
Proyecto Constructivo de rehabilitación
del puente internacional en Irún
(P.K. 20/929 de la línea Donostia –
Hendaia de E.T.S.)

Anejo – 20

Calidad

Noviembre 2024

Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 20: Calidad		
Proyecto	SE9887. Proyecto Constructivo de rehabilitación del puente internacional de Irún (P.K. 20/929 de la línea Donostia – Hendaia de E.T.S.)		
Código	SE9887-PC-AN-20-Calidad-D03.docx		
Autores:	Firma:	VAM	VAM
	Fecha:	07/05/2024	02/07/2024
Verificado	Firma:	JMH	JMH
	Fecha:	07/05/2024	02/07/2024

Índice:

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	2
3. UNIDADES SOMETIDAS A CONTROL DE CALIDAD.....	2
4. ELEMENTOS PREFABRICADOS.....	3
5. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD	3
6. CONDICIONES GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD.....	4
6.1. CONDICIONES DEL PROYECTO	4
6.2. CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	4
6.2.1. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas	4
6.2.2. Control de ejecución de la obra	4
6.2.3. Control de la obra terminada.....	4
6.3. DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE LA OBRA	4
6.4. CERTIFICADO FINAL DE OBRA.....	5
6.5. CONTROL DE EJECUCIÓN	5
6.6. CRITERIOS DE RECEPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS	6
7. ENSAYOS, ANÁLISIS Y PRUEBAS A REALIZAR	6
7.1. HORMIGÓN.....	6
7.1.1. Agentes del control de calidad	7
7.1.2. Conformidad de los productos	8
7.1.3. Criterios específicos para el control de los productos	8
7.1.4. Control de la conformidad del hormigón	12
7.1.5. Control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro	15
7.1.6. Control del acero para armaduras pasivas	15
7.1.7. Control del acero para armaduras activas	16
7.1.8. Control de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado	17
7.1.9. Control de los elementos prefabricados.....	19
7.1.10. Control de ejecución de estructuras de hormigón	22
7.2. ACERO ESTRUCTURAL	30
7.2.1. Control de los productos de acero	30
7.2.2. Control de los medios de unión.....	31
7.2.3. Control de las estructuras de acero	32
7.2.4. Control de fabricación en taller	33
7.2.5. Control del montaje en obra.....	38
7.3. CIMIENTOS SEGÚN DB SE C SEGURIDAD ESTRUCTURAL CIMIENTOS	39
7.3.1. Cimentaciones profundas	39

7.4. MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRÍO	41
7.4.1. Control de calidad de los materiales	41
7.4.2. Control de ejecución	42
7.4.3. Control de recepción de la unidad terminada.....	43
7.4.4. Criterios de aceptación y rechazo	43
7.5. TUBOS DE DRENAJE	45
7.5.1. RECEPCIÓN EN OBRA DE LOS TUBOS	45
7.5.2. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	45
8. MEDICIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.....	46
APÉNDICE 1- PLAN DE ENSAYOS	1

Anejo 20.- Calidad

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el presente anejo se justifica el control de calidad previsto para los materiales a emplear en las obras objeto del “Proyecto Constructivo de Rehabilitación del Puente Internacional de Irún”.

Se presenta la justificación en base a como se componen los costes de la mano de obra a emplear, los costes de la maquinaria a emplear y los costes de los materiales a pie de obra.

De acuerdo con lo recogido en el Decreto 209/2014 que regula el control de la Calidad en la Construcción en el País Vasco, el Control de Calidad engloba aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con requisitos predeterminados.

- Control de materias primas
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje)
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas)

Los costos ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento del Manual de Garantía de Calidad y del Pliego de Prescripciones, serán de su cuenta y se entienden incluidos en los precios de Proyecto.

Los ensayos, análisis y pruebas a desarrollar, basados en el cumplimiento de la normativa básica, Instrumentaciones y Reglamentos, y demás normativa de obligado cumplimiento, así como los criterios de aceptación y rechazo de los materiales y unidades de obra, y de determinación de lotes, se desarrollan y describen en este Anejo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Tendrán, además, en cuenta, en cuanto a ensayos y frecuencia de estos, tanto sobre materiales como sobre tajos terminados.

En los materiales básicos y prefabricados el control incluirá la exigencia de garantía, sello de idoneidad, certificado u homologación que en cada caso corresponda, quedando reducido el número de ensayos a los perceptivos de recepción y verificación en su caso.

Como ensayos de verificación y contraste se establecen los ensayos que se indican y presupuestan en el apartado correspondiente de este anejo. Las condiciones allí establecidas, en cuanto a número y tipo de ensayos o a cualquier otra que se recoja, podrán ser modificadas por la Dirección de Obra.

Todos los ensayos llevarán codificación consistente en la definición del Capítulo, Tajo y Unidad, con especificación adicional de Lote y Ensayo. Esta codificación deberá poderse aplicar también a los ensayos de verificación y contraste, así como a los de supervisión en su caso, y ser tratado mediante aplicación informática de tratamiento de base de datos.

El control de calidad queda constituido por:

- Ensayos, comprobación de la geometría y sellos de garantía según el Plan de Aseguramiento de la Calidad establecido por el contratista de las obras.
- Ensayos adicionales de verificación y contraste establecidos por la Dirección de Obra.

- Ensayos de supervisión que en su caso puedan ser establecidos.

De acuerdo con el artículo 11 del Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, en los productos con el nuevo marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de estos con las prestaciones declaradas, para los siguientes materiales.

- Cemento.
- Zahorra.
- Ligantes hidrocarbonados.
- Betún modificado con polímeros.
- Áridos para mezclas bituminosas.
- Señales, captafaros y elementos de balizamiento.
- Áridos para hormigón.
- Geotextiles.

De acuerdo con la Cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales del Estado para la Contratación de Obras, aprobado por el Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, los ensayos de contraste serán por cuenta del Contratista de las obras siempre que el importe máximo de éstos no supere el 1 % del presupuesto de ejecución material de la obra, PEM. Únicamente serán a cuenta de la Dirección de Obra el exceso del valor de los ensayos de contratos sobre el 1 % del PEM, tal como se indica en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra proyectada consiste en la rehabilitación del puente internacional de Irún, perteneciente a la línea de ferrocarril Donostia-Hendaia (punto kilométrico P.K. 20/929) de la Administración Ferroviaria Euskal Trenbide Sarea y que enlaza los términos municipales de Irún y Hendaia, cruzando el Bidasoa en su desembocadura en la bahía de Txingudi.

Para ello, se proyecta el refuerzo de las cimentaciones de las pilas P1 y P4, las cuales actualmente se encuentran socavadas y con los pilotes de madera al descubierto y con signos de deterioro.

Una vez finalizada la obra de refuerzo de las cimentaciones, se continuará con la reparación del viaducto, mediante andamios apoyados en las cimentaciones que servirán de acopio para el material de las reparaciones y para las actividades de reparación, que consistirán principalmente en la protección frente a la carbonatación de los elementos de hormigón, la eliminación de vegetación y superficies calcificadas, el rejuntado y la reconstrucción de sillares dañados, impermeabilización de la vía y la reposición de la barandilla.

3. UNIDADES SOMETIDAS A CONTROL DE CALIDAD

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y ser aprobados por la Dirección de Obra.

El contratista estará, en consecuencia, obligado a informar a la Dirección de Obra sobre las procedencias de los materiales que vayan a ser utilizados, para que se puedan realizar los ensayos oportunos. La aceptación de un material en un cierto momento no implicará que el mismo pueda ser rechazado más adelante si se detecta algún defecto de calidad o uniformidad. El contratista deberá realizar un seguimiento registro de los materiales que se coloquen en obra, de tal forma que pueda conocerse la trazabilidad de estos.

Los materiales no incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares habrán de ser de calidad adecuada al uso que se destine, según el criterio de la Dirección Facultativa. El Contratista deberá presentar en este caso las muestras, informes y certificados de los fabricantes que la Dirección de Obra considere necesarios. Si la información y garantías oficiales no se considerasen suficientes, la

Dirección de Obra podrá solicitar la realización de otros ensayos, recurriendo, si es necesario, a laboratorios especializados.

