuestos; puede ser a la vez rejuntada, tosca, ordinaria o careada.

- Sillarejo

Muro realizado con piedras recibidas con morteros, que puede tener misión resistente o decorativa, que por su colocación se denomina ordinaria, concertada y careada. Las piedras tienen forma más o menos irregular y con espesores desiguales. El peso de las piezas permitirá la colocación a mano.

- Sillería

Es la fábrica realizada con sillarejos, sillares o piezas de labra, recibidas con morteros, que puede tener misión resistente o decorativa. Las piedras tienen forma regular y con espesores uniformes. Necesitan útiles para su desplazamiento, teniendo una o más caras labradas. El peso de las piezas es de 75 a 150 kg.

- Piezas especiales

Elementos de piedra de utilidad variada, como jambas, dinteles, barandillas, albardillas, cornisas, canecillos, impostas, columnas, arcos, bóvedas y otros. Normalmente tienen misión decorativa, si bien en otros casos además tienen misión resistente.

## 27.2 Componentes

Chapado:

- Piedra de espesor entre 3 y 15 cm.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.

Mampostería y sillarejo:

- Piedra de espesor entre 20 y 50 cm.
- Forma irregular o lajas.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.
- Posibilidad de encofrado por dentro de madera, metálico o ladrillo.

Sillería:

- Piedra de espesor entre 20 y 50 cm.
- Forma regular.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.
- Posibilidad de encofrado por dentro de madera, metálico o ladrillo.

Piezas especiales:

- Piedras de distinto grosor, medidas y formas.
- Forma regular o irregular.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4 o morteros especiales.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.
- Posibilidad de encofrado por dentro de madera, metálico o ladrillo.

## 27.3 Condiciones previas

- Planos de proyecto donde se defina la situación, forma y detalles.
- Muros o elementos base terminados.
- Forjados o elementos que puedan manchar las canterías terminados.
- Colocación de piedras a pie de tajo.
- Andamios instalados.
- Puentes térmicos terminados.

## 27.4 Ejecución

- Extracción de la piedra en cantera y apilado y/o cargado en camión.
- Volcado de la piedra en lugar idóneo.
- Replanteo general.
- Colocación y aplomado de miras de acuerdo a especificaciones de proyecto y dirección facultativa.
- Tendido de hilos entre miras.
- Limpieza y humectación del lecho de la primera hilada.
- Colocación de la piedra sobre la capa de mortero.
- Acuña de los mampuestos (según el tipo de fábrica, procederá o no).
- Ejecución de las mamposterías o sillares, tanteando con regla y plomada o nivel, rectificando su posición.
- Rejuntado de las piedras, si así se exigiese.
- Limpieza de las superficies.



- Protección de la fábrica recién ejecutada frente a la lluvia, heladas y temperaturas elevadas con plásticos u otros elementos.
- Regado al día siguiente.
- Retirada del material sobrante.
- Anclaje de piezas especiales.

#### 27.5 Seguridad

Se cumplirá estrictamente lo que para estos trabajos establezca la Ordenanza General de Seguridad e Higiene el Trabajo. Las escaleras o medios auxiliares estarán firmes, sin posibilidad de deslizamiento o caída. En operaciones donde sea preciso, el oficial contará con la colaboración del ayudante. Se utilizarán las herramientas adecuadas. Se tendrá especial cuidado en no sobrecargar los andamios o plataformas. Se utilizarán guantes y gafas de seguridad. Se utilizará calzado apropiado. Cuando se utilicen herramientas eléctricas, éstas estarán dotadas de grado de aislamiento II.

#### 27.6 Medición

Los chapados se medirán por m<sup>2</sup>, indicando espesores, o por m<sup>2</sup>, no descontando los huecos inferiores a 2 m<sup>2</sup>. Las mamposterías y sillerías se medirán por m<sup>2</sup>, no descontando los huecos inferiores a 2 m<sup>2</sup>. Los solados se medirán por m<sup>2</sup>. Las jambas, albardillas, cornisas, canecillos, impostas, arcos y bóvedas se medirán por m lineales. Las columnas se medirán por unidad, así como otros elementos especiales como: bolas, escudos, fustes, etc.