El fabricante de elementos prefabricados deberá aportar un plan de calidad que garantice que las características del acero y del hormigón son las exigidas en proyecto.

Los suministradores de productos específicos (pinturas, morteros de reparación, etc.) deberán aportar los certificados y homologaciones de producto que garanticen el cumplimiento de las propiedades exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas y demás documentos del presente proyecto.

4. ELEMENTOS PREFABRICADOS

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra un plan de montaje en el que se indique el método, la maquinaria y los medios auxiliares previstos, detallando el desarrollo de estos trabajos y concentrando su duración y las medidas de señalización y seguridad adoptadas.

Si el montaje afecta al tráfico de peatones o vehículos, se ejecutarán desvíos. En caso de no ser posible estos desvíos, se reducirá al mínimo la duración de los posibles cortes o restricciones del tráfico, siempre de acuerdo con lo que el Director de Obra ordene, y manteniéndose en conocimiento con la antelación suficiente para la comunicación a los organismos interesados o información a los usuarios.

Si a propuesta del Contratista, el Director de Obra autoriza a prefabricar elementos no previstos como tales en el proyecto, el Contratista presentará al Director para su aprobación un documento en el que consten los detalles concretos del procedimiento de montaje, tratamiento de juntas, tolerancias de colocación, detalles de acabado, plan de trabajo y montaje, etc. En ningún caso este cambio supondrá un incremento económico sobre el costo de la obra si esta hubiera sido ejecutada según proyecto.

Si no se colocan directamente desde el camión a su emplazamiento definitivo deberán dejarse en una zona suficientemente firme para soportar su peso y apoyadas sobre dos riostras de madera situadas a 0,25 m de cada extremo, sin ningún punto de apoyo intermedio, salvo indicación contraria.

5. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD

Se refiere a la normativa aplicable a cada producto, unidad de obra o instalación, según se establezca en cada caso y forme parte de este Proyecto.

La normativa aplicable es la siguiente:

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE).
 - Ahorro de energía (HE).
 - Protección frente al ruido (HR).
 - Salubridad (HS).
 - Seguridad contra incendio (SI).
 - Seguridad de utilización (SU).
 - Seguridad estructural (SE)
- CÓDIGO ESTRUCTURAL (REAL DECRETO 470/2021, DE 29 DE JUNIO).
- REAL DECRETO 256/2016, DEL 10 DE JUNIO, POR EL QUE SE APRUEBA LA INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC-16).
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3/75).
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO DE EJECUCION.
- NORMAS UNE-EN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS A REALIZAR SOBRE LOS DIVERSOS MATERIALES

6. CONDICIONES GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD

6.1. CONDICIONES DEL PROYECTO

Contendrá las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen a las obras, así como sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse incluyendo el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo, y las acciones a adoptar y los criterios de uso, conservación y mantenimiento. Estas especificaciones se pueden hacer por referencia a pliegos generales que sean de aplicación, documentos reconocidos u otros que sean válidas a juicio del proyectista.

Características técnicas de cada unidad de obra indicando su proceso de ejecución, normas de aplicación, condiciones previas que han de cumplirse antes de su realización, tolerancias admisibles, condiciones de terminación, conservación y mantenimiento, control de ejecución, ensayos y pruebas, garantías de calidad, criterios de aceptación y rechazo, criterios de medición y valoración de unidades, etc.

6.2. CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Durante la construcción de las obras el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- Control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras.
- Control de ejecución de la obra
- Control de la obra terminada

6.2.1. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

6.2.2. Control de ejecución de la obra

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

6.2.3. Control de la obra terminada

En la obra terminada, bien sobre el conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

6.3. DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE LA OBRA

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

6.4. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

En el Certificado Final de obra, el Director de la Ejecución de la Obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El Director de la Obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia; y
- Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

6.5. CONTROL DE EJECUCIÓN

El control de la ejecución, establecido como preceptivo, tiene por objeto comprobar que los procesos realizados durante la construcción se organizan y desarrollan de forma que la Dirección Facultativa pueda asumir su conformidad respecto al proyecto, de acuerdo con lo indicado en el Código Estructural.

El Constructor elaborará el Plan de obra y el procedimiento de autocontrol de la ejecución de las obras. Este último, 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 esta Instrucción. Para ello, los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados por el Constructor, en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas y remesas recibidas en la obra, de acuerdo con el nivel de control establecido por el proyecto para la estructura.

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 una serie de inspecciones puntuales, de acuerdo con lo establecido en esta Instrucción. Para ello, la Dirección Facultativa podrá contar con la asistencia técnica de una entidad de control de calidad. En su caso, la Dirección Facultativa podrá eximir de la realización de las inspecciones externas, para aquellos procesos de la ejecución de la estructura que se encuentren en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Antes de iniciar la ejecución de la estructura, la Dirección Facultativa, deberá aprobar el Programa de control, que desarrolla el Plan de control definido en el proyecto, teniendo en cuenta el Plan de obra

presentado por el Constructor para la ejecución de las obras, así como, en su caso, los procedimientos de autocontrol de éste.

6.6. CRITERIOS DE RECEPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS

Los criterios de recepción, ejecución y pruebas están determinados en los apartados correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto y en su caso quedarán expuestos a la decisión que en cada momento tome el Director de Obra

El control de calidad de las obras incluye:

- El control de recepción de productos
- El control de la ejecución
- El control de la obra terminada

Para ello:

El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.

El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y

La documentación de calidad preparada por **el constructor** sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el **director de la ejecución de la obra** en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

7. ENSAYOS, ANÁLISIS Y PRUEBAS A REALIZAR

7.1. HORMIGÓN

Control Documental

Las fases de la verificación documental son las siguientes:

- Antes del suministro

Se deberá aportar a la Dirección de Obra, la documentación requerida en el anejo nº4 y los certificados requeridos por el anejo nº13 del Código Estructural:

- Certificado de dosificación.
- Certificado con los ensayos de resistencia a compresión y profundidad de penetración de agua.
- Nombre del laboratorio.
- Declaración del laboratorio de estar acreditado conforme a la UNE-EN ISO/IEC 17025 para el ensayo referido.
- Fecha de emisión de los certificados.
- Tipo de probeta utilizada.

Se realizarán ensayos previos característicos de resistencia y de dosificación en conformidad con lo indicado en el anejo nº13 del Código Estructural. La dirección de obra podrá eximir de realizar estos ensayos siempre que el hormigón preparado tenga documentadas experiencias anteriores en otras obras, esté fabricado con materiales de la misma naturaleza y origen, se utilicen las mismas

instalaciones y procesos de fabricación y se disponga de un certificado de dosificación con antigüedad máxima de seis meses.

- Durante el suministro

Cada partida de hormigón suministrada a obra deberá ir acompañada de una hoja de suministro, cuyo contenido mínimo se establece en el anejo nº4 del Código Estructural.

- Después del suministro

Se facilitará a la dirección facultativa un certificado de los hormigones suministrados, con indicación de los tipos y cantidades de estos, elaborado por el fabricante y firmado por persona física con representación suficiente y cuyo contenido será conforme a lo establecido en el anejo nº4 del Código Estructural.

El control y gestión de toda la documentación será realizado por una persona con capacitación para ello.

7.1.1. Agentes del control de calidad

7.1.1.1. 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:

Aprobar un programa de control de calidad para la obra, que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto y velar por el desarrollo y validar las actividades de control en los siguientes casos:

- 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.

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.

7.1.1.2. 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 del Código Estructural. 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 del Código Estructural. En su caso, la toma de muestras podrá ser encomendada a cualquiera de los agentes a los que se refiere este apartado siempre que disponga de la correspondiente acreditación, salvo que esta no sea exigible de acuerdo con la reglamentación específica aplicable.

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 esta, 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.

7.1.2. Conformidad de los productos

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

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

- Mediante la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) concedido a un organismo de certificación acreditado conforme al Reglamento (CE) N.º 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio,
- 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.

El control de recepción tendrá en cuenta las garantías asociadas a la posesión de un distintivo, siempre que este cumpla unas determinadas condiciones. Así, tanto en el caso de los procesos de ejecución, como en el de los productos que no requieran el marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, el Código Estructural 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.

7.1.3. Criterios específicos para el control de los productos

7.1.3.1. Agua

Se podrá eximir de la realización de los ensayos cuando se utilice agua potable de la red de suministro. En otros casos, 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 que permitan comprobar el cumplimiento de las especificaciones del artículo 29º del Código Estructural con una periodicidad semestral.

Según dicho artículo, el agua utilizada tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

En general podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptadas por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Exponente de hidrógeno pH (UNE 83952) ≥ 5
- Sustancias disueltas (UNE 83957) ≤ 15 g/l
- Sulfatos expresados en SO₄²⁻ (UNE 83956) ≤ 1 g/l
- Excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 g/l
- Ion cloruro Cl⁻ (UNE 7178):
- Para hormigón pretensado ≤ 1 g/l
- Para hormigón armado o en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración ≤ 3 g/l
- Hidratos de carbono (UNE 7132) 0

- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235) ≤ 15 g/l

La toma de muestras se realizará según la UNE 83951 y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

Podrán, sin embargo, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de esta agua para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

7.1.3.2. Cementos

Según el Código Estructural, el control del cemento deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en la RC-16 (R. D. 256/2016 Instrucción para la recepción de cementos). Sólo será preciso un control del cemento en obra en el caso de que se trate de un suministro directo a obra. En caso de que el hormigón se fabrique en central, el control del cemento será responsabilidad de la planta de fabricación del hormigón.

El tipo de cemento 52,5, según la RC-16, está sujeto al Real Decreto 1313/1988 de 28 de octubre, por lo tanto, deberá cumplir con las especificaciones prescritas en el Anejo 2 de la RC-16.

Durante la recepción de los cementos, debe verificarse que éstos se adecuan, en el momento de su entrega, a lo especificado en el proyecto (Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares) o, en su caso, en el pedido, y que satisfacen las prescripciones y demás condiciones exigidas en la RC-16.

La Dirección Facultativa en las obras o el responsable de la recepción, en adelante el responsable de la recepción para referirse a ambos, deberá velar por que los cementos, una vez aceptados, sean almacenados y tratados de forma que se garantice el mantenimiento de sus prestaciones hasta el momento de su empleo.

La recepción comprenderá:

- Control documental
 - La hoja de suministro o albarán deberá contener la información recogida en los apartados AIV.2.1 y AIV.2.2 de la RC-16.
 - El etiquetado, o conjunto de información que debe ir impresa sobre el envase o, en su caso, en la documentación que acompaña al cemento de acuerdo con los apartados AIV.2.1 y AIV.2.2.
 - Los documentos de conformidad, en particular la documentación correspondiente al marcado CE, según los apartados AIV.2.3 y AIV.2.5, o, en su caso, a la Certificación de Conformidad del Real Decreto 1313/1988, según el apartado AIV.2.4
 - En el caso de aquellos cementos no sujetos al marcado CE, el certificado de garantía del fabricante firmado por persona física.
 - En el caso de cementos que ostenten distintivos de calidad, la documentación precisa sobre los mismos, y, en su caso, la del reconocimiento del distintivo, incluida la referencia al documento en el que conste el reconocimiento oficial por la Autoridad competente. En particular, el certificado que acredite que el distintivo declarado y, en su caso, el oficialmente reconocido, está vigente.
- Inspección visual

Una vez superada la fase de control documental, el responsable de la recepción debe, para la aceptación de la remesa, someter el cemento suministrado a una inspección visual cuando, en función del modo de transporte, o del estado de los envases en el momento de su suministro, estime necesario comprobar que el cemento no ha sufrido alteraciones o mezclas indeseables.

- Realización de ensayos

La fase de la realización de ensayos es potestativa y de aplicación cuando, en su caso, el proyecto en función de las características especiales de la obra o en previsión de la posible presencia en la recepción de los defectos citados, así lo establezca o, en cualquier caso, cuando el responsable de la recepción así lo decida por haberse obtenido resultados no conformes en la fase anterior o por haberse detectado defectos en el uso de los cementos procedentes de remesas anteriores.

En el momento de la recepción, deberán estar presentes el Suministrador y el responsable de la recepción o sus respectivos representantes. El responsable de la recepción se asegurará de que ésta se realiza conforme a lo establecido en el correspondiente Programa de control, que podrá establecer una distribución de las remesas del cemento objeto del control para formar lotes de los que extraer, en su caso, las muestras necesarias que permitan, en su caso, la comprobación experimental de los criterios de conformidad se considera una remesa a la cantidad de cemento, de igual designación y procedencia, recibida en el lugar de suministro en una misma unidad de transporte (camión, contenedor, barco, etc.).

A los mismos efectos, se considera un lote a la cantidad de cemento, de la misma designación y procedencia, que se somete a recepción, conforme a los siguientes criterios:

- En caso de suministro continuo
 - En el caso de suministros de cemento con distinta designación o procedencia, se constituirán lotes independientes para cada tipo de cemento y procedencia.
 - En general, y sin perjuicio de lo que se establezca en el Plan de control, el lote lo formará el conjunto de remesas o cantidad mensual recibida de cemento de igual designación y procedencia, salvo que se sobrepase la cantidad mensual de 200 toneladas de peso, en cuyo caso las remesas recibidas serán divididas formando lotes por cada 200 toneladas o fracción, de modo que, como mínimo, se constituyan dos lotes por mes.
- Si el suministro de cementos es discontinuo o muy poco frecuente
 - En general, se mantendrán los criterios de establecimiento de lotes previamente descritos, de modo que, como mínimo, proceda la formación de un lote con frecuencia mensual, durante el período de suministro.
 - El responsable de la recepción o persona autorizada podrá fijar un tamaño inferior para la formación de lotes en el caso de que lo estime oportuno.

Finalmente, se considera una muestra a la cantidad de cemento extraída, en su caso, de un lote a los efectos de control.

De llevarse a cabo ensayos, éstos se realizarán de acuerdo con los Anejos V y VI de la RC-16. Los ensayos de identificación y complementarios de esta fase, son los que figuran en los apartados AVI.1 y AVI.2, respectivamente.

En todo caso, el suministrador del cemento, debidamente informado por el responsable de la recepción, podrá, cuando lo estime oportuno y en aquellas situaciones en que lo considere necesario, pedir la realización de contra ensayos.

Suponiendo, del lado de la seguridad, que después la inspección visual se detectan muestras alteradas, se realizarán los siguientes ensayos para el cemento empleado en el presente proyecto:

- 1 ensayo para comprobar la resistencia mecánica (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N y a 2 y a 28 días para el resto), dicho ensayo se realizará según la Norma UNE-EN: 2005.
- 1 ensayo para la determinación de los componentes.
- 1 ensayo para determinar el contenido de C3A y C3A+CaAF en el Clinker.

Las cantidades de cemento a emplear son inferiores a las 200 tn, con lo que se requiere exclusivamente 1 ensayo por tipo.

7.1.3.3. Áridos

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, por lo que su idoneidad se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 30° del Código Estructural.

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 del Código Estructural que demuestre

la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 30° del Código Estructural, con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE-EN 12620.

Las fases de la verificación documental son las siguientes:

- **Antes del suministro**

Se facilitará la documentación correspondiente al marcado CE. Se comprobará que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en proyecto y en el artículo 30 del Código Estructural.

- **Durante el suministro**

Se facilitará las hojas de suministro de cada partida o remesa, de acuerdo con lo indicado en el anejo nº4 del Código Estructural.

- **Después el suministro**

Se facilitará un certificado final de suministro en el que se recogerán la totalidad de los productos suministrados. Se deberá mantener la necesaria trazabilidad de los materiales certificados.

En el caso que nos ocupa no es necesaria la realización de ensayos si estos cuentan con el marcado CE.

7.1.3.4. Adiciones

La conformidad de las adiciones que dispongan de marcado CE se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 32° del Código Estructural.