#### Artículo 28. Albañilería

##### 28.1. Fábrica de ladrillo

Los ladrillos se colocan según los aparejos presentados en el proyecto. Antes de colocarlos se humedecerán en agua. El humedecimiento deberá ser hecho inmediatamente antes de su empleo, debiendo estar sumergidos en agua 10 min al menos. Salvo especificaciones en contrario, el tendel debe tener un espesor de 10 mm. Todas las hiladas deben quedar perfectamente horizontales y con la cara buena perfectamente plana, vertical y a plano con los demás elementos que deba coincidir. Para ello se hará uso de las miras necesarias, colocando la cuerda en las divisiones o marcas hechas en las miras. Salvo indicación en contra se empleará un mortero de 250 kg de cemento I-35 por m<sup>3</sup> de pasta. Al interrumpir el trabajo, se quedará el muro en adaraja para trabar al día siguiente la fábrica con la anterior. Al reanudar el trabajo se regará la fábrica antigua limpiándola de polvo y repicando el mortero. Las unidades en ángulo se harán de manera que se deje medio ladrillo de un muro contiguo, alternándose las hilaras. La medición se hará por m<sup>2</sup>, según se expresa en el cuadro de precios. Se medirán las unidades realmente ejecutadas, descontándose los huecos. Los ladrillos se colocarán siempre "a restegón". Los cerramientos de más de 3,5 m de altura estarán anclados en sus 4 caras. Los que superen la altura de 3,5 m estarán rematados por un zuncho de hormigón armado. Los muros tendrán juntas de dilatación y de construcción. Las juntas de dilatación serán las estructurales, quedarán arriostradas y se sellarán con productos sellantes adecuados. En el arranque del cerramiento se colocará una capa de mortero de 1 cm de espesor en toda la anchura del muro. Si el arranque no fuese sobre forjado, se colocará una lámina de barrera antihumedad. En el encuentro del cerramiento con el forjado superior se dejará una junta de 2 cm que se rellenará posteriormente con mortero de cemento, preferiblemente al rematar todo el cerramiento. Los apoyos de cualquier elemento estructural se realizarán mediante una zapata y/o una placa de apoyo. Los muros conservarán durante su construcción los plomos y niveles de las llagas, y serán estancos al viento y a la lluvia. Todos los huecos practicados en los muros irán provistos de su correspondiente cargadero. Al terminar la jornada de trabajo, o cuando haya que suspenderla por las inclemencias del tiempo, se arriostrarán los paños realizados y sin terminar. Se protegerá de la lluvia la fábrica recientemente ejecutada. Si ha helado durante la noche se revisará la obra del día anterior. No se trabajará mientras esté helando. El mortero se extenderá sobre la superficie de asiento en cantidad suficiente para que la llaga y el tendel rebosen. No se utilizarán piezas menores de ½ ladrillo. Los encuentros de muros y esquinas se ejecutarán en todo su espesor y en todas sus hiladas.

##### 28.2. Tabicón de ladrillo hueco doble

Para la construcción de tabiques se emplearán tabicones huecos colocándolos de canto, con sus lados mayores formando los paramentos del tabique. Se mojarán inmediatamente antes de su uso. Se tomarán con mortero de cemento. Su construcción se hará con auxilio de miras y cuerdas y se rellenarán las hiladas perfectamente horizontales. Cuando en el tabique haya huecos se colocarán previamente los cercos que quedarán perfectamente aplomados y nivelados. Su medición se hará por m<sup>2</sup> de tabique realmente ejecutado.

##### 28.3. Cítaras de ladrillo perforado y hueco doble

Se tomarán con mortero de cemento y con condiciones de medición y ejecución análogas a las descritas en el párrafo 28.2 para el tabicón.

##### 28.4. Tabiques de ladrillo hueco sencillo

Se tomarán con mortero de cemento y con condiciones de ejecución y medición análogas en el párrafo 28.2.

##### 28.5. Guarnecido y maestreado de yeso negro

Para ejecutar los guarnecidos se construirán unas muestras de yeso previamente que servirán de guía al resto del revestimiento. Para ello se colocarán renglones de madera bien rectos, espaciados a 1 m aproximadamente, sujetándolos con dos puntos de yeso en ambos extremos. Los renglones deben estar perfectamente aplomados, guardando una distancia de 1,5 a 2 cm aproximadamente del paramento a revestir. Las caras interiores de los renglones estarán situadas en un mismo plano, para lo cual se tenderá una cuerda para los puntos superiores e inferiores de yeso, debiendo quedar aplomados en



sus extremos. Una vez fijos los renglones se regará el paramento y se echará el yeso entre cada renglón y el paramento, procurando que quede bien relleno el hueco. Para ello, se seguirán lanzando pelladas de yeso al paramento pasando una regla bien recta sobre las maestras, quedando enrasado el guarnecido con las maestras. Las masas de yeso habrá que hacerlas en cantidades pequeñas para ser usadas inmediatamente y evitar su aplicación cuando esté "muerto". Se prohibirá tajantemente la preparación del yeso en grandes artesas con gran cantidad de agua para que vaya espesando según se vaya empleando.

Si el guarnecido va a recibir un guarnecido posterior, quedará con su superficie rugosa a fin de facilitar la adherencia del enlucido. En todas las esquinas se colocarán guardavivos metálicos de 2 m de altura. Su colocación se hará por medio de un renglón debidamente aplomado que servirá, al mismo tiempo, para hacer la maestra de la esquina.

La medición se hará por m<sup>2</sup> de guarnecido realmente ejecutado, deduciéndose huecos, incluyéndose en el precio todos los medios auxiliares, andamios, banquetas, etc., empleados para su construcción. En el precio se incluirán así mismo los guardavivos de las esquinas y su colocación.

#### 28.6. Enlucido de yeso blanco

Para los enlucidos se usarán únicamente yesos blancos de primera calidad. Inmediatamente de amasado se extenderá sobre el guarnecido de yeso hecho previamente, extendiéndolo con la llana y apretando fuertemente hasta que la superficie quede completamente lisa y fina. El espesor del enlucido será de 2 a 3 mm. Es fundamental que la mano de yeso se aplique inmediatamente después de amasado para evitar que el yeso esté "muerto".

Su medición y abono será por m<sup>2</sup> de superficie realmente ejecutada. Si en el cuadro de precios figura el guarnecido y el enlucido en la misma unidad, la medición y abono correspondiente comprenderá todas las operaciones y medio auxiliares necesarios para dejar bien terminado y rematado tanto el guarnecido como el enlucido, con todos los requisitos prescritos en este pliego.