Las fases de la verificación documental son las siguientes:

- **Antes del suministro**

Se facilitará la documentación correspondiente al marcado CE. Se comprobará que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en proyecto y en el artículo 32 del Código Estructural.

- **Durante el suministro**

Se facilitará las hojas de suministro de cada partida o remesa, de acuerdo con lo indicado en el anejo nº4 del Código Estructural.

- **Después el suministro**

Se facilitará un certificado final de suministro en el que se recogerán la totalidad de los productos suministrados. Se deberá mantener la necesaria trazabilidad de los materiales certificados.

7.1.3.5. Aditivos

La conformidad de los aditivos que dispongan de marcado CE se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el artículo 31° del Código Estructural.

Las fases de la verificación documental son las siguientes:

- Antes del suministro

Se facilitará la documentación correspondiente al marcado CE. Se comprobará que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en proyecto y en el artículo 31 del Código Estructural.

- Durante el suministro

Se facilitará las hojas de suministro de cada partida o remesa, de acuerdo con lo indicado en el anejo nº4 del Código Estructural.

- Después el suministro

Se facilitará un certificado final de suministro en el que se recogerán la totalidad de los productos suministrados. Se deberá mantener la necesaria trazabilidad de los materiales certificados.

En el caso de aditivos que, por no estar incluidos en las normas armonizadas, no dispongan de marcado CE, 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 seis meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural que demuestre la conformidad del aditivo a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 31° del Código Estructural, con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los aditivos con marcado CE en UNE EN 934-2.

7.1.4. Control de la conformidad del hormigón

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

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

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

7.1.4.1. 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 del Código Estructural.

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

7.1.4.2. Realización de los ensayos

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

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

a. Ensayos de docilidad del hormigón

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

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

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

b. Ensayos de resistencia del hormigón

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

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

- probetas cúbicas de 100 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1, en el caso de hormigones con $f_{ck} \geq 50$ N/mm² 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:

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

f_c Resistencia a compresión, en N/mm², referida a probeta cilíndrica de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura nominales.

$f_{c,cúbica}$ Resistencia a compresión, en N/mm², obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 150 mm.

$\lambda_{cil,cúb15}$ Coeficiente de conversión.

Resistencia en probeta cúbica, f_c (N/mm ²)	$\lambda_{cil,cúb15}$
$f_c < 60$	0,90
$60 \leq f_c < 80$	0,95
$f_c \geq 80$	1,00

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

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

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

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

c. Ensayos de durabilidad

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.1.4.3. 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.

7.1.5. Control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro

7.1.5.1. Lotes y ensayos de control de la resistencia

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

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

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

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 del Código Estructural.

7.1.5.2. 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 del Código Estructural

7.1.6. Control del acero para armaduras pasivas

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

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros soldables destinados a la elaboración de armaduras pasivas, deberán ser conformes con el artículo 34 del Código Estructural

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18 del Código Estructural, 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
- Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple.
- Determinación de la masa por metro (m/m).
- Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas (profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación.

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

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.

7.1.7. 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 el Código Estructural. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 del Código Estructural.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural, 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 de este 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 del Código Estructural, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, y producto (alambre, cordón y barra), diámetro y colada.

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

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas. Se 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_g , 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 del Código Estructural.

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 del Código Estructural.

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

7.1.8. Control de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado

7.1.8.1. 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 del Código Estructural.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural, 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 de este en la instalación de prefabricación, o en la propia obra.

7.1.8.2. Toma de muestras

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

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

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de esta. 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 el Código Estructural. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas

7.1.8.3. 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.

7.1.8.4. Control durante la aplicación del pretensado

a. 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 del Código Estructural se procederá a realizar las comprobaciones que contempla el Código Estructural para la recepción de los diferentes elementos de pretensado.

b. 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 deslizar entre sí durante el proceso de penetración de la cuña. El número de elementos sometidos a control será, como mínimo:

- Seis por cada partida recibida en obra,
- 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.

c. Control de las vainas y accesorios de pretensado

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

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

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

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

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

d. Control de los productos de inyección

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

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.

7.1.9. Control 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.

7.1.9.1. Toma de muestras

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

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

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

7.1.9.2. Realización de los ensayos

a. 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 del Código Estructural para el caso general de ejecución de la estructura en la propia obra.

b. 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 el Código Estructural, para el hormigón, las armaduras elaboradas y los elementos de pretensados empleados en la prefabricación de elementos estructurales serán los mismos que los definidos, con carácter general, en los Artículos 57, 59 y 61.

- a. 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.

b. 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.

c. 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 del Código Estructural.

d. 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 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.

e. 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:

- **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 del Código Estructural.

- **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 del Código Estructural que sus dimensiones permiten garantizar los correspondientes recubrimientos mínimos establecidos en el apartado 43.4.1 del Código Estructural.

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 del Código Estructural para la clase correspondiente al coeficiente parcial de seguridad empleado en el proyecto.

- **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 del Código Estructural. 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 del Código Estructural.

- Procesos de fabricación del hormigón, vertido, compactación y curado:

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

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

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

f. 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 según el apartado 62.5.3.2 del Código Estructural, se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, de acuerdo con la tabla 62.5.3.4 del Código Estructural, 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 del Código Estructural para la clase correspondiente al coeficiente parcial de seguridad empleado en el proyecto.

Tabla 1. Número mínimo de elementos prefabricados controlados por lote (Fuente: Tabla 62.5.3.4 del Código Estructural)

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

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

7.1.10. Control de ejecución de estructuras de hormigón

El pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto incluirá la identificación del nivel de control de ejecución en el caso de estructuras de hormigón.

De acuerdo con los índices de fiabilidad adoptados en el apartado 5.2.1 del Código Estructural, debe cumplirse una clase de fiabilidad RC2. Por ello, el nivel de inspección durante la ejecución según el apartado B5 del Anejo 18 del Código Estructural debe ser, al menos, el IL2, lo que conlleva a que:

- En los elementos de hormigón, un control de ejecución intenso o normal (según el apartado 22.4.1 del Código Estructural)

Salvo indicación en contra de la reglamentación específica que le sea aplicable, en el caso de puentes, la clase de ejecución será:

- Para los elementos de hormigón, control de ejecución intenso.

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 el Código Estructural. Este sistema de aseguramiento de la calidad aplicado al proyecto en sí se describirá en el denominado procedimiento de autocontrol del constructor.

Para cada lote de ejecución, se identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en Código Estructural

La Dirección Facultativa llevará a cabo el control de la ejecución, mediante:

- La revisión del autocontrol del Constructor para cada unidad de inspección.
- El control externo de la ejecución de cada lote de ejecución, mediante la realización de inspecciones puntuales de los procesos o actividades correspondientes a algunas de las unidades de inspección de cada lote, según lo indicado en el artículo 63.1 del Código Estructural.

Los lotes de control serán, según la tabla 63.1 del Código Estructural.

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 del Código Estructural.

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 del Código Estructural.

Tabla 2. Definición de tipos de conformidad en Estructuras de hormigón (Fuente: Tabla 17.1 del CE21)

Tipo de conformidad	Artículos y capítulos del Código Estructural de aplicación a Estructuras de Hormigón
Control del proyecto	Artículo 20 + Capítulo 12
Control de la conformidad de los productos	Artículo 21 + Capítulo 13
Control de la ejecución de la estructura	Artículo 22 + Capítulo 14
Control de la estructura terminada	Artículo 23

7.1.10.1. 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 el Código Estructural.

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.

7.1.10.2. Control de los procesos de ejecución previos a la colocación de la armadura

a. 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 del Código Estructural, para los coeficientes parciales de los materiales adoptados en el cálculo de la estructura.

b. 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.

c. Control de las cimbras y apuntalamientos

Durante la ejecución de la cimbra, deberá comprobarse la correspondencia de esta 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 del Código Estructural, que debe facilitarle el constructor.

En el caso de que se utilice, en conformidad con el apartado 48.2 del Código Estructural, un sistema de elementos sustentantes que esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, conforme al artículo 18 del Código Estructural, 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.

d. Control de los encofrados o 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 del Código Estructural. Además, se comprobarán los aspectos indicados en el apartado 48.3 del Código Estructural.

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 del Código Estructural, 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.

7.1.10.3. 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 del Código Estructural, 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 del Código Estructural:

- 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 del Código Estructural.

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 del Código Estructural,
- estado de oxidación de la armadura pasiva, con el límite establecido en el apartado 49.8.1 del Código Estructural,
- estado de limpieza y eliminación de suciedades.

En el caso de que para 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 del Código Estructural.

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

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

7.1.10.4. Control de las operaciones de pretensado

a. Control del tesado de las armaduras activas

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

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:

- 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.

- 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.

- 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 sobre longitudes 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.

- 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 del Código Estructural.

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

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

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

efectuar las adecuadas correcciones en los valores de los esfuerzos o alargamientos que deben anotarse.

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

7.1.10.5. 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 del Código Estructural.

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 realizará 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.

7.1.10.6. Control de los procesos de hormigonado

La Dirección Facultativa comprobará, antes del inicio del suministro del hormigón, que se dan las circunstancias para efectuar correctamente su vertido de acuerdo con lo indicado en el Código Estructural. Asimismo, se 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 artículo 52.3 del Código Estructural, se comprobará que se han tomado las precauciones recogidas en los referidos apartados.

Se comprobará que no se forman juntas frías entre diferentes tongadas y que se evita la segregación durante la colocación del hormigón.

La Dirección Facultativa comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado en el Código Estructural.

7.1.10.7. 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 coqueras, 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.), que salvo indicación en contra de la Dirección Facultativa no es el caso, 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, 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.

7.1.10.8. 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:

- los elementos prefabricados son conformes con las especificaciones del proyecto y se encuentran, en su caso, adecuadamente acopiados, sin presentar daños aparentes,
- 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.),
- se dispone de un programa de ejecución que define con claridad la secuencia de montaje de los elementos prefabricados, y
- 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.

7.1.10.9. Control del elemento construido

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, se efectuará una inspección de este, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales del proyecto.

La dirección facultativa verificará la documentación aportada por el constructor. conformidad de las adiciones que dispongan de marcado CE, se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 32º del Código Estructural.

7.1.10.10. Controles de la estructura mediante ensayos de información complementaria

De las estructuras proyectadas y construidas con arreglo al Código Estructural, 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:

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

a. 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 del Código estructural, 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.

b. 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.

7.2. ACERO ESTRUCTURAL

El pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto incluirá la identificación de las clases de ejecución que serán aplicables a cada elemento en el caso de estructuras de acero necesarias para garantizar el nivel adecuado de seguridad.

Una estructura de acero puede incluir elementos de distinta clase. En dicho caso, debe agruparse los elementos por clases al objeto de simplificar la especificación de los criterios requeridos, la gestión de su comprobación y la valoración de su ejecución y control.

De acuerdo con los índices de fiabilidad adoptados en el apartado 5.2.1 del Código Estructural, debe cumplirse una clase de fiabilidad RC2. Por ello, el nivel de inspección durante la ejecución según el apartado B5 del Anejo 18 debe ser, al menos, el IL2, lo que conlleva a que:

- En los elementos de acero, un control de ejecución intenso o normal, en función de la clase de ejecución, que deberá ser 2, 3 o 4 (según el apartado 91.2, tabla 14.3.1 del Código Estructural).

Tabla 3. Relación entre niveles de control y clases de ejecución. (Fuente: Tabla 14.3.1 del Código Estructural)

Nivel de control de ejecución de estructuras de hormigón (apartado 22.4)	Clase de ejecución de Estructuras de Acero
Intenso	Clase 3 o 4
Normal	Clase 2

Salvo indicación en contra de la reglamentación específica que le sea aplicable, en el caso de puentes, la clase de ejecución será:

- Para los elementos de acero estructural, clase 3 o 4

7.2.1. Control de los productos de acero

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.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones con 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 del Código Estructural 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 del Código Estructural.

7.2.1.1. 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 esta. 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.

7.2.1.2. Realización de 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.

7.2.2. Control de los medios de unión

7.2.2.1. Control de la conformidad de los tornillos, tuercas, arandelas y bulones

Los tornillos, tuercas y arandelas y bulones incluidos en los apartados 85.2, 85.3 y 85.4 del Código Estructural, deberán cumplir los requisitos establecidos al efecto en los respectivos apartados. En otros

casos, deberán cumplir las especificaciones que se establezcan al efecto en el respectivo pliego de prescripciones técnicas particulares.

Para aquellos tornillos que estén afectados por el marcado CE en base al Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, el fabricante presentará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

Para aquellos productos que no tengan marcado CE, la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo establecido en el artículo 18 del Código Estructural, 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 el Código Estructural 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.

7.2.2.2. 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 del Código Estructural, 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.

7.2.3. Control de las estructuras de acero

7.2.3.1. 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 esta.

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:

- se corresponderán con partes sucesivas en el proceso de fabricación y montaje en taller y de ejecución de la obra,

- no se mezclarán elementos de tipología estructural distinta, que pertenezcan a filas diferentes en la tabla 101.1 del Código Estructural,
- el tamaño del lote no será superior al indicado, en función del tipo de elementos, en la tabla 101.1 del Código Estructural.

7.2.3.2. Puntos de inspección

Para cada lote de ejecución, se identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en el Código Estructural. Se contemplarán, como mínimo, los siguientes procesos:

- elaboración de planos de taller,
- definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje,
- gestión de acopios de materiales y productos,
- mecanización y manipulación de productos de acero en taller,
- cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo,
- cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos,
- ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional,
- ejecución de uniones soldadas,
- ejecución de uniones con elementos mecánicos,
- colocación de conectadores en estructuras mixtas,
- ajustes, correcciones y acabados finales en taller,
- montaje en blanco,
- recepción de elementos a su llegada a obra,
- ensamblado de elementos en obra,
- replanteo y montaje de elementos en obra,
- ajustes, correcciones y acabados finales, y
- aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva.

La dimensión o tamaño máximo de un proceso o actividad comprobable, en general, en una visita de inspección al taller o a la obra. En función de los desarrollos de procesos y actividades previstas en el plan de obra, en cada inspección al taller o a la obra, podrá comprobarse un determinado número de unidades de inspección, las cuales, pueden corresponder a uno o más lotes de ejecución.

Para cada proceso o actividad, se definirán las unidades de inspección correspondientes cuya dimensión o tamaño será conforme al indicado en la tabla 101.2 del Código Estructural.

7.2.4. Control de fabricación en taller

El control se realizará mediante el control de calidad de la documentación de taller y el control de la calidad de la fabricación con las especificaciones indicadas en el apartado 12.4 del DB SE-A.

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.)

El control de la calidad de la fabricación tiene por objetivo asegurar que ésta se ajusta a la especificada en la documentación de taller.

7.2.4.1. Control de calidad de la documentación de taller

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.

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:

- Una memoria de fabricación que incluya:
 - 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.
 - Los procedimientos de soldadura que deban emplearse, preparación de bordes, precalentamientos requeridos etc.
 - 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.
- 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:
 - El material de cada componente.
 - La identificación de perfiles y otros productos.
 - Las dimensiones y sus tolerancias.
 - Los procedimientos de fabricación (tratamientos térmicos, mecanizados, forma de ejecución de los agujeros y de los acuerdos, etc.) y las herramientas a emplear.
 - Las contraflechas.
 - En el caso de uniones atornilladas, los tipos, dimensiones forma de apriete de los tornillos (especificando los parámetros correspondientes).
 - En el caso de uniones soldadas, las dimensiones de los cordones, el tipo de preparación, el orden de ejecución, etc.
- 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.

Asimismo, se comprobará, con especial atención, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación y entre éstos y los materiales empleados.

7.2.4.2. Control de calidad en la fabricación

Establecerá los mecanismos necesarios para comprobar que los medios empleados en cada proceso son los adecuados a la calidad prescrita.

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.

7.2.4.3. Control de los procedimientos de corte térmico y perforación durante el suministro

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 iniciarse un nuevo proceso de comprobación.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la validación de su procedimiento de corte térmico, como parte de su plan de control de la producción y cuente con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales y espesores que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que el procedimiento de corte no ha variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte.