#### 28.7. Enfoscados de cemento.

Los enfoscados de cemento se harán con cemento de 550 kg de cemento por m<sup>3</sup> de pasta en paramentos exteriores, y de 500 kg de cemento por m<sup>3</sup> en paramentos interiores, empleándose arena de río o de barranco, lavada para su confección.

Antes de extender el mortero se preparará el paramento sobre el cual haya de aplicarse.

En todos los casos se limpiarán bien de polvo los paramentos y se lavarán, debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de extender el mortero. La fábrica debe estar en su interior perfectamente seca. Las superficies de hormigón se picarán, regándolas antes de proceder al enfoscado.

Preparada así la superficie, se aplicará con fuerza el mortero sobre una parte del paramento por medio de la llana, evitando echar una porción de mortero sobre otra ya aplicada. Así se extenderá una capa que se irá regularizando al mismo tiempo que se coloca para lo cual se recogerá con el canto de la llana el mortero. Sobre el revestimiento blando todavía se volverá a extender una segunda capa, continuando así hasta que la parte sobre la que se haya operado tenga conveniente homogeneidad. Al emprender la nueva operación habrá fraguado la parte aplicada anteriormente. Será necesario pues, humedecer sobre la junta de unión antes de echar sobre ellas las primeras llanas del mortero.

La superficie de los enfoscados debe quedar áspera para facilitar la adherencia del revoco que se echa sobre ellos. En el caso de que la superficie deba quedar fratasada se dará una segunda capa de mortero fino con el frátas.

Si las condiciones de temperatura y humedad lo requieren, a juicio de la dirección facultativa, se humedecerán diariamente los enfoscados, bien durante la ejecución o bien después de terminada, para que el fraguado se realice en buenas condiciones.

- Preparación del mortero:

Las cantidades de los diversos componentes necesarios para confeccionar el mortero vendrán especificadas en la documentación técnica; en caso contrario, cuando las especificaciones vengan dadas en proporción, se seguirán los criterios establecidos, para cada tipo de mortero y dosificación, en la tabla 5 de la NTE-RPE.

No se confeccionará mortero cuando la temperatura del agua de amasado exceda de la banda comprendida entre 5° C y 40° C.

El mortero se batirá hasta obtener una mezcla homogénea. Los morteros de cemento y mixtos se aplicarán a continuación de su amasado, en tanto que los de cal no se podrán utilizar hasta 5 h después.

Se limpiarán los útiles de amasado cada vez que se vaya a confeccionar un nuevo mortero.

- Condiciones generales de ejecución:

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.

Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.

Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y éste se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

- Durante la ejecución:

Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado.

Antes de aplicar mortero sobre el soporte se humedecerá ligeramente éste, a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.

En los enfoscados exteriores vistos, maestreados o no, y para evitar agrietamientos irregulares, será necesario hacer un despiezado del revestimiento en recuadros de lado no mayor de 3 m, mediante llagas de 5 mm de profundidad.

En los encuentros o diédros formados entre un paramento vertical y un techo, se enfoscará éste en primer lugar.

Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm se realizará por capas sucesivas, sin que ninguna de ellas supere este espesor.

Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm a ambos lados de la línea de discontinuidad.

En tiempo de heladas, cuando no quede garantizada la protección de las superficies, se suspenderá la ejecución; se comprobará, al reanudar los trabajos, el estado de aquellas superficies que hubiesen sido revestidas.

En tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido y las zonas aplicadas se protegerán con lonas o plásticos.

En tiempo extremadamente seco y caluroso y/o en superficies muy expuestas al sol y/o a vientos muy secos y cálidos, se suspenderá la ejecución.

- Después de la ejecución:

Transcurridas 24 h desde la aplicación del mortero se mantendrá húmeda la superficie enfoscada, hasta que el mortero haya fraguado.

No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

#### 28.8. Formación de peldaños

Se construirán con ladrillo hueco doble tomado con mortero de cemento.

#### Artículo 29. Cubiertas. Formación de pendientes y faldones

##### 29.1 Descripción



Trabajos destinados a la ejecución de los planos inclinados, con la pendiente prevista, sobre los que ha de quedar constituida la cubierta o cerramiento superior de un edificio.

#### 29.2 Condiciones previas

- Documentación arquitectónica y planos de obra:

Planos de planta de cubiertas con definición del sistema adoptado para ejecutar las pendientes, la ubicación de los elementos sobresalientes de la cubierta, etc. Escala mínima 1:100.

Planos de detalle con representación gráfica de la disposición de los diversos elementos, estructurales o no, que conformarán los futuros faldones para los que no exista o no se haya adoptado especificación normativa alguna. Escala 1:20. Los símbolos de las especificaciones citadas se referirán a la norma NTE-QT y, en su defecto, a las señaladas por el fabricante.

Solución de intersecciones con los conductos y elementos constructivos que sobresalen de los planos de cubierta y ejecución de los mismos: shunts, patinillos, chimeneas, etc.

En ocasiones, según sea el tipo de faldón a ejecutar, deberá estar ejecutada la estructura que servirá de soporte a los elementos de formación de pendiente.