En el caso de procedimientos de corte o perforación que puedan producir incrementos locales de la dureza del material (corte térmico, cizallado, punzonado, etc.), deberá controlarse ésta en los bordes, si así se especifica, para lo que la entidad de control actuará según se indica:

- Se fabricarán cuatro probetas del material más susceptible al endurecimiento de entre todos los que vayan a ser utilizados en la fabricación de la estructura.
- En cada una de las cuatro probetas se medirán las durezas en cuatro puntos elegidos de entre aquéllos en los que se suponga mayor incremento. La medida se realizará conforme a norma UNE-EN ISO 6507-1.
- El mayor de los valores medidos no excederá los valores máximos indicados en la tabla 103.1 del Código Estructural, en función del tipo de acero.

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.

7.2.4.4. 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 el Código Estructural, 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.

7.2.4.5. 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 esta 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 del Código Estructural. 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.

7.2.4.6. Comprobación de la ejecución de soldaduras

Con anterioridad a la realización de la soldadura, se procederá a realizar una inspección visual de las piezas a unir, verificando su correcto ajuste y las soldaduras punteo conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En el caso de secciones huecas, la inspección se centrará en:

- las partes centrales del talón y de los flancos, si se trata de secciones circulares, y
- las cuatro esquinas, en el caso de secciones cuadradas o rectangulares.

Después del soldeo, se debe verificar también todas las soldaduras mediante inspección visual conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En general, las inspecciones visuales serán realizadas por un Inspector de soldadura de nivel 2, conforme a la norma UNE 14618, o por otra persona certificada como nivel 2 para inspección visual acorde con la norma UNE-EN ISO 9712 y que sea autorizada previamente por la dirección facultativa. En el caso de soldaduras en obras en las que sea de aplicación la clase de ejecución 2, la inspección visual la podría realizar el propio soldador cualificado bajo la supervisión de un inspector de soldadura de nivel 2, previa aprobación de la dirección facultativa.

En todo caso, la dirección facultativa podrá exigir la certificación del inspector de soldadura.

De todos los controles que se efectúen, se registrará su correspondiente protocolo de inspección, donde además de la descripción, se adjuntarán fichas de control de soldadura que incluirán los resultados del ensayo y la posición exacta de dicho control.

Se realizarán los siguientes ensayos no destructivos según los principios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO 17635 y conforme a las especificaciones particulares de cada método de ensayo:

- Líquidos penetrantes (LP), realizados según UNE-EN ISO 3452-1 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23277.
- Partículas magnéticas (PM), realizadas según UNE-EN ISO 17638 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23278.
- Ultrasonidos (UT), realizados según UNE-EN ISO 17640 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 11666.
- Radiografías (RX), según UNE-EN ISO 17636-1 y UNE-EN ISO 17636-2 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 10675-1.

Cuando se localice alguna imperfección «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 del Código Estructural.

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 del Código Estructural.

7.2.4.7. 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 del Código Estructural, 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.

7.2.5. Control del montaje en obra

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.

El control de calidad del montaje tiene por objetivo asegurar que ésta se ajusta a la especificada en la documentación de taller.

7.2.5.1. Control de calidad de la documentación de montaje

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:

- Una memoria de montaje que incluya:
 - 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.
 - Las comprobaciones de seguridad durante el montaje.
- 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.
- 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.

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).

7.2.5.2. Control de calidad del montaje

Establecerá los mecanismos necesarios para comprobar que los medios empleados en cada proceso son los adecuados a la calidad prescrita.

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.

Se comprobarán visualmente las estructuras y las uniones atornilladas, realizando una comprobación del par de apriete de las mismas.

7.3. CIMIENTOS SEGÚN DB SE C SEGURIDAD ESTRUCTURAL CIMIENTOS

7.3.1. Cimentaciones profundas

7.3.1.1. Condiciones constructivas

a. Micropilotes

a. Criterios generales

Los procedimientos de control deberán establecerse de acuerdo con lo especificado en la normativa vigente al respecto, en particular en el artículo 66 del Código Estructural, RC y PG-3, así como en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Deberán controlarse, en cualquier caso, los siguientes aspectos:

- Materiales
- Cada una de las fases de ejecución:
 - Perforación.
 - Colocación de la armadura.
 - Fabricación de la lechada o mortero.
 - Inyección.
 - Partes de trabajo.

En los casos en que así se determine, se efectuarán pruebas de carga.

Armadura tubular

A los efectos del control del suministro de los productos de acero para armadura tubular, se denomina partida al material que cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que corresponda al mismo tipo de perfil hueco.
- Que corresponda al mismo tipo y grado de acero.
- Que proceda de un mismo fabricante.
- Que haya sido suministrado de una vez.

No podrán utilizarse productos de acero como armadura tubular que no adjunten la documentación indicada a continuación:

- A la entrega de cada suministro se aportará un albarán con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:
 - Nombre y dirección de la empresa suministradora.
 - Fecha de suministro.
 - Identificación del vehículo que lo transporta.

- Número de partidas que componen el suministro, identificando, para cada partida, al fabricante y su contenido (peso, número de perfiles, tipo y grado de acero del material base de partida).

Además, cada partida deberá llegar acompañada de la siguiente documentación:

- Certificado del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores de las diferentes características especificadas en la norma UNE EN 10210 ó UNE EN 10219, según corresponda.
- Resultados de los ensayos que justifiquen que los productos de acero cumplen las características anteriormente citadas.

Una vez comprobada la documentación que debe acompañar al suministro, se debe comprobar el correcto marcado de los perfiles o paquetes de perfiles, que debe incluir la designación abreviada de la norma que corresponda, el tipo y grado de acero y el nombre o las siglas del fabricante.

Cemento

Se estará a lo especificado en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente documento, en concordancia con el artículo 56 del Código Estructural.

7.3.1.2. Control

a. Control de la ejecución de micropilotes

Control de la perforación y colocación de la armadura.

Durante la ejecución de los micropilotes se comprobará que se cumplen los procedimientos y secuencias constructivas establecidas en el proyecto y en el protocolo de ejecución.

Al realizar la perforación se comprobará que el estado y características del terreno se corresponden con las previstas en el proyecto. En caso contrario se deberán analizar las potenciales repercusiones de dichas variaciones en la propia concepción del micropilote y en su proceso de ejecución.

En caso de que fuera necesario emplear sistemas de perforación diferentes de los previstos en el proyecto, deberá tenerse en cuenta su repercusión en la determinación del valor de la resistencia estructural, a través del coeficiente de influencia del tipo de ejecución (véanse epígrafes 3.6.1 y 4.2.3 de la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera).

Se comprobará el replanteo de cada uno de los micropilotes, ejecutándose posteriormente la perforación con las tolerancias geométricas establecidas en el epígrafe 4.2.1 de la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera.

Respecto a la colocación de la armadura se deberá verificar el cumplimiento de lo indicado en el apartado 4.3 de la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera.

a. Control de la fabricación de la lechada o mortero y del proceso de inyección

Se efectuarán controles para verificar la idoneidad, tanto de la fabricación de la mezcla, como del proceso de inyección.

Se llevarán a cabo con frecuencia diaria, al menos los siguientes controles:

- Temperatura ambiente
- Tiempo de amasado
- Relación agua/cemento (a/c)
- Cantidad de aditivo utilizado
- Viscosidad con el cono de Marsh
- Densidad aparente de la lechada con una balanza de lodos, inmediatamente antes de la inyección

Por cada lote se efectuará una toma de muestras para realizar los siguientes ensayos:

- Resistencia a compresión de la lechada o mortero, mediante la rotura de tres (3) probetas a veintiocho días (28) de edad
- Exudación
- Reducción de volumen
- Fluidez

Se comprobará que los valores de los parámetros controlados coinciden con los establecidos en el PC.

b. Partes de trabajo

Una vez se haya concluido la ejecución de cada micropilote, se completará un parte de trabajo con el contenido mínimo especificado en el epígrafe 4.7.2 de la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera.