#### 29.3 Componentes

Se admite una gama muy amplia de materiales y formas para la configuración de los faldones de cubierta, con las limitaciones que establece la normativa vigente y las que son inherentes a las condiciones físicas y resistentes de los propios materiales.

Sin entrar en detalles morfológicos o de proceso industrial, podemos citar, entre otros, los siguientes materiales:

- Madera.
- Acero.
- Hormigón.
- Cerámica.
- Cemento.
- Yeso.

#### 29.4 Ejecución

La configuración de los faldones de una cubierta de edificio requiere contar con una disposición estructural para conformar las pendientes de evacuación de aguas de lluvia y un elemento superficial (tablero) que, apoyado en esa estructura, complete la formación de una unidad constructiva susceptible de recibir el material de cobertura e impermeabilización, así como de permitir la circulación de operarios en los trabajos de referencia.

Formación de pendientes. Existen dos formas de ejecutar las pendientes de una cubierta:

- La estructura principal conforma la pendiente.
- La pendiente se realiza mediante estructuras auxiliares.

1. Pendiente conformada por la propia estructura principal de cubierta:

a) Cerchas: estructuras trianguladas de madera o metálicas sobre las que se disponen, transversalmente, elementos lineales (correas) o superficiales (placas o tableros de tipo cerámico, de madera, prefabricados de hormigón, etc.). El material de cubrición podrá anclarse a las correas (o a los cabios que se hayan podido fijar a su vez sobre ellas) o recibirse sobre los elementos superficiales o tableros que se configuren sobre las correas.

b) Placas inclinadas: placas resistentes alveolares que salvan la luz comprendida entre apoyos estructurales y sobre las que se colocará el material de cubrición o, en su caso, otros elementos auxiliares sobre los que clavarlo o recibirlo.

c) Viguetas inclinadas: que apoyarán sobre la estructura de forma que no ocasionen empujes horizontales sobre ella o estos queden perfectamente contrarrestados. Sobre las viguetas podrá constituirse bien un forjado inclinado con entrevigado de bovedillas y capa de compresión de hormigón, o bien un tablero de madera, cerámico, de elementos prefabricados, de paneles o chapas metálicas perforadas, hormigón celular armado, etc. Las viguetas podrán ser de madera, metálicas o de hormigón armado o pretensado; cuando se empleen de madera o metálicas llevarán la correspondiente protección.

2. Pendiente conformada mediante estructura auxiliar: Esta estructura auxiliar apoyará sobre un forjado horizontal o bóveda y podrá ejecutarse de modo diverso:

a) Tabiques conejeros: también llamados tabiques palomeros, se realizarán con fábrica aligerada de ladrillo hueco colocado a sardinel, recibida y rematada con maestra inclinada de yeso y contarán con huecos en un 25% de su superficie; se independizarán del tablero mediante una hoja de papel. Cuando la formación de pendientes se lleve a cabo con tabiquillos aligerados de ladrillo hueco sencillo, las limas, cumbresas, bordes libres, doblado en juntas estructurales, etc. se ejecutarán con tabicón aligerado de ladrillo hueco doble. Los tabiques o tabicones estarán perfectamente aplomados y alineados; además, cuando alcancen una altura media superior a 0,50 m, se deberán arriostrar con otros, normales a ellos. Los encuentros estarán debidamente enjarjados y, en su caso, el aislamiento térmico dispuesto entre tabiquillos será del espesor y la tipología especificados en la documentación técnica.

b) Tabiques con bloque de hormigón celular: tras el replanteo de las limas y cumbresas sobre el forjado, se comenzará su ejecución (similar a los tabiques conejeros) colocando la primera hilada de cada tabicón dejando separados los bloques  $\frac{1}{4}$  de su longitud. Las siguientes hiladas se ejecutarán de forma que los huecos dejados entre bloques de cada hilada queden cerrados por la hilada superior.

#### Formación de tableros:

Cualquiera sea el sistema elegido, diseñado y calculado para la formación de las pendientes, se impone la necesidad de configurar el tablero sobre el que ha de recibirse el material de cubrición. Únicamente cuando éste alcanza características relativamente autoportantes y unas dimensiones superficiales mínimas suele no ser necesaria la creación de tablero, en cuyo caso las piezas de cubrición irán directamente ancladas mediante tornillos, clavos o ganchos a las correas o cabios estructurales.

El tablero puede estar constituido, según indicábamos antes, por una hoja de ladrillo, bardos, madera, elementos prefabricados, de paneles o chapas metálicas perforadas, hormigón celular armado, etc. La capa de acabado de los tableros cerámicos será de mortero de cemento u hormigón que actuará como capa de compresión, rellenará las juntas existentes y permitirá dejar una superficie plana de acabado. En ocasiones, dicha capa final se constituirá con mortero de yeso.

Cuando aumente la separación entre tabiques de apoyo, como sucede cuando se trata de bloques de hormigón celular, cabe disponer perfiles en T metálicos, galvanizados o con otro tratamiento protector, a modo de correas, cuya sección y separación vendrán definidas por la documentación de proyecto o, en su caso, las disposiciones del fabricante y sobre los que apoyarán las placas de hormigón celular, de dimensiones especificadas, que conformarán el tablero.

Según el tipo y material de cobertura a ejecutar, puede ser necesario recibir, sobre el tablero, listones de madera u otros elementos para el anclaje de chapas de acero, cobre o zinc, tejas de hormigón, cerámica o pizarra, etc. La disposición de estos elementos se indicará en cada tipo de cobertura de la que formen parte.

### Artículo 30. Cubiertas planas. Azoteas

#### 30.1 Descripción



Cubierta o techo exterior cuya pendiente está comprendida entre el 1% y el 15% que, según el uso, pueden ser transitables o no transitables; entre éstas, por sus características propias, cabe citar las azoteas ajardinadas.

Pueden disponer de protección mediante barandilla, balaustrada o antepecho de fábrica.

### 30.2 Condiciones previas

- Planos acotados de obra, con definición de la solución constructiva adoptada.
- Ejecución del último forjado o soporte, bajantes, petos perimetrales...
- Limpieza de forjado para el replanteo de faldones y elementos singulares.
- Acopio de materiales y disponibilidad de equipo de trabajo.

### 30.3 Componentes

Los materiales empleados en la composición de estas cubiertas, naturales o elaborados, abarcan una gama muy amplia debido a las diversas variantes que pueden adoptarse tanto para la formación de pendientes, como para la ejecución de la membrana impermeabilizante, la aplicación de aislamiento, los solados o acabados superficiales, los elementos singulares, etc.

### 30.4 Ejecución

Siempre que se rompa la continuidad de la membrana de impermeabilización se dispondrán refuerzos. Si las juntas de dilatación no estuvieran definidas en proyecto, se dispondrán éstas en consonancia con las estructurales, rompiendo la continuidad de éstas desde el último forjado hasta la superficie exterior.

Las limahoyas, canalones y cazoletas de recogida de agua pluvial tendrán la sección necesaria para evacuarla sobradamente, calculada en función de la superficie que recojan y la zona pluviométrica de enclave del edificio. Las bajantes de desagüe pluvial no distarán más de 20 m entre sí.

Cuando las pendientes sean inferiores al 5% la membrana impermeable puede colocarse independiente del soporte y de la protección (sistema no adherido o flotante). Cuando no se pueda garantizar su permanencia en la cubierta, por succión de viento, erosiones de diversa índole o pendiente excesiva, la adherencia de la membrana será total.

La membrana será monocapa, en cubiertas invertidas y no transitables con protección de grava. En cubiertas transitables y en cubiertas ajardinadas se colocará membrana bicapa.

Las láminas impermeabilizantes se colocarán empezando por el nivel más bajo, disponiéndose un solape mínimo de 8 cm entre ellas. Dicho solape de lámina, en las limahoyas, será de 50 cm y de 10 cm en el encuentro con sumideros. En este caso, se reforzará la membrana impermeabilizante con otra lámina colocada bajo ella que debe llegar hasta la bajante y debe solapar 10 cm sobre la parte superior del sumidero.

La humedad del soporte al hacerse la aplicación deberá ser inferior al 5%; en otro caso pueden producirse humedades en la parte inferior del forjado.

La imprimación será del mismo material que la lámina impermeabilizante. En el caso de disponer láminas adheridas al soporte no quedarán bolsas de aire entre ambos.

La barrera de vapor se colocará siempre sobre el plano inclinado que constituye la formación de pendiente. Sobre la misma, se dispondrá el aislamiento térmico. La barrera de vapor, que se colocará cuando existan locales húmedos bajo la cubierta (baños, cocinas,...), estará formada por oxiasfalto (1,5 kg/m²) previa imprimación con producto de base asfáltica o de pintura bituminosa.

### 30.5 Medición

La medición y valoración se efectuará, generalmente, por m² de azotea, medida en su proyección horizontal, incluso entrega a paramentos y parte proporcional de remates, terminada y en condiciones de uso.

Se tendrán en cuenta, no obstante, los enunciados señalados para cada partida de la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores que condicionan el precio descompuesto resultante.

## Artículo 31. Aislamientos

### 31.1 Descripción

Son sistemas constructivos y materiales que, debido a sus cualidades, se utilizan en las obras de edificación para conseguir aislamiento térmico, corrección acústica, absorción de radiaciones o amortiguación de vibraciones en cubiertas, terrazas, techos, forjados, muros, cerramientos verticales, cámaras de aire, falsos techos o conducciones, e incluso sustituyendo cámaras de aire y tabiquería interior.

### 31.2 Componentes

Aislantes de corcho natural aglomerado.

Hay de varios tipos, según su uso:

- Acústico.
- Térmico.
- Antivibratorio.

Aislantes de fibra de vidrio.

Se clasifican por su rigidez y acabado:

- Fieltros ligeros:
  - Normal, sin recubrimiento.
  - Hidrofugado.
  - Con papel Kraft.
  - Con papel Kraft-aluminio.
  - Con papel alquitranado.
  - Con velo de fibra de vidrio.
- Mantas o fieltros consistentes:
  - Con papel Kraft.
  - Con papel Kraft-aluminio.
  - Con velo de fibra de vidrio.
  - Hidrofugado, con velo de fibra de vidrio.
  - Con un complejo de aluminio/malla de fibra de vidrio/PVC.
- Paneles semirrígidos:
  - Normal, sin recubrimiento.