Se verificará la existencia de un parte de trabajo por cada micropilote, comprobando su contenido, conforme a lo indicado en el párrafo precedente. Los partes de trabajo de ejecución estarán en todo momento a disposición del director de las Obras, recomendándose su archivo junto con el resto de documentación técnica de las mismas.

7.4. MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRÍO

7.4.1. Control de calidad de los materiales

7.4.1.1. Control de calidad de la emulsión bituminosa

Se estará a lo indicado en el apartado 541.2.2 de la *Orden Circular 1/2024 sobre materiales compuestos de áridos y emulsión bituminosa, fabricados y puestos en obra a temperatura ambiente, denominados gravaemulsión, tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla, microaglomerados en frío y mezclas bituminosas abiertas en frío*. En particular las emulsiones bituminosas catiónicas cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 13808 y su anejo nacional, y las emulsiones aniónicas lo indicado en la norma UNE 51603.

En cualquier caso, la Dirección de la obra, en el uso de sus atribuciones, podrá fijar algún otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

7.4.1.2. Control de calidad de los áridos

Se examinará la descarga en el acopio desechando los materiales que a simple vista presenten materias extrañas o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, suciedad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo. Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y de los accesos.

Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de la obra, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos con el objeto de asegurar sus propiedades y la calidad establecida en este artículo.

En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente los siguientes ensayos por cada fracción de árido que se produzca o reciba:

- Al menos dos (2) veces al día:
 - Análisis granulométrico, según la norma UNE-EN 933-1.
- Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:
 - Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas, según la norma UNE-EN 933-5.

- Índice de lajas, según la norma UNE-EN 933-3.
- Limpieza, según lo indicado en el apartado 541.2.3.7 de la OC 1/2024
- Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:
 - Coeficiente de desgaste de Los Ángeles, según la norma UNE-EN 1097-2.
 - Coeficiente de pulimento acelerado, si procede, según la norma UNE-EN 1097-8.
 - Densidad relativa y absorción, según la UNE-EN 1097-6.

Con independencia de lo anteriormente establecido y cuando la Dirección de la obra, en el uso de sus atribuciones, lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en este documento.

7.4.2. Control de ejecución

7.4.2.1. Fabricación

Se tomarán diariamente, según la norma UNE-EN 932-1, un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos, antes de la entrada al mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la norma UNE-EN 933-1.

En centrales de mezcla continua se calibrará al menos una vez a la semana el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos, y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida. También semanalmente, al menos, se verificará la exactitud de las básculas de dosificación, si las hubiera.

Se tomarán muestras en la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Control del aspecto de la mezcla. Se rechazarán todas aquellas segregadas o cuya envuelta no sea homogénea.
- Al menos dos (2) veces al día (mañana y tarde), y al menos una (1) vez por lote, contenido de ligante residual, según la norma UNE-EN 12697-1, y granulometría de los áridos extraídos, según la norma UNE-EN 12697-2.
- Al menos una (1) vez a la semana, cuando sea de aplicación, sobre la mezcla fabricada se tomará muestra para realizar el ensayo de pérdida de partículas, según UNE EN 12697-17.

Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo, en proporción sobre la masa total del árido seco, serán las que se indican en la tabla 541.11.

TABLA 541.11 - TOLERANCIAS RESPECTO A LA FÓRMULA DE TRABAJO SEGÚN LA CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO (% en masa sobre el árido seco)

CARACTERÍSTICA		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
		T31, T32 y T41	T42 y arcenes
Cernido por el tamiz (norma UNE-EN 933-2)	> 4 mm	± 4 %	± 6 %
	4 mm	± 2 %	± 3 %
	2 mm	± 1 %	± 1,5 %
Ligante residual		± 0,3 %	

7.4.2.2. Puesta en obra

a. Extensión

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 541.8 de la OC 1/2024.

Antes de verter la mezcla desde el elemento de transporte se comprobará su aspecto y homogeneidad.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido mediante un punzón graduado.

b. Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y el tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de limpieza y protección.
- El lastre y la masa total de los compactadores.
- La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
- La frecuencia y la amplitud de la vibración en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

7.4.3. Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²).
- La fracción construida diariamente.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebras de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. Se comprobará que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, sin segregaciones. Se verificará también la anchura de la capa para el cumplimiento de lo establecido en el apartado 541.7.2 de la OC 1/2024.

De cada lote se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a tres (≥ 3), y sobre ellos se determinará su contenido de huecos y su espesor.

Se controlará la regularidad superficial en tramos de mil metros de longitud (1000 m), a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la norma NLT-330, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro (hm), y así sucesivamente hasta completar el tramo medido, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 541.7.2. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar antes de la puesta en servicio.

En capas de rodadura se realizarán además los ensayos siguientes:

- Medida de la macrotextura superficial, según la norma UNE-EN 13036-1, inmediatamente después de la puesta en obra y, en el caso de haber utilizado un enarenado, después de un enérgico barrido (ver tabla 541.10), en tres (3) puntos del lote elegidos aleatoriamente.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE 41201 IN, una vez transcurridos dos (2) meses de la puesta en servicio de la capa, sin que hayan pasado más de tres (3) meses. En caso de que no se alcancen los valores especificados en la tabla 541.10, se realizará otra medición, una vez haya transcurrido un período de tiempo no superior a diez (10) meses desde la primera medida, y en período seco.

7.4.4. Criterios de aceptación y rechazo

7.4.4.1. Contenido de huecos

El contenido de huecos obtenido no deberá diferir del rango indicado en el apartado 541.7.1 de la OC 1/2024. No más de tres (≤ 3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales fuera del rango establecido en dos puntos porcentuales ($\pm 2\%$) de dicho contenido de huecos. Si el contenido de huecos medio obtenido estuviera fuera del rango especificado en el apartado 541.7.1 de la OC 1/2024, se procederá de la siguiente manera:

- Si el contenido de huecos medio obtenido estuviera fuera del rango especificado en más de un punto porcentual ($> 1\%$), se levantará la capa de mezcla correspondiente al lote controlado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si el contenido de huecos medio obtenido estuviera fuera del rango especificado un punto porcentual o menos ($\leq 1\%$), se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla correspondiente al lote controlado.

7.4.4.2. Espesor

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 541.7.2 de la OC 1/2024. No más de tres (≤ 3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un diez por ciento (10%). Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia o de rodadura fuera inferior al especificado en el apartado 541.7.2 de la OC 1/2024, se procederá de la siguiente manera:

- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al noventa por ciento ($< 90\%$) del especificado, se rechazará la capa debiendo el Contratista levantarla mediante fresado y reponerla por su cuenta.
- Si el espesor medio fuera igual o superior al noventa por ciento ($\geq 90\%$) del especificado, y no existieran zonas de posible encharcamiento, se aceptará la capa con una penalización económica del diez por ciento (10%).

7.4.4.3. Rasante

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas en el apartado 541.7.2 de la OC 1/2024. Si se rebasaran dichas tolerancias, se procederá de la siguiente manera:

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto, la Dirección de la obra podrá aceptar la rasante siempre que se compense la merma producida con el espesor adicional necesario de la capa superior, en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta del Contratista.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá mediante fresado por cuenta del Contratista, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los Planos del Proyecto

7.4.4.4. Regularidad superficial

La regularidad superficial de la capa acabada deberá cumplir lo establecido en la tabla 541.9 de la OC 1/2024. En caso contrario:

- Si los resultados de la regularidad de la capa acabada incumplen de los límites establecidos en menos del diez por ciento ($< 10\%$) de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial por cuenta del Contratista.
- Si los resultados de la regularidad de la capa acabada incumplen de los límites establecidos en más de un diez por ciento ($\geq 10\%$) de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá por cuenta del Contratista una nueva capa de mezcla con el espesor que determine la Dirección de la obra

7.4.4.5. Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial, no deberá ser inferior al valor especificado en la tabla 541.10 de la OC 1/2024. Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en la tabla 541.10, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al noventa por ciento (90 %) del valor previsto en la tabla 541.10, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10 %).
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al noventa por ciento (< 90 %) del valor previsto en la tabla 541.10, se demolerá el lote y se repondrá la capa por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo del lote ensayado presente un resultado inferior al especificado en más del veinticinco por ciento (< 25 %). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se repetirán los ensayos, aplicándose los criterios descritos en este apartado. Si se mantuviera el incumplimiento en una o dos de las partes, se demolerá el semilote y se repondrá la capa, cumpliendo lo prescrito en el Proyecto. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta del Contratista.