- Hidrofugado, sin recubrimiento.
- Hidrofugado, con recubrimiento de papel Kraft pegado con polietileno.
- Hidrofugado, con velo de fibra de vidrio.
- Paneles rígidos:
  - Normal, sin recubrimiento.
  - Con un complejo de papel Kraft/aluminio pegado con polietileno fundido.
  - Con una película de PVC blanco pegada con cola ignífuga.
  - Con un complejo de oxiasfalto y papel.
  - De alta densidad, pegado con cola ignífuga a una placa de cartón-yeso.

Aislantes de lana mineral.

Se clasifican en:

- Filtros:
  - Con papel Kraft.
  - Con barrera de vapor Kraft/aluminio.
  - Con lámina de aluminio.
- Paneles semirrígidos:
  - Con lámina de aluminio.
  - Con velo natural negro.
- Paneles rígidos:
  - Normal, sin recubrimiento.
  - Autoportante, revestido con velo mineral.
  - Revestido con betún soldable.

Aislantes de fibras minerales.

Se clasifican en:

- Termoacústicos.
- Acústicos.

Aislantes de poliestireno.

Pueden ser:

- Poliestireno expandido:
  - Normales, tipos I al VI.
  - Autoextinguibles o ignífugos, con clasificación M1 ante el fuego.
- Poliestireno extruido.

Aislantes de polietileno.

Pueden ser:

- Láminas normales de polietileno expandido.
- Láminas de polietileno expandido autoextinguibles o ignífugas.

Aislantes de poliuretano.

Pueden ser:

- Espuma de poliuretano para proyección "in situ".
- Planchas de espuma de poliuretano.

Aislantes de vidrio celular.

Elementos auxiliares.

- Cola bituminosa, compuesta por una emulsión iónica de betún-caucho de gran adherencia, para la fijación del panel de corcho, en aislamiento de cubiertas inclinadas o planas, fachadas y puentes térmicos.
- Adhesivo sintético, a base de dispersión de copolímeros sintéticos, apto para la fijación del panel de corcho en suelos y paredes.
- Adhesivos adecuados para la fijación del aislamiento, con garantía del fabricante de que no contengan sustancias que dañen la composición o estructura del aislante de poliestireno, en aislamiento de techos y de cerramientos por el exterior.
- Mortero de yeso negro, para macizar las placas de vidrio celular, en puentes térmicos, paramentos interiores y exteriores, y techos.
- Malla metálica o de fibra de vidrio, para el agarre del revestimiento final en aislamiento de paramentos exteriores con placas de vidrio celular.
- Grava nivelada y compactada, como soporte del poliestireno en aislamiento sobre el terreno.
- Lámina geotextil de protección, colocada sobre el aislamiento en cubiertas invertidas.
- Anclajes mecánicos metálicos, para sujetar el aislamiento de paramentos por el exterior.
- Accesorios metálicos o de PVC, como abrazaderas de correa o grapas-clip, para sujeción de placas en falsos techos.

### 31.3 Condiciones previas

Ejecución o colocación del soporte o base que sostendrá al aislante.

La superficie del soporte deberá encontrarse limpia, seca y libre de polvo, grasas u óxidos. Deberá estar correctamente saneada y preparada, si así procediera, con la adecuada imprimación que asegure una adherencia óptima.

Los salientes y cuerpos extraños del soporte deben eliminarse, y los huecos importantes deben ser rellenados con un material adecuado.

En el aislamiento de forjados bajo el pavimento, se deberá construir todos los tabiques previamente a la colocación del aislamiento, o al menos levantarlos dos hiladas.

En caso de aislamiento por proyección, la humedad del soporte no superará a la indicada por el fabricante como máxima para la correcta adherencia del producto proyectado.

En rehabilitación de cubiertas o muros, se deberán retirar previamente los aislamientos dañados, pues pueden dificultar o perjudicar la ejecución del nuevo aislamiento.





### 31.4 Ejecución

Se seguirán las instrucciones del fabricante en lo que se refiere a la colocación o proyección del material.

Las placas deberán colocarse solapadas, a tope o a rompejuntas, según el material.

Cuando se aisle por proyección, el material se proyectará en pasadas sucesivas de 10 a 15 mm, permitiendo la total espumación de cada capa antes de aplicar la siguiente. Cuando haya interrupciones en el trabajo deberán prepararse las superficies adecuadamente para su reanudación. Durante la proyección se procurará un acabado con textura uniforme, que no requiera el retoque a mano. En aplicaciones exteriores se evitará que la superficie de la espuma pueda acumular agua, mediante la necesaria pendiente.

El aislamiento quedará bien adherido al soporte, manteniendo un aspecto uniforme y sin defectos.

Se deberá garantizar la continuidad del aislamiento, cubriendo toda la superficie a tratar, poniendo especial cuidado en evitar los puentes térmicos.

El material colocado se protegerá contra los impactos, presiones u otras acciones que lo puedan alterar o dañar. También se ha de proteger de la lluvia durante y después de la colocación, evitando una exposición prolongada a la luz solar.

El aislamiento irá protegido con los materiales adecuados para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de forma que éste quede firme y lo haga duradero.

### 31.5 Medición

En general, se medirá y valorará el m<sup>2</sup> de superficie ejecutada en verdadera dimensión. En casos especiales, podrá realizarse la medición por unidad de actuación. Siempre estarán incluidos los elementos auxiliares y remates necesarios para el correcto acabado, como adhesivos de fijación, cortes, uniones y colocación.

## Artículo 32. Solados y alicatados

### 32.1. Solado de baldosas de terrazo

Las baldosas, bien saturadas de agua, a cuyo efecto deberán tenerse sumergidas en agua 1 h antes de su colocación; se asentarán sobre una capa de mortero de 400 kg/m<sup>3</sup> confeccionado con arena, vertido sobre otra capa de arena bien igualada y apisonada, cuidando que el material de agarre forme una superficie continua de asiento y recibido de solado, y que las baldosas queden con sus lados a tope.

Terminada la colocación de las baldosas se las enlechará con lechada de cemento Portland, pigmentada con el color del terrazo, hasta que se llenen perfectamente las juntas, repitiéndose esta operación a las 48 h.

### 32.2. Solados.

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m de longitud sobre el solado, en cualquier dirección; no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos 4 días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por m<sup>2</sup> de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este pliego.

### 32.3. Alicatados de azulejos

Los azulejos que se emplean en el chapado de cada paramento o superficie, se entonanán perfectamente dentro de su color para evitar contrastes, salvo que expresamente se ordene lo contrario por la dirección facultativa.

El chapado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes y necesarias piezas especiales y de canto romo, y se sentará de modo que la superficie quede tersa y unida, sin alabeo ni deformación a junta seguida, formando las juntas línea seguida en todos los sentidos, sin quebrantos ni desplomes.

Los azulejos, sumergidos en agua 12 h antes de su empleo, se colocarán con mortero de cemento, no admitiéndose el yeso como material de agarre.

Todas las juntas se rejuntarán con cemento blanco o de color pigmentado, según los casos, y deberán ser terminadas cuidadosamente.

La medición se hará por metro cuadrado realmente realizado, descontándose huecos y midiéndose jambas y mochetas.

## Artículo 33. Carpintería de taller

La carpintería de taller se realizará en todo conforme a lo que aparece en los planos del proyecto. Todas las maderas estarán perfectamente rectas, cepilladas y lijadas y bien montadas a plano y escuadra, ajustando perfectamente las superficies vistas.

La carpintería de taller se medirá por m<sup>2</sup> de carpintería, entre lados exteriores de cercos, y del suelo al lado superior del cerco, en caso de puertas. En esta medición se incluye la medición de la puerta o ventana y de los cercos correspondientes más los tapajuntas y herrajes. La colocación de los cercos se abonará independientemente.

Condiciones técnicas:

Las hojas deberán cumplir las características siguientes, según los ensayos que figuran en el anexo III de la Instrucción de la marca de calidad para puertas planas de madera.

- Resistencia a la acción de la humedad.
- Comprobación del plano de la puerta.
- Comportamiento en la exposición de las dos caras a atmósfera de humedad diferente.
- Resistencia a la penetración dinámica.
- Resistencia a la flexión por carga concentrada en un ángulo.
- Resistencia del testero inferior a la inmersión.
- Resistencia al arranque de tornillos en los largueros, en un ancho no menor de 28 mm.
- Cuando el alma de las hojas resista el arranque de tornillos, no necesitará piezas de refuerzo. En caso contrario los refuerzos mínimos necesarios vienen indicados en los planos.
- En hojas canteadas, el picero irá sin cantear y permitirá un ajuste de 20 mm. Las hojas sin cantear permitirán un ajuste de 20 mm repartidos por igual en picero y cabecero.
- Los junquillos de la hoja vidriera serán como mínimo de 10x10 mm y cuando no esté canteado el hueco para el vidrio, sobresaldrán de la cara 3 mm como mínimo.
- En las puertas entabladas al exterior, sus tablas irán superpuestas o machihembradas de forma que no permitan el paso del agua.
- Las uniones en las hojas entabladas y de peinarcería serán por ensamble, y deberán ir encoladas. Se podrán hacer empalmes longitudinales en las piezas, cuando éstas cumplan las condiciones descritas en la NTE-FCM.
- Cuando la madera vaya a ser barnizada, estará exenta de impurezas o azulado por hongos. Si va a ser pintada, se admitirá azulado en un 15% de la superficie.

Cercos de madera:



- Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de 5 cm, para el anclaje en el pavimento.
  - Los cercos vendrán de taller montados, con las uniones de taller ajustadas, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las plantillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de 50 cm y de los extremos de los largueros 20 cm debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.
  - Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra, y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.
- Tapajuntas:
- Las dimensiones mínimas de los tapajuntas de madera serán de 10x40 mm.

#### Artículo 34. Carpintería metálica

Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observarán rigurosamente las indicaciones de los planos del proyecto. Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser montadas, necesariamente, por la casa fabricante o personal autorizado por la misma, siendo el suministrador el responsable del perfecto funcionamiento de todas y cada una de las piezas colocadas en obra. Todos los elementos se harán en locales cerrados y desprovistos de humedad, asentadas las piezas sobre rastreles de madera, procurando que queden bien niveladas y no haya ninguna que sufra alabeo o torcedura alguna. La medición se hará por m<sup>2</sup> de carpintería, midiéndose entre lados exteriores. En el precio se incluyen los herrajes, junquillos, retenedores, etc., pero quedan exceptuadas la vidriera, pintura y colocación de cercos.