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en la tabla 541.10. Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en la tabla 541.10, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al noventa por ciento (90 %) del valor previsto en la tabla 541.10, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10 %).
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al noventa por ciento (90 %) del valor previsto en la tabla 541.10, se demolerá el lote y se repondrá la capa por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo de la muestra ensayada presente un resultado inferior al especificado en más de cinco unidades (5). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se repetirán los ensayos, aplicándose los criterios descritos en este apartado. Si se mantuviera el incumplimiento en una o dos de las partes, se demolerá el semilote y se repondrá la capa, cumpliendo lo prescrito en el Proyecto. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta del Contratista.

7.5. TUBOS DE DRENAJE

7.5.1. RECEPCIÓN EN OBRA DE LOS TUBOS

Se procederá a las inspecciones visuales y comprobaciones recogidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

El suministrador deberá presentar certificado de garantía de haberse efectuado satisfactoriamente los ensayos y de que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

7.5.2. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Se procederá al visionado con cámara de televisión no debiéndose observar anomalías que a juicio del Director de Obra puedan ser consideradas como inadmisibles para una correcta funcionalidad de la instalación. Entre ellas cabe citar:

Tubos rotos

Ovalaciones

Giros de tubos
Juntas fuera de lugar
Fugas o entradas de agua incontroladas
Existencia de cuerpos sólidos
Estancamiento de agua
Etc.

8. MEDICIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

El presupuesto total de los ensayos y procedimientos de control asciende a la cantidad de **OCHO MIL CIENTO VEINTISEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS (8.126,48 €)**.

Debido a que la valoración del control de calidad no excede el 1% del presupuesto de ejecución de las obras, tal y como se indica en la "Clausula 38. Ensayos y análisis de los materiales y unidades de obra" del Decreto 3854/1970 por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, el control de calidad descrito en el presente anejo será de cuenta del contratista.

APÉNDICE 1- PLAN DE ENSAYOS

Partida	Descripción	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
Hormigones					
1.1	PERMEABILIDAD Y PENETRACIÓN del hormigon según la Norma UNE EN 12390-8	Ud.	2	45.00 €	90.00 €
1.2	ENSAYO CARACTERISTICO: Toma de muestra de hormigon fresco, fabricacion de hasta cinco probetas cilindricas de 15x30 cm, cono de Abrans, curado, pulido y rotura a compresion a 1, 7 y 28 días S/UNE EN 12350-1	Ud.	2	396.80 €	793.60 €
1.3	ENSAYO DE CONTROL: Toma de muestra de hormigon fresco, fabricacion de hasta cinco probetas cilindricas de 15x30 cm, cono de Abrans, curado, pulido y rotura a compresion a 1, 7 y 28 días S/UNE EN 12350-1	Ud.	2	396.80 €	793.60 €
TOTAL HORMIGONES:					1,677.20 €
Lechadas/ Micropilotes					
1.4	Toma de muestra de lechada de cemento en micropilotes o anclajes. Resistencia mecanica de 3 probetas prismaticas de 16x4x4 cms, rotura a 3 edades (3, 7 y 28 días) S/UNE EN196-1:2018 y UNE EN 445:2009 (1 molde de 3 probetas)	Ud.	4	89.55 €	358.20 €
1.5	Determinacion de la exudacion y variacion de volumen . Se comprobara que los valores de los parametros controlados coinciden con los establecidos en el proyecto y en el protocolo de ejecucion. Según la Norma UNE-EN 445:2009	Ud.	4	72.65 €	290.60 €
TOTAL LECHADAS:					648.80 €
Armadura pasiva					
1.6	Ensayo de seccion equivalente y desviacion masa de barras de acero, según UNE 36068:2011	Ud.	2	19.45 €	38.90 €
1.7	Ensayo de la resistencia a traccion de barras de acero, según UNE-EN ISO 6892-1:2020 (limite elastico, carga de rotura y alargamiento) como minimo en una probeta de cada diametro y tipo de acero utilizado.	Ud.	2	43.19 €	86.38 €
1.8	Ensayo de comportamiento ante doblado-desdoblado a 90º de barras de acero, según UNE 36068:2011	Ud.	2	32.40 €	64.80 €
1.9	Ensayo de caracteristicas geometricas de los resaltos de barras de acero y alambres corrugados, según UNE 36068:2011	Ud.	1	43.19 €	43.19 €
TOTAL ACEROS:					233.27 €

Partida	Descripción	Unidades	Cantidad	Precio unitario	Importe
---------	-------------	----------	----------	-----------------	---------

Armadura activa					
1.10	Ensayo de seccion equivalente y desviacion masa de barras de acero, según UNE 36068:2011	Ud.	12	19.45 €	233.40 €
1.11	Ensayo de la resistencia a traccion de barras de acero, según UNE-EN ISO 6892-1:2020 (limite elastico, carga de rotura y alargamiento) como minimo en una probeta de cada diametro y tipo de acero utilizado.	Ud.	12	43.19 €	518.28 €
1.12	Ensayo de comportamiento ante doblado-desdoblado a 90º de barras de acero, según UNE 36068:2011	Ud.	12	32.40 €	388.80 €
1.13	Ensayo de características geometricas de los resaltos de barras de acero y alambres corrugados, según UNE 36068:2011	Ud.	6	43.19 €	259.14 €
TOTAL ACEROS:					1,399.62 €

Acero Estructural					
1.14	Ensayo y reconocimiento de inspeccion realizado con ensayos visuales , liquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonidos en soldaduras (UNE-EN ISO 17635)	Jornada	2	1,450.70 €	2,901.40 €
1.15	Ensayos de características mecánicas en perfiles de acero: Tracción, Alargamiento de rotura y resilencia	Ud.	2	177.76 €	355.52 €
1.16	Ensayo de reconocimiento de espesores en pintura (UNE-EN ISO 2808). El precio incluye 2 ensayos	Ud.	0	84.00 €	- €
TOTAL ACERO ESTRUCTURAL					3,256.92 €

TOTAL CONTROL DE CALIDAD ESTRUCTURAS	7,215.81 €
--------------------------------------	------------

Mezclas bituminosas					
1.16	Ensayo Marshall completo de mezclas (3 probetas), según NLT 159. Estabilidad, deformacion e indice de huecos	Ud.	1	245.15 €	245.15 €
1.17	Ensayo de contenido de ligantes de mezclas (3 probetas), según NLT 164.	Ud.	1	58.24 €	58.24 €
1.18	Analisis granulometrico en aglomerados. Según artículo 542 del PG-3.	Ud.	1	31.52 €	31.52 €
1.19	Ensayo para riego de adherencia entre capas de firme, determinando la dotacion mediante el secado en estufa y pesaje, según articulo 531 del PG-3.	Ud.	3	43.26 €	129.78 €
1.20	Extraccion de testigo en capa de aglomerado, densidad aparente y espesor de la mezcla, incluso relleno del hueco con aglomerado. Según artículo 542 del PG-3.	Ud.	1	43.26 €	43.26 €
TOTAL MEZCLAS BITUMINOSAS					507.95 €

Tuberías de drenaje					
1.21	Prueba de estanqueidad en un tramo de la red ejecutada según criterios de la entidad correspondiente (UNE-EN 1610:2016)	Ud.	2	180.00 €	360.00 €
1.22	Inspeccion con camara de television por tubos de la red de saneamiento de diferentes materiales y diametros, incluso traslado y retirada de equipos, informe con peritaje fotografico y video de la inspeccion realizada (UNE-EN 1610:2016)	m	12	3.56 €	42.72 €
TOTAL MEZCLAS BITUMINOSAS					402.72 €
TOTAL CONTROL DE CALIDAD					8,126.48 €