#### Artículo 35. Pintura

##### 35.1. Condiciones generales de preparación del soporte

La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se empleará cepillos, sopletes de arena, ácidos y alices cuando sean metales.

Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz y un cuerpo de relleno para las maderas. En los paneles se empleará yeso amasado con agua de cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60-70% de pigmento (albayaide), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40% de barniz copal o ámbar y aceite de maderas.

Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla; los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez secos, se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales.

Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc.

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28° C ni menor de 6° C.

El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.

La superficie de aplicación estará nivelada y lisa.

En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo.

##### 35.2. Aplicación de la pintura

Las pinturas se podrán dar con pinceles y brocha, con aerógrafo, con pistola, (pulverizando con aire comprimido) o con rodillos.

Las brochas y pinceles serán de pelo de diversos animales, siendo los más corrientes el cerdo o jabalí, marta, tejón y ardilla. Podrán ser redondos o planos, clasificándose por números o por los gramos de pelo que contienen. También pueden ser de nylon.

Los aerógrafos o pistolas constan de un recipiente que contiene la pintura con aire a presión (1-6 atmósferas), el compresor y el pulverizador, con orificio que varía desde 0,2 mm hasta 7 mm, formándose un cono de 2 cm al metro de diámetro.

Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad.

Sistemas de preparación en función del tipo de soporte:

- Yesos y cementos así como sus derivados:

Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación se aplicará una mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte. Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.

- Madera:

Se procederá a una limpieza general del soporte seguida de un lijado fino de la madera.

A continuación se dará una mano de fondo con barniz diluido mezclado con productos de conservación de la madera si se requiere, aplicado de forma que queden impregnados los poros.

Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte, aplicándose a continuación el barniz, con un tiempo de secado entre ambas manos y un rendimiento no menor de los especificados por el fabricante.

- Metales:

Se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo, seguido inmediatamente de una limpieza manual esmerada de la superficie.

A continuación se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva, con un rendimiento no inferior al especificado por el fabricante.

Pasado el tiempo de secado se aplicarán dos manos de acabado de esmalte, con un rendimiento no menor al especificado por el fabricante.

##### 35.3. Medición y abono.

La pintura se medirá y abonará en general, por m<sup>2</sup> de superficie pintada, efectuándose la medición en la siguiente forma:

Pintura sobre muros, tabiques y techos: se medirá descontando los huecos. Las molduras se medirán por superficie desarrollada.

Pintura sobre carpintería: se medirá por las dos caras, incluyéndose los tapajuntas.

Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá una cara.

En los precios respectivos está incluido el coste de todos los materiales y operaciones necesarias para obtener la perfecta terminación de las obras, incluso la preparación, lijado, limpieza, plastecido, etc. y todos cuantos medios auxiliares sean precisos.

#### Artículo 36. Fontanería





#### 36.1. Tubería de cobre

Toda la tubería se instalará de forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio.

La tubería estará colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma.

Las uniones se harán de soldadura blanda con capilaridad. Las grapas para colgar la conducción de forjado serán de latón espaciadas 40 cm.

#### 36.2. Tubería de cemento centrifugado

Se realizará el montaje enterrado, rematando los puntos de unión con cemento. Todos los cambios de sección, dirección y acometida, se efectuarán por medio de arquetas registrables.

En la citada red de saneamiento se situarán pozos de registro con pates para facilitar el acceso.

La pendiente mínima será del 1% en aguas pluviales, y superior al 1,5% en aguas fecales y sucias.

La medición se hará por m lineal de tubería realmente ejecutada, incluyéndose en ella el lecho de hormigón y los corchetes de unión. Las arquetas se medirán a parte por unidades.

#### Artículo 37. Instalación eléctrica

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.
- Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

#### a) CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

#### b) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

#### c) IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

#### d) TUBOS PROTECTORES

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

#### e) CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizarán siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

#### f) APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

#### g) APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.



Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser "puros", cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

#### h) PUNTOS DE UTILIZACIÓN

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m<sup>2</sup> de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

#### i) PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500x500x3 mm o bien mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

#### j) CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la instrucción ITC-BT-16 y la norma u homologación de la compañía suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.

El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local. Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m, y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m, según la instrucción ITC-BT-16, artículo 2.2.1.

El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-14.

Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberá instalarse de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m, como mínimo.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC-BT-27, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

##### - Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha. Grado de protección IPX7. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen. No se permiten mecanismos. Aparatos fijos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

##### - Volumen 1

Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo y el plano vertical alrededor de la bañera o ducha. Grado de protección IPX4; IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo e IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12 V de valor eficaz en alterna o de 30 V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc.

##### - Volumen 2



Limitado por el plano vertical exterior al volumen 1, el plano horizontal y el plano vertical exterior a 0,60 m y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo. Grado de protección igual que en el volumen 1. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos igual que en el volumen 1.

**- Volumen 3**

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 2, el plano vertical situado a una distancia 2,4 m de éste y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m de él. Grado de protección IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3. Se permiten como mecanismos las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA. Se permiten los aparatos fijos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios. Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.

Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecorrientes, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos.

La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.

Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas de instalaciones eléctricas de baja tensión.

El Organismo Contratante

Madrid, en octubre de 2022

Vicepresidencia, Consejería de Educación y Universidades

El Arquitecto  
 FRANCISCO FELIPE MUÑOZ CARABIAS

